

休廃止鉱山における坑廃
水処理の高度化技術調査
令和6年度 別添 2

休廃止鉱山の坑廃水処理に係る中和殿物の
有効利用に関するガイダンス

令和7年9月

経済産業省

独立行政法人エネルギー・金属鉱物資源機構

目次

はじめに.....	1
1 休廃止鉱山における中和殿物処理の状況	2
1.1 背景.....	2
1.2 減容化の技術開発に対する取り組み.....	3
2 有効利用に向けた調査研究	4
2.1 有効利用の技術開発に対する取り組み.....	4
2.2 金属回収の検討.....	4
2.3 平成 24～26 年度先進型坑廃水処理技術開発事業.....	5
(1) 事業概要.....	5
(2) 先進型事業における法的整理.....	7
(3) 関連法律等の再整理.....	9
3 中和殿物の有効利用	10
3.1 メーカー等による殿物の有効利用事例.....	10
3.2 旧岩美鉱山での事例.....	11
3.3 外部での有効利用についての総括.....	11
3.4 土木系資材への利用可能性.....	12
4 総論	13
4.1 中和殿物の有効利用に向けた整理.....	13
4.2 総論.....	13
5 引用文献.....	14

はじめに

金属鉱業等の休廃止鉱山は、事業活動終了後も、坑口や集積場等から As、Cd、Mn、Pb 等といった重金属等を含む坑廃水が流出し続ける状況にある。このような坑廃水を放置し河川等に流出した場合、健康被害、農作物被害、漁業被害等が発生し、深刻な社会問題を引き起こすことがあるため、そのような休廃止鉱山を管理する地方公共団体等は、坑廃水処理を昼夜問わず継続して行っている。

多くの休廃止鉱山では、石灰などの中和材を添加する中和処理を行っているが、本処理過程で発生する中和殿物は、集積する用地の確保や処理費の負担が課題となっている。

本課題に対し、政府が、特定施設に係る鉱害防止事業の計画的な実施を推進するとともに、鉱害防止工事を早期に終了することを目的とし定めた「特定施設に係る鉱害防止事業の実施に関する基本方針（第6次基本方針）」では、「中和殿物の減容化等の新たな技術開発に取り組むとともに、国、鉱害防止事業を実施すべき者その他の関係者が連携して、中和殿物の減容化等の処理に係るガイダンスを整備し、活用すること。」としている。今般、その方針に基づき、中和殿物処理に係るガイダンスの策定に向けた情報収集等、調査を経済産業省の委託事業である「休廃止鉱山における坑廃水処理の高度化技術調査事業」にて実施した（令和6年度）。

当該ガイダンスの策定にあたり、想定されるテーマとしては、新技術等により中和処理で発生する殿物量削減を目的とした「中和殿物の減容化」と発生した中和殿物を有効利用し、集積場に集積する殿物量の削減を目的とした「中和殿物の有効利用」が挙げられる。「減容化」については、個々の休廃止鉱山に特化した技術であり、水平展開が見込めない一方、「中和殿物の有効利用」については、休廃止鉱山関係者からのヒアリングにて鉱山敷地内で利用する土木材料としてのニーズが示された。

よって、当該ガイダンスについては、「有効利用」をテーマとし情報を取りまとめた。なお、平成24～26年度に実施した、休廃止鉱山の疎水坑道レベル以上の採掘跡や坑道等の坑内空洞を、中和殿物等鉱業廃棄物を含む充填材で埋め戻し、地下に浸透した雨水と鉱石等との接触を減らすことにより、坑内水量を減少、水質を良化させ、併せて坑内空洞の安定化、中和殿物等鉱業廃棄物の外部排出量の削減により、坑廃水処理事業コストの低減を図ることを目的とした「先進型坑廃水処理技術開発事業」において、中和殿物を利用した充填材による坑内充填に係る法律的課題の整理を行っており、本ガイダンス内にて再度整理の上、内容を記載している。

休廃止鉱山における中和殿物処理の課題に関し、本ガイダンスが有効に活用され、現場等の関係者に有益な情報となることを期待したい。また、本ガイダンスの刊行にあたって御指導を賜った関係各位に対して感謝申し上げます。

