

# CCS導管輸送工作物の技術基準に係る 解釈例の方向性（案）

対象	技術基準の方向性	No	解釈例に記載するポイント	解釈例の方向性（案）
導管	材料 導管輸送工作物の材料は、導管内の二酸化炭素流の性状等に対して、化学的及び物理的に安全な性質であること。	1	<p>CO<sub>2</sub>の特性（腐食、高速延性破壊等）及び性状（超臨界状態を含む）を踏まえ、材料を選定する上で考慮すべき事項。</p> <p>＜第1回WGからの変更理由＞ 腐食対策は、材料の評価だけでなく、腐れしろ、防食措置、腐食状況の監視など、総合的な対策・評価が必要であることから、解釈例では、材料選定は事業者自らが行うこととし、考慮すべき事項について記載。</p>	<p><b>【導管の材料】</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>導管に使用する材料は、ガス工作物技術基準の解釈例第十四条の材料規格の中から、以下を考慮した上で選定すること。 <ul style="list-style-type: none"> <li>イ 流体に含まれる水分及び不純物等に起因する内面腐食並びに土壌環境等に起因する外面腐食</li> <li>□ 高速延性破壊</li> </ul> </li> </ul>
	構造等 導管輸送工作物の構造は、供用中の荷重及び常用の圧力等に耐える構造であること。	2-1	<p>CO<sub>2</sub>の特性及び性状を踏まえ、供用中の荷重及び常用の圧力又は常用の温度における最大の応力に耐えうる導管の構造（許容応力、腐れしろ、厚さ等）。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・高速延性破壊に耐えうる構造</li> <li>・耐震基準</li> </ul> <p>※耐震基準は、ガス事業法の「高圧ガス導管耐震設計指針」におけるレベル1地震動（被害が無く、修理することなく運転に支障がない耐震性能）及びレベル2地震動（導管に変形は生じるが、漏えいは生じない耐震性能）を採用してはどうか。</p> <p>＜第1回WGからの変更理由＞ 第1回WGでの指摘を踏まえ追記。</p>	<p><b>【導管の構造】</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>埋設導管の厚さは、以下の条件を満たすものとする。 <ul style="list-style-type: none"> <li>イ 最大の応力に耐えうる厚さ。 ガス工作物技術基準の解釈例第四十一条第一項と同様の内容を規定</li> <li>□ 導管の使用環境（CO<sub>2</sub>流体組成、運転圧力、温度等）に応じた腐食速度を評価し、その結果に応じて適切な腐れしろを設けていること。</li> <li>ハ 高速延性破壊を防止する厚さ。 （気相）CO<sub>2</sub>流体組成を考慮した上で、ISO27913で適用可能とされているバツテル2カーブ法により、次のき裂停止条件を満たしていることを確認すること。 き裂伝搬速度 ≤ ガス減圧速度 （超臨界）ISO27913 Annex Dの適用制限内であり、き裂停止が確認できるものであること。適用制限外の場合には、試験データを示すことにより、延性破壊を停止することの正当性を証明すること。</li> </ul> </li> <li>接合方法 ガス工作物技術基準の解釈例第四十一条第二項と同様の内容を規定</li> <li>耐震性能 ガス工作物技術基準の解釈例第四十一条第三項と同様の内容を規定 ※地上設置導管並びにその支持構造物及び基礎の耐震性については検討中</li> </ul>

