

平成20年度 経済産業省委託事業

平成20年度中小企業支援調査

セメント産業における非エネルギー起源
二酸化炭素対策に関する調査

- 混合セメントの普及拡大方策に関する検討 -

報 告 書

平成21年3月

経済産業省製造産業局住宅産業窯業建材課

(委託先：株式会社エックス都市研究所)

はじめに

我が国のセメント産業は、日本の温室効果ガス総排出量の約 4%に相当する二酸化炭素を排出している産業であり、その排出削減対策は重要な課題となっている。この約 4%のうちの約 6割に相当する約 2.4%を占める非エネルギー起源二酸化炭素については、セメントの中間製品であるクリンカを製造するプロセスで原料（石灰石）から化学反応によって必然的に発生するものであるため、クリンカを製造する限り、その排出削減は困難である。こうした中、一般的に広く普及しているポルトランドセメントはクリンカの構成比が 95%（残り 5%は石膏等の混合材）であるのに対して、混合セメントは高炉スラグや石炭灰（フライアッシュ）等を多量に混合させるため、クリンカの構成比を大幅に引き下げることができる。そのため、混合セメントの利用を拡大することで、クリンカの生産量を低減することができ、結果として、非エネルギー起源二酸化炭素の削減に寄与させることができる。

かかる観点から、「京都議定書目標達成計画」では、混合セメントの利用拡大により二酸化炭素排出量の削減を進めるため、2010 年度における日本のセメント生産量に占める混合セメントの生産量の割合を 24.8%にするとの目標を掲げている。しかしながら、混合セメントはポルトランドセメントと異なる特性、価格、供給状況の地域格差等の制約要因があることから、その生産量はここ数年セメント生産量全体の 21%程度で横ばい状態となっている。

このような状況を踏まえ、経済産業省では、混合セメントの利用拡大を通じた我が国セメント産業の非エネルギー起源二酸化炭素対策を進める観点から、有識者による検討会の下で、混合セメントの特性を整理（第 2 章）し、利用実態（第 3 章）及び利用事例（第 4 章）を把握した上で、今後の普及拡大方策（第 5 章）及びユーザー等への理解浸透のための取組（第 6 章）について検討を行った。本調査報告書はその調査・検討結果をとりまとめたものである。

本調査報告書を混合セメントに関わる関係者に広く普及させることで、混合セメントの特性や温室効果ガスの削減効果に関する理解が深まることを期待している。そして、普及拡大方策に掲げた取組を進めることで、京都議定書の混合セメント利用率に係る目標達成の実現性を高めるとともに、中長期的な地球温暖化対策にも貢献できれば幸いである。

なお、この場を借りて、本調査研究におけるアンケート調査にご協力いただいた方々、ヒアリング調査に応じていただいた方々、検討会委員及びオブザーバーの方々に感謝の意を表する次第である。

平成 21 年 3 月
経済産業省製造産業局住宅産業窯業建材課

検討会委員名簿

< 委員長 >

河野 広隆 京都大学経営管理大学院教授（同工学研究科都市環境工学専攻併任）

< 委員 >

野口 貴文 東京大学大学院工学系研究科（建築学専攻） 准教授

市村 靖光 国土交通省 国土技術政策総合研究所 建設システム課 技術基準係長

川合 康文 東京都 土木技術センター 所長

佐藤 孝一 社団法人 建築業協会（株式会社熊谷組 技術研究所 副所長）

白石 照夫 中間法人 全国コンクリート製品協会 技術部長

鈴木 一雄 全国生コンクリート工業組合連合会 技術部長 兼 中央技術研究所長

富田 六郎 社団法人 セメント協会 技術委員会 委員長代行
（太平洋セメント株式会社 取締役常務執行役員）

近田 孝夫 新日鐵高炉セメント株式会社 技術開発センター長

野畑 健志 鐵鋼スラグ協会 東日本支部委員
（新日本製鐵株式会社 スラグ・セメント事業推進部）

< オブザーバー >

福岡 和弥 国土交通省 大臣官房官庁営繕部整備課 課長補佐

久保 弘 農林水産省 農村振興局設計課施工企画調整室課長補佐（施工基準班）

鈴木 伸 財団法人 先端建設技術センター企画部 参事

渡邊 幸司 財団法人 先端建設技術センター 企画部 参事

堀越 稔 経済産業省 製造産業局 鉄鋼課 製鉄企画室 課長補佐

< 経済産業省 >

佐藤 努 経済産業省 製造産業局 住宅産業窯業建材課 課長補佐

鈴木 堅三 経済産業省 製造産業局 住宅産業窯業建材課 課長補佐

千葉 明 経済産業省 製造産業局 住宅産業窯業建材課 技術係長

安田 健 経済産業省 製造産業局 住宅産業窯業建材課 セメント係

目次

はじめに

検討会委員名簿

第1章 調査の背景・目的・概要	1
1.1 調査の背景	1
1.2 調査の目的	1
1.3 調査項目と調査フロー	2
第2章 混合セメントの特性と利用状況	3
2.1 混合セメントの特性と温室効果ガス削減効果	3
2.1.1 混合セメントの種類と製品規格	3
2.1.2 混合セメントの主な特性	5
2.1.3 混合セメント使用による環境負荷低減効果	12
2.2 各種仕様書等における混合セメントの取扱い	15
2.2.1 土木関係の標準仕様書等	15
2.2.2 建築関係の標準仕様書等	17
2.2.3 グリーン購入法に基づく調達方針	24
2.3 混合セメントの生産・使用状況	27
2.3.1 混合セメントの生産状況	27
2.3.2 混合セメントの使用状況	29
第3章 混合セメントの利用実態調査（アンケート調査結果）	34
3.1 アンケート調査の概要	34
3.2 アンケート調査の結果	35
3.2.1 生コンクリート工業組合のアンケート調査結果	36
3.2.2 プレキャストコンクリート製品メーカーのアンケート調査結果	47
3.2.3 建設事業者のアンケート調査結果	64
3.2.4 自治体のアンケート調査結果	88
3.2.5 建築設計事務所のアンケート調査結果	121
3.2.6 国及び独立行政法人等のアンケート調査結果	126
3.3 アンケート調査結果のまとめ	130

第4章 混合セメントの普及拡大事例調査	137
4.1 普及拡大事例調査の概要	137
4.2 個別普及拡大事例の概要	138
4.2.1 コンクリート構造物ひび割れ抑制対策（山口県）	138
4.2.2 高炉セメントコンクリートに関する普及啓発（福島県）	140
4.2.3 フライアッシュの普及拡大支援（A社）	142
4.2.4 フライアッシュの普及拡大支援（B社）	144
4.2.5 混合セメント・混和材使用に係る試験研究（C生コンクリート協同組合）	145
4.2.6 建築物環境配慮制度（東京都）	147
4.2.7 リサイクル製品認定制度等における混合セメント製品の認定・普及促進	149
4.2.8 プレキャストコンクリート製品への高炉セメント使用（D社）	151
第5章 混合セメントの普及拡大方策	153
5.1 混合セメント普及拡大上の課題と取組の方向性	153
5.2 具体的な普及拡大方策	156
5.2.1 混合セメントのメリットを活かした適所での活用促進	156
5.2.2 ひび割れメカニズムの解明と対策検討	162
5.2.3 長期養生に関する受容体制の促進	165
5.2.4 建築分野への混合セメントの適用可能性に関する検討	168
5.2.5 混合セメント使用に向けた建設工事受発注者等の動機付け	171
5.2.6 新たな混合セメントの開発促進	175
第6章 ユーザー等への理解浸透のための取組検討	179
6.1 混合セメントの温室効果ガス削減効果に関わる理解促進	179
6.2 特性に関する理解促進と標準施工手順書等の公開	180
第7章 調査のまとめ	181
参考資料	183
参考1：生コンクリート工業組合向けアンケート調査票	184
参考2：プレキャストコンクリート製品メーカー向けアンケート調査票	186
参考3：建設事業者向けアンケート調査票	189
参考4：自治体等向けアンケート調査票	193
参考5：建築設計事務所向けアンケート調査票	198
参考6：国・独立行政法人等向けアンケート調査票	200

第1章 調査の背景・目的・概要

1.1 調査の背景

地球規模の気候変動リスクを最低限に抑制するため、二酸化炭素に代表される温室効果ガスの排出量の削減が、全世界的な命題となっている。その中で、我が国のセメント産業は、日本の温室効果ガス総排出量の約4%に相当する二酸化炭素を排出している産業であり、その排出削減対策が重要な課題となっている。このうちの約4割に相当する約1.6%のエネルギー起源二酸化炭素の原単位は、事業者等によるこれまでの効率化努力の結果、世界トップレベルに達している。一方、約6割に相当する約2.4%を占める非エネルギー起源二酸化炭素は、セメントの中間製品であるクリンカを製造するプロセスで原料から必然的に発生するものであるため、このクリンカの利用率を低減する混合セメントの利用拡大が一つの有効な手段と位置づけられている。

「京都議定書目標達成計画」では、混合セメントの利用拡大により、CO₂排出量を約112万t削減することが織り込まれており、2010年度における日本のセメント生産量に占める混合セメント生産量の割合を24.8%にするとの目標が掲げられている。

混合セメントの普及策に関しては、これまでも国によるグリーン調達の推進やセメント業界による供給体制の整備等が進められてきたが、混合セメントはポルトランドセメントと異なる特性、価格、供給状況の地域格差等の制約要因があることから、ここ数年の混合セメントの生産量はセメント生産量全体の21%程度で横ばい状態にあり、現状のままでは利用拡大が困難な状況にある。

このような背景から、京都議定書目標達成計画を達成するとともに、中長期的な非エネルギー起源二酸化炭素の削減を図るため、混合セメントの普及拡大方策を打出すことが求められている。

1.2 調査の目的

混合セメントの特性及び利用実態を把握し、その結果を踏まえて、混合セメントの利用上のボトルネックを明らかにし、効果的かつ効率的な利用拡大方策を検討・提案することにより、京都議定書目標達成計画に織り込まれた数値目標の達成、及び中長期的な視点に立ったさらなる二酸化炭素排出量削減に寄与することを目的とする。

1.3 調査項目と調査フロー

調査項目を表 1-1 に、調査フローを図 1-1 に示す。本調査では、検討会（学識経験者、関係業界・機関で構成）における討議・調整を行い、内容の検証及び妥当性確認を行った。

図 1-1 調査項目の構成

調査項目	概要	備考
混合セメントの特性調査	混合セメントのうち、現状流通量が多く、今後利用拡大を図る上でも可能性が大きいと考えられる、高炉セメント及びフライアッシュセメントを対象として、特性と温室効果ガス削減効果、各種仕様書等における取扱い、生産・使用状況、ポルトランドセメントとの相違点を整理した。	2章に収録
混合セメントの利用実態調査	生コンクリート工業組合、プレキャストコンクリート製品メーカー、建設事業者、自治体、設計事務所等、国及び独立行政法人等を対象としたアンケート調査を行い、混合セメントの使用実績や使用上の問題点、将来展望等について調査した。また、自治体調査では、混合セメントの仕様書上の位置づけについても調査を行った。	3章に収録
混合セメントの普及拡大事例調査	混合セメントの利用促進を積極的に行っている企業や自治体を抽出し、取組の動機・きっかけ、関係者の役割、成功要因、効果と課題について調査を行った。	4章に収録
普及拡大方策検討	上記を踏まえ、混合セメントの課題を明らかにするとともに、普及拡大の方向性及び具体的な方策検討を行った。	5章に収録
理解浸透のための取組検討	混合セメントの利用事業者等に対して、混合セメントの価値や特性の理解を促進するための取組について検討を行った。	6章に収録

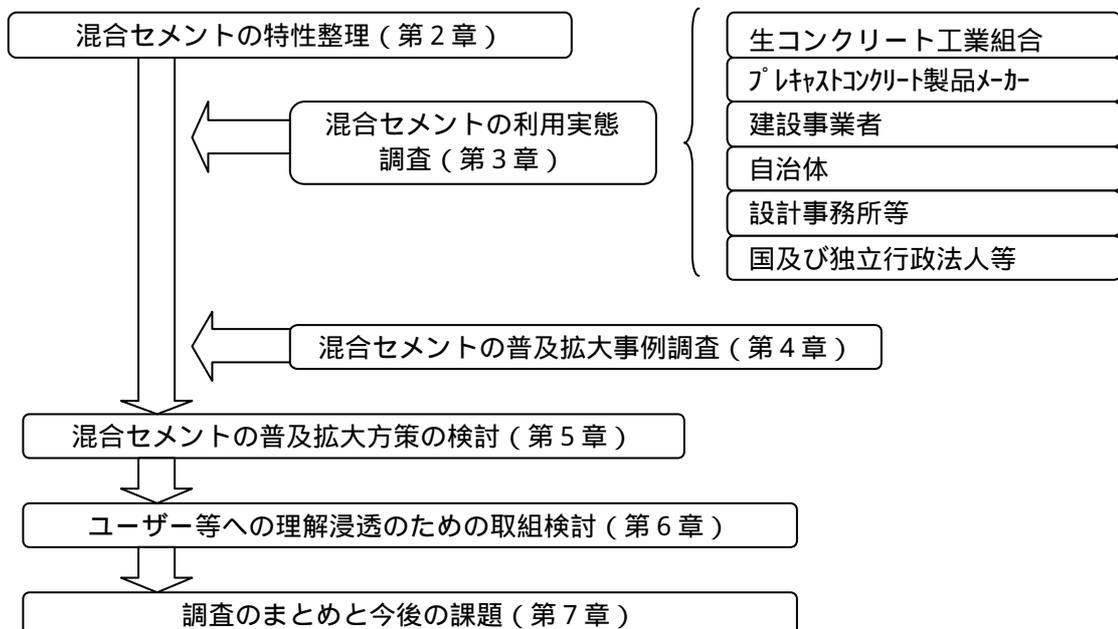


図 1-1 本調査の調査フロー

第2章 混合セメントの特性と利用状況

本章では、混合セメント（主に高炉セメントB種）の特性について、ポルトランドセメント（主に普通ポルトランドセメント）との比較により示し、土木工事共通仕様書、建築工事標準仕様書、グリーン購入法に基づく調達方針等における位置づけを整理し、生産・使用に係る統計データを踏まえて、現時点における用途別の使用状況を推定する。

2.1 混合セメントの特性と温室効果ガス削減効果

2.1.1 混合セメントの種類と製品規格

混合セメントには、JISに規定されているJIS R 5211（高炉セメント）、JIS R 5212（シリカセメント）、JIS R 5213（フライアッシュセメント）、その他、大規模ダム工事等の特記仕様書に対応したJIS規定外の特殊な配合のセメント（MF30：中庸熱ポルトランドセメント＋フライアッシュ30%等）がある。各種セメントの特性と主な用途及び各種セメントのJIS要求品質を表2-1-1、表2-1-2に示す。

表 2-1-1 各種セメントの特性と主な用途

		特 性	用 途
ポ ル ト ラ ン ド セ メ ン ト	普通	一般的なセメント	一般のコンクリート工事
	早強	a. 普通セメントより強度発現が早い b. 低温でも強度を発揮する	緊急工事、冬季工事、 コンクリート製品
	超早強	a. 早強セメントより強度発現が早い b. 低温でも強度を発揮する	緊急工事、冬季工事
	中庸熱	a. 水和熱が小さい b. 乾燥収縮が小さい	マスコンクリート、 遮蔽用コンクリート
	低熱	a. 初期強度は小さいが長期強度が大きい b. 水和熱が小さい c. 乾燥収縮が小さい	マスコンクリート、 高流動コンクリート、 高強度コンクリート
	耐硫酸塩	硫酸塩を含む海水・土壌・地下水・下水等に対する抵抗性が大きい	硫酸塩の浸食を受けるコンクリート
高 炉 セ メ ン ト	A種	普通セメントと同様の性質	普通セメントと同様に用いられる
	B種	a. 初期強度はやや小さいが長期強度は大きい b. 水和熱が小さい c. 化学抵抗性が大きい	普通セメントと同様な工事、 マスコンクリート、 海水・硫酸塩・熱の作用を受けるコンクリート、 土中・地下構造物コンクリート
	C種	a. 初期強度は小さいが長期強度は大きい b. 水和発熱速度はかなり遅い c. 耐海水性が大きい	マスコンクリート、 海水・土中・地下構造物コンクリート
フ ラ イ ア ッ シュ セ メ ン ト	A種	a. ワーカビリティーがよい	普通セメントと同様な工事、 マスコンクリート、 水中コンクリート
	B種	b. 長期強度が大きい c. 乾燥収縮が小さい d. 水和熱が小さい	
白 色 ポ ル ト ラ ン ド セ メ ン ト		a. 白色 b. 顔料を用い着色ができる	着色コンクリート工事 コンクリート製品

出典：「建築工事標準仕様書・同解説 JASS5 鉄筋コンクリート工事 2003」，（社）日本建築学会

注：上表でいう「普通セメント」は「普通ポルトランドセメント」を指している。

表 2-1-2 ポルトランドセメントと各種混合セメントとの JIS 要求品質比較

		ポルトランドセメント			高炉セメント			シリカセメント			フライアッシュセメント		
		普通	早強	中庸熱	A種	B種	C種	A種	B種	C種	A種	B種	C種
混合材	許容混入率%	r 5 注1	-	-	5<r 30	30<r 60	60<r 70	5<r 10	10<r 20	20<r 30	5<r 10	10<r 20	20<r 30
密度	g/cm ³	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
比表面積	cm ² /g	2500 以上	3300 以上	2500 以上	3000 以上	3000 以上	3300 以上	3000 以上	3000 以上	3000 以上	2500 以上	2500 以上	2500 以上
凝結	始発 min	60 以上	45 以上	60 以上	60 以上	60 以上	60 以上	60 以上	60 以上	60 以上	60 以上	60 以上	60 以上
	終結 h	10 以下	10 以下	10 以下	10 以下	10 以下	10 以下	10 以下	10 以下	10 以下	10 以下	10 以下	10 以下
安定性	パット法	良	良	良	良	良	良	良	良	良	良	良	良
	ルヤテリ法 mm	10 以下	10 以下	10 以下	10 以下	10 以下	10 以下	10 以下	10 以下	10 以下	10 以下	10 以下	10 以下
圧縮強さ N/mm ²	1d	-	10.0 以上	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	3d	12.5 以上	20.0 以上	7.5 以上	12.5 以上	10.0 以上	7.5 以上	12.5 以上	10.0 以上	7.5 以上	12.5 以上	10.0 以上	7.5 以上
	7d	22.5 以上	32.5 以上	15.0 以上	22.5 以上	17.5 以上	15.0 以上	22.5 以上	17.5 以上	15.0 以上	22.5 以上	17.5 以上	15.0 以上
	28d	42.5 以上	47.5 以上	32.5 以上	42.5 以上	42.5 以上	40.0 以上	42.5 以上	37.5 以上	32.5 以上	42.5 以上	37.5 以上	32.5 以上
	91d	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
水和熱 J/g	7d	-	-	290 以下	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	28d	-	-	340 以下	-	-	-	-	-	-	-	-	-
化学成分 %	酸化マグネシウム	5.0 以下	5.0 以下	5.0 以下	5.0 以下	6.0 以下	6.0 以下	5.0 以下	5.0 以下	5.0 以下	5.0 以下	5.0 以下	5.0 以下
	三酸化硫黄	3.0 以下	3.5 以下	3.0 以下	3.5 以下	4.0 以下	4.5 以下	3.0 以下	3.0 以下	3.0 以下	3.0 以下	3.0 以下	3.0 以下
	強熱減量	3.0 以下	3.0 以下	3.0 以下	3.0 以下	3.0 以下	3.0 以下	3.0 以下	-	-	3.0 以下	-	-
	全アルカリ 低アルカリ形は()内	0.75 以下 (0.6 以下)	0.75 以下 (0.6 以下)	0.75 以下 (0.6 以下)	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	塩化物イオン	0.035 以下	0.02 以下	0.02 以下	-	-	-	-	-	-	-	-	-
鉱物組成 %	けい酸三加水	-	-	50 以下	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	けい酸二加水	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	アルミン酸三加水	-	-	8 以下	-	-	-	-	-	-	-	-	-

注1: 「JIS R 5210 (ポルトランドセメント)」の「6.製造方法」の項で、「普通ポルトランドセメントにおいては、JIS R 5211 (高炉セメント)の5.2に規定する高炉スラグ、JIS R 5212 (シリカセメント)の4.2に規定するシリカ質混合材、JIS A 6201 (コンクリート用フライアッシュセメント)に規定するフライアッシュ又は炭酸カルシウム95%以上を含むセメント製造用石灰石を、それぞれ単独又は適宜組み合わせたものを加えて混合粉砕するか、あらかじめ単独又は適宜組み合わせ粉砕したものを加えて均一に混合してもよい。その総量は、セメントの5%以下とする。」と規定されている。

注2: 上表では、普通ポルトランドセメントの規格と比較して値の異なる箇所に網掛けを付した。

出典: JIS R 5210 (ポルトランドセメント)、JIS R 5211 (高炉セメント)、JIS R 5212 (シリカセメント)、JIS R 5213 (フライアッシュセメント)より作成

2.1.2 混合セメントの主な特性

高炉セメントとフライアッシュセメントの主な特性を表 2-1-3 に示す。

高炉セメントは高炉水砕スラグの持つ潜在水硬性により、フライアッシュセメントはポゾラン反応により、それぞれ長期強度が増進される反面、普通ポルトランドセメントと比べると初期強度が低く、初期養生を入念に行う必要がある。

表 2-1-3 高炉セメント、フライアッシュセメントの主な特性

	特 性
高炉セメント	<ul style="list-style-type: none"> ・混合材の混合率（置換率）はB種で 30～60% ・セメントの水和反応で生じた水酸化カルシウム Ca(OH)_2 に刺激されると徐々に水和反応を起こす性質（潜在水硬性）を持つ。 ・長期強度の増進が大きい反面、初期強度がやや低く、特に気温が低い場合に著しいので、初期養生を入念に行う必要がある。 ・耐海水性や化学抵抗性に優れ、海洋構造物に使用することが多い。 ・アルカリシリカ反応の抑制効果あり。
フライアッシュセメント	<ul style="list-style-type: none"> ・混合材の混合率（置換率）はB種で 10～20% ・フライアッシュに含まれている二酸化ケイ素 SiO_2 が、セメントの水和反応によって生じた水酸化カルシウム Ca(OH)_2 と反応して水和物（ケイ酸カルシウム水和物）を生成する（「ポゾラン反応」）。この水和物は緻密で耐久性に優れている。 ・長期強度は増加するが、初期強度が低い。 ・流動性に優れ、発熱量が低減できるので、ダム等の大型構造物に適する。

出典：「高炉セメントを使用するコンクリートの調合設計・施工指針・同解説（第4版）」（（社）日本建築学会，2001年7月）、「フライアッシュセメントを使用するコンクリートの調合設計・施工指針・同解説（第2版）」（（社）日本建築学会，1991年6月）、「石炭灰有効利用技術について - 循環型社会を目指して - 報告書」（（社）土木学会エネルギー土木委員会新技術・エネルギー小委員会石炭灰有効利用分科会，2003年9月）等より作成

「2.3 混合セメントの生産・使用状況」の項で後述するように、国内で生産・使用される混合セメントのうち95%以上が高炉セメントであり、その大半は高炉セメントB種である。

代表的な混合セメントである高炉セメントB種は、普通ポルトランドセメントと比べ、次に挙げるメリット/デメリットを持つ。次頁以降でそれらの特性を概説する。

<メリット>

- (1)耐海水性や化学抵抗性が大きい
- (2)アルカリ骨材反応の抑制効果がある
- (3)水密性・耐摩耗性が高い
- (4)発熱速度が小さい
- (5)長期強度の増進が大きい
- (6)地盤改良工事に使用しても六価クロムの溶出が少ない

<デメリット>

- (1)初期強度の発現が遅い（養生期間が長くなる）
- (2)中性化速度が若干速い
- (3)部材寸法や拘束条件、環境条件によってはひび割れ発生が増加する事例が報告されている

(1) 混合セメントのメリット

耐海水性や化学抵抗性が大きい

高炉セメントコンクリートは、普通ポルトランドセメントコンクリートに比べて、耐海水性及び塩分浸入の防止効果が大きく、鉄筋を保護する性能が優れている。これは、高炉セメント硬化体が持つ次の特性によるものと考えられる。また、同様の理由から、硫酸塩等に対する化学抵抗性も優れている。

- 1) 高炉セメント硬化体は、普通ポルトランドセメント硬化体より全空隙率が小さく、毛細管空隙の孔径分布が小径側にあり緻密化しており、塩素イオン・硫酸塩等の拡散が小さい
- 2) 高炉セメント硬化体は普通ポルトランドセメントに比べて遊離の水酸化カルシウムの生成量が少なく、膨張性の水和物（エトリンガイト）の生成が少ない
- 3) 高炉セメント硬化体は普通ポルトランドセメントに比べて、塩素イオンを多く捕捉する性質がある。

図 2-1-1 高炉スラグコンクリート供試体と普通セメントコンクリート供試体における塩分分布のモデル図

出典：小林一輔、白木亮司、星野富雄
「高炉セメントコンクリートの塩化物遮蔽性能()」, 生産研究, 41 巻, 6 号, 1989.6

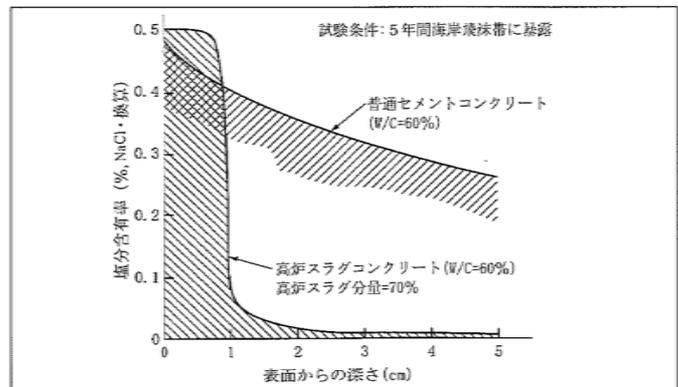
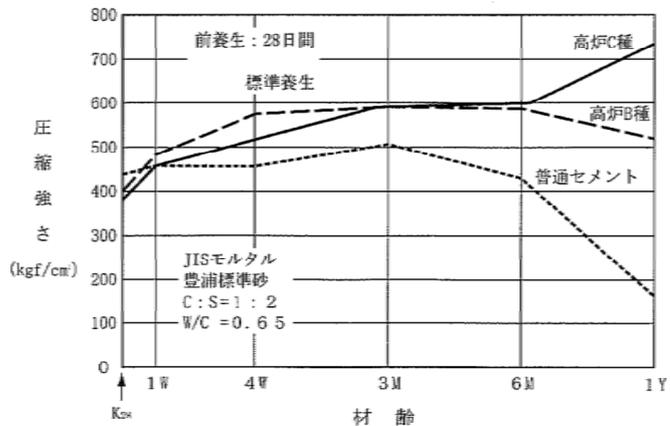


図 2-1-2 硫酸ソーダ 5% 溶液に浸漬した JIS モルタルの圧縮強度推移

出典：丸安隆和、小林一輔、阪本好史,
「高炉セメントコンクリートの研究」,
東京大学生産技術研究所報告,
第 15 巻, 第 4 号, 昭和 41 年 2 月



アルカリ骨材反応の抑制効果がある

アルカリ骨材反応は、コンクリート中の高い pH のもとでアルカリ金属イオン (Na^+ , K^+) とある種の岩石 (安山岩・流紋岩・チャート・頁岩等) 中のシリカ分が反応し、コンクリートに有害な膨張を生じる現象であり、広範な地域で構造物の損傷が報告されている。

これに対して、高炉セメントは以下の理由により、アルカリ骨材反応を抑制する効果がある。

- 1) 高炉セメント硬化体は普通ポルトランドセメント硬化体より全空隙率が小さく、毛細管空隙の孔径分布が小径側にあり、アルカリ金属イオン (Na^+ , K^+) の拡散や水分の移動が小さい。
- 2) 高炉セメントは普通ポルトランドセメントに比べ、アルカリ金属イオンの固定能力が大きい。
- 3) 高炉セメント硬化体中の $\text{Ca}(\text{OH})_2$ が高炉スラグによって消費され、pH が低下しアルカリ骨材反応を生じ難い。

水密性・耐摩耗性が高い

高炉セメント硬化体は、全空隙率が小さく緻密化しているため、水密性・耐摩耗性にも優れている。

この傾向は、後述するスラグの潜在水硬性による長期強度増進とともに、時間が経過するほど顕著となる。

セメントの種類による空隙率（全細孔容積）について、高炉セメントと普通ポルトランドセメントを比較すると、材齢 28 日ではほぼ同等であるが、1 年経過後には高炉セメント硬化体中の細孔容積が大きく減少している。

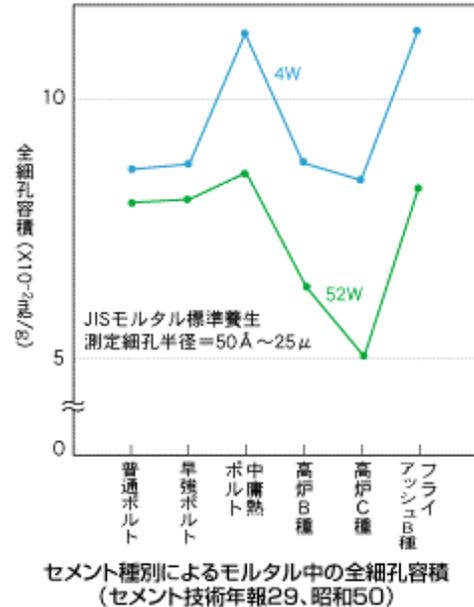


図 2-1-3 セメント種別によるモルタル中の全細孔容積
出典：小林和一、岡林茂生，「各種セメントの塩化物抵抗性に関する研究」，セメント技術年報，vol.29，昭和 50 年 12 月

発熱速度が小さい

セメントの硬化は発熱反応であるため、初期強度の大きいセメントの方が水和熱も高くなる。混合セメントの水和熱をポルトランドセメントと比較すると、高炉セメント B 種は普通ポルトランドセメントと中庸熱ポルトランドセメントの間、フライアッシュ B 種は中庸熱ポルトランドセメントとほぼ同等となっている。

なお、一般的に従来の高炉セメント B 種は、現在流通しているものよりも発熱量が小さく収縮も小さかった。しかし、近年の高炉セメント B 種は、粉末度を上げて初期強度の発現性を普通ポルトランドセメントに近づけており、発熱速度も大きくなる傾向がある。こうした高炉セメント B 種の特性変化に伴い、より低発熱が求められるマスコンクリート用等のニーズに対応するため、低熱高炉セメントが開発・販売されている。

表 2-1-4 各種セメントの水和熱測定例（単位：J/g）

セメントの種類	材 齢		
	7 日	2 8 日	9 1 日
早強ポルトランドセメント	314 ~ 356	377 ~ 419	398 ~ 440
普通ポルトランドセメント	293 ~ 335	335 ~ 377	377 ~ 419
高炉セメント B 種	230 ~ 293	314 ~ 356	335 ~ 377
中庸熱ポルトランドセメント	230 ~ 272	293 ~ 335	314 ~ 356
フライアッシュセメント B 種	230 ~ 272	293 ~ 335	314 ~ 356
低熱ポルトランドセメント	154 ~ 222	200 ~ 284	263 ~ 342

出典：「セメントの常識」，社団法人セメント協会編，2002 年 3 月

長期強度の増進が大きい

高炉水砕スラグは、水酸化カルシウム等のアルカリ性物質や石膏等の刺激により水和・硬化する性質（潜在水硬性）を持つため、長期にわたって圧縮強度が伸び続け、緻密で安定した硬化体組織が形成される。

この傾向は、高炉水砕スラグの混合率が高いほど顕著となる。

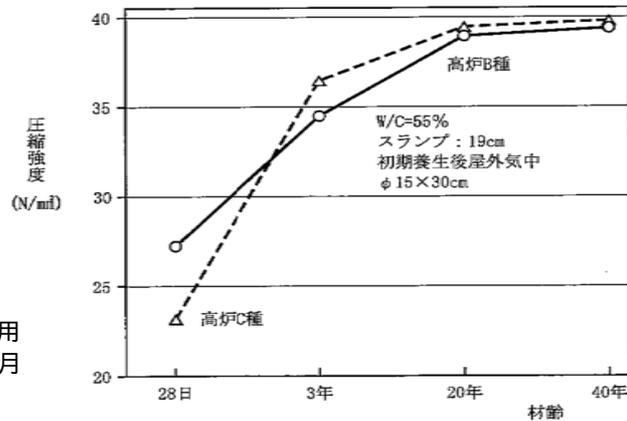


図 2-1-4 高炉セメントの長期材齢の圧縮強度

出典：「鉄鋼スラグの高炉セメントへの利用（平成 20 年版）」，鉄鋼スラグ協会，2008 年 2 月

地盤改良工事に使用しても六価クロムの溶出が少ない

地盤改良工事に使用される材料には、セメント系と石灰系があり、セメント系では高炉セメント、普通ポルトランドセメント、セメント系固化材が使用されている。高炉セメントB種は、砂質土・粘性土・シルト質土等の一般軟弱土の改良に適している。

高炉は還元炉であるため高炉スラグには六価クロムは含まれておらず、普通ポルトランドセメントに比べて六価クロム含有量・溶出量の少ない固化材である。

また、旧建設省通達「セメント及びセメント系固化材の地盤改良への使用及び改良土の再利用に関する当面の措置」（平成 12 年 3 月）では、参考資料中で、六価クロムの溶出が少ない固化材として高炉セメントが紹介されている。

(2) 混合セメントのデメリット

初期強度の発現が遅い(養生期間が長くなる)

普通ポルトランドセメントは4種類のセメント鉱物で構成されるが、材齢28日程度までは主にケイ酸三カルシウム($3CaO \cdot SiO_2$)の水和反応の進行により強度が発現し、28日以降の長期強度にはケイ酸二カルシウム($2CaO \cdot SiO_2$)が主に寄与している。

高炉セメントでは、これらのセメント鉱物の分量は少ないが、ケイ酸カルシウム類の水和反応により生成する水酸化カルシウムによって、ガラス質である高炉スラグ微粉末より、 CaO 、 Al_2O_3 、 SiO_2 等の成分が液相へ溶出し、高炉スラグの水和反応生成物を形成して硬化する(潜在水硬性の発現)。この反応は、普通ポルトランドセメントに比べて初期の反応が緩やかであるが、長期にわたって反応は進行し強度が増進する。

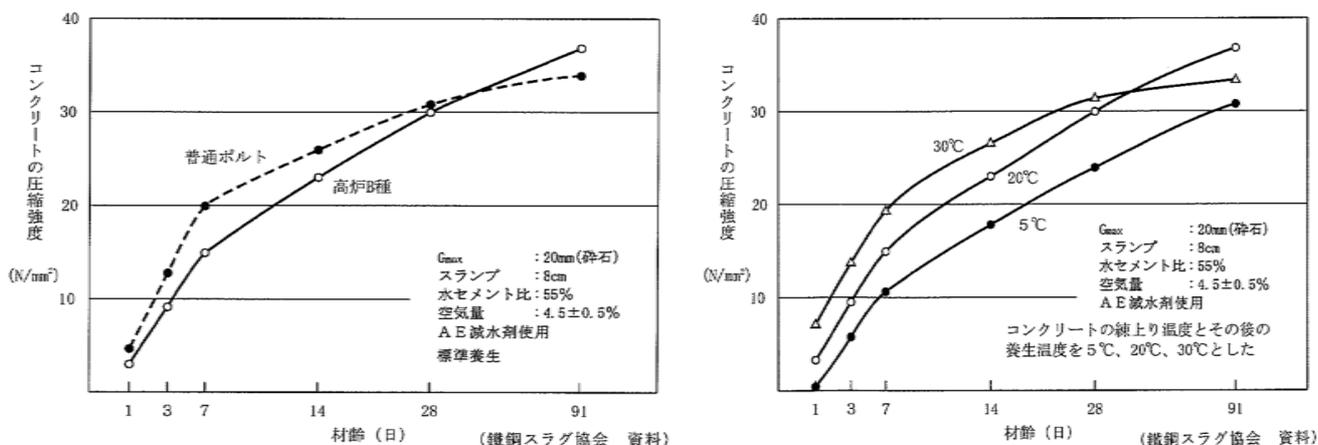


図 2-1-5 コンクリートの材齢と圧縮強度の関係の一例

出典: 「鉄鋼スラグの高炉セメントへの利用(平成20年版)」, 鉄鋼スラグ協会, 2008年2月

高炉セメントは、普通ポルトランドセメントに比べ水和速度が遅く強度発現が遅れるため、養生期間を延長する必要がある。

また、型枠の取り外しができるまでの日数は、柱・壁・梁の側面等 ($5N/mm^2$) では普通ポルトランドセメントに比べ0~1日の遅延、スラブ・梁の底面等 ($14N/mm^2$) では2~6日の遅延が見込まれる。

表 2-1-5 湿潤養生期間の標準

日平均気温	高炉セメント B種	普通ポルトランド セメント	早強ポルトランド セメント
15 以上	7日	5日	3日
10 以上	9日	7日	4日
5 以上	12日	9日	5日

出典: コンクリート標準示方書・施工編(2007年制定), 土木学会, 平成20年3月

表 2-1-6 型枠を取り外せる圧縮強度に到達する材齢の目安

[5N/mm² (柱・壁・梁の側面の型枠取り外し時の圧縮強度) に達する材齢(日)]

養生温度 呼び強度	5		10		20	
	高炉セメント B種	普通ポルト ランドセメント	高炉セメント B種	普通ポルト ランドセメント	高炉セメント B種	普通ポルト ランドセメント
21	4	3	3	3	2	2
24	4	3	3	2	2	2
27	3	3	3	2	2	2
30	3	3	3	2	2	1

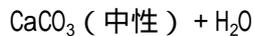
[14N/mm² (スラブ・梁の底面、アーチの内面の型枠取り外し時の圧縮強度) に達する材齢(日)]

養生温度 呼び強度	5		10		20	
	高炉セメント B種	普通ポルト ランドセメント	高炉セメント B種	普通ポルト ランドセメント	高炉セメント B種	普通ポルト ランドセメント
21	17	11	14	9	8	5
24	14	9	11	7	7	4
27	11	8	8	6	6	4
30	9	7	7	5	5	3

出典：「鉄鋼スラグの高炉セメントへの利用(平成20年版)」, 鉄鋼スラグ協会, 2008年2月

中性化速度が若干速い

中性化とは、空気中の CO₂ がコンクリート内に拡散して、コンクリートのアルカリ性が失われる現象である。



コンクリート内の鉄筋は表面に不動態被膜が形成され錆に対する保護膜として機能するが、中性化部分では不動態被膜を失い鉄筋が腐食しやすくなる。無筋コンクリートでは問題ないが、かぶりの小さい鉄筋コンクリート(橋梁上部工、床版、建築躯体等)では、条件によっては長期耐久性が問題となることがある。

高炉セメントは高炉スラグで置換した分だけポルトランドセメントの分量が少なく、水和により生成する水酸化カルシウム (Ca(OH)₂) も少ない。そのため、同一水セメント比の普通ポルトランドセメントコンクリートに比べて中性化速度が若干速く、必要なかぶり厚さが大きくなる。

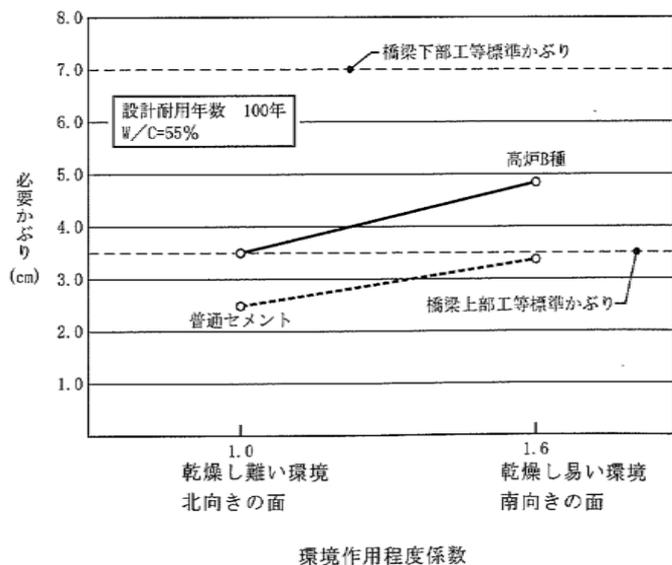


図 2-1-6 セメントの種類に応じた必要かぶりの例
出典：黒谷努「国土交通省におけるコンクリート構造物の品質確保についての施策」, セメントジャーナル社主催講演会「品質管理への新しい要求」テキスト, 平成13年9月

ひび割れ発生が増加する事例が報告されている

従前の高炉セメントではそれほど課題とはなっていなかったが、最近の高炉セメントB種は、スラグ混合率及び粉末度等によって初期強度が大きくなるように調整されており、コンクリートの断熱温度上昇量が普通ポルトランドセメントよりも高くなる場合もあり、部材寸法や拘束条件、環境条件等によっては温度応力によるひび割れ発生が増加する事例が報告されている（図 2-1-7 参照）。

<p>高炉セメントB種は、アルカリシリカ反応の抑制や塩化物イオンの浸透抑制に有効なセメントであるが、最近の高炉セメントB種は、スラグ混合率および粉末度等によっては初期強度が大きくなるように調整されており、コンクリートの断熱温度上昇量が普通ポルトランドセメントよりも高くなる場合もあり、部材寸法や拘束条件、環境条件等によっては温度応力によるひび割れ発生が増加する事例が報告されている。高炉セメントB種には低発熱型のものもあるため、その使用にあたっては発熱性状等を確認するとともに、強度保証材齢を長期にとることが重要である。</p> <p>最近のセメントは、製造技術の向上等により、水セメント比が大きくても所定の強度を実現することが可能で、材齢 28 日強度を目標とする早期強度の発現を重視した性能要求に適したものとなっているが、結果的に耐久性が低下している恐れがあるとの指摘もされている。今後は耐久性から決まる水セメント比において適正な強度を発現するセメントも必要になるとの指摘もある。ただし、この場合には初期の強度の発現に留意した養生が重要となる。</p>
--

図 2-1-7 コンクリート標準示方書 施工編（土木学会，2007 年制定）
における高炉セメント B 種のひび割れに関する記述

2.1.3 混合セメント使用による環境負荷低減効果

セメントの生産・輸送段階における資源消費及び環境負荷をセメント品種別に見ると、混合セメントは、普通ポルトランドセメントと比べ、環境面で次に挙げるメリット/デメリットを持つ。

<メリット>

- (1)セメント生産時のCO₂排出量が少ない
- (2)原料である石灰石や化石燃料など天然資源の使用量が少ない
- (3)副産物・廃棄物（高炉スラグ、フライアッシュ）が混合材として活用できる

<デメリット>

- (4)セメント生産時にクリンカの前燃料として使用できる副産物・廃棄物の量が減少する

表 2-1-7 セメント品種別インベントリデータ一覧表（2006年度）

区分1	区分2	区分3	単位	ポルトランド	高炉B種	フライアッシュB種	備考	
エネルギー	天然 (化石燃料)	焼成用	石炭	g/kg	82.20	48.29	67.59	(2)
			石油コークス	g/kg	13.54	7.95	11.13	
			C重油	ml/kg	1.16	0.68	0.96	
			その他	ml/kg	0.01	0.01	0.01	
		乾燥用ほか	石炭	g/kg	0.00	0.00	0.00	
			石油コークス	g/kg	0.00	0.00	0.00	
			C重油	ml/kg	0.01	0.45	0.00	
			その他	ml/kg	0.00	0.00	0.00	
		自家発電用	石炭	g/kg	15.56	12.32	10.13	
			石油コークス	g/kg	2.24	1.77	1.46	
			C重油	ml/kg	0.81	0.64	0.52	
			その他	ml/kg	0.11	0.09	0.07	
	リサイクル	化石起源	副産物	g/kg	5.26	3.09	4.32	(4)
			廃棄物	g/kg	13.88	8.16	11.41	
バイオマス		副産物	g/kg	2.47	1.65	1.87		
		廃棄物	g/kg	3.37	2.05	2.72		
購入電力			Wh/kg	32.24	25.52	20.99		
原料	天然	石灰石	g/kg	1,102.73	647.80	906.77	(2)	
		粘土	g/kg	19.35	11.37	15.91		
		珪石	g/kg	69.22	40.66	56.92		
		その他	g/kg	23.57	14.49	16.72		
	リサイクル	鉄原料	副産物	g/kg	16.58	9.74	13.63	(4)
			廃棄物	g/kg	11.15	6.55	9.17	
		合計	g/kg	27.73	16.29	22.80		
	副産物	g/kg	31.99	11.74	24.72			
	廃棄物	g/kg	132.54	77.86	108.99			
添加材	せっこう	天然	g/kg	3.80	3.69	2.63	-----	
		副産	g/kg	32.28	31.09	26.94		
	混合材	高炉スラグ	g/kg		230.12		(3)	
		微粉末スラグ フライアッシュ	g/kg		238.41	182.06		
環境負荷物質	大気	CO ₂	石灰石脱炭酸起源	g/kg	473.9	278.5	389.6	(1)
			化石燃料燃焼起源	g/kg	313.9	194.8	249.5	
			(化石起源)廃棄物等燃焼起源	g/kg	39.8	23.4	32.4	
			焼却不要による削減	g/kg	39.8	23.4	32.4	
			合計	g/kg	787.9	473.2	639.1	
		CH ₄	g/kg	0.017	0.010	0.014	-----	
	N ₂ O	g/kg	0.004	0.003	0.003	-----		
	SO _x	g/kg	0.080	0.060	0.055	-----		
	NO _x	g/kg	1.399	0.839	1.137	-----		
	ばいじん	g/kg	0.029	0.018	0.023	-----		

出典：「セメントの LCI データの概要，（社）セメント協会，2008年6月」をもとに備考欄と網掛けを追記

注：備考欄の数字は、上述のメリット/デメリットの項目番号に対応。

このうち、本調査で主眼とする(1)のCO₂削減効果について、次頁以降に示す。

(1) 混合セメントと普通ポルトランドセメントの CO₂ 排出原単位と比較

ポルトランドセメントと高炉セメント B 種の CO₂ 排出原単位を下表に示す。高炉セメント B 種は、ポルトランドセメントよりも、生産・輸送段階の CO₂ 排出原単位が約 4 割小さい。

表 2-1-8 ポルトランドセメントと高炉セメントの CO₂ 排出原単位

	石炭脱炭酸起源 (非エネルギー起源)	化石燃料燃焼起源 (エネルギー起源)	合計
ポルトランドセメント (a)	473.9 kgCO ₂ /t	313.9 kgCO ₂ /t	787.8 kgCO ₂ /t
高炉セメント B 種 (b)	278.5 kgCO ₂ /t	194.8 kgCO ₂ /t	473.3 kgCO ₂ /t
CO ₂ 削減量 (a - b)	195.4 kgCO ₂ /t	119.1 kgCO ₂ /t	314.5 kgCO ₂ /t
CO ₂ 削減率 ((a - b) / a)	41.2%	37.9%	39.9%

注 1. 計算範囲は原料採掘～セメント製造までとした(輸送分を含まない)。

注 2. 購入電力分を含まない。

出典: セメントの LCI データの概要, (社)セメント協会, 2008 年 6 月 より作成

上表の原単位をもとに、H18 年度のセメント国内販売量(うち高炉セメントの比率は 22.8%) に対する CO₂ 排出量を算定すると 4140 万 tCO₂ となる。(下表のケース 2)

一方、もし仮に H18 年度のセメント国内販売量の全量がポルトランドセメントだとすると、CO₂ 排出量は 4570 万 tCO₂ である。(下表のケース 1)

したがって、現状(H18 年度)のセメント国内販売量と高炉化率においては、ポルトランドセメントでなく高炉セメントを使用することによる CO₂ 排出量削減効果は 430 万 tCO₂ と推定される。

平成 18 年度における我が国の CO₂ 総排出量は 12 億 7400 万 t、家庭からの 1 人当たり CO₂ 排出量は約 2.1t-CO₂/人と推定されているので¹、430 万 tCO₂ という量は、我が国の CO₂ 総排出量の 0.34%、家庭からの 1 人当たり CO₂ 排出量の 200 万人分以上に相当することになる。

表 2-1-9 高炉セメント使用による CO₂ 排出量削減効果

ケース区分	セメント区分	原単位	国内販売量(H18)	CO ₂ 排出量
ケース 1: 全量ポルトランドセメントの場合	ポルトランドセメント	787.8 kgCO ₂ /t	57,968 千 t	45.7 百万 tCO ₂
ケース 2: 高炉セメントが 22.8%(2006 年度実績値)を占める場合	ポルトランドセメント	787.8 kgCO ₂ /t	44,734 千 t	35.2 百万 tCO ₂
	高炉セメント(B 種)	462.5 kgCO ₂ /t	13,234 千 t	6.1 百万 tCO ₂
	合計	-	57,968 千 t	41.4 百万 tCO ₂
ケース 1 の CO ₂ 排出量 - ケース 2 の CO ₂ 排出量		-	-	4.3 百万 tCO ₂

ケース 2 は、高炉セメント以外は全てポルトランドセメント、高炉セメントは全て B 種と単純化して算定項目ごとの値の和と合計値とが一致しない箇所は、四捨五入による丸め誤差による京都議定書目標達成計画等の数値とは必ずしも一致しない

¹ 家庭からの排出量は、家庭部門、運輸(旅客)部門の自家用乗用車(家計寄与分)、廃棄物(一般廃棄物(事業系一般廃棄物を含む))部門で計上された排出量、及び水道からの排出量を合算したものである。「日本の 1990～2006 年度の温室効果ガス排出量データ」, 温室効果ガスインベントリオフィス, 2008 年 7 月 による。

(2) 建築物としてのCO₂排出量の試算

ここでは、「建物のLCA指針」(日本建築学会,2006.11改訂版)におけるモデル事業所ビルに関して、普通ポルトランドセメントを高炉セメントB種で代替する場合の試算を行った。その結果(表2-1-10)によると、あくまでも一例であるが、基礎杭及び躯体コンクリートの20%を代替した場合は5%程度、全てのコンクリートを代替した場合は12.5%程度、初期建設時のCO₂排出量が削減されることが分かった。以下に試算内容を示す。

前提条件

対象建築物：RC造(8F+B1F+PH1F)

述べ床面積約7,583m²

場所打ち杭基礎

躯体数量：発生土5,400m³、杭1,206m³(Fc24N/mm²)

コンクリート4,400m³(Fc24N/mm²)

型枠30,600m²、鉄筋678t、雑材20t

試算ケース

ケース1：全てに普通ポルトランドセメントを使用

ケース2：基礎杭+躯体2割を高炉セメントB種に変更

ケース3：全てに高炉セメントB種を使用

ケース2,3では床仕上げも高炉B種を使用

ケース2,3でも工期の増加等は考慮していない

試算結果

試算結果を表2-1-10に示す。

表2-1-10 建築工事における混合セメント使用によるCO₂削減効果の例

項目		ケース1 全て普通ポルトランドセメント	ケース2 基礎杭+躯体2割 到高炉セメントB種 ²	ケース3 全て高炉セメントB種	備考
資材	セメント	258.6kgCO ₂ /m ³	182.2kgCO ₂ /m ³	182.2kgCO ₂ /m ³	-29.5% ¹
複合 原単位	杭	389.7kgCO ₂ /m ³	313.3kgCO ₂ /m ³	313.3kgCO ₂ /m ³	-19.6%
	躯体	309.7kgCO ₂ /m ³	294.4kgCO ₂ /m ³	233.3kgCO ₂ /m ³	-4.9%, -24.7%
CO ₂ 排出量 (初期 建設時)	杭	470.0tCO ₂	377.8tCO ₂	377.8tCO ₂	
	躯体工	1,362.7tCO ₂	1,295.4tCO ₂	1,026.5tCO ₂	
	躯体工以外	742.4tCO ₂	742.4tCO ₂	742.4tCO ₂	
	床仕上工	78.9tCO ₂	59.1tCO ₂	59.1tCO ₂	
	上記以外	924.4tCO ₂	924.4tCO ₂	924.4tCO ₂	
	合計	3,578.4tCO ₂ (471.9kgCO ₂ /m ²)	3,399.1tCO ₂ (448.3kgCO ₂ /m ²)	3,130.2tCO ₂ (412.8kgCO ₂ /m ²)	
	低減率	-	-5.0%	-12.5%	

1：表2-1-8と値が異なるのは出典の違いによるものである。

2：地下躯体部分を全体の2割と考えた。

コンクリート以外の値は「建物のLCA指針」のモデル事業所ビルの規定値を使用。

2.2 各種仕様書等における混合セメントの取扱い

2.2.1 土木関係の標準仕様書等

(1) コンクリート標準示方書

コンクリート標準示方書では、セメント種類の選択の考え方のほか、アルカリシリカ反応抑制、寒中コンクリート、マスコンクリートの項で、混合セメントの使用に言及している。

表 2-2-1 「コンクリート標準示方書・施工編」(2007年制定)における混合セメント関連記述

本文	解説
3章 材料 3.2 セメント (2)セメントは JIS R 5210、JIS R 5211、JIS R 5212、JIS R 5213 及び JIS R 5214 に適合したものを標準とする。	<ul style="list-style-type: none"> ・高温環境下では、コンクリートの温度上昇量とその後の温度降下に伴うひび割れ発生を低減する目的で、低熱、中庸熱、普通セメント及び混合セメントB種を用いることが望ましい。 ・高炉セメントB種は、アルカリシリカ反応の抑制や塩化物イオンの浸透抑制に有効なセメントであるが、最近の高炉セメントB種は、スラグ混合率及び粉末度等によっては初期強度が大きくなるように調整されており、コンクリートの断熱温度上昇量が普通セメントよりも高くなる場合もあり、部材寸法や拘束条件、環境条件等によっては温度応力によるひび割れ発生が増加する事例が報告されている。高炉セメントB種には低発熱型のものもあるため、その使用にあたっては発熱性状等を確認するとともに、強度保証材齢を長期にとることが重要である。
4章 配合 4.3 コンクリートの目標性能 4.3.4 耐久性 (4)アルカリシリカ反応に対しては、適切な抑制対策を講じなければならない。	<ul style="list-style-type: none"> ・以下に示す3つの抑制対策(コンクリート中のアルカリ総量の抑制、アルカリ骨材反応抑制効果を持つ混合セメントの使用、アルカリシリカ反応性試験で区分A「無害」と判断される骨材の使用)のうち、いずれか一つを講じることによって、アルカリシリカ反応に対する耐久性は満足されたものと見なすこととする。 ・アルカリ骨材反応抑制効果を持つ混合セメントの使用 JIS R 5211「高炉セメント」に適合する高炉セメントB種(スラグ混合率40%以上)またはC種、JIS R 5213「フライアッシュセメント」に適合するフライアッシュセメントB種(フライアッシュ混合率15%以上)またはC種を用いる。 ・なお、レディーミクストコンクリートを使用する場合には、これらの抑制対策のうち、あるいはを優先して実施するのが基本である。
12章 寒中コンクリート 12.2 材料 (1)セメントは、ポルトランドセメント及び混合セメントB種を用いることを標準とする。	<ul style="list-style-type: none"> ・寒中コンクリートにポルトランドセメント及び混合セメントB種を用いるのを標準としているのは、低温下で養生してもコンクリートの初期材齢における強度発現の遅延の程度が小さいからである。
14章 マスコンクリート 14.2 材料 (1)セメント及び混和材料は、設計で定めたものを用いることを原則とする。	<ul style="list-style-type: none"> ・一般的には、中庸熱ポルトランドセメント、低熱ポルトランドセメント、高炉セメント、フライアッシュセメントなどの低発熱型のセメントを使用することが望ましい。ただし、高炉セメントの発熱性状は、温度が高いほど促進される傾向にあることも十分に考慮して選定しなければならない。

出典：「コンクリート標準示方書・施工編」(2007年制定)、土木学会、平成20年3月より抜粋

(2) 国・自治体の土木共通仕様書

混合セメント使用比率の高い地域(四国・九州)、低い地域(東北)の共通仕様書の例を示す。いずれも、無筋コンクリート全てと鉄筋コンクリートのうち、かぶりの大きい部位で、高炉セメントが標準とされている。

表 2-2-2 国土交通省の地方整備局(東北・四国・九州)における土木工事共通仕様書等の例
N...普通ポルトランドセメント、H...早強セメント、BB...高炉セメントB種、BC...高炉セメントC種

	工種	東北地方整備局	四国地方整備局	九州地方整備局
無筋 コンクリート	均し捨てコンクリート	BB	BB	BB or BC
	基礎コンクリート	BB	BB	BB or BC
	側溝	BB	BB	BB or BC
	管渠巻立	BB	BB	BB or BC
	集水枡	BB	BB	BB or BC
	石積(張)	BB	BB	BB or BC
	ブロック積(張)	BB	BB	BB or BC
	ガードケーブル基礎	BB	BB	BB or BC
	トンネル覆工	BB	BB	BB or BC
	擁壁	BB	BB	BB or BC
	水路	BB	BB	BB or BC
	重力式構造物(橋台)	BB	BB	BB or BC
	落差工	BB	BB	BB or BC
	帯工	BB	BB	BB or BC
	床固工	BB	BB	BB or BC
	治水(砂防)ダム	BB	BB	BB or BC
	河川護岸(用法留)	BB	BB	BB or BC
	河川用根固ブロック	BB	BB	BB or BC
	海岸構造物	BB	BB	BB or BC
	海岸用消波ブロック	BB	BB	BB or BC
砂防えん堤(砂防ダム)	BB	BB	BB or BC	
コンクリート張工	BB	BB	BB or BC	
鉄筋 コンクリート	堰	BB	BB	BB or BC
	水門	BB	BB	BB or BC
	潜函	BB	BB	BB or BC
	側溝蓋	BB	BB	BB or BC
	井筒	BB	BB	BB or BC
	ポンプ場	BB	BB	BB or BC
	橋梁下部工	BB	BB	BB or BC
	擁壁	BB	BB	BB or BC
	函渠	BB	BB	BB or BC
	ラーメン構造物	N	N	N
	RCスラブ	N	-	-
	RCT桁	N	-	-
	RCホーラスラブ	N	-	-
	橋梁踏掛版	N	-	BB or BC
	地覆	BB	BB	-
	剛性防御柵(高柵)	BB	BB	-
	深礎	BB	BB	BB or BC
	樋門(管)	N	BB	N
	非合成桁床版	N	N	N
	リバース杭	BB	BB	BB or BC
	ベノ杭	BB	BB	BB or BC
	PC橋	N	H	H
	PC桁(横桁)	N or H	N	H
	PC桁(T桁・箱桁・中空床版)	N or H	H	H
	合成桁床版	N	N	N
	プレテンI桁中詰	N or H	-	-
	PCホーラスラブ中詰	N or H	-	-
	オールステーシングボス騰桁	N or H	-	H
	PC ラーメン橋	N or H	-	H
	PCボス騰桁	N or H	-	-
	ボス騰ション桁橋主桁	-	H	H
	舗装コンクリート	BB	-	-

注：東北地方整備局では、「養生期間中の日平均気温が10以下に予想される期間についても、基本は高炉セメントとするが、普通ポルトランドセメント使用も可能とする」としている。

出典：東北地方整備局「土木工事共通仕様書 参考資料」、四国地方整備局「設計便覧(案)」、九州地方整備局「土木工事設計要領」

2.2.2 建築関係の標準仕様書等

(1) 建築工事標準仕様書・同解説 JASS5 鉄筋コンクリート工事 2003

「JASS5 鉄筋コンクリート工事」の仕様書本文では、計画供用期間の級が“長期”の場合についてポルトランドセメントの使用を原則としている。

ただし、解説文中では、「強度が十分強く、中性化速度が小さい場合、中性化のおそれの少ない条件下でのコンクリートなどでは、他の種類のセメントの使用も可能」としている。

計画供用期間について

- a. 建築工事標準仕様書・同解説 JASS5 鉄筋コンクリート工事 2003 において、構造体の総合的耐久性は、計画供用期間の級で定める。
- b. 計画供用期間の級数は、構造体及び部材について、局部的な軽微な補修を超える大規模な補修を必要とすることなく鉄筋腐食やコンクリートの重大な劣化が生じないことが予定できる期間（構造体の大規模補修を必要としないことが予定できる期間）、及び継続使用のためには構造体の大規模な補修が必要となることが予想される期間（供用限界期間）を基準として、次の3水準とする
 - (1)一般（大規模補修不要予定期間としておよそ30年、供用限界期間としておよそ65年）
 - (2)標準（大規模補修不要予定期間としておよそ65年、供用限界期間としておよそ100年）
 - (3)長期（大規模補修不要予定期間としておよそ100年）
- c. 計画供用期間の級は、特記による
- d. 特記による計画供用期間の級に応じて、3節に定めるコンクリートの品質基準強度、その他の各節に定める規定を適用する。

表 2-2-3 「JASS5 鉄筋コンクリート工事」における混合セメント関連記述

標準仕様書	同解説
4節 コンクリート材料 4.2 セメント a. セメントは、JIS R 5210（ポルトランドセメント）、JIS R 5211（高炉セメント）、JIS R 5212（シリカセメント）または JIS R 5213（フライアッシュセメント）に適合するものとする。 b. 上記 a 項以外のセメントの品質は特記による。 c. <u>計画供用期間の級“長期”の場合、使用するセメントは上記 a 項のうち、JIS R 5210（ポルトランドセメント）に適合するものを原則とする。</u> d. セメントの種類は、使用箇所別に特記による。特記のない場合は、使用箇所別に種類を定めて、工事監理者の承認を受ける。	c. 計画供用期間の級“長期”（長期供用級）に使用するコンクリートの水セメント比は、現在、一般の建築工事に使用されているコンクリートよりも小さくなり、コンクリートの強度・耐久性も向上すると考えられるが、計画供用期間の級に対応するコンクリート強度の下限値は、コンクリートの中性化速度を基礎としているため、JIS R 5210（ポルトランドセメント）に適合するものを使用することを原則とした。 <u>強度が十分強く、中性化速度が小さい場合、中性化のおそれの少ない条件下でのコンクリートなどでは、他の種類のセメントの使用も可能である。</u>

出典：建築工事標準仕様書・同解説 JASS5 鉄筋コンクリート工事 2003，(社)日本建築学会編 より抜粋

なお、アルカリ骨材反応抑制対策については、平成 14 年に国土交通省通達が出されており、「抑制効果のある混合セメントの使用」が抑制対策の一つとして、「コンクリート中のアルカリ総量の抑制」、「安全と認められる骨材の使用」と並んで記載されている。

付 58. アルカリ骨材反応抑制対策

平成 14 年国土交通省通達

土木・建築共通

1. 適用範囲 国土交通省が建設する構造物に使用されるコンクリートおよびコンクリート工場製品に適用する。ただし、仮設構造物のように長期の耐久性を期待しなくともよいものは除く。

2. 抑制対策 構造物に使用するコンクリートは、アルカリ骨材反応を抑制するため、次の3つの対策の中のいずれか1つについて確認をとらなければならない。なお、土木構造物については2.1、2.2を優先する。

2.1 コンクリート中のアルカリ総量の抑制 アルカリ量が表示されたポルトランドセメント等を使用し、コンクリート 1 m³に含まれるアルカリ総量を Na₂O 換算で 3.0 kg 以下にする。

2.2 抑制効果のある混合セメント等の使用 JIS R 5211 高炉セメントに適合する高炉セメント [B 種または C 種] あるいは JIS R 5213 フライアッシュセメントに適合するフライアッシュセメント [B 種または C 種]、もしくは混和材をポルトランドセメントに混入した結合材でアルカリ骨材反応抑制効果の確認されたものを使用する。

2.3 安全と認められる骨材の使用 骨材のアルカリシリカ反応性試験（化学法またはモルタルバー法）^注の結果で無害と確認された骨材を使用する。

なお、海水または潮風の影響を受ける地域において、アルカリ骨材反応による損傷が構造物の安全性に重大な影響を及ぼすと考えられる場合（2.3の対策をとったものは除く）には、塩分の浸透を防止するための塗装等の措置を講ずることが望ましい。

注 試験方法は、JIS A 1145 骨材のアルカリシリカ反応性試験方法（化学法）または JIS A 5308（レディーミクストコンクリート）の附属書7「骨材のアルカリシリカ反応性試験方法（化学法）」、JIS A 1146 骨材のアルカリシリカ反応性試験方法（モルタルバー法）または JIS A 5308（レディーミクストコンクリート）の附属書8「骨材のアルカリシリカ反応性試験方法（モルタルバー法）」による。

図 2-2-1 アルカリ骨材反応抑制対策（平成 14 年国土交通省通達）

出典：(社)日本建築学会 建築工事標準仕様書・同解説 JASS5,2003 より

(2) 公共建築工事標準仕様書（建築工事編）

一般的なコンクリート工事におけるセメントの種類については、「特記がなければ、普通ポルトランドセメント又は混合セメントのA種のいずれか」、「高炉セメントB種を使用する場合は、監督職員と協議する」としている。ただし、次のケースでは高炉セメントが標準とされている。

- ・ 場所打ち杭...特記がなければ、高炉セメントB種
- ・ マスコンクリート...特記がなければ、高炉セメントB種、または普通ポルトランドセメントにコンクリート用高炉スラグ微粉末 4000 を混合したもの
- ・ アルカリ骨材反応抑制対策...高炉セメントB種、ただし、ベースセメントのアルカリ量は 0.75%以下、高炉スラグの混合比は 40%以上かつ 45%以下

表 2-2-4 「公共建築工事標準仕様書（建築工事編）」における混合セメント関連記述

項目	混合セメント関連記述
4章 地業工事 5節 場所打ちコンクリート杭地業 4.5.3 材料その他	(b)コンクリート (1)セメントは、6.3.2[セメント]により、種類は特記による。特記がなければ、高炉セメントB種とする。
6章 コンクリート工事 3節 コンクリートの材料 6.3.2 セメント	・セメントは、表6.3.1(JIS R 5210、JIS R 5211、JIS R 5212、JIS R 5213)により、種類は特記による。特記がなければ、普通ポルトランドセメント又は混合セメントのA種のいずれかとする。なお、高炉セメントB種を使用する場合は、監督職員と協議する。
6章 コンクリート工事 13節 マスコンクリート 6.13.2 材料	(a)セメントの種類は特記による。特記がなければ、次により、水和熱や発熱速度を考慮して定める。 (1)高炉セメントB種 (2)普通ポルトランドセメントに(b)(2)の混和材を混合したもの (b)混和材料 (2)混和材は、JIS A 6206(コンクリート用高炉スラグ微粉末)によるコンクリート用高炉スラグ微粉末の4000とする。
6章 コンクリート工事 16節 高炉セメントB種を用いる普通コンクリート(アルカリ骨材反応抑制対策に使用する場合) 6.16.2 材料	・セメントは、JIS R 5211(高炉セメント)のB種とする。ただし、ベースセメントのアルカリ量は0.75%以下とし、高炉スラグの混合比は40%以上、かつ、45%以下とする。 ・なお、ベースセメントのアルカリ量及び高炉スラグの混合比は、セメント製造工場の試験成績書の値による。

出典：公共建築工事標準仕様書・建築工事編（平成19年版），国土交通省大臣官房官庁営繕部監修，(社)公共建築協会編，平成19年3月より抜粋

(3) 鉄筋コンクリート造建築物の環境配慮施工指針(案)・同解説

「建築工事標準仕様書・同解説 JASS5 鉄筋コンクリート工事」や「公共建築工事標準仕様書」のような「標準仕様書」ではなく、建築物の鉄筋コンクリート工事に関わる環境配慮事項を示した「指針」であり、建設工事受発注者に対する影響力は標準仕様書に及ばない。

環境配慮を「a.省資源型」、「b.省エネルギー型及び環境負荷低減型」、「c.長寿命型」に分類し、aとbの場合は高炉セメントまたはフライアッシュセメントを優先、cの場合は(JASS5に準じ)ポルトランドセメントを優先して用いる、としている。

表 2-2-5 「環境配慮施工指針(案)・同解説」における混合セメント関連記述

指針(案)	同解説
4章 コンクリート材料の選定 4.2 セメント a. 省資源型の環境配慮を行う場合は、高炉セメントまたはフライアッシュセメントを優先して用いる。また、エコセメントを容易に入手できる場合にはその使用も検討する。	a.(前略)ポルトランドセメントは、既に原材料の面で省資源型の環境配慮が実施されているといえるが、これに高炉スラグ微粉末またはフライアッシュが混合された混合セメントを用いることにより、省資源型の環境配慮をさらに効果的にすることが可能である。(後略)
b. 省エネルギー型及び環境負荷物質低減型の環境配慮を行う場合は、高炉セメントまたはフライアッシュセメントを優先して用いる。	b.(前略)銑鉄の副産物を乾燥粉碎した高炉スラグ微粉末や火力発電所の副産物として電気集塵機で捕集されたフライアッシュは、ポルトランドセメントのような焼成工程を経ない材料であるため、これらを混合したセメントはセメント製造に必要なエネルギーを節減できることから省エネルギー型材料であるといえる。

指針（案）	同解説
	<p>高炉セメントおよびフライアッシュセメントは、それぞれポルトランドセメントに高炉スラグ微粉末およびフライアッシュを混合したものであるため、それらの混合比率が高いものほどエネルギーを節減できると考えてよい。</p> <p>（中略）高炉セメントおよびフライアッシュセメントは、ポルトランドセメントの一部をそれぞれ高炉スラグ微粉末およびフライアッシュで置換していることから、それらの二酸化炭素排出量原単位は、（中略）ポルトランドセメントの値よりも大幅に小さい。このように、環境負荷物質低減の観点からも、高炉セメントまたはフライアッシュセメントを用いることが望ましいと考えられる。</p>
<p>c . 長寿命型の環境配慮を行う場合は、原則としてポルトランドセメントを優先して用いる。</p>	<p>c . (前略) ポルトランドセメントを用いる場合には、混合セメントを用いる場合と比較して、単位セメント量が少なくても鉄筋コンクリート造建築物の耐久性を確保することが可能であり、供用期間を長くすることも容易なことから、(JASS5 に準じ) 本書においても長寿命型の環境配慮を行う場合には、ポルトランドセメントを用いることを原則とした。</p> <p>ただし、混合セメント中の混和材の混合比率や仕上材の保護効果の影響が考慮された実験データを基に、鉄筋コンクリートの耐久性が確保されることを確認した上で、調査や施工に対して十分な検討と配慮がなされれば、長寿命型の環境配慮を行う場合に対しても混合セメントの使用が可能である。このため、計画供用期間の級が「長期」の場合であっても、混合セメントの使用に対して十分な耐久性が確保される場合には、環境配慮の観点から混合セメントの使用を検討するのがよい。</p>
<p>d . 高炉セメントまたはフライアッシュセメントを用いる場合は、コンクリートの耐久性を確認したうえで混和材の混合比率の高いセメントを優先して用いる。</p>	<p>d . 高炉セメントやフライアッシュセメントの JIS 規格では、混和材の混合比率に応じてそれぞれ A 種、B 種および C 種の種類が規定されている。混和材の混合比率が高い混合セメントほど、省資源、省エネルギーおよび環境負荷物質低減の環境配慮を行う場合には効果的である。このため、セメントの種類およびその使用部位を検討する場合、部位別に、環境配慮の観点からコンクリートの性能やセメントの供給状況を検討した上で、可能な範囲で混和材の混合比率の高い混合セメントを選択し用いるものとする。特に、基礎などマスコンクリートを施工する部位に関しては、混和材の混合比率の高い混合セメントの使用は、ひび割れ防止の観点からも効果的である。</p>

出典：鉄筋コンクリート造建築物の環境配慮施工指針(案)・同解説，日本建築学会，2008年9月 より抜粋

(4) 高炉セメントを使用するコンクリートの調合設計・施工指針(案)・同解説

前項の「環境配慮施工指針」と同様、JASS5を補完する技術指針である。

高炉セメントのうち、A種については、普通ポルトランドセメントと同様に取り扱うことができ、B種については、海水の作用を受けるコンクリート、水密コンクリート、マスコンクリート、高流動コンクリートに特に適する、としている。

表 2-2-6 「高炉セメントを使用するコンクリートの調合設計・施工指針(案)・同解説」
における混合セメント関連記述

指針(案)	同解説
1章 総則 1.1 適用範囲	<ul style="list-style-type: none"> 高炉セメントC種は、コンクリートの強度発現が普通ポルトランドセメントを用いたコンクリートに比べて遅いので、初期養生期間や型枠の取外し期間には注意が必要である。 高炉セメントA種は、一般的には普通ポルトランドセメントを使用したコンクリートの諸性状とそれほど変わるところはないので、普通ポルトランドセメントと同様に取り扱ってよい。 高炉セメントB種とは、現在、最も多く市販されている高炉スラグ分量40~45%程度の高炉セメントを対象としている。
2章 コンクリートの種類及び品質 2.8 耐久性を確保するための材料・調合に関する規定 c. アルカリ骨材反応抑制対策として高炉セメントを使用する場合は、高炉スラグの分量が40%以上のB種もしくはC種とする。	<ul style="list-style-type: none"> 高炉セメントについてはアルカリ骨材反応を抑制する効果を有するといわれており、高炉スラグの分量の増加とともに抑制効果が増大することが確認されている。 高炉スラグの分量については、骨材の反応性の程度やセメント中のアルカリ量などがかなり悪い条件で組み合わせられた場合でも、安全性が確保できるようにするために、スラグ混入率を50%程度以上とすることが望ましいとされている。しかし、現在使用されている高炉セメントB種のスラグ分量は40~45%が多く、また40%程度のものでかなりの抑制効果は期待できると考えられることからこの規定を設けた。

出典：「高炉セメントを使用するコンクリートの調合設計・施工指針(案)・同解説」(日本建築学会、2001年9月)

表 2-2-7 コンクリートの種類と高炉セメントの適用可能性

	高炉セメントA種	高炉セメントB種	高炉セメントC種
一般構造用コンクリート			
寒中コンクリート			-
暑中コンクリート			
軽量コンクリート			
流動化コンクリート			
高流動コンクリート			
高強度コンクリート			-
プレストレストコンクリート			-
プレキャスト複合コンクリート			-
マスコンクリート			
水密コンクリート			
海水の作用を受けるコンクリート			
水中コンクリート			
凍結融解作用を受けるコンクリート			
遮蔽用コンクリート			
無筋コンクリート			
簡易コンクリート			

凡例 : 特に適しているもの : 一般に適しているもの - : 一般に適していないもの

出典：「高炉セメントを使用するコンクリートの調合設計・施工指針(案)・同解説」(日本建築学会、2001年9月)

(5) 高炉スラグ微粉末を使用するコンクリートの調合設計・施工指針(案)・同解説

高炉スラグ微粉末を混和材として用いるコンクリートの配合設計・施工に係る技術指針で、高炉スラグ微粉末の粉末度と置換率がコンクリートの性質に及ぼす影響等が示されている。

表 2-2-8 高炉スラグ微粉末の粉末度と置換率がコンクリートの性質に及ぼす影響

高炉スラグの種類 コンクリートの性質	種類	高炉スラグ微粉末 4000			高炉スラグ微粉末 6000			高炉スラグ微粉末 8000		
	比表面積 (cm ² /g)	3000 以上 5000 未満			5000 以上 7000 未満			7000 以上 10000 未満		
	置換率 (%)	30	50	70	30	50	70	30	50	70
フレッシュコンクリートの性質	流動性									
	ブリーディング									
	凝結遅延効果									
	断熱温度上昇	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	発熱速度低減									
強度性状	初期強度									
	材齢 28 日強度									
	長期強度									
	高強度									
耐久性状	乾燥収縮									
	中性化	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	耐凍害性									
	水密性									
	塩分遮蔽性									
	耐海水性									
	耐酸性・耐硫酸塩性									
	耐熱性									
	アルカリ骨材反応抑制									
耐摩耗性										