1.2 減容化の技術開発に対する取り組み

中和殿物減容化に係る技術開発については、独立行政法人エネルギー・金属鉱物資源機構（以下、JOGMEC）にて表 1 に示すとおり、様々なテーマで実施されている（経済産業省からの委託事業及び共同研究を含む）。

表 1 JOGMEC における中和殿物の減容化等技術開発

No	技術開発テーマ	実施年度	概要
1	殿物造粒技術	S62 年度- H1 年度	中和殿物の一部を処理工程の中で循環させることにより殿物粒子の大きさと密度を増大させ、殿物の脱水性の向上と発生量の削減について検討。
2	高効率殿物造粒システム技術	H13-16 年度	低コストの殿物減容化技術の開発を目的とし、試験を実施。対象鉱山での新たな処理方法として「鉄酸化バクテリア利用二段中和法」を構築した。
3	鉄酸化バクテリア二段中和技術	H17-18 年度	No.2 の成果をもとに、現場適用可能な殿物減容化技術の構築を目的として、鉄酸化バクテリアを利用した坑廃水処理を検討。
4	先進型坑廃水処理技術開発	H20-23 年度	中和殿物中に残存する炭酸カルシウム量を減らし中和殿物発生量を削減するため、鉄酸化バクテリアを使用した処理プロセスを確立し、処理コスト削減を図る。（No.2、3 と対象鉱山は同じ）
5	先導的調査研究（殿物減容化）	H27-30 年度	殿物減容化を目的とした層状複水酸化物（Mg - Al 系層状複水酸化物（Mg - Al LDH））の処理剤としての利用可否の検討を行った。
		R1-2 年度	接触酸化法を用いた坑廃水処理による中和殿物の減容化。酸化マンガン皮膜等の形成されたる過砂を通過する過程でマンガンや他の重金属を除去する方法について試験を行い、検証した。

昭和 62～平成元年度に実施した「殿物造粒技術」については、複数の鉱山にて発生殿物容量が減少し、処理費用の削減効果が確認されており、現在も複数の鉱山にて採用されている。しかしながら、その他の技術については、現状、使用されておらず、また、モデル鉱山を対象にした技術ということもあり、モデル鉱山以外の適用が難しい状況である。

民間企業においても、減容化に係る技術開発をしている事例はあるものの、個別の休廃止鉱山の水質に特化したものが多く、様々な鉱山へ水平展開ができる可能性は極めて低い。

これらのことから本ガイダンスでは「中和殿物の有効利用」をテーマに選定し、情報の取りまとめを行った。

2 有効利用に向けた調査研究

2.1 有効利用の技術開発に対する取り組み

賡物の有効利用に係る技術開発については、表 2 に示すとおり、JOGMEC にて共同研究という形でいくつか実施されている。

平成 27～28 年度に実施された脱硫化水素剤の原料としての有効利用については、本技術開発で得られた方法でないものの、中和賡物を原料として使用している事例がある（3 章に詳細を記載）。

令和 4～5 年度に実施された「マンガン含有坑賡水における生物処理技術の適用と汚泥の再利用化開発」では、処理工程で発生する賡物汚泥の有効利用スキームについて、カラム試験等で確認を行っている。本研究結果として、カラム試験等や実鉱山で得られた Mn 酸化賡物は 5 価ヒ素に対して吸着除去効果があることが明らかとなっており、実用化に向けては、十分な検討、調査が必要となるものの、Mn 酸化賡物の有効利用の可能性が見出されている。

表 2 JOGMEC における賡物の有効利用に係る技術開発

No	技術開発テーマ	実施年度	概要
1	先導的調査研究 (賡物有効利用)	H27-28 年度	中和賡物を原料とする脱硫化水素剤の性能評価を検証し、製品として使用可能か確認した。
		H29-30 年度	酸性坑賡水中和賡物を利用した六方晶フェライトの合成とその再利用方法の検討を行った。
2	カーボンニュートラルに資する技術に関する共同研究	R4-5 年度	マンガン含有坑賡水の坑賡水処理プロセスの効率化及び処理工程で発生する賡物汚泥を回収し有効利用するスキームについて、検証を行った。

