

CCS パイプラインに関する基準 (KHKS) の原案

目次

1	適用範囲	1
2	引用規格	2
3	用語及び定義	3
4	基本要求事項	8
5	設計仕様	9
6	導管の設計及び製造	10
6.1	材料	10
6.2	構造	10
6.3	溶接	12
7	導管以外の圧力機器の設計及び製造	14
8	導管の設置	15
8.1	地盤面下に埋設する場合	15
8.2	地盤面上に設置する場合	17
8.3	海底面下に埋設する場合	19
8.4	海底面上に設置する場合	20
8.5	海面上に設置する場合	21
9	ステーションの設置	22
9.1	一般事項	22
9.2	放散設備	22
9.3	ブロック弁	22
9.4	圧縮機及びポンプ	23
9.5	熱交換器	23
9.6	検査ピグランチャ及び検査ピグレシーバ	23
9.7	水分除去設備	23
10	既存パイプラインの転用	24
	附属書 A CCS パイプラインの安全な操業のための対策事例	25
	附属書 B 導管の設置に関する措置の例	30
	参考文献	32

1 適用範囲

この基準は、CCS パイプラインで輸送する CO₂ ストリームの漏えい、CCS パイプラインを構成する圧力機器の破裂などによる災害の防止に関する最低限の要求事項について規定する。

この基準は、CCS 事業における分離・回収施設から貯留施設までの間にあって、分離・回収施設、出荷施設及び貯留施設の敷地外に主に設置された、二酸化炭素の輸送を目的とする CCS パイプラインに適用する。

ただし、この基準は、CO₂ ストリームが可燃性ガス¹⁾及び／又は毒性ガス²⁾に該当する場合若しくは生産工程上相互に密接な大規模事業所間を結んでいるパイプライン³⁾に該当する場合には、適用しない。

注記 1 適用される法規がある場合は、この基準の規定の有無に関係なく適用法規に定める規定に従う必要がある。

注記 2 災害の防止には、災害の発生を防止する措置だけでなく、災害が発生した場合の被害拡大防止の措置もある。

注記 3 分離・回収施設、出荷施設及び貯留施設の敷地内には、二酸化炭素の輸送を目的とした配管があるが、この基準の適用範囲ではない。

注記 4 分離・回収施設、出荷施設及び貯留施設の敷地内外は、次により識別する場合が多い。

注 a) 境界線に、壁、門、柵などを設置する。

注 b) 地上にペイントで、境界線を引く。

注記 5 施設及び導管の範囲は、バルブを設置し、区分する場合が多い。

注記 6 この基準に規定のない CCS パイプラインに特有の環境影響、作業者の保護などに関する事項は、ISO 27913 が参考となる。

注記 7 この基準に規定の圧力は、ゲージ圧力を意味する。

注 1) 可燃性ガスは、高圧ガス保安法一般高圧ガス保安規則第 2 条第 1 号の定義に相当するものをいう。

注 2) 毒性ガスは、高圧ガス保安法一般高圧ガス保安規則第 2 条第 2 号の定義に相当するものをいう。

注 3) 大規模事業所間を結んでいるパイプラインとは、高圧ガス保安法コンビナート等保安規則というコンビナート製造事業所間の導管（第 10 条の適用を受ける導管）に相当する導管をいう。