記号 : 無混入コンクリートに比べて良好な性質が得られる
: 無混入コンクリートに比べて同程度または多少良好な性質が得られる
: 無混入コンクリートに比べて使用に際し注意を要する
- : 条件により異なる

出典：高炉スラグ微粉末を使用するコンクリートの調合設計・施工指針(案)・同解説，日本建築学会，2001年7月

表 2-2-9 高炉スラグ微粉末の特長を活かした用途

特長	比表面積 (cm ² /g)	置換率 (%)	主な用途
a. 流動性 大	6000～8000	30～70	高流動コンクリート(品質向上、省力化)
b. 凝結遅延効果 大	4000～8000	30～70	暑中、及び大量・連続的に打ち込むコンクリート
c. 発熱性 小	4000～8000	50～70	マスコンクリート(大型建築物の基礎等)
d. 材齢 28 日強度 大	6000～8000	30～70	建築物の耐久性向上
e. 長期強度 大	4000～8000	50～70	建築物の耐久性向上等
f. 高強度 大	6000～8000	30～70	高層 RC 建築物、大深度地下構造物等
g. 水密性 大	4000～8000	50～70	地下構造物、海中・水中構造物、水槽構造物等
h. 塩分遮蔽性 大	4000～8000	50～70	沿岸建築物、海上・海中構造物等
i. 耐海水性 大	4000～8000	50～70	海上・海中構造物等
j. 耐酸性・耐硫酸塩性 大	4000～8000	50～70	化学工場建築物、温泉地の建築物、酸性雨対策等
k. アルカリ骨材反応抑制効果大	4000～8000	50～70	アルカリシリカ反応抑制対策コンクリート

出典：高炉スラグ微粉末を使用するコンクリートの調合設計・施工指針(案)・同解説，日本建築学会，2001年7月

(6) 住宅の品質確保の促進等に関する法律 (住宅性能表示制度)

平成 12 年 4 月に施行された「住宅の品質確保の促進等に関する法律」では、住宅の諸性能を各等級でランク付けしている (住宅性能表示制度)。本制度は、住宅購入者及び住宅供給者が第三者機関に評価を委託する任意制度だが、住宅供給者は同制度を利用し購入者への性能情報開示を進めている。

同制度上のコンクリート構造物の耐用年数を評価する劣化対策等級では、各等級毎に最小かぶり厚さと水セメント比 (W / C) の最大値が規定されている。高炉セメントを使用する場合は、中性化速度がポルトランドセメントと異なることから、水セメント比の算定において、「混合物の 10 分の 3 を除いた部分をその質量として用いること」が規定されている。従って、高炉セメント使用時は、ポルトランドセメントよりも水セメント比を 7 ~ 8 % 小さくする必要があり、生コン購入単価が割高となり使用を控えるユーザーが多かった。

それに対して鉄鋼スラグ協会では、建築工事において高炉セメントが最も多用されている地下構造物に対しては、一定の条件を満足すればポルトランドセメントと同じ水セメント比の算定方法で、同等の耐久性が確保できるように、特別評価方法の申請を行い、平成 14 年 10 月 1 日に国土交通省より認定書が公布された。なお、特別評価方法とは住宅性能表示制度の評価基準に代えて、同等の性能が確保できれば新たな基準を提案できる制度である。同認定書における高炉セメント B 種の適用条件を次に示す。

- 1) 高炉セメント B 種のスラグ分量は 4 5 % 以下
高炉セメント B 種のスラグ分量はセメント会社の試験成績表で確認する。
- 2) 基礎・耐圧盤・地下室等、地下構造物部分で使用する場合に限定
- 3) 場所打ち杭及び地中梁等の直接土に接する部分は、評価方法基準で定められる最小かぶり厚さよりも 1cm 大きくする。
- 4) 耐圧盤等、地下部分に施工されかつ屋内側の大気に暴露されている部分 (直接土に接しない部分) は、評価方法基準で定められる最小かぶり厚さよりも 2cm 大きくする。

注) 通常の地下構造物は 3) 及び 4) で示される最小かぶり厚さよりも大きい値で設計されているものが多く、実用上、支障をきたさないものと推測される。

なお、高炉セメント B 種を使用する場合、認定書の写しを設計図書に添付して指定住宅性能評価機関に提出する必要がある。同認定書の写しは鉄鋼スラグ協会の H P で公開されている。

2.2.3 グリーン購入法に基づく調達方針

(1) 環境物品等の調達の推進に関する基本方針

グリーン購入法に基づく基本方針により、高炉セメント及びフライアッシュセメント（ともにB種以上の混合率のもの）が、平成13年度のグリーン購入法施行当初から特定調達品目に位置づけられている。

18. 公共工事

(1) 品目及び判断の基準等

公共工事	【判断の基準】 契約図書において、一定の環境負荷低減効果が認められる表1に示す資材、建設機械、工法又は目的物の使用が義務付けられていること
------	--

注) 義務付けに当たっては、工事全体での環境負荷低減を考慮する中で実施することが望ましい。

(2) 目標の立て方

今後、実績の把握等の検討を進める中で、目標の立て方について検討するものとする。

表1 資材、建設機械、工法及び目的物の品目

特定調達品目名	分類	品目名		品目ごとの判断の基準
		(品目分類)	(品目名)	
公共工事	資材	混合セメント	高炉セメント	表2
			フライアッシュセメント	

表2 【資材】

品目分類	品目名	判断の基準等
混合セメント	高炉セメント	【判断の基準】 高炉セメントであって、原料に30%を超える分量の高炉スラグが使用されていること
	フライアッシュセメント	【判断の基準】 フライアッシュセメントであって、原料に10%を超える分量のフライアッシュが使用されていること

出典：「環境物品等の調達の推進に関する基本方針」，平成21年2月変更閣議決定

(2) 国土交通省の調達方針

国土交通省では、高炉セメントについては「河川工事における護岸基礎、道路工事における橋梁下部工、港湾工事や海岸工事における消波ブロック、空港工事における舗装など」、フライアッシュセメントについては「ダム本体工などのマスコンクリート」を例示しつつ、ともに「早期強度を必要としない場合に、その使用を推進する」こととしている。

平成19年度調達実績によると、地方整備局等の土木工事で調達されるセメント・生コン全量に対する特定調達品目の比率は、セメントで約89%、生コンで94%である。

・特定調達物品等の平成 20 年度における調達の目標

17. 公共工事

公共工事については、事業ごとの特性、必要とされる強度や耐久性、機能の確保、コスト等に留意しつつ、平成 20 年度は、以下の資材、機械若しくは工法を使用し、又は目的物を構築する公共工事の調達を積極的に推進する

高炉セメントについては、供給状況に地域格差があることに留意しつつ、河川工事における護岸基礎、道路工事における橋梁下部工、港湾工事や海岸工事における消波ブロック、空港工事における舗装などで、早期強度を必要としない場合に、その使用を推進する。
フライアッシュセメントについては、供給状況に地域格差があることに留意しつつ、ダム本体工などのマスコンクリートで、早期強度を必要としない場合に、その使用を推進する。

[調達の目標]

高炉セメント	調達を実施する品目については、調達目標は 100%とする。
フライアッシュセメント	

出典：「環境物品等の調達の推進を図るための方針」，国土交通省，平成 20 年 8 月

表 2-2-10 国土交通省「平成 19 年度特定調達品目実績集計表（公共工事）」

(品目分類)	品目名 (品目名)	単位	数量			適用品目 数量割合 (= /)	H19 年度 目標値	目標達成率 /
			適用品目	類似品目	合計 (= +)			
混合 セメン ト	高炉セメント	t	413,013	59,551	547,806	89.1%	100.0%	89.1%
	フライアッシュセメント	t	75,242					
	生コンクリート(高炉)	m ³	4,796,247	333,828	5,617,084	94.1%	100.0%	94.1%
	生コンクリート(フライアッシュ)	m ³	487,008					

出典：「平成 19 年度環境物品等の調達実績の概要」，国土交通省，平成 21 年 1 月

(3) 農林水産省の調達方針

農林水産省の調達方針では、セメント・生コンを使用する場合は混合セメント使用が原則とされている。

平成 19 年度調達実績によると、地方農政局、林野庁等の土木工事で調達されるセメント・生コン全量に対する特定調達品目の比率は、セメント・生コンを合わせて 95%以上である。

・特定調達物品等の平成 20 年度における調達の目標

17. 公共工事

公共工事	公共工事の中で、基本方針に位置づけられた資材、建設機械を使用する場合は、原則として、判断の基準を満足するものを使用するものとする。
------	---

出典：「平成 20 年度における環境物品等の調達の推進を図るための方針」，平成 20 年 4 月 1 日，農林水産省

表 2-2-11 農林水産省「平成 19 年度特定調達品目（公共工事）調達実績取りまとめ表」

工事名	混合セメント							
	高炉セメント				生コンクリート			
	特定調達 物品等	特定調達 物品等	類似品等 数量	数量割合	（高炉） 特定調達 物品等	（フライッシュ） 特定調達 物品等	類似品等 数量	数量割合
大臣官房経理課	-	-	-	-	-	-	-	-
北海道農政事務所 及び地方農政局	7,480	16	4,332	63%	185,648	1,084	10,261	95%
農林水産技術会議 事務局つくば事務所	-	-	-	-	-	-	-	-
神戸植物防疫	-	-	-	-	-	-	-	-
林野庁（営繕）	-	-	-	-	204	61	529	33%
林野庁（治山・治水）	-	-	-	-	236,275	1,005	3,759	98%
水産庁	-	-	-	-	-	-	-	-

出典：「平成 19 年度環境物品等の調達実績の概要」，農林水産省

（４）その他機関による調達実績

セメント・生コン調達量の規模では国土交通省、農林水産省が突出しているが、その他の国の機関や独立行政法人等でも、グリーン調達の一環として混合セメントの積極的使用が図られており、特に土木分野では 100%近い調達率となっている。

表 2-2-12 平成 18 年度 国等の機関における高炉セメントの調達実績

	セメント(単位:t/年)				生コン(単位:m ³ /年)				セメント(生コン含む)(単位:t/年)			
	高炉	類似	合計	高炉率	高炉	類似	合計	高炉率	高炉	類似	合計	高炉率
国土交通省	762,855	62,135	824,990	92%	5,534,319	345,964	5,880,283	94%	2,423,151	165,924	2,589,075	94%
農林水産省	166,175	991	167,166	99%	1,633,249	15,585	1,648,834	99%	656,150	5,667	661,816	99%
都市再生機構	43,704	13	43,717	100%	180,633	13	180,646	100%	97,894	17	97,911	100%
鉄道建設・ 運輸施設整備 支援機構	11,053	0	11,053	100%	199,919	0	199,919	100%	71,029	0	71,029	100%
防衛省	8,684	0	8,684	100%	155,640	0	155,640	100%	55,376	0	55,376	100%
緑資源機構	7,646	1,842	9,488	81%	100,921	1,428	102,349	99%	37,922	2,270	40,193	94%
文部科学省	0	0	0	-	15,650	21,320	36,970	42%	4,695	6,396	11,091	42%
水資源機構	543	30	573	95%	17,999	0	17,999	100%	5,943	30	5,973	99%
財務省	747	4,679	5,426	14%	263	249	512	51%	826	4,754	5,580	15%
首都高速 道路(株)	157	-	-	-	17,498	-	-	-	5,406	-	-	-
環境省	630	235	865	73%	0	192	192	0%	630	293	923	68%
法務省	0	0	0	-	466	0	466	100%	140	0	140	100%

単位セメント量:300kg/m³として換算
出典：国等の各機関のホームページ より作成

2.3 混合セメントの生産・使用状況

2.3.1 混合セメントの生産状況

セメントの種類ごとの生産量推移を表 2-3-1 に示す。

セメント全体の生産量が減少傾向にある中、混合セメントは 1997 年度から 2001 年度にかけて増加し、2001 年度には全セメントの 22.5% を占めたが、以後減少に転じ、2007 年度には 1400 万 t /年で全セメントの 20.8% となっている。

混合セメントの中の内訳では、高炉セメントが 95% 以上を占めており、フライアッシュセメント、シリカセメントは 1% に満たない。フライアッシュセメントは、かつては混合セメントの 3% 程度を占めていたが、2000 年以降急減している。

表 2-3-1 セメント生産動向

[実数 (単位: 千 t /年度)]

年度		1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
ポルトランドセメント	普通	71,469	68,336	59,703	57,970	56,766	52,483	49,448	47,786	47,622	49,438	50,441	47,432
	早強	4,132	3,716	3,328	3,407	3,483	3,324	3,247	2,940	2,777	3,101	3,073	3,072
	中庸熱	286	231	286	442	447	539	509	512	621	807	851	706
	低熱	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	159
	耐硫酸塩	4	31	5	41	22	4	5	2	1	4	4	10
	その他	5	67	58	142	176	184	232	189	128	179	247	4
	小計	75,896	72,381	63,380	62,002	60,894	56,534	53,441	51,429	51,149	53,529	54,616	51,383
混合セメント	高炉	17,612	16,096	16,299	17,178	17,631	17,791	16,760	16,109	14,914	15,485	14,631	14,071
	シリカ	53	39	29	25	27	19	21	22	25	28	23	25
	フライアッシュ	411	539	567	449	498	360	176	79	124	194	144	54
	その他	260	264	334	265	270	305	327	467	417	402	400	510
	小計	18,336	16,938	17,229	17,917	18,426	18,475	17,284	16,677	15,480	16,109	15,198	14,660
その他のセメント		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	117
計		94,232	89,319	80,609	79,919	79,320	75,009	70,725	68,106	66,629	69,638	69,814	66,160
輸出用/カ等		5,035	3,238	1,960	2,262	3,054	4,110	4,753	5,403	5,052	4,294	3,356	4,440
合計		99,267	92,557	82,569	82,181	82,374	79,119	75,478	73,509	71,681	73,932	73,170	70,600

[構成比]

年度		1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
ポルトランドセメント	普通	72.0%	73.8%	72.3%	70.5%	68.9%	66.3%	65.5%	65.0%	66.4%	66.9%	68.9%	67.2%
	早強	4.2%	4.0%	4.0%	4.1%	4.2%	4.2%	4.3%	4.0%	3.9%	4.2%	4.2%	4.4%
	中庸熱	0.3%	0.2%	0.3%	0.5%	0.5%	0.7%	0.7%	0.7%	0.9%	1.1%	1.2%	1.0%
	低熱	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.2%
	耐硫酸塩	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
	その他	0.0%	0.1%	0.1%	0.2%	0.2%	0.2%	0.3%	0.3%	0.2%	0.2%	0.3%	0.0%
	小計	76.5%	78.2%	76.8%	75.4%	73.9%	71.5%	70.8%	70.0%	71.4%	72.4%	74.6%	72.8%
混合セメント	高炉	17.7%	17.4%	19.7%	20.9%	21.4%	22.5%	22.2%	21.9%	20.8%	20.9%	20.0%	19.9%
	シリカ	0.1%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
	フライアッシュ	0.4%	0.6%	0.7%	0.5%	0.6%	0.5%	0.2%	0.1%	0.2%	0.3%	0.2%	0.1%
	その他	0.3%	0.3%	0.4%	0.3%	0.3%	0.4%	0.4%	0.6%	0.6%	0.5%	0.5%	0.7%
	小計	18.5%	18.3%	20.9%	21.8%	22.4%	23.4%	22.9%	22.7%	21.6%	21.8%	20.8%	20.8%
その他のセメント		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.2%
計		94.9%	96.5%	97.6%	97.2%	96.3%	94.8%	93.7%	92.6%	93.0%	94.2%	95.4%	93.7%
輸出用/カ等		5.1%	3.5%	2.4%	2.8%	3.7%	5.2%	6.3%	7.4%	7.0%	5.8%	4.6%	6.3%
合計		100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%

出典: セメントハンドブック 2008 年度版, (社)セメント協会, 2008 年 6 月

直近の2008年(暦年)のデータを加えて、全セメント生産量のうち混合セメントの比率の推移を下の図表に示す。

近年、混合セメント生産量は減少しているものの、ポルトランドセメントがそれを上回る幅で減少を続けているため、混合セメントの比率はセメント全体の21%程度で横ばいとなっている。

表 2-3-2 セメント生産動向

[実数(単位:千t/年)]

年度	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008 (暦年)
ポルトランドセメント	75,896	72,381	63,380	62,002	60,894	56,534	53,441	51,429	51,149	53,529	54,616	51,383	48,053
混合セメント	18,336	16,938	17,229	17,917	18,426	18,475	17,284	16,677	15,480	16,109	15,198	14,660	14,305
その他のセメント	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	117	141
輸出用 クリンカ等	5,035	3,238	1,960	2,262	3,054	4,110	4,753	5,403	5,052	4,294	3,356	4,440	5,098
合計	99,267	92,557	82,569	82,181	82,374	79,119	75,478	73,509	71,681	73,932	73,170	70,600	67,598

[構成比]

年度	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008 (暦年)
ポルトランドセメント	76.5%	78.2%	76.8%	75.4%	73.9%	71.5%	70.8%	70.0%	71.4%	72.4%	74.6%	72.8%	71.1%
混合セメント	18.5%	18.3%	20.9%	21.8%	22.4%	23.4%	22.9%	22.7%	21.6%	21.8%	20.8%	20.8%	21.2%
その他のセメント	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.2%	0.2%
輸出用 クリンカ等	5.1%	3.5%	2.4%	2.8%	3.7%	5.2%	6.3%	7.4%	7.0%	5.8%	4.6%	6.3%	7.5%

出典：セメントハンドブック 2008 年度版，(社)セメント協会，2008 年 6 月 及び経済産業省資料より作成

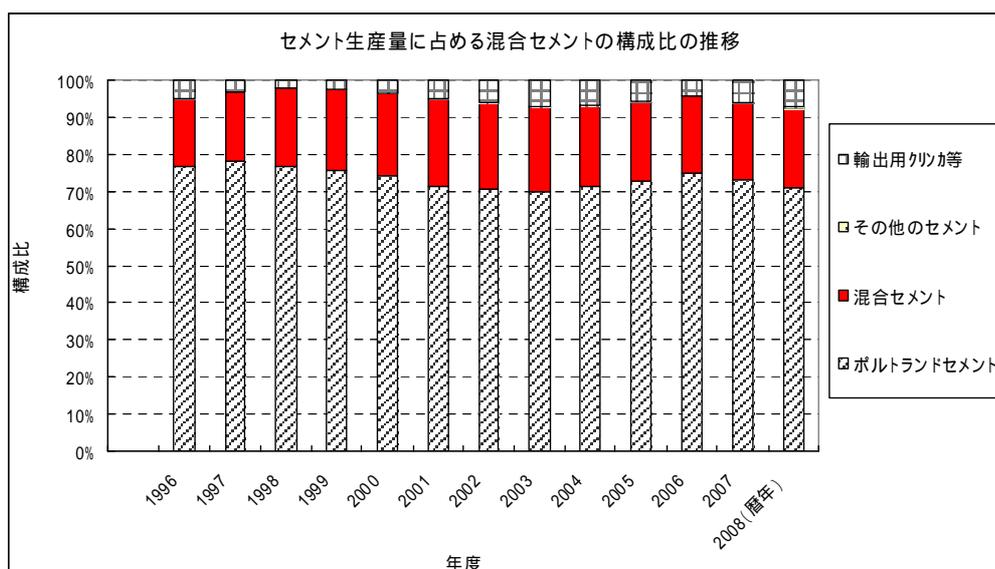


図 2-3-1 セメント生産量に占める混合セメントの構成比の推移

出典：セメントハンドブック 2008 年度版，(社)セメント協会，2008 年 6 月 及び経済産業省資料より作成

2.3.2 混合セメントの使用状況

(1) セメントの種類別国内販売量

現在国内で販売・使用されている混合セメントは、フライアッシュセメント、高炉セメントA種、シリカセメントがそれぞれ年間数万トン程度あるものの、大半（混合セメントの約97%）は高炉セメントB種である。

1990年代、セメント全体の販売量が縮小する中、混合セメントの販売量はほぼ横ばいで、セメント販売量に占める比率（高炉化率等）を高めてきたが、2001年～2003年をピークとしてその比率も減少に転じ、2007年のセメント国内販売量に占める混合セメントの比率は約24%、高炉セメントが約23%となっている。

表 2-3-3 セメント国内販売量の推移

[実数 (単位：千t/年度)]

年度		1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
ポルトランドセメント	普通	59,762	55,766	49,716	49,162	48,735	45,501	42,736	40,119	39,215	39,686	40,501	37,944
	早強	3,904	3,457	3,124	3,197	3,243	3,030	2,958	2,620	2,470	2,735	2,669	2,589
	中庸熱	208	180	154	196	294	452	426	483	556	713	768	674
	低熱	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	173
	耐硫酸塩	6	5	4	5	3	4	8	7	2	4	6	8
	その他	38	147	107	113	114	130	154	87	157	257	316	4
	小計	63,918	59,555	53,105	52,673	52,389	49,117	46,282	43,316	42,400	43,395	44,260	41,392
混合セメント	高炉	17,232	15,747	16,028	17,045	17,118	17,030	16,057	15,172	13,986	14,242	13,234	12,670
	シリカ	73	57	33	23	18	16	3	3	6	19	23	24
	フライアッシュ	682	771	881	680	702	574	373	341	335	478	416	222
	その他	24	24	28	15	22	29	25	24	14	17	35	140
	小計	18,011	16,599	16,970	17,763	17,860	17,649	16,458	15,540	14,341	14,756	13,708	13,056
その他のセメント	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	128
合計	81,929	76,154	70,075	70,436	70,249	66,766	62,740	58,856	56,741	58,151	57,968	54,576	

[構成比]

年度		1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
ポルトランドセメント	普通	72.9%	73.2%	70.9%	69.8%	69.4%	68.1%	68.1%	68.2%	69.1%	68.2%	69.9%	69.5%
	早強	4.8%	4.5%	4.5%	4.5%	4.6%	4.5%	4.7%	4.5%	4.4%	4.7%	4.6%	4.7%
	中庸熱	0.3%	0.2%	0.2%	0.3%	0.4%	0.7%	0.7%	0.8%	1.0%	1.2%	1.3%	1.2%
	低熱	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.3%
	耐硫酸塩	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
	その他	0.0%	0.2%	0.2%	0.2%	0.2%	0.2%	0.2%	0.1%	0.3%	0.4%	0.5%	0.0%
	小計	78.0%	78.2%	75.8%	74.8%	74.6%	73.6%	73.8%	73.6%	74.7%	74.6%	76.4%	75.8%
混合セメント	高炉	21.0%	20.7%	22.9%	24.2%	24.4%	25.5%	25.6%	25.8%	24.6%	24.5%	22.8%	23.2%
	シリカ	0.1%	0.1%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
	フライアッシュ	0.8%	1.0%	1.3%	1.0%	1.0%	0.9%	0.6%	0.6%	0.6%	0.8%	0.7%	0.4%
	その他	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.1%	0.3%
	小計	22.0%	21.8%	24.2%	25.2%	25.4%	26.4%	26.2%	26.4%	25.3%	25.4%	23.6%	23.9%
その他のセメント	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.2%
合計	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	

出典：セメントハンドブック 2008年度版，(社)セメント協会，2008年6月

(2) 地域ごとの混合セメント比率

全セメント販売高のうち高炉セメント販売高の比率（高炉化率）を地域ごとにみると、

- ・高炉化率の高い地域・・・四国（44.6%）、九州（40.0%）、中国（38.4%）
- ・高炉化率の低い地域・・・東北（9.3%）、関東1区（13.1%）、関東2区（14.2%）

と、西日本と東日本で大きな差が見られる。

また、従来高炉化率が低かった地域のうち、東北と北陸では2001年～2003年に高炉化率が急上昇しており、グリーン購入法施行を背景とした土木共通仕様書での高炉セメント標準化等によるものと考えられる。

表 2-3-4 地域ごとの高炉化率（高炉セメント販売高 / 全セメント販売高）の推移

	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
北海道	26.3%	26.6%	24.9%	24.0%	25.9%	26.7%	25.3%	25.0%	22.9%	21.4%
東北	2.5%	2.5%	2.6%	2.6%	4.0%	5.7%	10.2%	10.0%	9.9%	9.3%
関東1区	11.8%	14.6%	15.2%	14.8%	16.0%	15.9%	16.9%	15.6%	14.3%	13.1%
関東2区	12.5%	14.9%	17.1%	17.4%	19.4%	20.1%	20.6%	18.3%	16.3%	14.2%
北陸	9.8%	11.8%	14.3%	15.3%	15.6%	21.3%	24.1%	24.3%	25.0%	24.5%
東海	16.4%	20.3%	22.5%	22.7%	28.0%	25.9%	23.5%	20.2%	19.1%	18.0%
近畿	26.5%	27.7%	30.9%	31.3%	31.6%	31.1%	30.7%	30.6%	32.1%	28.4%
四国	37.8%	41.4%	44.6%	44.3%	45.5%	46.5%	44.7%	44.5%	48.5%	44.6%
中国	34.9%	37.2%	39.7%	40.4%	39.5%	40.0%	39.4%	39.5%	40.3%	38.4%
九州	39.8%	42.8%	42.6%	42.8%	42.4%	41.3%	41.5%	39.7%	39.7%	40.0%
沖縄	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
全国	20.7%	22.9%	24.2%	24.4%	25.5%	25.6%	25.8%	24.6%	24.5%	22.8%

凡例 東北・・・青森、岩手、宮城、秋田、山形、福島
 関東1区・・・埼玉、千葉、東京、神奈川
 関東2区・・・茨城、栃木、群馬、山梨、長野
 北陸・・・富山、石川、福井、新潟
 東海・・・岐阜、静岡、愛知、三重
 近畿・・・滋賀、京都、大阪、兵庫、奈良、和歌山
 四国・・・徳島、香川、愛媛、高知
 中国・・・鳥取、島根、岡山、広島、山口
 九州・・・福岡、佐賀、長崎、熊本、大分、宮崎、鹿児島

出典：社団法人セメント協会 資料

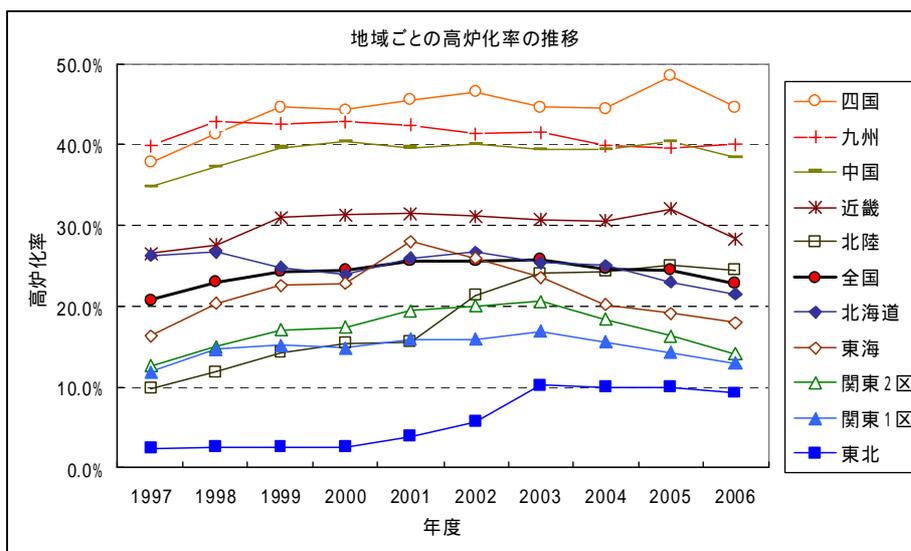


図 2-3-2 地域ごとの高炉化率（高炉セメント販売高 / 全セメント販売高）の推移

出典：社団法人セメント協会 より作成

(3) 需要部門別の国内販売量

全セメントの国内販売量（生コン展開後）を需要部門別に見ると、各部門とも減少傾向にあるが、特に土木分野での減少が著しいため、建築の構成比は上昇、土木の構成比は低下している。

表 2-3-5 需要部門別販売量（生コン展開後）の推移

[需要部門別販売量（生コン展開後）(単位：千 t)]

	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007 暦年
鉄道・電力	1,846	1,712	1,629	1,825	1,620	1,478	1,428	1,107	1,029	1,204	1,212	1,224
セメント製品	11,868	11,112	9,915	9,787	9,582	8,830	8,197	7,824	7,521	7,526	7,353	7,180
港湾	3,005	2,599	2,449	2,566	2,476	2,420	2,137	2,074	1,740	1,802	1,669	1,758
道路・橋梁	7,378	6,868	6,632	6,955	6,964	6,732	6,498	5,462	5,093	5,058	4,901	4,616
土木	19,071	17,293	16,855	17,303	16,970	15,918	14,643	13,788	12,588	13,056	12,498	12,245
建築	官公需	8,509	7,730	7,158	7,052	6,016	5,123	4,823	4,227	3,854	3,497	3,122
	民需	25,561	24,260	21,177	20,822	22,607	21,759	21,120	22,003	23,149	24,546	23,531
	計	34,070	31,990	28,335	27,874	28,623	27,852	26,882	25,943	26,230	27,003	26,653
自家用	68	40	55	26	24	17	22	22	20	43	65	54
その他	4,622	4,540	4,206	4,102	3,992	3,519	2,934	2,636	2,521	2,460	2,227	2,096
国内計	81,928	76,154	70,076	70,438	70,251	66,766	62,741	58,856	56,742	58,152	57,968	55,826
輸出	12,427	11,219	7,558	7,564	7,477	7,863	8,554	9,879	10,373	10,273	9,592	9,564
合計	94,355	87,373	77,634	78,002	77,728	74,629	71,295	68,735	67,115	68,425	67,560	65,390

[需要部門別構成比]

年度	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007 暦年
鉄道・電力	2.3%	2.2%	2.3%	2.6%	2.3%	2.2%	2.3%	1.9%	1.8%	2.1%	2.1%	2.2%
セメント製品	14.5%	14.6%	14.1%	13.9%	13.6%	13.2%	13.1%	13.3%	13.3%	12.9%	12.7%	12.9%
港湾	3.7%	3.4%	3.5%	3.6%	3.5%	3.6%	3.4%	3.5%	3.1%	3.1%	2.9%	3.1%
道路・橋梁	9.0%	9.0%	9.5%	9.9%	9.9%	10.1%	10.4%	9.3%	9.0%	8.7%	8.5%	8.3%
土木	23.3%	22.7%	24.1%	24.6%	24.2%	23.8%	23.3%	23.4%	22.2%	22.5%	21.6%	21.9%
建築	官公需	10.4%	10.2%	10.2%	10.0%	8.6%	8.5%	8.2%	8.2%	7.4%	6.6%	5.6%
	民需	31.2%	31.9%	30.2%	29.6%	32.2%	33.3%	34.7%	35.9%	38.8%	39.8%	42.3%
	計	41.6%	42.0%	40.4%	39.6%	40.7%	41.7%	42.8%	44.1%	46.2%	46.4%	47.7%
自家用	0.1%	0.1%	0.1%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.1%	0.1%	0.1%
その他	5.6%	6.0%	6.0%	5.8%	5.7%	5.3%	4.7%	4.5%	4.4%	4.2%	3.8%	3.8%
国内計	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%

出典：セメントハンドブック 2008 年度版，(社)セメント協会，2008 年 6 月

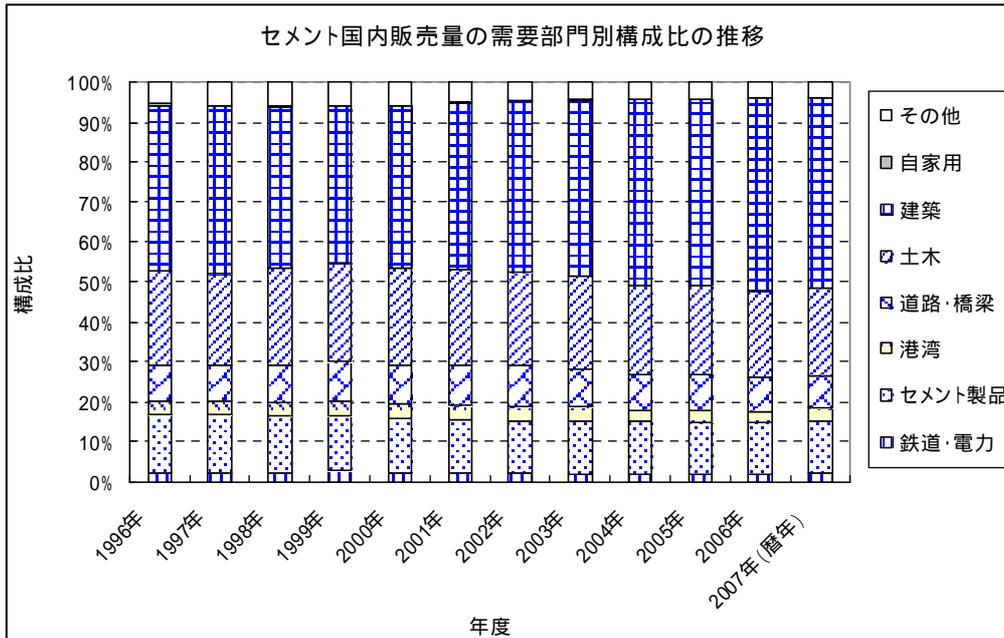


図 2-3-3 全セメント販売量の需要部門別構成比の推移

出典：セメントハンドブック 2008 年度版，(社)セメント協会，2008 年 6 月 より作成

(4) 需要部門別の混合セメント使用状況（推定）

混合セメントの普及拡大方策を検討するに当たり、需要部門別の混合セメント使用の現状把握が必要だが、需要部門別かつセメント種類別の販売数量データが得られないため、前項で示した全セメントの需要部門別販売数量（2007 年暦年）をもとに、需要部門ごとの高炉セメント使用比率を仮定して、百万 t 単位の概数として推計した。推計根拠及び仮定条件設定を下表に、結論を次頁の図に示す。

表 2-3-6 需要部門別の高炉セメント使用状況

	全セメント使用量に係る根拠	うち高炉セメント使用量に係る仮定
建築	<ul style="list-style-type: none"> 「表 2-3-5」の 2007 年販売量データのうち、「建築(官公需 + 民需)」+ 「その他」× 0.6 が該当するものとした。 国交省大臣官房営繕部監修「グリーン庁舎基準及び同解説」の 15,000 m²クラス庁舎モデルより、地下比率を 20% と仮定 	<ul style="list-style-type: none"> 地下部分の 20% で高炉セメント使用 地上部分の高炉セメント使用は現状ほぼ 0
土木	<ul style="list-style-type: none"> 「表 2-3-5」の 2007 年販売量データのうち、「鉄道・電力」+ 「港湾」+ 「道路・橋梁」+ 「土木」+ 「その他」× 0.4 が該当するものとした。 	<ul style="list-style-type: none"> グリーン購入法に基づき調達実績が公表されている国の機関については実数を使用 グリーン購入法の公表義務外では 50 ~ 60% で高炉セメント使用と仮定
プレキャストコンクリート製品	<ul style="list-style-type: none"> 「表 2-3-5」の 2007 年販売量データのうち、「セメント製品」が該当するものとした。 	<ul style="list-style-type: none"> 無筋即時脱型製品の一部（2%）で高炉セメント使用と仮定
固化材	<ul style="list-style-type: none"> 統計値がないため、2007 年暦年で生産量(7144 万 t) - 販売量(6539 万 t) を固化材相当分とみなした。 	<ul style="list-style-type: none"> 高炉セメント生産量から上記数量の合計を差し引いた分が固化材向けと仮定

図 2-3-4 用途ごとの高炉セメント B 種 (BB) 使用状況 (推定)

用途区分		全セメント 使用量 (百万 t)	10%	20%	30%	40%	50%	60%	70%	80%	90%	100%	BB 使用量 (推定) (百万 t)	
建築	基礎・ 地下構造	6	BB 率 20~30%										1~2	
	上部構造	22	BB 率 0%											0
土木	国土交通省 グリーン調達	3	BB 率 94%										2	
	その他 土木	17	BB 率 50~60%											9~10
プレキャスト製品		7	BB 率 約 2%											0
固化材		6	BB 率 20%											1
輸出		10	BB 率 0%											0
全セメント計		71										高炉セメント B 種 (BB) 計		14

エックス都市研究所推計

第3章 混合セメントの利用実態調査（アンケート調査結果）

3.1 アンケート調査の概要

（1）調査目的

次の5点をアンケート調査の目的とした。

現状把握：現状の混合セメント利用状況等を把握する

課題把握：各主体別の混合セメント利用ポテンシャルとその実現を図る際の課題を把握する

方策抽出：混合セメント使用に際しての課題への対応状況と今後の意向を把握する

事例収集：混合セメント使用拡大に関わる取組事例の情報を収集する

普及啓発：アンケートを通じて担当者の混合セメントへの認識を高める

（2）調査対象・方法

アンケート調査対象及び方法を表3-1-1に示す。

表3-1-1 アンケート調査対象及び方法

区分	対 象	方法・件数
生コンクリート工業組合	全国生コンクリート工業組合連合会傘下の工業組合 46件（大阪+兵庫は1組合）	「工業組合御中」宛て郵送
プレキャストコンクリート製品メーカー	「コンクリート製品・企業便覧 2008」に掲載されている 企業全数 346件	「対象企業御中」宛て郵送
建設事業者	（社）建築業協会、（社）日本土木工業協会及び （社）日本建設業経営協会の会員企業 計 151件	「環境担当者様」宛て郵送 （「内容ご確認のうえ適切な方に 回付下さい」とラベルに付記）
自治体	都道府県：47件 市区町村：1805件 計 1852件 実施計画書記載（計 2005件）との差異は合併による減 少分	「総務担当者様」宛て郵送 （「内容ご確認のうえ適切な方に 回付下さい」とラベルに付記）
設計事務所	（社）日本建築構造技術者協会（JSCA）賛助会員のうち法 人会員（建築設計事務所、ゼネコン設計部門） 約 80件	JSCA よりメールで発送・回収
国・独立 行政法人 等	国 ・国土交通省 地方整備局： 9件 ・農林水産省 地方農政局： 8件 ・林野庁 地方森林管理局： 7件 （6件*2（林道・治山）+1=13件） 社会インフラの整備・管理に関わる独立行政法人等 ・独立行政法人： 3件 ・その他：下水道事業団、高速道路 6件、JR7件	国の機関 本委員会委員・オブザーバ等を通 じて回付・回収頂く 独法等 グリーン調達担当部署宛て郵送

（3）調査時期

生コンクリート工業組合、プレキャストコンクリート製品メーカー、建設事業者、自治体に対するアンケートは、平成20年12月19日に発送し、平成21年1月19日必着とした。

設計事務所及び国・独立行政法人等に対するアンケートは、平成21年2月12～13日に発送し、平成21年3月2日必着とした。

3.2 アンケート調査の結果

アンケート調査の回収数及び回収率を表 3-2-1 に示す。

対象者別の調査結果を次頁以降に示す。

表 3-2-1 アンケート調査の回収数及び回収率

区分	生コンクリート 工業組合	プレキャストコンクリート 製品メーカー	建設事業者	自治体	設計事務所	国・独立行政 法人等
配布数	46	346	151	1,852	約 80	30 + 17
回収数	36	161	55	853	10	20 + 5
回収率 (%)	78.2	46.5	36.4	46.1	約 12.5	53.2

3.2.1 生コンクリート工業組合のアンケート調査結果

(1) 回答事業者の概要

本調査では生コンクリート工業組合 36 組合から回答を得ることができた。

回答いただいた組合の会員企業数は 40～60 社が有効回答の 44.4%を占め、平均では 56.9 社であった。工場数としては、40～60 工場という回答した組合が有効回答の 41.7%を占め、平均では 62.3 工場となっている。

1 工業組合当たりの生コン出荷量は、1,000～2,000 千 m³/年が有効回答の 47.2%、1,000 千 m³/年未満が 27.8%であり、平均では 2,010 千 m³/年となっている。

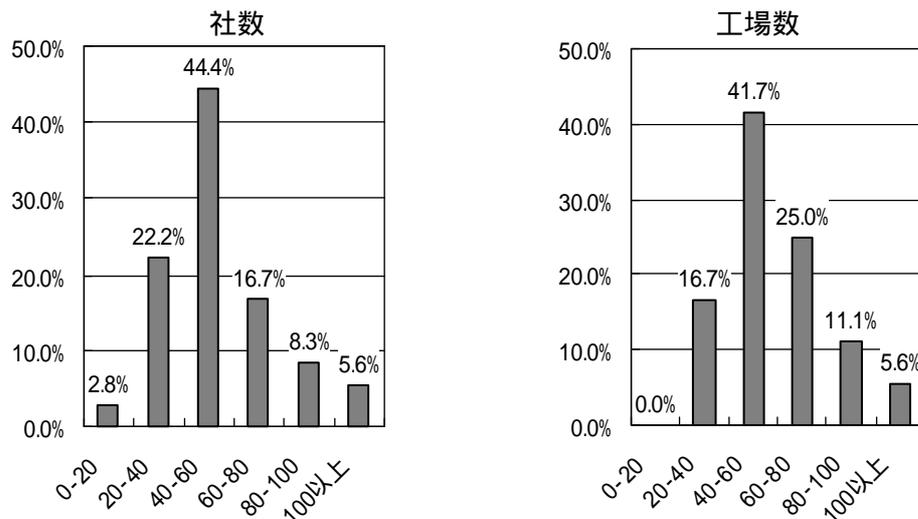


図 3-2-1-1 回答組合の会員企業数及び工場数 (有効回答数: 36)

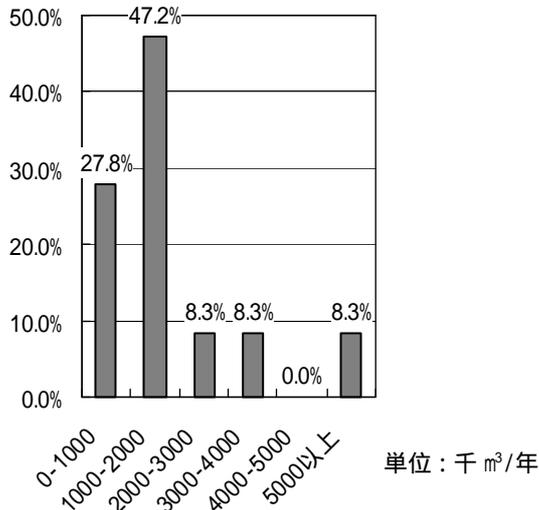


図 3-2-1-2 回答組合の生コン出荷量 (有効回答数: 36)

会員企業が保有するセメントサイロ数の「最小」は「2基」という回答が最も多く有効回答の75.8%、平均では1.8基であった。「最大」は「4基」という回答が最も多く有効回答の48.5%、平均では4.5基であった。

「一般的なものは」という設問に対しては、「3基」という回答が最も多く有効回答の72.7%であり、平均で2.9基であった。

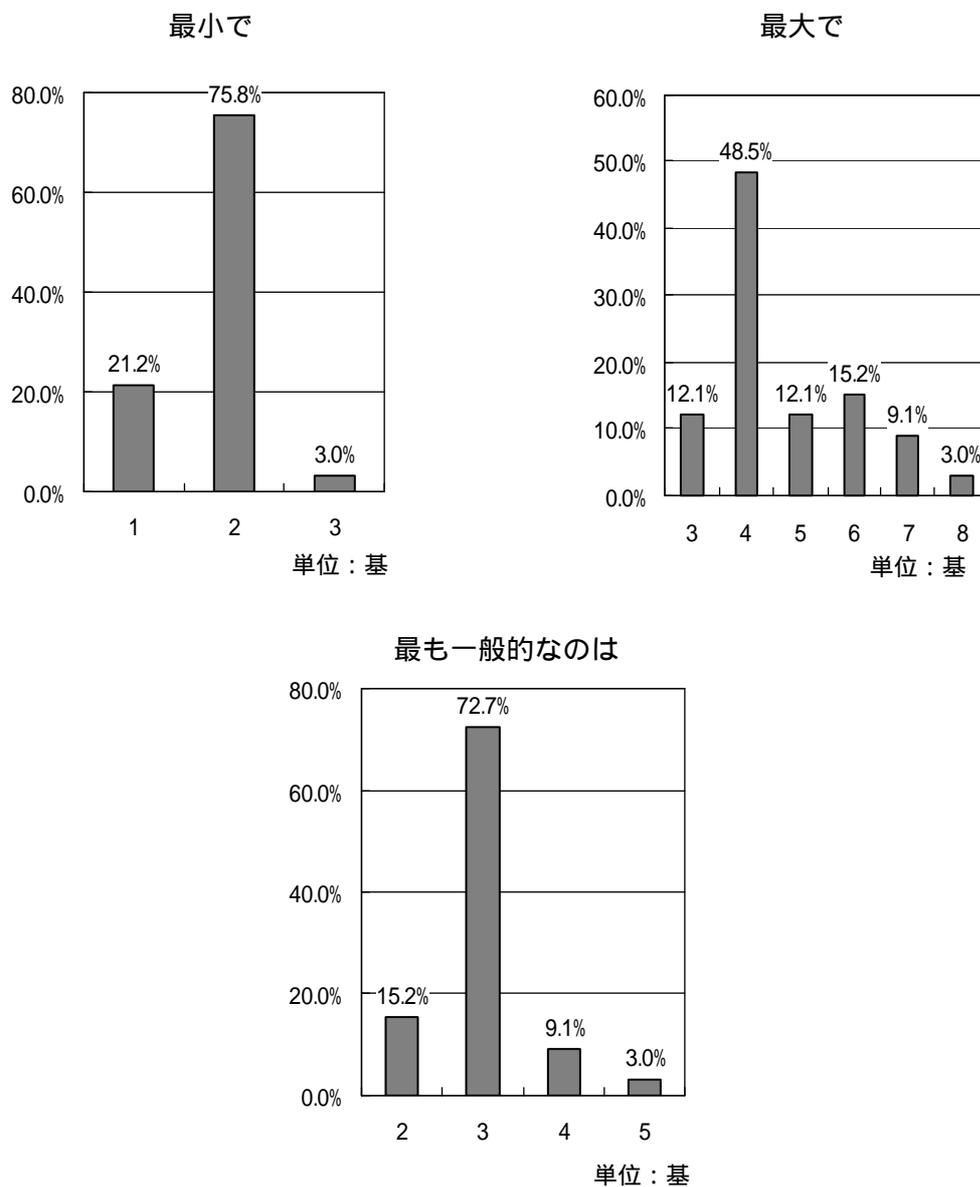


図 3-2-1-3 会員企業が保有するセメント用サイロの基数（有効回答数 33）

(2) 混合セメントの使用実績について

高炉セメントの使用実績としては、高炉セメントB種を「通年で常備している」という企業が有効回答の97.1%を占めた。残りの2.9%は「季節的に使用する時期がある」と回答しており、全ての事業者が何らかの形で高炉セメントB種については使用していることが分かる。一方、高炉セメントA種は「通年常備し使用している」はゼロ、「使ったことはあるが今は使っていない」も9.1%と低く、高炉セメントC種にいたっては「検討・使用ともにしたことがない」が100%となっている。

フライアッシュセメントについては、フライアッシュセメントB種でも「通年常備している」のは3.8%に過ぎず、高炉セメントB種と比較すると非常に低い比率であり、「使ったことはあるが今は使っていない」が38.5%と高い比率となっている。

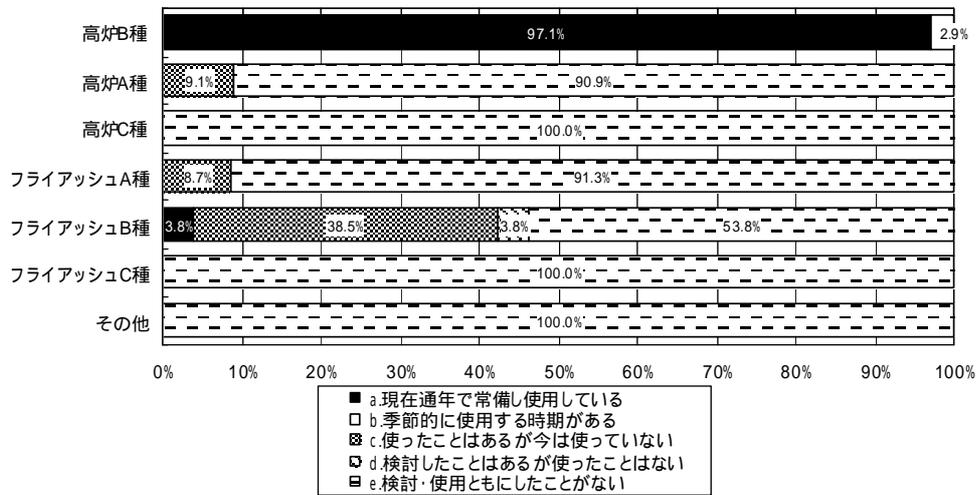


図 3-2-1-4 混合セメントの使用実績 (有効回答数 : 35)

混和材として「通年で常備し使用している」のは、高炉スラグ微粉末 4000 でも 4.3%にすぎず、6000 及び 8000 ではゼロであった。一方で、フライアッシュについては、『通年で常備し使用している』が 種で 7.7%、 種で 8.7%であり、高炉スラグ微粉末よりも高い比率となっているが、 種については「使ったことはあるが今は使っていない」が 23.1%と比較的大きいことが分かる。

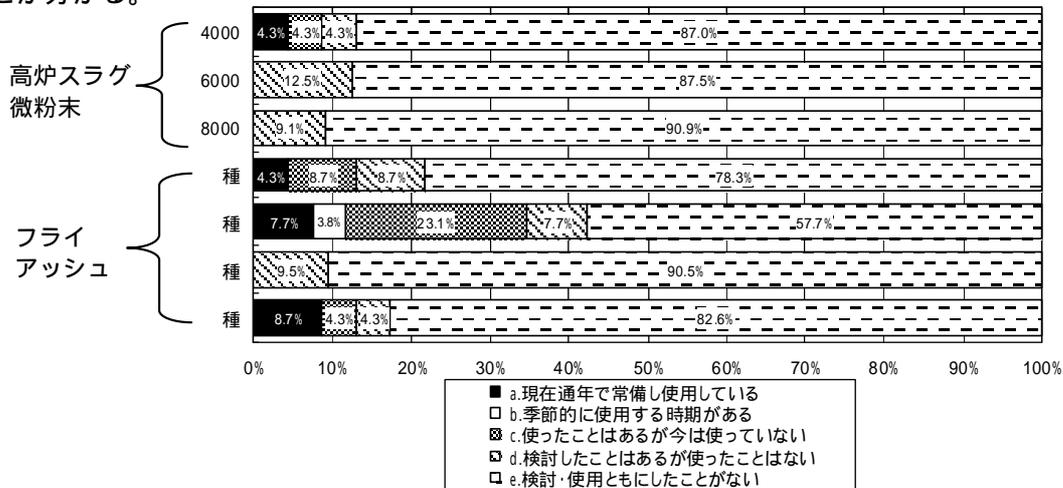


図 3-2-1-5 混和材としての使用実績 (有効回答数 : 30)

このことから、高炉スラグはセメント原料として、フライアッシュは混和材としての普及が若干卓越しているとともに、特に高炉セメントA種とフライアッシュ 種混和材では、以前よりもその使用は減少傾向にあることが分かる。

「季節的に使用する時期がある」場合、高炉セメントの使用時期は春～秋であり、使用開始時期としては、「3月から」が3事業者、「4月から」が3事業者、「5月から」が1事業者、「7月から」が1事業者あった。使用停止時期としては、「10月まで」が3事業者、「11月まで」が2事業者、「12月まで」が2事業者であった。

それ以外の時期については、「まれに顧客からの要請により高炉セメントを使用することがある」が回答の100%であった。

表 3-2-1-1 高炉セメントを通年使用しない事業者が高炉セメントを使用する時期

時期	回答数
3月～10月	1 工業組合
3月～12月	2 工業組合
4月～10月	2 工業組合
4月～11月	1 工業組合
5月～11月	1 工業組合
7月～12月	1 工業組合

表 3-2-1-2 高炉セメントを通年使用しない事業者がコンクリートをあまり使用しない時期の対応状況

選択肢	回答数
a 高炉セメントはまったく使用しない	0 工業組合
b まれに顧客からの要請により高炉セメントを使用することがある	7 工業組合 (100%)
c 常備してはいないが、一定の頻度で高炉セメントを使用している	0 工業組合

(3) 混合セメントの調達実績

混合セメント（または混合セメントを使用した生コンクリートやプレキャストコンクリート製品）の調達実績については、32組合から回答があった。その集計表を下表に示す。

生コンの出荷量に対しては、10～70%が混合セメントを使用した生コンという回答が得られ、その単純平均は38.1%、加重平均は35.5%となった。セメント原料としての混合セメントの8～68%であり、単純平均は35.9%、加重平均は28.4%となった。混和材としての使用はフライアッシュについて7組合から報告されたが、高炉スラグ微粉末を混和材として使用している事例は報告されなかった。

表 3-2-1-3 混合セメントの調達実績（有効回答数：32）

組合名	出荷量（千 m ³ ）			セメント使用量（千 t）			混和材使用量（t）	
	生コン 出荷量	混合セメ ント比率	混合セメン ト生コン出 荷量(推定)	セメント 使用量	混合セメ ント比率	混合セメン ト使用量 (推定)	高炉スラグ 微粉末	フライアッ シュ
A A 生コン工業組合	1,069	20%	214	300	18%	54	0	0
A B 生コン工業組合	810	32%	256			0		
A C 生コン工業組合	1,869	12%	224	561	12%	67		
A D 生コン工業組合	30	10%	3	9	10%	1	0	0
A E 生コン工業組合	3,779	12%	453	1,322	8%	106	0	0
A F 生コン工業組合	3,900					0		
A G 生コン工業組合	8,888			3,000	23%	690	0	0
A H 生コン工業組合	1,782	18%	321			0		
A I 生コン工業組合	1,535			546	12%	66	0	0
A J 生コン工業組合	1,500					0		
A K 生コン工業組合	2,093	29%	607	644	29%	185		
A L 生コン工業組合	2,325	60%	1,395			0		
A M 生コン工業組合	10	33%	3	381	29%	111		46
A N 生コン工業組合	296	49%	145	90	50%	45	0	0
A O 生コン工業組合	1,436	31%	448	427	30%	128	0	0
A P 生コン工業組合	4,256	21%	894	1	21%	0		
A Q 生コン工業組合	1,680	44%	739	218	37%	81		
A R 生コン工業組合	582	40%	233	174	40%	70	0	0
A S 生コン工業組合	950					0		
A T 生コン工業組合	1,485	33%	495		56%	0	0	0
A U 生コン工業組合	2,885	45%	1,298	903	42%	379	0	10
A V 生コン工業組合	1,010	70%	707	310	65%	202	0	0
A W 生コン工業組合	662	62%	410	213	60%	128		
A X 生コン工業組合	990	45%	445	307	40%	123	0	1,000
A Y 生コン工業組合	880	49%	429	221	44%	97		1,800
A Z 生コン工業組合	1,011	70%	708	283	68%	192	0	2,000
B A 生コン工業組合		20%	0	1,000	20%	200	0	2,000
B B 生コン工業組合	673	39%	262	20	38%	8	0	227
B C 生コン工業組合	1,211	45%	545	375	45%	169	0	0
B D 生コン工業組合	2					0		
B E 生コン工業組合	1,500	40%	600		40%	0		
B F 生コン工業組合	1,249	63%	782	335	61%	203		
合計量及び平均比率 ()内は加重平均	52,346	38.1% (35.5%)	12,617	11,640	35.9% (28.4%)	3,303	0	7,083

混合セメント比率の加重平均値は、混合セメント比率について回答があり、混合セメント生コンの出荷量や混合セメント使用量が推定可能な工業組合のみを対象として算出。

(4) 混合セメントの温室効果ガス削減効果の認識

混合セメントが省エネ・CO₂削減につながることを知っているかどうか、という設問に対しては、「知っていた」という回答は有効回答の 93.9%を占め、認識の高さがうかがえる結果となった。

情報源に関しては、セメントメーカー、業界紙、情報誌等が圧倒的に多かった。

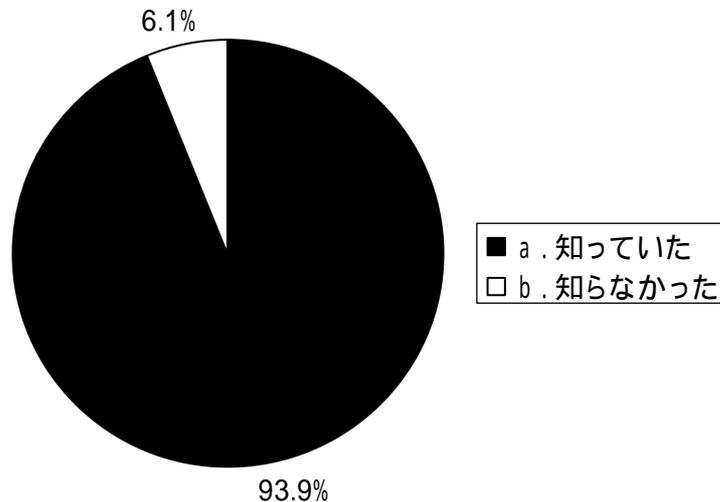


図 3-2-1-6 混合セメントが省エネ・CO₂削減につながることを知っているかどうか
(有効回答数：33)

(5) 将来の利用拡大の可能性

「混合セメントの省エネ・CO₂削減効果が広く知られれば、混合セメントの使用も広がると思うか」という設問に対しては、「広がると思う」は有効回答の12.1%に過ぎず「条件によっては広がると思う」が有効回答の69.7%を占めた。また、「広がるとは思わない」という回答も18.2%あった。

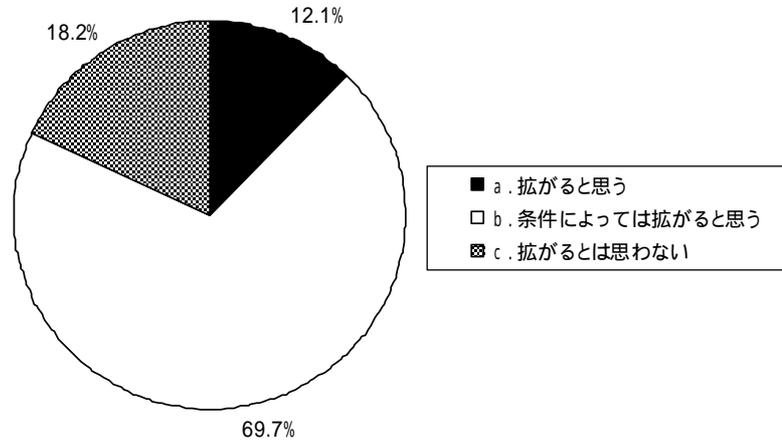


図 3-2-1-7 省エネ・CO₂削減効果による混合セメント利用拡大の可能性（有効回答数：33）

「広がると思わない」理由としては、有効回答数が7件と少ないが、「工期・費用面でポルトランドセメント使用時よりコスト増となる」が最も多く有効回答の57.1%であり、次いで「共通仕様書・積算基準等で混合セメントの使用が位置づけられていない」と「製造・供用実績が少なく品質面での不安・懸念がある」がともに42.9%となった。「その他」の回答としては、「高炉B種使用コンクリートの温度応力、収縮ひずみ等の問題」、「耐久性やひび割れに対して普通ポルトランドセメントよりも劣る」といった品質面での課題を挙げるものがあった。また、「混合セメントを使用する構造物とそうでないものはおのずから区別されるべきものである」、「省エネ、CO₂削減対策というだけで需要が拡大するとは考え難い」といった回答も寄せられた。

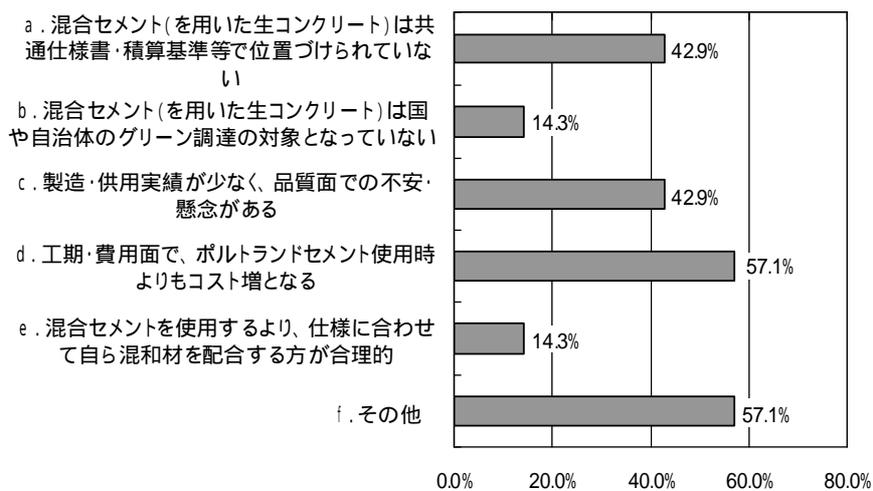


図 3-2-1-8 混合セメントが普及しない理由（有効回答数：7）

(6) 混合セメント使用拡大の条件

「今後、混合セメントの使用拡大を図っていくためには、どのような条件を満たす必要があると思うか」という設問に対しては、「ひび割れを生じにくい混合セメントの開発」が有効回答の72.2%で最も多く、次に「共通仕様書等での位置づけ」、「価格の低廉化」が63.9%、58.3%で続いた。

その他の意見としては、「混合セメントの問題に対する品質改善、特性値に対する施工の対応（養生、工期）」といった回答があった。

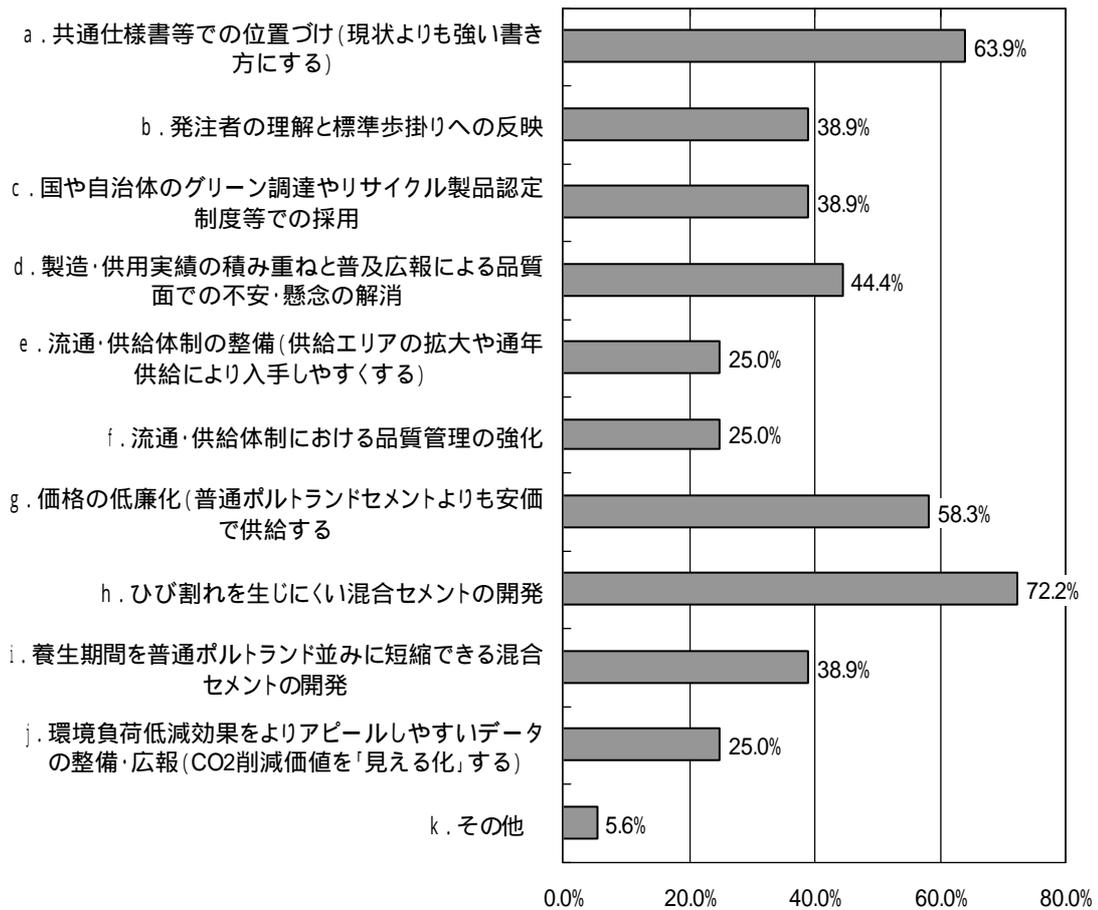


図 3-2-1-9 混合セメントの使用拡大の条件（有効回答数 36）

(7) 新たな混合セメント導入時に必要な投資・準備

「もし新たな混合セメントが開発・導入され、貴組合会員企業でも原材料として使用することになった場合、新たにどのような投資・準備が必要になると思うか」という設問に対しては、「混合セメント専用サイロの整備」が最も多く有効回答の91.7%、次に「配合設計の見直し・社内標準化」が86.1%、「JIS認証に係る諸手続き」が61.1%の順となった。

「その他」としては、「プラント内の貯蔵ビンの追加、計量器の追加、計量制御盤の改造」という回答があった。

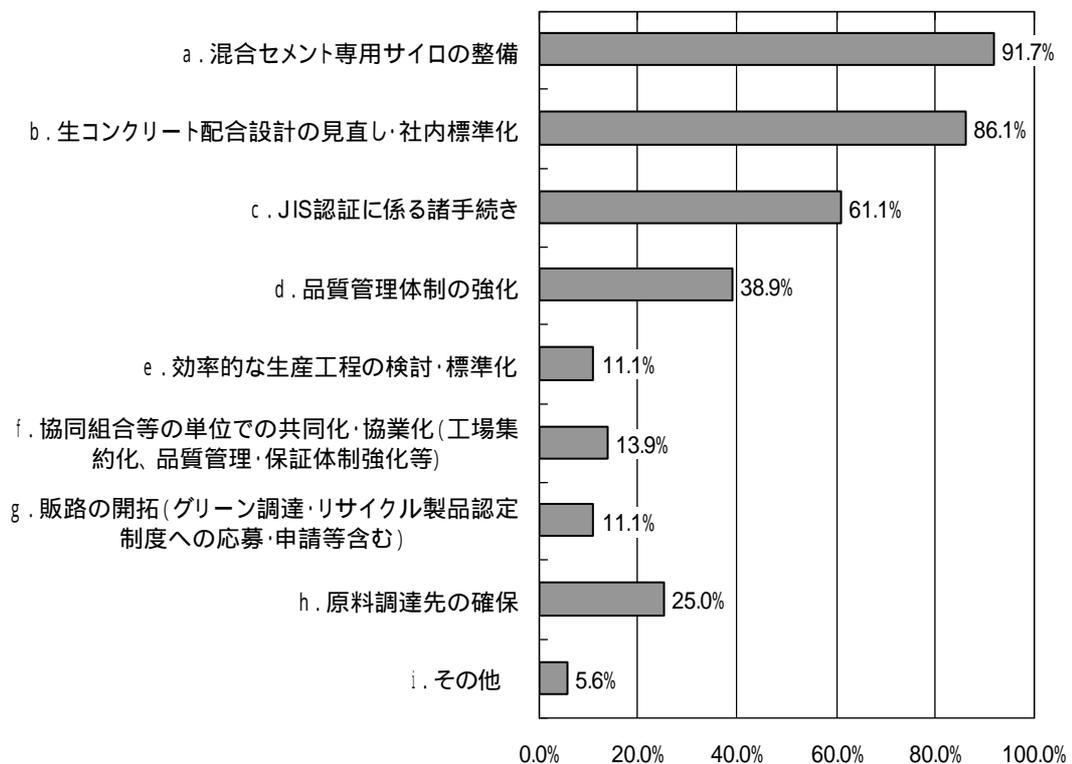


図 3-2-1-10 新たな混合セメント導入時に必要な投資・準備 (有効回答数 36)

(8) 共同化・協業化の動向

共同化・協業化によって工場の集約化や品質管理、品質保証体制の強化等の図ろうとする動向に関しては、14 組合から事例が寄せられた。なかには、出荷量の減少によるもの、コスト低減を図ろうとするもの、品質管理のためのもの等が見受けられた。

表 3-2-1-4 共同化・協業化の事例

No	共同化・協業化の事例
1	A 生コン有限責任事業組合：LLP による生コン 2 工場の集約化
2	協同組合：地区内の工場数を削減して集約化している
3	2 企業を 1 企業に集約化（2 例）： B 社を休止し C 社に集約化、D 社を休止 E 社に集約化
4	3 企業を 1 企業に集約化（1 例）：F 社と G 社を休止し H 社に集約化
5	生コンクリート製造業の集約化 I 社、生コン輸送の集約化（共同輸送会社）J 社
6	共同組合：県下の工場数は出荷量の減少に伴い集約化を図り 10 年間で 70%となった
7	工場集約化：K コンクリート協同組合 全国統一品質管理監査制度への参加による品質管理：L 生コンクリート工業組合
8	M 生コン協同組合：当組合地域では 12 社で 3 工場に集約した
9	N 生コン共同組合：当組合地域では 12 社 12 工場を 8 工場に集約した
10	O 協同組合：H18.7 4 社 4 工場を 4 社 3 工場に集約した
11	P 生コンクリート品質管理監査会議：平成 9 年度より「品質管理」の徹底と技術力向上を目的に監査を実施している
12	協同組合、FA のセメント置換（フレッシュ・硬化コンクリートの基礎実験・実践実験 実施工にかかると FA 品質及び工程管理上の問題点の把握、施工上の問題点の把握 組合員 向上の数工場における標準化）
13	Q 生コンクリート協同組合：共同出資による製砂会社を設立し、安定供給、低コスト化、 運送コスト減等を実施している R 生コンクリート協同組合：石灰石を購入して全社で使用することでコストを下げている
14	各協組にて協業化（主に工場集約化）を検討中

(9) 混合セメント以外の省エネ・CO₂削減方策

混合セメント以外の省エネ・CO₂削減方策として寄せられた意見は、運搬関連、品質・施工法関連、リサイクル関連、その他に区分することができた。運搬関連では、「アジテータ車の大型化」や「積載量緩和による運搬効率向上」や「省CO₂車への変換（ハイブリッド車やバイオ燃料利用）」等が挙げられた。品質・施工法関連では「セメント初期強度の低減」や「ミキサの練混ぜ性能向上」、リサイクル関連では「再生骨材の利用促進」や「戻りコンクリートの再利用」、「改質スラッジシステムの導入」等の意見があった。その他としては、「販路の効率化」や「地産地消型の供給体制」等が挙げられている。

表 3-2-1-5 混合セメント以外の省エネ・CO₂削減方策

No	区分	省エネ・CO ₂ 削減方策
1	運搬関連	過積載緩和による運搬効率の向上
2		生コン運搬車へのバイオ燃料の普及
3		トラックアジテータ車の走行時以外は外部電源を使用する方法（現場でも）
4		アジテータ車の大型化
5		積載量の緩和
6		輸送負荷の低減化
7		生コン車のアジテータを電気駆動（ハイブリッド化）として、アイドルストップを徹底
8		共同運送によって移動を効率化し、燃料の使用低減を図る
9		生コン工場サイドで考えられることは セメント及び骨材受け入れには近距離より搬入（運搬車両のCO ₂ 排出削減） 生コン出荷工事現場への効率化（近隣工場より出荷）運搬車両のCO ₂ 排出削減
10		ミキサー車（アジテータトラック）の積載量を増やすと輸送回が減少できてCO ₂ が下げられる。ただし運送法の総重量20tonを25tonに改正しなければならない。
11		アジテータトラックのハイブリッド化、再生骨材の有効利用。アジテータトラック車積載量を5.0 m ³ まで容認することによりCO ₂ 約1割減少する（運搬回数減少）
12	品質・施工法関連	品質の透明化（全てのセメント）
13	リサイクル関連	セメントの初期強度が大きすぎる。クリンカの粉末度を大きくすることで破碎エネルギーの低減が可能でありひび割れ発生率も小さくなる。
14		ミキサ練混ぜ性能の向上を図り、練混ぜ時間を短縮させる。
15		再生骨材の利用促進（発注者の理解と行政等での使用義務付け等が必要）
16	その他	戻りコンクリートの再利用方法の研究
17		スラッジ水を混練水に使用しやすくする
18		「改質フラッジシステムによる生コン工場のゼロエミッション（改質材（超遅延剤）によるスラッジ水中のセメント粒子の水和抑制 改質スラッジをセメントと置換）」
19		協同組合主導による販路エリアの限定。そのためには、組合員工場の品質管理能力及び製品の品質レベルを一定以上に維持するとともに品質管理体制を構築する必要あり
20		入札条件に現場周辺の生コン工場の選定を加える（複数の生コン工場が立地しているエリア）、又は生コンの製造・運搬に係るCO ₂ 排出量の少ない生コン工場を選定。
21		ポーラス系コンクリートの舗装・植生分野への利用
22		最終処分場の延命

3.2.2 プレキャストコンクリート製品メーカーのアンケート調査結果

(1) 回答企業の属性

本調査では全 161 社のプレキャストコンクリート製品メーカーから回答を得ることができた。回答事業者の属性は次のとおり。

資本金規模及び従業員数

資本金規模は 5,000 万円以下が大半を占めており、1 億円以下の企業が有効回答の 79.9% となっている。従業員数は 21 人以上 100 人以下の規模が最も多く、有効回答の 56.0% となっている。

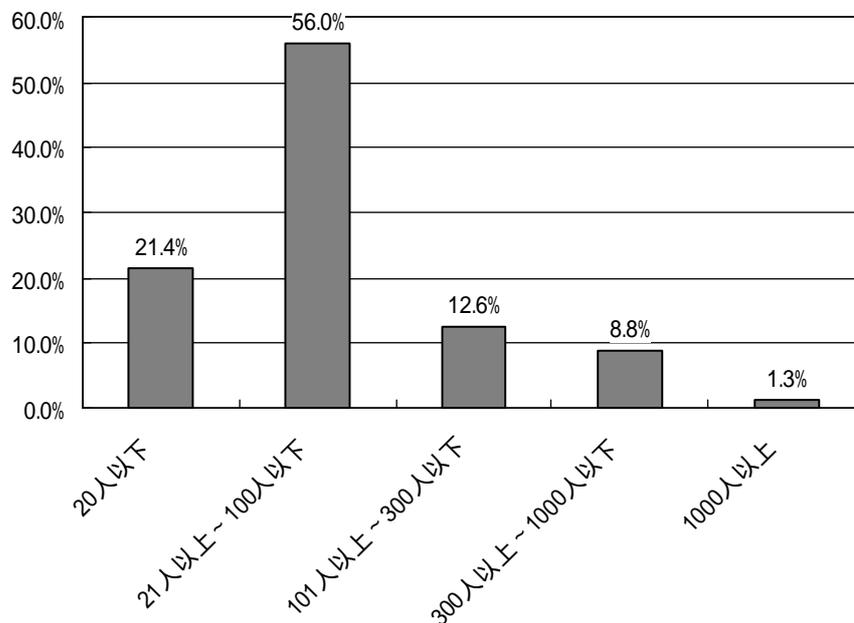
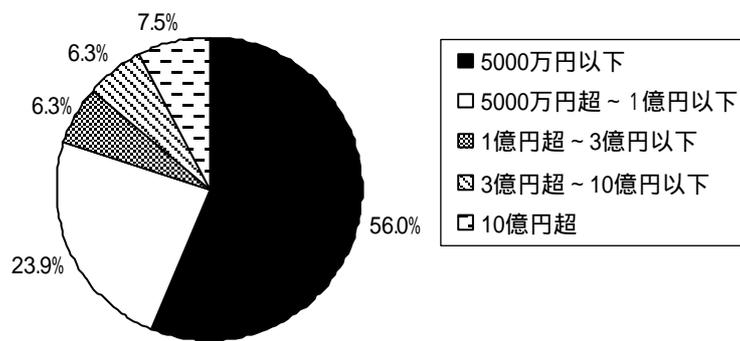