2.2 金属回収の検討

中和賡物の有効利用として、賡物中の金属回収（回収金属の資源化）についても、いくつか検討事例がある。

星美ら（2009）では、坑賡水処理汚泥を対象とし、酸抽出法、硫化処理法、中和処理法の多段処理による金属分離回収について、実証試験装置による処理試験を行い、回収された沈賡の資源化方法について検討を行っている。ある程度金属回収はできるものの、試算した費用は最終処分する場合と比較して高コストになるという結果であった（初期設備投資と設備修繕等の維持管理費等は含まず）。

また、休賡止鉱山を管理する企業でも金属回収に関し、大学と共同で調査研究を行っていたが、コストや処理工程の複雑化等の理由から断念している。製錬所での回収についても、中和賡物中の金属含有量が少ないため、産業廃棄物での処分になるとのことであった。

これらの事例から中和賡物からの金属回収については、コストや操業管理の面で困難であると推測される。

2.3 平成 24～26 年度先進型坑廃水処理技術開発事業

平成 24～26 年度に経済産業省の委託事業にて JOGMEC が実施した「先進型坑廃水処理技術開発事業」(以下、先進型事業)では、中和殿物を利用した充填材による坑内充填に係る技術開発について検討を行った。中和殿物の有効利用方法としてもニーズがある技術であるため、本ガイド内にて事業概要及び法的整理の上、内容を記載する。

(1) 事業概要

先進型事業については、JOGMEC、三菱マテリアル株式会社、応用地質株式会社、鹿島建設株式会社の 4 社コンソーシアムにて実施した。

先進型事業の目的としては、休廃止鉱山の疎水坑道レベル以上の採掘跡や坑道等の坑内空洞を、中和殿物等鉱業廃棄物を含む充填材で埋め戻し、地下に浸透した雨水と鉱石等との接触を減らすことにより、坑内水量を減少、水質を良化させ、併せて坑内空洞の安定化、中和殿物等鉱業廃棄物の外部排出量の削減により、坑廃水処理事業コストの低減を図るというものである(図 2)。