対象	技術基準の方向性	No	解釈例に記載するポイント	解釈例の方向性（案）
導管	構造等	2-2	<p>適切な耐圧試験方法。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・耐圧試験の圧力条件</li> </ul> <p>※耐圧試験方法は、ガス事業法の解釈例と同様に常用の圧力の1.5倍以上（海底導管は1.25倍以上）の圧力により行う試験としてはどうか。</p>	ガス工作物技術基準の解釈例第五十条と同様の内容を規定
		2-3	<p>適切な気密試験方法。</p> <p>※気密試験方法は、ガス事業法の解釈例と同様に、常用の圧力以上の圧力で試験を行うこととしてはどうか。</p>	ガス工作物技術基準の解釈例第五十一条と同様の内容を規定
		2-4 2-5 2-6	<p>導管の溶接に関し、CO<sub>2</sub>の特性及び性状を踏まえ、適切な溶接の実施及び評価方法。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・適切な溶接の状態（溶け込みが十分で、溶接による割れ等で有害な欠陥がないもの）</li> <li>・供用中の導管の溶接部に発生した疲労割れの取扱い（検査、評価、補修）。</li> <li>・溶接施工方法等（溶接施工法、溶接士の要件、溶接結果の確認方法等）が適切であることを確認するための方法</li> <li>・溶接部の形状等（溶接設備、CO<sub>2</sub>を通ずる溶接部分の継手の形式、試験、溶接後熱処理等）の健全性を確保又は確認する方法</li> </ul> <p>※ガス事業法の解釈例に記載されている内容を基本として作成することとしてはどうか。</p>	ガス工作物技術基準の解釈例第五十二条～第七十一条と同様の内容を規定

対象	技術基準の方向性	No	解釈例に記載するポイント	解釈例の方向性（案）
導管	防護措置	導管は、車両の接触等の衝撃による損傷を防止する措置を講ずること。	<p>地盤面上に設置した導管の外部からの物理的衝撃を防止するための措置。</p> <p>※ガス事業法の解釈例と同様に、コンクリート製等の管やガードレール等による方法等としてはどうか。</p>	<p>ガス工作物技術基準の解釈例第百四条と同様の内容を規定</p>
			<p>道路に埋設された導管の外部からの物理的衝撃を防止するための措置。</p> <p>※ガス事業法の解釈例と同様に、標識シート・標示ピンの設置や、板又は防護シートの設置等としてはどうか。</p>	<p>ガス工作物技術基準の解釈例第百五条第一項と同様の内容を規定</p>
			<p>地盤面下に埋設された導管の他工事等による損傷防止を図るための措置。損傷防止を図る措置が不要な場合。</p> <p>※埋設する深さを、ガス事業法の解釈例と同様に0.6m以上としてはどうか。</p>	<p>ガス工作物技術基準の解釈例第百五条第二項、第三項と同様の内容を規定</p>
			<p>海底に設置された導管の投錨等による損傷防止を図るための措置。</p> <p>※ガス事業法の解釈例と同様に、埋設する方法やさや管を用いる方法としてはどうか。</p>	<p>ガス工作物技術基準の解釈例第百五条第四項と同様の内容を規定</p>
			<p>導管が掘削により露出する場合における漏えいを防止する措置。</p> <p>※ガス事業法の解釈例と同様に、押輪がけや外面シールの実施としてはどうか。</p>	<p>ガス工作物技術基準の解釈例第百二十条、第百二十一条、第百二十二条と同様の内容を規定</p> <p>ガス工作物技術基準の細目を定める告示第八条～第十七条と同様の内容を規定</p>