図 3-2-2-1 プレキャストコンクリート製品メーカーの資本規模と従業員数
(有効回答数：159 件)

プレキャストコンクリート製品メーカーの所属団体

最も所属の多い団体は、「全国コンクリート製品協会」で52社が加盟している。次いで、「全国土木コンクリートブロック協会」、「全国ヒューム管協会」、「全国ボックスカルバート協会」が続いている。その他では各メーカー所在地域の技術協会が多くを占めた。

表 3-2-2-1 プレキャストコンクリート製品メーカーの所属団体

所属団体	件数
a コンクリートボール・パイル協会	15
b 全国建築コンクリートブロック工業会	4
c 全国コンクリート製品協会	52
d 全国土木コンクリートブロック協会	23
e 全国ヒューム管協会	25
f プレストレスト・コンクリート建設業協会	8
g 全国エクステリアコンクリート協会	1
h 全国ボックスカルバート協会	25
i 全国ケーブルトラフ協会	1
j 日本PCボックスカルバート製品協会	16
k インターロッキングブロック舗装技術協会	6
l 日本コンクリート矢板工業会	4
m PC管協会	0
n ALC協会	1
o セメントファイバーボード工業組合	0
p せんい強化セメント板協会	1
q 全国木質セメント板工業組合	0
r 全国PCがわら組合連合会	0
s その他	42

(2) 混合セメントの使用実績について

高炉B種を「通年で常備し使用している」という企業が有効回答数の15.4%を占めている。また、「使ったことはあるが今は使っていない」という企業も15.4%であり、使用率全体は減少傾向にあることが伺える。高炉セメントA種は「通年で常備し使用している」、「季節的に使用する時期がある」は有効回答の2.0%と低く、高炉セメントC種に至っては「検討・使用ともにしたことがない」が90.4%を占めている。フライアッシュセメントでは「通年常備している」という企業はほとんどない。

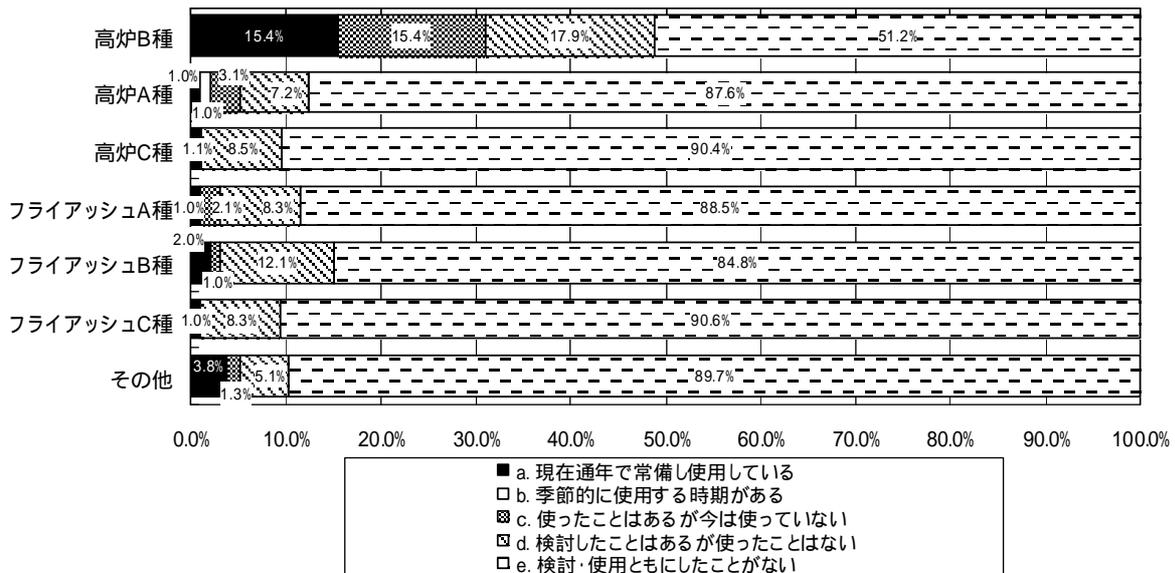


図 3-2-2-2 混合セメントの使用実績 (有効回答数：129件)

一方、混和材を「通年で常備し使用している」と答えた企業の中では、高炉スラグ微粉末 4000 を利用している企業が多いが、それでも 7.4%に過ぎない。一方、フライアッシュについては、「通年で常備し使用している」が 種で 3.7%、 種で 2.0%となっており、いずれも混和材として使うことが少ないことが伺える。

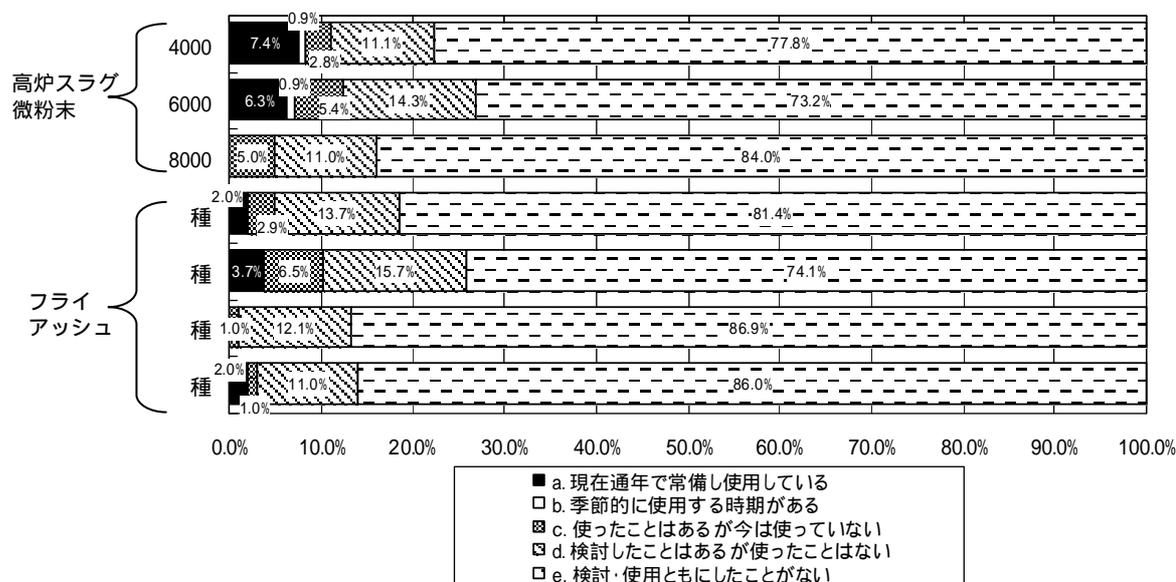


図 3-2-2-3 混和材の使用実績（有効回答数：128 件）

(3) 混合セメントの使用実績のある部材

混合セメント使用実績のある部材としては、多く回答があったのは、「(12)U字側溝」で17件、次に「(15)落ちふた式U字側溝」、「L字側溝」等が上位を占めた。とはいえ、「使ったことはあるが今は使っていない」がいずれの部材についても50%程度になっており、プレキャストコンクリート製品への混合セメントの使用は試みられているが定着していない状況が窺われる結果となっている。

また、「その他」では、各種ブロック類、重圧管、テールアルメ等が挙げられた。

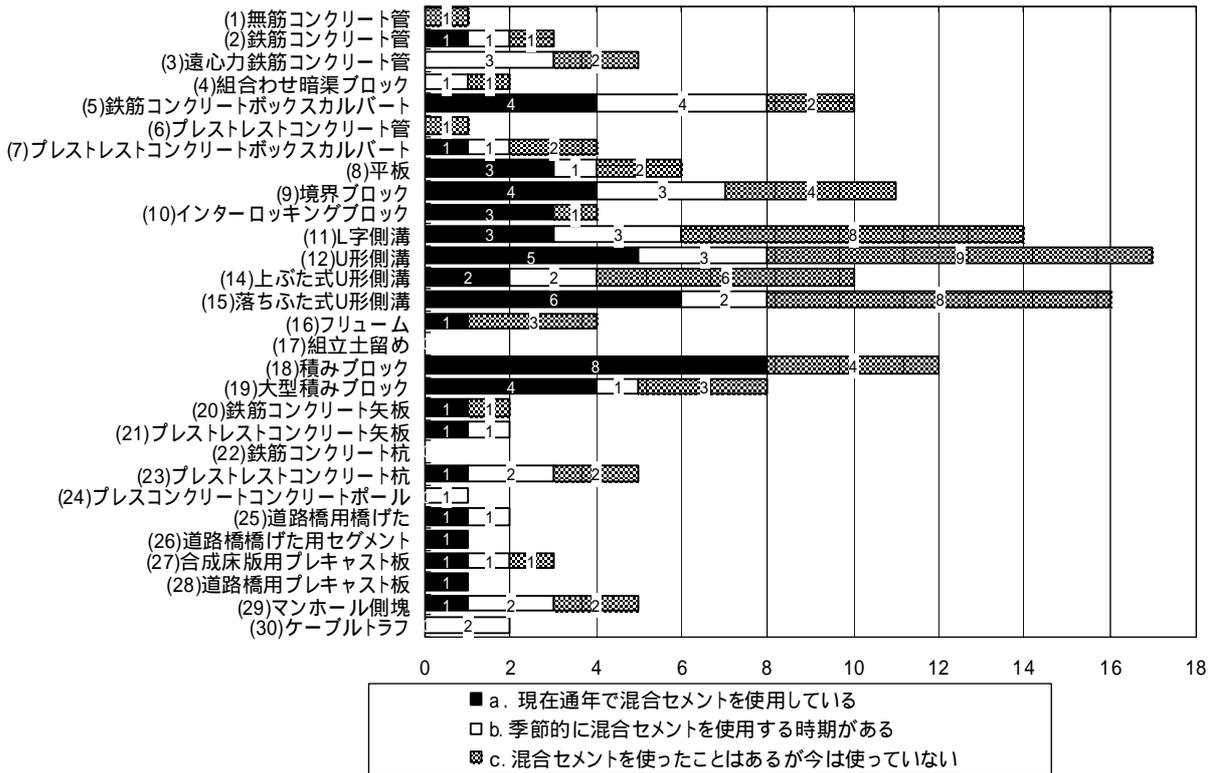


図 3-2-2-4 混合セメントの使用部材(有効回答数：43件)

表 3-2-2-2 「その他」で挙げられた部材

a. 通年で混合セメントを使用しているもの	b. 季節的に混合セメントを使用する時期があるもの	c. 使ったことはあるが今は使っていないもの	区分表記なし
<ul style="list-style-type: none"> ・漁礁ブロック ・消波ブロック ・根固めブロック ・その他自社製品 	-	<ul style="list-style-type: none"> ・護床ブロック ・漁礁ブロック ・護床根固めブロック ・コンクリート埋設型枠 (特定物件にのみ) ・積みブロック ・コンクリート基礎石 	<ul style="list-style-type: none"> ・L形擁壁、 ・LU横断側溝 ・片持架台歩道 ・重圧管 ・テールアルメ ・L型擁壁 ・インターロッキングブロック

(4) 混合セメントの使用実績 (総数)

混合セメント(または混合セメントを使用した生コンクリートやプレキャストコンクリート製品)の調達・使用実績については、129社から回答があった。その中で数量等の定量化可能なものを集計した表を下表に示す。

セメントとしての混合セメント比率は0~100%で、単純平均では9.1%、加重平均では3.1~3.6%となった。混和材としての使用は高炉スラグ微粉末については19件で平均2,851t/年、フライアッシュについては13件で平均は365t/年であった。

表 3-2-2-3 混合セメントの使用実績 (総数 129)

会社名	セメント			混和材		
	セメントの総 使用量	うち混合 セメント比率	推定数量	実数表記 のあるセ メント使 用量	コンクリート用高炉 スラグ微粉末の 使用量(t/年)	コンクリート用フライ アッシュの使用量 (t/年)
AA社	450	50%	225	450		
AB社	120,596	2%	1,809	120,596		
AC社	2,000	0%	0	2,000	0	0
AD社	4,500	0%	0	4,500	0	0
AE社		60%		0		
AF社	5,000	70%	3,500	5,000		
AG社	340	0%	0	340	0	0
AH社	1,310	9%	118	1,310		
AI社	3,000	0%	0	3,000	0	0
AJ社	2,200	1%	22	2,200		
AK社	4,300	3%	129	4,300		
AL社	2,919	0%	0	2,919	0	0
AM社		0%	0	0		
AN社	2,575	8%	211	2,575		
AO社	980	0%	0	980	0	0
AP社	2,600	0%	0	2,600	0	0
AQ社	2,800	0%	0	2,800	0	0
AR社	1,300					
AS社	55,000	0%	0	55,000	60	0
AT社	2,130	0%	0	2,130	0	0
AU社	2,200	0%	0	2,200	0	0
AV社	1,454	0%	0	1,454		
AW社	140					0.1
AX社	4,800	0%	0	4,800	0	0
AY社	450	0%	0	450	0	0
AZ社	1,356	0%	0	1,356	0	0
BA社	5,000	0%	0	5,000	0	0
BB社	12,000	0%	0	12,000	0	0
BC社	0	0%	0	0	0	0
BD社	180,000	0%	0	180,000	0	0
BE社	580	0%	0	580		
BF社	7,289					
BG社	37,000	10%	3,700	37,000	3000	0
BH社	3,400	50%	1,700	3,400	0	0
BI社	15,000	0%	0	15,000	60	0
BJ社	3,200	0%	0	3,200	0	0
BK社	14,400	0%	0	14,400	0	0
BL社	89,000	2%	1,780	89,000	10000	0
BM社	3,600	0%	0	3,600	0	0
BN社	4,500	0%	0	4,500	720	0
BO社	33,084	0%	0	33,084	0	0
BP社	4,295	0%	0	4,295	0	0
BQ社	2,000	0%	0	2,000	0	0
BR社	25,000	0%	0	25,000	0	0
BS社	0	0%	0	0	0	0
BT社	2,000	100%	2,000	2,000		
BU社	8,400	0%	0	8,400	0	0
BV社	259	0%	0	259	0	0
BW社	2,500	0%	0	2,500	0	0
BX社	690	0%	0	690		
BY社	4,800	0%	0	4,800	0	0
BZ社	4,611	0%	0	4,611	2166	0
CA社	1,500	0%	0	1,500		
CB社	5,690	0%	0	5,690	0	0
CC社	224	0%	0	224	0	0
CD社	800	0%	0	800	0	0
CE社	2,396				1290	
CF社	4,116	37%	1,511	4,116	2387	
CG社	750	0%	0	750	0	0
CH社	4,700	0%	0	4,700	0	0
CI社	449	100%	449	449		
CJ社	7,800	0%	0	7,800	0	0
CK社	14,000	0%	0	14,000	0	0
CL社	1,098	0%	0	1,098	0	0
CM社	671					
CN社						1200
CO社	200	100%	200	200		
CP社	67,000	10%	6,700	67,000	2000	

会社名	セメント			混和材		
	セメントの総使 用量	うち混合 セメント比率	推定数量	実数表記の あるセメント使 用量	コンクリート用高炉 スラグ微粉末の 使用量(t/年)	コンクリート用フライ アッシュの使用量 (t/年)
CQ社	3,688	0%	0	3,688	0	0
CR社	39,000	0%	0	39,000	0	0
CS社	14,900					1400
CT社	1,635	0%	0	1,635	0	0
CU社	6,480	0%	0	6,480		
CV社	3,200	0%	0	3,200	0	0
CW社	1,218	0%	0	1,218	0	0
CX社	3,600					
CY社	780	0%	0	780		
CZ社	7,900				140	
DA社	非公開	0%		非公開	0	0
DB社	2,847	0%	0	2,847	0	0
DC社	1,103					
DD社	2,000	0%	0	2,000		350
DE社	21,194	0%	0	21,194	2208	0
DF社	5,528	68%	3,759	5,528	0	0
DG社	5,200	0%	0	5,200	0	0
DH社	15,000	4%	600	15,000	0	0
DI社	2,574					
DJ社	261					
DK社	2,170	20%	434	2,170		
DL社	3,600	1%	22	3,600	0	0
DM社	468	0%	0	468		
DN社		0%		0		
DO社	2,167	0%	0	2,167	0	10
DP社	12,000	5%	600	12,000	7200	0
DQ社	2,000					
DR社	4,700	0%	0	4,700	0	10
DS社	90,337	0%	0	90,337	0	0
DT社	21,000	0%	0	21,000	0	0
DU社	3,600	0%	0	3,600	0	0
DV社	20,000	0%	0	20,000	0	191
DW社	1,300	0%	0	1,300		
DX社	4,200	0%	0	4,200	0	0
DY社	7,505					197
DZ社	75,000	9%	6,375	75,000	3000	1000
E A社	2,500	20%	500	2,500	0	0
E B社	10,500	25%	2,625	10,500		150
E C社	3,000	0%	0	3,000	0	0
E D社	2,250	0%	0	2,250		
E E社	4,000	5%	200	4,000	0	0
E F社	32,098	0%	0	32,098	1958	0
E G社	0				3332	0
E H社	38,000	0%	0	38,000	14000	
E I社	5,500	90%	4,950	5,500	0	0
E J社						20
E K社	4,500	0%	0	4,500	0	0
E L社					300	14
E M社	2,520					
E N社	569	91%	518	569	0	0
E O社	747	0%	0	747	0	0
E P社						
E Q社	6,000	0%	0	6,000		
E R社	4,200	9%	378	4,200		
E S社	1,600	0%	0	1,600		
E T社	152,000					
E U社	1,800	0%	0	1,800	0	0
E V社	24,000				50	
E W社	3,599	0%	0	3,599		
E X社	2,000	20%	400	2,000	300	200
E Y社	743	0%	0	743	0	0
使用件数	118		28	102	19	13
合計	1,488,683		45,414	1,258,523	54,171	4,742
単純平均	12,616	9.1%	1,622	12,338	2,851	365
加重平均		3.1~ 3.6%				

(5) 高炉セメントの採用理由

高炉セメントを「使用したことがある」場合に、その採用理由を尋ねたところ、「コスト削減につながるから」の50.0%、と「高炉セメントの特性を活かせるから」の47.9%が際立って高くなっている。それ以外では、「環境負荷の低減につながる(セメント生産工程での省エネ・CO₂排出削減効果を評価)」が18.8%、「共通仕様書・積算基準等に使用が明記されているから」が16.7%、「環境負荷低減につながるから(鉄鋼スラグやフライアッシュ等再生資源を活用しようとしている点を評価)」が14.6%で続いている。

「その他」の理由(記述式)では、「発注官庁からの指定があった」、「高流動コンクリートの粉体として使用」といったものがあった。

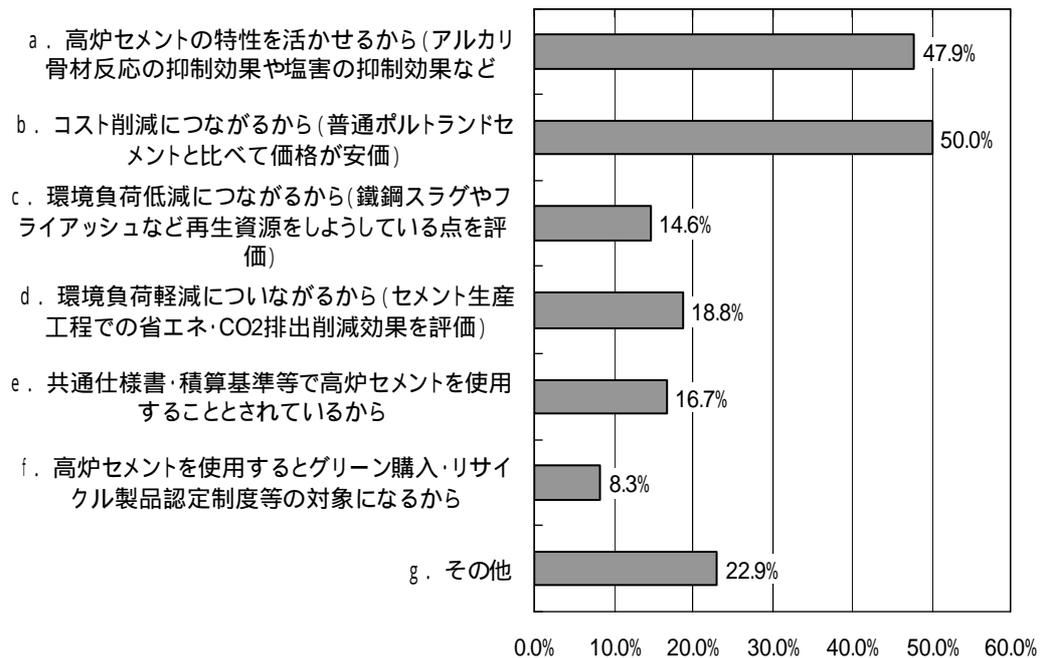


図 3-2-2-5 高炉セメント採択理由(有効回答数：48件)

(6) 高炉セメントを使用したことでの問題

高炉セメントを原材料として使用したことがある場合、「高炉セメントを使用したことで問題が発生したことがあるか」という設問に対しては、「特に問題なし」が有効回答の52.1%であった。「製品の品質面で問題が生じた」という回答は37.5%であり、「製品コスト面で問題が生じた」という回答は有効回答の16.7%であった。具体的な問題・課題(記述式)としては、「初期強度が確保されない」、「色むらでき、顧客から質問を受ける」、「天端仕上げに時間がかかる」、「角かけが多く発生した」、「補修に手間と費用がかかった」等があった。

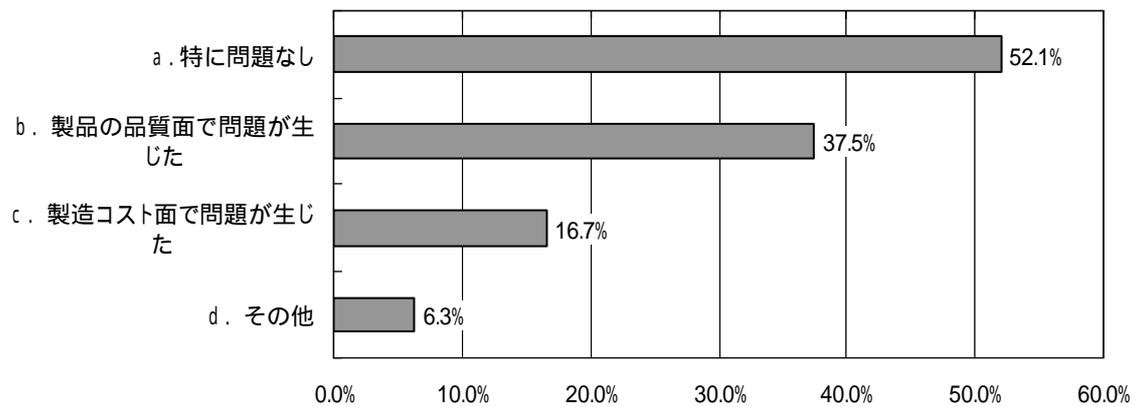


図 3-2-2-6 高炉セメント採択理由(有効回答数：48件)

(7) 高炉セメントをプレキャストコンクリート製品原料として使用する場合の障害・課題

「高炉セメントをプレキャストコンクリート製品の原料として使用する場合に、どのような点が障害・課題となっていると思うか」という設問に対しては、「初期強度が小さい」という回答が有効回答に対して82.9%と非常に高くなっており、次いで「混合セメント用のサイロが必要」(57.1%)、「脱型までに時間がかかる」(51.4%)と続いている。一方で「中性化速度が若干大きい」(6.4%)、「供給・流通体制が整っていない」(9.3%)、「仕様書等での規定がない」(5.7%)といった理由は低位にある。

また、通年使っているメーカーと使用していないメーカーを分けて分析したところ、双方とも「初期強度が小さい」ことを一番の課題としてあげており、次いで「養生までの時間」、「色が異なる」等が続いている。使用していないメーカー単独の課題としては高炉セメント用のサイロが必要になる、「脱型までに時間がかかる」、「配合設計をやりなおさなければならない」、「ポルトランドセメントを使用したコンクリートと色が異なる」の比率が比較的高くなった。

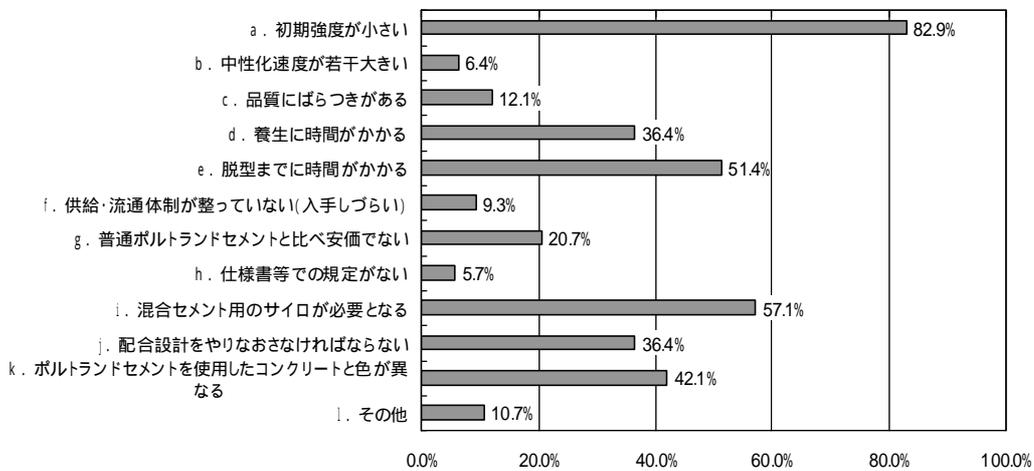


図 3-2-2-7 高炉セメントをプレキャストコンクリート製品原料として使用する場合の障害・課題
(有効回答数：132 件)

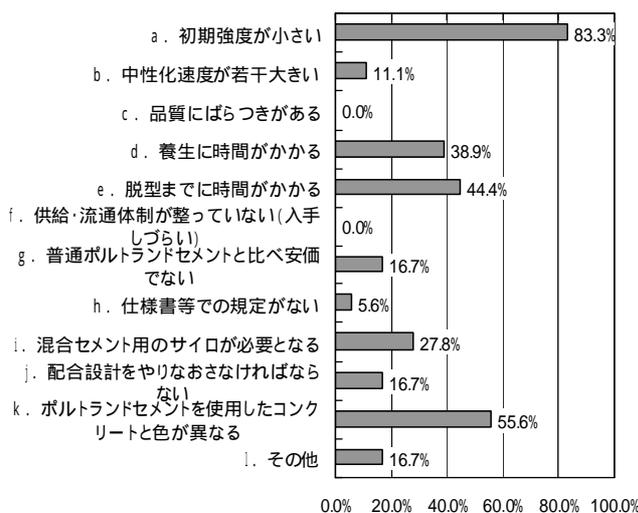


図 3-2-2-8 混合セメントの利用が
広がると思うかどうか
(通年常備者：有効回答数 18 件)

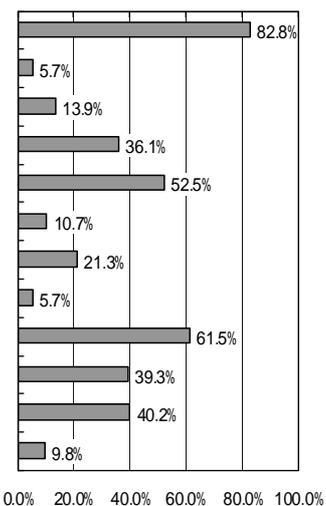


図 3-2-2-9 混合セメントの利用が
広がると思うかどうか
(非通年常備者：122 件)

課題の解決策としては前に挙げたもの以外に、「高炉スラグを別系で量を調整、6000 を使用することで、クラックを解決」といったものがあった。

表 3-2-2-4 課題解決策

課題 解決事例	a 初期 強度	b 中 性 化	c 品 質 バ ラ ツ キ	d 養 生 時 間	e 脱 型 ま で 時 間	f 供 給 流 通 体 制	g 安 価 で な い	h 仕 様 書 の 規 定	i サ イ ロ が 必 要	j 配 合 設 計	k 色 が 異 な る	l そ の 他
前養生時間の確保と養生度時を十分にとる。富配合で対応												
養生時間、蒸気使用時間を長くする（重油使用量の増加、枠型回転率が悪くなる）												
サイロを一度空にして詰め替えをした。出荷時の材齢までには、他製品と同等の色になる												
用途に合わせて使用する												
高炉スラグを別系で量を調整、6000 を使用することで、クラックを解決												
早強セメントを混合して使用する												
養生条件（温度、時間）を変更した。												
ユーザーに対して説明を行い、了解してもらった。												
製品の出荷材齢を伸ばした。												
セメント使用量を増加させる（費用UP）												
早強セメントと高炉スラグ微粉末を7:3で混合使用し、w/bを低く設定することで標記架台を解決すると共に、良好な施工性と高耐久性も図った。												
特定の製品（インターロッキングブロック）のみで使用している												

(8) グリーン調達制度等に認定されている製品

高炉スラグ・フライアッシュ等を再生資源として利用してグリーン調達制度等の対象とされているもの、に関する設問に対する回答を表 3-2-2-5 に示す。高炉スラグを再生資源として用いて、エコマークやリサイクル製品等の認定を受けている製品として、路面排水溝、道路製品、インターロッキングブロック（高炉細骨材は用いられていない）等が挙げられた。

なお、溶融スラグを使用している例も高炉スラグと同程度寄せられた。

表 3-2-2-5 グリーン調達、リサイクル製品等の認定を受けている製品例

区分	製品類型	商品名	使用している再生資源	認定を受けている制度	制度の主体	販売実績
高炉スラグ	全製品（インターロッキングブロックは除く）	組立マンホール、ハンドホール	高炉スラグ細骨材	北九州市リサイクル認定制度	北九州市	400t
	全製品（インターロッキングブロックは除く）	油水分離槽	高炉スラグ細骨材	北九州市リサイクル認定制度	北九州市	100t
	主な製造品目の全て		高炉スラグ細骨材	岡山県エコ製品	岡山県	8,000 t
	インターロッキングブロック	エコロアクア	鉄鋼スラグ	エコマーク認定制度	(財)日本環境協会	200,000t
	再生材料を使用した建築製品	カルコン 11 及びカルコン 14	ガラス、高炉スラグ	エコマーク	(財)日本環境協会エコマーク事務局	不明
	道路用製品	路面排水用側溝	キューボラ、水砕スラグ	あいくる	愛知県	4,500t
溶融スラグ	路面排水溝類	流雪溝	溶融スラグ ごみ溶融スラグ	秋田県リサイクル製品認定	秋田県	6,000t
	路面排水溝類	可変勾配側溝、落ちふた側溝	溶融スラグ	岐阜県廃棄物リサイクル認定製品	岐阜県	100t
	路面排水溝類	可変勾配側溝、落ちふた側溝	溶融スラグ	リサイクル製品認定	三重県	1,000t
	大型積みブロック アントラーブロック 山河ブロック	夢グリーン 45 型	ごみ溶解スラグ	高知県リサイクル製品等認定制度	高知県	0t
	L 型擁壁、側溝、道路用	ノーマルクリフ、リボン側溝、境界ブロック	一般廃棄物、溶融スラグ	大分県認定リサイクル製品	大分県	1,500t
	暗渠類、側溝	VS 側溝、リボン側溝	ゴミ溶融スラグ	山口県リサイクル製品	山口	5 t
その他	道路用縁石、歩車道境界ブロック	鉄筋コンクリート L 型他	ガラスカレット(廃ガラス)	信州リサイクル認定製品	長野県	4,000t
	L 型擁壁	ハイタッチ	灰	-	島根	923t

(9) 技術開発の実施状況

「混合セメントや混和材の使用率拡大に向けた技術開発に対して、実際に「進めている」と回答した事業者は有効回答の 15.0%であり、「考えている」を含めても有効回答の 20.3%であった。

「進めている」あるいは「考えている」具体例としては、「溶融スラグの使用」、「高流動コンクリートへの展開」、「高炉スラグ微粉末の活用（混和材としての活用）」等が挙げられていた。

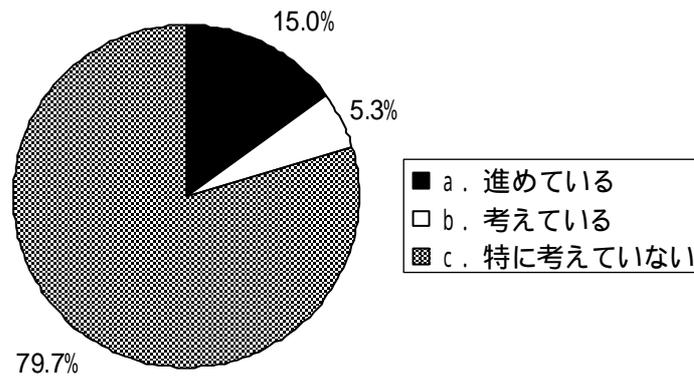


図 3-2-2-10 混合セメントの利用が広がると思うかどうか (有効回答数：133)

表 3-2-2-6 技術開発の実施状況

区分	具体例
進めている技術開発事例	<ul style="list-style-type: none"> ・ 混和材として溶融スラグの使用 ・ ごみ溶融スラグ ・ 高炉スラグ、フライアッシュ ・ タッグスマルタル（超高強度繊維補強モルタル） ・ 都市ごみ溶融スラグ骨材及び微粉末の混和材について ・ 電力会社発注物件の受注の為、フライアッシュ混合を再検討する ・ 粉体系高流動コンクリートへの展開、既製製品への展開 ・ 高炉スラグ微粉末の活用、フライアッシュ粗粉の活用 ・ フライアッシュ、一般廃棄物溶融スラグ、再生骨材等を複合的に使用する研究
考えている技術開発事例	<ul style="list-style-type: none"> ・ プレキャストコンクリート製品全般に使用を考えている ・ 混入率を高めて、一層の耐久性向上とコスト低減に努める ・ 乾燥収縮低減のため。リサイクル製品設定のため ・ 県と地元大学と製品協会でフライアッシュ使用の環境リサイクル支援事業実施済強度の問題で実施するかは検討中

(10) 混合セメントの温室効果ガス削減効果の認識

混合セメントが省エネ・CO₂削減につながることを知っているかどうか、という設問に対しては、「知っていた」という回答は有効回答の53.7%を占めた。通年常備者と非通年常備者では、通年常備者の方がやや高く66.7%であった。なお、本データには、「混合セメントの使用は非エネルギー起源のCO₂削減には効果はあるが、養生時のエネルギー起源CO₂の増加等も考慮すると必ずしもCO₂削減にならない」と考えている比率も含まれているので留意が必要である。

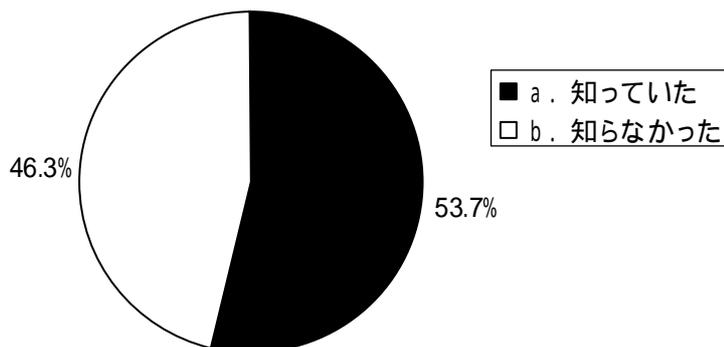


図 3-2-2-11 混合セメントの温室効果削減効果の認識度合（有効回答数 147）

本データには、「混合セメントの使用は非エネルギー起源のCO₂削減には効果はあるが、養生時のエネルギー起源CO₂の増加等も考慮すると必ずしもCO₂削減にならない」と考えている比率も含まれているので留意が必要である。

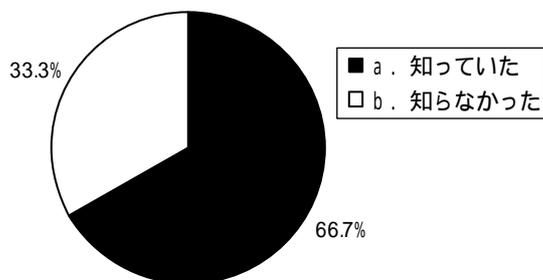


図 3-2-2-12 混合セメントの温室効果削減効果の認識度合
(通年常備者：有効回答数 19)

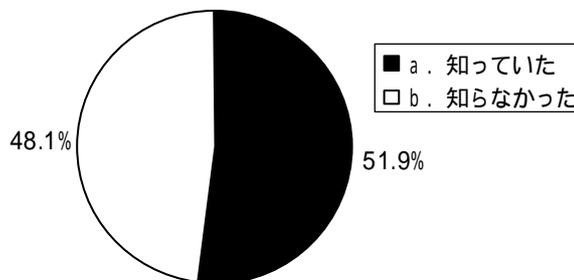


図 3-2-2-13 混合セメントの温室効果削減効果の認識度合
(非通年常備者：有効回答数 128)

(11) 将来の展望について

「混合セメントの省エネ・CO₂削減効果が広く知られれば、プレキャストコンクリート製品原料としての混合セメントの使用も広がると思うか」という設問に対しては、「広がると思う」は有効回答の8.6%に留まり、「条件によっては広がると思う」を含めると有効回答の83.4%を占めた。「広がるとは思わない」は16.6%であった。

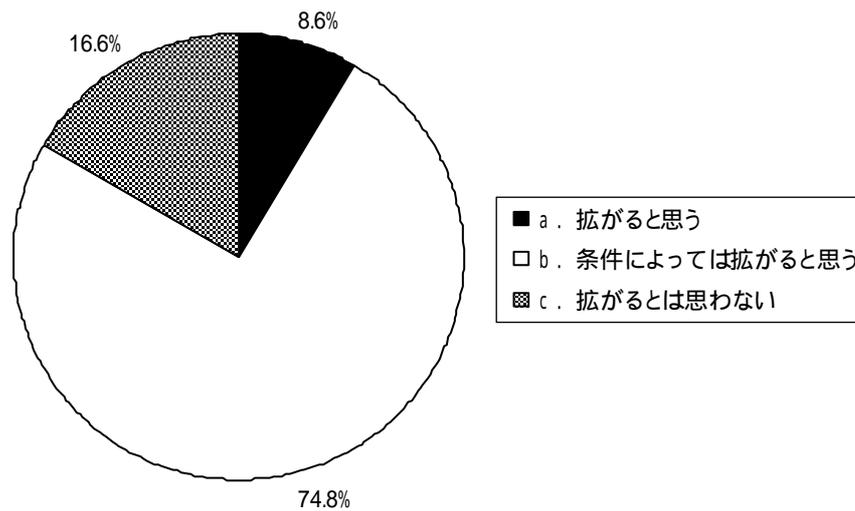


図 3-2-2-14 混合セメントの将来展望 (有効回答数 150)

「拡がると思わない」理由としては、「工期・費用面でポルトランドセメント使用時よりのコスト増となる」が最も多く、有効回答の58.1%となり、次いで「製造・供用実績が少なく、品質面での不安・懸念がある」が35.5%、「共通仕様書・積算基準等で混合セメントの使用が位置づけられていない」が19.4%となった。「その他」(記述式)の回答では、「公共工事で指定されなければ拡がらない」、「無理してまで企業は特定材料を採用しないため」、「県単位でのリサイクル制度(原材料を県内で調達しなさいと明記されている)が混合セメント拡大への障害になっている」といった回答が挙げられた。

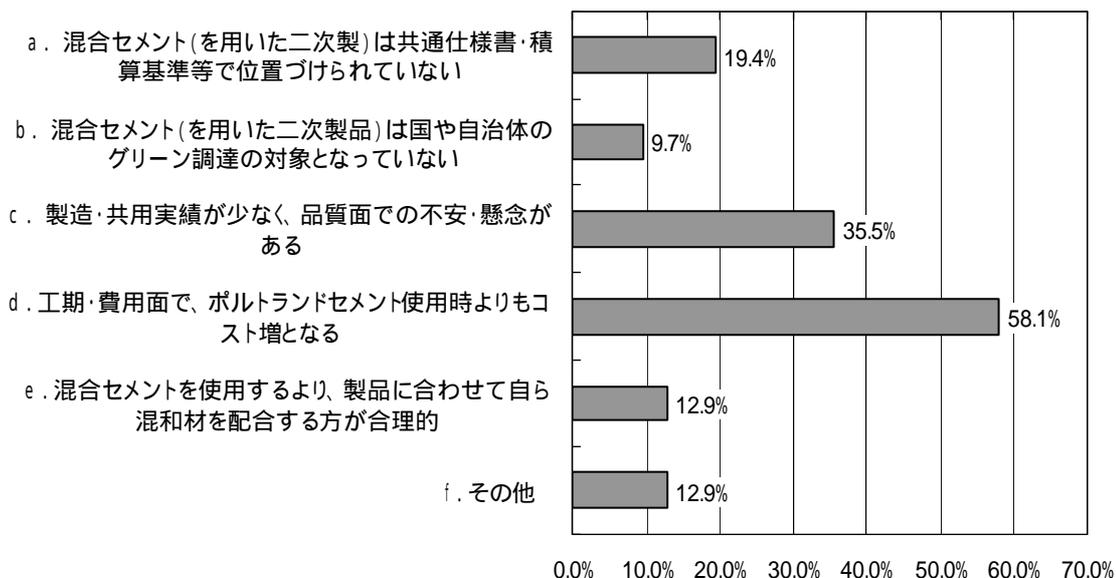


図 3-2-2-15 混合セメントが拡がると思わない理由 (有効回答数 31)

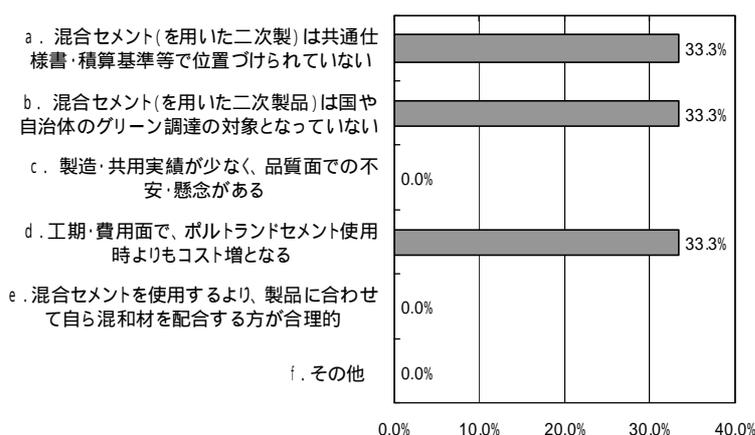


図 3-2-2-16 混合セメントが拡がると思わない理由
(通年常備者：有効回答数 3 件)

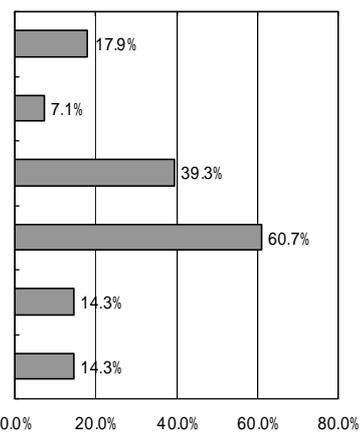


図 3-2-2-17 混合セメントが拡がると思わない理由
(非通年常備者：有効回答数 28 件)

(12) 混合セメントの使用拡大条件

「今後、混合セメントの使用拡大を図っていくためには、どのような条件を満たす必要があると思うか」という設問に対しては、「養生期間を普通ポルトランドセメント並みに短縮できる混合セメントの開発」が 61.7%、「価格の低廉化（普通ポルトランドセメントよりも安価に供給する）」が 56.4%といった製品に対する要求のほか、制度面での変更「共通仕様書等での位置づけ（現状よりも強い書き方にする）」が 38.3%、「発注者の理解と標準歩掛りへの反映」が 38.9%、「国や自治体のグリーン調達やリサイクル製品認定制度等での採用」が 37.6%、「製造・供用実績の積み重ねと普及広報による品質面での不安・懸念の解消」が 25.5%、「流通・供給体制の整備（供給エリアの拡大や通年供給により入手しやすくする）」が 14.1%、「流通・供給体制における品質管理の強化」が 8.7%、「ひび割れを生じにくい混合セメントの開発」が 27.5%、「環境負荷低減効果をよりアピールしやすいデータの整備・広報（CO2削減価値を「見える化」する）」が 11.4%、「その他」が 6.0%という回答があった。

「その他」（記述式）では、「使用によるメリットがあること」、「高炉A種等置換率が小さな混合セメントの使用も認めやすくすること」、「理解促進」、「JIS 及び建築センターへの諸手続きが簡易化」、「生コン工場での JIS 認定による混合出荷」、「県単位でのリサイクル認定制度の範囲を拡大」、「工期や費用面で優遇措置」といった回答があった。

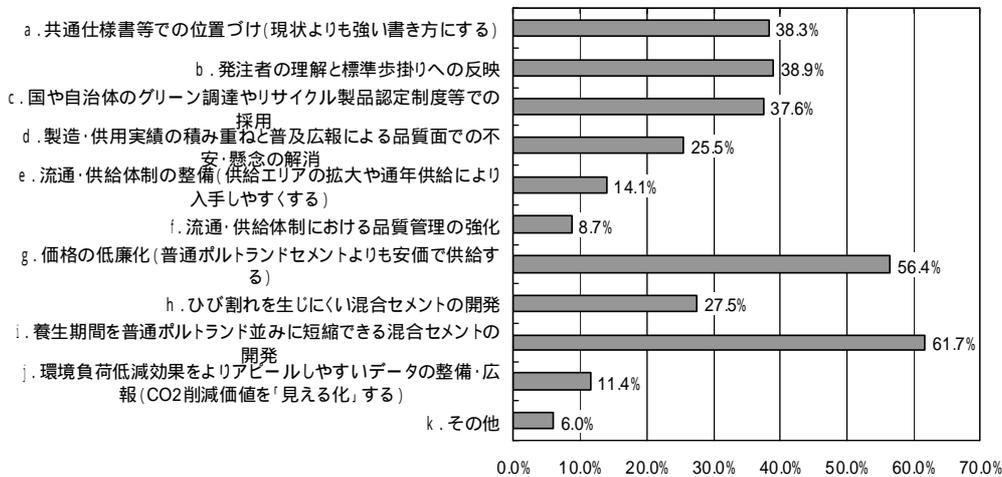


図 3-2-2-18 混合セメントの使用拡大を図るための条件（有効回答数 149）

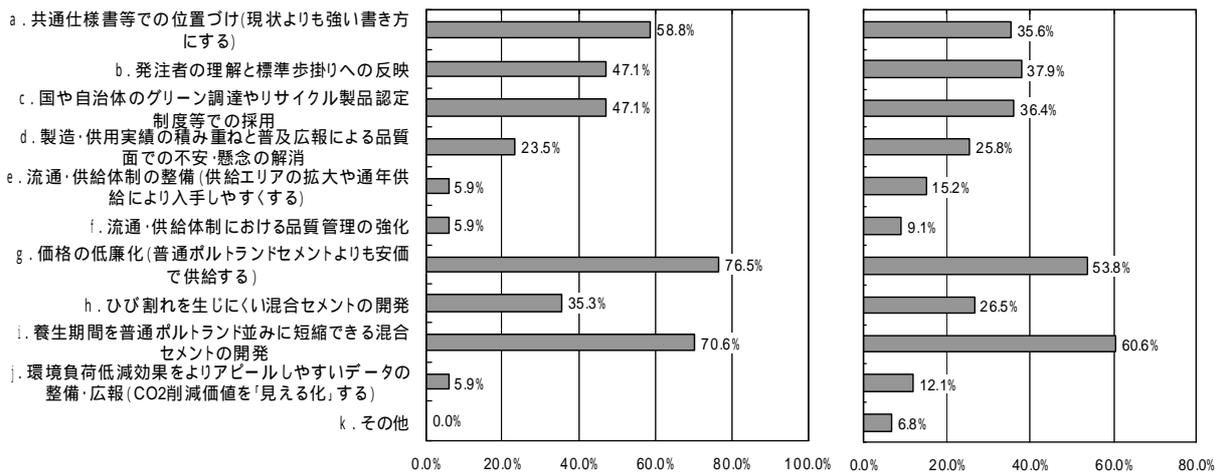


図 3-2-2-19 混合セメントの使用拡大を図るための条件
（通常常備者：有効回答数 17 件）

図 3-2-2-20 混合セメントの使用拡大を図るための条件
（非通常常備者：有効回答数 132 件）

(13) 混合セメントを導入する場合に必要な準備

「新たな混合セメントが開発・導入され、御社でも原材料として使用することになった場合、新たにどのような投資・準備が必要になると思うか」という設問に対しては、「混合セメント専用サイロの整備」が最も多く、有効回答数の 71.8%となった。その他、「コンクリート配合設計の見直し・社内標準化」が 67.8%、「JIS 認証に係る諸手続き」が 58.4%で続いた。

「不況の時代、零細企業の維持存続のためには投資には限界がある」といった意見もあった。

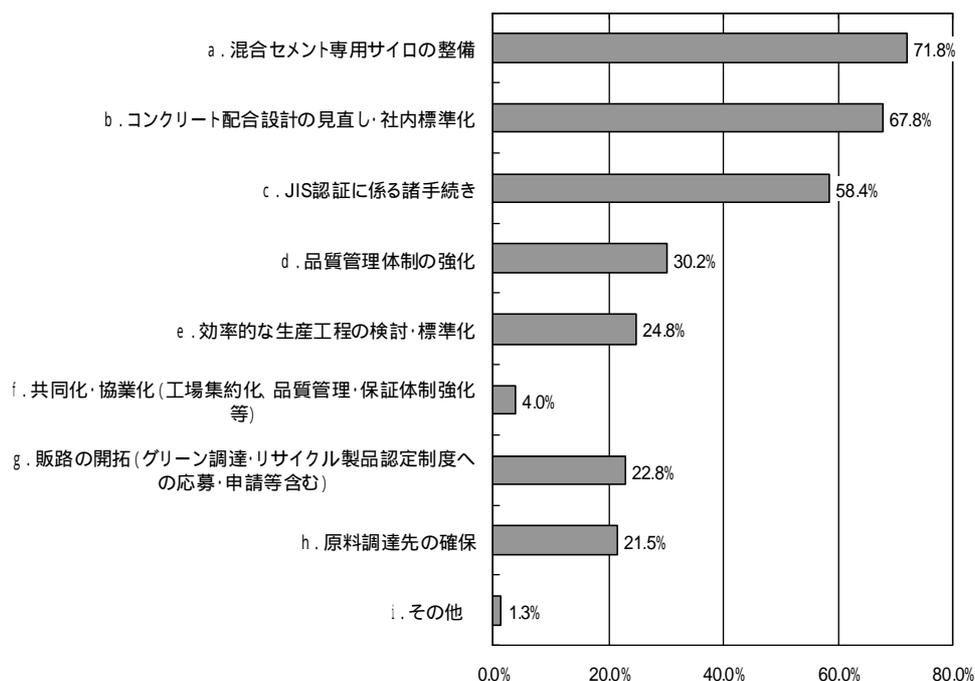


図 3-2-2-21 新たな混合セメント導入時に必要となる投資・準備 (有効回答数 149)

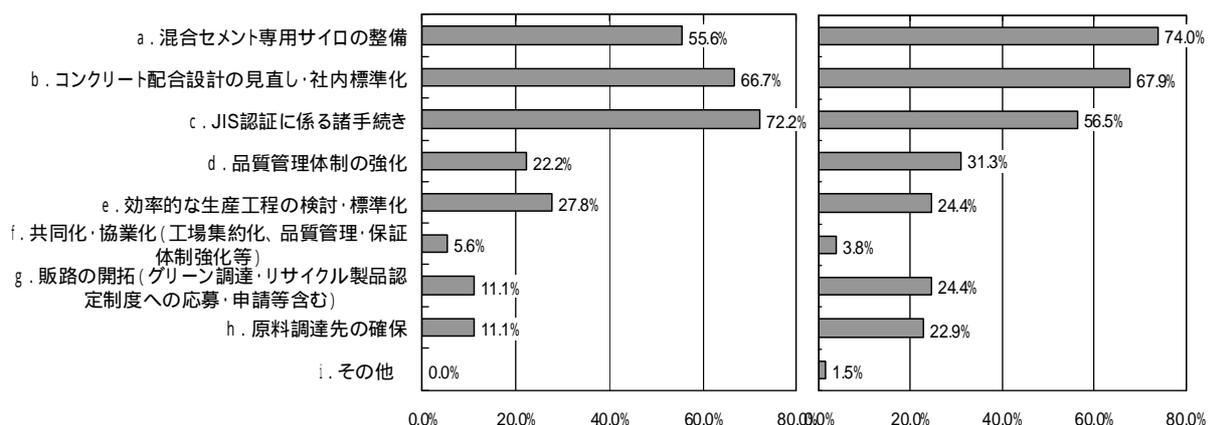


図 3-2-2-22 新たな混合セメント導入時に必要となる投資・準備 (通常常備者：有効回答数 18件)

図 3-2-2-23 新たな混合セメント導入時に必要となる投資・準備 (非通常常備者：有効回答数 131件)

(14) 混合セメント以外の省エネ・CO₂削減方策

混合セメント以外の省エネ・CO₂削減方策として寄せられた意見は、養生関連、養生の熱源、リサイクル関連、混和材、品質、その他に区分することができた。養生関連では、「養生蒸気を必要としない混和材の開発」、「養生環境の改善」等が挙げられた。養生の熱源としては、「省エネボイラーの導入」、「自然エネルギーの導入」、「富配合によって発生する水和熱を用いる」等が挙げられた。品質の面では、「製品強度の見直し」、「JIS Q 1012：プレキャストコンクリート製品への表記」等の意見があった。その他の意見としては、「発注者側の理解」、「運搬車両でのCO₂削減」、「生コン工場で高炉スラグを購入する」が寄せられた。

表 3-2-2-7 混合セメント以外の省エネ・CO₂削減方策

No	区分	具体的方策（例）
1	養生関連	蒸気養生不要となる混和材料の開発。国や自治体による工期・費用面で支援措置。
2		蒸気養生に代わる養生方法の開発
3		セメントの初期強度が高くなれば養生に使う重油等の消費を減らせる
4		養生設備の保温性改善
5		大型の鋼製型枠の蒸気養生でシートの間隙等から漏れた蒸気の再利用
6		季節に合った適正養生の実施
7		蒸気養生に変わる早期脱型可能な安価な混和材の開発
8		混合セメントよりも蒸気養生をしなくてもよいセメント又は時間を短く出来るセメントや混和材料の開発
9		安価でセメント品質に悪影響を与えない硬化促進剤の開発
10		断熱性の高いシートの開発や養生室の断熱化等促進
11	養生の熱源	省エネボイラーの導入
12		太陽熱を利用したビニールハウス養生
13		養生温度自動管理システム導入によるボイラー燃焼量の削減
14		水和熱を利用した養生法によるボイラー熱源の削減
15	リサイクル関連	不良製品の再生骨材としての利用
16	混和材	生コンクリートの硬化促進と脱型強度 150N/mm ² が 2～3 時間で得られる混和材の開発
17	品質	製品強度の見直し、それによる養生方法
18		JIS Q 1012：プレキャストコンクリート製品への表記
19		安価な超早強コンクリートの開発
20	その他	工事発注者の理解と、設備投資等によるコストアップの製品価格への転嫁
21		地産地消による運搬車両からの CO ₂ 削減
22		生コン工場で高炉スラグの混合における JIS 出荷
23		温暖化対策の思想教育の徹底
24		市場規模の縮小
25		外観に対する発注者の理解
26		即時脱型製品の普及

類似回答は一部集約

3.2.3 建設事業者のアンケート調査結果

・回答事業者の概要と混合セメント使用の概況

(1) 回答事業者の概要

本調査では全 55 社の建設事業者から回答を得ることができた。
業種内訳としては、土木建築工事業（土木工事業と建築工事業の両方にチェックをつけた回答及び「総合建設業」回答 1 社）が 47 社、土木工事業のみが 5 社、建築工事業のみが 2 社、専門工事業が 5 社（うちコンクリート工事業は 1 社）であった。

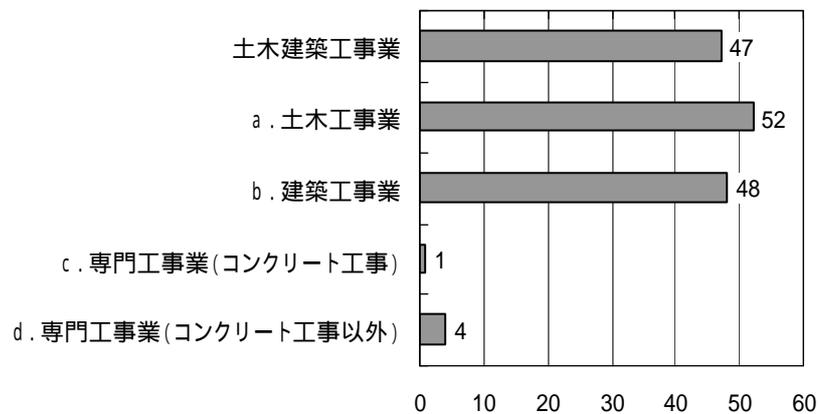


図 3-2-3-1 回答事業者の業種区分（有効回答数：55、複数回答可）

回答事業者の資本金規模は、「10億円以上50億円以下」が有効回答の25.5%と比較的多いが、ほぼ万遍なく分布していることが分かる。

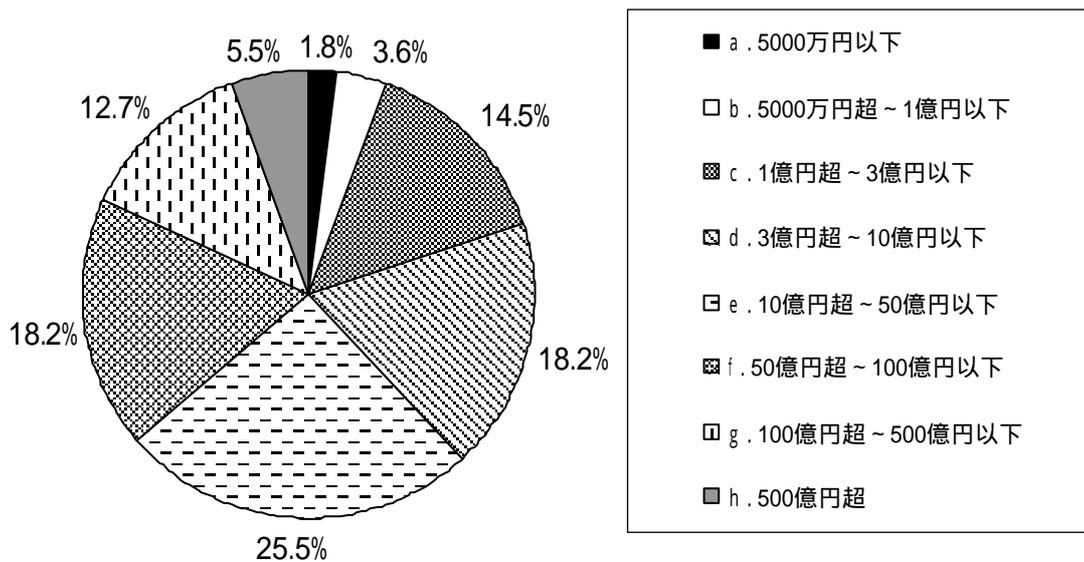


図 3-2-3-2 回答事業者の資本金規模（有効回答数：55）

回答事業者の従業員数についても、「301人以上1000人未満」が40.7%と比較的多いが、ほぼ万遍なく分布していることが分かる。

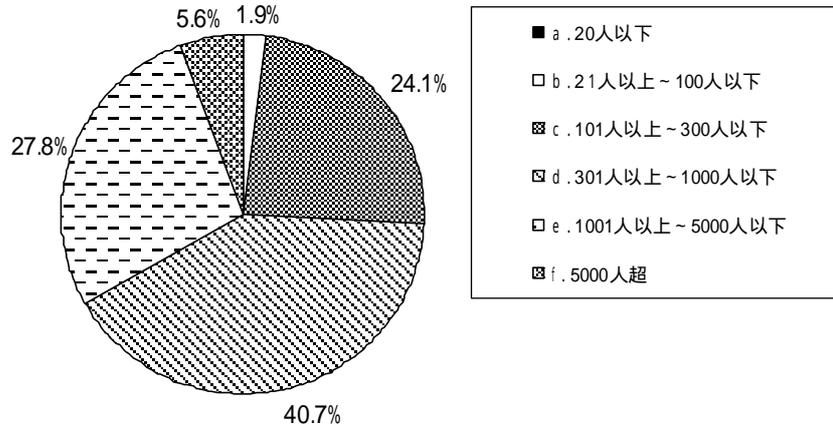


図 3-2-3-3 回答事業者の従業員数（有効回答数： 54）

回答企業のグループ企業については、「生コン製造業を営むグループ企業がある」事業者が3社、コンクリート製品製造業を営むグループ企業がある」事業者が6社あった。回答者の業務分野としては、土木分野が33.3%、建築分野16.7%、土木・建築両方が50.0%であった。

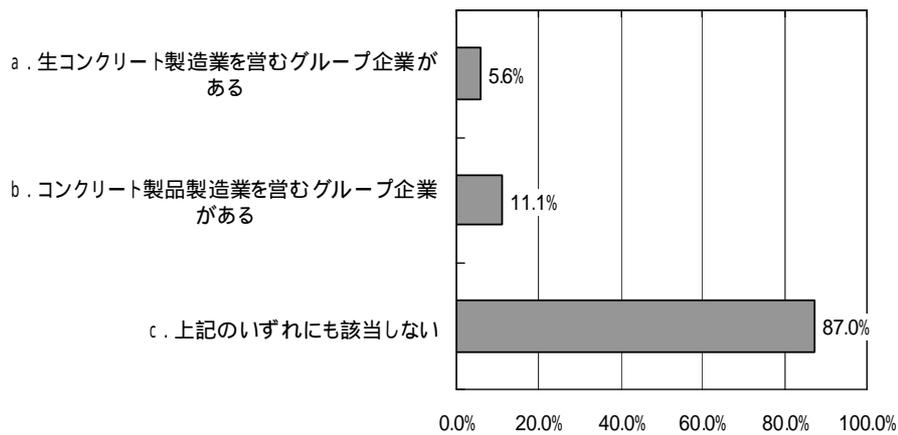


図 3-2-3-4 回答企業のグループ企業（有効回答数：54）

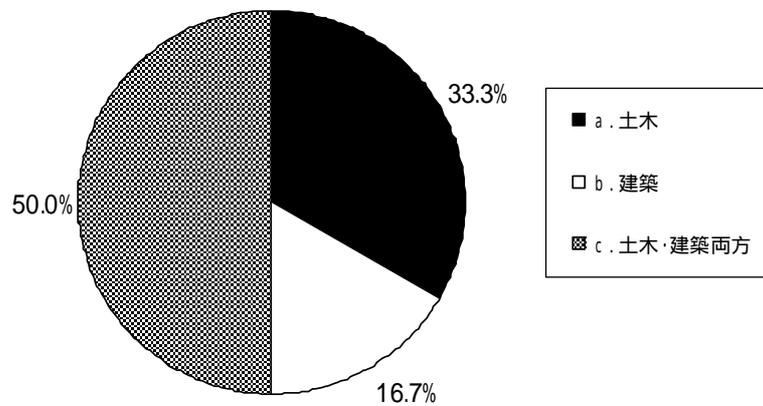


図 3-2-3-5 回答担当者の業務分野（有効回答数：54）

(2) 混合セメントの使用実績について

高炉セメントの使用実績としては、高炉B種を「通年で様々な構造物の部位に使用している」という企業が有効回答の60.4%を占め、24.5%は「年間を通じて一部の構造物の部位に限って使用している」と回答している。高炉A種は「一部の構造物に限って使用」は有効回答の2.9%と低く、高炉C種に至っては「使用していない」が100%となっている。

フライアッシュセメントでは「B種」については、何らかの形で使用している事業者が23.6%あったが、それ以外はほとんど使用されていないことが分かる。

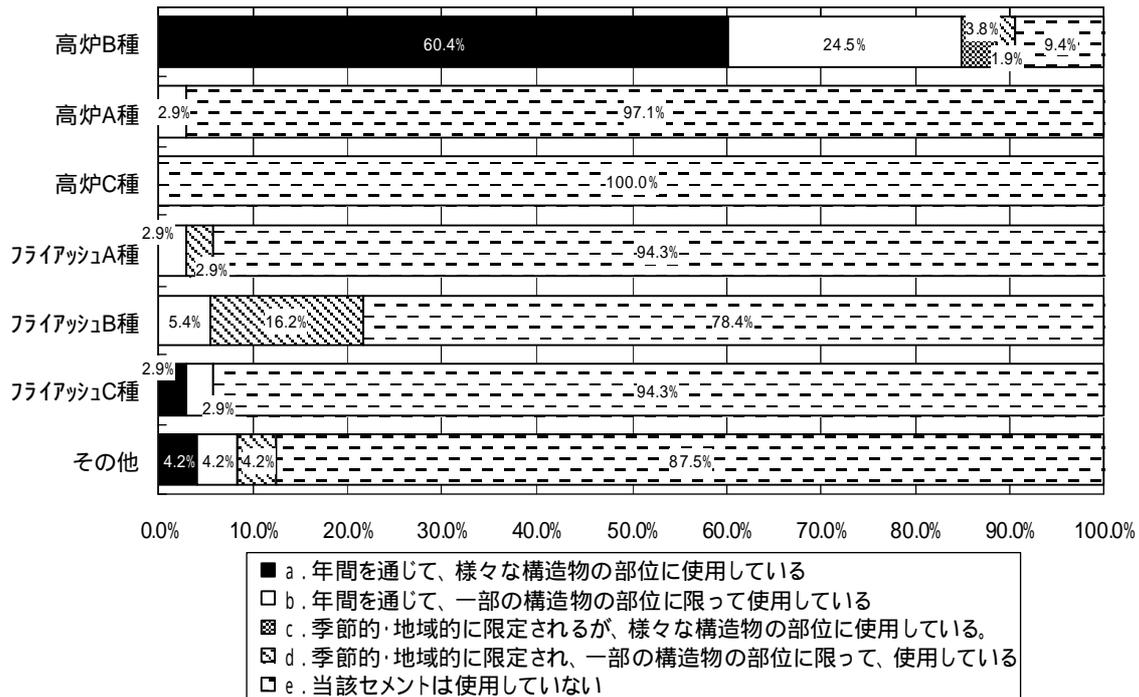


図 3-2-3-6 混合セメントの使用実績 (有効回答数 : 54)

・ 建築工事における混合セメント使用について

(1) 高炉セメントの使用部位・工種

高炉セメントの使用実績のある部位・工種として、「通常使用されている」という回答が多かったのは、「(3)場所打ち杭」で25.6%、「使用実績がある」を合わせると有効回答の65.1%となる。次いで多いのは「(5)基礎・耐圧版」の47.6%、「(6)地中梁」の46.3%、「(7)ラップルコンクリート」の40.5%といった順になる。「(4)連続地中壁」は「通常使用されている」は22.0%と比較的多いが、「一部で使用実績がある」の比率が小さい、といった傾向も見られる。

逆に、「高炉セメントの使用は適さない」は「上部構造」がもっとも多く51.3%、ついで「RC擁壁」が20.5%となっている。

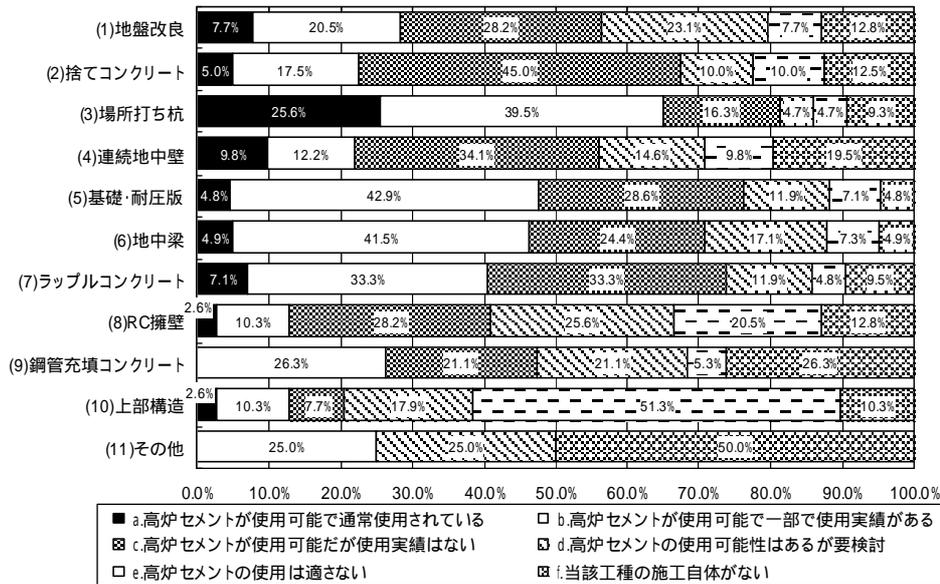


図 3-2-3-7 高炉セメントの使用部位・工種（有効回答数：44）

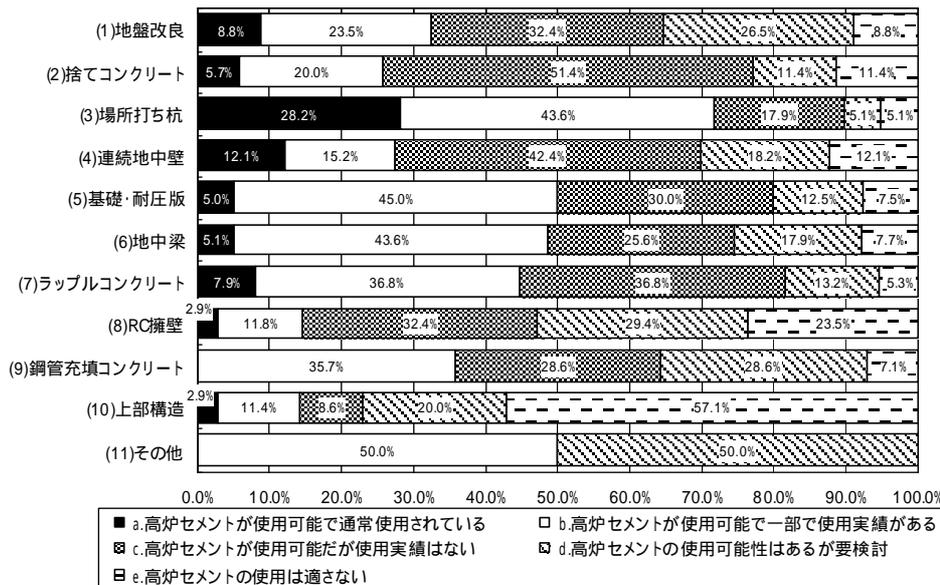


図 3-2-3-8 高炉セメントの使用部位・工種
「当該工種の施工自体が無い」を除いたグラフ

(2) 高炉セメントの採用理由

高炉セメントを「通常」または「一部」に使用している場合に、その採用理由を尋ねたところ、「コスト削減につながるから」がもっとも多く有効回答者の 57.1%、次に「共通仕様書・積算基準等で高炉セメントを使用することとされているから」が 54.3%、「高炉セメントの特性を活かせるから」と「環境負荷低減につながるから（再生資源を使用している点を評価）」が 45.7%で続いた。「環境負荷低減につながるから（セメント生産工程での省エネ・CO₂削減効果を評価）」は有効回答の 22.9%しかなく、現状では省エネ・CO₂削減は採用のきっかけになることは少ないことが分かる。

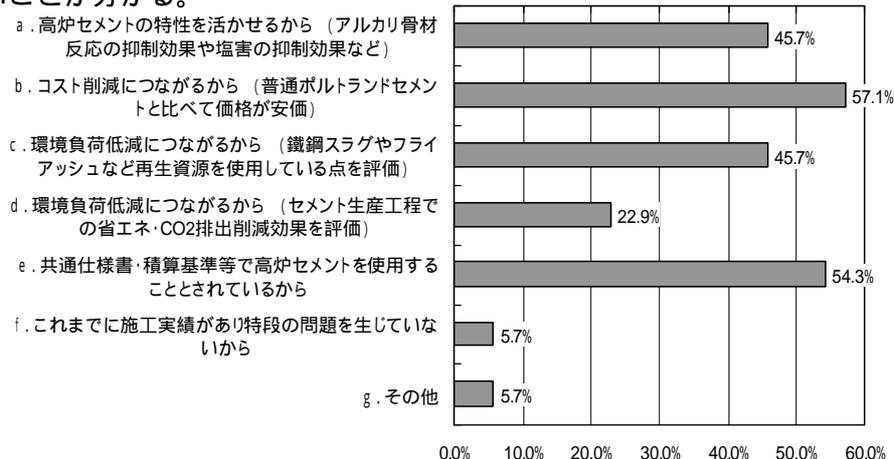


図 3-2-3-9 高炉セメントの採用理由（有効回答数：35）

(3) 高炉セメント使用上の問題点

「通常」あるいは一部に使用実績がある場合、「高炉セメントを使用したところ問題が発生したことがあるか」という設問に対しては、「特に問題なし」が有効回答の 69.7%であった。「建築物の品質面で問題が生じた」という回答は 24.2%、「工期または費用面で問題が生じた」という回答は 12.1%であった。

具体的な品質面での問題(記述式)としては、「仕上面の色がポルトランドセメントと異なる」、「強度の発現が遅い」、「乾燥収縮が大きくひび割れを生じた」、「場所打杭の杭頭が強度不足となった」、「場所打ち杭の際の生コンのゲル化」、「レイタンスが多い」、「調合強度を 56 日とした時に強度不足が発生」といった問題が挙げられた。

具体的な工期または費用面での問題としては、「養生期間を長くとる必要がある」、「地方によっては安価でない場合がある」、「強度発現の遅延」、「期待するコストで納入できなかった」という問題が挙げられた。

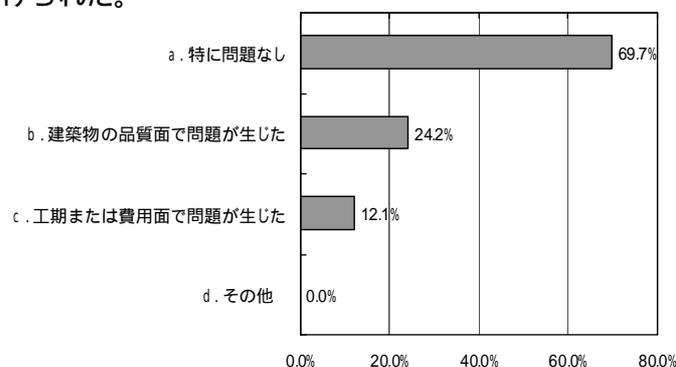


図 3-2-3-10 高炉セメント使用上の問題点（有効回答数：33）

「高炉セメントを使用可能と言い切れない理由は何か」という設問に対しては、「初期強度・養生期間」が最も多く、有効回答者の70.0%、次いで「中性化速度が速く耐久性に不安」が53.3%、「共通仕様書・積算基準等でポルトランドセメントを使用することとされているから」が46.7%で続いた。