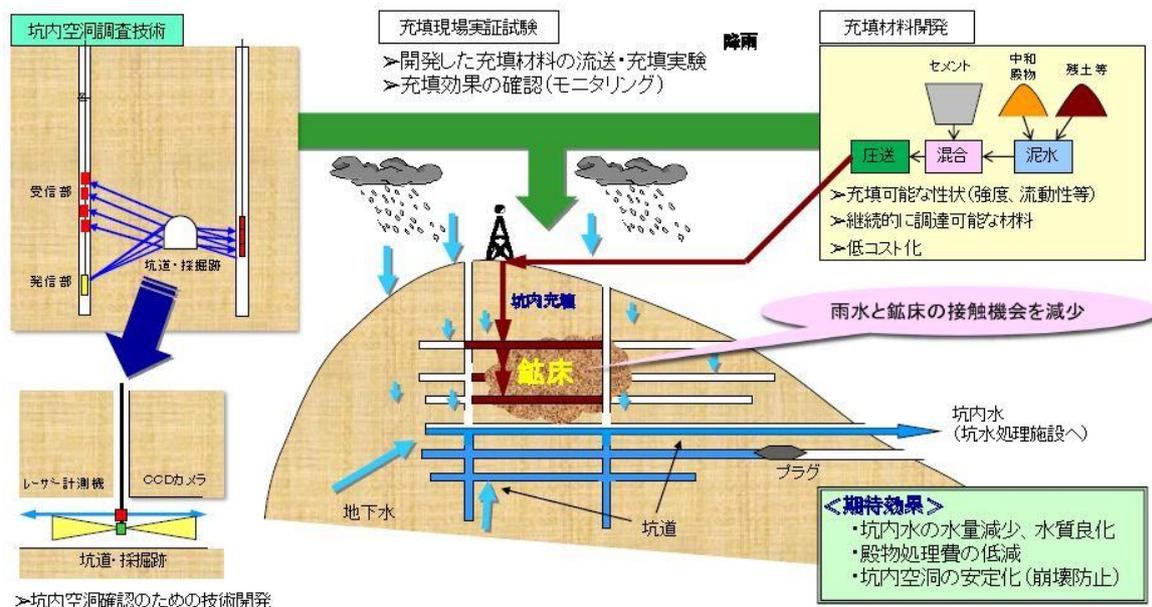


図 2 先進型坑廃水処理技術開発事業概要図

先進型事業は、当初平成 28 年度までの 5 年計画であり、事業後半の 2 年で、実証試験(中和殿物を使用した充填材を休廃止鉱山の坑道内に充填)を行う予定であったが、予算の確保ができず、最初の 3 年で終了している。最終的な事業結果は表 3 のとおりである。

No.4 の適用可能性調査の中で中和殿物等鉱業廃棄物を充填材として利用した場合の法的整理について、情報収集及び調査を行っており、その詳細については、次節にて記載する。

表 3 先進型坑廃水処理技術開発事業結果

No	目的	開発の内容	結果
1	充填材の開発	休廃止鉱山の坑内充填に求められる性能（強度、透水係数、流動性、材料分離性、溶出性）の設定。 増量材（土壌、ズリ等）を混入し、上記性能を満たす新材料の配合設計の確立。	中和殿物等鉱業廃棄物、建設残土等現地で安価かつ継続的に入手可能な土質材料、セメント等から安価で大量に作成可能な充填材を開発し、既存の結果より材料費を大幅削減できる目途が付いた。
2	地下空洞探査技術の検討	ボーリング孔からの物理探査により、坑内空間の位置を地表から明確にする工法を確立する。 上記工法における内部状態（湛水、土砂閉塞）のパターン化による探査精度の向上。 様々な坑内空間内部の状況を把握する工法の確立。	地表下 30～50 m 程度に存在する 2 m × 2 m 程度の大きさの空洞を、物理探査技術（弾性波、電磁波、電気探査等）を用いて把握する場合の、最も効率的な技術組み合わせを検討し、構築した坑道探査フローを試験サイトに適用して有効性を確認するとともに効率面での改善を図ることができた。
3	実証試験の設計	新材料による施工設備（解泥、材料製造、圧送）及び仕様の確立。 新材料により試験を実施し、その施工工法の確立。 仕切りの構築技術について材料面、施工面からの検討、確立。	これまでの調査結果に基づき、確定した充填範囲・数量を基に、具体的な施工方法、数量、機械・設備の決定、工程・コストの算定を実施し、コストに寄与する・しない要因を明確にし、サイト特有の条件に対し最適な施工方法を選択する上での判断指針を整理した。
4	適用可能性調査	国内休廃止鉱山の採掘情報整理及び様々な材料を充填可能とする法律的課題の整理。	坑内の空洞量や採掘跡の形状（採掘方法）等の情報や使用可能な廃棄物の発生量、坑内充填や廃棄物利用にかかる法律的課題等を整理した。

(2) 先進型事業における法的整理

中和殿物等鉱業廃棄物を地下坑内空洞へ充填する場合、制約となる法律は主に「鉱山保安法」及び「廃棄物の処理及び清掃に関する法律（以下、廃掃法）」である。先進型事業ではこの2つの法律を中心に充填可能可否及び法律的課題の整理を行った。法律に基づき、中和殿物等鉱業廃棄物の坑内充填可否について整理したものを表4に示す。

表4 法律に基づく充填可否

発生場所	充填材候補材料	充填材候補材料のみ		再生処理をした場合	
		鉱山保安法 適用鉱山	その他 鉱山	鉱山保安法 適用鉱山	その他 鉱山
自鉱山から発生	捨石（選鉱廃さいを含む）	○ ※1	× ※3	○ ※4	○ ※4
	沈殿物（中和殿物）	○ ※1	× ※3	○ ※4	○ ※4
	上記以外の鉱業廃棄物 **	○ ※1	× ※3	○ ※4	○ ※4
	有害鉱業廃棄物 （鉱業廃棄物のうち鉱山保安法規則 に基づく溶出量基準超のもの）	× ※2	× ※3	○ ※4	○ ※4
他鉱山から発生	捨石（選鉱廃さいを含む）	× ※3	× ※3	○ ※4	○ ※4
	沈殿物（中和殿物）	× ※3	× ※3	○ ※4	○ ※4
	上記以外の鉱業廃棄物 **	× ※3	× ※3	○ ※4	○ ※4