対象	技術基準の方向性	No	解釈例に記載するポイント	解釈例の方向性（案）
導管	計測装置等	4	<p>導管の損傷を防止するために必要な使用の状況を確認できる計測対象（流量、圧力、温度、水分等）及び設置場所。  ※計測対象については、ガス事業法（製造設備）や高圧ガス保安法の例示基準では、流量、圧力、温度を計測することとしている。</p>	<p>・導管には、適切な場所に圧力計、流量計、温度計、水分計等の計器類を設けること。</p>
	警報装置	5	<p>導管に異常な事態が発生した状態を検知し警報する適切な装置の条件。  ※米国規制（CFR）では、計測データ（圧力等）とシミュレーション結果に乖離が生じた際に警報する装置を必須としている。  ※ガス事業法（製造設備）では、圧力で判断することとしている。</p> <p>＜第1回WGからの変更理由＞  第1回WGでの指摘を踏まえ、技術基準の記載を「導管の損傷に至るおそれのある状態」から「異常な事態が発生した場合」に訂正。  これにより、漏えい前の流体の計測値の異常値だけでなく、漏えい自体も検知・警報するものとする。</p>	<p>・導管には、次の各号に掲げるところにより、異常な事態が発生した場合にこれを検知し、その旨を警報する装置を設けなければならない。</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 警報装置の警報受信部は、当該警報装置が警報を発した場合に直ちに必要な措置を講ずることができる場所に設けること。</li> <li>2. 警報装置は、次に掲げる場合に警報を発すること。 <ul style="list-style-type: none"> <li>イ 導管内の圧力が常用の圧力の1.05倍を超えたとき</li> <li>ロ 導管内の圧力が正常な運転時における圧力値より一定程度降下したとき</li> <li>ハ 導管内の流量が正常な運転時における流量値より一定程度変動したとき</li> <li>ニ 緊急遮断装置の操作回路が不通になったとき又は現に緊急遮断装置が閉鎖したとき</li> <li>ホ 漏えいを検知したとき</li> </ul> </li> </ol> <p>※漏えい検知方法については検討中</p>

対象	技術基準の方向性	No	解釈例に記載するポイント	解釈例の方向性（案）
導管	水分除去措置 脱水されていない二酸化炭素を輸送する場合には、水分を除去するための措置を講ずること。	6	<p>導管の適切な位置で措置すべき水分除去の条件。 水分除去装置の設置を不要とする条件（実用上支障のない程度まで脱水されたものを扱う場合）。</p> <p>※DNVでは、含水量の制限については結露が起こりうる含水量の1／2以下を必須としている。</p> <p>※ISO27913 Annex Aでは水分量について、ガス相では50ppm以下、デンス相では100ppm以下と示されているが、準拠すべき仕様ではなく、組成例として示された参考値。</p> <p>※米国カリフォルニア州で策定中の基準案では、全体体積比で50ppm以下に制限することを求めている。</p> <p>＜第1回WGからの変更理由＞ DNVの基準の他、ISOや米国カリフォルニア州の基準案も追記。</p>	<p><b>【水分除去の条件】</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>適切な水分除去の措置は、結露が起こりうる含水量の1／2以下又は全体体積比の50ppm以下とすること。</li> </ul>

対象	技術基準の方向性	No	解釈例に記載するポイント	解釈例の方向性（案）
導管	<div data-bbox="170 179 219 344">防食措置</div> 導管には、腐食を生ずるおそれがある場合にあっては、腐食を防止するための適切な措置を講ずること。	7	二酸化炭素による導管の腐食を防止するための適切な措置。 ・CO2の特性を踏まえ、内部腐食、外部腐食に対する措置（内部腐食については、コーティングと腐食防止用の添加剤等）。 ※高圧ガス保安法では、内部腐食については腐食性のあるガスの輸送に用いられる導管には、当該ガスに侵されない材料を使用し、又は導管の内面に腐食の程度に応じて腐れしろを設け、若しくはコーティング等による内面防食措置を求めている。 ※DNVでは、内部腐食については短い区間に限り内面コーティングを許容している。	<div data-bbox="1279 187 1646 222">【内部腐食に対する措置】</div> <ul style="list-style-type: none"> <li>導管は、以下の基準に適合すること。                材料：ガス工作物技術基準の解釈例第十四条の材料規格の中から、流体に含まれる水分及び不純物等に起因する内面腐食並びに土壌環境等に起因する外面腐食を考慮した上で選定すること。                構造：埋設導管の厚さは、以下の条件を満たすものとする。                導管の使用環境（CO2流体組成、運転圧力、温度等）に応じた腐食速度を評価し、その結果に応じて適切な腐れしろを設けていること。</li> <li>必要に応じてコーティング等による内面防食措置を講ずること。</li> </ul> <p>※その上で、施行規則（定期自主検査）に基づき、腐食の進行状況を確認するための検査を実施すること。</p> <div data-bbox="1279 679 1646 715">【外部腐食に対する措置】</div> ガス工作物技術基準の解釈例第百三条と同様の内容を規定