「その他」(記述式)の回答では、「ポルトランドセメントの使用が設計図書で指定されている」、「建築確認申請の特記仕様書に記載されている」、「コンクリートとしての品質にばらつきがあるので使用しづらい」、「現状の高炉セメントは、初期強度を改善すると自己収縮が大きくなり、自己収縮を改善すると初期強度が小さくなるという関係にある。また、最近では、温度応力に対しても、優位性がないことが知られている。」、「地盤改良は専用の固化材(商品)が発売されているから」といった回答があった。

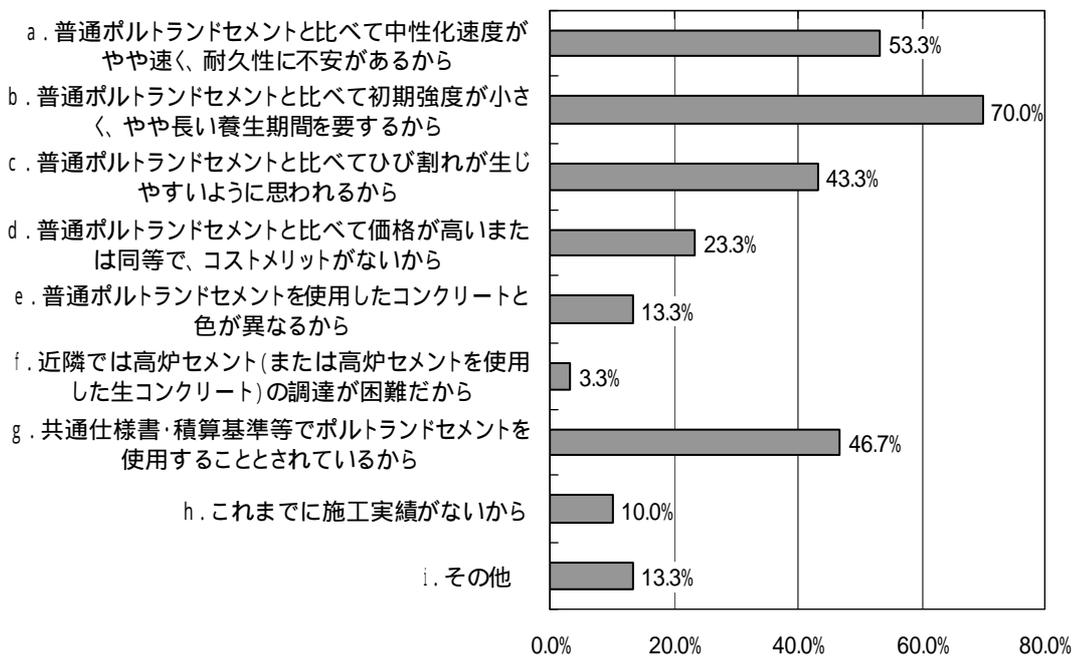


図 3-2-3-11 高炉セメントを使用可能と言い切れない理由は何か(有効回答数: 30)

(4) 混合セメントの課題解決事例

回答者から得られた「混合セメントの課題を解決した事例」を下表に示す。
 初期強度に対する事例が多く、「養生期間の長期化」や「管理材齢の長期化」等が挙げられた。
 ひび割れに対しては、「低発熱・収縮抑制型高炉セメントの使用」等が挙げられた。色の違いに
 対しては、「白色セメントを混合して調整した」という事例もあった。

表 3-2-3-1 混合セメントの課題を解決した事例

課題	a 中性化	b 初期強度・養生	c ひび割れ	d コストメリット	e 色の違い	f 調達困難	g 仕様書の規定	h 施工実績	i その他
解決事例									
水セメントを低減する、高炉スラグのセメント換算係数を 0.7 として水給合材比を評価。									
冬季施工時は、普通ポルトランドセメントにする。									
アース杭で高炉使用のため、監理者から養生期間（28 56 日）の承認を得て使用した。									
コンクリート強度の管理材例を伸ばした（28 56 日）									
地下構造物の型枠支保上の在置期間中せき板をはずさず、十分養生できる状態だったので高炉 B 種での地下構造物を打設した。（養生期間が長くなると色むらがはげしくなった）									
十分な湿潤養生をほどこした。									
低発熱、収縮抑制型高炉セメントの使用。									
地下躯体(マスコン仕様)でひび割れが生じた事例があったため、別の物件では、温度応力解析を行い、ポルトランドセメントを用いた。通常の高炉セメント B 種は初期強度改良のため、初期温度上昇はポルトランドセメントよりゆるやかだが最終断熱温度上昇は B 種の方が高い場合もある。マスコンには「マスコン型」の高炉セメントを用いる必要がある。									
N と B B でコストメリットのある場合のみ B B を使用した。									
白色セメント混合による調整。									
施工監理者と打ち合わせをし、高炉セメントの有益性を主張することで使用を認めて頂いたケースあり。									
場所打ち杭に高炉セメント B 種を使用したところ、ベントナイトとの相性が悪いのか、コンクリートがゲル化してしまい使用を中止。									
冬場に基礎地中梁を施工した際、高炉セメント B 種にて 56 日材齢管理を施工したところ、X デーになっても強度が出ず工期が遅延した。その後冬場での高炉セメント B 種を使用する場合は 28 日材齢管理をすることにした。									

(5) 混合セメントの使用実績

建築工事における混合セメントの使用実績について、20社から回答が得られた。

セメントとしての使用は0~7%であり、単純平均は1.9%、加重平均は6.4%となった。

生コンクリートとしての使用は0~30%であり、単純平均は8.6%、加重平均は13.4%となった。

プレキャストコンクリート製品で混合セメントを使用しているという回答はゼロであった。

表 3-2-3-2 混合セメントの使用実績（建築）

建設事業者 (建築)	セメントとして(固化材を含む)			生コンクリートとして			プレキャストコンクリート製品として		
	セメントの総 使用量	うち混合セ メントの比率 (概数)	混合セメント 推定数量	生コンクリート の総使用量	うち混合セ メントを用いた 生コンクリート の比率 (概数)	混合セメント 推定数量	プレキャストコン クリート製品の 総使用量	うち混合セメント を用いたプレキ ャストコンクリート 製品の比率 (概数)	混合セメント 推定数量
	t	%	t	m ³	%	m ³	t	%	t
A社	5,000	5%	250	300,000	20%	60,000			
B社				46,000	0%				
C社				10,414	8%	781			
D社				597,111	2%	8,957			
E社				67,000	0%				
F社	12,500	0%		224,287	10%	22,429			
G社	1,160,000	7%	75,400	3,886,000	15%	598,444			
H社				7,145	0%				
I社	6,812	0%		22,709	0%				
J社	0			0			0		
K社				25,000	0%				
L社	125	0%		53,000	20%	10,600	200	0%	0
M社				119,000	4%	4,760			
N社				3,000	20%	600			
O社				26,998	9%	2,430			
P社				721,600	6%	43,296	62400	0%	0
Q社	0	0%		0	0%				
R社				5,750	30%	1,725			
S社				38,000	3%	1,140			
T社	0			1,563,000	18%	278,214	0		
使用件数	5		2	18		13	2		0
合計	1,184,437		75,650	7,716,014		1,033,375	62,600		0
単純平均	236,887	1.9%	37,825	428,667	8.6%	79,490	31,300	0.0%	0
加重平均		6.4%			13.4%			0.0%	

(6) 総合評価方式等による環境性能の評価について

「建築工事の委託先選定に当たり、建築物総合評価制度（CASBEE）²等により、建築物の環境性能に係る提案・届出を求められたことはあるか」という設問に対しては、「提案実績があり混合セメントの使用も盛り込んだ」と回答したのは有効回答の 26.2%であり、「提案実績があり混合セメントの使用を盛り込んだことはない」も同一の比率となった。「提案・届出の経験はない」が有効回答の 47.6%を占めた。

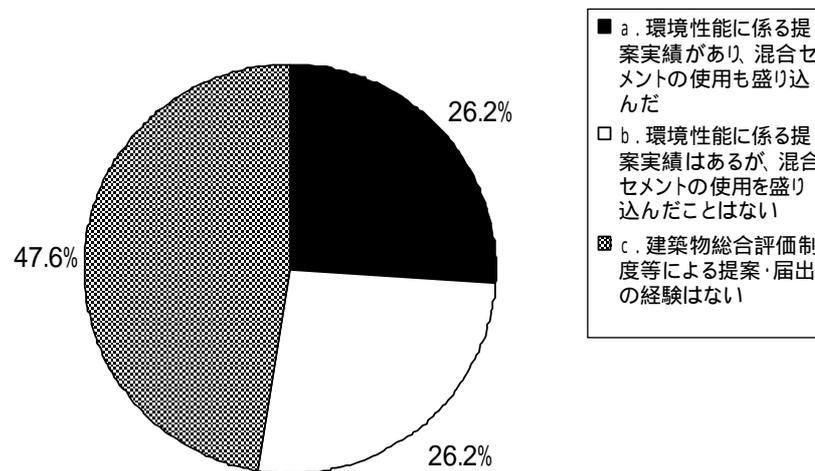


図 3-2-3-12 総合評価方式等による環境性能の評価について（有効回答数：42）

² CASBEE・・・建築物総合環境性能評価システム（Comprehensive Assessment System for Building Environmental Efficiency）の略称。省エネ性、省資源性、室内の快適性、景観への配慮等の側面から、建築物の環境性能を総合的に評価・格付けするツールのこと。

・土木工事における混合セメント使用について

(1) 高炉セメントの使用部位・工種

土木工事では、様々な部位や工種に対して高炉セメントが活用されている実態が分かる。「通常使用されている」という回答が特に多かったのは、「均しコンクリート」、「重力式擁壁」、「護岸基礎」、「笠コンクリート」、「帯コンクリート」、「護岸」といったところで、有効回答の50～60%程度で並んだ。

逆に、「高炉セメントの使用は適さない」ものとしては、「法枠」、「トンネルライニング」といったものが挙げられているが、有効回答としては10%程度であった。

「その他」としては、「ポンプ場」、「橋脚、下水処理場」が挙げられた。

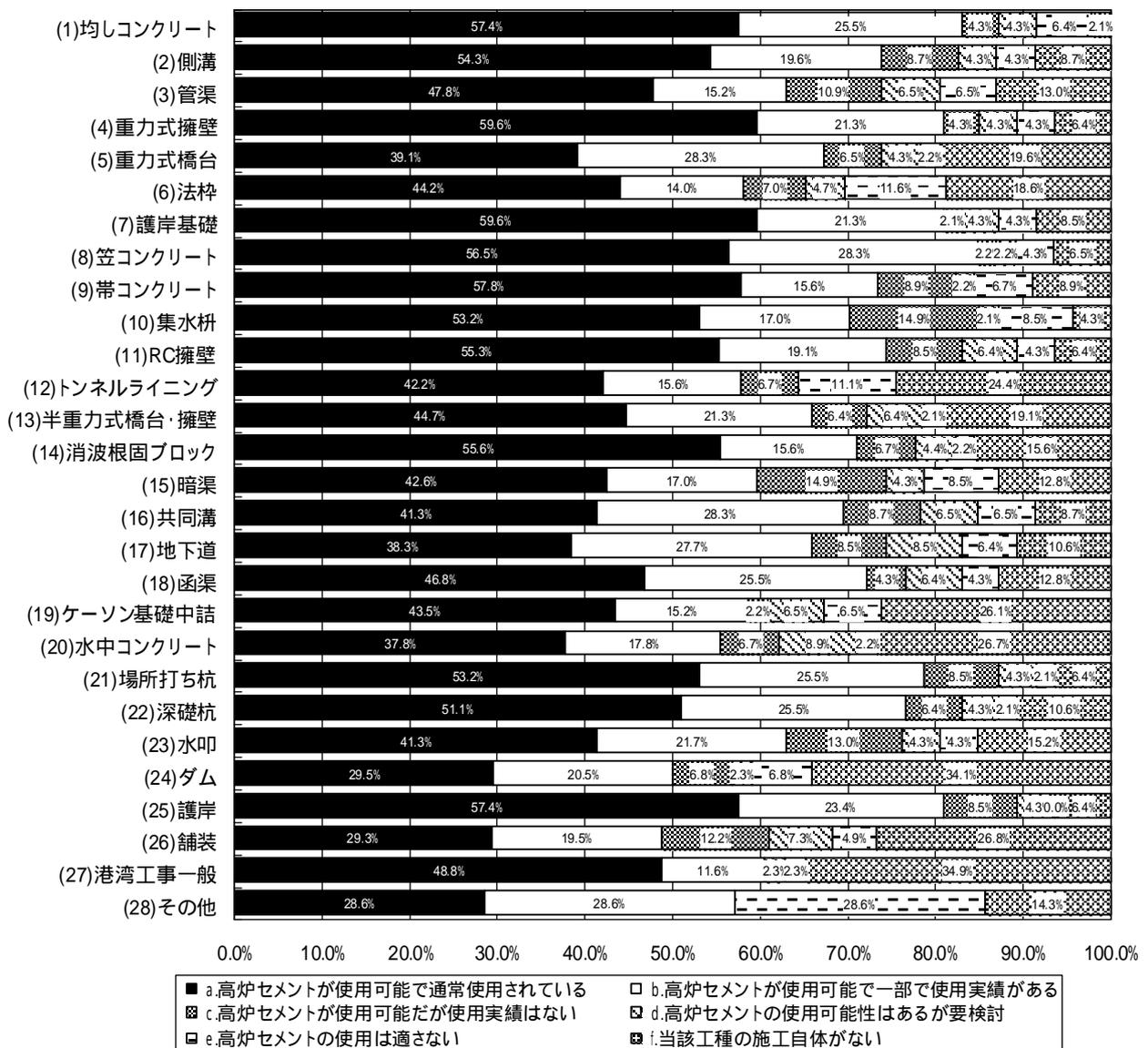


図 3-2-3-13 高炉セメントの使用部位・工種（有効回答数：49）

(2) 高炉セメントの採用理由

高炉セメントを「通常」または「一部」に使用している場合に、その採用理由を尋ねたところ、「共通仕様書・積算基準等で高炉セメントを使用することとされているから」という回答が圧倒的に多く有効回答者の97.8%となり、「高炉セメントの特性を活かせるから」の45.7%や「コスト削減につながるから」の30.4%、「環境負荷低減につながるから（再生資源を使用している点を評価）」の28.3%を大きく引き離す結果となった。

なお、「環境負荷低減につながるから（省エネ・CO₂削減効果を評価）」は有効回答の15.2%しかなかった。

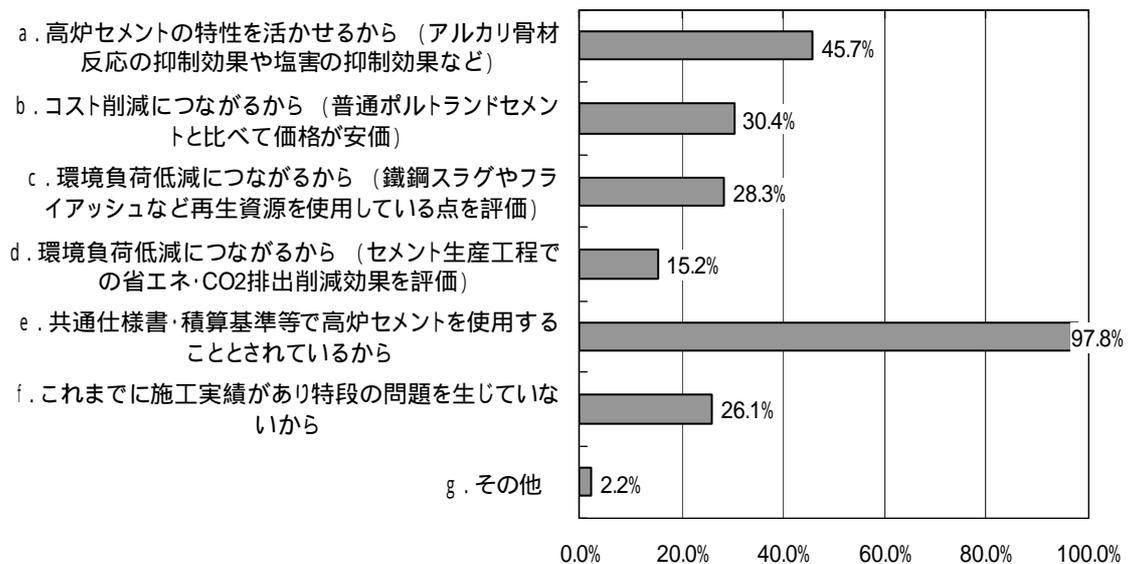


図 3-2-3-14 高炉セメントの採用理由（有効回答数：46）

(3) 高炉セメント使用上の問題点

「通常」あるいは一部に使用実績がある場合、高炉セメントを使用したところ問題が発生したことがあるか、という設問に対しては、「特に問題なし」が有効回答の63.0%であった。「構造物の品質面で問題が生じた」という回答は有効回答の32.6%あり、「工期または費用面で問題が生じた」という回答は10.9%であった。

品質面での具体的な課題としては、「ひび割れ」を挙げたものが7件(15.2%)あり、他には「設計基準強度の不足」、「ブリージング水の引きが悪く天端均しが遅くなったこと」等が挙げられた。

工期・費用面での具体的な課題としては、「養生期間(脱型までの時間を含む)が長くなることによる工費・工期の増大」を挙げるものが散見された。また、「年度末工事で工期を踏まえてポルトランドセメントに変更するケースが多く、費用が余分にかかる」といったものもあった。

「その他」の問題としては、「出来栄を見るとポルトランドセメントを使用した方が良い」というものがあった。

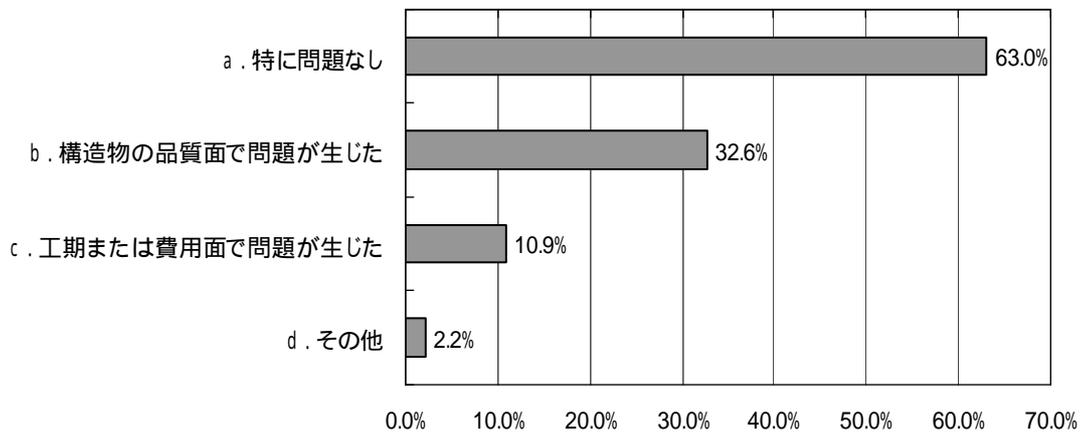


図 3-2-3-15 高炉セメント使用上の問題点 (有効回答数: 46)

「高炉セメントを使用可能と言い切れない理由は何か」という設問に対しては、「初期強度・養生期間」が最も多く、有効回答者の57.7%、次いで「共通仕様書・積算基準」が50.0%、「ひび割れ」が46.2%が高かった。

「その他」としては、「中庸熱他の混合セメントと比較してひび割れが発生しやすい」、「現状の高炉セメントは、初期強度を改善すると自己収縮が大きくなり、自己収縮を改善すると初期強度が小さくなる」という関係にある。また、最近では、温度応力に対しても、優位性がないことが知られている」といった回答があった。

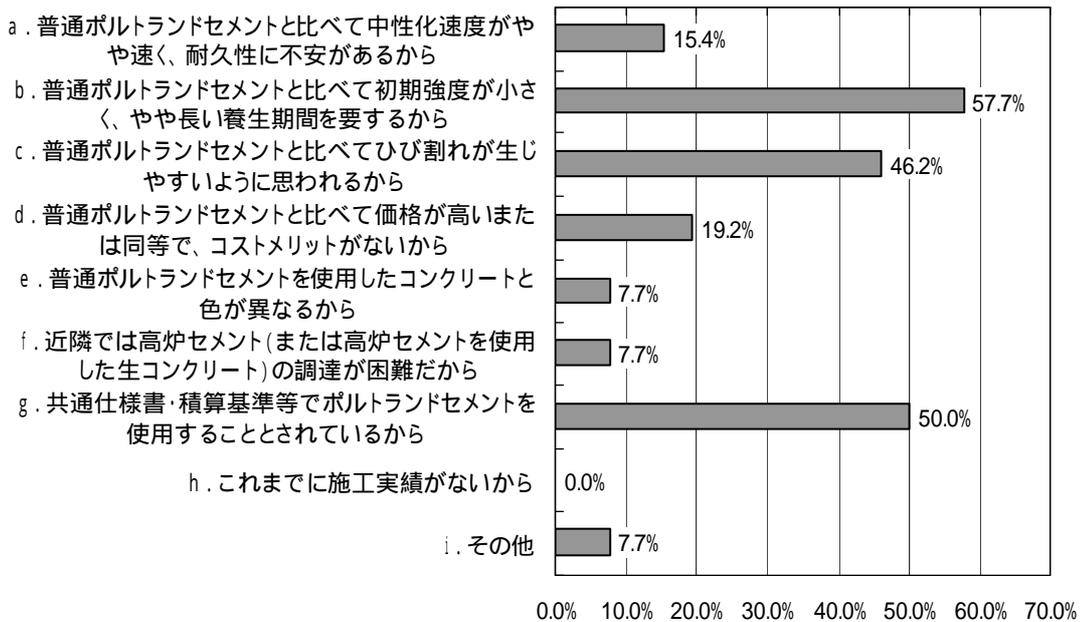


図 3-2-3-16 高炉セメントを使用可能と言い切れない理由は何か (有効回答数 26)

(4) 混合セメントの課題の解決事例

回答者から得られた「混合セメントの課題を解決した事例」を下表に示す。対応する課題は「初期強度・養生」と「ひび割れ」に区分される。

「初期強度・養生」に対しては、「水セメント比を小さくする」、「寒中養生や湿潤養生」等が挙げられたが、「工期短縮のためにポルトランドセメントに変更した」というものもあった。

「ひび割れ」に対しては、「保温養生」、「低発熱型のセメント利用」、「膨張材の使用」等が挙げられた。

なお、「初期強度・養生」と「ひび割れ」以外の課題（中性化、コストメリット、色の違い等）に対する解決事例は寄せられなかった。

表 3-2-3-3 混合セメントの課題を解決した事例

課題 解決事例	a 中 性 化	b 初 期 強 度 ・ 養 生	c ひ び 割 れ	d コ ス ト メ リ ッ ト	e 色 の 違 い	f 調 達 困 難	g 仕 様 書 の 規 定	h 施 工 実 績	i そ の 他
水セメント比の低減									
冬期は早めに寒中養生の準備をしておく									
養生をより慎重に行う（湿潤養生、保温養生の併用）									
混合セメントからポルトランドセメント等に変更する									
型枠脱型までの時間延長									
低発熱収縮抑制型高炉セメントの使用									
膨張材との併用									

類似の事例は一部集約している。

(5) 混合セメントの使用実績

土木工事における混合セメントの使用実績について、22社から回答が得られた。

セメントとしての使用は0～100%であり、単純平均は45.3%、加重平均は40.8%となった。

生コンクリートとしての使用も0～100%であり、単純平均は58.3%、加重平均は58.2%となった。

混合セメントを用いたプレキャストコンクリート製品の比率は、最大で40%、単純平均は5.2%、加重平均は10.3%であった。

表 3-2-3-4 混合セメントの使用実績（土木）

建設事業者 (土木)	セメントとして(固化材を含む)			生コンクリートとして			プレキャストコンクリート製品として		
	セメントの総 使用量	うち混合セ メントの比率 (概数)	混合セメント 推定数量	生コンクリート の総使用 量	うち混合セ メントを用い た生コンク リートの比率 (概数)	混合セメント 推定数量	プレキャストコン クリート製品の 総使用量	うち混合セメント を用いたプレキ ャストコンクリ ート製品の比率 (概数)	混合セメント 推定数量
	t	%	t	m ³	%	m ³	t	%	t
A社	5,000	15%	750	25,000	10%	2,500			
B社	2,760	60%	1,656	11,500	60%	6,900			
C社				13,932	92%	12,817			
D社				85	100%	85	954	0%	
E社	5,130	60%	3,078	45,700	43%	19,651			
F社				13,383	90%	12,045			
G社	1,450	0%		26,500	60%	15,900			
H社				500	30%	150			
I社	41,000	90%	36,900	118,634	3%	3,559	4,500	0%	
J社	1,800	100%	1,800	15,000	98%	14,700	500	5%	25
K社		0%			0%			0%	
L社	660	0%		2,719	86%	2,346	0	0%	
M社	838	100%	838	5,792	62%	3,591			
N社	65,252	22%	14,355	197,404	60%	118,442	40,742	7%	2,852
O社				10,000	70%	7,000			
P社	30	0%		8,000	5%	400	30	0%	
Q社	36,626	30%	10,988	42,560	40%	17,024	7,298	40%	2,919
R社				22,300	90%	20,070			
S社	71,800	36%	25,848	463,300	38%	176,054	2,100	0%	
T社	100			15,000					
U社	1,185	100%	1,185	27,870	42%	11,622			
V社				350,000	98%	343,000			
W社	8,000	11%	880	99,200	94%	93,248			
X社	670	100%	670	5,000	70%	3,500		0%	
使用件数	16		12	23		22	7		3
合計	242,301		98,948	1,519,379		884,605	56,124		5,796
単純平均	15,144	45.3%	8,246	66,060	58.3%	40,209	8,018	5.2%	1,932
加重平均		40.8%			58.2%			10.3%	

(6) 総合評価方式等による環境性能の評価について

「土木工事の委託先選定に当たり、総合評価制度等により、建築物の環境性能に係る提案・届出を求められたことはありますか」という設問に対しては、「提案実績があり混合セメントの使用も盛り込んだ」と回答したのは有効回答の 20.5%であり、「提案実績があり混合セメントの使用を盛り込んだことはない」は 40.9%、「総合評価方式の経験はあるが環境性能に関する提案を盛り込んだことはない」が 22.7%、「提案・届出の経験はない」が有効回答の 15.9%を占めた。

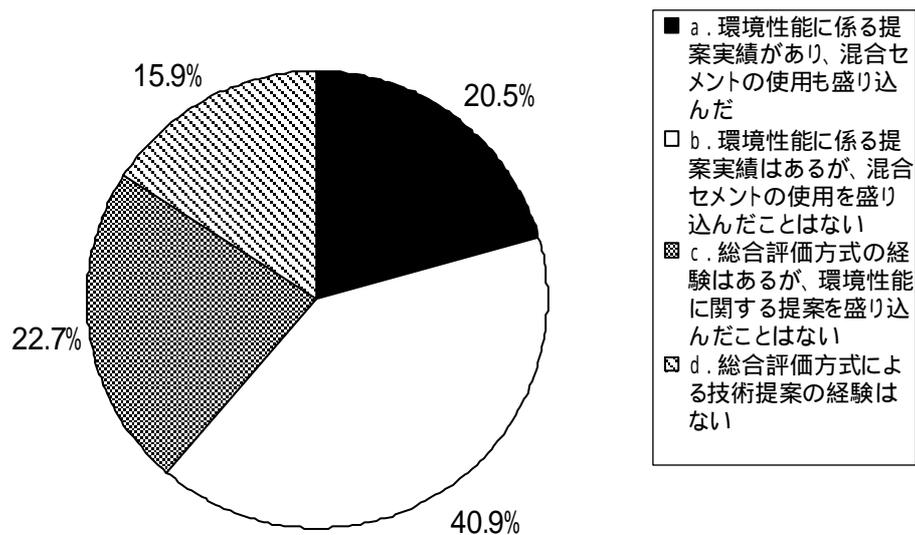


図 3-2-3-17 総合評価制度等による環境性能に係る提案・届出状況（有効回答数：44）

・混合セメント使用拡大の可能性について

(1) 混合セメントの温室効果ガス削減効果の認識

「混合セメントが省エネ・CO₂削減につながることを知っているか」という設問に対しては、「知っていた」という回答は有効回答の63.0%をしめた。これを資本金別に見ると、若干だが大手事業者の方が認識度が高いことが分かる。情報源としては、学会誌、協会誌や協会のホームページ、専門書、各種技術資料、メーカーカタログ、大学での講義、インターネット等が挙げられている。

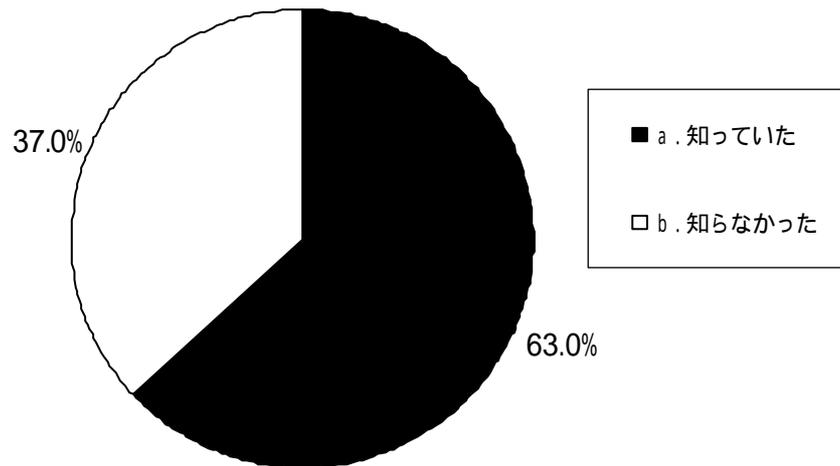


図 3-2-3-18 混合セメントの温室効果ガス削減効果の認識（有効回答数：54）

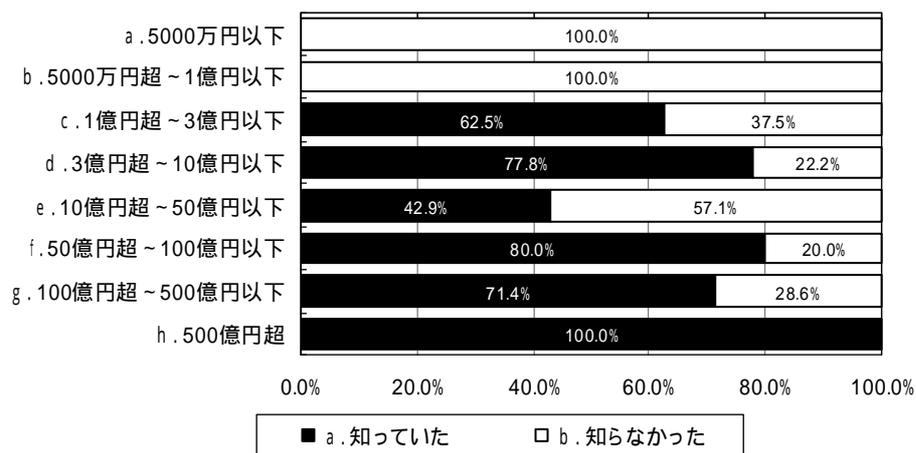


図 3-2-3-19 混合セメントの温室効果ガス削減効果の認識（資本金規模別）

(2) 将来の利用拡大の可能性

「混合セメントの省エネ・CO₂削減効果が広く知られれば、混合セメントの使用も拡がると思うか、という設問に対しては、「拡がると思う」は有効回答の 7.8%に過ぎず、「条件によっては拡がると思う」が 72.5%を占めた。

これを資本金別に見ると、「拡がると思う」と回答しているのは、50億円～100億円及び1～3億円の階層で若干多いが、それよりも上もしくは下の階層では「条件によって」と「拡がるとは思わない」に分かれていることが分かる。業種別で見ると、土木事業者の方が建築事業者よりも若干だが、拡がると考えている層が多い。

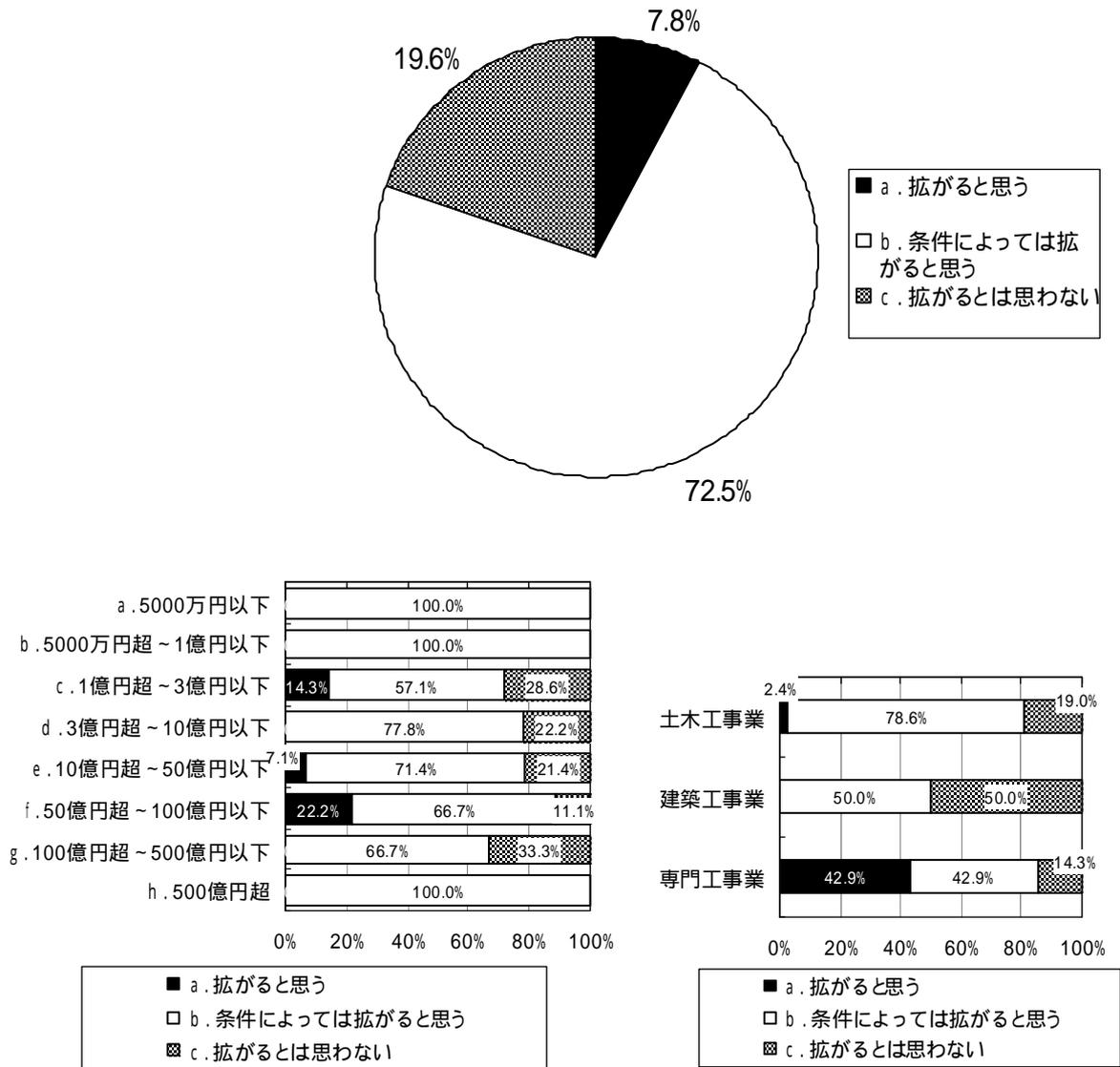


図 3-2-3-20 省エネ・CO₂削減効果による混合セメントの使用拡大の可能性（有効回答数：51）

「拡がると思わない」理由としては、「省エネ・CO₂削減効果があるというだけでは採用の決め手にはならない」という回答が多く、有効回答の50.0%となり、次に「共通仕様書・積算基準等で混合セメントの使用が位置づけられていない」が42.9%、「施工・供用実績が少なく品質面での不安・懸念がある」が35.7%となった。「その他」(記述式)の回答としては、ひび割れに対する懸念、住宅性能表示での使用制限、品質変動への抵抗、発注者や設計者の理解、対応可能なプラントがない、等が挙げられた。

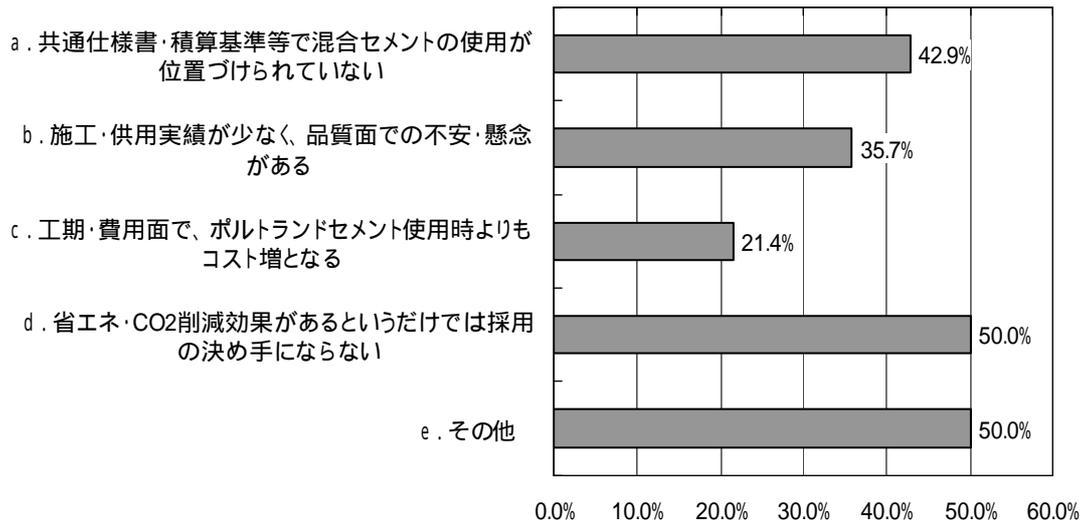


図 3-2-3-21 「拡がると思わない」理由 (有効回答数：14)

(3) 技術開発の実施状況

「混合セメントや混和材の使用率拡大に向けた技術開発に対して、実際に「進めている」と回答した事業者は有効回答の15.1%であるが、「考えている」を含めて有効回答の28.3%程度であった。具体的な事例としては、上部工や吹付けコンクリートへの適用等が挙げられている。またフライアッシュに関する技術開発を挙げる例もあった。

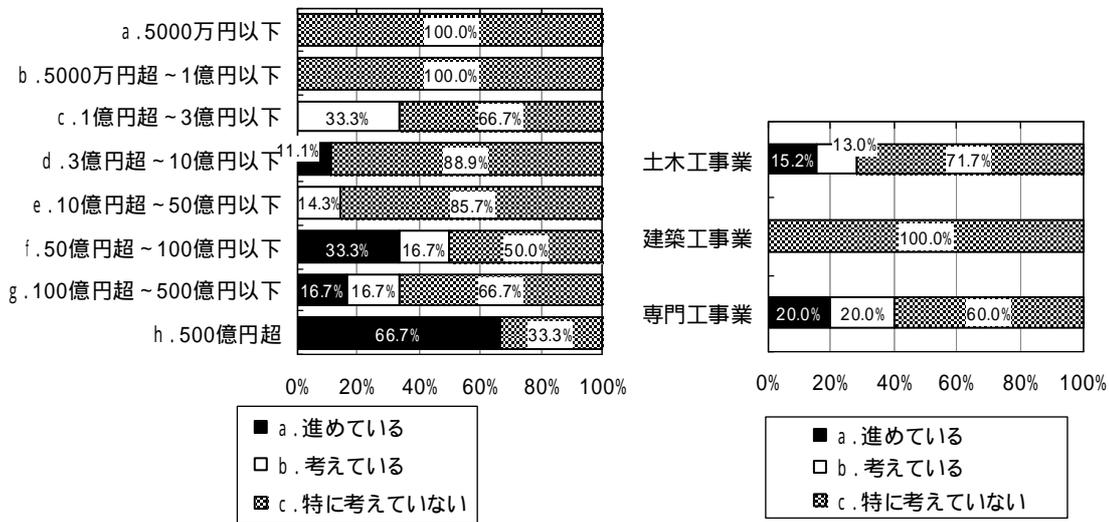
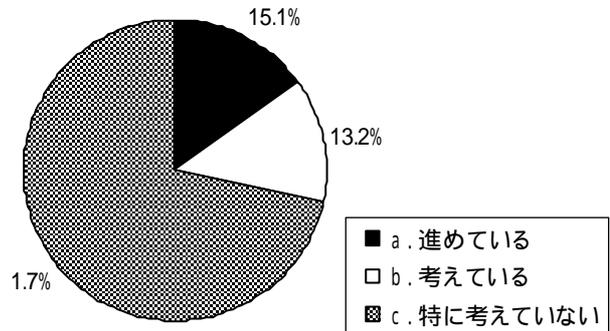


図 3-2-3-22 関連技術開発の実施状況 (有効回答数：51)

表 3-2-3-5 実施あるいは検討されている技術開発事例

区分	具体例
進めている技術開発事例	<ul style="list-style-type: none"> ・高炉セメント・フライアッシュを使用した吹付けコンクリート ・低発熱、収縮抑制型高炉セメントを使用したコンクリートの施工検証 ・石炭灰を混和材としたコンクリート ・フライアッシュの有効利用(土木工事) ・フライアッシュを事前混合した砕砂の実用化研究 ・フライアッシュの大量使用 ・橋梁上部工への適用性確認実験を行った ・建築物の基礎・地中梁への高炉セメントの使用を進めている
考えている技術開発事例	<ul style="list-style-type: none"> ・自社開発は難しいが開発された技術は積極的に取り入れたい ・フライアッシュの混和を試験的に実施している ・使用部位等を限定し、効果の有効性を確認したいが、適切な物件がないため、今のところ具体例はない ・フライアッシュの有効利用、CSG ダムでの使用 ・高炉B種セメントの流動化処理土への適用 ・トンネル吹付けコンクリートへの適用、ダム堤体コンクリートへの適用

(4) 混合セメント使用拡大のための条件

「今後、混合セメントの使用拡大を図っていくためには、どのような条件を満たす必要があると思うか」という設問に対しては、「共通仕様書等での位置づけ」が最も多くて67.9%、「ひび割れを生じにくい混合セメントの開発」が66.0%、「価格の低廉化」が64.2%であった。

「その他」(記述式)では、「住宅性能表示取得の際の条件改善」、「適用できる構造物とできない構造物の明確化」、「ひび割れ等の不具合が発生しやすいことの発注者及び施工者理解」、「不具合を施工者責任としない体制づくり」、「法律、省令、告示等での適用義務化(例えば場所打杭では100%)」、「生コンプラントの設備投資(サイロの増設)」といった意見があった。

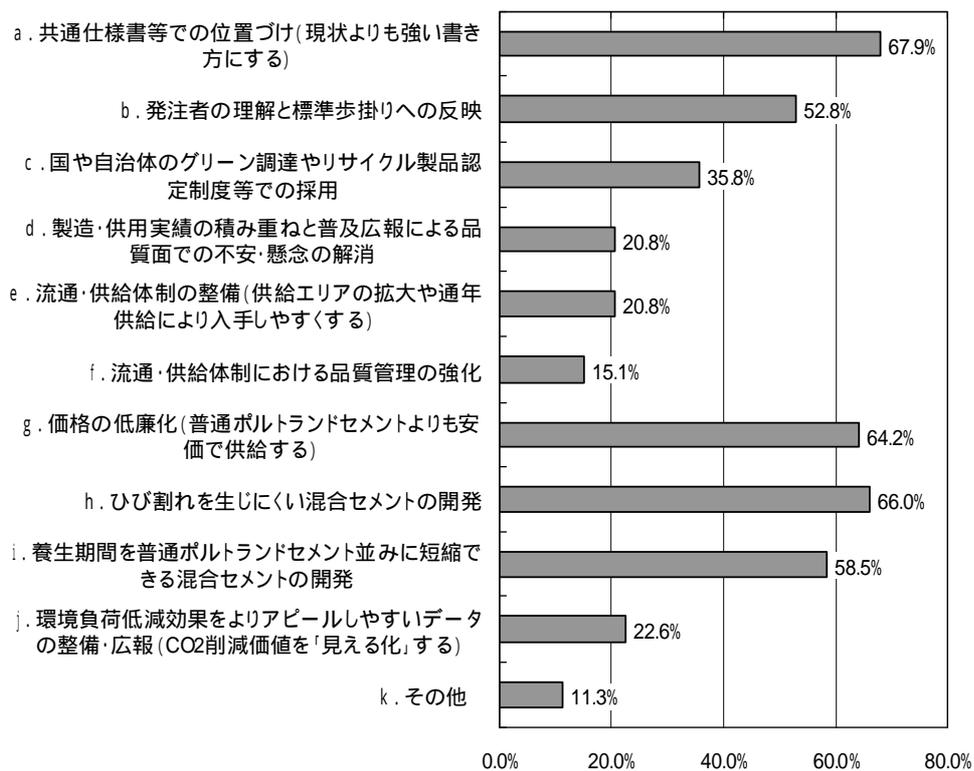


図 3-2-3-23 混合セメント使用拡大のための条件 (有効回答数: 53)

前設問の「混合セメント普及拡大の条件」を、データをポイント化して、業種区別に示したグラフを下図に示す。

これによると、土木工事業では比較的万遍なくチェックされているのに対して、建築工事業では、「標準仕様書等での位置づけ」と「ひび割れを生じにくい混合セメントの開発」が少し目立つ結果となっている。

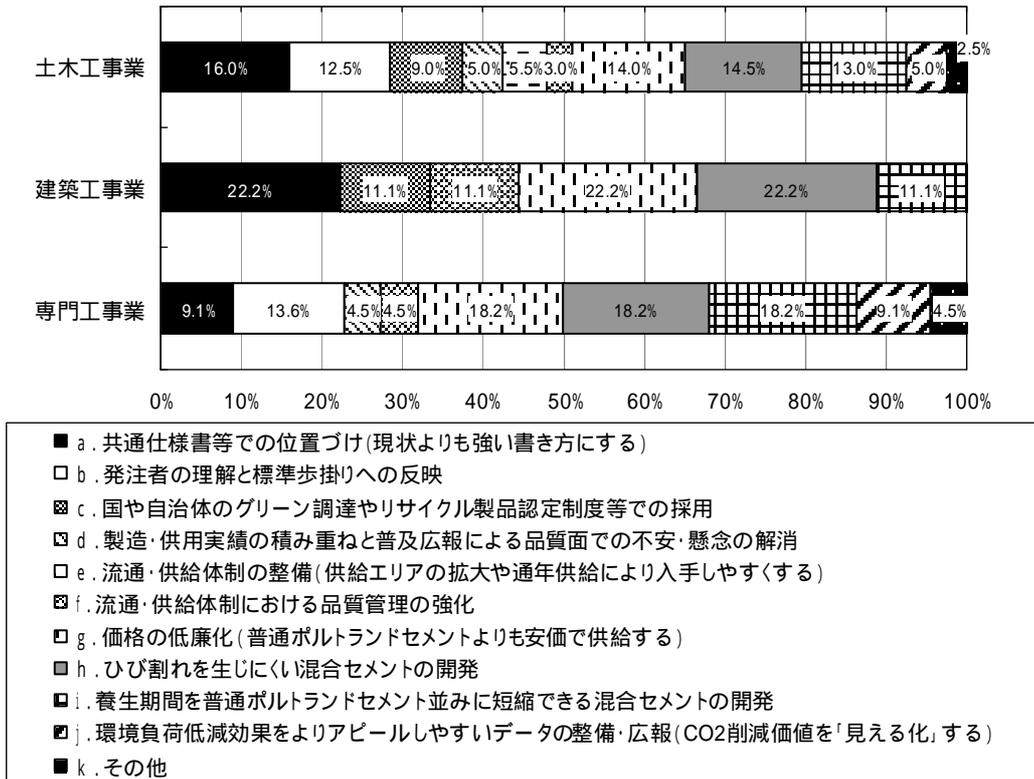


図 3-2-3-24 混合セメント普及拡大の条件（業種区分別）
土木建築工事業はデータから除いている

(5) 新たな混合セメント導入時に必要な投資・準備

「もし新たな混合セメントが開発・導入され、御社でも原材料として使用することになった場合、新たにどのような投資・準備が必要になると思うか」という設問に対しては、「新たな対応は特段必要ない」という回答が最も多く、有効回答数の54.5%、次いで「設計・施工要員の教育」が36.4%、「効率的な作業方法の検討・標準化」が27.3%となった。

「その他」(記述式)では、「用途・調合に関する社内指針の策定」、「生コンプラントによるセメントサイロの確保」という回答があった。

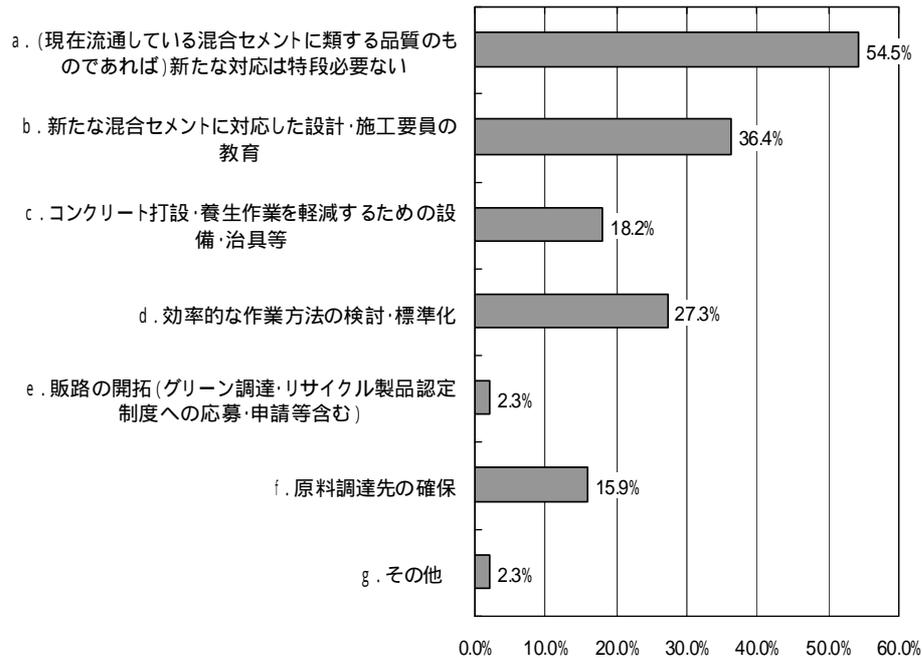


図 3-2-3-25 新たな混合セメント導入に投資・準備(有効回答数: 44)

(6) 混合セメント以外の省エネ・CO₂削減方策

混合セメント以外の省エネ・CO₂削減方策として寄せられた意見は、運搬関連、品質・施工法関連、リサイクル関連、その他に区分することができた。品質・施工法関連では「特殊養生マット」、「高炉セメントの弱点を解消するような混和材」、「自己充填に優れたコンクリート」等が挙げられた。リサイクル関連では「エコセメントや再生骨材の利用」や「残コンの処理」、「解体におけるCO₂削減」等の意見があった。その他としては、「LCCO₂を意識した材料選定」等が挙げられている。

表 3-2-3-6 混合セメント以外の省エネ・CO₂削減方策

No	区分	方策例
1	運搬関連	輸送・運搬に関わるCO ₂ の削減。
2	品質・施工法関連	セメント量が少量でも強度が発現するコンクリート。
3		保水性能、保水時間に優れた特殊養生マットの使用。
4		寒冷地域での冬期躯体（コンクリート工事）工事をできるだけ時期をずらし、ヒーター使用等の採暖養生によるCO ₂ 発生を削減する。
5		高炉セメントの弱点を解消するような混和材の開発。
6		高性能（高強度）Co と通常 Co に大別されるような設計仕様になり、通常 Co には、混和セメントが広く使用されるようになるのでは。
7		設計、施工技術の向上による材料使用量の削減。
8		養生不要なコンクリート、自己充填能力の優れているコンクリート。
9		耐久性向上の手段として、コンクリートの単位セメント量を多くするのではなく、コンクリート表面保護及び鉄筋の防錆の技術を開発普及させる必要がある。
10		リサイクル関連
11	再生骨材の積極的利用。	
12	残コンクリートの処理方法（転用可能な方法、工法等）。	
13	製造ではなく、解体作業に関わる省エネに検討の余地がある。	
14	再生骨材を使用する生コンクリートを構造体へ使用する研究プロジェクトの拡大。	
15	各自治体のごみ焼却場で発生するの焼却灰、固化物の利用促進の為に更なる研究（強度、ひび割れ）及び（仕様書の改訂（利用促進））。	
16	再生骨材作製時に発生する微粉の利用方法の検討。	
17	その他	構造物の健全性の判断技術の推進を更に進め、LCCを増大することが基本的に省エネ、CO ₂ 削減に寄与する。
18		コンクリート総量の削減（構造物の削減、高強度化による部材断面の縮小）。
19		砂防工事等における現地発生土砂とセメントを攪拌（INSEM工法）による施工。
20		スラグ関連を利用する際の情報開示、研究の強化。
21		ライフサイクルCO ₂ による他材料との比較。
22		骨材の使用材料の拡大。

3.2.4 自治体のアンケート調査結果

<アンケート回答者の属性>

自治体向けアンケートは1,852通の調査票を送付し、853通を回収した。回収率が高いのは「都道府県」で87.2%、次いで政令指定都市が76.5%、市区が54.9%、町村が36.6%となった。

アンケート回答者の内訳としては、都道府県が4.8%、政令指定都市1.5%、市区50.8%、町村42.9%となっており、全体のデータとしては市区や町村の意向や考えが比較的強く表れる傾向となっている。

表 3-2-4-1 アンケート回答者の内訳（自治体区分別）

	都道府県	政令指定都市	市区	町村	合計
配布数	47	17	789	999	1,852
回収数	41	13	433	366	853
回収率	87.2%	76.5%	54.9%	36.6%	46.1%
全回収数に占める比率	4.8%	1.5%	50.8%	42.9%	100.0%

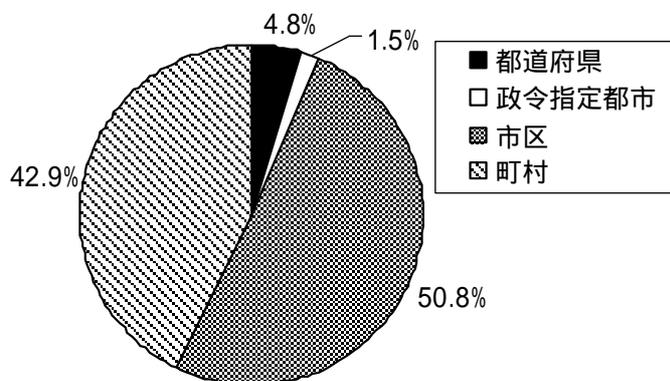


図 3-2-4-1 回答自治体の内訳

．公共工事（建築分野）における混合セメントの使用について

（１）仕様書等における混合セメントの記載について

公共建築工事において、「特記仕様書等で特段の指定がない場合に使用するセメントの種類について、貴団体の共通仕様書・積算基準等に記載されていますか」という設問に対して、「記載されている」と回答した自治体は有効回答の 19.7%であった。

特記仕様書で特段の指定がない場合に参照する仕様書の内訳としては、国土交通省の「公共建築工事標準仕様書」が最も多く、有効回答の 41.0%を占めた。次に「都道府県の標準仕様書あるいは特記仕様書」が 34.0%で続き、「市町村で作成している標準仕様書あるいは特記仕様書」が 14.8%であった。

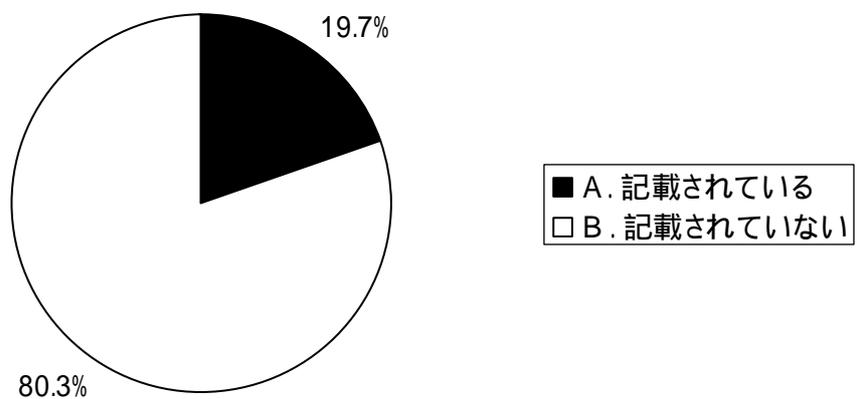


図 3-2-4-2 特記仕様書等で特段の指定がない場合に使用するセメントの種類について
共通仕様書・積算基準等に記載されているか（有効回答数 778）

表 3-2-4-2 特記仕様書で特段の指定がない場合に参照する仕様書（有効回答数 61）

参照する仕様書	回答数	比率
国土交通省の公共建築工事標準仕様書	25	41.0%
都道府県の標準仕様書あるいは特記仕様書	21	34.4%
市町村等で作成している標準仕様書あるいは特記仕様書	9	14.8%
その他	6	9.8%
合計	61	100%

比率は当該回答数 61 を母数として算定している

「共通仕様書等に記載されていない場合、使用するセメントの種類をどのように決めているか」という設問に対しては、「原則として普通ポルトランドセメントを使用」と回答したのは有効回答の 13.3%であり、有効回答の 67.9%は「国等の標準仕様書を適用する」と回答している。また、「設計・施工委託先の判断」と回答したのは有効回答の 5.8%に過ぎなかった。「その他」の回答としては、県の標準仕様書等が多かった。

なお、「近年公共建築工事予定がない」という回答も 2 件あった。

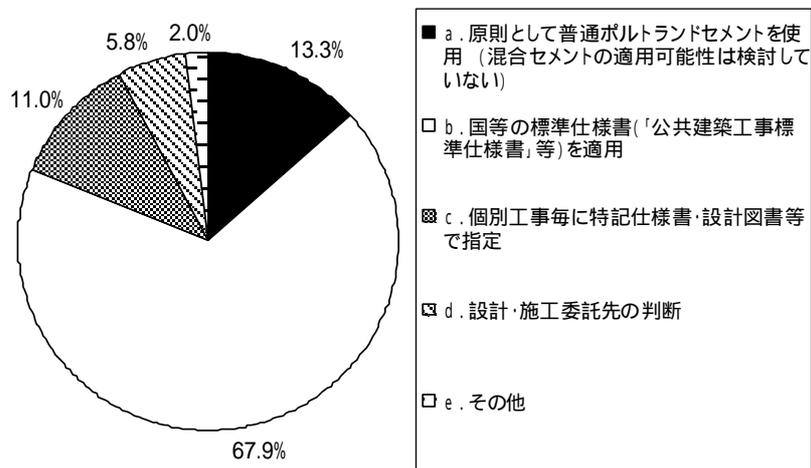


図 3-2-4-3 共通仕様書等に記載されていない場合に使用するセメントの種類を決める方法
(有効回答数 646)

「国等の標準仕様書を適用」する場合に、参照する仕様書としては、「公共工事標準仕様書(建築工事編)」が圧倒的に多く、有効回答の 94.1%を占めた。次点は「建築工事標準仕様書 JASS5 鉄筋コンクリート工事」だったが、その比率は 27.1%と比較的低かった。

その他の回答の内容としては、都道府県の「建築・設備工事共通仕様書」、「建築工事監理指針(国土交通省大臣官房営繕部監修)」、「公共住宅建設工事標準仕様書」等が挙げられている。

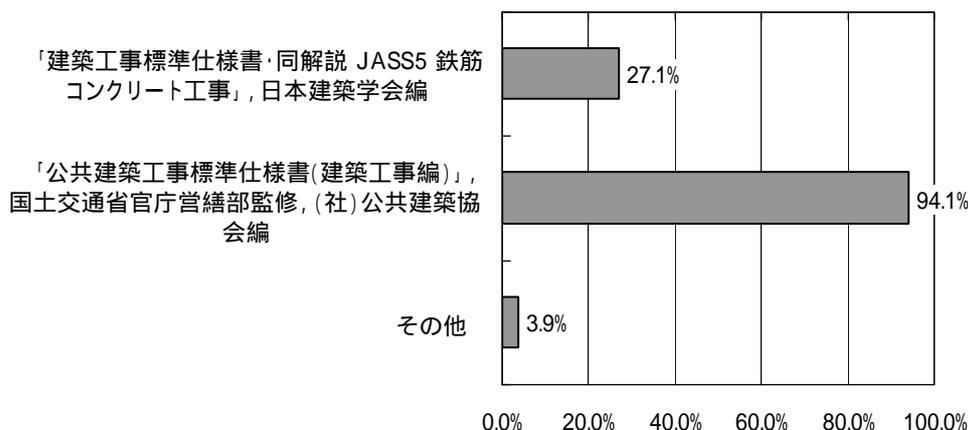


図 3-2-4-4 国等の標準仕様書を適用している場合に参照する仕様書
(有効回答数 539、複数回答可)

(2) 高炉セメントの使用実績について

高炉セメントの使用実績のある部位・工種として、「通常使用されている」という回答が比較的多かったのは、「捨てコンクリート」、「地盤改良」、「場所打ち杭」の順であるが、その比率は5.1~7.7%（「施工なし」と「不明」を削除したケース）。「一部に使用されている」までを含めると、「基礎・耐圧版」、「捨てコンクリート」、「場所打ち杭」が比較的多いが、それでも10.1%~16.7%であった。

「その他」の工種・部位としては、「既成コンクリート杭」、「外構部分」、「土間コンクリート」、「防水保護コンクリート」、「設備基礎」、「コンクリート舗装」、「地下構造物」、「地下鉄構内（駅舎内部、エレベーターシャフト、出入口パラペット、換気塔等）」、「埋め込み杭の根固め液及び杭周固定液」等が挙げられた。一例であるが、「今年度発注した新設小学校では1FLより下部を高炉セメント、それ以外を普通ポルトランドセメントとした」という事例もあった。なお、「10年以上施工実績なし」と回答した自治体もあった。

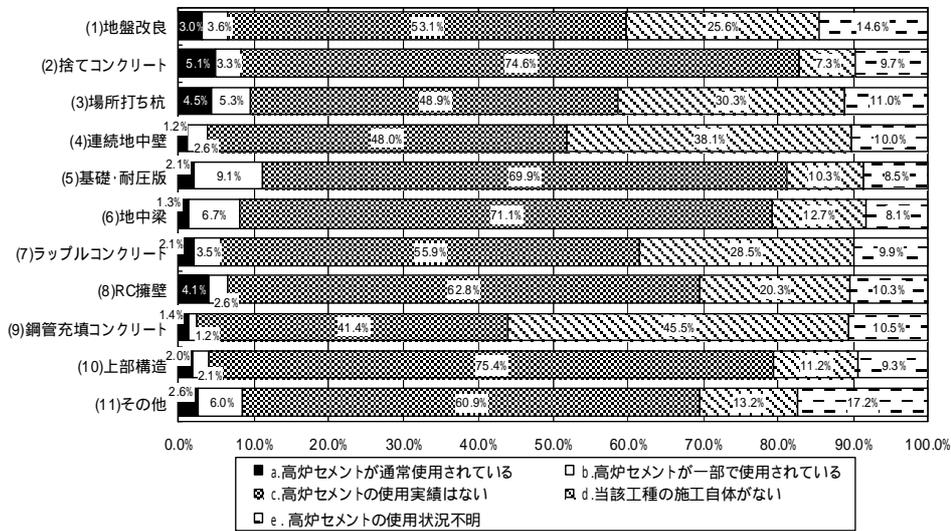


図 3-2-4-5 高炉セメントの使用実績のある部位・工種（有効回答数 690）

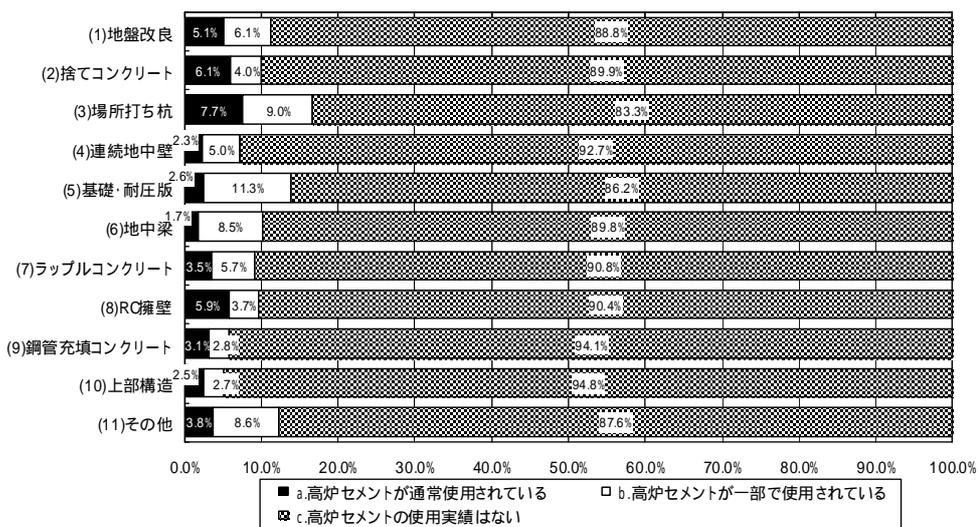


図 3-2-4-6 高炉セメントの使用実績のある部位・工種（有効回答数 690）
「施工なし」、「不明」を削除

(3) 高炉セメントの採用理由

高炉セメントを「通常」または「一部」に使用している場合に、その採用理由を尋ねたところ、「コスト削減につながるから」が最も多く有効回答の 44.0%、次に「高炉セメントの特性を活かせるから」、「共通仕様書・積算基準等で高炉セメントを使用することとされているから」という回答が 38.5%、25.8%で続いた。一方で、「環境負荷低減につながるから（省エネ・CO₂削減効果を評価）」は 6.6%でしかなかった。

「その他」の回答としては、「ひび割れ防止」、「地盤改良では六価クロムの溶出低減効果があるため」、「躯体に使用可能か試験的に行った」等の回答が得られた。

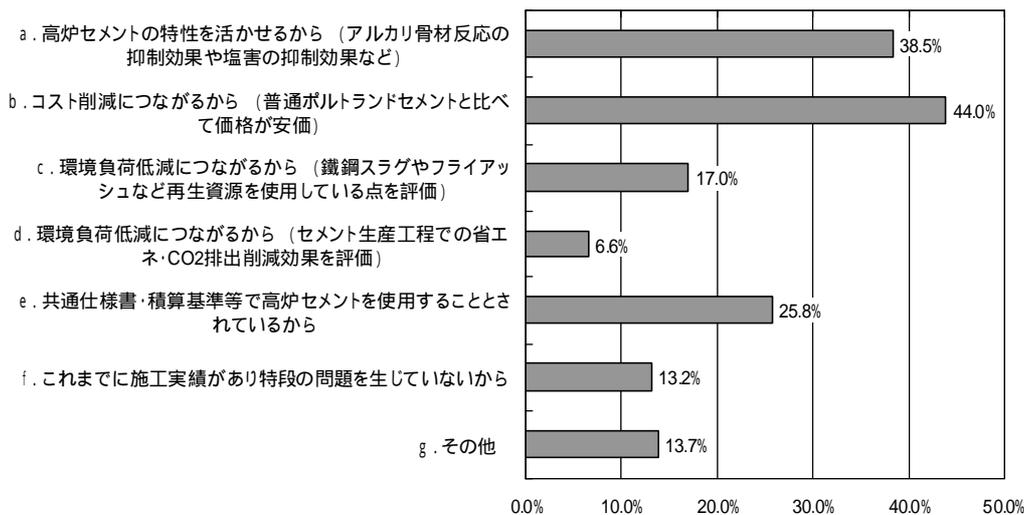


図 3-2-4-7 高炉セメントの採用理由（有効回答数 182）

(4) 高炉セメント使用上の問題点

「通常」あるいは「一部」に使用実績がある場合、高炉セメントの使用上の問題を尋ねる設問に対しては、「特に問題なし」が有効回答の 92.4%と圧倒的に高かった。「建築物の品質面で問題が生じた」という回答はゼロであり、「工期または費用面で問題が生じた」という回答は 5.7%であった。「その他」の回答としては、「材齢 28 日の圧縮強度が不足した」、「冬期養生に注意が必要」という回答があった。

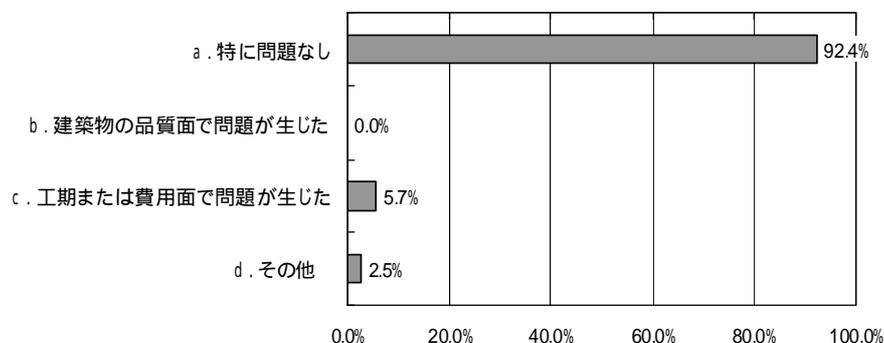


図 3-2-4-8 高炉セメントの使用上の問題点（有効回答数 158）

高炉セメントの使用実績のない自治体に対して、「どのような点が障害・課題となっているか」という設問に対しては、「これまでに施工実績がないから」が最も多く有効回答の 50.6%、次いで「共通仕様書・積算基準等で普通ポルトランドセメントを使用することとされているから」が 43.1%となっており、高炉セメントの特性とは直接関係ない理由が多かった。高炉セメントの特性上の障害・課題としては、「初期強度及び養生期間」が比較的多く 33.5%であったが、「コストメリットがない」や「中性化速度及び耐久性」等は全体から見れば少数派であることが分かる。

「その他」で寄せられた回答としては、「現状では使用するメリットが得られない」、「寒冷地では初期強度の発現が遅くなりがち」、「施工者から混合セメントを使用したい旨の協議がなされない」、「ともに使用は認められているが資材承認はポルトランドセメントだから」、「設計者の判断にゆだねている」、「物価資料等に記載がないため」、「国、県からの指示がなかったから」、「低温の影響を受けやすいため（水和速度が遅い）」というものがあつた。少数意見ではあるが「使用することによる将来の不具合への懸念」という回答もあつた。

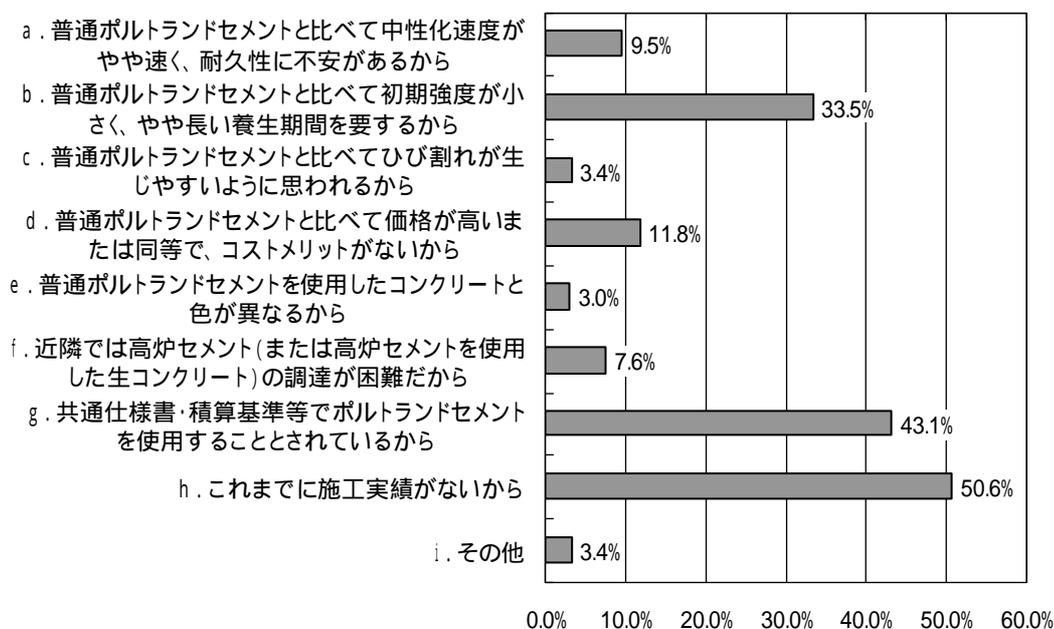


図 3-2-4-9 高炉セメントの利用上の障害・課題（有効回答数 591）

(5) 混合セメントの調達実績

公共建築工事における混合セメント（または混合セメントを使用した生コンクリートやプレキャストコンクリート製品）の調達実績については190自治体から回答があったが、その中で混合セメント利用量を推定可能な51自治体の状況をとりまとめ、下表に示す。

それによると、セメントとしての使用は5自治体であり、混合比率の単純平均は12.6%、加重平均は3.9%であった。生コンクリートとしての調達は12~100%で行われており、混合セメントを用いたコンクリート比率の単純平均は18.7%、加重平均は11.3%であった。

表 3-2-4-3 混合セメントの調達実績（有効回答数 190）

自治体	セメントとして(固化材を含む)			生コンクリートとして			プレキャストコンクリート製品として		
	セメントの総 使用量	うち混合セ メントの比率 (概数)	混合セメント 推定数量	生コンクリート の総使用量	うち混合セメントを 用いた生コンクリート の比率(概数)	混合セメント 推定数量	プレキャストコンクリート 製品の総使用 量	うち混合セメントを用いた プレキャストコンクリート製品 の比率(概数)	混合セメント 推定数量
	t	%	t	m ³	%	m ³	t	%	t
AA 県	76	9%	7	-	-	-	429,803	-	-
AB 県	-	-	-	45,000	12%	5,400	3,900	-	-
AC 市	-	-	-	5,200	50%	2,600	-	-	-
AD 市	-	-	-	12,747	36%	4,589	-	-	-
AE 市	-	-	-	8,522	52%	4,431	-	-	-
AF 町	-	-	-	2,400	30%	720	-	-	-
AG 村	-	-	-	45	20%	9	-	-	-
AH 市	-	-	-	29	100%	29	-	-	-
AI 市	-	-	-	490	47%	230	-	-	-
AJ 市	-	-	-	5,100	20%	1,020	-	-	-
AK 市	-	-	-	624	100%	624	-	-	-
AL 市	1,600	15%	240	4,600	15%	690	-	-	-
AM 町	-	-	-	30	100%	30	-	-	-
AN 府	31,084	3%	808	94,780	3%	2,370	-	0%	-
AO 県	-	0%	-	5764	0%	0	194	0%	0
AP 市	-	-	-	4.2	0%	0	-	-	-
AQ 市	-	-	-	22734	24%	5,502	-	-	-
AR 市	0	-	-	0	-	-	0	-	-
AS 町	-	-	-	1020	0%	0	-	-	-
AT 町	-	-	-	50	-	-	-	-	-
AU 町	-	0%	-	-	0%	-	-	0%	-
AV 市	-	-	-	1000	0%	0	-	-	-
AW 市	-	-	-	34000	0%	0	-	-	-
AX 市	0	0%	-	0	0%	0	0	0%	0
AY 市	176	100%	176	1235	0%	0	-	-	-
AZ 町	86	100%	86	1100	0%	0	-	-	-
BA 町	-	-	-	250	0%	0	-	-	-
BB 市	7.3	0%	0	1420	0%	0	39	0%	0
BC 市	0	0%	0	0	0%	0	0	0%	0
BD 市	-	-	-	800	0%	0	-	-	-
BE 町	-	-	-	9100	33%	3,003	-	-	-
BF 市	-	0%	-	-	0%	-	-	-	-
BG 市	3	0%	0	62	0%	0	-	-	-
BH 市	0	0%	0	12	30%	4	0	0%	0
BI 町	-	-	-	3112	32%	996	-	-	-
BJ 市	-	-	-	907	0%	0	-	-	-
BK 市	-	-	-	3600	0%	0	-	-	-
BL 市	-	-	-	446	0%	0	-	-	-
BM 市	-	-	-	2921	0%	14	-	-	-
BN 市	-	-	-	2000	0%	0	-	-	-
BO 村	-	-	-	-	-	-	-	-	-
BP 市	350	0%	0	3600	0%	0	19	0%	0
BQ 町	0	0%	0	-	0%	-	-	0%	-
BR 町	-	0%	-	784.3	0%	0	17	0%	0
BS 町	0	-	-	0	-	-	0	-	-
BT 町	2	0%	0	50	100%	50	-	-	-
BU 市	不明	-	-	8806	0%	0	-	-	-
BV 市	0	0%	0	430	0%	0	0	0%	0
BW 町	-	-	-	100	-	-	0.5	-	-
使用件数	9	-	5	40	-	19	7	-	0
合計	33,384	-	1,317	284,874	-	32,310	433,973	-	0
単純平均	3,709	12.6%	263	7,122	18.7%	1,701	61,996	0.0%	0
加重平均	-	3.9%	-	-	11.3%	-	-	0.0%	-