** 廃掃法適用鉱山では産業廃棄物扱い

※1 鉱山保安法に基づき充填可能

※2 鉱山保安法施行規則第十八条第六号【有害鉱業廃棄物は、坑内へ埋立処分を行わないこと】に基づき充填不可能

※3 廃掃法施行令第六条第一項第三号【安定型産業廃棄物以外の産業廃棄物の埋立処分は、地中にある空間を利用する処分の方法により行ってはならないこと】に基づき充填不可能

※4 再生処理後の充填材が土壌汚染対策法の溶出基準値及び含有基準値を満たし、なおかつ行政機関の許可を得られれば充填可能（廃掃法に基づく、廃棄物に該当しないこと（環産産発第050812003号、最新は令和3年4月14日付環循規発第2104141号）

平成24年度先進型坑廃水処理技術開発事業報告書から抜粋（一部記載を変更）

鉱山保安法適用鉱山については、捨石、鉱さい、沈殿物は鉱業廃棄物と定義されており、坑内埋立場の技術指針を満たせば坑内処分は可能で、必要な性状（強度等）を有していれば、充填材料としての充填も可能である。また、上記の廃棄物を自社内で再生処理（セメントや水等と混合）し、充填材料とした場合、再生処理した充填材料が必要な性状（強度等）を有しており、鉱山保安法で充填材料として認められれば充填は可能である。

しかし、廃掃法下では上記の廃棄物は産業廃棄物と定義される。鉱山保安法適用有無にかかわらず、産業廃棄物については、廃掃法にて地中空間における処分を禁止しているため、充填は不可能である。また、産業廃棄物を再生処理（セメントや水等と混合）し、充填材とした場合については、再生処理した充填材料が行政機関によって「有価物」と判断される必要があるが、一方で、廃棄物を利用して製造されたものは、廃棄物ではないかとの指摘も受けたとする情報もあるため、現実的には有価物と判断されるのは非常に難しい可能性がある。

廃棄物該当性の判断については、環境省からの「行政処分の指針」にて、ア．物の性状、イ．排出の状況、ウ．通常の実態、エ．取引価値の有無、オ．占有者の意思を総合的に勘案して判断することとなっている。各項目の詳細は表 5 のとおりである。

なお、当該指針によると、排出事業者が自ら利用する場合について、「廃棄物該当性の判断に際しては、必ずしも他人への有償譲渡の実績等を求めるものではなく、通常の実態、個別の用途に対する利用価値並びにウ及びエ以外の各種判断要素の基準に照らし、社会通念上当該用途において一般に行われている利用であり、客観的な利用価値が認められなおかつ確実に当該再生利用の用途に供されるか否かをもって廃棄物該当性を判断されたいこと。」となっており、必ずしも有償譲渡が「有価物」と判断される基準ではない。

先進型事業においては、すべて坑内へ充填することを前提として充填材を製造するため、イやオの基準はクリアできる可能性がある。一方、ア．物の性状については、中和殿物自体は産業廃棄物であり、鉱山によっては、土壌汚染対策法の土壌溶出基準値や土壌含有基準値を超過する中和殿物もあるため、充填材を製造する過程で、土壌溶出基準値を満たす性能にすることは前提条件としていたが、土壌含有基準値も満足する必要がある場合、コストや製造工程等で実用化の面で大きな課題となる可能性がある。

表 5 廃棄物該当性の判断基準

ア 物の性状	利用用途に要求される品質を満足し、かつ飛散、流出、悪臭の発生等の生活環境の保全上の支障が発生するおそれのないものであること。実際の判断に当たっては、 <u>生活環境の保全に係る関連基準（例えば土壌の汚染に係る環境基準等）を満足すること等の確認が必要。</u>
イ 排出の状況	排出が必要に沿った計画的なものであり、排出前や排出時に適切な保管や品質管理がなされていること。
ウ 通常の実態	<u>製品としての市場が形成されており、廃棄物として処理されている事例が通常は認められないこと。</u>
エ 取引価値の有無	占有者と取引の相手方間で <u>有償譲渡がなされており、なおかつ客観的に見て当該取引に経済的合理性があること。</u>
オ 占有者の意思	客観的要素から社会通念上合理的に認定し得る占有者の意思として、 <u>適切に利用し若しくは他人に有償譲渡する意思が認められること、又は放置若しくは処分の意思が認められないこと。</u>