2 引用規格

次に掲げる規格は、この基準に引用されることによって、この規格の規定の一部を構成する。
これらの引用規格は、その最新版（追補を含む。）を適用する。

JIS B 0100 バルブ用語

JIS B 8265 圧力容器の構造—一般事項

JIS B 8267 圧力容器の設計

JIS B 8285 圧力容器の溶接施工方法の確認試験

JIS Q 31000 リスクマネジメント—指針

JIS Z 3001-1 溶接用語—第1部：一般

KHKS 0861 高圧ガス設備等の耐震設計に関する基準（レベル1）

KHKS 0862 高圧ガス設備等の耐震設計に関する基準（レベル2）

経済産業省 ガス工作物技術基準の解釈例

経済産業省 一般高圧ガス保安規則の機能性基準の運用について

3 用語及び定義

この基準で用いる主な用語及び定義は、JIS B 0100、JIS Q 31000 及び JIS Z 3001-1 によるほか、次による。

3.1

CCS

Carbon dioxide Capture and Storage の略語で、二酸化炭素を分離・回収し、輸送して、貯留する技術

3.2

CO₂ ストリーム

二酸化炭素が大部分を占める単相流体

注釈 1 CO₂ ストリームは、一般に、二酸化炭素が 95mol%以上で構成される。

3.3

デンス相

密度が 500kg/m³ より大きく、かつ単相流体状態の二酸化炭素又は CO₂ ストリーム

注釈 1 デンス相の詳細は、ISO 27917 が参考となる。

3.4

単相流体

気相、デンス相などの単一の状態にあり、複数の状態の組み合わせではない流体

3.5

CCS パイプライン

二酸化炭素を出荷施設又は貯留施設まで輸送するために用いる圧力機器及びこれらの付属設備の集合体

注釈 1 付属設備には、例えば、放散設備のうち、圧力を保有しない大気開放の放出管がある。

3.6

圧力機器

CCS パイプラインで輸送する二酸化炭素の圧力を処理、保持又は輸送する機器

注釈 1 導管、圧力容器、圧縮機、ポンプ、バルブ、配管などがある。

注釈 2 CCS パイプラインで輸送する CO₂ ストリーム以外（例えば、計装空気）を扱う機器は、圧力機器に含まない。

注釈 3 圧力の処理とは、昇圧だけでなく減圧も含まれる。

3.7

導管

CCS パイプラインで二酸化炭素の輸送に用いるラインパイプ及び管継手

3.8

ラインパイプ

CCS パイプラインで二酸化炭素の輸送に用いる管

注釈 1 CCS パイプラインで二酸化炭素の輸送以外（運転監視に用いる計測機器の取付け、放散設備（安全弁）への接続など）に用いる管は、ラインパイプに含まない。

3.9

圧力容器

圧力機器のうち、圧力を保持する容器、圧力を発生する流体を内蔵する容器、又は外圧を保持する容器

注釈 1 例えば、熱交換器がある。

注釈 2 特殊な用途である圧縮機、ポンプなどの回転機又は往復機の圧力を保持する部分は、圧力容器に含まない。

3.10

配管

ステーションの敷地内にあって、管及び管継手、バルブなどの部品を組み合わせ、圧力機器の間を結んだ配管系のうち、導管の一部ではない部分

3.11

ステーション

CCS パイプラインで輸送する二酸化炭素の昇圧、計測、熱交換、遮断、水分除去などを目的とする設備及び施設

3.12

ブロック弁

パイプラインの一定区域を閉め切り、計画的又は計画外に減圧する場合、あるいはパイプラインが破損した場合などに、放出される CO₂ ストリームの総量を減らすために設置するバルブ

3.13

検査ピグ

インライン検査を行うため、導管の内部に送る装置

注釈 1 インテリジェントピグ、スマートピグなどと呼ばれている。

3.14

インライン検査

導管の内部に検査装置を送り、内面から行う検査

3.15

耐圧部分

圧力機器を構成する部品のうち、圧力を保持し圧力による荷重を受ける部分

3.16

レベル 1 耐震性能

導管の設置地点において発生するものと想定される地震動のうち、その導管の供用期間中に発生する可能性の高い地震動に対して、導管の損傷又は機能喪失がない耐震性能

3.17

レベル 2 耐震性能

導管の設置地点において発生するものと想定される地震動のうち、最大規模の強さを有する地震動並びにその地震動に係る地盤の液状化及び流動化に対して、導管の気密性が保持される耐震性能

3.18

設計圧力

CCS パイプラインを使用し得る最高の圧力（大気圧以下の場合には、最低の圧力）として、起動時、運転時、停止時、異常時、環境などを考慮して設定する、運転圧力に対して余裕を持たせた圧力

3.19

設計温度

CCS パイプラインを使用し得る最高及び最低の温度として、起動時、運転時、停止時、異常時、環境などを考慮して設定する、運転温度に対して余裕をもたせた温度

3.20

運転圧力

正常運転状態における圧力機器の圧力

3.21

運転温度

正常運転状態における耐圧部分の温度

3.22

高速延性破壊

延性き裂が導管の軸方向に高速で伝播し続ける、パイプラインに特有の破壊現象

3.23

バッテリー 2 カーブ法

導管の破損箇所からの内部流体の噴出に伴う内圧の減圧波速度を示したガス減圧曲線及びき裂伝播速度と圧力の関係を示した材料抵抗曲線（き裂伝播速度曲線）の位置関係によって、高速延性破壊の防止に必要なエネルギーを算定する評価手法

3.24

クラックアレスタ

ラインパイプで発生した高速延性破壊を停止する目的で設置する部材

3.25

腐れ代

腐食、エロージョンなどによる減少分を補うために、設計時にあらかじめ追加する肉厚

3.26

道路

道路法（昭和 27 年法律第 180 号）に規定する道路又は土地区画整理法（昭和 29 年法律第 119 号）、旧住宅地造成事業に関する法律（昭和 39 年法律第 160 号）、都市計画法（昭和 43 年法律第 100 号）、都市再開発法（昭和 44 年法律第 38 号）若しくは新都市基盤整備法（昭和 47 年法律第