対象	技術基準の方向性	No	解釈例に記載するポイント	解釈例の方向性（案）
導管	高濃度化防止措置	8-1	<p>導管からのCO2の漏洩リスクを踏まえ、人の健康に被害を生ずるおそれがないことを確認するための方法及び適切な措置。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・シミュレーションを求める場所、シミュレーションの方法、ソフト、モデル、条件（穿孔サイズ、風量等）、濃度基準、国が妥当性を確認する方法。</li> </ul> <p>※英国及び米国では事前評価の結果を踏まえて漏えいシミュレーションを求めている。</p>	<p><b>【高濃度化防止措置】</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・漏えい時に滞留するCO2の濃度の拡散範囲、その滞留時間をシミュレーションにより求めることとし、その結果から、漏えいしたCO2による人への健康影響を回避できることを確認すること。</li> <li>・シミュレーションに用いるソフトウェアは、実証実験等により国が妥当性を確認済みの計算モデルを備えたソフトウェアを使用することを原則とする。</li> <li>・技術基準を満たしていたとしても発生する可能性のある漏えいシナリオにおいて、漏えいしたCO2による人への健康影響が生じる範囲に保安物件が存在しないことを、シミュレーションにより確認すること。なお、当該シミュレーションの条件は、事業者の設計パラメータ、国が指定する気象条件及び孔径とする。</li> </ul>
	-	8-2	<p>CO2の特性を踏まえ、ベントスタックから排出されたCO2による高濃度化を生じさせないための、ベントスタックの設置位置、高さ、滞留防止策等の内容。</p>	<p>ガス工作物技術基準の解釈例第十条と同様の内容を規定</p>
	-	8-3	<p>危急の場合にガスを速やかに遮断できる適切な装置及び当該装置の適切な設置場所。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・遮断弁の間隔</li> </ul> <p>※危急の場合にガスを速やかに遮断できる適切な装置については、ガス事業法と同様に、危急時にガスの遮断操作ができる装置としてはどうか。</p> <p>※ISO、DNV及び英国規格（BSI）では、遮断弁の間隔は、事業者がリスク評価により設定している。</p>	<p><b>【遮断装置】</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・危急時にガスの遮断操作ができる装置であること。</li> <li>・導管の維持管理に必要な箇所に設置すること。海底に設置される導管にあっては、陸上部であって揚陸部近傍に設置すること。</li> </ul> <p>※遮断弁の間隔については、国内外の事例等を踏まえ、今後提示予定。</p>



対象	技術基準の方向性		No	解釈例に記載するポイント	解釈例の方向性（案）
導管	-	-	9	導管の設置において不適とする地形的特徴及び例外的に設置を認める条件 ※高圧ガス保安法等の例示基準を参考に、避けるべき地崩れ・山崩れ・不同沈下のおそれがある場所又は基礎面下を定義することとしてはどうか。	一般則例示基準37と同様の内容を規定
	-	-	10	地盤面上の導管に対する危険標識の設置方法、設置箇所、記載情報 ※高圧ガス保安法の例示基準を参考に、一般の人の目につきやすい場所に連絡先を掲示することとしてはどうか。	一般則例示基準1と同様の内容を規定

対象	技術基準の方向性		No	解釈例に記載するポイント	解釈例の方向性（案）
圧送機	材料	圧送機に属する容器及び管の材料は、ガスの種類、性状等に応じ、化学的及び物理的に安全な性質であること。	11	CO2の特性及び性状を踏まえ、常用の圧力及び温度において使用可能な材料規格を選定。 ・ 高圧ガス保安法の例示基準を満たす材料規格。	JIS B 8265（圧力容器の構造 一般事項）、JIS B 8267（圧力容器の設計）と同様の内容を規定
	構造等	圧送機に属する容器及び管の構造は、ガスの性状等に応じ、供用中の荷重及び常用の圧力等に耐える構造であること。	12-1	CO2の特性及び性状を踏まえ、供用中の荷重及び常用の圧力又は常用の温度における最大の応力に耐えうる圧送機の構造（肉厚の算定方法等）。	一般則例示基準8と同様の内容を規定
			12-2	適切な耐圧試験方法。 ・ 耐圧試験の圧力条件 ※耐圧試験方法は、高圧ガス保安法の例示基準と同様に液体を使用する場合は常用の圧力の1.5倍以上（気体を使用する耐圧試験圧力は常用の圧力の1.25倍以上）により行う試験としてはどうか。	一般則例示基準7と同様の内容を規定
			12-3	適切な気密試験方法。 ※気密試験方法は、高圧ガス保安法の例示基準と同様に、常用の圧力以上の圧力で試験を行うこととしてはどうか。	一般則例示基準7と同様の内容を規定