環境省「行政処分の指針」（令和 3 年 4 月 14 日付環循規発第 2104141 号）より抜粋

なお、廃棄物を再生処理した建築資材の取扱いに関しては、環境省から建設汚泥（建設工事に伴い副次的に排出される廃棄物）を事例として、「建設汚泥処理物等の有価物該当性に関する取扱いについて（環循規発第 2007202 号）」にて明確化されている。それによると、「各種廃棄物該当性の判断要素の基準を満たし、利用されることが確実であることを客観的に確認できる場合にあっては、中間処理を加えて当該建設汚泥処理物等が建設資材等として製造された時点において、有価物として取り扱うことが適当であり、建市場が一般に認められない利用方法の場合にあっては、再生利用

されることが確実であることを確認できる書類等により、当該利用方法に特段の合理性があることを確認されたい。」となっており、確実に再生利用が確認できる場合には、市場が一般に認められない利用方法でも廃棄物を利用して製造した資材は有価物と判断できることになる。また、「建設汚泥処理物等ではないものについて判断する場合は、本通知や他の通知の考え方を参照し適切に判断されたい。」と記載があるため、本判断基準について中和殿物を利用した充填材にも適用可能となれば、廃掃法の観点からは課題が解決する可能性はある。

(3) 関連法律等の再整理

先進型事業実施時から鉱山保安法及び廃掃法の引用部分について再度確認したが、特段大きな変更はなく、本ガイダンス刊行時（2025年）も表4で整理した内容に相違はないと想定される。

しかしながら、実際は表4のとおり、中和殿物を使用した充填材を坑内へ充填するにあたり、自鉱山から発生したもの以外は坑内への充填は可能とならず、個別にその鉱山を所管する産業保安監督部、地方自治体等の関係者にご相談いただきたい。

3 中和殿物の有効利用

3.1 メーカー等による殿物の有効利用事例

関係機関へのヒアリングや調査によって確認された中和殿物等を有効利用している事例について表 6 に示す。

表 6 殿物の有効利用事例

ケース	排出元	対象	概要
1	休廃止鉱山 管理企業	旧金属鉱山	坑内水から As を取り除き、バクテリア酸化処理等を行った Fe 系殿物を加工し無機凝集剤として販売。本原料を製造する過程で発生する水酸化鉄についても脱臭剤の原料として販売。 全て原料として有価で取引される。
2	休廃止鉱山 管理企業	旧炭鉱	鉄系無機凝集剤で処理し、発生した水酸化鉄を脱硫化水素材の原料としてメーカーに販売。全て原料として有価で取引される。
3	地方自治体等	旧金属鉱山	中和処理にて発生した中和殿物は、集積場へ集積しているが、集積場自体の寿命が近いことから延命措置を図るべく、一部の殿物を企業にリサイクル処分（セメント原料として）を依頼している。中和殿物は、含有 As 濃度が高く、産業廃棄物として取引されるため、処理コストが高額であり、予算の制限から全量のリサイクル処理はもちろんのこと、処理量を増やすことも難しい状況。
4	地方自治体等	旧炭鉱	処理過程で発生した Fe 系殿物を脱硫化水素剤の原料としてメーカーが引取りを行っている。ただし、産業廃棄物として取引される。
5	地方自治体等	旧金属鉱山 (旧岩美鉱山)	処理過程で発生した Fe 系殿物を脱硫化水素剤の原料としてメーカーが引取りを行っている。引取りが行われる前は産業廃棄物として処分しており、多額のコストがかかっていた。