(6) 総合評価方式等による環境性能の評価について

「公共建築工事の委託先選定に当たり、総合評価方式等により、建築物の環境性能に係る提案を評価対象としているか」という設問に対しては、「常に評価対象としている」と回答したのは有効回答の0.7%であり、「評価対象としたことがある」を合わせても3.1%にすぎない。しかし、「実施を検討中」という自治体は33.1%であり、今後の発展分野であると考えられる。

自治体区別に見ると、「政令指定都市」で「常に評価対象としている」が7.7%と比較的高い傾向にある。

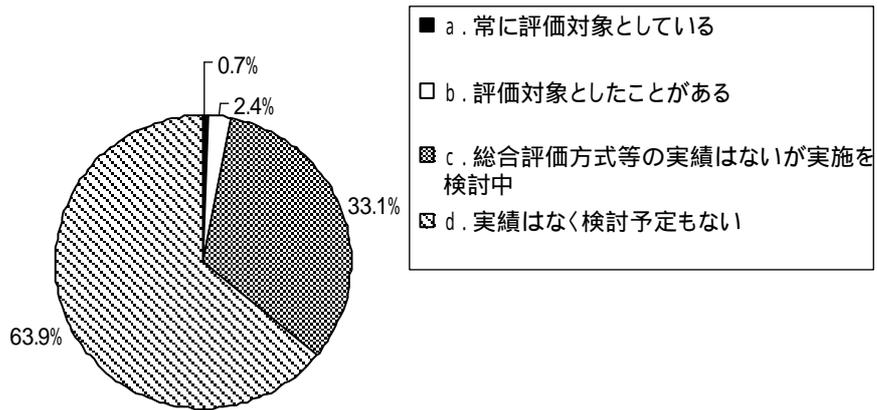


図 3-2-4-10 総合評価方式等で建築物の環境性能提案を評価対象とする自治体(有効回答数 749)

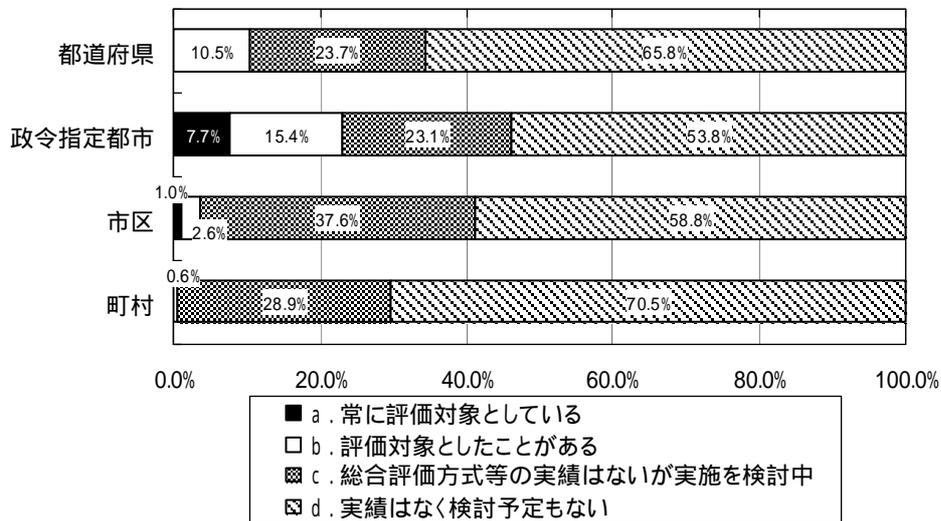


図 3-2-4-11 総合評価方式等で建築物の環境性能提案を評価対象とする自治体(自治体区別)

環境性能を評価対象としているあるいは対象としたことがある自治体に対して、「混合セメントの使用は、プラス評価（加点）の対象になるか」という設問に対しては、「評価項目に含まれる」は有効回答の3.9%、「評価対象となりうるが文言は明示されていない」が49.0%であり、「評価項目には含まれない」という回答が有効回答の47.1%となった。

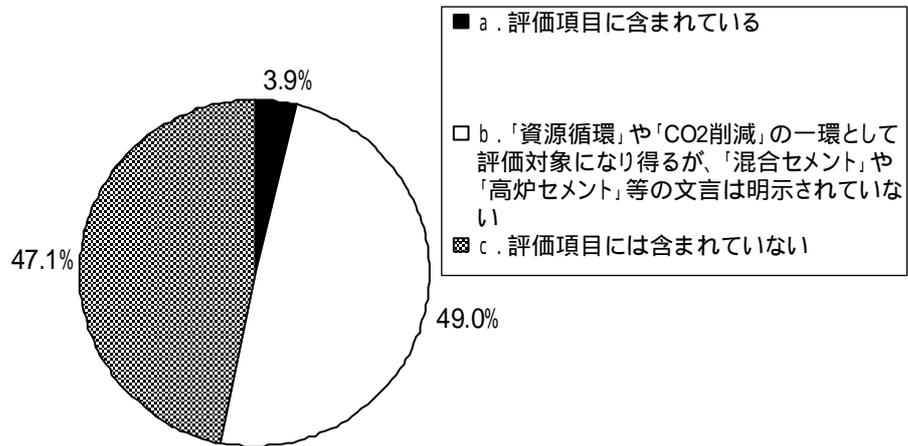


図 3-2-4-12 総合評価方式等で「混合セメントの使用」はプラス評価になるか(有効回答数 51)

(7) 混合セメントの温室効果ガス削減効果の認識

「混合セメントが省エネ・CO₂削減につながることを知っているかどうか」という設問に対しては、「知っていた」という回答は有効回答の11.3%に過ぎず、「知らなかった」が有効回答の大半を占めた。これを自治体区分別に見ると、政令指定都市では「知っていた」が60%を超えるが、都道府県、市区、町村では10%前後であることが分かる。

情報源に関しては、インターネットが多く、グリーン購入法関連資料、各種技術資料（JASSや共通仕様書等を含む）雑誌、CASBEE、自治体や協会の資料、京都議定書目標達成計画や環境省のHP等が挙げられている。少数であるが、設計事務所からの提案という回答もあった。

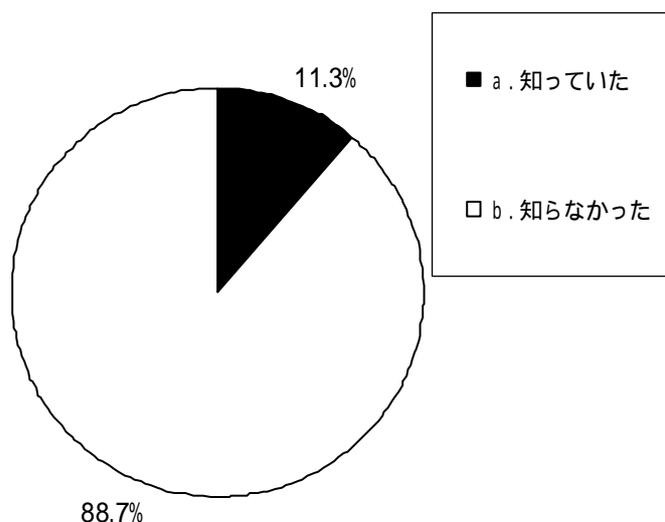


図 3-2-4-13 混合セメントが省エネ・CO₂削減につながることを知っているかどうか
(有効回答数 732)

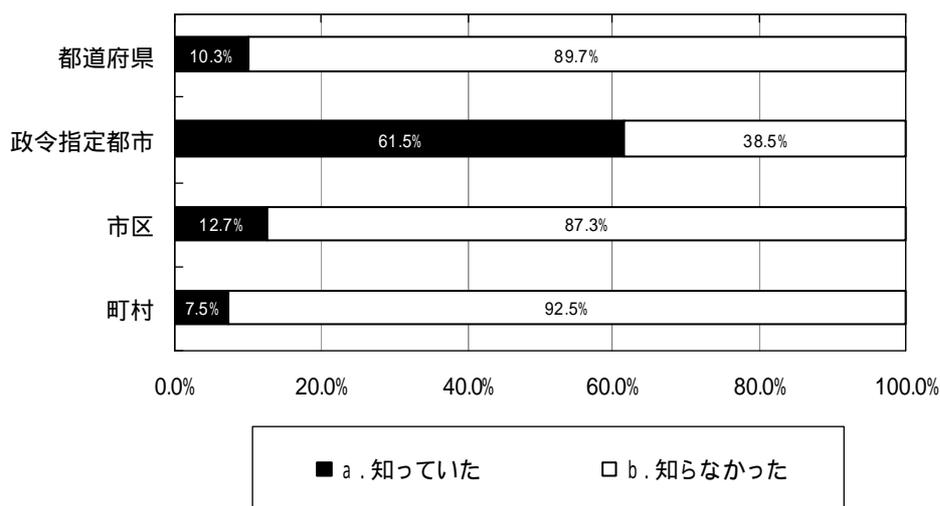


図 3-2-4-14 混合セメントが省エネ・CO₂削減につながることを知っているかどうか
(自治体区分別)

(8) 将来の利用拡大の可能性

「混合セメントの省エネ・CO₂削減効果が広く知られれば、混合セメントの使用も広がると思うか、という設問に対しては、「広がると思う」は有効回答の 9.4%に過ぎず、「条件によっては広がると思う」が 79.5%を占めた。

これを自治体区別に見ると、政令指定都市では 92.3%が「条件によっては広がると思う」と回答しており、「広がると思う」という回答は都道府県、市区、町村となるにしたがって増加していることが分かる。

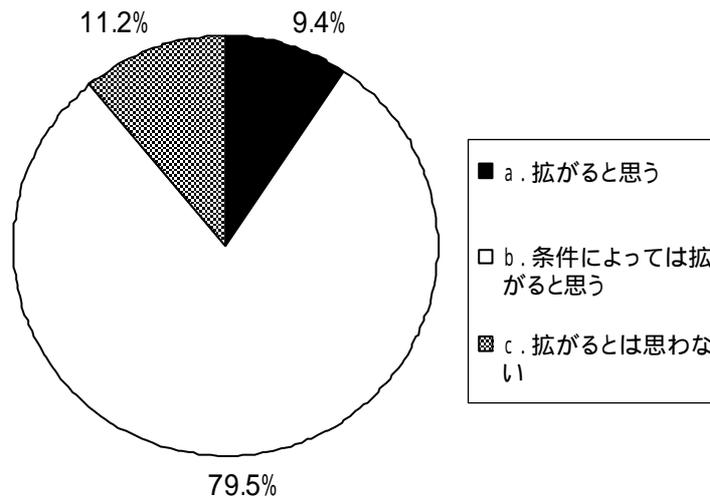


図 3-2-4-15 省エネ・CO₂削減効果による混合セメント利用拡大の可能性
(有効回答数 726)

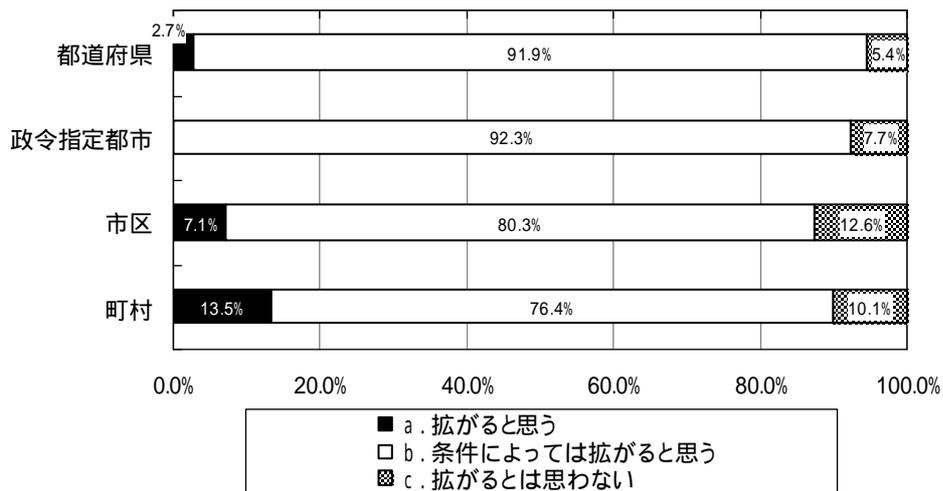


図 3-2-4-16 省エネ・CO₂削減効果による混合セメント利用拡大の可能性(自治体区別)

混合セメントの利用拡大が進まない理由は、「施工・供用実績が少なく品質面での不安・懸念がある」が最も多く、有効回答の47.1%となり、次いで「共通仕様書・積算基準等で混合セメントの使用が位置づけられていない」が39.2%であった。「その他」の回答としては、「冬期の工程管理が難しくなる」、「信頼性がない」といった回答が挙げられた。

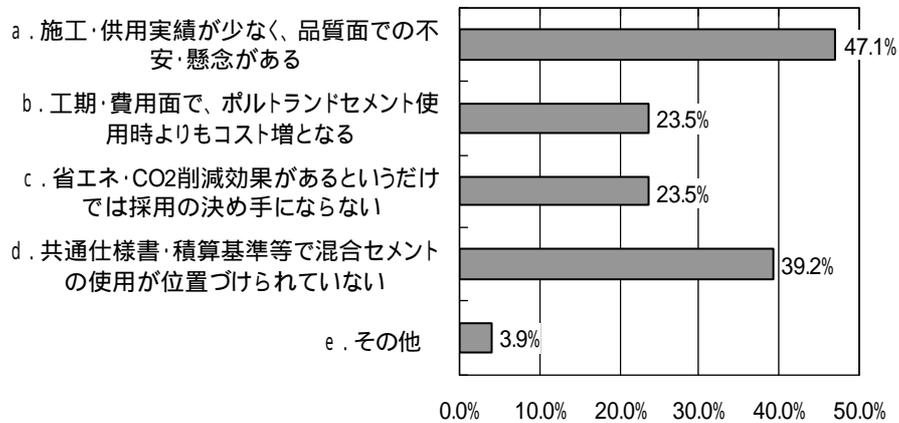


図 3-2-4-17 混合セメントが普及しない理由（有効回答数 102）

(9) 混合セメントの利用拡大のための条件

今後、混合セメントの使用拡大を図っていくためには、どのような条件を満たす必要があると思うか」という設問に対しては、「共通仕様書・積算基準等で混合セメントの使用が標準とされること」と「施工実績等に関する情報が得られ、建設物の品質面での不安・懸念材料が解消されること」が多く、有効回答の62.9%、61.6%となった。次いで「工期・費用面で普通ポルトランドセメントと同等であること」が52.8%、「普通ポルトランドセメントよりも安価であること」が37.0%という順序になった。

「その他」の意見としては、「入手困難と聞いている」、「地方の生コンプラントとの近接整備を図る必要がある」といった流通上の課題や、「長年（30年以上）の実績を重ねて安心して使用できる段階に達することが必要」、「中性化による劣化が後年に現れない可能性が完全でなく不安要因となっている」といった将来的な耐久性に対する懸念を挙げる回答もあった。

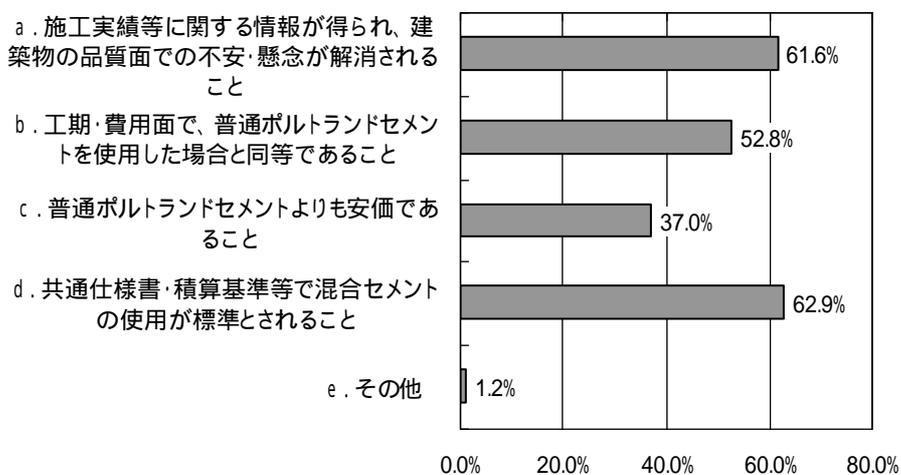


図 3-2-4-18 混合セメントの利用拡大を図るための条件（有効回答数 735）

．公共工事（土木分野）における混合セメントの使用について

（１）仕様書等における混合セメントの記載について

公共土木工事において、「特記仕様書等で特段の指定がない場合に使用するセメントの種類について、貴団体の共通仕様書・積算基準等に記載されていますか？」という設問に対して、「記載されている」と回答している自治体は有効回答の 24.8%であった。

特記仕様書で特段の指定がない場合に参照する仕様書の内訳としては、「都道府県の標準仕様書あるいは特記仕様書」が最も多く回答者の 38.3%、次いで国土交通省の「土木工事標準仕様書」が 16.7%となった。その他の基準としては、「土木工事積算基準」、「土木工事標準歩掛」、「市町村で作成している標準仕様書等」が挙げられている。

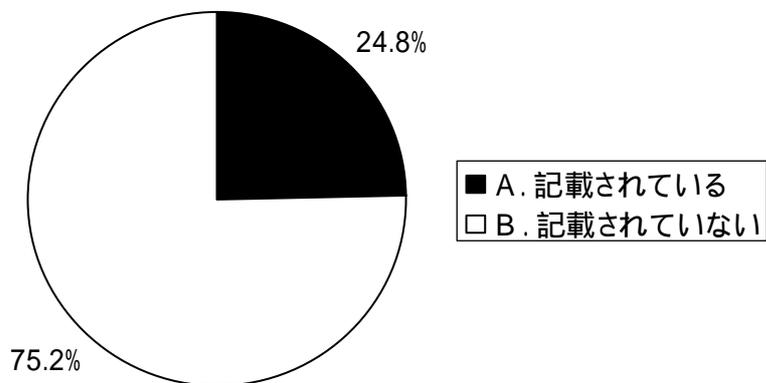


図 3-2-4-19 特記仕様書等で特段の指定がない場合に使用するセメントの種類について、共通仕様書・積算基準等に記載されているか（有効回答数 821）

表 3-2-4-4 特記仕様書で特段の指定がない場合に参照する仕様書（有効回答数 174 件）

参照する仕様書	回答数	比率
土木工事標準仕様書（地方整備局のものと思われる）	30 件	16.7%
都道府県の標準仕様書あるいは特記仕様書	69 件	38.3%
土木工事積算基準（国土交通省のものと思われる）	14 件	7.8%
土木工事標準歩掛（国土交通省のものと思われる）	7 件	3.9%
市町村等で作成している標準仕様書 あるいは特記仕様書	9 件	5.0%
その他	51 件	28.3%
合 計	180 件	100.0%

「共通仕様書等に記載されていない場合、使用するセメントの種類をどのように決めているか」という設問に対しては、「原則として普通ポルトランドセメントを使用」と回答したのは有効回答の9.5%であり、有効回答の64.8%は「国等の標準仕様書を適用する」と回答している。また、「個別工事毎の特記仕様書・設計図書等で指定」は19.7%であり、「設計・施工委託先の判断」と回答したのは2.5%に過ぎなかった。

「その他」の回答としては、「県の標準仕様書や積算基準」、「標準構造図」、「道路橋示方書等の技術指針」、「国土交通省通達により高炉セメントの使用を指導」、「基本的に混合セメントで冬期は施工委託先からの承認願いにより普通ポルトランドセメントを使用」、「夏は高炉セメントで冬は普通ポルトランドセメント」という回答があった。なお、稀ではあるが、「県の実施単価で普通ポルトランドセメントを標準としている」という回答もあった。

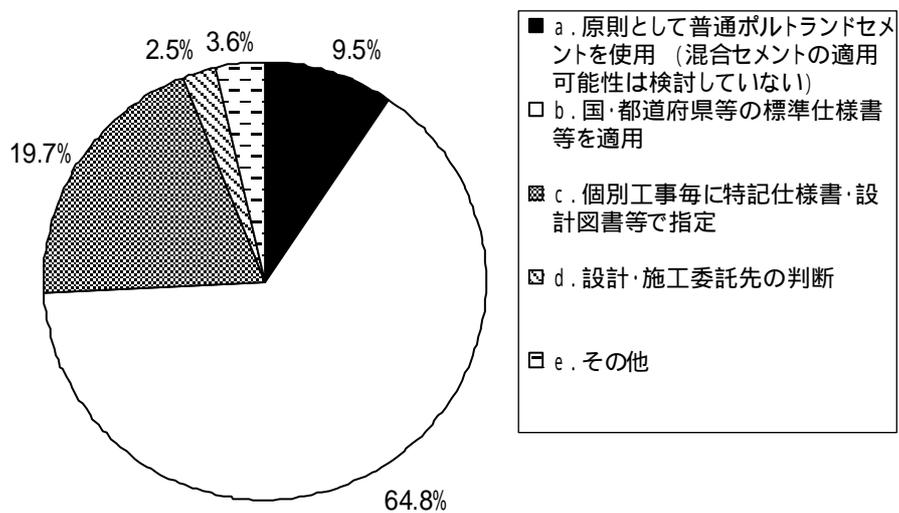


図 3-2-4-20 共通仕様書等に記載されていない場合に使用するセメントの種類を決める方法
(有効回答数 633)

「国等の標準仕様書を適用」する場合に、参照する仕様書としては、「都道府県の共通仕様書」が圧倒的に多く、有効回答の有効回答者の94.4%を占めた。次点は「国土交通省地方整備局の共通仕様書」であるが、その比率は11.3%と比較的低かった。

「その他」の回答としては、「都道府県の標準仕様書」、「積算基準」、「標準歩掛」、「県の積算資料の運用手引」等を挙げる回答が多く、一部に土木学会の「コンクリート標準示方書」、「水道工事標準仕様書」(日本水道協会)、「土木工事設計要領」、「農業土木工事共通仕様書」等が挙げられている。

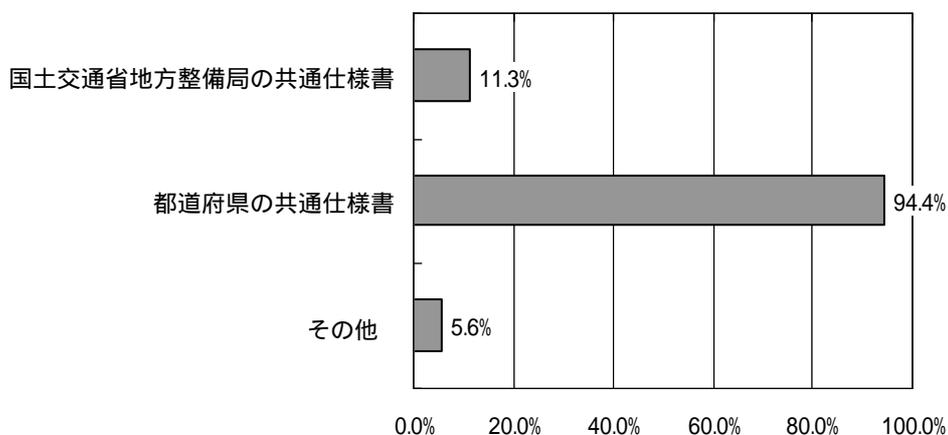


図 3-2-4-21 国等の標準仕様書を適用している場合に参照する仕様書
(有効回答数 514、複数回答可)

(2) 高炉セメントの使用実績について

高炉セメントの使用実績のある部位・工種として、「通常使用されている」という回答が特に多かったのは、「均しコンクリート」、「集水枡」、「重力式擁壁」の順であり、これらは65～72%となった。

その他の工種・部位としては、「既成コンクリート杭」、「外構部分」、「学校の自転車置き場の土間コンクリート」等が挙げられている。一例であるが、「今年度発注した新設小学校では1FLより下部を高炉セメント、それ以外を普通ポルトランドセメントとした」という事例もあった。なお、「10年以上施工実績なし」と回答した自治体もあった。

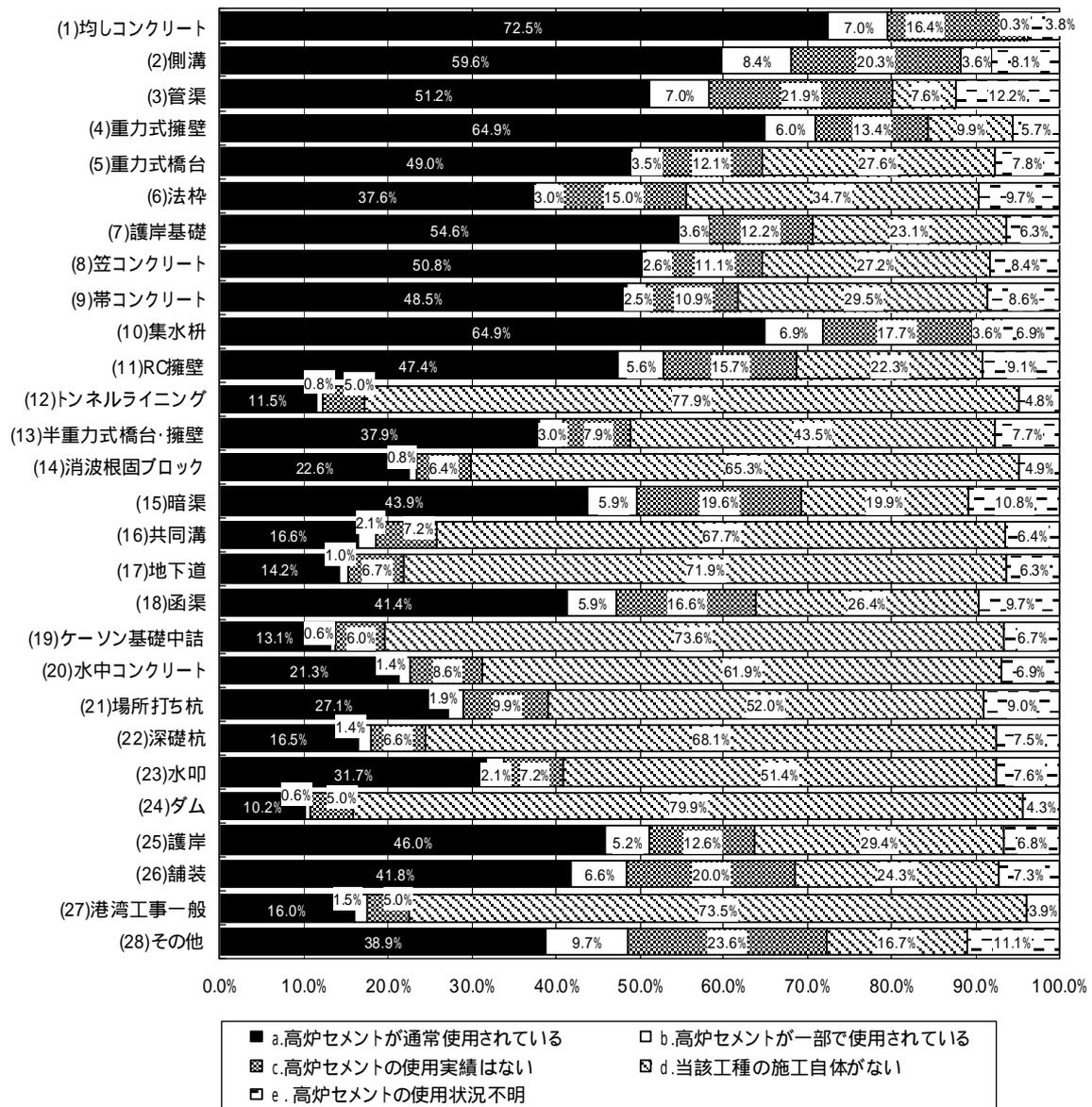


図 3-2-4-22 高炉セメントの使用実績のある部位・工種（有効回答数 764）

「その他」の回答としては、「プレキャスト構造物」、「橋梁上部工」、「浚渫土・固化材」、「ゲート基礎」、「下水道沈理工法」、「小型構造物(小口止等)」、「調整池」、「集落排水処理施設(下部)施設」、「道路構造物基礎(標識)」、「街渠L形等の基礎コンクリート」、「排水工」、「街きよ」、「マンホールのインパート部」、「下水道工事」、「水槽」、「逆T式橋台」、「壁式橋脚」、「CC・BOX」、「PC排水池」が挙げられた。

「その他」に関する全体的な表記としては、「原則高炉セメントB種を使用」、「場所打ちのみ高炉B種でプレキャストコンクリート製品は普通ポルトランドセメント」、「10月1日以降発注する工事で工期が冬期(11/1~3/31)にまたがる工事では原則使用しない」といった回答があり、プレキャストコンクリート製品や冬期使用では敬遠されている状況が伺われた。

積極的な使用例としては、「設計基準強度24N/mm²以下のもの及び場所打ち杭、無筋構造物、橋梁下部工、現場打ち擁壁工」では高炉セメントを使用するものとする、と特記仕様書に記述する」とする自治体もあった。

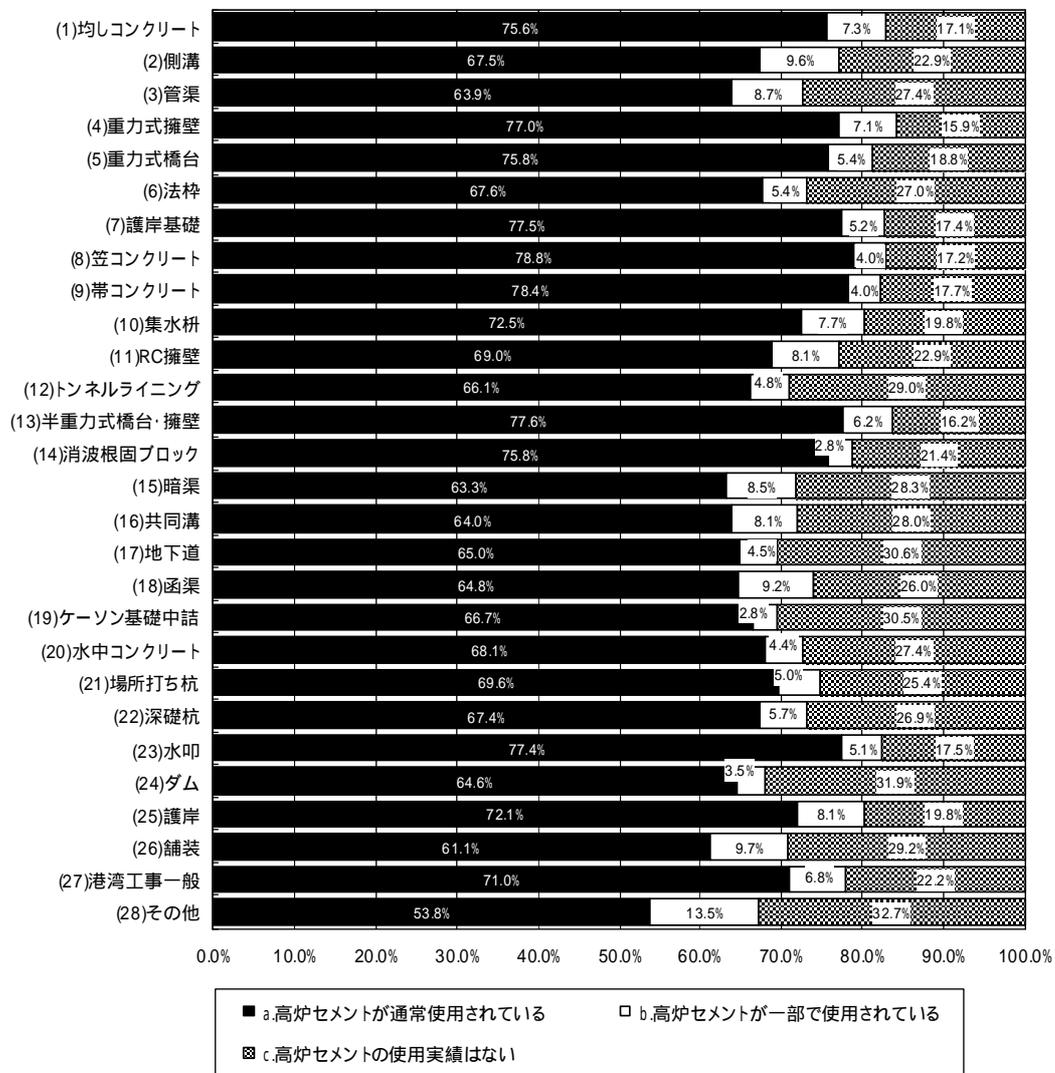


図 3-2-4-23 高炉セメントの使用実績のある部位・工種 (有効回答数 764)
施工自体がない、不明を除く

(3) 高炉セメントの採用理由

高炉セメントを「通常」または「一部」に使用している場合に、その採用理由を尋ねたところ、「共通仕様書・積算基準等で高炉セメントを使用することとされているから」が最も多く有効回答の58.2%、「コスト削減につながるから」が41.8%となり、「高炉セメントの特性を活かせるから」は32.2%となった。また、「これまでに施工実績があり特段の問題が発生していないから」という回答も29.2%とであった。一方で、「環境負荷低減につながるから(再生資源使用を評価)」、「環境負荷低減につながるから(省エネ・CO₂削減効果を評価)」は各々、20.1%、9.4%に過ぎなかった。

「その他」の回答としては、「長期強度が大きいため」、「過去の通知による使用義務づけ」、「県の積算基準等による」、「安定処理剤としての六価クロムの抑制」、「道路橋示方書等に記載されているから」、「国土交通省の通達による」、「県の指針や積算資料、指導による」、「設計書に記載(積算システムによる)」といった回答が得られた。「普通ポルトランドセメントを使用しなければならない工種は近年はなかった」という自治体もあった。

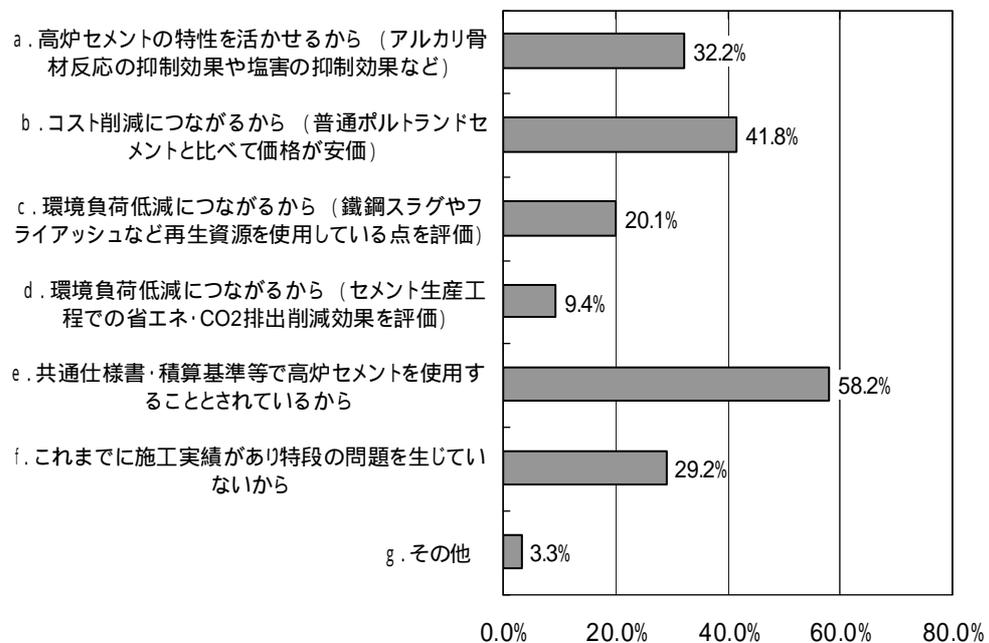


図 3-2-4-24 高炉セメントの採用理由 (有効回答数 661)

(4) 高炉セメント使用上の問題点

「通常」あるいは「一部」に使用実績がある場合、高炉セメントの使用上の問題を尋ねる設問に対しては、「特に問題なし」が有効回答の96.7%と圧倒的に高かった。「建築物の品質面で問題が生じた」、「工期または費用面で問題が生じた」という回答は、ともに有効回答の1.5%前後であった。

品質上の課題としては「普通ポルトランドセメントに比べてひび割れ発生量が多かった」、「近年全国で高炉セメントB種を使用したコンクリート部材で温度ひび割れや乾燥収縮ひび割れが発生していると聞いており問題が発生しないか懸念している」といった課題が挙げられた。工期または費用面での課題としては、「初期強度に時間を要する」、「工期が延長して費用が発生」、「工期短縮が求められる工事には不向き」、「冬期の凍結に注意」といった課題が挙げられた。その他の課題として、「水セメント比において不都合が生じた」、「コテ仕上げに時間を要す」、「少量使用の場合にプラントが扱わない事例があった」、「施工面ではコンクリート仕上げ及び養生に手間がかかるため請負業者からは不評である」といった意見が寄せられた。

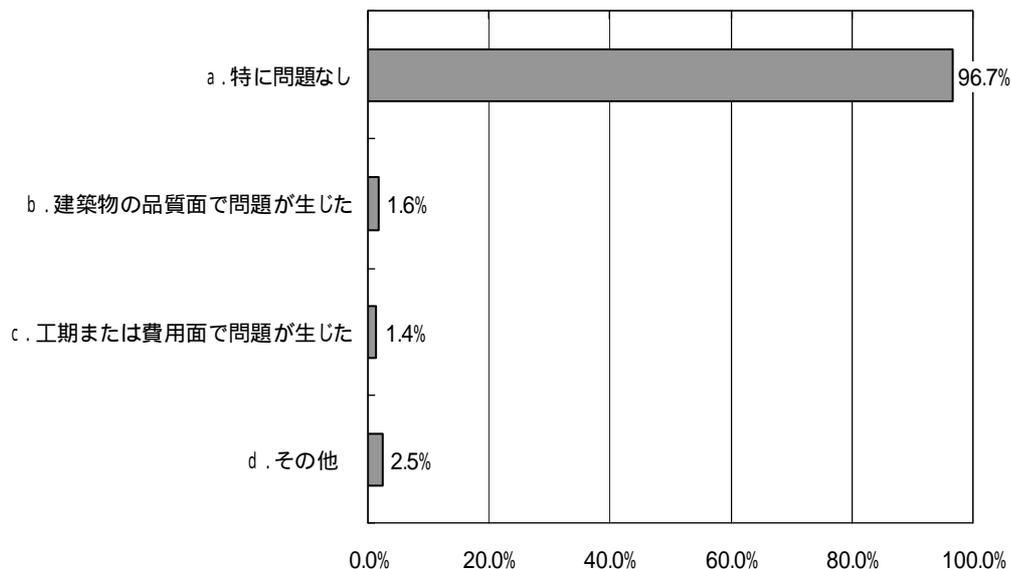


図 3-2-4-25 高炉セメント使用上の問題点（有効回答数 644）

高炉セメントの使用実績のない場合に、「どのような点が障害・課題となっているか」、という設問に対しては、「これまでに施工実績がないから」が最も多く有効回答の 43.7%、次いで「初期強度及び養生期間」が 29.4%、「共通仕様書・積算基準等で普通ポルトランドセメントを使用することとされているから」が 28.0%で続いた。

それ以外には「近隣では調達が困難だから」、「コストメリットがない」、「中性化速度及び耐久性」が続くが、全体から見れば 10%程度ないしそれ以下であった。

「その他」で寄せられた回答としては、「プレキャストコンクリート製品の利用が主なので普通ポルトランドセメントを使用（プレキャストコンクリート製品で高炉セメントが使用されていない）」といった意見が複数寄せられ、それ以外は、「ダムの場合は水和熱を考慮して中庸熱ポルトランドセメントを使用」、「冬期施工が主なので、養生の面から普通ポルトランドセメントを使用」といった回答があった。なお、「今まで国、県からの指導もなかったことから特に配慮しなかった」という自治体と、「エコセメントを使用していく方針であるため」という自治体が各々1つずつあった。沖縄県からは、「高炉セメント生産工場がなく、コスト面で採算が合わない」という回答が寄せられた。

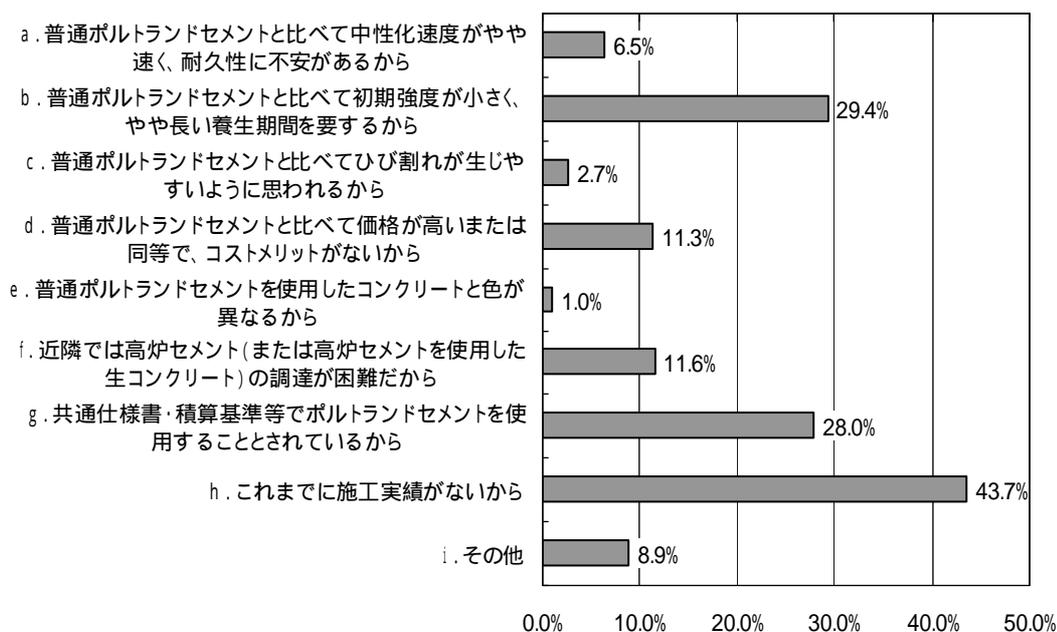


図 3-2-4-26 高炉セメント利用上の障害・課題（有効回答数 293）

(5) 混合セメントの調達実績

公共土木工事における混合セメント（または混合セメントを使用した生コンクリートやプレキャストコンクリート製品）の調達実績については、255 自治体から回答があった。これらの中で、数値算定可能なものを抽出したものを下表に示す。

それによると、セメント使用量のうち混合セメントの比率は、使用している自治体の単純平均では 36.5%だが加重平均では 56.6%、生コンクリート使用量のうち混合セメントを用いたものの比率は単純平均では 71.4%だが加重平均では 19.3%、プレキャストコンクリート製品としての利用は単純平均では 14.2%だが加重平均では 3.0%となった。

これらより、自治体の土木分野における混合セメント調達比率は、セメントとしては 50～60%程度、生コンクリートとしては 20%程度、プレキャストコンクリート製品としては数%程度が平均的と見られるが、いずれも 0%から 100%まで幅広く分散しており、自治体ごとのばらつきが非常に大きい。

表 3-2-4-5 混合セメントの調達実績（有効回答数 255）

自治体	セメントとして(固化材を含む)			生コンクリートとして			プレキャストコンクリート製品として		
	セメントの総使用量 t	うち混合セメントの比率(概数) %	混合セメント推定数量 t	生コンクリートの総使用量 m3	うち混合セメントを用いた生コンクリートの比率(概数) %	混合セメント推定数量 m3	プレキャストコンクリート製品の総使用量 t	うち混合セメントを用いたプレキャストコンクリート製品の比率(概数) %	混合セメント推定数量 t
AA 県				950,000					
AB 県				400,000					
AC 県	159,014			708,800			429,803		
AD 県				320,000	80	256,000			
AE 県				3,900,000	23	897,000			
AF 県				80,000	?		18,000		0
AG 県	208,569	97	202,312	196,411	82	161,057			
AH 市	21,746	100	21,746	96	97	93	8		0
AI 市	7,518	99	7,443	21,165	100	21,165			
AJ 市	-	-	-	668	-	-	461	-	-
AK 市	2,516	100	2,516	458	84	385	1,125	30	338
AL 市	-	-	-	4,380	84	3,679			
AM 市	550	40	220	1,234	70	864	1,747		0
AN 市	-	-	-	325	4	13	518		0
AO 市	-	-	-	3,000	98	2,940			
AP 市	0	0		3,064	90	2,758	3,575	30	1,073
AQ 市	-	-	-	2,600	20	520			
AR 市	52	0		1,600	10	160	750		0
AS 市	-	-	-	150	70	105	300	20	60
AT 市	40	-		240	30	72	320	20	64
AU 町	0	0		0	0				
AV 町	-	-	-	2,800	100	2,800			
AW 町	10	70	7	200	70	140	100	70	70
AX 町	-	-	-	43	100	43	420	90	378
AY 町	0	0		0	0		0		
AZ 町	-	-	-	4	100	4			
BA 町	0	0		0	0		214		0
BB 町	-	-	-				9		
BC 町	0	0		9	0		9		0
BD 町	0			28	100	28	405	7.2	29
BE 町	-	-	-	30	0				
BF 町	-	-	-	33	100	33			
BG 町	-	-	-	7	100	7			
BH 町	0	0		1,006	100	1,006	423		0
BI 町	-	-	-	5			20		
BJ 町	-	-	-	67	100	67	440		-
BK 町	-	-	-	500	90	450			
BL 町	-	-	-	12	100	12			
BM 村	0			0			0		
BN 町	-	-	-	491	100	491			
BO 町	-	-	-	20	100	20			
BP 町	-	-	-	122	70	85			
BQ 町	-	-	-	370	30	111	350		0
BR 市	-	-	-	3,520	-		785		-
BS 町	-	-	-	5	0		15		0
BT 町	-	-	-	200	100	200			
BU 町	-	0			0				0
BV 町	0	0		100	0		25		0
BW 町	0	0		232	20	46	300		0
BX 村	0	0		5	0		32		0
BY 市	-	-	-	3,000	0		200		0
BZ 市	0			0			1,500		0
CA 市	-	-	-	3,213	99	3,181			

自治体	セメントとして(固化材を含む)			生コンクリートとして			プラスチックコンクリート製品として		
	セメントの総使用量	うち混合セメントの比率(概数)	混合セメント推定数量	生コンクリートの総使用量	うち混合セメントを用いた生コンクリートの比率(概数)	混合セメント推定数量	プラスチックコンクリート製品の総使用量	うち混合セメントを用いたプラスチックコンクリート製品の比率(概数)	混合セメント推定数量
	t	%	t	m3	%	m3	t	%	t
CB市	900	85	765	430	42	181			
CC村				109	87	95			
CD町	-	-		8	100	8	-	-	
CE市				50	100	50			
CF町				100	0		150		0
CG町	0			0			0		
CH市	35	0		1,014	29	294	8,299		1
CI市	0	0		0	0	0	0		0
CJ村				440	95	418			
CK市	75	-		1,267	46.3	587	1,225	0.4	5
CL市				1,028			40		
CM市	50	86	43	219	86	188	2,531		0
CN市							50		
CO町							87		0
CP市		0		120	100	120	902		0
CQ町	14	0		220	0		920		0
CR町				185	92	170			
CS町		0			0				0
CT市	4	0		40	100	40	100		0
CU市	0	0		5,048	98	4,947	1,334		0
CV市	85	100	85						
CW市				200	90	180	50	80	40
CX町				25	100	25			
CY村				30	100	30			
CZ町	2,000	0		119	100	119			
DA市	不明			1,505	100	1,505	2,070	不明	
DB町				300	10	30	1,200	10	120
DC市	42	0		2,000	100	2,000	10,000		0
DD市				16	100	16	149		
DE市	388	0		300	0		1,800		0
DF市				94	100	94			
DG市				50	0		800		0
DH市				143	100	143	122		0
DI市	5	0		30	0		90		0
DJ市	23	20	5	125	99	124	1,934		0
DK町	0	0		0	0		0		0
DL町				1,552	0				
DM市	1	100	1	422	95	401	396	70	277
DN市	73	100	73	105	100	105	0		0
DO市	358	29	104	4,748	58	2,754	8,778	100	8,778
DP市									30
DQ市				129	100	129	242	76	184
DR町				5	100	5	12	90	11
DS町	634	24	152	68	94	64	474		0
DT町				440	50	220			
DU町	46	0		376	30	113	150		0
DV区	45	100	45	400	95	380	740		0
DW区	0	100	0	129	79	102			
DX区	9	98.9	9	281	98.9	278			
DY市	6	0		19	100	19	40		0
DZ市	21	0		2,500	0		10		0
EA市				44	100	44			
EB市				10	100	10			
EC市	349	100	349	161	82	132	451		0
ED市	90	100	90	320	100	320			
EE村				450	15	68	18	20	4
EF町	50	0		200	0		200		0
EG市				25	90	23	120		0
EH市	3	93	3	3,413	92	3,140	336		0
EI市	59	100	59	920	93.5	860	2,614		0
EJ市	-	-		841	66	555	85		0
EK市				18,100	99	17,919	4,825		-
EL町				260	85	221			
EM町	0	0		30	100	30	45	100	45
EN町	1	100	1	101	100	101			
EO市	33	100	33	2,000	100	2,000	700		0
EP市	-	-		100	90	90	-	-	-
EQ市		95			95				0
ER市	0	0		450	80	360	454		0
ES町	0	0		10	100	10	0		0
ET市	1,000	100	1,000						
EU町	0	0		1,500	100	1,500	180		0
EV市	200	30	60	100	50	50	500	50	250
EW市	0			270	100	270	250	100	250
EX村				20	0				
EY町	0	0		10	100	10	28	100	28
EZ村				21	0				
FA町				800					
FB市	0	100	0	440	100	440	740	40	296
FC町				200	40	80			
FD市	0	0		0	0		0		0
FE市	293	1	3	10,546	97	10,230	3,301	8	264
FF市	-	-		661	100	661	647		0
FG市	12,000			3,600			3,500		

自治体	セメントとして(固化材を含む)			生コンクリートとして			プレキャストコンクリート製品として		
	セメントの総使用量	うち混合セメントの比率(概数)	混合セメント推定数量	生コンクリートの総使用量	うち混合セメントを用いた生コンクリートの比率(概数)	混合セメント推定数量	プレキャストコンクリート製品の総使用量	うち混合セメントを用いたプレキャストコンクリート製品の比率(概数)	混合セメント推定数量
	t	%	t	m3	%	m3	t	%	t
FH 町				1,000	100	1,000			
FI 町		0		0	0		0	0	
FJ 市	0	0		132	93.6	123	285	20.6	59
FK 市	20	0		-	-		-	-	
FL 町	0								
FM 町				1,000	100	1,000			
FN 市	0	-		2,000	100	2,000	4,000	0	
FO 市	-	-		210	100	210	40	0	
FP 市					100				
FQ 町				40	0				
FR 市	-	-		325	100	325	914	-	
FS 町	0	0		10	0		1	0	
FT 市	2	0							
FU 市				10	100	10			
FV 市	50	50	25	2,000	100	2,000	150	0	
FW 市				700	0				
FX 市				230	80	184			
FY 市				766	100	766			
FZ 市	106	0		1,800	97.5	1,755	860	0	
GA 市		0			100				
GB 市	32	0		425	100	425	1,415	2.5	35
GC 市	3	100	3	290	100	290	700	0	
GD 町	10	30	3	100	95	95	270	50	135
GE 市	132	1.5	2	3,430	93.9	3,220	398	4.6	18
GF 市	153	0		1,000	100	1,000			
GG 市	20	100	20	150	100	150			
GH 市					100				
GI 市	389	1.6	6	1,940	92.4	1,793	1,179	19.3	228
GJ 市	?	?			99			?	
GK 市	10	0		300	100	300	250	0	
GL 市	400	100	400	1,500	95	1,425	不明		
GM 町	610	100	610	12,000	100	12,000	700	100	700
GN 町	0			25	100	25	0		
GO 市				250	100	250	400	0	
GP 町	0	100		2	100	2	3	0	
GQ 町	500	50	250						
GR 市	10	80	8	500	95	475	100	50	50
GS 市	15	80	12	1,500	90	1,350	500	70	350
GT 市	60	0		800	95	760			
GU 町	62	0		112	0		108	0	
GV 町				200	100	200			
GW 市				23,000					
GX 市	-	-		1,023	85	870	1,390	0	
GY 市	-	-		1,080	100	1,080	?	?	
GZ 市	3	0		1,500	90	1,350	41	90	37
HA 町	1	0		200	100	200	100	0	
HB 市	0			0			0		
HC 市				514	100	514	502	?	
HD 市	31	100	31	2,200	100	2,200	3,000	0	
HE 市					100				
HF 市				340	92	313	880	不明	
HG 町				30					
HH 村				100					
HI 町	3	100	3	800	100	800	1,500	100	1,500
HJ 町	0			80	100	80	90	50	45
HK 町				380	100	380			
HL 市	不明	不明		367,000	不明		不明	不明	
HM 市				15,000	90	13,500			
HN 町				50	0				
HO 市	8	100	8	1,210	62	750	1,600	0	
HP 市	0	-		283	100	283	1,283	0	
HQ 市	-	-		560	100	560	120	0	
HR 市		0		35	0		440	0	
HS 町	0	0		102	100	102	117	0	
HT 町				200	90	180			
HU 村	-	-		500	100	500	-	-	
HV 町	0			900	95	855	1,000	0	
HW 市	-	-		210	100	210	1,700	?	
HX 市				1,500	100	1,500	2,500	0	
HY 市	0	-		1,000	100	1,000	2,000	0	
HZ 市				1,000	98	980			
IA 町					50				
IB 村					0				
IC 市		0			0			0	
ID 町	7	0		208	0		416	0	
IE 市	277	100	277	2,333	100	2,333	1,685	100	1,685
IF 市	105	70	74	238	77	183	492	0	
IG 市	13	100	13	37	100	37			
IH 町	0	0		27	0				
II 市	758	81	614	139	48	67	550	25	138
IJ 町	30	0		100	50	50	200	30	60
IK 町	-	0			0			0	
IL 市	-			3					
IM 市	-			860			3,000		

自治体	セメントとして(固化材を含む)			生コンクリートとして			プレキャストコンクリート製品として		
	セメントの総使用量	うち混合セメントの比率(概数)	混合セメント推定数量	生コンクリートの総使用量	うち混合セメントを用いた生コンクリートの比率(概数)	混合セメント推定数量	プレキャストコンクリート製品の総使用量	うち混合セメントを用いたプレキャストコンクリート製品の比率(概数)	混合セメント推定数量
	t	%	t	m3	%	m3	t	%	t
IN市	3	0		52	0		462	0	
IO市	0	0		500	95	475	900	0	
IP町	-	-			0			0	
IQ市	18	10	2	1,164	26	303	500	0	
IR市	16	100	16	18	100	18	1,690	10	169
IS町	-	-		20	100	20	502	0.6	3
IT区	40	85	34	4,456	8	356	47	55	26
IU区	15	100	15	506	97	491	754		
IV区	40	0		1,080	100	1,080	995	0	
IW市	-	-		140	87	122	310	0	
IX町	0	100	0	184	100	184	30		
IY町	-	-		45	100	45			
IZ市	1,600	50	800	330	100	330	540	0	
JA町	-	-		800	100	800			
JB市	-	-		46,872			28,107		
JC町	-	-			100			100	
JD市	-	0			100				
JE市	85	0		216	0		376	0	
JF市	8	0		0	0		0	0	
JG町	-	-		110	56.3	62	8	0	
JH市	3	0		100	0		20	0	
JI市	-	-		19	100	19	27	0	
JJ市	25	0		500	100	500			
JK市	-	-		477,580					
JL市	-	-			100			0	
JM町	-	-		535	100	535			
JN町	-	-		500	98	490	800	0	
JO町	-	100			90				
JP町	-	0		757	100	757	210	0	
JO町	0	-		0	-		0	-	
JR町	17	0		398	100	398			
JS市	1	50	1	1,000	100	1,000	60	0	
JT町	-	-			100				
JU市	0	-		0	-		0	-	
使用件数	88		52	213		168	138		39
合計	424,598		240,349	7,679,575		1,482,585	598,762		17,883
最大	208,569	100%	202,312	3,900,000	100%	897,000	429,803	100%	8,778
最小	0	0%	0	0	0%	2	0	0%	3
単純平均	4,825	36.5%	4,622	36,054	71.4%	8,825	4,339	14.9%	459
加重平均		56.6%			19.3%			3.0%	

(6) 総合評価方式等による環境性能の評価について

「公共土木工事の委託先選定に当たり、総合評価方式等により、建築物の環境性能に係る提案を評価対象としているか」という設問に対しては、「常に評価対象としている」と回答したのは0.3%しかなく、「評価対象としたことがある」を合わせても2.5%にすぎない。しかし、実施を検討中という自治体が30.7%あり、将来的には評価対象となる可能性がある。

自治体区分別に見ると、都道府県で「評価対象としたことがある」が21.1%で、他よりも高い比率となっている。

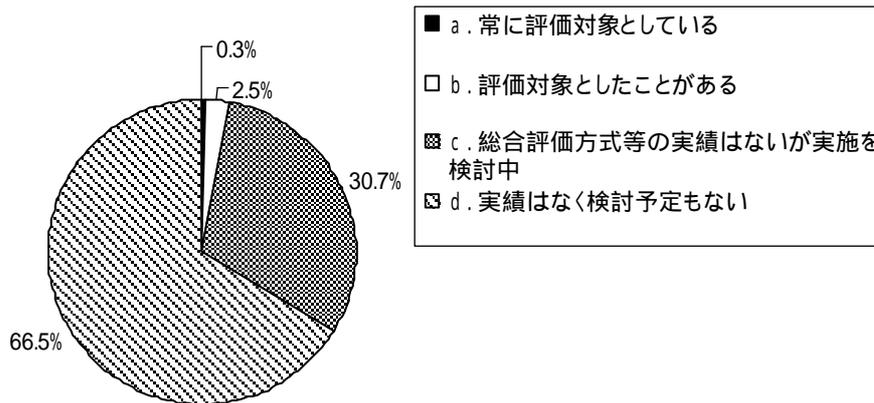


図 3-2-4-27 総合評価方式等で建築物の環境性能提案を評価対象とする自治体 (有効回答数：782)

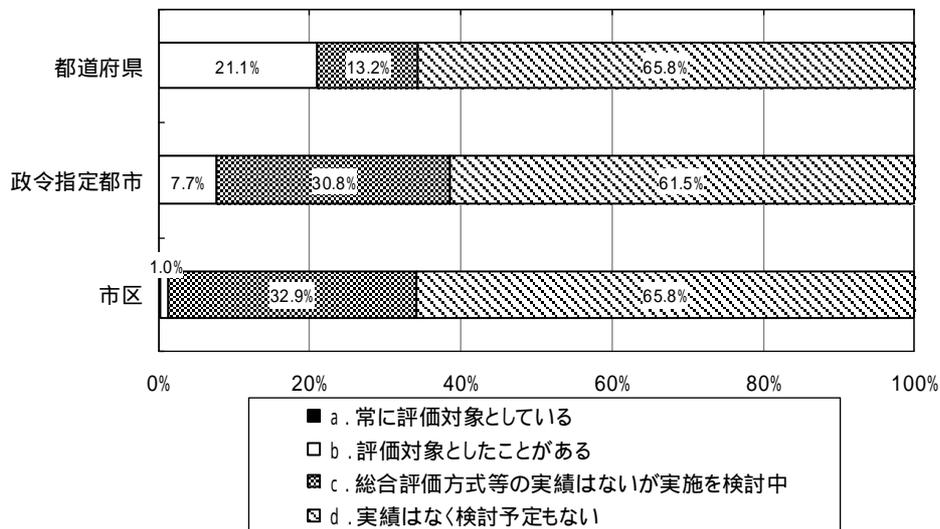


図 3-2-4-28 総合評価方式等で建築物の環境性能提案を評価対象とする自治体 (自治体区分別)

環境性能を「評価対象としている」あるいは「対象としたことがある」自治体に対して、「混合セメントの使用」は、プラス評価（加点）の対象になるか、という設問に対しては、「評価項目に含まれる」は有効回答の1.7%、「評価対象となりうるが文言は明示されていない」が21.7%であり、「評価項目には含まれない」という回答が有効回答の76.7%となった。この数値は公共建築工事よりもかなり低い値となっている。

これは、土木分野においては高炉セメントの利用は既に常識の範囲内であり、特別視されるようなものではないためと考えられる。

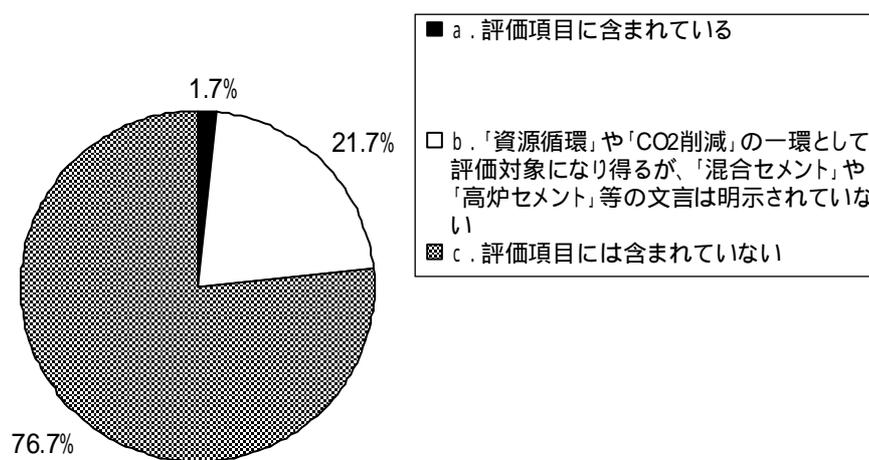


図 3-2-4-29 総合評価方式等において混合セメントの使用はプラス評価になるか
(有効回答数：60)

(7) 混合セメントの温室効果ガス削減効果の認識

「混合セメントが省エネ・CO₂削減につながることを知っているかどうか」という設問に対しては、「知っていた」という回答は有効回答の14.8%に過ぎず、建築分野の11.3%よりも多いが、「知らなかった」が有効回答の85.2%を占めた。

自治体区分別に見ると、政令指定都市では「知っていた」が61.5%と最も高く、都道府県の33.3%、市区の15.4%、町村の10.3%を大きく上回っている。

情報源としては、インターネット、各種情報誌、各種技術資料、自治体や協会の資料、大学の講義、グリーン購入法、京都議定書目標達成計画等が挙げられた。なお、「原則使用が定められた時にその有効性を確認したため」という回答もあった。

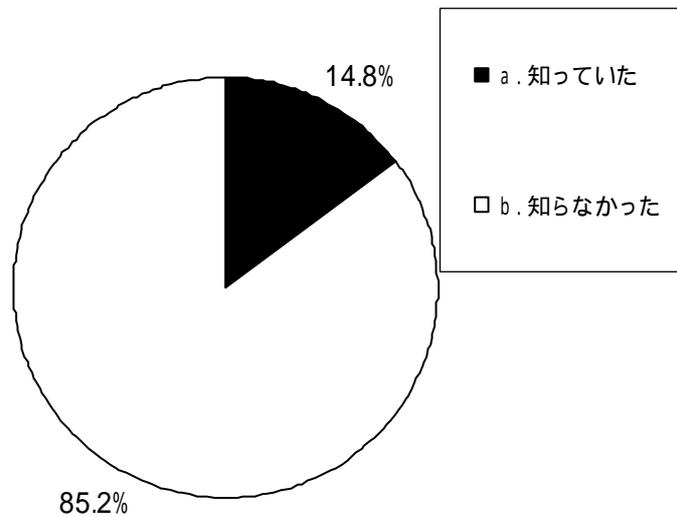


図 3-2-4-30 混合セメントが省エネ・省CO₂につながることを知っているかどうか (有効回答数 794)

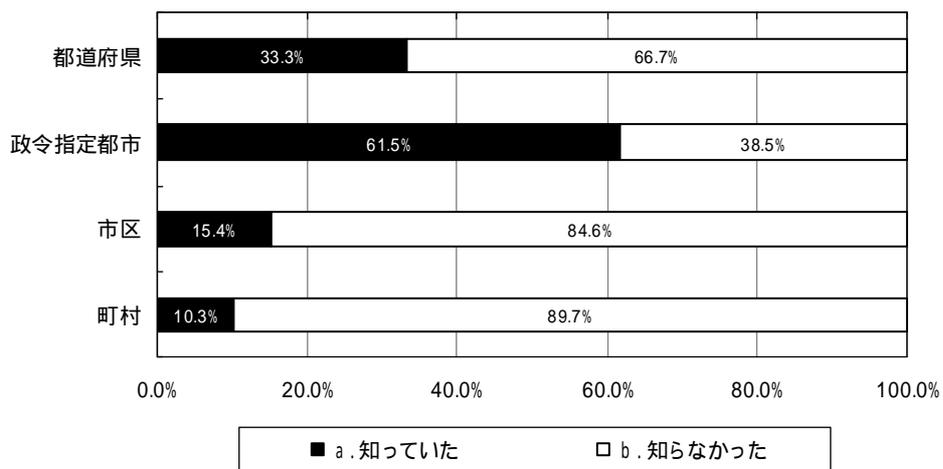


図 3-2-4-31 混合セメントが省エネ・省CO₂につながることを知っているかどうか (自治体区分別)

(8) 将来の利用拡大の可能性

「混合セメントの省エネ・CO₂削減効果が広く知られれば、混合セメントの使用も広がると思うか、という設問に対しては、「広がると思う」は有効回答の27.6%あり（建築は9.4%）、「条件によっては広がると思う」と合わせると94.1%をしめた。

なお、自治体区分別では有意な差異は見られなかった。

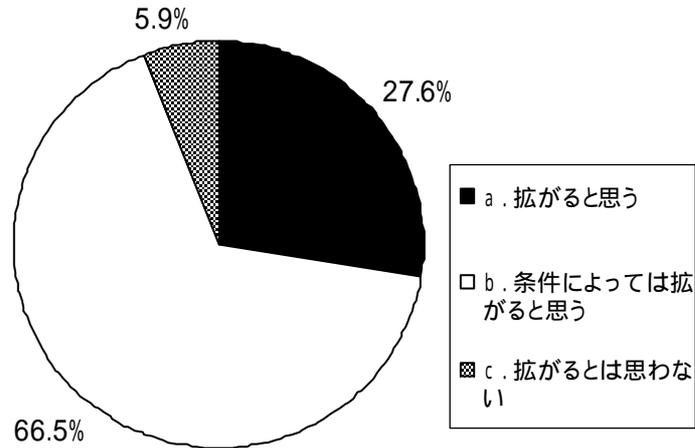


図 3-2-4-32 省エネ・CO₂削減効果による混合セメント利用拡大の可能性（有効回答数：777）

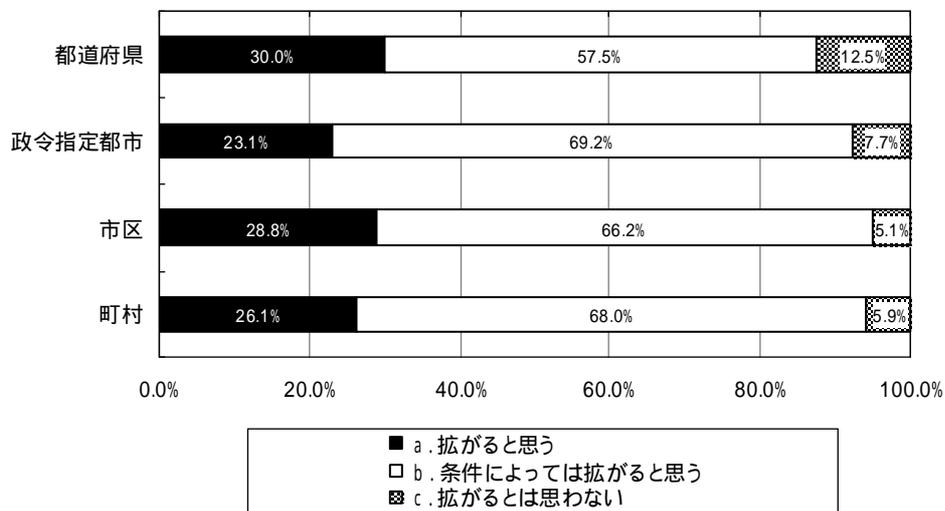


図 3-2-4-33 省エネ・CO₂削減効果による混合セメント利用拡大の可能性（自治体区分別）

混合セメントの利用拡大が進まない理由としては、「共通仕様書・積算基準等で混合セメントの使用が位置づけられていない」と「施工・供用実績が少なく品質面での不安・懸念がある」が高く、各々40.0%、36.7%となった。次が「省エネ・CO₂削減効果があるというだけでは採用の決め手にならない」で28.3%であった。

「その他」の回答としては、「既に高炉セメントが原則である」、「仕様書等で既に多くの工種で使用されているので」、「偽装生コンが昨年8月に出たばかりで心配である」、「エコセメントを使用していく方針のため」といった回答が挙げられた。

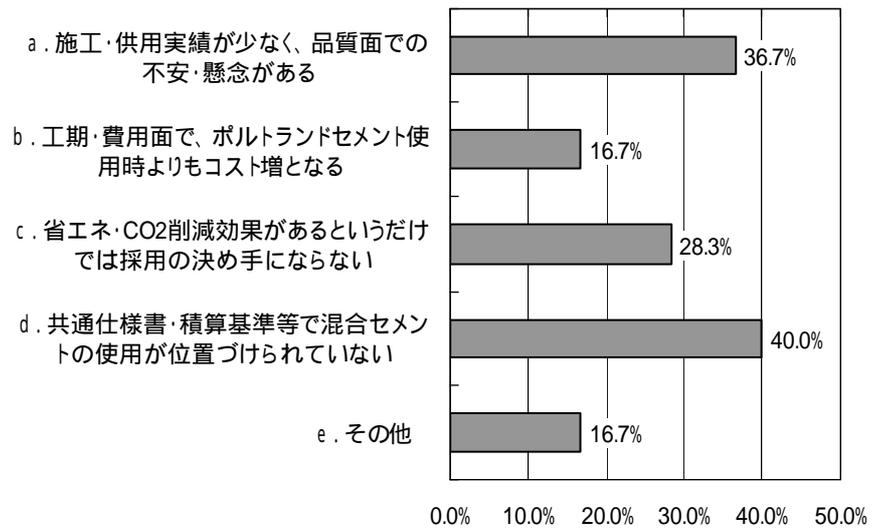


図 3-2-4-34 混合セメントが普及しない理由（有効回答数：60）

(9) 混合セメントの利用拡大を図るための条件

今後、混合セメントの使用拡大を図っていくためには、どのような条件を満たす必要があると思うか」という設問に対しては、「共通仕様書・積算基準等で混合セメントの使用が標準とされること」がもっとも多く有効回答の65.6%、次いで「普通ポルトランドセメントよりも安価であること」が46.1%、「工期・費用面で普通ポルトランドセメントと同等であること」が44.8%、「施工実績等に関する情報が得られ、建設物の品質面での不安・懸念材料が解消されること」が41.3%で僅差で並ぶ結果となった。

その他の意見としては、「気温が低い場合でも使用できるように改良されること」、「水和熱発生が抑えられていること」、「セメントやコンクリートの品質が第一に確保されていること」、「混合セメントの安定した供給システムが確立されること」、「現場条件により異なるが、例えば主要構造物毎に、普通ポルトランドセメントと同様に施工できる図集等があれば良い」、「プレキャストコンクリート製品製造会社の拡大を図ること」、「設計指針に入れること」、「共通仕様書、積算基準等で、ポルトランドセメントと並んで混合セメントの使用が標準とされること」、「生コンプラントが常時出荷可能な体制にあること」、「混合セメントに関する省エネ・CO₂削減効果のより一層の広報活動を行うこと」といった回答があった。

なお、「道路部門では、早期に交通開放を行うことが必要なため限界がある」といった回答もあった。

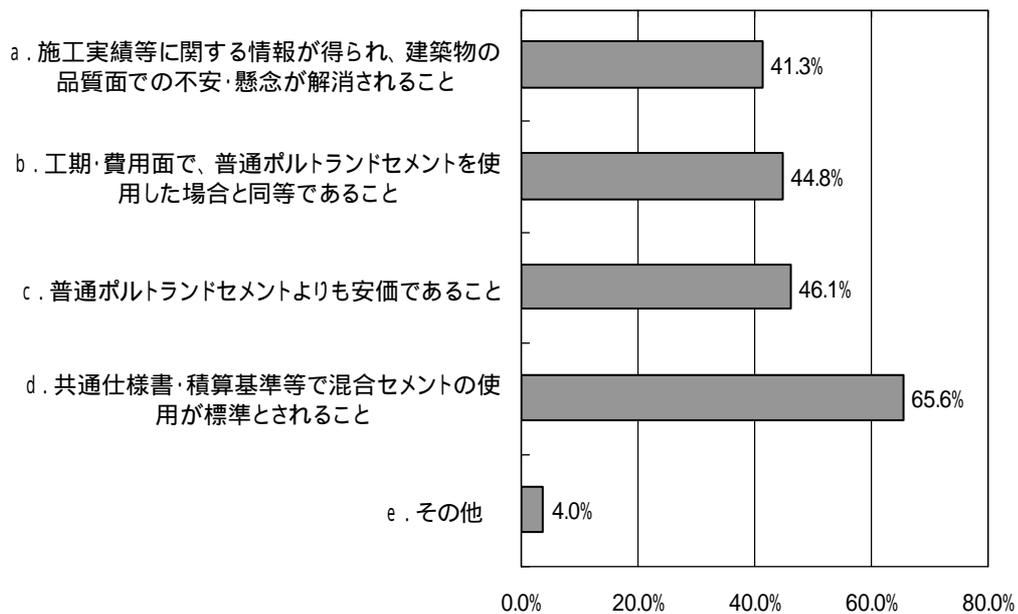


図 3-2-4-35 混合セメントの利用拡大を図るための条件（有効回答数：783）

・民間建築工事等における混合セメントの使用について

(1) CASBEE 等による環境性能の評価について

「CASBEE 等を活用して一定規模以上の建築物を建てる際に環境配慮を義務付ける制度を導入・検討しているか」という設問に対しては、「導入している」と回答したのは有効回答の 2.9% に過ぎず、「導入を検討している」を合わせても 6.0% にすぎないことが分かった。