86 号) による道路又は港湾法（昭和 25 年法律第 218 号）第 2 条第 5 項第 4 号でに規定する臨港交通施設である道路又は一般交通の用に供する幅員 4m 以上の道で道路運送車両法（昭和 26 年法律第 185 号）第 2 条第 2 項に規定する自動車の通行が可能な道

3.27

河川

河川法（昭和 39 年法律第 167 号）第 4 条第 1 項に規定する一級河川及び同法第 5 条第 1 項に規定する二級河川並びに同法第 100 条第 1 項に規定する準用河川

3.28

水路

運河法（大正 2 年法律第 16 号）に規定する運河又は下水道法（昭和 33 年法律第 79 号）に規定する排水施設のうち開渠構造のもの又は河川以外の公共の水流及び水面であって、導管が設置される地点からの流域面積が 2km² 以上のもの

3.29

市街地

都市計画法第 7 条第 2 項に規定する市街化区域又は同法第 8 条第 1 項第 1 号に規定する用途地域

3.30

インターロック

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し、又は正常な運転条件を逸脱したとき自動的にその運転を制御する機構

3.31

一般高圧ガス保安規則関係例示基準

“一般高圧ガス保安規則の機能性基準の運用について” の別添資料

4 基本要求事項

CCS パイプラインで二酸化炭素を輸送する者は、その事業規模、形態などに応じ、JIS Q 31000 又はこれと同等の規格により、以下の基本要求事項を達成するため、リスクアセスメントを実施して、災害の防止に努めなければならない。

CCS パイプラインに関する基本要求事項は、次の a)～e)による。

- a) CCS パイプラインは、安全に二酸化炭素を輸送する運転をできるように、5 により適切に設計仕様を決定し、それを踏まえて適切に設計、製造、設置しなければならない。
- b) CCS パイプラインを構成する圧力機器は、十分な耐圧性能及び気密性能を有するように、6 及び7により適切に設計及び製造しなければならない。
- c) CCS パイプラインは、災害の発生を防止するとともに、災害が発生した場合の被害拡大を防ぐように、8 及び9により適切に設置しなければならない。
- d) 既存パイプラインの転用は、想定される環境及び運転状態において、安全に二酸化炭素を輸送するため、10 により評価しなければならない。
- e) CCS パイプラインは、上記 a)～d)により設置した設備その他必要な措置を継続的に維持するため、その運転を適切に監視及び制御し、定期的に検査を行い適切な保全を行うとともに、災害その他の異常が発生した場合には迅速に対応できる体制を構築した上で、安全な操業をしなければならない。

注記 その運転の監視及び制御並びに適切な保全及び必要な体制などについては、附属書 A が参考になる。

5 設計仕様

CCS パイプラインの設計仕様は、次の a)～i)による。

- a) 設計圧力
- b) 運転圧力
- c) 設計温度
- d) 運転温度
- e) CO₂ ストリームの状態
- f) CO₂ ストリームの流量
- g) CO₂ ストリームの化学組成
- h) CO₂ ストリームの粒子含有量
- i) 設置状況

注記 1 CO₂ ストリームの状態には、気相、デンス相などがある。

注記 2 CO₂ ストリームの化学組成には、CO₂, N₂, H₂O などがあり、ISO 27913 の Annex A, ノルウェーの Northern Lights プロジェクトの “Northern Lights FEED Report”, カナダの Quest プロジェクトの “Quest CO₂ Pipeline Operations Report” などが参考となる。

注記 3 CO₂ ストリームの粒子含有量には、粒子の重量濃度、最大粒径などがあり、ISO 27913 の Annex C が参考となる。

注記 4 設置状況は、箇条 8 の場合分けが基本になる。

6 導管の設計及び製造

6.1 材料

6.1.1 一般事項

導管の材料は、設計仕様に応じ、その材料に及ぼす化学的影響及び物理的影響に対し、安全な化学成分及び機械的性質を有しなければならない。

6.1.2 耐圧部分に使用する材料

導管の耐圧部分に使用する材料は、次の a) 及び b) による。

- a) 材料規格は、“ガス工作物技術基準の解釈例”の第 14 条第 1 項による。
- b) 材料の使用条件は、材料規格に応じ、次の 1)～5) による。
 - 1) “ガス工作物技術基準の解釈例”の第 14 条第 2 項第 1 号
 - 2) “ガス工作物技術基準の解釈例”の第 14 条第 2 項第 2 号
 - 3) “ガス工作物技術基準の解釈例”の第 14 条第 2 項第 3 号
 - 4) “ガス工作物技術基準の解釈例”の第 14 条第 2 項第 4 号イ及びロ
 - 5) “ガス工作物技術基準の解釈例”の第 14 条第 2 項第 5 号