3.2 旧岩美鉱山での事例

表 6 のうちケース 5 の旧岩美鉱山では、令和 2 年ごろまで、発生した中和殿物を上記とは別業者に有価物として引取を依頼していたが、先方の都合により、その取引が終了となり、産廃処分に切り替えをせざるを得なくなったため、大幅なコスト増が大きな課題となっていた。

一方、JOGMEC と過去に中和殿物の有効利用に関し共同研究（脱硫化水素剤の製造）を実施した企業が原料の供給先を探していたため、条件として合致する旧岩美鉱山を先方に紹介した。

鳥取県からも許可を得たのち、企業が旧岩美鉱山の中和殿物にて脱硫化水素剤の性能試験を実施したところ、受入れ基準を満たす性能が確認されたため、双方にて協議を行い、令和 7 年 4 月より正式に有価物として引取を行う契約に至っている。

自治体の財政を圧迫していた処理費用がかなり軽減されることとなり、今後の安定的な坑廃水処理の継続に大きく寄与すると想定される。

3.3 外部での有効利用についての総括

休廃止鉱山において坑廃水処理を実施している企業ないしは地方自治体の中和殿物に係る課題の対応策は、減溶化を主としたものであり、中和殿物の有効利用について検討を行っているもしくは実施している鉱山はごく一部に留まる。

また、現在有効利用されている中和殿物は、Fe 系殿物であり、As、Cd、Cu、Pb、Zn 等の重金属、いわゆるペナルティ元素を含まないことが前提となっている。本前提条件は、金属鉱山由来の中和殿物には厳しい条件であり、今後、有効利用を検討する際に大きな課題となることが想定される。ヒアリングにおいても、中和殿物排出側、受入れ側の双方より、当該元素を含んでいることによる安全性の懸念が示されていた。

また、有効利用する場合、「有価での取引」か「産業廃棄物としての取り扱い」か、ペナルティ元素（特に土壤汚染対策法の土壤溶出基準値等に設定されている元素）を含むかどうかによって、処理コストへの影響が大きく異なる。

表 6 のケース 2 のようにペナルティ元素を含まず、有価での取引となる場合には、中和殿物の処理コストは発生せず、わずかでも利益を得ることが可能である。またケース 1 のように坑廃水中のペナルティ元素を取り除くことで、原材料として取引可能とすることで、殿物の削減と収入によるコストとの相殺が可能となっている。

産業廃棄物としての取り扱いの場合でも、ペナルティ元素を含まない等の引取り先の受け入れ基準を満たしており、原料として引取可能な場合には、通常産業廃棄物処分に比べ、運賃等のみ発生するもしくは処理コストが大幅軽減できる事例もある。

一方、ケース 3 のようにペナルティ元素を含み、産業廃棄物としての処理となる場合には、最終的に有効利用になる場合でも、処理単価が高額となり、処理量自体が増やせず集積場の延命化に大きく寄与しないだけでなく、有効利用での処理の継続が困難になる可能性も考えられる。

メーカー等の外部での利用可否については、中和殿物の含有金属によるところが大きく、すべての休廃止鉱山で適用することは、コストや受け入れ先の条件等を考慮すると難しい。しかしながら、前述で示した事例のように、引取り条件に合致する場合には、非常に大きなメリットとなる。

3.4 土木系資材への利用可能性

中和殿物の有効利用先として、鉱山内での土木系資材としての利用が、関係者からのヒアリングで挙げられている。

廃棄物を再利用した土木系資材については、原則として、土壤汚染対策法の各基準を満たしていることが前提となっている。また、表 6 のケース 3 においても、セメントとして再利用する場合には、土壤汚染対策法の溶出基準を満たすとともに、他の材料との混合にて含有基準も満たすように処理がなされている。

また、前章にて記載した先進型事業の中で、企業が一般廃棄物溶融スラグを用いて地下空洞を充填するプロジェクトの経緯について調査を行った。溶融スラグについては、JIS 化に伴い、再生利用する場合に、製品・スラグともに土壤溶出量基準と含有量基準を満足する必要があったため、構造改革特区（従来法規制等の関係で事業化が困難な事業を行うことが可能になる地域を設けることで経済社会の構造改革の推進及び地域の活性化を図る制度）に認定されることで事業化することを試みるも、実施に厳しい条件が課せられたため、事業自体成立しなかった事例もあった。