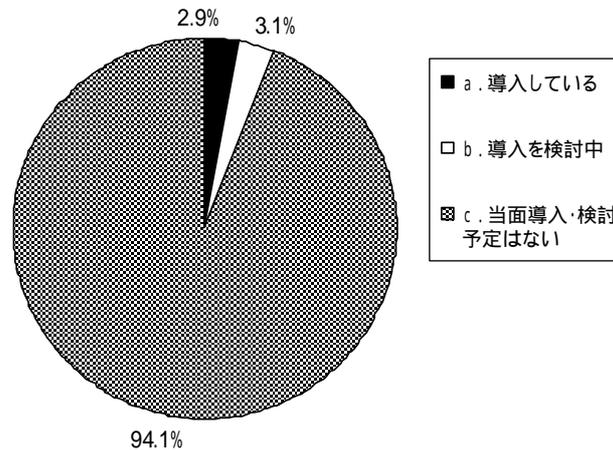


図 3-2-4-36 CASBEE 等の導入・検討状況（有効回答数：489）

CASBEE 等を導入あるいは導入を検討している自治体に対して、「混合セメントの使用は、プラス評価（加点）の対象になるか」という設問に対しては、「評価項目に含まれる」は有効回答の 20.0% と比較的高かった。なお、「未定」とする回答が 64.0% もあるため、今後の方向性によっては、可能性が高まることも大いに期待される。

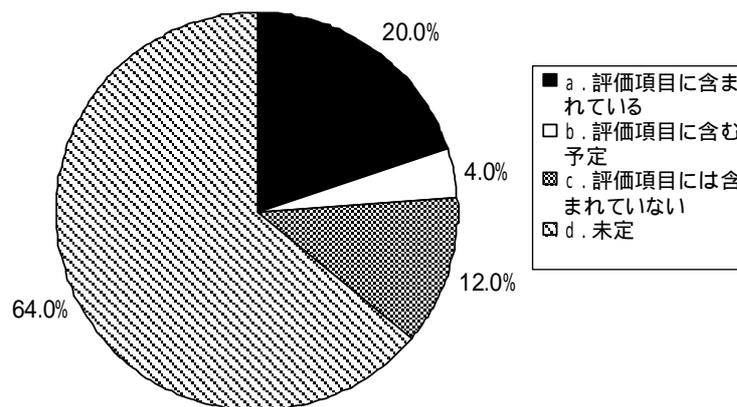


図 3-2-4-37 CASBEE 等における混合セメントの使用がプラス評価となるか（有効回答数：49）

自治体で当該制度の対象となった建築物のうち、混合セメントを使用しているケースは何件あるか、という設問に対しては、37自治体から何らかの回答が得られ、それを合計すると442件中52件であった。

表 3-2-4-6 CASBEE 等における混合セメント利用ケース数（全回答数 37）

自治体	対象建築物 (件数)	うち混合セメント利用 (件数)
A	0	0
B	76	10
C	13	6
D	47	19
E	0	0
F	0	-
G	0	0
H	0	-
I	0	-
J	0	-
K	0	0
L	0	0
M	145	0
N	0	0
O	0	0
P	0	0
Q	0	-
R	11	0
S	1	0
T	36	3
U	14	1
V	0	-
W	0	-
X	0	0
Y	0	-
Z	0	-
AA	0	-
AB	1	1
AC	-	0
AD	-	0
AE	-	0
AF	-	0
AG	0	0
AH	0	-
AI	-	0
AJ	74	12
AK	24	0
計	442	52

(2) CASBEE 等の対象案件における高炉セメントの使用事例

「CASBEE 等の対象建築物のうち、どのような部位・工種にどの程度の割合で混合セメントが使用されているか」という設問に対しては、大多数の回答は「使用事例は見当たらない」、「当該工種の施工自体がない」という回答であったが、「捨てコンクリート」、「RC擁壁」、「地中梁」、「基礎・耐圧版」といった項目では「概ね7～8割以上」といった回答も5%程度見られた。

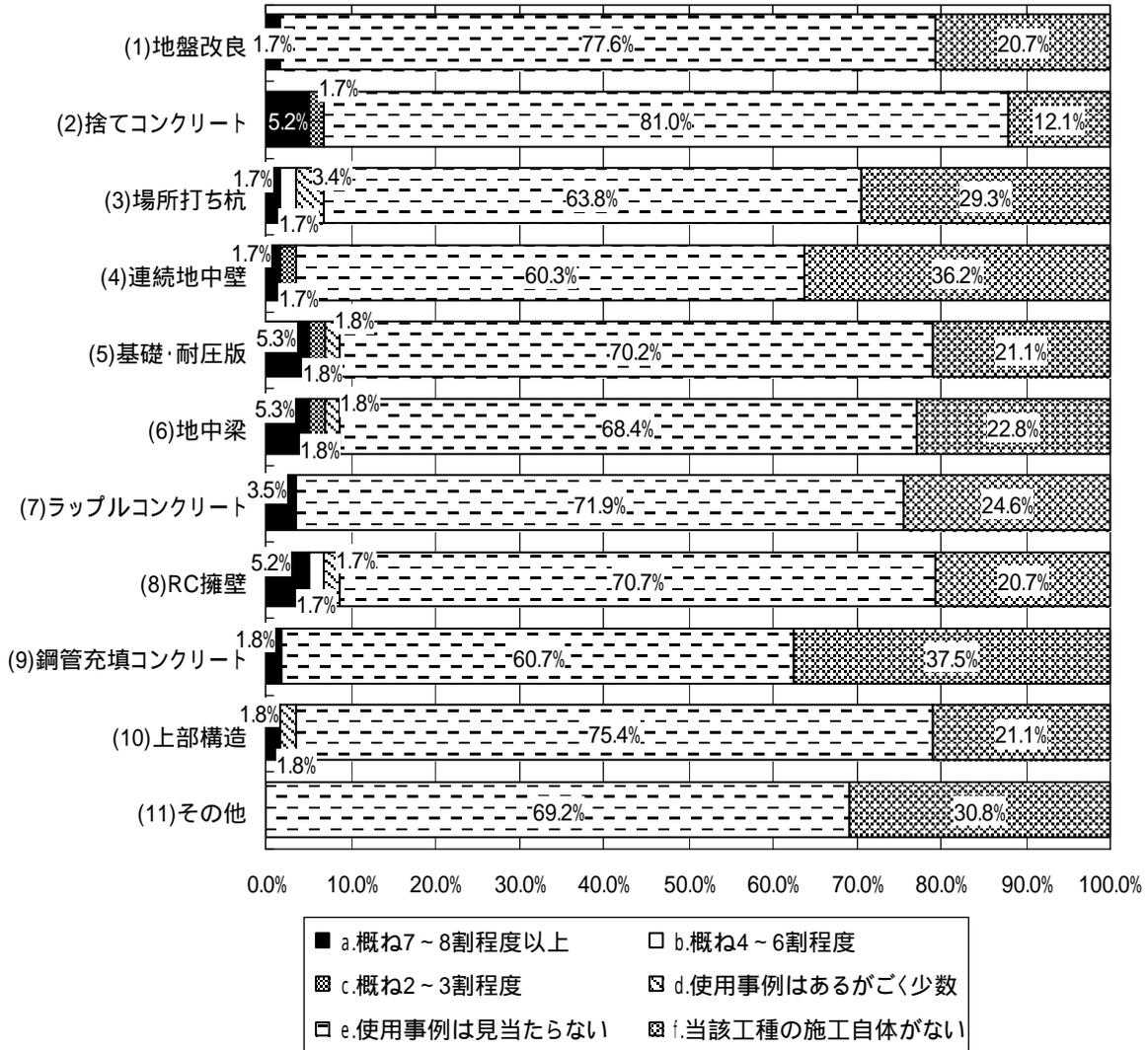


図 3-2-4-38 CASBEE 等の対象建築物における混合セメントの利用状況（有効回答数：70）

3.2.5 建築設計事務所のアンケート調査結果

建築構造技術者(建築工事で使用するセメントの種類を決定する立場にある)の混合セメントに対する認識を把握するため、(社)日本建築構造技術者協会(JSCA)の協力を得て、同協会賛助会員のうち法人会員約80件に対し、メールによるアンケート調査を実施した。

(1) 回答事業者の業態

回答者は設計事務所と建設事業者の設計部門がほぼ半々である。

表 3-2-5-1 回答事業者の業態

a .建築設計事務所	b .不動産事業者の設計部門	c .建設事業者の設計部門	d .その他
4	0	5	0

(2) 混合セメントの使用・検討の有無

「混合セメント(を用いた生コン)を建築資材として使用(指定)したことがありますか?」との問いに対し、通年使用している例は見られず、高炉セメントB種で「季節的に使用する時期がある」との回答が60%あるのみ。高炉セメントB種以外の使用・検討例は見られなかった。

表 3-2-5-2 混合セメントの使用・検討の有無

	a. 現在通年で常備し使用している	b. 季節的に使用する時期がある	c. 使ったことはあるが今は使っていない	d. 検討したことはあるが使ったことはない	e. 検討・使用ともにしたことがない
高炉B種	0.0%	60.0%	10.0%	20.0%	10.0%
高炉A種	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	100.0%
高炉C種	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	100.0%
フライッシュA種	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	100.0%
フライッシュB種	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	100.0%
フライッシュC種	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	100.0%
その他	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	100.0%

(3) 工種・部位に応じた高炉セメント使用状況

次頁の表3-2-5-3に示す「(1)~(11)の部位・工種で高炉セメントの使用実績はありますか?」との問いに対し、(3)場所打ち杭、(5)基礎・耐圧版、(6)地中梁、(7)ラップルコンクリートについては、「概ね半数程度以上の建築工事で使用実績あり」とする回答が多い。

(10)上部構造への高炉セメント使用は、「見当たらない」か「ごく少数」である。

表 3-2-5-3 工種・部位に応じた高炉セメント使用状況

	a. 概ね 7~8 割程度以上	b. 概ね 4~6 割程度	c. 概ね 2~3 割程度	d. 使用事例はあるがごく少数	e. 使用事例は見当たらない	f. 当該工種の施工自体がない
(1)地盤改良	11.1%	44.4%	11.1%	22.2%	0.0%	11.1%
(2)捨てコンクリート	10.0%	30.0%	20.0%	10.0%	10.0%	20.0%
(3)場所打ち杭	30.0%	50.0%	0.0%	10.0%	0.0%	10.0%
(4)連続地中壁	0.0%	40.0%	10.0%	20.0%	0.0%	30.0%
(5)基礎・耐圧版	10.0%	80.0%	0.0%	0.0%	0.0%	10.0%
(6)地中梁	10.0%	80.0%	0.0%	0.0%	0.0%	10.0%
(7)ラップコンクリート	0.0%	60.0%	10.0%	10.0%	0.0%	20.0%
(8)RC 擁壁	0.0%	40.0%	0.0%	30.0%	10.0%	20.0%
(9)鋼管充填コンクリート	0.0%	22.2%	11.1%	22.2%	22.2%	22.2%
(10)上部構造	0.0%	0.0%	0.0%	40.0%	50.0%	10.0%
(11)その他	0.0%	0.0%	0.0%	100.0%	0.0%	0.0%

(4) 高炉セメント採用の理由

「高炉セメントの使用実績がある場合、採用理由は何ですか？」との問いに対しては、「コスト削減につながるから」、「環境負荷低減につながるから」、「高炉セメントの特性を活かせるから」との回答が多く挙げられた。

表 3-2-5-4 高炉セメント採用の理由

選択肢	回答数	選択率
a. 高炉セメントの特性を活かせるから(アルカリ骨材反応の抑制効果や塩害の抑制効果等)	5	55.6%
b. コスト削減につながるから(普通ポルトランドセメントと比べて価格が安価)	7	77.8%
c. 環境負荷低減につながるから(鉄鋼スラグやフライアッシュ等再生資源を使用している点を評価)	6	66.7%
d. 環境負荷低減につながるから(セメント生産工程での省エネ・CO ₂ 排出削減効果を評価)	2	22.2%
e. 共通仕様書・積算基準等で高炉セメントを使用することとされているから	2	22.2%
f. これまでに施工実績があり特段の問題を生じていないから	1	11.1%
g. その他	0	0.0%

(5) 高炉セメント使用による問題発生の有無

「高炉セメントを使用したことで問題が発生したことはありますか？」との問いへの回答の多くは「a. 特に問題なし」だが、1件だけ「建築物の品質面で問題が生じた」との回答があり、その具体的内容は「初期発熱によるひび割れの発生」であった。

表 3-2-5-5 高炉セメント使用による問題発生の有無

選択肢	回答数	選択率
a. 特に問題なし	8	88.9%
b. 建築物の品質面で問題が生じた	1	11.1%
c. 工期または費用面で問題が生じた	0	0.0%
d. その他	0	0.0%

(6) 高炉セメント採用に対する障害・課題

「高炉セメントの採用に至らない場合、その理由は何ですか？」との問いに対して多く挙げられる問題点は、「a.中性化」、「b.初期強度」であり、次いで「c.ひび割れ」、「g.共通仕様書等でのポルトランドセメント指定」である。

表 3-2-5-6 高炉セメント採用に対する障害・課題

選択肢	回答数	選択率
a. 普通ポルトランドセメントと比べて中性化速度がやや速く、耐久性に不安があるから	5	55.6%
b. 普通ポルトランドセメントと比べて初期強度が小さく、やや長い養生期間を要するから	5	55.6%
c. 普通ポルトランドセメントと比べてひび割れが生じやすいように思われるから	3	33.3%
d. 普通ポルトランドセメントと比べて価格が高いまたは同等で、コストメリットがないから	1	11.1%
e. 普通ポルトランドセメントを使用したコンクリートと色が異なるから	0	0.0%
f. 近隣では高炉セメント(または高炉セメントを使用した生コンクリート)の調達が困難だから	1	11.1%
g. 共通仕様書・積算基準等でポルトランドセメントを使用することとされているから	3	33.3%
h. これまでに施工実績がないから	2	22.2%
i. その他	0	0.0%

(7) セメント種類決定に際して参照する仕様書等

「セメント種類の決定に当たり、参照する仕様書等は何ですか？」との問いに対しては、全回答が「JASS5」及び「公共建築工事標準仕様書(建築工事編)」を挙げ、その他の回答はなかった。

表 3-2-5-7 セメント種類決定に際して参照する仕様書等

選択肢	回答数	選択率
「建築工事標準仕様書・同解説 JASS5 鉄筋コンクリート工事」	10	100.0%
「公共建築工事標準仕様書(建築工事編)」	10	100.0%
その他	0	0.0%

(8) 建築物における高炉セメントの使用可能率

建築物の上部構造と地下構造それぞれについて、「建築物の品質・工期・費用に大きな影響を与えない範囲で、建築物に使用される生コン全体のうち何%程度まで高炉セメント生コンを使用できると思われるか」と質問したところ、ばらつきは大きいですが、地下構造については高い比率で高炉セメントを使用可能との回答があった。

表 3-2-5-8 高炉セメントの使用可能率(上部構造について)

高炉セメントの使用可能率(想定)	摘要(想定される適用可能部位の具体例等)
0%	「0」及び「使用不可」との回答計4件あり。
0%~10%	
1%~3%	防水押さえコン、配管用嵩上げコン
20%~30%	躯体サイズが大きい場合。 外壁面等の薄く、細かいモジュールの部位には使用しない。

表 3-2-5-9 高炉セメントの使用可能率（地下構造について）

高炉セメントの使用可能率(想定)	摘要（想定される適用可能部位の具体例等）
10%～20%	場所打ち杭、基礎、耐圧盤、基礎梁
20%～30%	基礎
20%～40%	マスコン（基礎・地中梁）杭
50%～70%	基礎、耐圧盤、地中梁
60%～70%	
50%～100%	場所打ち杭、基礎、基礎梁
80%～100%	地下躯体、基礎、地中梁、現場造成杭

（ 9 ）環境性能に係る提案・届出経験の有無

公共建築、民間建築それぞれについて、「建築物の環境性能に係る提案・届出をしたことはあるか」、「環境性能の一項目として混合セメントの使用を盛り込んだことはあるか」と質問したところ、公共建築の場合、「環境性能に係る提案実績がある」場合は「混合セメントの使用を盛り込んだ」比率が高い傾向が見られる。

表 3-2-5-10 環境性能に係る提案・届出経験の有無

区分	選択肢	回答数	構成比
公共建築 では・・・	a．環境性能に係る提案実績があり、混合セメントの使用も盛り込んだ	5	50.0%
	b．環境性能に係る提案実績はあるが、混合セメントの使用を盛り込んだことはない	1	10.0%
	c．建築物総合評価制度等による提案・届出の経験はない	4	40.0%
民間建築 では・・・	a．環境性能に係る提案実績があり、混合セメントの使用も盛り込んだ	4	40.0%
	b．環境性能に係る提案実績はあるが、混合セメントの使用を盛り込んだことはない	3	30.0%
	c．建築物総合評価制度等による提案・届出の経験はない	3	30.0%

（ 10 ）混合セメントのCO₂削減効果に係る認知度

「混合セメントが省資源・リサイクルだけでなく省エネ・CO₂削減にも効果があることを知っていましたか？」との問いには、「知っていた」、「知らなかった」がほぼ半々であった。

「知っていた」場合の情報源として、環境性能に係る提案を行うために調査した各種資料、鉄鋼スラグ協会「鉄鋼スラグの高炉セメントへの利用」等が挙げられた。

表 3-2-5-11 混合セメントのCO₂削減効果に係る認知度

選択肢	回答数	構成比
a．知っていた	5	55.6%
b．知らなかった	4	44.4%

(1 1) 混合セメントの使用拡大に向けた可能性と課題

「混合セメントの省エネ・CO₂削減効果が広く知られれば、混合セメントの使用も広がると思いますか？」との設問には、全員が「条件によっては広がると思う」と回答した。

また、「混合セメントの使用拡大を図っていくために満たすべき条件としては、回答の多いものから順に、「a．共通仕様書等での位置づけ」、「g．価格の低廉化」、「h．ひび割れを生じにくい混合セメントの開発」、「i．養生期間を短縮できる混合セメントの開発」、「d．製造・供用実績の積み重ねと普及広報による品質面での不安・懸念の解消」等が挙げられた。

表 3-2-5-12 混合セメントの使用拡大に向けた課題

選択肢	回答数	選択率
a．共通仕様書等での位置づけ（現状よりも強い書き方にする）	9	90.0%
b．発注者の理解と標準歩掛りへの反映	2	20.0%
c．国や自治体のグリーン調達やリサイクル製品認定制度等での採用	4	40.0%
d．製造・供用実績の積み重ねと普及広報による品質面での不安・懸念の解消	5	50.0%
e．流通・供給体制の整備（供給エリアの拡大や通年供給により入手しやすくする）	2	20.0%
f．流通・供給体制における品質管理の強化	1	10.0%
g．価格の低廉化（普通ポルトランドセメントよりも安価で供給する）	8	80.0%
h．ひび割れを生じにくい混合セメントの開発	6	60.0%
i．養生期間を普通ポルトランドセメント並みに短縮できる混合セメントの開発	6	60.0%
j．環境負荷低減効果をよりアピールしやすいデータの整備・広報（CO ₂ 削減価値を「見える化」する）	3	30.0%
k．その他	0	0.0%

3.2.6 国及び独立行政法人等のアンケート調査結果

(1) 共通仕様書・積算基準等におけるセメント種類に係る規定の有無

「貴機関発注の公共土木工事で使用するセメントの種類について、貴機関の共通仕様書・積算基準等に記載されていますか？」との設問には、多くが「記載されている」と回答している。

表 3-2-6-1 共通仕様書・積算基準等におけるセメント種類に係る規定の有無

	国	独法等	合計
A. 記載されている	16	5	21
B. 記載されていない	4	0	4

(2) 工種・部位ごとの高炉セメント使用状況

今回回答頂いた機関により発注された工種・部位の範囲では、(1)均しコンクリート(78.3%)、(2)側溝(63.6%)、(4)重力式擁壁(72.7%)、(7)護岸基礎(52.2%)、(8)笠コンクリート(54.5%)、(10)集水枡(69.6%)、(25)護岸(56.5%)、(26)舗装(59.1%)等で高炉セメントが採用されている比率が高い。

大半が a か d (工事がある場合は高炉セメントを使う)だが、稀に全項目について c (高炉セメントの使用実績はない)との回答もあった。(当該機関は不採用の理由を「施工実績がないから」としている。)

また、独立行政法人等では、国の機関と比べて、e (高炉セメントの使用状況不明)との回答が多く挙げられた。

表 3-2-6-2 工種・部位ごとの高炉セメント使用状況（国・独立行政法人等の合計）

	a. 高炉セメント が通常使用され ている	b. 高炉セメント が一部で使用さ れている	c. 高炉セメント の使用実績はな い	d. 当該工種の施 工自体がない	e. 高炉セメント の使用状況不明
(1)均しコンクリート	78.3%	8.7%	4.3%	4.3%	4.3%
(2)側溝	63.6%	4.5%	4.5%	22.7%	4.5%
(3)管渠	45.5%	4.5%	4.5%	36.4%	9.1%
(4)重力式擁壁	72.7%	9.1%	4.5%	9.1%	4.5%
(5)重力式橋台	45.5%	9.1%	9.1%	31.8%	4.5%
(6)法枠	36.4%	0.0%	22.7%	27.3%	13.6%
(7)護岸基礎	52.2%	4.3%	4.3%	30.4%	8.7%
(8)笠コンクリート	54.5%	0.0%	9.1%	27.3%	9.1%
(9)帯コンクリート	43.5%	0.0%	8.7%	39.1%	8.7%
(10)集水枡	69.6%	8.7%	8.7%	8.7%	4.3%
(11)RC 擁壁	34.8%	8.7%	8.7%	39.1%	8.7%
(12)トンネルライニング	18.2%	4.5%	13.6%	54.5%	9.1%
(13)半重力式橋台・擁壁	9.1%	0.0%	4.5%	72.7%	13.6%
(14)消波根固ブロック	34.8%	0.0%	4.3%	56.5%	4.3%
(15)暗渠	36.4%	4.5%	13.6%	36.4%	9.1%
(16)共同溝	0.0%	4.5%	4.5%	90.9%	0.0%
(17)地下道	0.0%	0.0%	4.5%	90.9%	4.5%
(18)函渠	4.5%	9.1%	9.1%	68.2%	9.1%
(19)ケーソン基礎中詰	0.0%	4.3%	4.3%	82.6%	8.7%
(20)水中コンクリート	0.0%	0.0%	4.5%	90.9%	4.5%
(21)場所打ち杭	0.0%	8.7%	4.3%	82.6%	4.3%
(22)深礎杭	4.5%	0.0%	4.5%	81.8%	9.1%
(23)水叩	39.1%	4.3%	4.3%	47.8%	4.3%
(24)ダム	43.5%	4.3%	8.7%	39.1%	4.3%
(25)護岸	56.5%	4.3%	4.3%	30.4%	4.3%
(26)舗装	59.1%	4.5%	4.5%	22.7%	9.1%
(27)港湾工事一般	0.0%	0.0%	9.5%	85.7%	4.8%
(28)その他	40.0%	0.0%	10.0%	40.0%	10.0%

(3) 高炉セメント採用の理由

「高炉セメントの使用実績がある場合、採用理由は何ですか？」との設問に対し、最も多い回答は「e. 共通仕様書・積算基準等で高炉セメントを使用することとされているから」であり、「f. これまでに施工実績があり特段の問題を生じていないから」と「a. 高炉セメントの特性を活かせるから」がそれに次いでいる。

表 3-2-6-3 高炉セメント採用の理由

	国	独法等	合計
a. 高炉セメントの特性を活かせるから (アルカリ骨材反応の抑制効果や塩害の抑制効果など)	50.0%	25.0%	45.5%
b. コスト削減につながるから (普通ポルトランドセメントと比べて価格が安価)	44.4%	0.0%	36.4%
c. 環境負荷低減につながるから (鉄鋼スラグやフライアッシュなど再生資源を使用している点を評価)	27.8%	25.0%	27.3%
d. 環境負荷低減につながるから (セメント生産工程での省エネ・CO ₂ 排出削減効果を評価)	16.7%	25.0%	18.2%
e. 共通仕様書・積算基準等で高炉セメントを使用することとされているから	77.8%	50.0%	72.7%
f. これまでに施工実績があり特段の問題を生じていないから	50.0%	25.0%	45.5%
g. その他	11.1%	50.0%	18.2%

(4) 高炉セメント使用時の問題の有無

高炉セメント使用による問題発生の有無については、大半が「a. 特に問題なし」であり、「b. 構造物の品質面で問題が生じた」との回答はなかった。

「c. 工期または費用面」、「d. その他」の問題として挙げられえているのは、「強度の発現に時間を要した」、「工程短縮が必要な場合は使用しづらい」、「冬期施工時の養生に気がかった」等である。

表 3-2-6-4 高炉セメント使用時の問題の有無

	国	独法等	合計
a. 特に問題なし	94.4%	75.0%	90.9%
b. 構造物の品質面で問題が生じた	0.0%	0.0%	0.0%
c. 工期または費用面で問題が生じた	5.6%	25.0%	9.1%
d. その他	0.0%	25.0%	4.5%

(5) 高炉セメント採用上の障害・課題

「高炉セメントの採用に至らない場合、どのような点が障害・課題となっているか？」との設問に対し、国の機関では「長い養生期間を要する」、「施工実績がない」、独立行政法人等では「コストメリットがない」が比較的多く挙げられている。

表 3-2-6-5 高炉セメント採用上の障害・課題

	国	独法等	合計
a. 普通ポルトランドセメントと比べて中性化速度がやや速く、耐久性に不安があるから	0.0%	0.0%	0.0%
b. 普通ポルトランドセメントと比べて初期強度が小さく、やや長い養生期間を要するから	50.0%	0.0%	33.3%
c. 普通ポルトランドセメントと比べてひび割れが生じやすいように思われるから	25.0%	0.0%	16.7%
d. 普通ポルトランドセメントと比べて価格が高いまたは同等で、コストメリットがないから	25.0%	50.0%	33.3%
e. 普通ポルトランドセメントを使用したコンクリートと色が異なるから	0.0%	0.0%	0.0%
f. 近隣では高炉セメント（または高炉セメントを使用した生コンクリート）の調達が困難だから	0.0%	0.0%	0.0%
g. 共通仕様書・積算基準等でポルトランドセメントを使用することとされているから	0.0%	0.0%	0.0%
h. これまでに施工実績がないから	50.0%	0.0%	33.3%
i. その他	0.0%	50.0%	16.7%

(6) 総合評価方式等における環境性能に係る提案の評価

今回得られた回答では、環境性能評価の実施経験がある機関のは全体の25%にとどまり、明示的に「混合セメントの使用」を評価項目としている例は見出せなかった。

「(3)工種・部位ごとの高炉セメント使用状況」の回答では、広範な土木構造物で高炉セメントが常時使用されている一方、「一部で使用」、「使用実績なし」ととどまっている例もあることから、設計者・施工者の選定に当たっての環境性能評価の普及、その評価項目としての「混合セメント使用」の組み込み等が進めば、混合セメント使用が拡大する余地が残されているものと思われる。

表 3-2-6-6 環境性能評価の有無

選択肢	国	独法等	合計
a. 常に評価対象としている	18.8%	0.0%	15.0%
b. 評価対象としたことがある	12.5%	0.0%	10.0%
c. 総合評価方式等の実績はないが実施を検討中	68.8%	50.0%	65.0%
d. 総合評価方式等の実績はないが、実施を検討中	0.0%	50.0%	10.0%
e. 総合評価方式等の実績はなく、検討予定もない	18.8%	25.0%	20.0%

表 3-2-6-7 混合セメント使用についての評価の有無

選択肢	国	独法等	合計
a. 評価項目に含まれている	0.0%	0.0%	0.0%
b. 「資源循環」や「CO ₂ 削減」の一環として評価対象になり得るが、「混合セメント」や「高炉セメント」等の文言は明示されていない	33.3%	0.0%	28.6%
c. 評価項目には含まれていない	66.7%	100.0%	71.4%

3.3 アンケート調査結果のまとめ

アンケート調査結果のまとめ（建築設計事務所等、国及び独立行政法人等は除く）を表 3-3-1～6 に示す。

表 3-3-1 アンケート調査結果のまとめ（生コンクリート工業組合）

アンケート調査の概要		混合セメント使用の実態		普及拡大の将来展望	
調査対象	全国生コンクリート工業組合連合会傘下の工業組合 46 件（大阪+兵庫は 1 組合）	< 混合セメントの使用部位等 > 高炉 B 種の「通常常備」は 97.1%で、全ての事業者が何らかの形で使用。高炉 A 種は「使ったことはあるが今は使っていない」が有効回答の 9.1%。高炉 C 種は「検討・使用ともにしたことがない」が 100%。フライアッシュセメントについては、B 種でも「通常常備」は 3.8%に過ぎず高炉 B 種と比較すると非常に低い。混和材としては、「通常常備」は、高炉スラグ微粉末 4000 でも 4.3%に過ぎず、6000 及び 8000 ではゼロ。一方で、フライアッシュについては、「通常常備」が 種で 7.7%、種で 8.7%であり、高炉スラグ微粉末よりも高い比率。ただし 種については「使ったことはあるが今は使っていない」が 23.1%と比較的大きい。		< 普及拡大の阻害要因 > 「工期・費用面」が最も多く 57.1%、次いで「仕様書等での位置付け」、「実績不足による不安・懸念」がともに 42.9%	
調査実施期間	平成 20 年 12 月 19 日発送 ～平成 21 年 1 月 19 日必着				
回収数	36 件				
回収率	78.2%				
備考	-				
回答者の属性	会員企業数は 40～60 社が 44.4%で平均では 56.9 社。工場数は、40～60 工場が 41.7%で平均では 62.3 工場。出荷量は 1,000～2,000 千 m ³ /年が有効回答の 47.2%、1,000 千 m ³ /年未満が 27.8%であり、平均では 2,010 千 m ³ /年。	< 普及拡大の将来展望 >		< 普及拡大の阻害要因 >	
< 工場数 > 					
< 一般的なサイロ数 > 		< CO₂削減効果の認識度 > 「知っていた」は 93.9%、「知らなかった」が 6.1%		< 将来の利用普及拡大の可能性 > 「拡がると思う」は 12.1%、「条件によっては拡がると思う」が 69.7%、「拡がるとは思わない」が 18.2%	
< 一般的なサイロ数 >		< CO₂削減効果の認識度 >		< 将来の利用普及拡大の可能性 >	
				< 新たな混合セメント導入時の必要となる設備投資等 > 「専用サイロの整備」が 91.7%、次に「配合設計の見直し・社内標準化」が 86.1%、「JIS 認証に係る諸手続き」が 61.1%。	

表 3-3-2 アンケート調査結果のまとめ（プレキャストコンクリート製品メーカー）

アンケート調査の概要		混合セメント使用の実態	混合セメントの問題点・方策	普及拡大の将来展望						
調査対象	「コンクリート製品・企業便覧 2008」に掲載されている企業全数 346 件	< 混合セメントの使用部位等 > 高炉B種を「通常常備」が 15.4%。「使ったことはあるが今は使っていない」も 15.4%であり、使用率全体は減少傾向にあることが伺える。高炉A種は「季節的に使用」を合わせても 1.0%と低く、高炉C種に至っては「検討・使用ともにしたことがない」が 90.4%。フライアッシュセメントでは「通常常備」はほとんどない。 	< 使用上の問題点・障害 > 「特に問題なし」が 52.1%。「品質面」は 37.5%であり、「コスト面」は 16.7%。具体的には、「初期強度」、「色むら」、「天端仕上げ」、「角かけ」、「補修」等。障害は「初期強度」が 82.9%と非常に高く、次いで「サイロが必要」(57.1%)、「脱型時間」(51.4%)と続く。 	< CO₂削減効果の認識度 > 「知っていた」は 53.7%で過半。 						
調査実施期間	平成 20 年 12 月 19 日発送 ～平成 21 年 1 月 19 日必着				< 普及拡大の阻害要因 > 「コスト増」が最も多く、58.1%、次いで「製造・供用実績」が 35.5%、「共通仕様書等」が 19.4%。 	< 将来の利用普及拡大の可能性 > 「広がると思う」は 8.6%、「条件によって」が 74.8%を占めた。 				
回収数	161 件						< 技術開発の実施状況 > 「進めている」は 15.0% 「考えている」を含めて 20.3%。 	< 使用拡大の条件 > 「養生期間を短縮」が 61.7%、「価格の低廉化」が 56.4%、「共通仕様書等」が 38.3%、「発注者の理解等」が 38.9%、「グリーン調達等」が 37.6%。 		
回収率	46.5%								< 混合セメント採用理由 > (建築)「コスト削減」が 50.0%、次に「特性を活かせる」が 47.3%、「環境負荷低減(再生資源)」が 47.9%。 	< 新たな混合セメント導入時の必要となる設備投資等 > 「専用サイロの整備」が 71.8%、「配合設計の見直し等」が 67.8%、「JIS 認証に係る諸手続き」が 58.4%で続いた。
備考	-									
回答者の属性		資本金 5,000 万円の企業が全体の 56%を占める。 	使用実績ある部材が多かったのは、「(12)U字側溝」で 17 件、次に「(15)落ちふた式U字側溝」、「L字側溝」等が上位。「使ったことはあるが今は使っていない」がいずれの部材についても 50%程度になっており、「高炉離れ」しつつある状況が伺える。 							

表 3-3-3 アンケート調査結果のまとめ（建設事業者・建築）

アンケート調査の概要		混合セメント使用の実態	混合セメントの問題点・方策	普及拡大の将来展望
調査対象	(社)建築業協会、(社)日本土木工業協会及び(社)日本建設業経営協会の会員企業 151 件	<p><混合セメントの使用部位等></p> <p>(建築)高炉B種を「通常様々に使用」が60.4%を占め、「一部で使用」は24.5%回答。高炉A種は「一部に使用」でも有効回答の2.9%と低く、高炉C種に至っては「使用していない」が100%。</p>	<p><使用上の問題点・障害></p> <p>(建築)「特に問題なし」が69.7%、「品質面で問題」は24.2%、「工期・費用面」は12.1%。障害では、「初期強度・養生期間」が70.0%、次いで「中性化速度」が53.3%、「共通仕様書等で」が46.7%。</p>	<p><CO₂削減効果の認識度></p> <p>(建築・土木共通)「知っていた」は63.0%、「知らなかった」が37.0%</p> <p><将来の利用普及拡大の可能性></p> <p>(建築・土木共通)「広がると思う」は7.8%、「条件によって」が72.5%。</p>
調査実施期間	平成 20 年 12 月 19 日発送～平成 21 年 1 月 19 日必着			<p><普及拡大の阻害要因></p> <p>(建築・土木共通)「省エネ等は決め手にはならない」が多く50.0%、次に「共通仕様書等」が42.9%、「施工・供用実績」が35.7%。</p>
回収数	55 件		<p><課題解決事例></p> <p>(建築)初期強度に対する事例が多く、「養生期間の長期化」や「管理材齢の長期化」等。ひび割れに対しては、「低発熱・収縮抑制型高炉セメントの使用」等。</p>	
回収率	36.4%		<p><技術開発の実施状況></p> <p>(建築・土木共通)「進めている」は15.1%、「考えている」を含めて28.3%。具体的事例は、上部工や吹付けコンクリートへの適用等。</p>	<p><使用拡大の条件></p> <p>(建築・土木共通)「共通仕様書等」が67.9%、「ひび割れを生じにくい混合セメントの開発」が66.0%、「価格の低廉化」が64.2%。</p>
備考	-	<p>(建築)「通常使用」が多いのは「(3)場所打ち杭」で25.6%、「使用実績がある」を合わせ65.1%。次いで「(5)基礎・耐圧版」の47.6%、「(6)地中梁」の46.3%、「(7)ラプルコンクリート」の40.5%。</p>	<p><CASBEE・総合評価制度等における位置づけ></p> <p>(建築)「混合セメントの使用も盛り込んだ」は26.2%であり、「盛り込んだことはない」も同一の比率となった。「提案・届出の経験はない」が47.6%。</p>	<p><新たな混合セメント導入時の必要となる設備投資等></p> <p>(建築・土木共通)「特段必要ない」が54.5%、次いで「設計・施工要員の教育」が36.4%、「効率的な作業方法の検討・標準化」が27.3%</p>
<回答者の属性>	<p>土木建築工事業が47社、土木のみが5社、建築のみが2社、専門が5社。 資本金規模は、「10億円以上50億円以下」が有効回答の25.5%と比較的多い。 回答事業者の従業員数についても、「301人以上1000人未満」が40.7%と比較的多いがほぼ万遍なく分布。</p>			
<資本金規模>				
<従業員数>				

表 3-3-4 アンケート調査結果のまとめ（建設事業者・土木）

アンケート調査の概要		混合セメント使用の実態	混合セメントの問題点・方策	普及拡大の将来展望	
調査対象	(社)建築業協会、(社)日本土木工業協会及び(社)日本建設業経営協会の会員企業 151件	<p><混合セメントの使用部位等></p> <p>(土木)高炉B種を「通常様々に使用」が60.4%を占め、「一部で使用」は24.5%回答。高炉A種は「一部で使用」でも有効回答の2.9%と低く、高炉C種に至っては「使用していない」が100%。</p> <p>■ a. 年間を通じて、様々な構造物の部位に使用している □ b. 年間を通じて、一部の構造物の部位に使用している ▨ c. 季節的・地域的に限定されるが、様々な構造物の部位に使用している ▩ d. 季節的・地域的に限定される、一部の構造物の部位に使用している ○ e. 当該セメントは使用していない</p>	<p><使用上の問題点・障害></p> <p>(土木)「特に問題なし」が63.0%、「品質面で問題」は32.6%、「工期・費用面」は10.9%。障害では、「初期強度・養生期間」が57.7%、「共通仕様書等」が50.0%、「ひび割れ」が46.2%。</p>	<p><CO₂削減効果の認識度></p> <p>(建築・土木共通)「知っている」は63.0%、「知らなかった」が37.0%。</p> <p><将来の利用普及拡大の可能性></p> <p>(建築・土木共通)「広がると思う」は72.5%、「条件によっては広がると思う」が19.6%、「広がると思わない」が7.8%、「条件によっては広がると思わない」が7.8%。</p>	
調査実施期間	平成20年12月19日発送～平成21年1月19日必着			<p><普及拡大の阻害要因></p> <p>(建築・土木共通)</p> <p>「省エネ等は決め手にはならない」が多く50.0%、次に「共通仕様書等」が42.9%、「施工・供用実績」が35.7%。</p>	
回収数	55件		<p><課題解決事例></p> <p>(土木)「初期強度・養生」に対しては、「水セメント比を小さくする」、「寒中養生や湿潤養生」等。「ひび割れ」に対しては、「保温養生」、「低発熱型のセメント利用」、「膨張材の使用」等。</p>		
回収率	36.4%		<p><技術開発の実施状況></p> <p>(建築・土木共通)</p> <p>「進めている」は15.1%、「考えている」を含めて28.3%。具体的な事例は、上部工や吹付けコンクリートへの適用等。</p>		
備考	-		<p><CASBEE・総合評価制度等における位置づけ></p> <p>(土木)混合セメントの使用も盛り込んだ」は20.5%であり、「盛り込んだことはない」は40.9%、「提案・届出の経験はない」が有効回答の15.9%。</p>	<p><使用拡大の条件></p> <p>(建築・土木共通)「共通仕様書等」が67.9%、「ひび割れを生じにくい混合セメントの開発」が66.0%、「価格の低廉化」が64.2%。</p>	
<回答者の属性>	<p>土木建築工事業が47社、土木のみが5社、建築のみが2社、専門が5社。</p> <p>資本金規模は、「10億円以上50億円以下」が有効回答の25.5%と比較的多い。</p> <p>回答事業者の従業員数についても、「301人以上1000人未満」が40.7%と比較的多いがほぼ万遍なく分布。</p>	<p>「通常使用」多いのは、「均しコンクリート」、「重力式擁壁」、「護岸基礎」、「笠コンクリート」、「帯コンクリート」、「護岸」等で50～60%。「適さない」は、「法枠」、「トンネルライニング」等で10%程度。</p>			
<資本金規模>	<ul style="list-style-type: none"> a. 5000万円以下 b. 5000万円超～1億円以下 c. 1億円超～3億円以下 d. 3億円超～10億円以下 e. 10億円超～50億円以下 f. 50億円超～100億円以下 g. 100億円超～500億円以下 h. 500億円超 	<p><混合セメントの採用理由></p> <p>(土木)「共通仕様書等」が圧倒的に多く97.8%。「特性を活かせる」45.7%や「コスト削減」30.4%、「環境負荷低減(再生資源)」28.3%を大きく引き離れた。</p>			
<従業員数>	<ul style="list-style-type: none"> a. 20人以下 b. 21人以上～100人以下 c. 101人以上～300人以下 d. 301人以上～1000人以下 e. 1001人以上～5000人以下 f. 5000人超 				
			<p><新たな混合セメント導入時の必要となる設備投資等></p> <p>(建築・土木共通)「特段必要ない」が54.5%、次いで「設計・施工要員の教育」が36.4%、「効率的な作業方法の検討・標準化」が27.3%。</p>		

表 3-3-5 アンケート調査結果のまとめ（自治体・建築）

アンケート調査の概要		混合セメント使用の実態	混合セメントの問題点・方策	普及拡大の将来展望
調査対象	都道府県：47件 市区町村：1805件 計1852件	<p><仕様書等における位置付け></p> <p>特記で特段の指定がない場合の仕様書は、国土交通省の「公共建築工事標準仕様書」が41.0%、「都道府県の標準仕様書」が34.0%で続き、「市町村の仕様書」が14.8%。仕様書で指定がない場合にセメントをどのように決めているか、に対しては、「原則普通」は13.3%。67.9%は「国等の標準仕様書」。</p> <p>「国等の標準仕様書等」としては、「公共工事標準仕様書（建築工事編）」が94.1%、「建築工事標準仕様書 JASS5」が27.1%。</p>	<p><使用上の問題点・障害></p> <p>「特に問題なし」が92.4%と圧倒的。「品質面で問題」はゼロ、「工期・費用面」は5.7%。障害は、「施工実績」が50.6%、次いで「共通仕様書等」が43.1%。特性上の障害・課題としては、「初期強度・養生期間」が33.5%であったが、「コストメリット」や「中性化等」等は少数派。</p>	<p><CO₂削減効果の認識度></p> <p>「知っていた」は11.3%。「知らなかった」が88.7%。</p>
調査実施期間	平成20年12月19日発送～平成21年1月19日必着	<p><混合セメントの使用実績></p> <p>比較的多かったのは、「捨てコンクリート」、「地盤改良」、「場所打ち杭」の順であるが、その比率は5.1～7.7%。「一部に使用」までを含めると、「基礎・耐圧版」、「捨てコンクリート」、「場所打ち杭」が比較的多いが、それでも10.1%～16.7%。</p>	<p><CASBEE・総合評価制度等における位置づけ></p> <p>「常に評価対象」は0.7%、「したことがある」を合わせても3.1%にすぎない。「検討中」は33.1%であり、今後の発展分野であろう。「混合セメントは、プラス評価になるか」に対しては、「評価項目」は3.9%、「明示されていない」が49.0%であり、「含まれない」が47.1%。</p>	<p><将来の利用普及拡大の可能性></p> <p>「広がると思う」は9.4%。「条件によっては広がると思う」が79.5%。</p>
回収数	853件	<p><混合セメントの採用理由></p> <p>「コスト削減」が44.0%、次に「特性を活かせる」、「共通仕様書等」が38.5%、25.8%で続いた。「環境負荷低減（省エネ等評価）」は6.6%。</p>	<p><普及拡大の阻害要因></p> <p>「施工・供用実績」が47.1%となり、次いで「共通仕様書等」が39.2%。</p>	<p><使用拡大の条件></p> <p>「共通仕様書・積算基準等で混合セメントの使用が標準とされること」と「施工実績等に関する情報が得られ、建設物の品質面での不安・懸念材料が解消されること」が多く、有効回答の62.9%、61.6%。</p>
回収率	46.1%	<p><回答者の属性></p> <p>都道府県が4.8%、政令指定都市1.5%、市区50.8%、町村42.9%。回収率が高かったのは「都道府県」で87.2%、次いで政令指定都市が76.5%、市区が54.9%、町村が36.6%。</p>	<p><CASBEE・総合評価制度等における位置づけ></p> <p>「常に評価対象」としては0.7%、「したことがある」を合わせても3.1%にすぎない。「検討中」は33.1%であり、今後の発展分野であろう。「混合セメントは、プラス評価になるか」に対しては、「評価項目」は3.9%、「明示されていない」が49.0%であり、「含まれない」が47.1%。</p>	<p><使用拡大の条件></p> <p>「共通仕様書・積算基準等で混合セメントの使用が標準とされること」と「施工実績等に関する情報が得られ、建設物の品質面での不安・懸念材料が解消されること」が多く、有効回答の62.9%、61.6%。</p>
備考	-			

表 3-3-6 アンケート調査結果のまとめ（自治体・土木）

アンケート調査の概要		混合セメント使用の実態	混合セメントの問題点・方策	普及拡大の将来展望
調査対象	都道府県：47件 市区町村：1805件 計1852件	<p><仕様書等における位置付け></p> <p>（土木）共通仕様書等に記載されていない場合、「原則普通セメント」は9.5%、64.8%は「国等の標準仕様書」。参照する仕様書は、「都道府県の共通仕様書」が94.4%を占めた。次点は「国土交通省地方整備局の共通仕様書」が11.3%。</p> <p> </p>	<p><使用上の問題点・障害></p> <p>「特に問題なし」が96.7%と圧倒的。「品質面で問題」、「工期・費用面で問題」はともに1.5%前後。障害は、「施工実績がない」が43.7%、次いで「初期強度・養生期間」が29.4%、「共通仕様書等で普通ポルトランドセメントを使用することとされているから」が28.0%で続いた。</p>	<p><CO₂削減効果の認識度></p> <p>「知っていた」は14.8%、「知らなかった」が85.2%。</p>
調査実施期間	平成20年12月19日発送～平成21年1月19日必着	<p><混合セメントの使用実績></p> <p>「通常使用」が特に多かったのは、「均しコンクリート」、「集水枦」、「重力式擁壁」の順で65～72%。</p>	<p><CASBEE・総合評価制度等における位置づけ></p> <p>「常に評価対象」は0.3%、「したことがある」を合わせても2.5%に過ぎない。検討中は30.7%。「混合セメント使用はプラス評価になるか」に対しては、「評価項目に含まれる」は1.7%、「明示されていない」が21.7%、「含まれない」76.7%。</p>	<p><将来の利用普及拡大の可能性></p> <p>「広がると思う」は27.6%（建築は9.4%）、「条件によっては広がると思う」が66.5%。</p>
回収数	853件	<p><混合セメントの採用理由></p> <p>「共通仕様書・積算基準等」が58.2%、「コスト削減」が41.8%、「特性を活かせるから」は32.2%、また、「これまでに特段の問題がない」も29.2%。</p>	<p><普及拡大の阻害要因></p> <p>「共通仕様書・積算基準等」が40.0%、「施工・供用実績等」が36.7%。「省エネ等は採用の決め手にならない」が28.3%。</p>	
回収率	46.1%		<p><使用拡大の条件></p> <p>「共通仕様書等」が65.6%、次いで「安価」が46.1%、「工期・費用面」が44.8%、「施工実績等」が41.3%。</p>	
備考				
<p><回答者の属性></p> <p>都道府県が4.8%、政令指定都市1.5%、市区50.8%、町村42.9%。回収率が高かったのは「都道府県」で87.2%、次いで政令指定都市が76.5%、市区が54.9%、町村が36.6%。</p>				

第4章 混合セメントの普及拡大事例調査

本章では、混合セメント使用の普及拡大に取り組んでいる自治体や企業を抽出し、その中から、動機・きっかけ、関係者の役割、成功要因、効果と課題等についてヒアリング調査、及び文献調査を行った結果を整理する。

4.1 普及拡大事例調査の概要

(1) 調査目的

混合セメント使用の普及拡大につながる取組を行っている自治体や企業を抽出・整理し、動機・きっかけ、関係者の役割、成功要因、効果と課題等についてヒアリング調査を実施する。

調査結果は、混合セメントの普及拡大方策（第5章）に関する検討や、ユーザー等への理解浸透のための取組検討（第6章）に活用する。

(2) 調査対象

	土 木	建 築	プレキャストコンクリート製品
規制的 手法	・共通仕様書等における混合セメントの標準化	建築物環境配慮制度(東京都)	・東京たまエコセメント製品の認証制度(東京都) リサイクル製品認定制度等による混合セメント製品の認定・普及促進(北九州市等)
手続的 手法	・グリーン調達目標設定・実績公表(国・独法等)		
情動的 手法	コンクリート構造物ひび割れ抑制対策(山口県) 普及啓発パンフレット作成、研修会開催等(福島県)		
経済的 手法	フライアッシュの普及拡大支援(A社) " (B社) 生コンクリート協同組合による混合セメント・混和材使用		
技術的 手法	に係る試験研究(C生コンクリート協同組合) ・生コンクリート協同組合による品質管理徹底及び品質保証		
			プレキャストコンクリート製品への高炉セメント使用(D社)

(3) 調査内容・方法等

	調査内容	調査方法
STEP1: 事例収集 ・整理	・実施主体(誰が) ・実施地域(どこで) ・実施内容(何を)	・アンケート結果整理 ・文献・WEB・電話ヒアリング ・委員からの情報提供
STEP2: 詳細調査 (3件程度)	・動機・きっかけ(なぜ・いつ) ・実施スキーム(どうやって) ・成功要因、効果と課題 ・普及促進のための留意点(特異性/普遍性)	・現地訪問ヒアリング

4.2 個別普及拡大事例の概要

4.2.1 コンクリート構造物ひび割れ抑制対策（山口県）

（１）実施主体

山口県土木建築部技術管理課、（財）山口県建設技術センター

（２）実施地域

山口県内

（３）実施内容

コンクリートのひび割れ抑制対策として、次の３つの視点からの総合的な取組を実施。材料だけでも施工だけでも対応できない、との認識が基本。

- ・適切な施工時期・・・高温時（６～８月）のコンクリート打設を極力避けた工程計画
- ・材料による対策・・・誘発（伸縮）目地、コンクリートの仕様（混和材）、補強材料（補強鉄筋、ガラス繊維）、養生方法の工夫
- ・確実な施工の実施・・・施工の基本事項の遵守、「施工状況把握チェックシート」で工事監督を充実

対象は土木のみで建築は含まず。また、ひび割れ抑制の目的は、ひび割れを皆無にすることではなく、「費用対効果や施工性を加味した上で、有害なひび割れの発生を抑えること」としている。

平成 17～18 年度に、複数の材料・施工方法について実構造物で試験施工を行い、ひび割れ抑制効果を比較検討。平成 19 年度以降も、「止まらずに動き続ける仕組み」づくりのため、各種ツール（チェックシート、e-ラーニング）等を整備。

マスコンクリート打設時は、リフト毎にコンクリート内部温度を計測・記録し、ひび割れ発生状況を調査・観察。「コンクリート打設管理記録」として（財）山口県建設技術センターにデータを集約・整理・公表。

平成 17 年度試験施工以来の取組の成果をまとめた「コンクリート構造物ひび割れ抑制対策資料」を平成 19 年 4 月にとりまとめ、平成 18 年度試験施工の検証結果を踏まえて同年 10 月に改訂。

山口県土木建築部、（財）山口県建設技術センター、（社）山口県建設業協会、山口県土木施工管理技士会、山口県生コンクリート工業組合の共催による技術講習会（年 1 回ベース）を開催し、ひび割れ発生のメカニズムとその抑制に対する正しい知識の普及啓発に努めている。

（４）動機・きっかけ

コンクリートのひび割れ多発により建設業者にかかる調査・補修負担が増し、県に対策を求める声（「コンクリートのひび割れに関して工事施工業者だけでの対応に限界を感じている」）が強まった。

背景として、次の施策動向があった。

- ・工事施工業者へのひび割れ発生状況調査の義務付け（平成 13 年～）
- ・工事成績評定（ひび割れの発生が反映する）（平成 15 年～）
- ・公共工物品確法の制定（平成 17 年～）

（５）実施スキーム

重要構造物（橋梁下部、ボックスカルバート等）を対象として、工事施工業者に、「コンクリート打設管理記録」の作成・提出を義務付け。制度導入以来 2 年弱で約 400 ロット以上の「コンクリート打設管理記録」を蓄積。

工事監督職員が、施工状況を確認の上、「施工状況チェックシート」を作成・提出。

（６）成功要因

「時期」、「材料」、「施工」の 3 つの視点からの総合的な取組の実施。

平成 17～18 年度の試験施工実施後も、さらに、「止まらずに動き続ける仕組み」づくりのため、各種ツール（チェックシート、e-ラーニング等）を整備。

（７）効果と課題

自治体がひび割れ問題（の懸念）の存在を直視し、ひび割れ対策の実施を工事施工業者のみに負わせることなく、関係者と一体となって取り組んだ画期的な事例である。

技術講習会への多数参加に見られるように、工事請負業者を中心に関係者の高い関心を集めており、意識啓発・技術向上に寄与したものと見られる。

現時点で決め手となるひび割れ抑制対策は見つかっておらず、「コンクリート打設管理記録」等で知見の蓄積を図っている段階。

ひび割れの発生はあるものの、大掛かりな補修を必要とするようなひび割れには至っていないため、現時点では、標準仕様（＝高炉セメント B 種）のままでも特段の支障はないと考えている。

（８）普及促進のための留意点

混合セメントの新用途開拓への寄与は見込みにくいですが、ひび割れ問題を放置すると、高炉セメントの信用低下・使用低減につながりかねず、こうした事態を回避し、既に高炉セメント B 種が標準となっている用途でベースとなる需要を確保するため、他自治体での類似取組の促進が期待される。（主に土木分野が対象のため、都市部市町村より、地方での都道府県単位の取組が想定される。）

（９）その他参考情報

平成 18 年度、「材料等による適切な対策方法」のうち、コンクリートの仕様と補強材によるひび割れ抑制効果を比較検討するため、橋台胸壁・たて壁を対象とした試験施工を実施。高炉セメント B 種を標準仕様とし、普通ポルトランドセメント、高性能 AE 減水剤、水和熱抑制型膨張材、アラミド繊維、ガラス繊維、補強鉄筋を使用した際のひび割れ発生状況を観察した。効果があったと見られるのは、ガラス繊維及び補強鉄筋の使用。

高炉セメント B 種使用時のひび割れは、普通ポルトランドセメント使用時と同等と評価されている。

4.2.2 高炉セメントコンクリートに関する普及啓発（福島県）

（１）実施主体

福島県 県北建設事務所

（２）実施地域

福島県 県北建設事務所管内（福島市周辺地域）

（３）実施内容

「高炉セメントコンクリート使用標準化への対応」をテーマとして、発注者（県北建設事務所及び管内事務所の技術職員全員）、施工事業者（上記事務所発注工事の現場代理人）に対するアンケート、普及啓発資料作成・配布、講習会等を実施。

仕様書や工事管理・監督における具体的な手段は次のとおり。

- ・特記仕様書に、「高炉セメントコンクリートの使用に当たっては、施工方法、養生方法を施工計画書に明記するとともに、その特性を把握して施工に当たる」旨、明記。
- ・「施工計画書チェックリスト」、「コンクリート打設チェックリスト」に高炉コンクリートの項目（養生日数、養生方法）を追加。

（４）動機・きっかけ

福島県では、レディーミクストコンクリート標準使用基準の改正により、

- ・平成 19 年 4 月より、橋梁下部工、地覆工、剛性防護柵工に高炉セメント B 種を使用。
 - ・同年 7 月より、橋梁上部工（地覆工・鋼製防護柵を除く）を除く全ての構造物について、高炉セメント B 種の使用を標準とした。
- 高炉セメント B 種を標準とした背景として、次の要因があった。
- ・東北地方整備局・青森県・岩手県・宮城県・山形県で既に高炉セメントを標準としていたこと。
 - ・「ふくしまエコオフィス実践計画」(平成 19 年 4 月)に高炉セメントの使用が位置づけられ、調達推進を図る必要があったこと。

（５）実施スキーム

福島県土木部の出先事務所が各地区に応じた課題の調査研究を行う「建設技術調査研究」のテーマとして「高炉セメントコンクリート使用標準化への対応」を取り上げ、実施した。県発注土木工事については、各建設事務所の職員が現場監督を行っている。近年は、現場監督よりも工事着手前の関係者調整等に時間を割かねばならず、時間的に厳しい中で実施している。

（６）成功要因

県の土木工事共通仕様書での高炉セメント B 種標準化を受けたタイムリーな実施。

県本庁の土木部職員ではなく、より工事現場に近い建設事務所職員が主体的に動いた現場密着型の取組。

(7) 効果と課題

標準として使用するセメントを普通ポルトランドセメントから高炉セメントに切り替えた際、養生日数に係る積算基準の見直しはしていない。規定通りの養生を確保するためには積算基準見直しが望ましいが、それは各出先事務所の職掌範囲を超え、県及び国レベルでの対応が必要。

調査研究自体は単年度であり、取組の継続的实施（PDCA）の仕組みづくりが課題。

(8) 普及促進のための留意点

混合セメントが新たに標準として採用された領域（地域・用途）において、類似取組の促進が期待される。

(9) その他参考情報

アンケート調査での、高炉セメント使用経験や施工実態等に関する回答は下表のとおり。

設 問 ()外は発注者、()内は受注者への質問	発注者	受注者
高炉コンクリートを使用する工事の正監督員(元請代理人)の経験は？	ある:35.4% ない:64.6%	ある:51.1% ない:48.9%
高炉コンクリート使用の際、養生に注意して(現場)監督業務を行ったか？	注意した:77.8% 注意せず:22.2%	注意した:88.5% 注意せず:11.5%
高炉コンクリート使用の際、定められた期間養生を行うことを施工計画書に記載させたか？(記載したか？)	記載させた:63.2% 記載させず:36.8%	記載した:67.9% 記載せず:32.1%
高炉セメントが標準となった後に発注した(された)工事で高炉コンクリートを使用しているか？	使用した:51.9% 使用せず:48.1%	使用した:45.5% 使用せず:54.5%

高炉コンクリートを使用していない場合の理由として、「養生期間の短縮」(工期に間に合わせるため、早期交通開放のため等)、「冬期施工」、「発注者の指示」等が挙げられた。福島県では「9月末に予算の80%の発注」を目標としており、9月末契約する工事が多く、その場合、準備工・土工等を行った後、冬期にコンクリート打設となることが多い。平成19年度の場合、7月以降のコンクリート打設時期は、下表のとおり。(協議の上普通ポルトランドセメントを使用することができる)11月～3月の打設が57.7%と過半を占めている。

7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月
6.7%	8.9%	8.9%	15.6%	11.1%	22.2%	13.3%	6.7%	4.4%

「冬期(11月～3月)施工に当たり、普通ポルトランドセメントの使用承諾願いを提出したか」という問いに対しては、68.4%が承諾願いを出しており、その全てが受理(普通ポルトランドセメント使用許諾)されている。

4.2.3 フライアッシュの普及拡大支援（A社）

（1）実施主体

石炭灰の販売及びコンサルティングA社（電気事業者a社のグループ会社）

（2）実施地域

主にa社の電力供給地域

（3）実施内容

平成12年、a社が石炭灰有効利用プロジェクトを開始。平成15年、石炭灰の販路拡大を担う子会社、A社を設立。

フライアッシュ供給先への支援として、工事着手前の段階でのコンサルティング、工事中の施工指導、品質管理に関する技術指導のほか、公共工事の品質確保まで担当。

安定供給体制確立のため、拠点港湾に中継サイロまたは移動式小型サイロを設置。需給変動等への対応を想定して「移動式小型サイロ」を設置したが、実際に移設したことはなく、実態としては小型の中継サイロである。

ダム工事の減少等に伴うフライアッシュセメント需要減少により、近年建築用（種）または土木用（種）のコンクリート混和材としての需要開拓に注力している。新たなフライアッシュ利用の方向性として、フライアッシュ活用に適した配合選定、ハイボリュームフライアッシュコンクリート、等を提唱。

フライアッシュ活用に適した配合選定とは、コンクリートを構成する、セメント・細骨材・粗骨材・水に次ぐ第5の要素としてフライアッシュ混和材を位置づけること。

- ・フライアッシュを使用骨材に見合った最適な単位量配合とし、セメント代替とともに細骨材代替としても活用。
- ・耐久性規定について、現行配合 W/C から、新規配合 W/(C+FA) とすることにより、使用目的に応じて過強度・初期発熱・収縮の問題をクリアする配合を独自に選定して提案。

ハイボリュームフライアッシュコンクリートとは、「フライアッシュはセメント量の30%が限度」とされてきた従来の通念を打破し、セメント量の30%を超えるフライアッシュを配合したコンクリート。

- ・A社では、あらゆるフライアッシュを活用できる技術を独自に開発。硬化促進条件下での大量利用工事（トンネル吹付け、海洋コンクリート等）や、流動性に優れ骨材分離もないコンクリートが求められる工事（トンネル覆工等）、転圧性能が求められる工事（舗装等）での活用が期待され、a社の電力供給地域他で既に施工実績がある。

フライアッシュを混和材として使用する際のベースセメントとしては、普通ポルトランドセメントを推奨しているが、土木分野では高炉セメントB種と組合せた施工実績もある。

（4）動機・きっかけ

a社の石炭灰発生量は、5つの石炭火力発電所で合計約70～90万t/年。

石炭灰の埋立に対する規制強化（一部海域での海面埋立禁止等）を受けて、平成12年に、a社土木部が石炭灰有効利用プロジェクトを開始。

(5) 実施スキーム

電気事業者がフライアッシュの普及拡大を専門とする子会社を設立。

(6) 成功要因

徹底した品質管理と、技術的側面でのユーザー支援(フライアッシュ供給先での施工指導・品質確保等)による信頼獲得。

地域内に5つある石炭火力発電所のうち1箇所の隣接地に灰捨場を保有。そのため、有償売却できない石炭灰についても、逆有償での処理委託に依存せずに済む。

(7) 効果と課題

現状、発生量の概ね2/3程度が有価で販売(JIS 種/ 種/無保証)。a社電力供給地域では確実に施工実績を伸ばしており、一部域外への供給も行っている。

同地域では、土木工事に用いるセメントとして、多くの部位・工種で高炉セメントB種が標準とされている。そのためA社では、「近年の高炉セメントB種の問題(初期強度改善のユーザーニーズに応じてセメント組成や粉末度を変えてきたため初期発熱量が大きくなっており、単位水量・セメント量の多い配合設計との組合せにより、ひび割れが生じやすくなっている)の解決に、フライアッシュ混和材の使用が有効」とし、高炉セメントB種から、普通ポルトランドセメント+フライアッシュ混和材への代替を図っている。しかし、混合セメントの使用拡大(クリンカの使用率低減)の観点からは、ポルトランドセメントの一部をフライアッシュ混和材で代替する方向での普及拡大も望まれる。

(8) 普及促進のための留意点

新規用途・顧客開拓のモデル的事例。建築やプレキャストコンクリート製品のような、従来は混合セメント及び混和材の使用の少ない用途への普及拡大を図る際には、A社の取組が参考になるものと考えられる。

4.2.4 フライアッシュの普及拡大支援（B社）

（1）実施主体

石炭灰等販売 B社（電気事業者b社のグループ会社）

（2）実施地域

主にb社の電力供給地域

（3）実施内容

B社はじめb社グループとして、生コンメーカーや発注者（官公庁）に対してフライアッシュの品質およびフライアッシュを用いたコンクリートの利点・特徴などを粘り強く技術説明するとともに、生コンメーカーが行う試験練りや社内規格作成に当たって側面支援を実施。

また、併行して技術的な「お墨付き」を得るため、土木学会・四国支部、コンクリート工学協会・四国支部等を通じて学との交流を深掘り。

（4）動機・きっかけ

新規大型火力発電所の運転開始に合わせて、それまでの取組とは異なり、建設技術者を主体とする技術営業による有価販売の拡大が緊急の課題であった。

積極的な技術営業の下支えとして、学との連携により、フライアッシュを用いたコンクリートについて「お墨付き」を得ることが重要であった。

（5）実施スキーム

技術説明・啓蒙活動の分担実施（主にB社技術陣が生コンメーカーなどフライアッシュの直接ユーザーへの技術営業、b社技術陣が官学への技術啓蒙）

（6）成功要因

直接のユーザーである生コンメーカーだけでなく、幅広い産官学関係者に対し粘り強い技術説明・啓蒙活動を実践。

近年は、循環型社会形成や地球温暖化ガス削減という時代の流れが後押し。

（7）効果と課題

この数年来、石炭灰発生量に対する有価利用率（有価利用量/石炭灰発生量）は約1/3。

（なお、セメント原料としての有効利用を含めれば有効利用率はほぼ100%）

（8）普及促進のための留意点

積極的な技術説明・啓蒙活動に粘り強く取り組む技術陣の確保。

技術面以外にフライアッシュを使って貰うための土壌づくり、環境づくり。

4.2.5 混合セメント・混和材使用に係る試験研究（C生コンクリート協同組合）

（1）実施主体

C生コンクリート協同組合

（2）実施地域

c市及び周辺地域

（3）実施内容

フライアッシュ混和材について、平成18～19年度にフライアッシュ供給企業と共同研究を行い、標準化できる目処が付き、電気事業者a社の品質保証、安定品質・安定供給を条件として採用。セメント量の2割程度まで混和可能。

（4）動機・きっかけ

c県生コンクリート工業組合会員の生コンメーカーの平均的な1工場当たりサイロ数は3基（普通/早強/高炉B種）。最小で2基（普通/高炉B種）。最多で6基（普通/早強/高炉B種/中庸熱/低熱/その他）。サイロを多く持つのは、建築向け出荷量が多い都市部の生コンメーカー。

C生コンクリート協同組合会員の混合セメント及び混和材の使用状況は次のとおり。

- ・高炉セメントは全会員メーカーが通年常備。一方、コンクリート用高炉スラグ微粉末の混和材としての使用例はなし。
- ・フライアッシュセメントは使用例なし。コンクリート用フライアッシュ（種）を混和材として使用しているのが1工場。検討中が数工場。

フライアッシュの価格水準は細骨材より若干高くセメントより安い。細骨材代替ではなくセメント代替なら、原材料面でコストメリットがある。ただし、設備投資（混和材用サイロ、貯蔵ビン、計量器等）及び管理費でのコスト増を考慮する必要がある。

（5）実施スキーム

A社との共同研究。協組側では共同試験場の場長が主導的な役割を果たす。

（6）成功要因

フライアッシュ供給者との協力により、フライアッシュ混和材を用いた生コンの配合設計及び品質管理について、十分な研究を実施したこと。

通常のセメントサイロ（容量50t）新規設置には基礎工事を除き750万円程度かかるが、C協組地区では直送方式（サイロを経ずにミキサ上部に設置した容量20t程度の貯蔵ビンに直接貯蔵）を採用している例もあり、これなら設備投資額は通常のサイロの半分以下。

（7）効果と課題

既にフライアッシュ混和材を用いた生コンの使用実績もある。平成20年7月～12月の間に3,200m³ほど出荷し、S造14階建ての地下部分とスラブに使用した。

従来使用されていない新たな混合セメントや混和材あるいは骨材等を用いた生コンクリートの供給体制をつくるためには専用工場が有効であり、それは生コンクリート工場の共同化・集約化により可能となる。こうした共同化・集約化の有効性・必要性は広く認識されているが、雇用削減につながる話なので、廃業もやむなしという状況に追い込まれるまで進みにくい。

(8) 普及促進のための留意点

共同試験場の役割は地区によって異なる。当地区のように、受託試験に加え、地域ごとの課題に応じた試験研究を行っている共同試験場は3~4割程度ではないかと見られる。今後、新たな混合セメント(次世代汎用セメント)が導入されるとすれば、こうした試験研究機能を持つ共同試験場が生コンメーカー支援に当たることになるだろう。

(9) その他参考情報

混合セメントの利用以外に、改質スラッジ(ミキサ・アジテータ車・戻りコンから骨材を除いたものに超遅延剤を入れセメント水和反応を抑制したもの)の有効利用もCO₂削減に有効。生コン JIS 改訂によりスラッジの使用について発注者との協議が不要となり現実味が増した。

- ・県生コンクリート工業組合が申請し、2006年より(社)日本コンクリート工学協会・中国支部で「スラッジ有効活用研究委員会」を設置して検討を実施。
- ・当地区では、「改質スラッジシステムによる生コン工場のゼロエミッション」を検討中。改質剤(超遅延剤)によりスラッジ中のセメント粒子の水和を抑制した改質スラッジでセメントを置換。スラッジ固形分率9%(ig.loss3%以下の場合:セメント置換9%、ig.loss7%以下の場合:セメント置換3%)まで、フレッシュ・硬化コンクリートの性情は同等であることを確認。管理上は7%までとすることを考えている。
- ・仮に5%置換としても、全国で150万tのセメント削減、120万tのCO₂削減になる計算。
- ・改質スラッジの利用を推進する上で、JIS A 5308:2009 附属書Cの改正は不可欠。次回改正時(2014年予定)の対応が望まれる。

高炉セメント及び高炉スラグ微粉末に対する評価

- ・高炉セメントB種が建築向けに使われる場合、大半は場所打ち杭と思われる。場所打ち杭用のコンクリートは、打設後に杭の頭部をはつる(切る)ために、28日強度を抑え、長期材齢保証強度の配合となっている。

4.2.6 建築物環境配慮制度（東京都）

（１）実施主体

東京都（担当：環境局 都市地球環境部 環境配慮事業課 建築物係）

（２）実施地域

東京都内

（３）実施内容

新築建築物が、「エネルギー使用の合理化」、「資源の適正利用」、「自然環境の保全」にどのくらい貢献しているのか総合点で評価。

混合セメント（高炉セメント及びフライアッシュセメントのＢ種、Ｃ種）を建築躯体の一部（基礎・杭を含む）に使用した場合、評価点として加算。

（４）動機・きっかけ

東京都環境確保条例の制定（平成 12 年 12 月）

海外の建築物環境性能評価手法（英 BREEAM、米 LEED 等）の開発導入動向を考慮。

（５）実施スキーム

平成 14 年 6 月より、都条例により、都内で建設される延床面積 10,000 m²超の全ての新築建築物に関して、建築確認申請前に、建築主が東京都環境局に環境計画書提出を義務付け。都は建築主から提出を受けた「環境計画書」をホームページで公開し、環境に配慮した建築物が市場で評価されるしくみの形成を目指す。

（６）成功要因

環境計画書の提出を建築確認申請の事前手続きとして位置づけたことにより、より確実・有効な制度運用が見込まれる。

都内年間着工件数（約 6 万棟）のうち、延床面積 10,000 m²超の建築物（都内で年間 200 件程度、総着工件数の約 0.3%）を対象とするだけで、着工延床面積ベースでは 30%強をカバーできる効率のよい制度。

（７）効果と課題

平成 14 年以降、本制度の適用を受ける延床面積 10,000 m²超の建築物は約 700 棟（平成 19 年度完了届分まで）。うち高炉セメントを使用している事例は 236 棟。高炉セメント使用率は棟数ベースで 34%、約 1/3 の対象建築物で高炉セメントが使用されている。

これまでの高炉セメント使用事例 236 棟では、場所打ち杭のみの使用が多いため、他の基礎構造物（耐圧版、基礎梁、鋼管充填コンクリート等）への適用により、高炉セメントの使用拡大を図る余地がまだあるものと考えられる。

制度の目的は、建築物への環境配慮の組み込みと、その環境配慮が市場で評価されるしくみの形成にあるが、実際に市場での評価（入居率、賃料等）の向上に寄与しているかどうか

は明らかでない。

(8) 普及促進のための留意点

類似事例 (CASBEE 導入) は現状政令指定都市のみ。

建築主に対し、混合セメントの使用をより強く促すためには、建物供用段階のエネルギー消費による CO₂ 排出等を含めた、建物のライフサイクル全体での CO₂ 排出の中でも、混合セメント使用による CO₂ 削減効果が一定以上の比率を占めることを示す必要がある。

4.2.7 リサイクル製品認定制度等における混合セメント製品の認定・普及促進

(1) 実施主体

青森県、高知県、北九州市、等

(2) 実施地域

各自治体

(3) 実施内容

リサイクル製品認定制度等により、各自治体内で発生する副産物・再生資源等を使用して製造される製品をリサイクル製品として認定し、潜在的ユーザーに対する普及啓発や市場開拓支援を実施。

北九州市では、高炉セメントB種、高炉スラグ微粉末を「北九州エコプレミアム」に選定。

- ・市事業での率先調達のほか、市が発行する製品カタログ・ホームページへの掲載、環境商品・サービス展示会への出展等の市場開拓支援を行っている。
- ・また北九州市建築物総合環境性能評価制度（CASBEE 北九州）と連携し、「北九州エコプレミアム」選定製品を使用した建築物は、「躯体材料におけるリサイクル材の使用」等の項目に加点される。

高知県、青森県では、各県産の高炉セメントB種がリサイクル製品認定を受けている。

上記のほか、高炉スラグ、フライアッシュを利用したプレキャストコンクリート製品の認定事例も多数あるが、セメント代替ではなく骨材代替のものが多く、ここでは非エネルギー起源 CO₂削減（クリンカ使用率低減）への有効性が明らかなものに限って事例を挙げる。

(4) 動機・きっかけ

地域で発生する副産物・再生資源のリサイクル促進

副産物・再生資源等を利用した製品を製造する循環産業の振興

(5) 実施スキーム

域内企業の応募 専門家による審査 公表、PR、自治体事業での調達

(6) 成功要因

地域の副産物・再生資源の有効活用に繋がるため自治体とリサイクル製品メーカーの利害が一致。自治体にとってグリーン調達は努力義務に留まるが、地域資源リサイクル（廃棄物削減）には関心が高い。

(7) 効果と課題

発生源近傍での再利用（輸送 CO₂削減）という意味でも望ましい。

公共工事減少が見込まれる中、民間工事での採用が期待されるが、民間へのPR効果がどの程度あるか未知数である。

(8) 普及促進のための留意点

高炉・石炭火力発電所・セメント工場等が立地している他自治体への展開が期待される。
高炉セメントの用途が建築分野にも広がれば、大都市圏自治体でも採用の可能性が高まると考えられる。

4.2.8 プレキャストコンクリート製品への高炉セメント使用（D社）

（1）実施主体

プレキャストコンクリート製品メーカーD社、 全国コンクリート製品協会・東北支部
(社)日本コンクリート工学協会・東北支部

（2）実施地域

東北地域

（3）実施内容

(社)日本コンクリート工学協会・東北支部で、混合セメントを用いたプレキャストコンクリート製品の製造や性能に関する試験研究を実施。

その後、D社が高炉セメントを用いた河川工事向けプレキャストコンクリート製品（根固め・護床ブロック）を製造・販売。ただし現状ではスポット的な利用にとどまる。

D社は全国に工場を持つプレキャストコンクリート製品業界大手。北海道の1工場、東北地域の4工場が高炉セメントを使用。全工場でのセメント使用量約12万t/年のうち、高炉セメントは1.5%程度。

（4）動機・きっかけ

地方整備局から、プレキャストコンクリート製品で高炉セメントを使えないかとの問合せがあり、溶融スラグの使用等について共同研究したことがある学識者に相談したことがきっかけで、2004年度、(社)日本コンクリート工学協会・東北支部で「高炉セメント及び再生骨材のプレキャスト製品への利用に関する調査研究」を実施。