対象	技術基準の方向性		No	解釈例に記載するポイント	解釈例の方向性（案）
圧送機	誤操作防止	誤操作を防止できる措置を講ずること。	13-1	遮断装置の誤操作を防止し、かつ、遮断装置を確実に操作できるようにする措置。 ※ガス事業法と同様に、遮断装置への開閉方向の表示、配管内のガスの種類及び方向、通常使用しない装置の施錠等としてはどうか。	ガス工作物技術基準の解釈例第七十五条と同様の内容を規定
			13-2	インターロック機構の設置。 ※高圧ガス保安法のコンビ則と同様に、圧送機の計装回路には、適正な手順以外の手順による操作が行われることを防止する機構を設置することを省令で規定することとし、解釈例は記載しないこととしてはどうか。	—
	保安電力等	停電等により設備の機能が失われることのないよう適切な措置を講ずること。	14	停電等により機能が失われることのないように、措置を講ずべき対象設備。 ※ガス事業法と同様に、緊急時用の通信設備、警報装置、遮断装置等を対象としてはどうか。  ＜第1回WGからの変更理由＞ 高圧法と同様に「適切な措置」の解釈を記載する案から、ガス事業法と同様に「保安上重要な設備」の解釈を記載する案に変更。	ガス工作物技術基準の解釈例第七十六条と同様の内容を規定

対象	技術基準の方向性		No	解釈例に記載するポイント	解釈例の方向性（案）
圧送機	敷地境界からの距離	外面から貯留事業場等の敷地境界線に対し、保安上必要な距離を有すること。	15	圧送機について、配慮すべき施設に対して取るべき保安距離。 ※高圧ガス保安法における保安距離を採用してはどうか。	一般則第六条第一項第二号と同様の内容を規定
			16	圧送機と高圧ガス容器の容器置場との間に設けるべき適切な障壁の基準（厚さ、高さなど）。 ※高圧ガス保安法における基準を採用してはどうか。	一般則例示基準22と同様の内容を規定
	安全装置	圧力を逃すために適切な安全装置を設けること。	17-1	圧送機に設置する圧力計の種類、圧力が許容圧力を超えた際に圧力を許容圧力以下に戻すことができる安全装置の種類及び仕様。 ※高圧ガス保安法における安全装置の解釈を採用してはどうか。	一般則例示基準13と同様の内容を規定
		-	17-2	潤滑油装置を有する圧送機について、潤滑油圧に異常が生じた場合に、自動的に他の潤滑油装置を作動させ、又は自動的に圧縮機を停止させる装置の設置。  <第1回WGからの変更理由> 記載内容にあわせて「誤操作防止」から「安全装置」に変更。	—

対象	技術基準の方向性	No	解釈例に記載するポイント	解釈例の方向性（案）
圧送機	計測装置等	18	圧送機の損傷を防止するために必要な使用の状況を確認できる計測対象（流量、圧力、温度、水分等）。 ※ガス事業法等では、流量、圧力、温度を計測することとしている。	コンビ則例示基準82と同様の内容を規定
	警報装置	19	圧送機の損傷に至るおそれのある状態を検知し警報する適切な装置の条件。 ※ガス事業法では、圧力上昇（製造設備）や潤滑油の油圧の低下（圧送機）で判断することとしている。	コンビ則例示基準82と同様の内容を規定
	-	20	工作物に生ずる静電気を除去する措置。 ※高圧ガス保安法における基準を採用してはどうか。	一般則例示基準30と同様の内容を規定