中和殿物を本用途に利用する場合も、上記のような制約等が発生する可能性もあり、外部での有効利用と同様に中和殿物の含有金属が大きく影響すると想定される。

ただし、想定としては、公共工事ではなく、鉱山内の利用のみであるため、実際の利用可否については、その鉱山を所管する産業保安監督部、地方自治体等への確認が望ましい。

4 総論

4.1 中和殿物の有効利用に向けた整理

中和殿物の有効利用に関し、現在の状況を踏まえ以下のとおり整理する。

✓ 外部（メーカー等）による利用

Fe系殿物であり、Fe含有量が高く、ペナルティ元素（特に土壤汚染対策法の土壤溶出基準値等に設定されている元素）を含まないものについては、脱硫化水素剤等の原料として利用可能な場合がある。ただし、中和殿物の組成等により違いが生じるため、原料としての性能があるかどうかの評価をクリアする必要がある。

産業廃棄物としてのリサイクル処分の場合、含有金属の種類や量によっては、かなりの処理コストがかかるため、継続的な処理が難しくなる可能性もある。

✓ 自鉱山による利用

関連法律の整理上、土壤汚染対策法等の基準を満足し、利用用途が明確であれば、自鉱山で使用する充填材や土木材料等の原料として利用できる可能性はある。ただし、現状では中和殿物の利用に係る統一した指針はなく、中和殿物を用いて製造した資材を自鉱山で有効利用する場合（鉱山道路の路盤材等）や、当該資材の金属含有量について土壤汚染対策法の含有基準を満たす必要があるか等の判断については、その鉱山を管轄する産業保安監督部や地方自治体等の関係者にご相談いただきたい。

✓ その他の有効利用

金属回収等については、中和殿物の含有金属量がそこまで多くなく、採算性が取れないことや、処理工程が複雑になる等の理由から、現状では実用化は難しい。ただし、Feを回収し、販売している事例はある。

Mn酸化殿物については、研究段階であるものの、有効利用の可能性が示されている。

4.2 総論

中和殿物の有効利用に関しては、実施事例が少ないものの、処理コストの削減に大きく寄与している。しかしながら、現状では、ペナルティ元素を含有している場合、メーカー等の外部による利用は難しい状況であり、産業廃棄物としての処分にならざるを得ない。

また、自鉱山で使用する土木材料等の原料として利用できる可能性はあるが、統一した指針はなく、鉱山ごとに判断することになるため、有効利用を検討する際には産業保安監督部や地方自治体等の関係者にご相談いただきたい。

5 引用文献

環境省（2020）：建設汚泥処理物等の有価物該当性に関する取扱いについて．令和 2 年 7 月 20 日付環境規発第 2007202 号．

環境省（2021）：行政処分の指針．令和 3 年 4 月 14 日付環境規発第 2104141 号．

経済産業省（2013）平成 24 年度先進型坑廃水処理技術開発事業（坑廃水水質改善技術開発）報告書．

経済産業省（2014）平成 25 年度先進型坑廃水処理技術開発事業（坑廃水水質改善技術開発）報告書．

経済産業省（2015）平成 26 年度先進型坑廃水処理技術開発事業（坑廃水水質改善技術開発）報告書．

経済産業省（2023）：特定施設に係る鉱害防止事業の実施に関する基本方針（令和 5 年度～令和 14 年度） 概要．

星見暢貴，門木秀幸，三嶋真樹，小坂千秋（2009）：旧岩美鉱山坑廃水処理汚泥からの金属の分離回収と再生利用．鳥取県衛生環境研究所報，50，p30-34．

本ガイダンス策定に関する問い合わせ先

経済産業省 産業保安・安全グループ 鉱山・火薬類監理官付

〒100-8912 東京都千代田区霞が関 1 丁目 3 番 1 号

TEL：03-3501-1870

事例や技術開発等に関する問い合わせ先

独立行政法人エネルギー・金属鉱物資源機構 金属環境事業部 調査技術課

TEL：03-6758-8032 メール：chosa-tech@jogmec.go.jp