検討の背景としては次の要因があったと考えられる。

- ・地方整備局は、グリーン調達の一環として高炉セメントの調達実績を上げる必要があった。
- ・プレキャストコンクリート製品なら品質管理が容易で、万一トラブルが発生しても取り替え可能。
- ・気候条件から冬季現場施工での高炉セメント使用が困難なため、現場施工だけでは高炉セメントの使用量増加はあまり見込めない。
- ・また、将来的に、骨材事情の悪化から、アルカリ骨材反応抑制対策として高炉セメントを使用せざるを得なくなる、という可能性も考慮されていたようだ。

（5）実施スキーム

- ・2004年度当時の調査研究は(社)日本コンクリート工学協会・東北支部。
- ・実製品の製造・販売は、地方整備局の要請に応じ、D社事業として実施。

（6）成功要因

地方整備局発注の河川工事で指定。

大型の護岸・根固めブロックはもともと1日1回転。高炉セメント使用により養生時間は延びるが、型枠回転数はそのままなので製造コストへの影響は比較的軽微。

もともと複数のサイロを保有していた工場で、1本(早強用)空いたときに高炉セメントに転用した。専用サイロや追加の金属性型枠等の設備投資をせずに高炉セメントを使える製品・工場のみでの採用にとどめている。

(7) 効果と課題

ポルトランドセメント使用時との違いは、セメント高配合のコンクリートにすること、前養生時間を長くすること、蒸気養生時間を長くすること。製造コストは1割程度(おおよその目安)アップするが、製品価格には転嫁できずポルトランドセメント使用時と変わらない。もともと利幅の薄い商品なので1割のコストアップは痛い。

蒸気養生時間を延ばすため、燃料使用量が増える。養生時間中常時加熱している訳ではないので一概には言えないが、目安としては2割増し程度か。

冬季(年度末)の繁忙期にはポルトランドセメント、夏季には高炉セメントと切り替えることも、技術的には可能だが、同一製品に対して二通りの原料・工程を切り替えつつ操業するのは管理が難しく、工場は嫌がる。

ポルトランドセメントと高炉セメントでは製品の色合いが異なるため、同一の現場には搬入できない。

(8) 普及促進のための留意点

無筋・即時脱型製品や、型枠回転数が(ポルトランドセメントを使用しても)もともと1日1回転の大型製品等について、類似取組の促進が期待される

(9) その他参考情報

2004年度当時の(社)日本コンクリート工学協会・東北支部の検討(L型擁壁試作)によると、蒸気養生の前置き時間の影響は、いずれの配合・材齢でも前置き時間が長いほど強度は増した。この傾向は、普通ポルトランドセメントよりも高炉セメントB種・フライアッシュセメントB種で、初期の材齢(特に初めの2時間)で顕著。

高炉セメントB種・フライアッシュセメントB種では最高温度が高い方(65より85の方)が高い強度が得られた。一方、普通ポルトランドセメントでは最高温度の影響は認められなかった。

硬化・乾燥収縮試験のひずみと材齢経過時間の関係は、普通ポルトランドセメント・高炉セメントB種・フライアッシュセメントB種はいずれもほとんど同じ傾向。

促進中性化試験の結果、中性化深さ、中性化速度係数ともに高炉セメントB種は普通ポルトランドセメントとほぼ同じ。フライアッシュB種とも違いは認められなかった。

凍結融解試験の結果、耐久性指数は高炉セメントB種が98.5と最も高く、フライアッシュセメントB種が94.1、普通ポルトランドセメントが93.0で続いた。いずれも優れた耐久性を持つものと評価できる。

第5章 混合セメントの普及拡大方策

本章では、まず、混合セメントの特性と利用状況（第2章）及び混合セメントの利用実態調査結果（第3章）をもとに、混合セメントに関わるメリット/デメリット、用途ごとの混合セメント使用状況を整理し、両者を組み合わせて混合セメントの普及拡大に向けた取組の方向性を示す。

次いで、混合セメントの普及拡大に関わる取組事例（第4章）を参考とし、方向性に沿って、必要または有効と考えられる普及拡大方策を示し、期待される効果と推進上の課題を明らかにする。

5.1 混合セメント普及拡大上の課題と取組の方向性

（1）混合セメントに関わるメリット/デメリット

混合セメントのうち、現状最も流通量の多い高炉セメントB種を取り上げ、普通ポルトランドセメントと比較した際のメリット/デメリットを示す。

高炉セメントB種の場合、本調査で主題としているセメント製造時のCO₂排出量削減のほか、アルカリ骨材反応の抑制効果、水密性・耐摩耗性・耐海水性・化学抵抗性向上等のメリットがある反面、普通ポルトランドセメントと比べて、中性化の進行が若干速い、強度発現が遅く長い養生期間を必要とする等のデメリットがあり、こうした点が普及拡大上の制約要因となっている。

表 5-1-1 高炉セメントB種のメリット/デメリット

		メリット	デメリット
社会全体のメリット・デメリット（環境保全性）		<ul style="list-style-type: none"> ・クリンカ使用率が低い分、セメント製造時のCO₂排出量が少なく、地球温暖化対策に貢献する。 ・（土壌改良材として使用した場合）六価クロムの溶出が少ない 	<ul style="list-style-type: none"> ・クリンカ製造時に多くの廃棄物を原燃料として有効利用しているが、クリンカ利用率が低くなると廃棄物使用可能量が減少し、廃棄物処分場が逼迫する。
建設工事の受発注者のメリット・デメリット	耐久性	<ul style="list-style-type: none"> ・アルカリ骨材反応の抑制効果がある ・高炉スラグ微粉末の粉末度を小さくすると、発熱速度は抑えられ、温度ひび割れが生じにくい ・長期強度の増進が大きい ・水密性・耐摩耗性が高い ・耐海水性・化学抵抗性が大きい 	<ul style="list-style-type: none"> ・中性化の進行がNよりも若干速い ・高炉スラグ微粉末の粉末度を大きくすると、強度発現は速くなるが、発熱速度はNに近づき、温度ひび割れが生じやすくなる。現在のBBにはこの傾向が見られる ・長期的な耐久性に関する信頼性上の課題（建築分野での施工実績の不足等）
	外観	-	<ul style="list-style-type: none"> ・脱型直後に色むらが出やすい
	価格	<ul style="list-style-type: none"> ・BBはNよりも若干安価で調達できることもある。（大部分の地域ではBBはNと同等価格）³ 	<ul style="list-style-type: none"> ・BB以外は特注品となり、価格も割高。
	施工性	<ul style="list-style-type: none"> ・高流動コンクリートでの流動性改善に利用できる。 	<ul style="list-style-type: none"> ・強度発現が遅く、長い養生期間を要する。

注：表中では高炉セメントB種をBB、普通ポルトランドセメントをNと表記している。

³ （財）建設物価調査会「建設物価」、（財）経済調査会「積算資料」等による。

(2) 用途ごとの混合セメントの使用状況

第2章、第3章の調査結果をもとに、用途（土木/建築/プレキャストコンクリート製品）ごとの混合セメント使用状況の概要を次のとおり整理する。

土木分野では、国・自治体等の共通仕様書の多くで、橋梁上部工等の一部部位を除き高炉セメントB種が標準とされており、特に国・独立行政法人におけるグリーン購入法に基づく特定調達品目の調達実績集計によると100%近い調達率となっている。ただし、共通仕様書では高炉セメントB種が標準でも、工期・気象（寒冷地の冬期施工）等の制約から普通ポルトランドセメント等に変更されることがある。

今回のアンケート調査結果によれば、高炉セメントの使用が可能であっても「施工実績がない」等の理由から、ポルトランドセメントが使用されているケースもある。

建築分野では、場所打ち杭では公共建築工事標準仕様書で高炉セメントB種が標準とされているが、その他部位では、基礎・耐圧版・地中梁等の地下構造物での使用事例は比較的多いものの、上部構造にはほとんど使用されていない。

プレキャストコンクリート製品では、無筋・即時脱型製品の一部で高炉セメントB種の使用事例が見られるが、鉄筋コンクリート製品や即時脱型以外の製法による製品での使用事例は見られなかった。

表 5-1-2 用途ごとの混合セメントの使用概況

分野	混合セメント使用が進んでいる領域	混合セメント使用が少ない領域
土木 (全セメント 20 百万 t 中 11 百万 t)	<ul style="list-style-type: none"> ・グリーン購入法により調達方針の策定、調達実績の公表が義務付けられている国・独立行政法人の実績集計では100%近い調達率 ・都道府県の共通仕様書でも、BBが標準とされている部位・工種が多い 	<ul style="list-style-type: none"> ・自治体の調達率は、本調査で把握できた範囲では国・独立行政法人より低い ・橋梁上部工等の一部部位ではN等が標準となっている ・共通仕様書ではBBが標準でも、工期・気象（寒冷地の冬期施工）等の制約からN等に変更されることがある
建築 (全セメント約 28 百万 t 中 2 百万 t)	<ul style="list-style-type: none"> ・公共建築工事標準仕様書では、場所打ち杭についてはBBが標準とされている ・その他、基礎・耐圧版・地中梁等の地下構造物での使用事例は比較的多い 	<ul style="list-style-type: none"> ・上部構造での混合セメント使用事例は皆無ではないが、ごく稀 ・建築物環境配慮制度等の事例はあるが政令指定都市等大都市以外には未普及
プレキャストコンクリート製品 (全セメント約 7 百万 t 中ごく わずか)	<ul style="list-style-type: none"> ・無筋・即時脱型製品の一部で、BB使用事例が見られる程度 	<ul style="list-style-type: none"> ・無筋・即時脱型製品以外での混合セメント使用事例は本調査範囲では見出せず

()内は混合セメント使用量
表中では高炉セメントB種をB、普通ポルトランドセメントをNと表記している。

(3) 混合セメント普及拡大の方向性

(1) 及び(2)を踏まえ、普及拡大の視点(何をもちて普及拡大の材料とするか)及び普及拡大のターゲット(どのような用途・顧客を販路開拓の対象とするか)を次のとおり示す。また、普及拡大のターゲットから見た混合セメント普及拡大の方向性を表5-1-3に示す。

- 普及拡大の視点 : ・既存の混合セメントのメリットを活かす
 ・既存の混合セメントの課題を解消・軽減する
 ・新たな混合セメントを開発する
- 普及拡大のターゲット : ・既存の市場への浸透
 ・新たな市場への展開

表 5-1-3 「普及拡大の視点とターゲット」から見た混合セメント普及拡大の方向性

普及拡大のターゲット		既存の市場への浸透	新たな市場への展開
普及拡大の視点		<ul style="list-style-type: none"> ・土木分野では国・自治体等の多くで標準品としての採用進む ・ただし工期・予算・気候(寒冷地の冬期施工)等からポルトランドセメントに変更される場合あり 	<ul style="list-style-type: none"> ・現状、建築やプレキャストコンクリート製品分野での使用は限定的 ・一部の自治体でリサイクル認定制度や各種環境配慮制度に基づく採用も見られる
既存の混合セメントのメリットを活かす	<ul style="list-style-type: none"> ・セメント製造時のCO₂排出が少ない ・アルカリ骨材反応の抑制効果がある ・水密性、耐摩耗性、耐海水性、化学抵抗性等が大きい等 	混合セメントのメリットを活かした適所での活用促進	建築分野への混合セメントの適用可能性に関する検討 混合セメント使用に向けた建設工事受発注者等の動機付け
既存の混合セメントの課題を解消軽減する	<ul style="list-style-type: none"> ・初期強度発現が遅く養生に時間がかかる ・中性化の進行が若干速い ・近年のBBは従来品よりひび割れしやすくなっている等 	ひび割れメカニズムの解明と対策検討 長期養生に関する受容体制の促進	
新たな混合セメントを開発する	<ul style="list-style-type: none"> ・現状のセメント仕様見直しや低発熱型混合セメントへの潜在ニーズ等の可能性 	新たな混合セメントの開発促進	

次節 5-2 では、表 5-1-3 中の ~ の方向性について、方向性の概要、具体的方策例、期待される効果と課題を示す。

5.2 具体的な普及拡大方策

5.2.1 混合セメントのメリットを活かした適所での活用促進

<方向性の概要>

混合セメントの長所を活かすことができ、ポルトランドセメントよりも混合セメントの方が適する代表的なケースとして、次の3点が挙げられる。

- ・アルカリ骨材反応抑制対策としての混合セメントの使用
- ・長期強度・耐海水性・化学抵抗性等が要求される構造物における高炉セメントの使用
- ・低発熱性・流動性が要求される構造物におけるフライアッシュセメントの使用

これら用途については、土木学会や建築学会等の仕様書、示方書、官公庁の共通仕様書やグリーン調達方針等で混合セメントの使用が位置づけられ、特に高炉セメントB種は土木構造物を中心に各種部位で使用されている。しかしながら、今回のアンケート調査結果によれば、高炉セメントの使用が可能であっても「施工実績がない」等の理由から、ポルトランドセメントが使用されているケースも残っている。

そのため、混合セメントのメリットを活かした適所での活用が一層進むよう、発注者・設計者・施工者（以下「建設工事の受発注者等」という）への普及啓発を行う。

<具体的方策例>

方策 1-1 混合セメントの適材適所での利用促進

自治体を対象としたアンケート調査結果によると、公共工事（土木分野）で高炉セメントの使用実績がない場合に「どのような点が障害・課題となっているか」という設問に対して、43.7%の自治体が「これまでに施工実績がないから」と回答している（図3-2-4-26）。

そのため、各自治体等に対して、次のような事例を参考として紹介し、地域特性も踏まえた上で、混合セメントのメリットを活かした利用の可能性が検討されるよう普及啓発する。

事例1：アルカリ骨材反応抑制対策として混合セメントの利用を推奨する研究報告

アルカリ骨材反応抑制対策として、平成14年の国土交通省通達では、「コンクリート中のアルカリ総量の抑制」、「抑制効果のある混合セメント等の使用」、「安全と認められる骨材の使用」の3つの対策が挙げられている（図2-2-1）。

図5-2-1の「アルカリ骨材反応性骨材分布」によると、地域により若干の差があるものの、アルカリ骨材反応を起こす可能性のある骨材は全国に広く分布しているとされている。また、図5-2-2の「骨材の判定結果と地理的分布」によると、北海道・東北・北陸の各地域では他の地域よりもやや無害でない骨材の割合が多い、という報告がされている。

従来のアルカリ骨材反応抑制対策としては、「安全と認められる骨材の使用」が選択されていたことが多かったが、反応性骨材が全国に広く分布しており、骨材の品質管理が十分でない場合、骨材の品質の変動に影響されない対策（アルカリ総量規制、抑制効果のある混合セメントの利用）が望ましいとされている⁴。

4 参考文献：(独)土木研究所 古賀裕久、河野広隆，骨材のAl₂O₃骨材反応性に関する全国調査結果，土木学会第59回年次学術講演会，平成16年9月

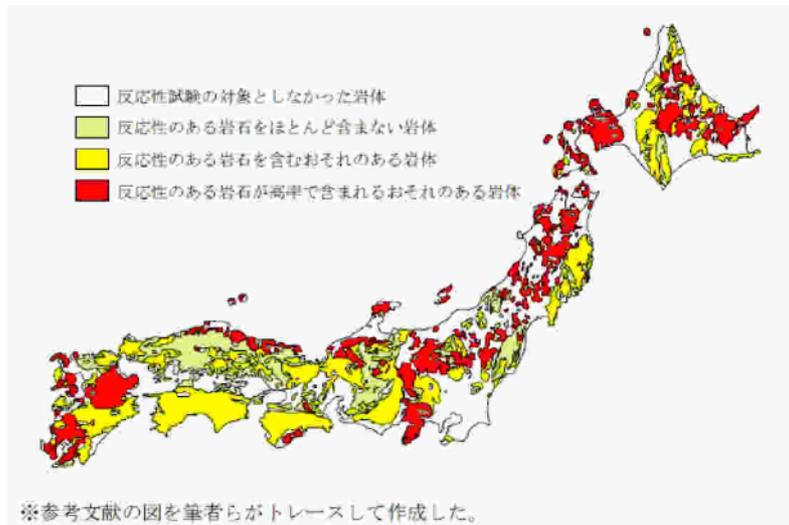


図 5-2-1 アルカリ骨材反応性骨材分布図

出典：(独)土木研究所 古賀裕久、河野広隆，骨材のアルカリ骨材反応性に関する全国調査結果，土木学会第 59 回年次学術講演会，平成 16 年 9 月より なお、図中の参考文献とは、土木研究センター，建設省総合技術開発プロジェクト コンクリートの耐久性向上技術の開発（土木構造物に関する研究成果）報告書。

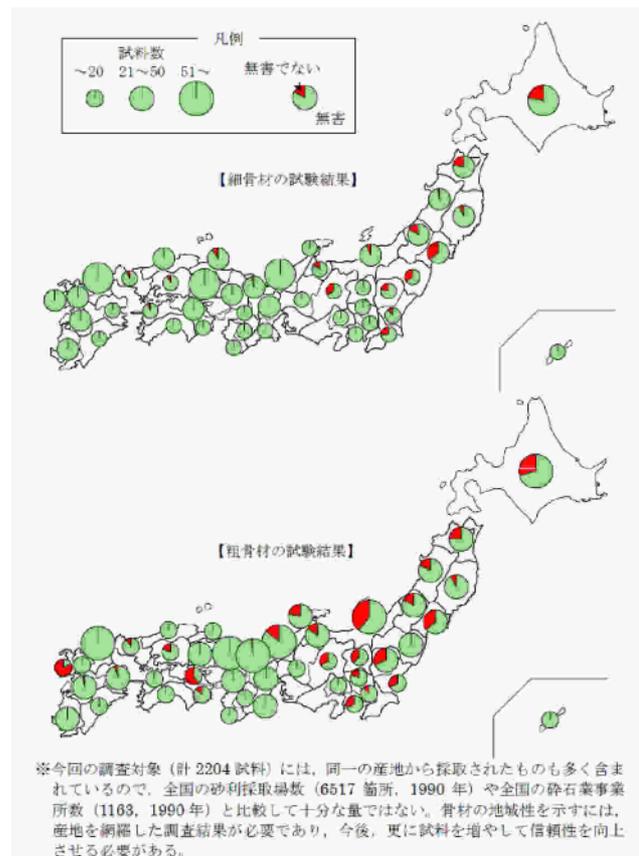


図 5-2-2 骨材の判定結果と地理的分布

出典：(独)土木研究所 古賀裕久、河野広隆，骨材のアルカリ骨材反応性に関する全国調査結果，土木学会第 59 回年次学術講演会，平成 16 年 9 月

事例 2：耐海水性・化学抵抗性等を活かした混合セメント使用事例

高炉セメントの耐海水性等を活かして、海洋コンクリート構造物等に利用されている事例は非常に多い。表 5-2-1 に海洋構造物への適用例を示すが、非常に多くの構造物に高炉セメントが活用されている。昭和 42 年頃までは C 種についても活用されていたが、それ以降は B 種となっている。護岸工事等の土木工事に限らず、海洋に囲まれた我が国においては、塩害等の被害を防ぐために化学抵抗性向上等に優れた高炉セメントの使用は有効な手段の一つと考えられる。

なお、自治体を対象としたアンケート調査結果によると、公共工事（土木分野）の「港湾工事一般」では、71.0%の自治体が「高炉セメントが通常使用されている」と回答しているものの、6.8%の自治体が「一部で使用」、22.2%の自治体が「実績はない」と回答している（図 3-2-4-23）。そのため、まだ利用がなされていない自治体に対して、このような利用の可能性が検討されるよう普及啓発することが有効であると考えられる。

表 5-2-1 わが国における高炉セメントの海洋構造物への適用例

施工時期	使用セメント	工事名
昭和 27～昭和 42 年	高炉セメント C 種	東播海岸護岸工事、大阪市港湾局防潮堤工事、和歌山南港工業用地防波堤工事、若松北港護岸工事、佐賀県干拓事業、室津港改修工事、伊勢湾高潮対策事業堤防復旧工事
	高炉セメント B 種	姫路港西部臨界工業地埋立造成、尼崎港西防波堤嵩上工事、福江港修築工事、小倉港日明護岸工事、稲永埠頭物揚場建設、由比海岸堤防工事、衣浦港臨海用地造成事業工事
昭和 43～45 年	高炉セメント B 種	岩内港北防波堤工事、江差港改修工事、寿都漁港改修工事、留萌港北防波堤工事、天塩港改修工事、余別港改修工事、紋別港改修工事、羽幌港改修工事、室蘭港ケーソン工事、苫小牧港東西防波堤工事、室蘭港改修築工事、瀬棚港及び鵜泊漁港工事、節婦漁港工事、羅臼漁港工事、宇登呂漁港工事、稚内港工事、砂原漁港工事、根室標津港改修工事、大型・並型漁礁ブロック、糸井海岸護岸工事、沙留漁港工事、岩内港ケーソン、霧多布漁港改修築工事、常呂漁港改修築工事、浜益海岸保全工事、杓形港工事、知内海岸保全工事、焼尻漁港工事、散布漁港工事、青苗漁港修築工事、苫小牧工業港建設工事、稚内港北洋埠頭他工事、函館港西防波堤工事、函館住吉漁港工事、浦河港改修工事、様似港改修工事、直江津港防波堤築造工事、大井川港築造工事、由比海岸堤防工事、鹿島港防波堤築造工事、日立造船長洲ドック建設工事
昭和 45 年以降	高炉セメント B 種	多様な構造物に適用

出典：昭和 45 年までの工事については「高炉セメントとその海洋コンクリート構造物への適用 別表より作成，東京大学生産技術研究所 教授 小林一輔，昭和 53 年 3 月」を参考

事例3：流動性・低発熱性等を活かした混合セメント使用事例

混合セメントの流動性を活かした例としては高流動コンクリートへの使用が挙げられる。建築分野においてもCFT⁵等を中心に様々な構造物に活用されている（表5-2-2）。

また、低発熱性等を活かした事例の代表としては、マスコンクリートであるダム構造物等が多くあげられるが、それ以外の構造物でも適用されている例があり近年では、低熱高炉セメントを活用した事例も増加している（表5-2-3）。

表5-2-2 高炉セメントB種を用いた高流動コンクリートの調合例

No	所在地	設計基準強度 (N/mm ²)	材齢 (日)	施工量 (m ³)	構造物種類	適用箇所
1	宇都宮市	24	28,56	500	SRC4F	柱、充填
2	大阪市	36	28	200	SRC	CFT
3	名古屋市	42	28	1,500	CFT31F・B4F	CFT
4	大阪市	36	28	530	SRC4F	鋼管柱
5	名古屋市	36	28	200	CFT8F	CFT
6	名古屋市	36	28	250	耐震補強	柱、梁
7	大阪市	30	56	1,593		
8	町田市	49.5	28	300	CFT	CFT
9	勝山市	27	28	300	CFT	CFT
10	名古屋市	36	28	50	SRC 耐震補強	壁
11	神戸市	W/C 指定	28	180	SRC(CFT)15F	鋼管柱
12	神戸市	45	28	1,000	SRC(CFT)15F・B1F	鋼管柱
13	名古屋市	42	56	110	CFT8F・B1F	CFT
14	秋田市	24	28	200	SRC8F	CFT
15	秋田市	24	28	20	RC4F	躯体補強
16	北上市	39	28	2,000		柱
17	大阪市	30	28			CFT
18	西郷村	27	28	1,500	CFT2F	CFT
19	郡山市	39	28	600	CFT24F	CFT
20	郡山市	48	28			
21	狛江市	30	28	229	SRC6F	CFT
22	調布市	36	28	208	RC スタジアム	CFT
23	渋谷区	24	28	250		CFT
24	渋谷区	36	28	200		CFT
25	中央区	36	28	150		CFT
26	渋谷区	24	28	2,600		地下躯体
27	名古屋市	36	28			CFT
28	名古屋市		28			壁耐震補強
29	名古屋市		28			壁耐震補強
30	名古屋市		28			壁耐震補強
31	名古屋市	36	28			CFT
32	名古屋市	52	56			CFT
33	名古屋市	42	28			事務所棟柱
34	名古屋市	42	28			CFT
35	名古屋市	33	28			CFT

出典：日本建築学会，高炉セメントを使用するコンクリートの調合設計・施工指針・同解説，2001.7

⁵ CFT：Concrete Filled Steel Tube の略。コンクリート充填鋼管（構造）のこと。鋼管にコンクリートを充填したものを使用した構造で、鉄骨とコンクリートのデメリットを補い、地震などでかかる多方向への力に対する耐力や、耐火性を持たせることができる。

表 5-2-3 低熱高炉セメントの一般的な構造物（ダム以外）への適用事例（1/2）

No	工事名	工事場所	構造物	工期	配合	設計 材齢	使用量 (t)
1	千歳橋 P7 下部工工事	大阪府 大阪市	橋脚	H6.7 ~ H7.12	24-8-20LBB	56 d	1,250 t 4500m ³
2	県営ふるさと農道緊急整備工事(仮)高松大橋	宮崎県 西臼杵郡	橋脚	H8.2 ~ H8.7	24-8-40LBB	56 d	3,400 t 12,000m ³
3	西部ガス長崎 LNG 基地 T-1LNG 地下式貯槽工事	長崎県 長崎市	貯槽タタ	H13.2 ~ H15.3	24-15-20LBB	56 d	4,100 t 14,500m ³
4	一般国道 202 号橋梁整備工事 第二西 海橋下部工 (P5,P6)	長崎県 佐世保市	橋脚	H13.7 ~ H14.1	27-8-40LBB 27-8-20LBB	56 d 56 d	4,000 t 14,000 m ³
5	水無川 3 号砂防堰堤リット工事	長崎県 島原市	砂防 堰堤	H14.10 ~ H15.3	18-65-20LBB	28 d	400 t 1,500 m ³
6	遠賀川下流流域下水道幹線 管渠築造工事	福岡県 中間市	管渠	H15.3 ~ H16.2	24-8-20LBB	28 d	40 t 120 m ³
7	大刀洗水門改築工事	福岡県 三井郡	堰柱工	H15.11 ~ H18.3	24-8-20LBB	56 d	1,200 t 4,300 m ³
8	一般県道鷹島肥前線 橋梁整備工事 (P1,P2)	北松浦郡 鷹島町	橋脚	H16.10 ~ H17.2	24-8-20LBB	28 d 28 d	600 t 2,000 m ³
9	一般県道鷹島肥前線 橋梁整備工事 (P5)	唐津市 肥前町	橋脚	H16.10 ~ H17.2	24-8-20LBB	28 d 28 d	260 t 820 m ³
10	赤松谷川 1 号砂防堰堤リット工事	長崎県 島原市	砂防 堰堤	H17.3	18-65-20LBB	28 d	350 t 1,500 m ³
11	福岡 3 号黒崎高架橋下部工 (P25,P26)工事	福岡県 北九州市	橋脚	H18.1 ~ H18.3	24-8-20LBB	56 d	320 t 1,100 m ³
12	鹿児島 3 号田上高架橋下部工 A2 外工 事	鹿児島県 鹿児島市	橋台	H18.4 ~ H18.7	24-8-40LBB 24-8-20LBB	56 d 56 d	110 t 400 m ³
13	福岡 208 号皿垣連続高架橋 下部工工事	福岡県 柳川市	橋台	H18.10	24-8-20LBB	56 d	30 t 100 m ³
14	長崎 497 号中里 2 号橋下部工工事 (P1,P2)	長崎県 佐世保市	橋脚	H18.10 ~ H19.2	30-8-20LBB 24-8-20LBB	56 d 56 d	805 t 2,530 m ³
15	榑東邦邦工工場棟新築工事	福岡県 北九州市	水槽	H18.12 ~ H19.	24-10-20LBB	28 d	700 t 2,400 m ³
16	福岡 3 号黒崎高架橋下部工 (P31,P32)工事	福岡県 北九州市	橋脚	H18.12 ~ H19.2	24-8-20LBB	56 d	310 t 1,100 m ³
17	直方水巻線境橋橋梁 下部工工事 (1 工区)	福岡県 直方市	橋脚	H19.1 ~ H19.5	24-8-20LBB	56 d	280 t 1,000 m ³
18	長崎 497 号中里 1 号橋下部工工事(P1)	長崎県 佐世保市	橋脚	H19.4 ~ H19.5	24-8-20LBB	28 d	250 t 840 m ³
19	長崎 497 号中里 2 号橋下部工 (A1,A 2)	長崎県 佐世保市	橋台, 橋脚	H19.5 ~ H20.2	30-8-20LBB 24-8-20LBB	28 d 28 d	300 t 1,000 m ³
20	長崎 497 号小野橋下部工 (A1,P1 ~ 2)	長崎県 佐世保市	橋台, 橋脚	H19.5 ~ H20.2	30-8-20LBB 24-8-20LBB	28 d 28 d	275 t 865 m ³
21	福岡 3 号陣原高架橋下部工外工事 (P8 橋脚)	福岡県 北九州市	橋脚	H19.8	24-8-20LBB	56 d	70 t 240m ³
22	長崎 497 号中里 1 号橋下部工工事 (P8 ~ A2)	長崎県 佐世保市	橋台, 橋脚	H19.7 ~ H19.12	24-8-20LBB	28 d	610 t 2,000m ³
23	福岡 3 号黒崎高架橋下部工(P6,P7)	福岡県 北九州市	橋脚	H19.8 ~ H19.10	24-8-20LBB	56 d	290t 1,000m ³
24	福岡 3 号黒崎高架橋下部工 (P2,P3)工事	福岡県 北九州市	橋脚	H19.10 ~ H20.2	24-8-20LBB	56 d	150t 500m ³
25	主要地方道宮田遠賀線 遠賀跨線(仮)橋梁下部工工事(3 工区)	福岡県 (遠賀町)	橋脚	H20.2 ~ H20.5	24-8-20LBB	56 d	100t 350m ³
26	主要地方道宮田遠賀線 遠賀跨線(仮)橋梁下部工工事(4 工区)	福岡県 (遠賀町)	橋脚	H20.4 ~ H20.5	24-8-20LBB	56 d	100t 350m ³
27	福岡 3 号黒崎高架橋下部工(A1,P1)	福岡県 北九州市	橋台, 橋脚	H20.7 ~ H20.8	24-8-20LBB	56 d	90t 300m ³
28	長崎 497 号真申川橋下部工(P3)工事	長崎県 佐世保市	橋脚	H20.9 ~	24-8-20LBB	56 d	400t 1,400m ³
29	主要地方道宮田遠賀線 遠賀跨線(仮)橋梁下部工工事	福岡県 (遠賀町)	橋脚	H20.9 ~	24-8-20LBB	56 d	90t 320m ³

出典：鐵鋼スラグ協会資料より作成

表 5-2-3 低熱高炉セメントの一般的な構造物（ダム以外）への適用事例（2/2）

No	工事名	工事場所	構造物	工期	配合	設計 材齢	使用量 (t)
30	福岡3号脇田橋下部工工事 松鶴建設(株)	福岡県 福岡市	橋台	H20.11～	24-8-20LBB	56 d	230t 790m ³
31	福岡3号皇后崎 on, off ランプ 下部工工事	福岡県 北九州市	橋脚	H20.10～	24-8-20LBB	56 d	
32	福岡3号陣原高架橋 on ランプ 下部工(P2 ～A2)工事	福岡県 北九州市	橋台, 橋脚	H20.11～	24-8-20LBB	56 d	
33	白鳥大橋建設工事	北海道 室蘭市	人工島外壁コン クリート、アンカレッジ	S63～H4		-	54,420t
34	国道450号泉橋下部工事	北海道 白滝村	道路橋 橋脚	H4		-	1,130t
35	JR帯広駅高架工事	北海道 帯広市	高架橋 橋脚	H6・H9		-	2,600t
36	美原大橋下部工事	北海道 江別市	主塔 橋脚	H10～11		-	10,800t
37	岩見沢大橋架換工事	北海道 岩見沢市	主塔 橋脚	H12～H13	24-8-40LBB	-	6,500t 15,000m ³

注 配合欄の記号「LBB」は、低熱高炉セメントを使用していることを示す。

出典：鉄鋼スラグ協会資料より作成

< 期待される効果 >

混合セメントの長所を活かせる用途（混合セメントの短所が顕在化しにくい用途）における混合セメントの普及浸透により、混合セメント需要が拡大することが期待される。

< 想定される課題やボトルネック >

「方向性」単独ではなく、「方向性～」（特にと）との組合せにより、初めて大きな効果が得られる。（例えば、「ひび割れ対策」、「長期養生の受容体制の促進」を伴わず「方向性」のみ先行すると、最悪の場合、土木・建築構造物の品質・耐久性に支障が生ずる可能性も懸念される。）

土木構造物におけるアルカリ骨材反応抑制対策としては、既にある程度は混合セメント（主に高炉セメントB種）が使用されている。今後、アルカリ骨材反応抑制対策として混合セメント使用の徹底を図るとともに、建築やプレキャストコンクリート製品等の領域に展開しなければ、あまり大きな効果は期待できない。

5.2.2 ひび割れメカニズムの解明と対策検討

< 方向性の概要 >

アンケート調査結果では、「(近年の)高炉セメントは普通ポルトランドセメントと比べてひび割れしやすいように思われる」との回答があり、混合セメントの使用拡大の条件の一つとしても「ひび割れを生じにくい混合セメントの開発」が挙げられている。また、「コンクリート標準示方書 施工編」(土木学会, 2007年制定)においても、「コンクリートの断熱温度上昇量が普通ポルトランドセメントよりも高くなる場合もあり、(中略) ひび割れ発生が増加する事例が報告されている」と記述されている。こうしたひび割れ発生の実態とその背景要因(材料/施工)を解明し、事実と異なる評価については、これを払拭することが、高炉セメントの一層の普及拡大を図る上で重要な課題となっている。

また、構造物の耐久性を損なうことにより、補修・改修の頻度を高め、構造物のライフサイクルを短くしてしまうことは、環境負荷低減の観点からも望ましくない。

なお、ある程度のひび割れ発生の許容やその制御方策を考慮した設計を採用することで、混合セメントの用途を拡大するという方向性も考えられる。こうした代替手段も含めて、構造物の品質・耐久性を確保しつつ環境負荷低減を図る方策を総合的に検討し、建設工事の受発注者が採用可能なメニューを提示する必要がある。

高炉セメントB種は、アルカリシリカ反応の抑制や塩化物イオンの浸透抑制に有効なセメントであるが、最近の高炉セメントB種は、スラグ混合率および粉末度等によっては初期強度が大きくなるように調整されており、コンクリートの断熱温度上昇量が普通ポルトランドセメントよりも高くなる場合もあり、部材寸法や拘束条件、環境条件等によっては温度応力によるひび割れ発生が増加する事例が報告されている。高炉セメントB種には低発熱型のものもあるため、その使用にあたっては発熱性状等を確認するとともに、強度保証材齢を長期にとることが重要である。

最近のセメントは、製造技術の向上等により、水セメント比が大きくても所定の強度を実現することが可能で、材齢28日強度を目標とする早期強度の発現を重視した性能要求に適したものとなっているが、結果的に耐久性が低下している恐れがあるとの指摘もされている。今後は耐久性から決まる水セメント比において適正な強度を発現するセメントも必要になるとの指摘もある。ただし、この場合には初期の強度の発現に留意した養生が重要となる。

図 5-2-3 コンクリート標準示方書 施工編(土木学会, 2007年制定)における高炉セメントB種のひび割れに関する記述

< 具体的方策例 >

方策 2-1 高炉セメントを使用したコンクリートのひび割れメカニズム等の解明と情報公開

一般にひび割れは、コンクリートの収縮(乾燥収縮や自己収縮)や温度応力等に起因して発生する。これらに影響する主な要素としては、設計上の要素(部材形状等)、材料や配合上の要素(単位水量、水セメント比、空気量、セメントの種類、混和材等の使用)、施工上の要素(養生方法や養生期間、打ち込み時期や環境、打ち込み手順等)がある。

高炉セメントB種に関しては、施工上の要素を除けばひび割れ発生状況はポルトランドセメントと変わらない、という報告もあるが、その一方で、ひび割れがポルトランドセメント使用時よりも増加する、という認識もアンケート調査結果で見られており、その定量的評価やひび割れ発生のメカニズムは十分に解明されていない。

そのため、関係者が連携し、高炉セメントを利用したコンクリートのひび割れ発生の実態とその材料特性・施工特性の要因を明らかにし、その結果を広く情報公開していく。

方策 2-2 高炉セメントのひび割れ対策事例の水平展開

設計・施工要因によるものについては、山口県が実施しているような建設工事の受発注者による管理の適正化および情報の蓄積・分析の実施を促していくことが有効と考えられる。

また、材料要因によって発生するひび割れが生ずると予測される場合、低熱高炉セメントの活用可能性を検討していくことが有効と考えられる。

そのため、各自治体等に対し、次のような事例を参考として紹介し、地域特性も踏まえた上で、ひび割れ対策の活動の可能性が検討されるよう普及啓発する。

事例 1：山口県のひび割れ対策事例

山口県では、コンクリートのひび割れ対策として、「適切な施工時期」、「材料による対策」、「確実な施工の実施」という3つの視点から総合的なひび割れ対策に取り組んでいる。施工業者は「コンクリート打設管理記録」を、工事監督者が「施工状況把握チェックシート」を作成することとしており、制度導入以来2年弱で約400ロット以上の「コンクリート打設記録」を蓄積している。自治体がひび割れ問題の懸念の存在を直視し、ひび割れ発生の責任を施工業者のみに負わせることなく、関係者と一体となって取り組んでいる事例である（詳細は4.2.1参照）。

事例 2：九州地方整備局での取組事例

九州地方整備局では土木工事設計要領第 編共通編 8 . コンクリート工において、橋梁上部工を除いた工種には高炉セメント B 種を使用することを標準としている。その施工に関しては、「九州地区における土木コンクリート構造物設計・施工指針（案）」を策定し、インターネットでも公開している。

その中の「初期ひび割れに関する照査」では、施工段階に発生する初期ひび割れを、沈下ひび割れ、プラスチック収縮ひび割れ、乾燥に伴うひび割れ、温度ひび割れに区分して、各々の留意点を記載している。混合セメントを使用したコンクリートの養生については、次のように記載されている。関連図表を図 5-2-4 及び表 5-2-4 に示す。

一般に初期材齢の強度発現は緩やかであるものの、十分な養生を行うことによって、コンクリートの耐久性向上が可能であることが知られている。また、アルカリ骨材反応の抑制効果や温度ひび割れ抑制対策を目的として、混合セメント中の混合材量を多くした場合は、さらにセメントの水和反応が緩やかになることが試験や既往の検討によって明らかになっている。したがって、混合セメントを使用したコンクリートでは、初期湿潤養生の良否がコンクリートの品質に与える影響が大きいため、解説表 3.8.1 に示した養生期間を確実に守るなど、養生への配慮が必要である。また、低発熱型のセメントを用いる場合にも、初期の水和反応はかなり遅くなることが知られている。したがって、低発熱型セメントを使用するコンクリートの養生期間の標準は、高炉セメント B 種等の場合よりさらに 3 日程度長くとるのがよい。

なお、コンクリートの製造及び施工状況、施工時の環境条件、品質管理及び検査の結果、構造物の初期欠陥の有無、補修の有無等を工事中に記録し、その中から必要なデータを選び、工事記録として保存することとされている。

また、巻末の試行事例集の中では、温度ひび割れ等が懸念される構造物の温度応力解析の実施方法や対策の考え方を整理しており、ひび割れ誘発目地の設置等と並べて低熱高炉セメントの使用についても対策の一つとして例示している。

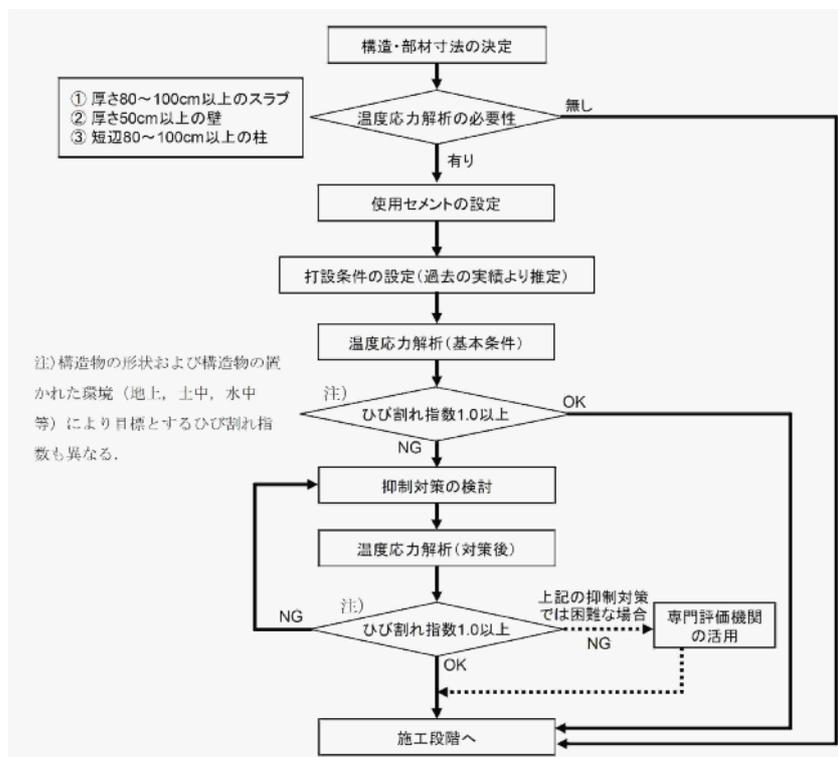


図 5-2-4 温度ひび割れ照査フロー（目標とするひび割れ指数 1.0 の場合）

出典：国土交通省九州地方整備局，九州地区における土木コンクリート構造物 設計・施工指針（案），平成 20 年 4 月

表 5-2-4 温度ひび割れ抑制対策の例

分類	抑制対策
内部拘束・外部拘束 共通	<ul style="list-style-type: none"> 工場製品の使用 単位セメント量の低減 打ち込み区画（リフト割り）の変更 フレッシュコンクリートの打設時温度の低減 コンクリートの温度上昇の抑制 低発熱型セメントの使用
内部拘束	<ul style="list-style-type: none"> 部材内外の温度差の抑制
外部拘束	<ul style="list-style-type: none"> ひび割れ誘発目地の設置 膨張材の使用

出典：国土交通省九州地方整備局，九州地区における土木コンクリート構造物 設計・施工指針（案），平成 20 年 4 月

< 期待される効果 >

ひび割れ懸念から高炉セメント B 種の使用を控える動きに対して、一定の歯止めをかける効果が期待される。

< 想定される課題やボトルネック >

設計・施工要因と材料要因との完全な分離、不具合が生じた場合の責任の明確化は容易でない。

5.2.3 長期養生に関する受容体制の促進

<方向性の概要>

混合セメントはポルトランドセメントに比べて長期の養生期間が必要であることが明らかな場合には、長期養生を前提とした対策が講じられる必要がある。

自治体等において、共通仕様書におけるセメント種類の変更(高炉セメントの採用)等に伴い、混合セメントの特性に関する普及啓発資料の作成、発注者・施工事業者に対する講習会の開催、コンクリート施工管理チェックシート等の管理ツール開発・導入等を行っている事例はあるが、こうした取組は一部の地域にとどまっている。こうした取組の他地域への展開が促進されるよう普及啓発を行う。

また、今回の建設事業者及び自治体向けのアンケート調査結果によれば、高炉セメントが一般的に普及している土木分野においても、「共通仕様書・積算基準等でポルトランドセメントを使用することとされているから」との理由で混合セメントの使用実績がないケースもあった。

そのため、各自治体に対して、地域特性を考慮しつつ、共通仕様書・積算基準等における配慮の検討が行われるよう普及啓発を行う。

<具体的方策例>

方策 3-1 コンクリート工事の適切な管理に係る普及啓発

各自治体等に対して、次のような事例を参考として紹介し、コンクリート工事の適切な管理によって混合セメントが有効に利用できることの理解を促進するとともに、同様の活動の可能性が検討されるよう普及啓発する。

事例 1：山口県での取組事例

混合セメントを使用したコンクリートに適切な打設・養生が行われず、土木・建築構造物の品質・耐久性上の問題(または問題発生への懸念)を生じ、結果的に混合セメントの品質に係る信用を損なう事態が発生することが懸念される。このような事態を回避するため山口県では、「施工状況把握チェックシート」の作成・提出、「コンクリート打設管理記録」の蓄積、関係者共催による研修会の開催等を実施している(詳細は 4.2.1 参照)。

事例 2：福島県での取組事例

福島県では、県の土木工事標準仕様書での高炉セメント B 種の標準化を受けて、県北建設事務所において、発注者、施工事業者に対するアンケート、普及啓発資料作成・配布、講習会等の開催を実施している。また、特記仕様書に「高炉セメントコンクリートの使用に当たっては、施工方法、養生方法等を施工計画書に明記するとともに、その特性を把握して施工に当たる」旨を明記するとともに、「施工計画書チェックリスト」や「コンクリート打設チェックリスト」に高炉コンクリートの項目を追加している(詳細は 4.2.2 参照)。

表 5-2-5 「湿潤養生期間の標準」

日平均気温	高炉セメントB種	普通セメント
15 以上	7日	5日
10 以上	9日	7日
5 以上	12日	9日

参考：養生期間に関する仕様書等の記述
土木学会コンクリート標準示方書では、右表のとおり
建築でも、建築工事標準仕様書及び公共建築工事標準仕様書とも同じく、養生期間は標準の場合、普通セメント 5 日・高炉セメント 7 日、としている。

方策 3-2 共通仕様書・積算基準等における配慮の必要性に関する啓発

今回のアンケート調査結果によれば、高炉セメントが普及している土木分野においても、高炉セメントの使用実績がない理由として「共通仕様書・積算基準等でポルトランドセメントを使用することとされているから」という回答が、建設事業者で 50.0% (図 3-2-3-16)、自治体で 28.0% (図 3-2-4-26) であった。このような自治体に対して、地域特性も踏まえた上で、土木分野で高炉セメント B 種を標準とすることの可能性が検討されるよう普及啓発する。

また、平成 19 年 11 月に施行された「国等における温室効果ガス等の排出の削減に配慮した契約の推進に関する法律」(以下「環境配慮契約法」)では、国及び独立行政法人等は「温室効果ガス等の排出の削減に配慮した契約の推進を図るために必要な措置を講ずる」よう努める必要があることとされており、「建築物に関する契約に関する基本的事項」として「環境配慮型プロポーザル方式の採用」⁶が挙げられている。混合セメント使用による CO₂削減効果が適切に配慮されるためには、こうした制度の活用が有効と考えられる。

さらに、プレキャストコンクリート製品を使用する場合は、強度・外観(質感・色合い等)のみならず、耐久性等も含めた評価を行うことで、即時脱型製品の採用を通じ、間接的に混合セメントの使用拡大に結びつく可能性も考えられる。

方策 3-3 経済的な蒸気養生の検討等

プレキャストコンクリート製品分野や冬季の現場施工では、強度発現が遅い混合セメントは長期養生を要すること等から敬遠されがちである。

プレキャストコンクリート製品に高炉セメントを使用する場合、ポルトランドセメント使用時と同等の品質・工程とするために、単位セメントの増加と追加的な蒸気養生を必要とし、そのためのコスト及び CO₂ 排出量が増加する。こうしたコストと環境負荷の増加を軽減するため、混合セメントを使用したプレキャストコンクリート製品の経済的な養生方法等について、その可能性も含めて検討する。

なお、寒中コンクリートについて、土木学会のコンクリート標準示方書・施工編では、「セメントは、ポルトランドセメント及び混合セメント B 種を用いることを標準とする」としており、さらに、混合セメントを使用する場合の養生期間の目安(表 5-2-6、表 5-2-7)等を示している。これらの留意点を踏まえ、入念な養生を施すことで、混合セメントの使用は可能である。そこで、工期等の支障がない場合については、混合セメントの使用が検討されるよう普及啓発を行う。

6 環境配慮型プロポーザル方式・・・温室効果ガス等の排出の削減に配慮する内容を含む技術提案を求め、総合的に勘案してもっとも優れた技術提案を行った者を特定する方式

表 5-2-6 厳しい気象作用を受けるコンクリートの養生終了時の所要圧縮強度の標準

断面 構造物の露出状況	薄い場合	普通の場合	厚い場合
	(1)連続してあるいはしばしば水で飽和される場合	15 N/mm ²	12 N/mm ²
(2)普通の露出状態にあり(1)に属さない場合	5 N/mm ²	5 N/mm ²	5 N/mm ²

出典：「コンクリート標準示方書・施工編」（2007年制定），土木学会，平成20年3月
（〔施工編：施工標準〕12章 寒中コンクリート 表12.6.1）



表 5-2-7 所要の圧縮強度を得る養生期間の目安（寒中コンクリートの場合）

断面 構造物の露出状況	セメントの種類 養生温度	普通の場合		
		普通ポルトランドセメント	早強ポルトランドセメント	混合セメントB種
		(1)連続してあるいはしばしば水で飽和される場合	5	9日
	10	7日	4日	9日
(2)普通の露出状態にあり(1)に属さない場合	5	4日	3日	5日
	10	3日	2日	4日

注) W/C = 55% の場合の標準を示した。W/C がこれと異なる場合は適宜増減する。

出典：「コンクリート標準示方書・施工編」（2007年制定），土木学会，平成20年3月
（〔施工編：施工標準〕12章 寒中コンクリート 解説表12.6.1）

< 期待される効果 >

コンクリートの適正な養生を図ることはコンクリートの品質を高め、耐久性向上等につながるものである。また、養生方法に関する研究成果は製品分野での普及拡大のみならず、土木・建築分野での普及拡大も期待される。

5.2.4 建築分野への混合セメントの適用可能性に関する検討

<方向性の概要>

建築分野において中性化の影響の小さい基礎及び地下部分を中心に、高炉セメントを使用する部位・工種の拡大の検討が進むよう、建築工事での使用事例を紹介し、コンクリート工事の適切な管理を前提に混合セメントが有効に利用できることについて普及啓発を行う。

また、供用期間「長期・超長期」の建物にも、一定の条件の下で、高炉セメントが有効に利用できることの理解が浸透するよう、住宅性能表示制度の「高炉セメントに関する告示」に係る「特別評価認定」の取得等に関する普及啓発を行う。

<具体的方策例>

方策 4-1 建築地下躯体での混合セメント利用事例の水平展開

建築分野の「公共建築工事標準仕様書（平成 19 年版）」では、「場所打ちコンクリート杭地業」に用いるセメントは「特記がなければ高炉セメント B 種とする」（4 章 5 節）とされているが、その他の部位・工種については、「特記がなければ普通セメント又は混合セメント A 種」とされている。

一方、アンケート調査結果では、基礎・耐力版、地中梁、ラップルコンクリート、連続地中壁等における使用実績が比較的多く見られ（図 3-2-3-8, 3-2-4-6）、日本建築学会の「高炉セメントを使用するコンクリートの調合設計・施工指針・同解説」においても、地下躯体に関する使用実績は数多く報告されている（表 5-2-8）。

そのため、自治体を含む発注者や設計者、施工者に対して、これらの事例を参考に紹介し、建築分野での混合セメントの適用可能性が検討されるよう普及啓発する。

表 5-2-8 建築工事の「躯体」等への高炉セメント使用実績例（1/2）

No	所在地	設計基準強度 (N/mm ²)	材齢 (日)	施工量 (m ³)	構造物種類	適用箇所
1	札幌市	27	28	9,700	S	基礎、耐力盤、B 2, B 1 躯体
2	山形市	24	56	5,000	S, RC (10F/B1F)	耐力盤、地中梁、躯体
3	山形市	24	28	6,000	RC24F	地下部全量 (3F)
4	仙台市	24	28,56	1,000	S	基礎、躯体
5	港区	27	28	12,867	B3F 床	躯体
6	中央区	24	28	1,692		基礎、躯体
7	宇都宮市	21	28	300	RC2F	躯体
8	中央区	27,25.5,24	28	2,600		躯体
9	栃木県	27	28	600	CFT7F・B2F	基礎、杭、躯体
10	横浜市	27	56	8,300	SRC10F、SRC	基礎、杭、躯体
11	川崎市	27	28			基礎、躯体
12	目黒区	30	28			基礎、躯体
13	平塚市	24	28	2,000	RC5F	基礎、躯体
14	大田区	27	28	5,000	SRC5F	基礎、躯体、杭
15	横浜市	15	28	1,155	SRC	躯体
16	中央区	30	28	2,500		地下躯体
17	渋谷区	27	28	1,500		地下躯体
18	千代田区	27	28	1,800		地下躯体

出典：日本建築学会，高炉セメントを使用するコンクリートの調合設計・施工指針・同解説，2001.7 における「参考 1 高炉セメントを使用したコンクリートの施工実績」から躯体、地下躯体等に該当するものを抽出した

表 5-2-8 建築工事の「躯体」等への高炉セメント使用実績例(2/2)

No	所在地	設計基準強度 (N/mm ²)	材齢 (日)	施工量 (m ³)	構造物種類	適用箇所
19	渋谷区	27	28	550		基礎、躯体
20	品川区	24	28	1,850		基礎、躯体
21	品川区	27	28	350		基礎、躯体
22	港区	27	28	460		基礎、躯体
23	港区	21	28	1,000		基礎、躯体
24	渋谷区	30	28	2,000		地下躯体
25	港区	24	56	1,260		耐圧盤、基礎、地下躯体
26	横浜市	27	56	5,168	SRC	地下躯体
27	横浜市	27	56	603	SRC	地下躯体
28	横浜市	27	28	3,655	SRC	地下躯体
29	大府市	24	28	5,000	RC7F	躯体
30	知多市	18,21	28	2,000	RC1F	躯体、土間
31	知多市	30	28	2,000		基礎、躯体、土間
32	名古屋市	27	28			地下躯体
33	名古屋市	27,33,36,39	18,21			杭、基礎、地下梁、地下躯体
34	名古屋市	36	28	12,550		B1床以下立上り、地下部
35	名古屋市	27	28	1,850	SRC10F	基礎、地下躯体
36	中里村	21	28		RC2F・B1F	躯体
37	金沢市	21	28	35	個人住宅	躯体
38	豊科町	24,27,36	28	2,000	RC1F・B1F	基礎、地中梁、1F床以下躯体、柱内充填
40	金沢市	27	28	16,000		基礎、地下躯体
41	大阪市	24	28	7,000	SRCB1F・B2F	耐圧盤、地下躯体
42	神戸市	W/C指定	28	600	SRC	躯体
43	神戸市	33	28	800		基礎、地下躯体
44	西宮市	27	28	279	RC3F	躯体
45	大阪市	24,27	28	4,500		基礎梁土間、基礎躯体
46	大阪市	39	56	24,000	RC9F・B2F	基礎`2F躯体
47	大阪市	33	28	35,000	SRC15F・B3F	基礎、地下躯体
48	茨木市	21,27	28	1,100	SRC4F・B1F	基礎、躯体
49	茨木市	24,27	56	3,200	SRC	基礎、躯体
50	姫路市	21,24	28	10,500	RC7F・B1F	基礎、地下梁、1F
51	羽曳野市	24,30,33	28	13,000	SRC(14F・B1,8F)	駐車場、基礎、躯体
52	下関市	27	28	12,000	SRC4F	1F床以下躯体
53	高知市	24	28	376	RC5F	基礎、地中梁、3Fまで躯体
54	新見市	21	28	3,000	SRC2F・B1F	躯体
55	玉湯町	21,27	28	8,000	RC5F	全量
56	東広島市	24	28	10,000	RC3F	全量
57	松山市	25.5	28	2,800	RC3F	躯体、基礎
58	高松市	21	28	5,000	RC	基礎、躯体
59	徳島市	21,24	28	5,734	RC4F,RC3F・B1F	杭、基礎、地中梁、躯体
60	松山市	21,25.5	28	3,000	RC3F・B1F	基礎、地中梁、躯体
61	熊本市	27	28	1000	SRC5F	躯体
62	八代市	22.5,24	28	630	RC2F・B2F	B1F・B2F躯体、1F梁スラブ
63	八代市	21	28	650	RC4F	基礎、地中梁、躯体
64	福岡市	22.5	28	12,000	RC	ビットベース、地下躯体
65	福岡市	24	56	800	RC	地下部躯体
66	本渡市	18,21,24	28	7,375		土間、基礎、躯体
67	北九州市	24,27	28	6,000	SRC4F、RC5F	地下部、杭
68	熊本市	27,30,33	28	1,800	RC	地下梁、B1躯体

出典：日本建築学会，高炉セメントを使用するコンクリートの調合設計・施工指針・同解説，2001.7における「参考1高炉セメントを使用したコンクリートの施工実績」から躯体、地下躯体等に該当するものを抽出した

方策 4-2 住宅性能表示制度における特別評価認定の再周知

住宅性能表示制度に関わる「高炉セメントに関する告示」では、RC造及びSRC造の住宅で、高炉セメントを用いて等級3（住宅が限界状態に至るまでの期間が3世代以上(75～90年)となるための必要な対策）及び等級2（住宅が限界状態に至るまでの期間が2世代以上(50～60年)となるための必要な対策）を表示するためには、「コンクリートの水セメント比の算定に当たり高炉セメントに含まれる高炉スラグの3/10を除いた部分をその重量として用いる」とされている。

この告示がそのまま適用されると、高炉セメントを使用すると単位セメント量を増やす必要があり、不経済と判断されてしまう。

鉄鋼スラグ協会では上記告示に係る特別評価認定を取得しており、直接外気に接しない地下部分で、高炉セメントB種を使用し、最小かぶり厚さの割増し（1～2cm）を行う場合は、普通ポルトランドセメントと同様の取扱いが可能となっている。しかし、この特別評価認定事実が広く知られていない可能性があり、その結果、「長期供用建物には高炉セメントは事実上使えない」との誤解を生じている可能性がある。

そこで、まず鉄鋼スラグ協会が取得している「特別評価認定」とその運用方法等について、建築設計事務所、工務店等に対する周知徹底を図ることにより、利用拡大を図る。

<期待される効果>

建築分野（主に基礎あるいは地下躯体部分）における混合セメントの使用が検討されるようになり、利用拡大が期待される。

<想定される課題やボトルネック>

現状では、建築物環境配慮制度等を導入し建築物における混合セメントの使用を評価対象としている事例や、当該自治体で混合セメントを使用した建築物及び適用部位等のデータはあるが、混合セメントを使用した結果、建築物の品質・耐久性に支障が生じていないか等、事後的なチェックを行ったデータが整備されていない。

5.2.5 混合セメント使用に向けた建設工事受発注者等の動機付け

<方向性の概要>

混合セメントの使用率拡大による CO₂ 削減価値を何らかの評価等に反映させ、セメントメーカーはじめ、混合セメントを使用した土木・建築構造物の発注者・設計者・施工者等にも社会及び環境貢献をしているというインセンティブが働くような仕組み事例を把握し、広く周知を行うことにより、新たな取組創出のきっかけとする。

<具体的方策例>

方策 5-1 環境ラベルや各種環境配慮制度の水平展開

「環境ラベル」は、環境配慮の進んだ製品にラベルをつけることにより環境配慮行動の促進を図る手法であり、具体的にはエコマークやリサイクル製品認定制度等がある。

その他、建築・土木分野では、CASBEE⁷や総合評価方式、VE 提案⁸等により、設計者や施工者等が自主的に環境配慮型設計や環境配慮型の設計・施工を提案する動きが、一部の自治体で進められつつあるが、未だ全国的には普及しているとは言いがたい（アンケート結果では民間建築分野における CASBEE で 3%程度）。

これらの活動は自治体を中心となっていくことが多いため、高炉・石炭火力発電所・セメント工場等が立地する自治体をはじめ、各自治体等に対して、次のような事例を参考に紹介し、地域特性も踏まえた上で、同様の活動の可能性が検討されるよう普及啓発する。

事例 1：エコマークやリサイクル認定制度の活用

新日鐵高炉セメント（株）、エスメント関東（株）、エスメント中部（株）等が生産販売している高炉スラグ微粉末「エスメント」は既にエコマークに認定されているが、他の製品も積極的に認定を受けていくことが考えられる。

また、高炉セメントそのものや、高炉スラグを活用したプレキャストコンクリート製品では、自治体のリサイクル製品認定制度で認定されている事例もいくつかある。例えば、北九州市では、同市で生産される高炉セメント B 種及び高炉スラグ微粉末を「エコプレミアム」に選定し、市事業での率先調達のほか、市が発行する製品カタログ・ホームページへの掲載、環境商品・サービス展示会への出展等の市場開拓支援を行っている。（4.2.7 参照）



図 5-2-5 北九州市の北九州エコプレミアムに認定されている新日鐵高炉セメント(株)の高炉セメント B 種及び高炉スラグ微粉末

7 CASBEE・・・建築物総合環境性能評価システム（Comprehensive Assessment System for Building Environmental Efficiency）の略称。省エネ性、省資源性、室内の快適性、景観への配慮等の側面から、建築物の環境性能を総合的に評価・格付けするツールのこと。

8 VE 提案・・・VE は Value Engineering の略。一つの目的を達するための手段は数多くあるという前提に立ち、機能や性能を低下させることなく全体工事費の縮減を可能とする資材調達・工事内容・施工方法等を積極的に提案・採用していく手法のこと。

●資源の適正利用					
◆エコマテリアル	混合セメント等利用				
<p>1 指針策定の背景</p> <p>セメントの製造工程では、鉄鋼業界、電力業界、タイヤ業界、自動車業界等から各廃棄物・副産物の受け入れを行い、資源循環を図っているが、石灰石(CaCO₃)を主原料とするセメントは、その製造過程で大量のCO₂を発生する。混合セメントには、高炉セメント、フライアッシュセメント等の種類があるが、高炉セメントは、溶鉱炉から生成されたスラグ(鉱さい)をセメントの混合材として製造された混合セメントで、一方フライアッシュセメントは、火力発電所などの微粉炭ボイラーの燃焼排ガス中から燃焼の際に生じる微細な石炭灰である良質なフライアッシュを混合材として用いたセメントである。これらの混合セメントの生産にかかるエネルギー総量、CO₂発生量にはいくつかの考え方があるものの、普通ポルトランドセメントにかかるそれらより少ない。政府の地球温暖化対策推進大綱においても、混合セメントの利用拡大を進めることとなっている。</p>					
<p>2 配慮すべき事項</p> <p>【混合セメント等の利用に係る事項】</p>					
<p>3 適用用途と評価基準</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">全用途に適用</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>段階2</td> <td> 杭、特定建築物の地下部分その他の当該セメントが利用できる部分に、次に掲げるセメントのいずれかを利用していること。 ① 高炉セメントB種若しくはC種又はフライアッシュセメントB種若しくはC種 ② 廃棄物を焼却した際に発生する灰を主たる原料としたセメント ③ その他環境に配慮したセメント </td> </tr> </tbody> </table>		全用途に適用		段階2	杭、特定建築物の地下部分その他の当該セメントが利用できる部分に、次に掲げるセメントのいずれかを利用していること。 ① 高炉セメントB種若しくはC種又はフライアッシュセメントB種若しくはC種 ② 廃棄物を焼却した際に発生する灰を主たる原料としたセメント ③ その他環境に配慮したセメント
全用途に適用					
段階2	杭、特定建築物の地下部分その他の当該セメントが利用できる部分に、次に掲げるセメントのいずれかを利用していること。 ① 高炉セメントB種若しくはC種又はフライアッシュセメントB種若しくはC種 ② 廃棄物を焼却した際に発生する灰を主たる原料としたセメント ③ その他環境に配慮したセメント				
<p>4 解説</p> <p>グリーン購入法(※注1)の「環境物品等の調達に関する基本方針」では、公共工事の施工における特定調達品目として日本工業規格の高炉セメントB種、C種及びフライアッシュセメントB種、C種が該当している。また、「平成16年度公共建築工事標準仕様書(国土交通省大臣官房庁営繕部監修)」では、場所打ちコンクリート杭の使用セメントとして高炉B種が標準とされている。</p> <p>本指針では、これらの混合セメントを生産する工場に限られていること、水和熱の低さという特性から地下の構造躯体等大きな断面のコンクリート構造物に利用されている場合が多いこと、長期強度の発現までに通常のポルトランドセメントより養生期間を長く要する等から、建築物の躯体の一部(基礎、杭も含む)にでも高炉セメントやフライアッシュセメントのB種、C種及びその他ごみの焼却灰を利用したセメント等環境負荷の相対的に小さいセメントが使用されていれば、段階2への適合とみなす。</p> <p>なお、近年ポルトランドセメントにおいても、副産物の利用が拡大しているが、本指針においては段階2への適合とみなさない。</p> <p>※利用事例・・・建築物の躯体、地下室部分、地中梁、基礎、杭基礎、耐圧盤等の発熱量の大きい大断面のマスコンクリート、鋼管コンクリート造での充填用コンクリート等への利用</p>					
<p>5 取組・評価書記載事項</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>概要</th> <th></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td></td> <td> ① 混合セメント等利用の有無 ② ①の種別(高炉セメント、フライアッシュセメントその他) ③ ①の利用部位(基礎、杭、耐圧盤等への利用) </td> </tr> </tbody> </table>		概要			① 混合セメント等利用の有無 ② ①の種別(高炉セメント、フライアッシュセメントその他) ③ ①の利用部位(基礎、杭、耐圧盤等への利用)
概要					
	① 混合セメント等利用の有無 ② ①の種別(高炉セメント、フライアッシュセメントその他) ③ ①の利用部位(基礎、杭、耐圧盤等への利用)				

図 5-2-7 東京都建築物環境配慮制度における混合セメント利用の位置づけ

出典：東京都環境局，東京都建築物環境計画制度マニュアル（第3版），平成17年9月

方策 5-2 環境報告書等への記載の促進

事業者が発行する環境報告書やCSR⁹報告書等に高炉セメントの利用率等を記載することを啓発する。具体的には、関連業界が標準としている環境報告書やCSR報告書に事例として例示する等が考えられる（「エコアクション21」では高炉セメントは既に考慮されている）。

9 CSR・・・Corporate Social Responsibility の略。法令を遵守しつつ収益を上げて配当を維持するだけでなく、環境問題への配慮、人権に配慮した適正な雇用・労働条件、消費者への適切な対応、地域社会への貢献等、企業が市民として果たすべき社会的責任のこと。従来の環境報告書に社会的側面を加え、CSR報告書を作成・公表する企業が増えている。

これらのしくみを活用して、各事業者が、自ら排出するCO₂排出量を認識し、PDCAサイクル¹⁰によってそれを低減していくことは、高炉セメントの普及拡大につながるだけでなく、全領域における温室効果ガス削減につながる。

7) 建築物の建築・解体、開発事業に当たっての環境配慮				
① 新規事業を始める際の環境影響評価・環境配慮	<p>混合セメントに関する記述箇所</p> <table border="1"> <tr><td>工事中の樹木の保護を行っている</td></tr> <tr><td>木材、コンクリート塊、汚泥、残土等の建設副産物の削減、再利用、分別、リサイクルに取り組んでいる</td></tr> <tr><td>フロン、アスベストその他の有害物質の適正処理、代替材の使用等を行っている</td></tr> </table>	工事中の樹木の保護を行っている	木材、コンクリート塊、汚泥、残土等の建設副産物の削減、再利用、分別、リサイクルに取り組んでいる	フロン、アスベストその他の有害物質の適正処理、代替材の使用等を行っている
工事中の樹木の保護を行っている				
木材、コンクリート塊、汚泥、残土等の建設副産物の削減、再利用、分別、リサイクルに取り組んでいる				
フロン、アスベストその他の有害物質の適正処理、代替材の使用等を行っている				
新規事業を始める際、企画・計画・設計段階、建設段階、運用段階、改修・解体段階のそれぞれの段階における環境影響を評価し、これに基づいて環境保全のため適切な対策を行っている				
事業実施前に行われた環境影響評価の結果が妥当であったかどうかのフォローアップを、事業中及び事業後に行っている				
発注者及び設計者に対し、建設副産物のリサイクル、合板型枠の使用合理化等、環境保全の提案をしている				
② 環境整備と周辺の自然環境の保全				
敷地内、壁面、屋上等の緑化を行っている（大気浄化、都市気象の緩和にも資する）				
地域の自然環境との調和に配慮し、生態系や景観の保全に取り組んでいる				
騒音を改善する代替措置として環境修復（ミティゲーション）を計画・設計に盛り込んでいる				
③ 環境負荷の少ない建築材の使用等				
建築物の建設・改築に当たり、環境負荷の少ない建築材の使用、建築材の使用合理化に取り組んでいる（合板型枠等の木材の使用合理化、高炉セメント、エコセメント、再生素材の積極的使用等）				
④ 環境に配慮した工法				
低騒音型の建設機械の使用等により工事騒音・振動の防止に取り組んでいる				
アスベストや粉塵の飛散防止等に取り組んでいる				
工事排水による水質汚濁の防止等に取り組んでいる				
出入り車輛の排ガス・騒音・振動の防止に取り組んでいる				
掘削工事、盛土工事における地盤の変化の防止に取り組んでいる				
⑤ 建築物、構築物の環境への影響を予防するための方策				
竣工建築の環境面に配慮した管理、メンテナンス等を行っている				
建造物の老朽化や運用の診断を行い、改善や環境保全設備の見直し等の提案を行っている				
建築物の耐久性の向上に取り組んでいる				
⑥ 施設閉鎖、建築物の解体等の際の環境配慮				
施設の閉鎖時に、環境影響評価を行っている				
建築物の解体に当たっては、吹き付けアスベストを事前に除去している				
現状から用途転換をする等の計画プロジェクトの前に環境影響評価を行っている				

図 5-2-8 エコアクション 21 における高炉セメントの位置づけ

環境省，エコアクション 21（環境活動評価プログラム）2004 年版，平成 16 年 4 月

< 期待される効果 >

混合セメントの使用拡大を図るに当たっては、設計者・施工者の選定プロセスで、環境配慮に係る適切な評価を組み込むことにより、事業者（設計者・施工者、プレキャストコンクリート製品メーカー、材料メーカー等）から発注者に対する提案が活発化し、混合セメントが使用される機会が増えるものと期待される。

< 想定される課題やボトルネック >

これらの環境配慮制度には比較的定量化しにくいものも評価対象にしようとするものもあるが、高炉セメントについて、より具体的に記載すること自体が馴染むかどうか。地域の廃棄物処理の状況を改善する、というような地域的なメリットがあれば、地域として導入検討しやすいが、地域外の高炉スラグを使用する場合は、地域的なメリットが期待しづらいため、自治体等が積極的に推進していくには難しさがある。

10 PDCA・・・「トップが方針を決定し（P：Plan）、これに基づいて事業活動を行い（D：Do）、問題や改善すべき点がないか検証し（C：Check）、あれば改善し次期方針に反映させる（A：Action）」という、継続的改善を組み込んだ事業活動のサイクル。

5.2.6 新たな混合セメントの開発促進

< 方向性の概要 >

当面は前節までの方策を推進しつつ、建設工事の受発注者等のニーズの分析、混合セメントが高い比率で使用されている欧米との比較研究等を通じて、既存の高炉セメントB種の低発熱化、低熱高炉セメントやフライアッシュセメントの改良、さらに中長期的には現在の普通ポルトランドセメントや高炉セメントに代わるような汎用性を持った新たなセメントの可能性を検討する。

建設工事の受発注者のニーズの中には、「ひび割れ抑制」(初期発熱抑制)と「養生期間短縮」(初期強度確保)のようにトレードオフの関係にあるものがあり、使用対象部位・工種に応じ、両者のバランスの取れた配合とすることが望まれる。一方、セメント、生コン等の流通効率化を考慮すると、多品種の混合セメントを市場投入することは現実的に困難である。

以上を考慮のうえ、販路開拓のターゲットとする部位・工種を特定し、数種類の混合セメントに集約していくことが必要と考えられる。

海外に目を転じると、日本では混合セメントの使用量が全体の約2割にとどまっているのに対して、EUでは混合セメントが全体の6割を占めている(EUのセメント規格と使用割合は表5-2-10、日本の各種セメントのJIS規格は表2-1-2を参照)。中長期的に、良好な社会基盤整備と社会経済の持続可能性を確保するため、日本と欧米との環境・社会・経済・天然資源等の状況の違いを踏まえつつ、セメントの品質が過剰なスペックとなっている部分がないか、再検討することも必要と考えられる。

表 5-2-10 EUのセメント規格と使用割合

Strength Class	Ordinary (Class 32.5 of EN 197-1)			High (Class 42.5 of EN 197-1)			Very High (Class 52.5 of EN 197-1)			Unspecified			Total		
	1000 t	%	% ↓	1000 t	%	% ↓	1000 t	%	% ↓	1000 t	%	% ↓	1000 t	%	% ↓
CEM I - Portland	8 956	15.1	13.0	32 895	55.4	42.8	17 119	26.8	88.7	411	0.7	3.7	59 381	33.7	
CEM II - Portland Composite															
- Portland-slag	4 756	64.1	6.9	2 191	29.5	2.9	478	6.4	2.5				7 425	4.2	
- Portland-silica fume							160	100.0	0.8				160	0.1	
- Portland-pozzolana	1 159	31.0	1.7	2 584	69.0	3.4							3 743	2.1	
- Portland-fly ash	2 544	25.2	3.7	7 557	74.9	9.8							10 111	5.7	
- Portland-burnt shale	279	81.3	0.4	45	13.2	0.1	19	5.5	0.1				343	0.2	
- Portland-limestone	23 657	54.5	34.4	18 725	43.2	20.6	878	2.0	4.6	129	0.3	1.2	43 389	24.6	
- Portland-composite	12 404	48.6	18.0	6 351	24.3	8.3		0.0	0.0	6 742	15.5	61.0	25 457	14.5	
- Unspecified										3 187	100.0	28.8	3 187	1.8	
Total	44 799	47.7	65.1	37 463	39.9	48.8	1535	1.6	8.0	10 058	10.7	91.0	93 855	53.3	
CEM III - Blast furnace / slag	5 618	48.4	9.2	5 537	48.7	7.2	118	1.0	0.6	100	0.9	0.9	11 373	6.5	
CEM IV - Pozzolanic	8 166	93.2	11.9	437	5.0	0.6				161	1.8	1.5	8 764	5.0	
CEM V - Composite Cement & Others	1 307	49.0	1.9	512	19.2	0.7	522	19.6	2.7	325	12.2	1.7	2 666	1.5	
TOTAL	68 846	39.11	100.0	76 544	43.65	95.2	19 254	10.96	100.0	11 055	6.28	97.3	175 039	100.0	

CEM BUREAU= European Countries (AU+BE+DK+FI+FR+DE+GR+IT+IE+LU+NL+PT+SE+UK)

出典：コンクリート構造物の環境性能に関する研究委員会，環境時代におけるコンクリートイノベーション，(社)日本コンクリート工学協会，2008.8

< 具体的方策例 >

方策 6-1 低強度・低発熱型混合セメントの研究開発の促進

欧米との比較研究等により我が国での低強度・低発熱型混合セメントの普及の可能性を研究するとともに、我が国に適した低発熱・低クリンカ・低価格型の混合セメントの研究・技術開発の可能性を検証する。現在、既にマスコン用のセメントとしては、「低熱高炉セメント」が開発されているが、建築分野や製品分野での利用を念頭においた既存の混合セメントの問題点を補うような製品の開発が期待される。

なお、具体的な技術開発要素としては、混和材の混合量と粉末度の調整、組み合わせるポルトランドセメントの種類（普通、中庸熱、低熱タイプ等）とその粉末度の関係から導き出される最適値の分析、複数の混和材を混合した場合の特性分析等が考えられる。また、研究開発要素としては、上記を考慮した場合の適用可能範囲と適正な強度レベルの分析、流通ネットワーク等も加味したLCA評価等が挙げられる。