6.2 構造

6.2.1 一般事項

導管の構造は、導管の内圧、土圧、地震の影響などによって生じる応力に対し、安全な強度を有し、かつ、気密な構造でなければならない。

6.2.2 耐圧部分に使用する材料の許容応力

導管の耐圧部分に使用する材料の耐圧性能にかかる許容応力は、“ガス工作物技術基準の解釈例”の第 19 条第 2 項による。

6.2.3 耐圧部分に使用する材料の厚さ

導管の耐圧部分に使用する材料の厚さは、“ガス工作物技術基準の解釈例”の第 41 条第 1 項及び第 41 条の 2 第 1 項によるほか、6.2.6 に示す高速延性破壊など起こり得る損傷を網羅的に考慮し、適切に定めなければならない。

ただし、耐圧部分における内面側の腐れ代は、材料、検査頻度、CO₂ ストリームの化学組成、粒子含有量などに応じ、適切に定めなければならない。

注記 1 腐食に影響する化学組成については、ISO 27913 の Annex A 及び Annex C が参考となる。

注記 2 エロージョンに影響する粒子含有量については、ISO 27913 の Annex C が参考となる。

6.2.4 接合の方法

導管の接合の方法は、“ガス工作物技術基準の解釈例”の第 41 条第 2 項及び第 41 条の 2 第 2 項

による。

ただし、海底に設置される導管の接合方法は、溶接によることが適当でない場合、保安上必要な強度を有するフランジ接合、ねじ接合継手又は機械的接合（抜け出し防止の措置が講じられているものに限る。）による接合をもって代えてもよい。

6.2.5 耐震性能

導管の耐震性能は、レベル 1 耐震性能及びレベル 2 耐震性能とする。その評価は、設置状況に応じて、次の a)～f)による。ただし、設計地震動については、KHKS 0862 に定めるサイトスペシフィック地震動を用いてもよい。なお、導管の耐震性能評価の対象には、その支持構造物及び基礎を含む。

- a) 地盤面下に埋設される導管の評価は、“ガス工作物技術基準の解釈例”の第 41 条第 3 項の方法により行う。
- b) 地盤面上に設置される導管の評価は、KHKS 0861 及び KHKS 0862 の配管系¹⁾及び基礎を準用又は“ガス工作物技術基準の解釈例”の第 40 条第 3 項第 12 号の配管並びにその支持構造物及び基礎を準用する方法により行う。ただし、その重要度分類は、次の 1)～3)による。
 - 1) 市街地に設置する場合であって、影響を定量的に評価できない場合は、I_a
 - 2) 市街地に設置する場合であって、影響を定量的に評価できる場合は、I
 - 3) 市街地以外に設置する場合は、I
- c) 海底面下に埋設される導管の評価は、a)に示す方法の準用により行う。ただし、その重要度分類は、I とし、設計地震動の計算における地域区分は、その導管の設置地点から最も近い沿岸地域の区分による。
- d) 海底面上に設置される導管の評価は、次の 1)又は 2)による。
 - 1) 支持構造物を設置しない場合は、その設置状況を踏まえた適切な方法により行う。
 - 2) 支持構造物を設置する場合は、b)に示す方法により行う。ただし、その重要度分類は、I とし、設計地震動の計算における地域区分は、その導管の設置地点から最も近い沿岸地域の区分による。
- e) 海面上に設置される導管の評価は、b)に示す方法により行う。ただし、その重要度分類は、I とし、設計地震動の計算における地域区分は、その導管の設置地点から最も近い沿岸地域の区分による。
- f) a)～e)以外の設置状況の導管の評価は、a)～e)のうち最も類似した設置状況の評価方法を踏まえ、適切な方法により行う。

注 1) 配管系は、KHKS 0861 及び／又は KHKS 0862 で定義されたものをいい、配管及びその支持構造物が該当する。

6.2.6 高速延性破壊

ラインパイプ（金属材料に限る。）は、高速延性破壊を防止することを、次の a) , b)又は c)により確認する。

- a) ラインパイプのバースト試験結果
- b) 気相の CO₂ ストリームに使用するラインパイプの場合は、ガス減圧曲線、材料抵抗曲線（き裂伝播速度曲線）などを用いた性能評価の結果
- c) デンス相の CO₂ ストリームに使用するラインパイプの場合は、ラインパイプのバースト試験結果に基づく性能評価の結果