対象	技術基準の方向性		No	解釈例に記載するポイント	解釈例の方向性（案）
圧送機設置所	-	-	21-1	<p>公衆がみだりに立ち入らないようにするための適切な措置。</p> <p>また、立ち入るおそれがない場合（措置が不要な場合）の条件。</p> <p>※ガス事業法の解釈例と同様に、さく等の設置とし、海、河川等が境界となっている場合は措置が不要としてはどうか。</p>	ガス工作物技術基準の解釈例第一条と同様の内容を規定
	-	-	21-2	<p>警戒標を外部から見やすいように掲げるための具体的な例示。</p> <p>※ガス事業法の解釈例と同様に、警戒標は導管輸送工作物に近づくことを禁止する旨の表示としてはどうか。</p>	一般則例示基準1と同様の内容を規定
	-	-	22	<p>緊急時に迅速な通信を確保するために設けるべき適切な通信設備の種類及び通信をやりとりすべき場所。</p> <p>※ガス事業法の解釈例と同様に、適切な通信設備は加入電話設備、専用電話設備又は無線電話通信設備とし、管理する事業所間又は司令所との間での通信としてはどうか。</p>	ガス工作物技術基準の解釈例第二条と同様の内容を規定

対象	技術基準の方向性		No	解釈例に記載するポイント	解釈例の方向性（案）
圧送機設置所	-	-	23-1	建物内に可燃性ガスや二酸化炭素等が滞留しない構造（ガスの特性等を踏まえた換気方法）。 ※ガス事業法の解釈例と同様に、2方向以上の開口部や機械的な換気機能を有することとしてはどうか。	ガス工作物技術基準の解釈例第六条第一項と同様の内容を規定
	-	-	23-2	漏えい検知器を設置する必要のある場所、個数及び検知器の性能。 ※高圧ガス保安法では、機能、構造、設置場所等を示している。	ガス工作物技術基準の解釈例第六条第二項と同様の内容を規定
	-	-	24	緊急時において、導管輸送工作物を安全に制御できるための措置。 ※ガス事業法の解釈例を参照し、圧送機の運転操作及び緊急連絡の機能を制御できるための措置としてはどうか。なお、制御の対象として、防消火設備についてはCO2の特性を踏まえて、不要としてはどうか。	ガス工作物技術基準の解釈例第七十八条第一号及び第三号と同様の内容を規定



対象	技術基準の方向性	No	解釈例に記載するポイント	解釈例の方向性（案）
計器室	-	-	<p>25</p> <p>公衆がみだりに立ち入らないようにするための適切な措置について、具体的な例示。 また、立ち入るおそれがない場合（措置が不要な場合）の条件。 ※ガス事業法の解釈例と同様に、さく等の設置とし、海、河川等が境界となっている場合は措置が不要としてはどうか。</p>	ガス工作物技術基準の解釈例第一条と同様の内容を規定
	-	-	<p>26</p> <p>緊急時に迅速な通信を確保するために設けるべき適切な通信設備の種類及び通信をやりとりすべき場所。 ※ガス事業法の解釈例と同様に、適切な通信設備は加入電話設備、専用電話設備又は無線電話通信設備とし、管理する事業所間又は司令所との間での通信としてはどうか。</p>	ガス工作物技術基準の解釈例第二条と同様の内容を規定
	-	-	<p>27</p> <p>緊急時において、導管輸送工作物を安全に制御できるための措置。 ※ガス事業法の解釈例を参照し、圧送機の運転操作及び緊急連絡の機能を制御できるための措置としてはどうか。制御の対象として、防消火設備についてはCO2の特性を踏まえて、不要としてはどうか。</p>	ガス工作物技術基準の解釈例第七十八条第一号及び第三号と同様の内容を規定