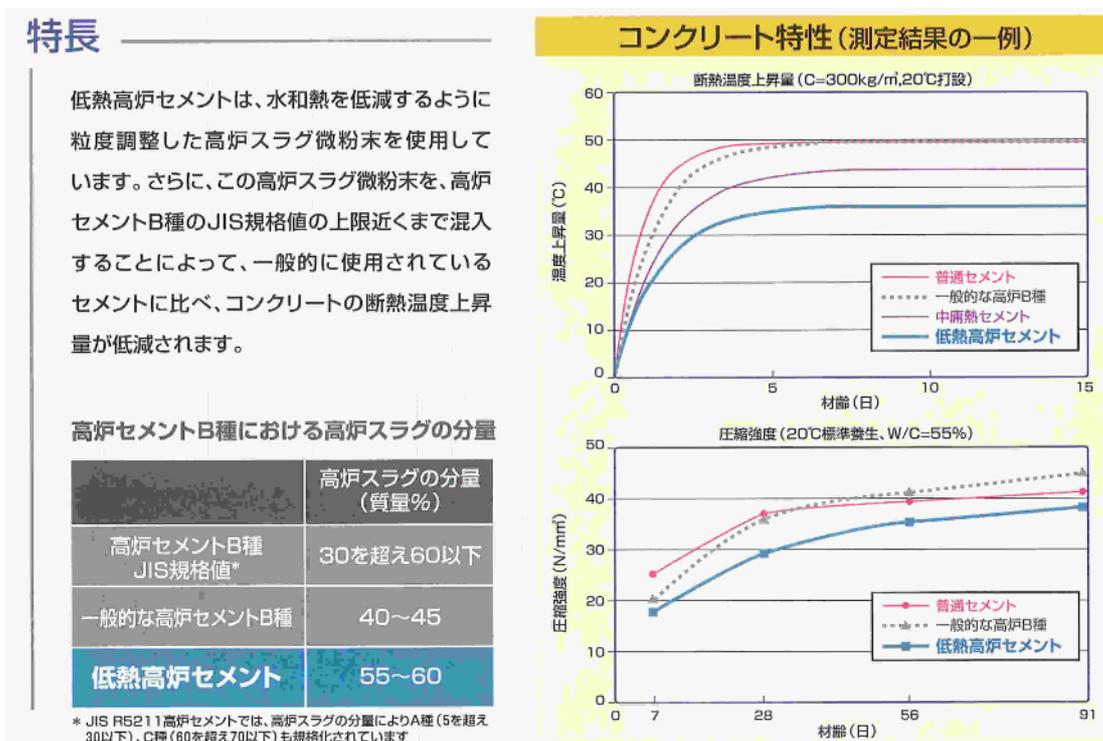


図 5-2-9 低熱高炉セメントの特徴

出典：鉄鋼スラグ協会パンフレットより

方策 6-2 強度水準に関する一定の上限設定の検討

EUにおけるセメント使用量をセメントの圧縮強さ区分ごとに見ると、Ordinary (32.5N/mm²クラス)が39%、High (42.5N/mm²クラス)が44%、Very High (52.5N/mm²クラス)が11%と、日本と比べて低強度のセメントが多く使用されている。

そのうち、ポルトランドセメントの比率は、Very High (52.5N/mm²クラス)では89%を占めるが、High (42.5N/mm²クラス)では43%、Ordinary (32.5N/mm²クラス)では13%と低く、強度が低いものは混合セメント、強度が高いものはポルトランドセメントという使い分けがされているようである。

一方、我が国の規格では、高炉セメントに対してもポルトランドセメントと同様の強度を要求しており、また実際に我が国で一般的に出荷されているセメントの圧縮強さは規格値を大幅に上回り、概ね60N/mm²程度(EUではVery Highに相当)に達している。

セメントの強度水準に一定の上限を設け、水セメント比を下げることは、コンクリートの耐久性の維持を図る一つの有効な方策であるばかりでなく、分離抵抗性の改善等施工性能の向上にも貢献することが期待される。

表 5-2-11 各種セメントの圧縮強さに係る規格値と試験結果(代表的な例)

セメントの種類		圧縮強さ(材齢28日)	
		規格値	試験結果(代表例)
ポルトランドセメント	普通	42.5 N/mm ²	61.3 N/mm ²
	早強	47.5 N/mm ²	67.9 N/mm ²
	中庸熱	32.5 N/mm ²	56.8 N/mm ²
高炉セメント	B種	42.5 N/mm ²	62.0 N/mm ²
フライアッシュセメント	B種	37.5 N/mm ²	60.6 N/mm ²

出典：規格値はJIS R 5210(ポルトランドセメント)、JIS R 5211(高炉セメント)、JIS R 5213(フライアッシュセメント)、試験結果(代表例)は「セメントの常識」,(社)セメント協会,2004年1月 による

<期待される効果>

従来の混合セメントの長所を活かし、短所を補った製品が開発できれば、現状の高炉セメントでは普及展開が難しい建築分野の地上部分等も含めて、全分野での普及展開が期待できる。

<想定される課題やボトルネック>

ユーザーに受け入れられるかどうか(初期強度と発熱量や養生期間の兼ね合い、粉末度と混合率の調整、他の混和材料の利用等)

開発に対する企業の体力、資金力の確保

開発された製品の供給・流通体制 等

以上の具体的方策（例）を表 5-2-12 に整理する。

表 5-2-12 具体的方策（例）のまとめ

No	普及拡大の方向性	No.	具体的方策（例）
1	セメントのメリットを活かした適所での活用促進	1-1	混合セメントの適材適所での利用促進
2	ひび割れメカニズムの解明と対策検討	2-1	高炉セメントを使用したコンクリートのひび割れメカニズム等の解明と情報公開
		2-2	高炉セメントのひび割れ対策事例の水平展開
3	長期養生に関する受容体制の促進	3-1	コンクリート工事の適切な管理に係る普及啓発
		3-2	共通仕様書・積算基準等における配慮の必要性に関する啓発
		3-3	経済的な蒸気養生や冬期施工時の養生方法等についての検討
4	建築分野への混合セメント適用可能性に関する検討	4-1	建築地下躯体での混合セメント利用事例の水平展開
		4-2	住宅性能表示制度における特別評価認定の再周知
5	混合セメント使用に向けた建設工事受発注者等の動機付け	5-1	環境ラベルや各種環境配慮制度の水平展開
		5-2	環境報告書等への記載の促進
6	新たな混合セメントの開発促進	6-1	低強度・低発熱型混合セメントの研究開発の促進
		6-2	強度水準に関する一定の上限設定の検討

第6章 ユーザー等への理解浸透のための取組検討

混合セメントの普及拡大に向けた具体的な方策の全体像は前章に示したとおりであるが、これらの実現は発注者及びユーザー等の理解が得られないと実現は難しい。

コンクリート構造物に關与する関係者は、発注者、設計者、元請建設事業者、下請建設事業者、素材供給者、セメントメーカー、生コン業者、使用者、維持管理業者、廃棄・リサイクル事業者と多岐にわたり、そのサプライチェーンはこれら関係者の連携のもとで成り立っている。混合セメントの価値や特性（長所、短所を含む）が各々の階層において十分に理解されていなければ、最終的なコンクリート構造物の不具合等につながりかねない。

本章では、どのようにすればこれらの関係者に対して混合セメントの価値や特性を理解浸透させることができるかに関する考察を行う。

6.1 混合セメントの温室効果ガス削減効果に関わる理解促進

アンケート結果では、「高炉セメントが温室効果ガス削減につながることを知っているかどうか」という設問に対して、生コンクリート工業組合の認識率は94%と非常に高い比率であったが、プレキャストコンクリート製品メーカーは54%、建設事業者では63%、自治体にいたっては11~15%という結果となった（表6-1）。

特に発注権限を有する自治体の認識率が低いことは、混合セメントに関する「適材適所」を促進する上では、大きなハードルとなるものである。すなわち、混合セメントに関する適正なトレードオフの関係が、現時点では十分に認識されていない、ということになる。

発注者を始めとする一般ユーザーの理解を得るためには、関連団体をあげてその効果をPRしていく必要がある。PRする手法としては、まずはパンフレットやホームページ、ポスター等が考えられ、既にある程度行われていることでもあるが、継続的にこれを行い普及啓発を行う。また最終的な構造物のユーザーまでの理解を促すためには、マスメディアを活用する等、よりダイナミックな手段についても検討する価値がある。

表 6-1 アンケート結果における「高炉セメントの温室効果ガス削減効果」の認識率

分野	生コンクリート工業組合	プレキャストコンクリート製品メーカー	建設	自治体（建築）	自治体（土木）
認識率	94%	54%	63%	11%	15%

本データには、「高炉セメントの使用は非エネルギー起源のCO₂削減には効果はあるが、養生等も考慮すると必ずしもCO₂削減にならない、と考えている比率も含まれているので留意が必要である（特にプレキャストコンクリート製品メーカーではその比率が高いと考えられる）。

6.2 特性に関する理解促進と標準施工手順書等の公開

温室効果ガス削減効果に関して広く周知し、理解促進するとともに、現状の混合セメントの長所・短所についてもユーザーに正確に理解してもらう必要がある。特に、養生方法や耐久性、強度特性については、これまでポルトランドセメントしか使用してこなかった担当者が高炉セメントに転換を図った場合に、不具合（中性化やひび割れ等）の原因となることが懸念される。

このような不具合を防ぐためには、先進的な取組事例を参照し、必要に応じて学会関係者や業界団体が連携して混合セメントを使用したコンクリートの施工に関する指導書やチェックリスト等を充実させることが効果的と思われる。また、講習会等の普及活動を幅広く展開するとともに、各地区（都道府県・市町村等）に、コンクリート専門家が適切な技術指導を行えるような相談窓口を設置し、技術相談をしやすい体制を構築することが有用と考えられる。

第7章 調査のまとめ

本調査では、セメント産業における非エネルギー起源二酸化炭素対策としての混合セメントの利用拡大に関して、利用実態に関するアンケート調査等を実施するとともに、普及拡大方策の検討を行った。

混合セメントの中でも既に一定の比率で普及しつつある高炉セメントB種はアルカリ骨材反応対策や低発熱性等のメリットが評価されている一方で、中性化の進行が早く、初期強度の発現が遅い、といった課題がある。また、初期強度の発現を早めるために、メリットである低発熱性が失われつつある、といった現状も伺うことができた。

利用実態調査結果では、土木分野では、特定の部位や工種以外を除いては、高炉セメントB種が50%以上普及し、混合セメントの使用が標準になっており、その理由としては、「共通仕様書・積算基準等で高炉セメントを使用することとされているから」が圧倒的に多かった。一方、建築分野では、現状での混合セメントの利用は一部の地下・基礎構造物における利用にとどまっており、普及拡大の障害としては、初期強度と養生、中性化速度による耐久性の不安が挙げられた。また、プレキャストコンクリート製造分野では、早期脱型の必要性や蒸気養生等に対する経済性等の理由、生コンクリート工業メーカーでは、新たなサイロ整備の課題や配合設計の見直し等が普及拡大に向けた障壁として挙げられた。その一方で、「温室効果ガス削減」という混合セメントの新たな特性を踏まえると、将来的には普及拡大の機運があることが伺えた。利用事例調査では、計8つの混合セメント利用事例に対して、動機・きっかけ、関係者の役割、成功要因、効果と課題等に関する整理を行った。

また本調査では、これらの利用事例調査や利用実態調査の結果を踏まえて、6つの普及拡大に向けた取組の方向性を示し、各々の方向性に応じた方策の検討を行った。具体的な方策としては、「混合セメントのメリットを活かした適所での活用促進」、「長期養生に対する受容体制の促進」、「ひび割れメカニズムの解明と対策検討」、「建築分野での混合セメント適用可能性に関する検証及び普及啓発」、「グリーン購入法による混合セメント使用対象拡大及び調達実績公表の促進」、「混合セメント使用に向けた建設工事受発注者等の動機付け」、「新たな混合セメントの開発促進」であり、各々の方策の内容や期待される効果及び課題やボトルネックの整理を行った。

これらの方策を実行し、混合セメントの利用を拡大するためには、関係者の理解促進が必要不可欠である。そのため、第6章では理解促進のために必要となる取組の概要をとりまとめた。

今後は、混合セメントの普及拡大方策に掲げた取組を実行していくこととなるが、まずは本調査結果を混合セメントに関わる関係者に広く普及させることで、混合セメントの特性をきちんと理解してもらった上で、混合セメントの利用拡大に向けた意識を高めていただくことが第一歩と考えられる。

参考資料

アンケート調査票

- 参考1 生コンクリート工業組合向けアンケート調査票
- 参考2 プレキャストコンクリート製品メーカー向けアンケート調査票
- 参考3 建設事業者向けアンケート調査票
- 参考4 自治体等向けアンケート調査票
- 参考5 建築設計事務所向けアンケート調査票
- 参考6 国・独立行政法人等向けアンケート調査票

参考 1: 生コンクリート工業組合向けアンケート調査票

(生コン)

(生コン)

混合セメント(高炉セメント、フライアッシュセメント等)の使用状況・課題等
に関するアンケート調査票 (生コンクリート工業組合向け)

問1. 貴団体の概要を下欄にご記入下さい。選択肢がある場合はあてはまる記号に○を付けてください。

(1) 団体・組合の名称			
(2) 回答者の部署・役職・氏名 連絡先	TEL: _____ FAX: _____ E-Mail: _____		
(3) 工業組合の 会員企業数・ 生コン出荷量・ 組織率	実数	組織率	(企業数ベース)
	会員企業・工場数	社 工場	約 %
	生コン出荷量	約 千 m3/年	(出荷量ベース) 約 %
(4) 会員企業が 持つセメント用 サイロの基数	1工場あたり、最少で _____ 基、最多で _____ 基、最も一般的なのは _____ 基程度		
(5) 組合非加盟 の主な大手生 コンメーカー	企業名	所在地(市区町村名まで)	

問2. 貴組合地域の生コンクリートメーカーでは、原材料として以下の混合セメントを使用したことはありますか？セメントの種類ごとに、a～eから当てはまるものを選んで該当欄に○をご記入ください。

	高炉 B種	その他の混合セメント					その他
		高炉 A種	高炉 C種	フライア ッシュA種	フライア ッシュB種	フライア ッシュC種	
a. 現在通年で常備し使用している							
b. 季節的に使用する時期がある							
c. 使ったことはあるが今は使っていない							
d. 検討したことはあるが使ったことはない							
e. 検討・使用ともにしたことがない							

問3. 貴組合地域の生コンクリートメーカーでは、原材料として以下の混和材を使用したことはありますか？混和材の種類ごとに、a～eから当てはまるものを選んで該当欄に○をご記入ください。

	コンクリート用高炉スラグ微粉末			コンクリート用フライアッシュ			
	4000	6000	8000	I種	II種	III種	IV種
a. 現在通年で常備し使用している							
b. 季節的に使用する時期がある							
c. 使ったことはあるが今は使っていない							
d. 検討したことはあるが使ったことはない							
e. 検討・使用ともにしたことがない							

問4 「b. 季節的に使用する時期がある」場合、高炉セメントの使用が多いのはいつですか？またそれ以外の時期に高炉セメントを使用することはありますか？

高炉セメントの使用が多い時期は、概ね _____ 月から _____ 月まで

それ以外の時期は、…

a. 高炉セメントはまったく使用しない
b. まれに顧客からの要請により高炉セメントを使用することがある
c. 常備してはいないが、一定の頻度で高炉セメントを使用している

問5 貴組合地域の生コンクリートメーカーにおける混合セメントや混和材の調達・使用量(合計値)について、お分かりになる範囲で、データがある直近の年度の値をお答えください。

			平成 _____ 年度実績
出荷量	生コン	生コンクリートの総出荷量	m3/年
		うち混合セメントを使用した生コンの比率(概数)	約 %
原料使用量	セメント	セメントの総使用量	t/年
		うち混合セメントの比率(概数)	約 %
	混和材	コンクリート用高炉スラグ微粉末の使用量	t/年
		コンクリート用フライアッシュの使用量	t/年

問6. 混合セメントは、石灰石・粘土等を焼成した「クリンカ」を粉砕したものに、各種「混和材」(鉄鋼スラグ・フライアッシュ等)を配合して作られます。クリンカ製造段階では多量のエネルギーを消費し、CO2 が排出されますが、混和材を混ぜる分クリンカの使用率を減らすことができ、省エネ・CO2 削減につながります。混合セメントが、省資源・リサイクルだけでなく、省エネ・CO2 削減にも効果があることを知っていましたか？

a. 知っていた b. 知らなかった

↓

(情報源は…)

問7. 混合セメントの省エネ・CO2 削減効果について広く知られれば、生コンクリート原料としての混合セメントの使用も拡がると思いますか？

a. 拡がると思う b. 条件によっては拡がると思う c. 拡がるとは思わない

問8. 「c. 拡がるとは思わない」場合、その理由は何ですか？

a. 混合セメント(を用いた生コンクリート)は共通仕様書・積算基準等で位置づけられていない
b. 混合セメント(を用いた生コンクリート)は国や自治体のグリーン調達の対象となっていない
c. 製造・供用実績が少なく、品質面での不安・懸念がある
d. 工期・費用面で、ポルトランドセメント使用時よりもコスト増となる
e. 混合セメントを使用するより、仕様に合わせて自ら混和材を配合する方が合理的
f. その他 (_____)

(生コン)

問9. 今後、混合セメントの使用拡大を図っていくためには、どのような条件を満たす必要があると思いますか？

以下から重要と思われるものを選んで○をつけてください。(複数回答可)

- a. 共通仕様書等での位置づけ(現状よりも強い書き方にする)
- b. 発注者の理解と標準歩掛りへの反映
- c. 国や自治体のグリーン調達やリサイクル製品認定制度等での採用
- d. 製造・供用実績の積み重ねと普及広報による品質面での不安・懸念の解消
- e. 流通・供給体制の整備(供給エリアの拡大や通年供給により入手しやすくする)
- f. 流通・供給体制における品質管理の強化
- g. 価格の低廉化(普通ポルトランドセメントよりも安価で供給する)
- h. ひび割れを生じにくい混合セメントの開発
- i. 養生期間を普通ポルトランド並みに短縮できる混合セメントの開発
- j. 環境負荷低減効果をよりアピールしやすいデータの整備・広報(CO2削減価値を「見える化」する)
- k. その他 ()

問10. もし新たな混合セメントが開発・導入され、貴組合会員企業でも原材料として使用することになった場合、新たにどのような投資・準備が必要になると思いますか？(負担が大きと思われるもの、複数回答可)

- a. 混合セメント専用サイロの整備
- b. 生コンクリート配合設計の見直し・社内標準化
- c. JIS 認証に係る諸手続き
- d. 品質管理体制の強化
- e. 効率的な生産工程の検討・標準化
- f. 協同組合等の単位での共同化・協業化(工場集約化、品質管理・保証体制強化等)
- g. 販路の開拓(グリーン調達・リサイクル製品認定制度への応募・申請等含む)
- h. 原料調達先の確保
- i. その他 ()

問11. 貴組合地域の企業・団体で、上記fのように共同化・協業化(工場集約化、品質管理・保証体制強化等)の取組をされている事例がありましたらご紹介ください。資料がありましたら添付してください。

実施団体	取組の概要

問12. 混合セメントの使用拡大以外に、セメント・コンクリート関連で省エネ・CO2削減を図るとしたら、どのような方向性があるとお考えですか？アイデアがありましたら教えてください。

質問項目は以上です。ご協力頂きありがとうございました。

参考2：プレキャストコンクリート製品メーカー向けアンケート調査票

(二次製品)

(二次製品)

混合セメント(高炉セメント、フライアッシュセメント等)の使用状況・課題等
に関するアンケート調査票 (コンクリート二次製品メーカー向け)

問1. 貴社の概要を下欄にご記入下さい。選択肢がある場合はあてはまる記号に○を付けてください。

(1)会社・事業所の名称			
(2)回答者の部署・役職・氏名 連絡先	TEL: _____ FAX: _____ E-Mail: _____		
(3)資本金規模	a. 5000万円以下 c. 1億円超～3億円以下	b. 5000万円超～1億円以下 d. 3億円超～10億円以下	e. 10億円超
(4)従業員数規模(単体)	a. 20人以下 c. 101人以上～300人以下	b. 21人以上～100人以下 d. 301人以上～1000人以下	e. 1001人以上
(5)工場数及びセメント用サイロの基数	工場数: _____ か所 セメント用サイロの基数: 1工場あたり、最少 _____ 基、最多 _____ 基、平均 _____ 基程度		
(6)主な製造品目	主な製品	鉄筋の有無	製造方法
		a. 鉄筋 b. 無筋	a. 即時脱型 b. 上記以外
		a. 鉄筋 b. 無筋	a. 即時脱型 b. 上記以外
		a. 鉄筋 b. 無筋	a. 即時脱型 b. 上記以外
		a. 鉄筋 b. 無筋	a. 即時脱型 b. 上記以外
		a. 鉄筋 b. 無筋	a. 即時脱型 b. 上記以外
(7)グループ企業	a. 生コンクリート製造業を営むグループ企業がある (企業名: _____)		
	b. 建設業を営むグループ企業がある (企業名: _____)		
	c. 上記のいずれにも該当しない		
(8)所属団体	a. コンクリートボール・パイル協会	b. 全国建築コンクリートブロック工業会	
	c. 全国コンクリート製品協会	d. 全国土木コンクリートブロック協会	
	e. 全国ヒューム管協会	f. プレストレスト・コンクリート建設業協会	
	g. 全国エクステリアコンクリート協会	h. 全国ボックスカルバート協会	
	i. 全国ケーブルトラフ協会	j. 日本PCボックスカルバート製品協会	
	k. インターロッキングブロック舗装技術協会	l. 日本コンクリート矢板工業会	
	m. PC管協会	n. ALC協会	
	o. セメントファイバーボード工業組合	p. せんい強化セメント板協会	
	q. 全国木質セメント板工業組合	r. 全国PCがわら組合連合会	
	s. その他(_____)		

問2. 貴社製品の原材料として以下の混合セメントを使用したことはありますか？セメントの種類ごとに、a～eから当てはまるものを選んで該当欄に○をご記入ください。

	高炉B種	その他の混合セメント				
		高炉A種	高炉C種	フライアッシュA種	フライアッシュB種	フライアッシュC種
a. 現在通年で常備し使用している						
b. 季節的に使用する時期がある						
c. 使ったことはあるが今は使っていない						
d. 検討したことはあるが使ったことはない						
e. 検討・使用ともにしたことがない						

問3. 貴社製品の原材料として以下の混和材を使用したことはありますか？混和材の種類ごとに、a～eから当てはまるものを選んで該当欄に○をご記入ください。

	コンクリート用高炉スラグ微粉末			コンクリート用フライアッシュ			
	4000	6000	8000	I種	II種	III種	IV種
a. 現在通年で常備し使用している							
b. 季節的に使用する時期がある							
c. 使ったことはあるが今は使っていない							
d. 検討したことはあるが使ったことはない							
e. 検討・使用ともにしたことがない							

問4. 以下の製品種類のうち、貴社で製造している品目で、下記に該当するものに印をつけてください。

- ・「a. 現在通年で混合セメントを使用している」ものには……◎
- ・「b. 季節的に混合セメントを使用する時期がある」ものには……○
- ・「c. 混合セメントを使ったことはあるが今は使っていない」ものには……△

暗渠類	(1)無筋コンクリート管 (2)鉄筋コンクリート管 (3)遠心力鉄筋コンクリート管 (4)組合せ暗渠ブロック (5)鉄筋コンクリートボックスカルバート (6)プレストレストコンクリート管 (7)プレストレストコンクリートボックスカルバート
舗装・境界ブロック類	(8)平板 (9)境界ブロック (10)インターロッキングブロック
路面排水溝類	(11)L形側溝 (12)U形側溝 (13)L形側溝 (14)上ぶた式U形側溝 (15)落ちふた式U形側溝
用排水路類	(16)ブリューム (17)組立土留め
ブロック式擁壁類	(18)積みブロック (19)大型積みブロック
擁壁類	(20)鉄筋コンクリート矢板 (21)プレストレストコンクリート矢板
くい類	(22)鉄筋コンクリート杭 (23)プレストレストコンクリート杭
ボール類	(24)プレストレストコンクリートボール
橋梁類	(25)道路橋用橋げた (26)道路橋橋げた用セグメント (27)合成床版用プレキャスト板 (28)道路橋用プレキャスト板
マンホール類	(29)マンホール側塊
共同溝類	(30)ケーブルトラフ
その他 (具体的には…)	

問5 混合セメントや混和材の調達・使用実績について、お分かりになる範囲で、データがある直近の年度の値をお答えください。

		平成	年度実績
セメント	セメントの総使用量		t/年
	うち混合セメントの比率(概数)	約	%
混和材	コンクリート用高炉スラグ微粉末の使用量		t/年
	コンクリート用フライアッシュの使用量		t/年

問6 高炉セメントを原材料として使用したことがある場合、高炉セメントを採用された理由は何ですか？以下から選んで○をつけてください。(複数回答可)

- a. 高炉セメントの特性を活かせるから (アルカリ骨材反応の抑制効果や塩害の抑制効果など)
- b. コスト削減につながるから (普通ポルトランドセメントと比べて価格が安価)
- c. 環境負荷低減につながるから (鉄鋼スラグやフライアッシュなど再生資源を使用している点を評価)
- d. 環境負荷低減につながるから (セメント生産工程での省エネ・CO2 排出削減効果を評価)
- e. 共通仕様書・積算基準等で高炉セメントを使用することとされているから
- f. 高炉セメントを使用するとグリーン購入・リサイクル製品認定制度等の対象になるから
- g. その他 ()

問7 高炉セメントを原材料として使用したことがある場合、高炉セメントを使用したことで問題が発生したことはありますか？以下から選んで○をつけてください。(複数回答可)

- a. 特に問題なし
- b. 製品の品質面で問題が生じた (具体的には…)
- c. 製造コスト面で問題が生じた (具体的には…)
- d. その他 ()

問8 高炉セメントをコンクリート二次製品原料として使用する場合、どのような点が障害・課題になると思われるか？以下から選んで○をつけてください。(複数回答可)

- a. 初期強度が小さい
- b. 中性化速度が若干大きい
- c. 品質にばらつきがある
- d. 養生に手間がかかる
- e. 脱型までに時間がかかる
- f. 供給・流通体制が整っていない(人手しづらい)
- g. 普通ポルトランドセメントと比べ安価でない
- h. 仕様書等での規定がない
- i. 混合セメント用のサイロが必要になる
- j. 配合設計をやりなおさなければならない
- k. ポルトランドセメントを使用したコンクリートと色が異なる
- l. その他 ()

問9. 上記のような混合セメントの課題を解決された事例があれば教えてください。

対応課題 (該当記号に○)	解決事例
a b c d e f g h i j k l	
a b c d e f g h i j k l	

問10. 貴社製品で、鉄鋼スラグ・フライアッシュ等の再生資源を利用していることが評価されて、グリーン調達やリサイクル製品認定制度等の対象とされているものがありましたら、下欄にご記入ください。

製品類型	商品名	使用している再生資源の種類	認定を受けている制度の名称	制度の主体 (〇〇県等)	販売実績 (累計)
					約 t
					約 t
					約 t

問11. 御社では、混合セメントや混和材の使用率拡大に向けた技術開発を進められていますか？

- a. 進めている (具体例:)
- b. 考えている (具体例:)
- c. 特に考えていない

問12. 混合セメントは、石灰石・粘土等を焼成した「クリンカ」を粉砕したものに、各種「混合材」(鉄鋼スラグ・フライアッシュ等)を配合して作られます。クリンカ製造段階では多量のエネルギーを消費し、CO2 が排出されますが、混合材を混ぜる分クリンカの使用率を減らすことができ、省エネ・CO2 削減につながります。

混合セメントが、省資源・リサイクルだけでなく、省エネ・CO2 削減にも効果があることを知っていましたか？

- a. 知っていた
 - b. 知らなかった
 - (情報源は…)
- 問13. 混合セメントの省エネ・CO2 削減効果について広く知られれば、コンクリート二次製品原料としての混合セメントの使用も拡がると思いますか？
- a. 拡がると思う
 - b. 条件によっては拡がると思う
 - c. 拡がるとは思わない

(二次製品)

問14. 「c. 転がるとは思わない」場合、その理由は何ですか？

- a. 混合セメント(を用いた二次製品)は共通仕様書・積算基準等で位置づけられていない
- b. 混合セメント(を用いた二次製品)は国や自治体のグリーン調達の対象となっていない
- c. 製造・供用実績が少なく、品質面での不安・懸念がある
- d. 工期・費用面で、ポルトランドセメント使用時よりもコスト増となる
- e. 混合セメントを使用するより、製品に合わせて自ら混和材を配合する方が合理的
- f. その他 ()

問15. 今後、混合セメントの使用拡大を図っていくためには、どのような条件を満たす必要があると思いますか？以下から重要と思われるものを選んで○をつけてください。(複数回答可)

- a. 共通仕様書等での位置づけ(現状よりも強い書き方にする)
- b. 発注者の理解と標準歩掛りへの反映
- c. 国や自治体のグリーン調達やリサイクル製品認定制度等での採用
- d. 製造・供用実績の積み重ねと普及広報による品質面での不安・懸念の解消
- e. 流通・供給体制の整備(供給エリアの拡大や通年供給により入手しやすくする)
- f. 流通・供給体制における品質管理の強化
- g. 価格の低廉化(普通ポルトランドセメントよりも安価で供給する)
- h. ひび割れを生じにくい混合セメントの開発
- i. 養生期間を普通ポルトランド並みに短縮できる混合セメントの開発
- j. 環境負荷低減効果をよりアピールしやすいデータの整備・広報(CO2削減価値を「見える化」する)
- k. その他 ()

問16. もし新たな混合セメントが開発・導入され、御社でも原材料として使用することになった場合、新たにどのような投資・準備が必要になると思いますか？(負担が大きいと思われるもの、複数回答可)

- a. 混合セメント専用サイロの整備
- b. コンクリート配合設計の見直し・社内標準化
- c. JIS 認証に係る諸手続き
- d. 品質管理体制の強化
- e. 効率的な生産工程の検討・標準化
- f. 共同化・協業化(工場集約化、品質管理・保証体制強化等)
- g. 販路の開拓(グリーン調達・リサイクル製品認定制度への応募・申請等含む)
- h. 原料調達先の確保
- i. その他 ()

問17. 混合セメントの使用拡大以外に、セメント・コンクリート製品関連で省エネ・CO2削減を図るとしたら、どのような方向性があるとお考えですか？あるいは混合セメントの養生に係る省エネ等のアイデアがありましたら教えてください。

質問項目は以上です。ご協力頂きありがとうございました。

参考 3：建設事業者向けアンケート調査票

(建設事業者)

(建設事業者)

混合セメント(高炉セメント、フライアッシュセメント等)の使用状況・課題等に関するアンケート調査票 (建設事業者向け)

I. 貴社概要と混合セメント使用の概況

問 I-1. 貴社の概要を下欄にご記入下さい。選択肢がある場合はあてはまる記号に○を付けてください。

(1)会社名		
(2)回答者の部署・役職・氏名・連絡先	TEL: _____ FAX: _____ E-Mail: _____	
(3)業種 (複数回答可)	a. 土木工事業 b. 建築工事業 c. 専門工事業(コンクリート工事) d. 専門工事業(コンクリート工事以外) e. その他 (具体的には: _____)	
(4)資本金規模	a. 5000 万円以下 b. 5000 万円超～1 億円以下 c. 1 億円超～3 億円以下 d. 3 億円超～10 億円以下 e. 10 億円超～50 億円以下 f. 50 億円超～100 億円以下 g. 100 億円超～500 億円以下 h. 500 億円超	
(5)従業員数規模 (単体)	a. 20 人以下 b. 21人以上～100 人以下 c. 101 人以上～300 人以下 d. 301 人以上～1000 人以下 e. 1001 人以上～5000 人以下 f. 5000 人超	
(6)グループ企業	a. 生コンクリート製造業を営むグループ企業がある (企業名: _____) b. コンクリート製品製造業を営むグループ企業がある (企業名: _____) c. 上記のいずれにも該当しない	
(7)回答いただく方の業務分野	a. 土木 b. 建築 c. 土木・建築両方	

問 I-2. 混合セメント(を用いた生コンクリート)を建設資材として使用していますか?セメントの種類ごとにa～eから1つずつ選んで該当欄に○を記入してください。

	高炉 B 種	その他の混合セメント				
		高炉 A 種	高炉 C 種	フライアッシュ A 種	フライアッシュ B 種	フライアッシュ C 種
a. 年間を通じて、様々な構造物の部位に使用している						
b. 年間を通じて、一部の構造物の部位に限って使用している						
c. 季節的・地域的に限定されるが、様々な構造物の部位に使用している。						
d. 季節的・地域的に限定され、一部の構造物の部位に限って、使用している						
e. 当該セメントは使用していない						

II. 建築工事における混合セメント使用について 建築工事に関わる事業者の方はご回答ください

問 II-1 建築工事の場合、下表(1)～(11)の部位・工種に高炉セメントは使用可能だと思いますか?また使用実績はありますか?下表のa～fから1つずつ選んで該当欄に○をご記入ください。

	a. 高炉セメントが使用可能で通常使用されている	b. 高炉セメントが使用可能で一部で使用実績がある	c. 高炉セメントが使用可能だが使用実績はない	d. 高炉セメントの使用可能性はあるが要検討	e. 高炉セメントの使用は適さない	f. 当該工種の施工自体がない
(1)地盤改良						
(2)捨てコンクリート						
(3)場所打ち杭						
(4)連続地中壁						
(5)基礎・耐圧版						
(6)地中梁						
(7)ラップルコンクリート						
(8)RC 擁壁						
(9)鋼管充填コンクリート						
(10)上部構造						
(11)その他						

問 II-2 「a.通常使用されている」または「b.一部で使用実績がある」場合、高炉セメントを採用される理由は何ですか?以下から選んで○をつけてください。(複数回答可)

a. 高炉セメントの特性を活かせるから (アルカリ骨材反応の抑制効果や塩害の抑制効果など) b. コスト削減につながるから (普通ポルトランドセメントと比べて価格が安価) c. 環境負荷低減につながるから (鉄鋼スラグやフライアッシュなど再生資源を使用している点を評価) d. 環境負荷低減につながるから (セメント生産工程での省エネ・CO2 排出削減効果を評価) e. 共通仕様書・積算基準等で高炉セメントを使用することとされているから f. これまでに施工実績があり特段の問題を生じていないから g. その他 (_____)
--

問 II-3 「a.通常使用されている」または「b.一部で使用実績がある」場合、高炉セメントを使用したことで問題が発生したことはありますか?以下から選んで○をつけてください。(複数回答可)

a. 特に問題なし b. 建築物の品質面で問題が生じた (具体的には… _____) c. 工期または費用面で問題が生じた (具体的には… _____) d. その他 (_____)
--

(建設事業者)

(建設事業者)

問II-4 「d.使用可能性はあるが要検討」または「e.使用は適さない」場合、高炉セメントを使用可能と言いきれない理由は何ですか？以下から選んで○をつけてください。(複数回答可)

- a. 普通ポルトランドセメントと比べて中性化速度がやや速く、耐久性に不安があるから
- b. 普通ポルトランドセメントと比べて初期強度が小さく、やや長い養生期間を要するから
- c. 普通ポルトランドセメントと比べてひび割れが生じやすいように思われるから
- d. 普通ポルトランドセメントと比べて価格が高いまたは同等で、コストメリットがないから
- e. 普通ポルトランドセメントを使用したコンクリートと色が異なるから
- f. 近隣では高炉セメント(または高炉セメントを使用した生コンクリート)の調達が困難だから
- g. 共通仕様書・積算基準等でポルトランドセメントを使用することとされているから
- h. これまでに施工実績がないから
- i. その他 ()

問II-5. 上記のような混合セメントの課題を解決された事例があれば教えてください。

対応課題(該当記号に○)	解決事例
a b c d e f g h i	
a b c d e f g h i	

問II-6 建築工事における混合セメント(または混合セメントを使用した生コンクリートや二次製品)の調達・使用実績について、お分かりになる範囲で、データがある直近の年度の値をお答えください。

		平成	年度実績
セメントとして (固化材含む)	セメントの総使用量	約	t
	うち混合セメントの比率(概数)	約	%
生コンクリートとして	生コンクリートの総使用量	約	m3
	うち混合セメントを用いた生コンクリートの比率(概数)	約	%
コンクリート二次製品として	コンクリート二次製品の総使用量	約	t
	うち混合セメントを用いたコンクリート二次製品の比率(概数)	約	%

問II-7 建築工事の委託先選定に当たり、建築物総合評価制度(CASBEE)等により、建築物の環境性能に係る提案・届出を求められたことはありますか？(1つに○)

- a. 環境性能に係る提案実績があり、混合セメントの使用も盛り込んだ
- b. 環境性能に係る提案実績はあるが、混合セメントの使用を盛り込んだことはない
- c. 建築物総合評価制度等による提案・届出の経験はない

III. 土木工事における混合セメント使用について **土木工事に関わる事業者の方はご回答ください**

問III-1 下表(1)~(28)の部位・工種に高炉セメントは使用可能だと思いますか？また使用実績はありますか？下表のa~fから1つずつ選んで該当欄に○をご記入ください。

	a. 高炉セメントが使用可能で通常使用されている	b. 高炉セメントが使用可能で一部で使用実績がある	c. 高炉セメントが使用可能だが使用実績はない	d. 高炉セメントの使用可能性はあるが要検討	e. 高炉セメントの使用は適さない	f. 当該工種の施工自体がない
(1)均しコンクリート						
(2)側溝						
(3)管渠						
(4)重力式擁壁						
(5)重力式橋台						
(6)法枠						
(7)護岸基礎						
(8)管コンクリート						
(9)帯コンクリート						
(10)集水枡						
(11)RC 擁壁						
(12)トンネルライニング						
(13)半重力式橋台・擁壁						
(14)消波根固ブロック						
(15)暗渠						
(16)共同溝						
(17)地下道						
(18)函渠						
(19)ケーソン基礎中詰						
(20)水中コンクリート						
(21)場所打ち杭						
(22)深礎杭						
(23)水叩						
(24)ダム						
(25)護岸						
(26)舗装						
(27)港湾工事一般						
(28)その他						

(建設事業者)

(建設事業者)

問Ⅲ-2 「a.通常使用されている」または「b.一部で使用実績がある」場合、高炉セメントを採用された理由は何ですか？以下から選んで○をつけてください。(複数回答可)

a. 高炉セメントの特性を活かせるから (アルカリ骨材反応の抑制効果や塩害の抑制効果など)
b. コスト削減につながるから (普通ポルトランドセメントと比べて価格が安価)
c. 環境負荷低減につながるから (鉄鋼スラグやフライアッシュなど再生資源を使用している点を評価)
d. 環境負荷低減につながるから (セメント生産工程での省エネ・CO2 排出削減効果を評価)
e. 共通仕様書・積算基準等で高炉セメントを使用することとされているから
f. これまでに施工実績があり特段の問題を生じていないから
g. その他 ()

問Ⅲ-3 「a.通常使用されている」または「b.一部で使用実績がある」場合、高炉セメントを使用したことで問題が発生したことはありますか？以下から選んで○をつけてください。(複数回答可)

a. 特に問題なし
b. 構造物の品質面で問題が生じた (具体的には…)
c. 工期または費用面で問題が生じた (具体的には…)
d. その他 ()

問Ⅲ-4 「d.使用可能性はあるが要検討」または「e.使用は適さない」場合、高炉セメントを使用可能と言い切れない理由は何ですか？以下から選んで○をつけてください。(複数回答可)

a. 普通ポルトランドセメントと比べて中性化速度がやや速く、耐久性に不安があるから
b. 普通ポルトランドセメントと比べて初期強度が小さく、やや長い養生期間を要するから
c. 普通ポルトランドセメントと比べてひび割れが生じやすいように思われるから
d. 普通ポルトランドセメントと比べて価格が高いまたは同等で、コストメリットがないから
e. 普通ポルトランドセメントを使用したコンクリートと色が異なるから
f. 近隣では高炉セメント(または高炉セメントを使用した生コンクリート)の調達が困難だから
g. 共通仕様書・積算基準等でポルトランドセメントを使用することとされているから
h. これまでに施工実績がないから
i. その他 ()

問Ⅲ-5. 上記のような混合セメントの課題を解決された事例があれば教えてください。

対応課題(該当記号に○)	解決事例
a b c d e f g h i	
a b c d e f g h i	

問Ⅲ-6 土木工事における混合セメント(または混合セメントを使用した生コンクリートや二次製品)の調達・使用実績について、お分かりになる範囲で、データがある直近の年度の値をお答えください。

		平成 年度実績
セメントとして (固化材含む)	セメントの総使用量	約 t
	うち混合セメントの比率(概数)	約 %
生コンクリートと して	生コンクリートの総使用量	約 m3
	うち混合セメントを用いた生コンクリートの比率(概数)	約 %
コンクリート二 次製品として	コンクリート二次製品の総使用量	約 t
	うち混合セメントを用いたコンクリート二次製品の比率(概数)	約 %

問Ⅲ-7 土木工事の委託先選定に当たり、総合評価方式等により、建築物の環境性能に係る技術提案を求められたことはありますか？(1つに○)

a. 環境性能に係る提案実績があり、混合セメントの使用も盛り込んだ
b. 環境性能に係る提案実績はあるが、混合セメントの使用を盛り込んだことはない
c. 総合評価方式の経験はあるが、環境性能に関する提案を盛り込んだことはない
d. 総合評価方式による技術提案の経験はない

IV. 混合セメント使用拡大の可能性について

問IV-1 混合セメントは、石灰石・粘土等を焼成した「クリンカ」を粉砕したものに、各種「混合材」(鉄鋼スラグ・フライアッシュ等)を配合して作られます。クリンカ製造段階では多量のエネルギーを消費し、CO2が排出されますが、混合材を混ぜる分クリンカの使用率を減らすことができ、省エネ・CO2削減につながります。

混合セメントが、省資源・リサイクルだけでなく、省エネ・CO2削減にも効果があることを知っていましたか？

- a. 知っていた b. 知らなかった

↓

(情報源は…)

問IV-2 混合セメントの省エネ・CO2削減効果が広く知られれば、混合セメントの使用も拡がると思いますか？

- a. 拡がると思う b. 条件によっては拡がると思う c. 拡がるとは思わない

問IV-3 「c. 拡がるとは思わない」場合、その理由は何ですか？

- a. 共通仕様書・積算基準等で混合セメントの使用が位置づけられていない
b. 施工・供用実績が少なく、品質面での不安・懸念がある
c. 工期・費用面で、ポルトランドセメント使用時よりもコスト増となる
d. 省エネ・CO2削減効果があるというだけでは採用の決め手にならない

e. その他 ()

問IV-4 御社では、混合セメントや混和材の使用率拡大に向けた技術開発を進められていますか？

a. 進めている (具体例: _____)

b. 考えている (具体例: _____)

c. 特に考えていない

問IV-5 今後、混合セメントの使用拡大を図っていくためには、どのような条件を満たす必要があると思いますか？以下から重要と思われるものを選んで○をつけてください。(複数回答可)

- a. 共通仕様書等での位置づけ(現状よりも強い書き方にする)
b. 発注者の理解と標準歩掛りへの反映
c. 国や自治体のグリーン調達やリサイクル製品認定制度等での採用
d. 製造・供用実績の積み重ねと普及広報による品質面での不安・懸念の解消
e. 流通・供給体制の整備(供給エリアの拡大や通年供給により入手しやすくする)
f. 流通・供給体制における品質管理の強化
g. 価格の低廉化(普通ポルトランドセメントよりも安価で供給する)
h. ひび割れを生じにくい混合セメントの開発
i. 養生期間を普通ポルトランドセメント並みに短縮できる混合セメントの開発
j. 環境負荷低減効果をよりアピールしやすいデータの整備・広報(CO2削減価値を「見える化」する)

k. その他 ()

問IV-6 もし新たな混合セメントが開発・導入され、御社でも原材料として使用することになった場合、新たにどのような投資・準備が必要になると思いますか？(負担が大きいと思われるもの、複数回答可)

- a. (現在流通している混合セメントに類する品質のものであれば)新たな対応は特段必要ない
b. 新たな混合セメントに対応した設計・施工要員の教育
c. コンクリート打設・養生作業を軽減するための設備・治具等
d. 効率的な作業方法の検討・標準化
e. 販路の開拓(グリーン調達・リサイクル製品認定制度への応募・申請等含む)
f. 原料調達先の確保

g. その他 ()

問IV-7 混合セメントの使用拡大以外に、セメント・コンクリート関連で省エネ・CO2削減を図るとしたら、どのような方向性があるとお考えですか？あるいは混合セメントの養生に係る省エネ等のアイデアがありましたら教えてください。

質問項目は以上です。ご協力頂きありがとうございました。

参考 4：自治体等向けアンケート調査票

(自治体等)

(自治体等)

混合セメント(高炉セメント、フライアッシュセメント等)の使用状況・課題等 に関するアンケート調査票 (自治体等向け)

※本調査票は、以下のⅠ～Ⅲの3部構成となっており、それぞれ所轄部署(回答者)が異なる場合が多いものと思われま。お手数ですが、**本調査票を各所轄部署の方に配布・回収くださるよう**お願いいたします。

- Ⅰ. 公共工事(建築分野)における混合セメントの使用について ⇒p1~4
- Ⅱ. 公共工事(土木分野)における混合セメントの使用について ⇒p5~8
- Ⅲ. 民間建築工事等における混合セメントの使用について ⇒p9

Ⅰ. 公共工事(建築分野)における混合セメントの使用について

団体の名称			
回答者の部署・ 役職・氏名・連 絡先	部署:	TEL: _____	
	役職:	FAX: _____	
	氏名:	E-Mail: _____	

問Ⅰ-1 公共建築工事において、特記仕様書等で特段の指定がない場合に使用するセメントの種類について、貴団体の共通仕様書・積算基準等に記載されていますか？(1つに○)

- A. 記載されている B. 記載されていない

問Ⅰ-2 「A. 記載されている」場合、仕様書等の名称をご記入の上、該当ページのコピーを添付してください。

仕様書等の名称: _____

問Ⅰ-3 「B. 記載されていない」場合、使用するセメントの種類はどのように決めていますか？(1つに○)

- a. 原則として普通ポルトランドセメントを使用 (混合セメントの適用可能性は検討していない)
- b. 国等の標準仕様書(「公共建築工事標準仕様書」等)を適用
- c. 個別工事毎に特記仕様書・設計図書等で指定
- d. 設計・施工委託先の判断
- e. その他 (_____)

問Ⅰ-4 「b. 国等の標準仕様書を適用」している場合、参照する仕様書等は何ですか？(複数回答可)

- ①「建築工事標準仕様書・同解説 JASS5 鉄筋コンクリート工事」、日本建築学会編
- ②「公共建築工事標準仕様書(建築工事編)」,国土交通省官庁営繕部監修,(社)公共建築協会編
- ③その他 (_____)

問Ⅰ-5 下表(1)~(11)の部位・工種で、高炉セメントの使用実績はありますか？下表のa~eから1つずつ選んで該当欄に○をご記入ください。

	a. 高炉セメントが通常使用されている	b. 高炉セメントが一部で使用されている	c. 高炉セメントの使用実績はない	d. 当該工種の施工自体がない	e. 高炉セメントの使用状況不明
(1)地盤改良					
(2)捨てコンクリート					
(3)場所打ち杭					
(4)連続地中壁					
(5)基礎・耐圧版					
(6)地中梁					
(7)ラップルコンクリート					
(8)RC 擁壁					
(9)鋼管充填コンクリート					
(10)上部構造					
(11)その他					

問Ⅰ-6 「a.通常使用されている」または「b.一部で使用されている」場合、高炉セメントを採用される理由は何ですか？以下から選んで○をつけてください。(複数回答可)

- a. 高炉セメントの特性を活かせるから (アルカリ骨材反応の抑制効果や塩害の抑制効果など)
- b. コスト削減につながるから (普通ポルトランドセメントと比べて価格が安価)
- c. 環境負荷低減につながるから (鉄鋼スラグやフライアッシュなど再生資源を使用している点を評価)
- d. 環境負荷低減につながるから (セメント生産工程での省エネ・CO2 排出削減効果を評価)
- e. 共通仕様書・積算基準等で高炉セメントを使用することとされているから
- f. これまでに施工実績があり特段の問題を生じていないから
- g. その他 (_____)

問Ⅰ-7 「a.通常使用されている」または「b.一部で使用実績がある」場合、高炉セメントを使用したことで問題が発生したことはありますか？以下から選んで○をつけてください。(複数回答可)

- a. 特に問題なし
- b. 建築物の品質面で問題が生じた (具体的には… _____)
- c. 工期または費用面で問題が生じた (具体的には… _____)
- d. その他 (_____)

問 I-8 「c.使用実績がない」場合、高炉セメントのどのような点が障害・課題となっていると思われますか？以下から選んで○をつけてください。(複数回答可)

a. 普通ポルトランドセメントと比べて中性化速度がやや速く、耐久性に不安があるから
b. 普通ポルトランドセメントと比べて初期強度が小さく、やや長い養生期間を要するから
c. 普通ポルトランドセメントと比べてひび割れが生じやすいように思われるから
d. 普通ポルトランドセメントと比べて価格が高いまたは同等で、コストメリットがないから
e. 普通ポルトランドセメントを使用したコンクリートと色が異なるから
f. 近隣では高炉セメント(または高炉セメントを使用した生コンクリート)の調達に困難だから
g. 共通仕様書・積算基準等でポルトランドセメントを使用することとされているから
h. これまでに施工実績がないから
i. その他 ()

問 I-9 公共建築工事における混合セメント(または混合セメントを使用した生コンクリートや二次製品)の調達・使用実績について、お分かりになる範囲で、データがある直近の年度の値(概数)をお答えください。

		平成	年度実績
セメントとして (固化材含む)	セメントの総使用量	約	t
	うち混合セメントの比率(概数)	約	%
生コンクリートとして	生コンクリートの総使用量	約	m ³
	うち混合セメントを用いた生コンクリートの比率(概数)	約	%
コンクリート二次製品として	コンクリート二次製品の総使用量	約	t
	うち混合セメントを用いたコンクリート二次製品の比率(概数)	約	%

問 I-10 公共建築工事の委託先選定に当たり、総合評価方式等により、建築物の環境性能に係る提案を評価対象としていますか？(1つに○)

a. 常に評価対象としている
b. 評価対象としたことがある
c. 総合評価方式等の実績はないが実施を検討中
d. 実績はなく検討予定もない

問 I-11 「a. 常に評価対象としている」または「b. 評価対象としたことがある」場合、「混合セメントの使用」は、プラス評価(加点)の対象になりますか？(1つに○)

a. 評価項目に含まれている
b. 「資源循環」や「CO ₂ 削減」の一環として評価対象になり得るが、「混合セメント」や「高炉セメント」等の文言は明示されていない
c. 評価項目には含まれていない

問 I-12 混合セメントは、石灰石・粘土等を焼成した「クリンカ」を粉砕したものに、各種「混合材」(鉄鋼スラグ・フライアッシュ等)を配合して作られます。クリンカ製造段階では多量のエネルギーを消費し、CO₂が排出されますが、混合材を混ぜる分クリンカの利用率を減らすことができ、省エネ・CO₂削減につながります。

混合セメントが、省資源・リサイクルだけでなく、省エネ・CO₂削減にも効果があることを知っていましたか？

a. 知っていた	b. 知らなかった
(情報源は…)	

問 I-13 混合セメントの省エネ・CO₂削減効果が広く知られれば、混合セメントの使用も広がると思いますか？

a. 広がると思う	b. 条件によっては広がると思う	c. 広がるとは思わない
-----------	------------------	--------------

問 I-14 「c. 広がるとは思わない」場合、その理由は何ですか？

a. 施工・供用実績が少なく、品質面での不安・懸念がある
b. 工期・費用面で、ポルトランドセメント使用時よりもコスト増となる
c. 省エネ・CO ₂ 削減効果があるというだけでは採用の決め手にならない
d. 共通仕様書・積算基準等で混合セメントの使用が位置づけられていない
e. その他 ()

問 I-15 今後、混合セメントの使用拡大を図っていくためには、どのような条件を満たす必要があると思いますか？以下から重要と思われるものを選んで○をつけてください。(複数回答可)

a. 施工実績等に関する情報が得られ、建築物の品質面での不安・懸念が解消されること
b. 工期・費用面で、普通ポルトランドセメントを使用した場合と同等であること
c. 普通ポルトランドセメントよりも安価であること
d. 共通仕様書・積算基準等で混合セメントの使用が標準とされること
e. その他 ()

公共建築工事に関する質問項目は以上です。ご協力頂きありがとうございました。

II. 公共工事(土木分野)における混合セメントの使用について

団体の名称	
回答者の部署・ 役職・氏名・連絡先	部署: _____
	TEL: _____
	役職: _____
	FAX: _____
	氏名: _____
	E-Mail: _____

問 II-1 公共土木工事において、特記仕様書等で特段の指定がない場合に使用するセメントの種類について、貴団体の共通仕様書・積算基準等に記載されていますか？(1つに○)

A. 記載されている B. 記載されていない

問 II-2 「A. 記載されている」場合、仕様書等の名称をご記入の上、該当ページのコピーを添付ください。

仕様書等の名称: _____

問 II-3 「B. 記載されていない」場合、使用するセメントの種類はどのように決めていますか？(1つに○)

a. 原則として普通ポルトランドセメントを使用 (混合セメントの適用可能性は検討していない)
 b. 国・都道府県等の標準仕様書等を適用
 c. 個別工事毎に特記仕様書・設計図書等で指定
 d. 設計・施工委託先の判断
 e. その他 (_____)

問 II-4 「b. 国等の標準仕様書を適用」している場合、参照する仕様書等は何ですか？(複数回答可)

①国土交通省地方整備局の共通仕様書
 ②都道府県の共通仕様書
 ③その他 (_____)

問 II-5 下表(1)~(28)の部位・工種に高炉セメントは使用可能だと思いますか？また使用実績はありますか？下表のa~eから1つずつ選んで該当欄に○をご記入ください。

	a. 高炉セメントが通常使用されている	b. 高炉セメントが一部で使用されている	c. 高炉セメントの使用実績はない	d. 当該工種の施工自体がない	e. 高炉セメントの使用状況不明
(1)均しコンクリート					
(2)側溝					
(3)管渠					
(4)重力式擁壁					
(5)重力式橋台					
(6)法枠					
(7)護岸基礎					
(8)笠コンクリート					
(9)帯コンクリート					
(10)集水枡					
(11)RC 擁壁					
(12)トンネルライニング					
(13)半重力式橋台・擁壁					
(14)消波根固ブロック					
(15)暗渠					
(16)共同溝					
(17)地下道					
(18)函渠					
(19)ケーソン基礎中詰					
(20)水中コンクリート					
(21)場所打ち杭					
(22)深礎杭					
(23)水叩					
(24)ダム					
(25)護岸					
(26)舗装					
(27)港湾工事一般					
(28)その他					

問 II-6 「a.通常使用されている」または「b.一部で使用されている」場合、高炉セメントを採用された理由は何ですか？以下から選んで○をつけてください。(複数回答可)

- a. 高炉セメントの特性を活かせるから (アルカリ骨材反応の抑制効果や塩害の抑制効果など)
 b. コスト削減につながるから (普通ポルトランドセメントと比べて価格が安価)
 c. 環境負荷低減につながるから (鉄鋼スラグやフライアッシュなど再生資源を使用している点を評価)
 d. 環境負荷低減につながるから (セメント生産工程での省エネ・CO2 排出削減効果を評価)
 e. 共通仕様書・積算基準等で高炉セメントを使用することとされているから
 f. これまでに施工実績があり特段の問題を生じていないから
 g. その他 ()

問 II-7 「a.通常使用されている」または「b.一部で使用されている」場合、高炉セメントを使用したことで問題が発生したことはありますか？以下から選んで○をつけてください。(複数回答可)

- a. 特に問題なし
 b. 構造物の品質面で問題が生じた (具体的には…)
 c. 工期または費用面で問題が生じた (具体的には…)
 d. その他 ()

問 II-8 「c.使用実績がない」場合、高炉セメントのどのような点が障害・課題となっていると思われませんか？以下から選んで○をつけてください。(複数回答可)

- a. 普通ポルトランドセメントと比べて中性化速度がやや速く、耐久性に不安があるから
 b. 普通ポルトランドセメントと比べて初期強度が小さく、やや長い養生期間を要するから
 c. 普通ポルトランドセメントと比べてひび割れが生じやすいように思われるから
 d. 普通ポルトランドセメントと比べて価格が高いまたは同等で、コストメリットがないから
 e. 普通ポルトランドセメントを使用したコンクリートと色が異なるから
 f. 近隣では高炉セメント (または高炉セメントを使用した生コンクリート) の調達に困難だから
 g. 共通仕様書・積算基準等でポルトランドセメントを使用することとされているから
 h. これまでに施工実績がないから
 i. その他 ()

問 II-9 公共土木工事における混合セメント (または混合セメントを使用した生コンクリートや二次製品の) 調達・使用実績について、お分かりになる範囲で、データがある直近の年度の値 (概数) をお答えください。

		平成	年度実績
セメントとして (固化材含む)	セメントの総使用量	約	t
	うち混合セメントの比率 (概数)	約	%
生コンクリートとして	生コンクリートの総使用量	約	m ³
	うち混合セメントを用いた生コンクリートの比率 (概数)	約	%
コンクリート二次製品として	コンクリート二次製品の総使用量	約	t
	うち混合セメントを用いたコンクリート二次製品の比率 (概数)	約	%

問 II-10 公共土木工事の委託先選定に当たり、総合評価方式等により、構造物の環境性能に係る提案を評価対象としたことはありますか？ (1つに○)

- a. 常に評価対象としている
 b. 評価対象としたことがある
 c. 総合評価方式等の実績はないが実施を検討中
 d. 実績はなく検討予定もない

問 II-11 「a.常に評価対象としている」または「b.評価対象としたことがある」場合、「混合セメントの使用」は、プラス評価 (加点) の対象になりますか？ (1つに○)

- a. 評価項目に含まれている
 b. 「資源循環」や「CO2 削減」の一環として評価対象になり得るが、「混合セメント」や「高炉セメント」等の文言は明示されていない
 c. 評価項目には含まれていない

問 II-12 混合セメントは、石灰石・粘土等を焼成した「クリンカ」を粉砕したものに、各種「混合材」 (鉄鋼スラグ・フライアッシュ等) を配合して作られます。クリンカ製造段階では多量のエネルギーを消費し、CO2 が排出されますが、混合材を混ぜる分クリンカの使用率を減らすことができ、省エネ・CO2 削減につながります。混合セメントが、省資源・リサイクルだけでなく、省エネ・CO2 削減にも効果があることを知っていましたか？

- a. 知っていた b. 知らなかった

↓
 (情報源は…)

問 II-13 混合セメントの省エネ・CO2 削減効果が広く知られれば、混合セメントの使用も広がると思いますか？

- a. 広がると思う b. 条件によっては広がると思う c. 広がるとは思わない

問 II-14 「c. 広がるとは思わない」場合、その理由は何ですか？

- a. 施工・供用実績が少なく、品質面での不安・懸念がある
 b. 工期・費用面で、ポルトランドセメント使用時よりもコスト増となる
 c. 省エネ・CO2 削減効果があるというだけでは採用の決め手にならない
 d. 共通仕様書・積算基準等で混合セメントの使用が位置づけられていない

e. その他 ()

問 II-15 今後、混合セメントの使用拡大を図っていくためには、どのような条件を満たす必要があると思いますか？以下から重要と思われるものを選んで○をつけてください。(複数回答可)

- a. 施工実績等に関する情報が得られ、建築物の品質面での不安・懸念が解消されること
 b. 工期・費用面で、普通ポルトランドセメントを使用した場合と同等であること
 c. 普通ポルトランドセメントよりも安価であること
 d. 共通仕様書・積算基準等で混合セメントの使用が標準とされること

e. その他 ()

公共土木工事に関する質問項目は以上です。ご協力頂きありがとうございました。

(自治体等)

Ⅲ. 民間建築工事等における混合セメントの使用について

団体の名称			
回答者の部署・ 役職・氏名・連 絡先	部署:		
	TEL:	_____	
	役職:		
	FAX:	_____	
	氏名:		
	E-Mail:	_____	

問Ⅲ-1 一部自治体では、CASBEE(建築物総合環境性能評価システム)等を活用し、一定規模以上の建築物を建てる際に環境配慮を義務付けています。貴団体ではこのような制度を導入・検討されていますか？

a. 導入している	b. 導入を検討中	c. 当面導入・検討予定はない
-----------	-----------	-----------------

問Ⅲ-2 「a. 導入している」または「b. 導入を検討中」の場合、「混合セメントの使用」は評価(加点)のポイントになりますか？(1つに○)

a. 評価項目に含まれている	b. 評価項目に含む予定
c. 評価項目には含まれていない	d. 未定

問Ⅲ-3 貴市区町村において当該制度の適用対象となった建築物のうち、混合セメント(高炉セメントB種等)を使用しているケースは何件ありますか？

対象建築物 _____ 件中 _____ 件 (平成 ____ 年 ____ 月 ~ 平成 ____ 年 ____ 月)
--

問Ⅲ-4 対象建築物のうち、下表(1)~(10)の部位・工種には、概ねどの程度の割合(件数比)で高炉セメントが使用されていますか？下表のa~fから1つずつ選んで該当欄に○をご記入ください。

	a. 概ね7~8割程度以上	b. 概ね4~6割程度	c. 概ね2~3割程度	d. 使用事例はあるがごく少数	e. 使用事例は見当たらない	f. 当該工種の施工自体がない
(1)地盤改良						
(2)捨てコンクリート						
(3)場所打ち杭						
(4)連続地中壁						
(5)基礎・耐圧版						
(6)地中梁						
(7)ラップルコンクリート						
(8)RC 擁壁						
(9)鋼管充填コンクリート						
(10)上部構造						
(10)その他						

民間建築工事等に関する質問項目は以上です。ご協力頂きありがとうございました。

参考 5：建築設計事務所向けアンケート調査票

(建築設計事務所)

(建築設計事務所)

混合セメント(高炉セメント、フライアッシュセメント等)の使用状況・課題等に関するアンケート調査票 (建築設計事務所向け)

問1. 貴社の概要を下欄にご記入下さい。選択肢がある場合はあてはまる記号に○を付けてください。

(1)会社名	
(2)貴社の業態	a. 建築設計事務所 b. 不動産事業者の設計部門 c. 建設事業者の設計部門 d. その他 (具体的には: _____)

問2. 混合セメント(を用いた生コンクリート)を建築資材として使用(指定)したことがありますか?セメント種類ごとにa～eから1つずつ選んで該当欄に○を記入してください。

	高炉B種	その他の混合セメント					
		高炉A種	高炉C種	フライアッシュA種	フライアッシュB種	フライアッシュC種	その他
a. 年間を通じて、様々な建築物の部位に使用している							
b. 年間を通じて、一部の建築物の部位に限って使用している							
c. 季節的・地域的に限定されるが、様々な建築物の部位に使用している。							
d. 季節的・地域的に限定され、一部の建築物の部位に限って、使用している							
e. 当該セメントは使用していない							

問3. 建築工事の場合、下表(1)～(11)の部位・工種に高炉セメントは使用可能だと思われませんか?また使用実績はありますか?下表のa～fから1つずつ選んで該当欄に○をご記入ください。

	a. 高炉セメントが使用可能で通常使用されている	b. 高炉セメントが使用可能で一部で使用実績がある	c. 高炉セメントが使用可能だが使用実績はない	d. 高炉セメントの使用可能性はあるが要検討	e. 高炉セメントの使用は適さない	f. 当該工種の施工自体がない
(1)地盤改良						
(2)捨てコンクリート						
(3)場所打ち杭						
(4)連続地中壁						
(5)基礎・耐圧版						
(6)地中梁						
(7)ラップルコンクリート						
(8)RC 擁壁						
(9)鋼管充填コンクリート						
(10)上部構造						
(11)その他						

問4. 「a.通常使用されている」または「b.一部で使用実績がある」場合、高炉セメントを採用される理由は何ですか?以下から選んで○をつけてください。(複数回答可)

a. 高炉セメントの特性を活かせるから (アルカリ骨材反応の抑制効果や塩害の抑制効果など)
b. コスト削減につながるから (普通ポルトランドセメントと比べて価格が安価)
c. 環境負荷低減につながるから (鉄鋼スラグやフライアッシュなど再生資源を使用している点を評価)
d. 環境負荷低減につながるから (セメント生産工程での省エネ・CO2 排出削減効果を評価)
e. 共通仕様書・積算基準等で高炉セメントを使用することとされているから
f. これまでに施工実績があり特段の問題を生じていないから
g. その他 (_____)

問5. 「a.通常使用されている」または「b.一部で使用実績がある」場合、高炉セメントを使用したことで問題が発生したことはありますか?以下から選んで○をつけてください。(複数回答可)

a. 特に問題なし
b. 建築物の品質面で問題が生じた (具体的には… _____)
c. 工期または費用面で問題が生じた (具体的には… _____)
d. その他 (_____)

問6. 「d.使用可能性はあるが要検討」または「e.使用は適さない」場合、高炉セメントを使用可能と言い切れない理由は何ですか?以下から選んで○をつけてください。(複数回答可)

a. 普通ポルトランドセメントと比べて中性化速度がやや速く、耐久性に不安があるから
b. 普通ポルトランドセメントと比べて初期強度が小さく、やや長い養生期間を要するから
c. 普通ポルトランドセメントと比べてひび割れが生じやすいように思われるから
d. 普通ポルトランドセメントと比べて価格が高いまたは同等で、コストメリットが低いから
e. 普通ポルトランドセメントを使用したコンクリートと色が異なるから
f. 近隣では高炉セメント(または高炉セメントを使用した生コンクリート)の調達が困難だから
g. 共通仕様書・積算基準等でポルトランドセメントを使用することとされているから
h. これまでに施工実績がないから
i. その他 (_____)

問7. 「b. 同等の標準仕様書を適用」している場合、参照する仕様書等は何ですか?(複数回答可)

①「建築工事標準仕様書・同解説 JASS5 鉄筋コンクリート工事」, 日本建築学会編
②「公共建築工事標準仕様書(建築工事編)」, 国土交通省官庁営繕部監修, (社)公共建築協会編
③その他 (_____)

問8. 建築物の品質・工期・費用に大きな影響を与えない範囲で、建築物に使用される生コンクリート全体のうち何%程度まで、高炉セメント生コンクリートを使用できると思われませんか?

区分	高炉セメントを使用できる生コンクリートの比率	適用部位の具体例
上部構造	およそ _____ % ～ _____ %	
地下構造	およそ _____ % ～ _____ %	

(建築設計事務所)

問9. 公共建築における総合評価落札方式や民間施主の要望、または建築物総合評価制度(CASBEE 等)への対応のため、建築物の環境性能に係る提案・届出をしたことはありますか？また、環境性能の一項目として、混合セメントの使用を盛り込んだことはありますか？(1つに○)

公共建築 では…	a. 環境性能に係る提案実績があり、混合セメントの使用も盛り込んだ b. 環境性能に係る提案実績はあるが、混合セメントの使用を盛り込んだことはない c. 建築物総合評価制度等による提案・届出の経験はない
民間建築 では…	a. 環境性能に係る提案実績があり、混合セメントの使用も盛り込んだ b. 環境性能に係る提案実績はあるが、混合セメントの使用を盛り込んだことはない c. 建築物総合評価制度等による提案・届出の経験はない

問10. 混合セメントは、石灰石・粘土等を焼成したクリンカを粉砕したものに鉄鋼スラグ・フライアッシュ等を配合して作られます。クリンカ製造段階では多量のエネルギー消費し、CO2 排出がありますが、混合セメントでは混合材を混ぜる分クリンカの使用率を減らすことができ、省エネ・CO2 削減につながります。

混合セメントが、省資源・リサイクルだけでなく、省エネ・CO2 削減にも効果があることを知っていましたか？

a. 知っていた	b. 知らなかった
↓	
(情報源は…)	

問11. 混合セメントの省エネ・CO2 削減効果が広く知られれば、混合セメントの使用も広がると思いますか？

a. 広がると思う	b. 条件によっては広がると思う	c. 広がるとは思わない
-----------	------------------	--------------

問12. 「c. 広がるとは思わない」場合、その理由は何ですか？

a. 共通仕様書・積算基準等で混合セメントの使用が位置づけられていない
b. 施工・供用実績が少なく、品質面での不安・懸念がある
c. 工期・費用面で、ポルトランドセメント使用時よりもコスト増となる
d. 省エネ・CO2 削減効果があるというだけでは採用の決め手にならない
e. その他 ()

問13. 今後、混合セメントの使用拡大を図っていくためには、どのような条件を満たす必要があると思いますか？以下から重要と思われるものを選んで○をつけてください。(複数回答可)

a. 共通仕様書等での位置づけ(現状よりも強い書き方にする)
b. 発注者の理解と標準歩掛りへの反映
c. 国や自治体のグリーン調達やリサイクル製品認定制度等での採用
d. 製造・供用実績の積み重ねと普及広報による品質面での不安・懸念の解消
e. 流通・供給体制の整備(供給エリアの拡大や通年供給により入手しやすくする)
f. 流通・供給体制における品質管理の強化
g. 価格の低廉化(普通ポルトランドセメントよりも安価で供給する)
h. ひび割れを生じにくい混合セメントの開発
i. 養生期間を普通ポルトランドセメント並みに短縮できる混合セメントの開発
j. 環境負荷低減効果をよりアピールしやすいデータの整備・広報(CO2 削減価値を「見える化」する)
k. その他 ()

問14. 混合セメントの使用拡大以外に、セメント・コンクリート関連で省エネ・CO2 削減を図るとしたら、どのような方向性があるとお考えですか？アイデアがありましたら教えてください。

--

質問項目は以上です。ご協力頂きありがとうございました。

参考6：国・独立行政法人等向けアンケート調査票

★調査票(独法等)

★調査票(独法等)

混合セメント(高炉セメント、フライアッシュセメント等)の使用状況・課題等
に関するアンケート調査票 (インフラ整備に関わる独法・企業等)

団体の名称			
回答者の部署・ 役職・氏名・連 絡先	部署:		
	役職:	TEL: _____	
	氏名:	FAX: _____	
		E-Mail: _____	

問1. 貴機関発注の土木工事で使用するセメントの種類について、貴機関の共通仕様書・積算基準等に記載されていますか？(1つに○)

A. 記載されている B. 記載されていない

問2. 「A. 記載されている」場合、仕様書等の名称をご記入の上、該当ページのコピーを添付ください。

仕様書等の名称: _____

問3. 「B. 記載されていない」場合、使用するセメントの種類はどのように決めていますか？(1つに○)

a. 原則として混合セメント(グリーン購入法に基づく「判断の基準」を満たすもの)を使用
 b. 原則としてポルトランドセメント
 c. 個別工事毎に特記仕様書・設計図書等で指定
 d. 設計・施工委託先の判断
 e. その他 (_____)

問4. 混合セメントは下記の下線部のような用途に適するものと考えられ、国のグリーン調達でも調達推進が図られています。もし下記の下線部で例示されている工種・部位以外で、混合セメントを使用した例がありましたら、どのような工種・部位に使用されたか、枠内にご記入ください。

○高炉セメント・・・「河川工事における護岸基礎、道路工事における橋梁下部工、港湾工事や海岸工事における消波ブロック、空港工事における舗装など」で、早期強度を必要としない場合に、その使用を推進

下線部以外で高炉セメントを使用した工種・部位の例:

○フライアッシュセメント・・・「ダム本体工」のマスコンクリートで、早期強度を必要としない場合に、その使用を推進

下線部以外でフライアッシュセメントを使用した工種・部位の例:

問5. 下表(1)～(28)の部位・工種で高炉セメントの使用実績はありますか？下表のa～eから1つずつ選んで該当欄に○をご記入ください。

	a. 高炉セメントが通常使用されている	b. 高炉セメントが一部で使用されている	c. 高炉セメントの使用実績はない	d. 当該工種の施工自体がない	e. 高炉セメントの使用状況不明
(1)均しコンクリート					
(2)掘溝					
(3)管渠					
(4)重力式擁壁					
(5)重力式橋台					
(6)法枠					
(7)護岸基礎					
(8)笠コンクリート					
(9)帯コンクリート					
(10)集水槽					
(11)RC 擁壁					
(12)トンネルライニング					
(13)半重力式橋台・擁壁					
(14)消波根固ブロック					
(15)暗渠					
(16)共同溝					
(17)地下道					
(18)函渠					
(19)ケーソン基礎中詰					
(20)水中コンクリート					
(21)場所打ち杭					
(22)深礎杭					
(23)水叫					
(24)ダム					
(25)護岸					
(26)舗装					
(27)港湾工事一般					
(28)その他					

問6. 「a. 通常使用されている」または「b. 一部で使用されている」場合、高炉セメントを採用された理由は何ですか？以下から選んで○をつけてください。(複数回答可)

a. 高炉セメントの特性を活かせるから (アルカリ骨材反応の抑制効果や塩害の抑制効果など)
 b. コスト削減につながるから (普通ポルトランドセメントと比べて価格が安い)
 c. 環境負荷低減につながるから (鉄鋼スラグやフライアッシュなど再生資源を使用している点を評価)
 d. 環境負荷低減につながるから (セメント生産工程での省エネ・CO2 排出削減効果を評価)
 e. 共通仕様書・積算基準等で高炉セメントを使用することとされているから
 f. これまでに施工実績があり特段の問題を生じていないから
 g. その他 (_____)

★調査票(独法等)

問7. 「a.通常使用されている」または「b.一部で使用されている」場合、高炉セメントを使用したことで問題が発生したことはありますか？以下から選んで○をつけてください。(複数回答可)

- a. 特に問題なし
- b. 構造物の品質面で問題が生じた (具体的には…_____)
- c. 工期または費用面で問題が生じた (具体的には…_____)
- d. その他 (_____)

問8. 「c.使用実績がない」場合、高炉セメントのどのような点が障害・課題となっていると思われますか？以下から選んで○をつけてください。(複数回答可)

- a. 普通ポルトランドセメントと比べて中性化速度がやや速く、耐久性に不安があるから
- b. 普通ポルトランドセメントと比べて初期強度が小さく、やや長い養生期間を要するから
- c. 普通ポルトランドセメントと比べてひび割れが生じやすいように思われるから
- d. 普通ポルトランドセメントと比べて価格が高いまたは同等で、コストメリットがないから
- e. 普通ポルトランドセメントを使用したコンクリートと色が異なるから
- f. 近隣では高炉セメント(または高炉セメントを使用した生コンクリート)の調達が困難だから
- g. 共通仕様書・積算基準等でポルトランドセメントを使用することとされているから
- h. これまでに施工実績がないから
- i. その他 (_____)

問9. 設計者または施工事業者の選定に当たって、総合評価方式等により、構造物の環境性能に係る提案を評価対象としたことはありますか？(1つに○)

- a. 常に評価対象としている
- b. 評価対象としたことがある
- c. 総合標識等の実績はあるが、環境性能を評価対象としたことはない
- d. 総合評価方式等の実績はないが、実施を検討中
- e. 総合評価方式等の実績はなく、検討予定もない

問10. 「a. 常に評価対象としている」または「b. 評価対象としたことがある」場合、「混合セメントの使用」は、プラス評価(加点)の対象になりますか？(1つに○)

- a. 評価項目に含まれている
- b. 「資源循環」や「CO2削減」の一環として評価対象になり得るが、「混合セメント」や「高炉セメント」等の文言は明示されていない
- c. 評価項目には含まれていない

質問項目は以上です。ご協力頂きありがとうございました。