注記 1 a)で規定するバースト試験結果は、その試験条件、制限事項などの確認が重要になる。

注記 2 b)で規定する性能評価については、ISO 27913 の 8.1.5 に規定するバツテル 2 カーブ法がある。

注記 3 c)で規定する性能評価については、ISO 27913 の 8.1.6 及び Annex D に規定する評価図 (Figure D.1) が参考となる。Annex D には、性能評価への評価図 (Figure D.1) の適用に対する留意事項も規定されている。

注記 4 ISO 27913 の 8.1.6, 8.1.7 及び 8.2.3 では、高速延性破壊に関連し、特に必要な場合、クラックアレスタの設置を推奨している。

注記 5 クラックアレスタの設置は、a), b)又は c)の性能評価が前提である。

6.2.7 耐圧試験

導管の耐圧試験は、“ガス工作物技術基準の解釈例”の第 50 条第 1 項第 1 号、第 50 条第 1 項第 7 号又は第 50 条第 2 項による。

6.2.8 気密試験

導管の気密試験は、“ガス工作物技術基準の解釈例”の第 51 条第 1 項のただし書き、第 51 条第 1 項第 2 号、第 51 条第 1 項第 3 号及び第 51 条第 2 項による。

6.3 溶接

6.3.1 一般事項

導管の耐圧部分の溶接継手は、溶込みが十分で、有害な欠陥がなく、かつ、設計上要求される強度以上の強度でなければならない。

6.3.2 溶接継手の形式

導管の耐圧部分の溶接継手の形式は、“ガス工作物技術基準の解釈例”の第 57 条第 2 項及び第 3 項による。

6.3.3 溶接施工方法

導管の耐圧部分の溶接継手の溶接施工方法は、JIS B 8285 又はこれと同等の溶接施工方法確認試験による。

注記 JIS B 8285 と同等の溶接施工方法確認試験には、次の注 a)～注 d)がある。

- 注a) 電気事業法に基づく溶接施工方法確認試験
- 注b) ガス事業法に基づく溶接施工方法確認試験
- 注c) 労働安全衛生法に基づく溶接施工方法確認試験
- 注d) ASME の認定工場での ASME 規格に基づく溶接施工方法確認試験

6.3.4 溶接士

導管の耐圧部分の溶接継手の溶接士は、“ガス工作物技術基準の解釈例”の第 55 条による。

6.3.5 溶接継手の非破壊試験

導管の耐圧部分の溶接継手の非破壊試験は、次の a)～d)による。

- a) “ガス工作物技術基準の解釈例”の第 58 条第 1 項、第 2 項及び第 4 項による。
- b) “ガス工作物技術基準の解釈例”の第 59 条による。
- c) “ガス工作物技術基準の解釈例”の第 60 条による。
- d) “ガス工作物技術基準の解釈例”の第 62 条第 3 項による。

6.3.6 溶接継手の機械試験

導管の耐圧部分の溶接継手の強度は、“ガス工作物技術基準の解釈例”の第 65 条による。

6.3.7 突合せ溶接

6.3.7.1 突合せ溶接継手端面の食違い

導管の耐圧部分の突合せ溶接継手端面の食違いは、“ガス工作物技術基準の解釈例”の第 66 条による。

6.3.7.2 厚さが異なる部材の突合せ溶接継手

導管の耐圧部分の厚さが異なる部材の突合せ溶接継手は、“ガス工作物技術基準の解釈例”の第 67 条による。

6.3.8 溶接継手又は近傍の穴

導管の耐圧部分の溶接継手又は近傍の穴は、“ガス工作物技術基準の解釈例”の第 63 条による。

6.3.9 隣接する長手継手間の距離

導管の耐圧部分の隣接する長手継手間の距離は、“ガス工作物技術基準の解釈例”の第 64 条による。

6.3.10 溶接後熱処理

導管の耐圧部分の溶接継手の溶接後熱処理は、“ガス工作物技術基準の解釈例”の第 71 条第 1 項による。

7 導管以外の圧力機器の設計及び製造

導管以外の圧力機器の設計及び製造は、次の a)又は b)による。

- a) 圧力容器は、JIS B 8265, JIS B 8267 又はこれと同等の規格による。
- b) 圧力容器以外は、JIS B 8265, JIS B 8267 又はこれと同等の規格を準用する。

注記 1 JIS B 8265 は、高圧ガス保安法、電気事業法、ガス事業法及び労働安全衛生法における技術基準（省令、告示など）の整合化を図るため、JIS B 8270 の圧力容器規格体系をベースとして、各技術基準における共通事項を、一般事項として規定した規格である。

注記 2 JIS B 8267 は、JIS B 8265 と、材料の許容応力、衝撃試験などが異なる規格である。

注記 3 JIS B 8267 と同等の規格として、ASME BPVC Sec.VIII Division 1 がある。

8 導管の設置

8.1 地盤面下に埋設する場合

8.1.1 一般事項

地盤面下への導管の埋設は、次の a)～h)による。

- a) 設置された状況により外面に腐食を生ずるおそれがある場合は、腐食を防止する措置を講じなければならない。
- b) 地崩れ、山崩れ、地盤の不同沈下などにより導管が損傷を受けるおそれがある場合は、損傷を防止するための措置その他適切な措置を講じなければならない。
- c) 地盤面に対し、所定の距離を有しなければならない。
- d) 標識を設けなければならない。
- e) 埋め戻しは、適切な方法でしなければならない。
- f) 導管から CO₂ ストリームが漏えいしたとき、有害な滞留が生じないように設置しなければならない。
- g) 導管から CO₂ ストリームが漏えいしたとき、有害な滞留が生じるおそれのある場合は、その漏えいしたガスを適切に検知し、かつ、警報するための設備を設けなければならない。
- h) a)～g)のほか、導管の仕様、周辺環境などに応じた措置をしなければならない。

注記 h)に規定する措置については、例えば附属書 B が参考になる。

8.1.2 防食措置

外面腐食を防止する措置は、“ガス工作物技術基準の解釈例”の第 103 条第 2 項による。

注記 1 CCS パイプラインは、内面腐食も考慮する必要がある、その措置は 6.2.3 のただし書きで規定している。

注記 2 設置された状況により腐食を生ずるおそれがある場合は、“ガス工作物技術基準の解釈例”の第 103 条第 1 項が参考となる。

8.1.3 損傷を防止するための措置その他適切な措置を講じなければならない場所

8.1.3.1 埋設してはならない場所

埋設してはならない場所は、次の a)～e)による。

- a) 建物の内部又は基礎面下（CCS パイプラインに係る建物を除く）
- b) 過去の実績及び環境条件の変化（土地造成その他による地形の変更、排水の変化など）から地崩れ又は山崩れの危険のおそれのある場所
- c) 現に不同沈下が目立って進行している場所又は過去の実績から推定してそのおそれのある場所
- d) 災害対策基本法（昭和 36 年法律第 223 号）第 40 条に規定する都道府県地域防災計画又は同法第 42 条に規定する市町村地域防災計画において定められている震災時のための避難空地

- e) 鉄道及び道路のずい道内

8.1.3.2 保安上適切な措置を講ずる場合に設置してよい埋設場所

地形の状況その他特別の理由によりやむを得ない場合であつて、かつ、保安上適切な措置を講ずる場合に埋設してよい場所は、次の a)～e)による。

- a) 高速自動車国道及び自動車専用道路の車道、路肩及び中央帯並びに狭あいな道路
- b) 河川区域及び水路敷
- c) 急傾斜地の崩壊による災害の防止に関する法律（昭和 44 年法律第 57 号）第 3 条第 1 項の規定により指定された急傾斜地崩壊危険区域
- d) 地すべり等防止法（昭和 33 年法律第 30 号）第 3 条第 1 項の規定により指定された地すべり防止区域及び同法第 4 条第 1 項の規定により指定されたたばた山崩かい防止区域
- e) 海岸法（昭和 31 年法律第 101 号）第 2 条に規定する海岸保全施設及びその敷地

8.1.3.3 建物の基礎面下

建物の基礎面下は、“ガス工作物技術基準の解釈例”の第 115 条による。

8.1.4 地盤面に対する距離

導管の外面から地盤面に対する距離は、“一般高圧ガス保安規則関係例示基準”の“37. 導管の架設、埋設等”の 3. による。

8.1.5 標識

標識は、“一般高圧ガス保安規則関係例示基準”の“1. 境界線・警戒標等標識”の 7. による。

8.1.6 埋め戻しの方法

埋め戻しの適切な方法は、“一般高圧ガス保安規則関係例示基準”の“38. 防食及び応力を吸収するための措置（導管）”の 2.1 による。

8.2 地盤面上に設置する場合

8.2.1 一般事項

地盤面上への導管の設置は、次の a)～i)による。

- a) 設置された状況により外面に腐食を生ずるおそれがある場合は、腐食を防止する措置を講じなければならない。
- b) 自動車、船舶などの衝突により導管が損傷を受けるおそれがある場合は、衝撃による損傷を防止するための措置を講じなければならない。
- c) 地崩れ、山崩れ、地盤の不同沈下などにより導管が損傷を受けるおそれがある場合は、損傷を防止するための措置その他適切な措置を講じなければならない。
- d) 地盤面から離して設置しなければならない。
- e) 標識を設けなければならない。
- f) 有害な伸縮が生じるおそれのある箇所には、有害な伸縮を吸収する措置を講じなければならない。
- g) 導管から CO₂ ストリームが漏えいしたとき、有害な滞留が生じないように設置しなければならない。
- h) 導管から CO₂ ストリームが漏えいしたとき、有害な滞留が生じるおそれのある場合は、その漏えいしたガスを適切に検知し、かつ、警報するための設備を設けなければならない。
- i) a)～h)のほか、導管の仕様、周辺環境などに応じた措置をしなければならない。

注記 i)に規定する措置については、例えば附属書 B が参考になる。

8.2.2 防食措置

外面腐食を防止する措置は、周辺環境、保温材施工の有無などを踏まえた適切な措置とする。

注記 CCS パイプラインは、内面腐食も考慮する必要がある、その措置は 6.2.3 のただし書きで規定している。

8.2.3 導管の損傷防止措置

衝撃による損傷を防止するための措置は、周辺環境などを踏まえた適切な措置とする。

ただし、道路の路面に露出している導管の損傷を防止するための措置は、“ガス工作物技術基準の解釈例”の第 104 条によってもよい。

8.2.4 損傷を防止するための措置その他適切な措置を講じなければならない場所

8.2.4.1 設置してはならない場所

設置してはならない場所は、次の a)～e)による。

- a) 建物の内部（CCS パイプラインに係る建物を除く）
- b) 過去の実績及び環境変化（土地造成その他による地形の変更、排水の変化など）から地崩れ又は山崩れの危険のおそれのある場所

- c) 現に不同沈下が目立って進行している場所又は過去の実績から推定してそのおそれのある場所
- d) 災害対策基本法（昭和 36 年法律第 223 号）第 40 条に規定する都道府県地域防災計画又は同法第 42 条に規定する市町村地域防災計画において定められている震災時のための避難空地
- e) 鉄道及び道路のずい道内

8.2.4.2 保安上適切な措置を講ずる場合に設置してよい設置場所

地形の状況その他特別の理由によりやむを得ない場合であつて、かつ、保安上適切な措置を講ずる場合に設置してよい場所は、次の a)～e)による。

- a) 高速自動車国道及び自動車専用道路の車道、路肩及び中央帯並びに狭あいな道路
- b) 河川区域及び水路敷
- c) 急傾斜地の崩壊による災害の防止に関する法律（昭和 44 年法律第 57 号）第 3 条第 1 項の規定により指定された急傾斜地崩壊危険区域
- d) 地すべり等防止法（昭和 33 年法律第 30 号）第 3 条第 1 項の規定により指定された地すべり防止区域及び同法第 4 条第 1 項の規定により指定されたばた山崩かい防止区域
- e) 海岸法（昭和 31 年法律第 101 号）第 2 条に規定する海岸保全施設及びその敷地

8.2.5 地盤面に対する距離

導管の外面と地盤面との距離は、“一般高圧ガス保安規則関係例示基準”の“37. 導管の架設，埋設等”の 2. による。

8.2.6 標識

標識は、“一般高圧ガス保安規則関係例示基準”の“1. 境界線・警戒標等標識”の 6. による。

8.2.7 有害な伸縮を吸収する措置

有害な伸縮を吸収する措置は、次の a)又は b)による。

- a) “ガス工作物技術基準の解釈例”の第 44 条による。
- b) “一般高圧ガス保安規則関係例示基準”の“38. 防食及び応力を吸収するための措置（導管）”の 2.2 及び 2.3 による。

8.3 海底面下に埋設する場合

8.3.1 一般事項

海底面下への導管の埋設は、次の a)～g)による。

- a) 設置された状況により外面に腐食を生ずるおそれがある場合は、腐食を防止する措置を講じなければならない。
- b) 投錨などにより損傷を受けるおそれがある場合は、損傷を防止するための適切な措置を講じなければならない。
- c) 船、波などの影響を受けないような深さに設けなければならない。
- d) 有害な伸縮が生じるおそれのある箇所には、有害な伸縮を吸収する措置を講じなければならない。
- e) 導管から CO₂ ストリームが漏えいしたとき、有害な滞留が生じないように設置しなければならない。
- f) 導管から CO₂ ストリームが漏えいしたとき、有害な滞留が生じるおそれのある場合は、その漏えいしたガスを適切に検知し、かつ、警報するための設備を設けなければならない。
- g) a)～f)のほか、導管の仕様、周辺環境などに応じた措置をしなければならない。

注記 g)に規定する措置については、例えば附属書 B が参考になる。

8.3.2 防食措置

外面腐食を防止する措置は、周辺環境を踏まえた適切な措置とする。

注記 CCS パイプラインは、内面腐食も考慮する必要がある、その措置は 6.2.3 のただし書きで規定している。

8.3.3 損傷を防止する措置

損傷を防止するための適切な措置は、“ガス工作物技術基準の解釈例”の第 105 条第 5 項による。

注記 投錨などにより損傷を受けるおそれがある場合は、“ガス工作物技術基準の解釈例”の第 105 条第 4 項が参考となる。

8.3.4 海底に設置する場合の設置深さ

海底に導管を設置する場合の設置深さは、“一般高圧ガス保安規則関係例示基準”の“37. 導管の架設、埋設等”の 4. による。

8.3.5 有害な伸縮を吸収する措置

有害な伸縮を吸収する措置は、周辺環境を踏まえた適切な措置とする。

8.4 海底面上に設置する場合

8.4.1 一般事項

海底面上への導管の設置は、8.3.1 a)～f)によるほか、次の a)～c)による。

- a) 移動を防止する措置を講じなければならない。
- b) 有害な振動を防止する措置を講じなければならない。
- c) a), b)のほか、導管の仕様、周辺環境などに応じた措置をしなければならない。

注記 c)に規定する措置については、例えば附属書 B が参考になる。

8.4.2 移動を防止する措置

移動を防止する措置は、“ガス工作物技術基準の解釈例”の第 46 条の 2 第 1 項による。

8.4.3 有害な振動を防止する措置

有害な振動を防止する措置は、“ガス工作物技術基準の解釈例”の第 46 条の 2 第 2 項による。

8.5 海面上に設置する場合

8.5.1 一般事項

海面上への導管の設置は、次の a)～e)による。

- a) 設置された状況により外面に腐食を生ずるおそれがある場合は、腐食を防止する措置を講じなければならない。
- b) 有害な伸縮が生じるおそれのある箇所には、有害な伸縮を吸収する措置を講じなければならない。
- c) 導管から CO₂ ストリームが漏えいしたとき、有害な滞留が生じないように設置しなければならない。
- d) 導管から CO₂ ストリームが漏えいしたとき、有害な滞留が生じるおそれのある場合は、その漏えいしたガスを適切に検知し、かつ、警報するための設備を設けなければならない。
- e) a)～d)のほか、導管の仕様、周辺環境などに応じた措置をしなければならない。

注記 e)に規定する措置については、例えば附属書 B が参考になる。

8.5.2 防食措置

外面腐食を防止する措置は、周辺環境を踏まえた適切な措置とする。

注記 CCS パイプラインは、内面腐食も考慮する必要がある、その措置は 6.2.3 のただし書きで規定している。

8.5.3 有害な伸縮を吸収する措置

有害な伸縮を吸収する措置は、周辺環境を踏まえた適切な措置とする。

9 ステーションの設置

9.1 一般事項

ステーションの設置は、次の a)～j)による。

- a) ステーションの敷地境界を明示しなければならない。
- b) その見やすい箇所に、ステーションに異常を認めた場合の連絡先その他必要な事項を明瞭に記載した標識を設けなければならない。
- c) ステーションに立入る人員を管理しなければならない。
- d) ステーション内に設置する圧力機器及びこれらの付属設備の位置は、ステーション全体のレイアウトを考慮して、決定しなければならない。
- e) ステーションは、CO₂ ストリームが漏えいしたとき、有害な滞留が生じないような構造にしなければならない。
- f) CO₂ ストリームが漏えいしたとき、有害な滞留が生じるおそれのある場合は、その漏えいしたガスを適切に検知し、かつ、警報するための設備を設けなければならない。
- g) 高温及び低温の圧力機器は、適切に断熱又は保護しなければならない。
- h) 保全活動及び緊急時対応が、容易に行えるレイアウトにしなければならない。
- i) 停電、自然災害などにより、ステーションの機能が失われない措置を講じなければならない。
- j) ステーションで CO₂ ストリームの漏えい、圧力機器の破裂などが発生した場合の安全性評価（人員の収容、避難など）をしなければならない。

9.2 放散設備

放散設備を設置する場合は、次の a)～d)による。

- a) 放散に伴う減圧速度を制御する機能を有しなければならない。
- b) 放散中に導管の温度が設計温度を下回らない措置を講じなければならない。
- c) ブロック弁の設置間隔に応じた容積を放散する能力を有しなければならない。
- d) 開口部は、近接する建築物又は工作物の高さ以上の高さであって、かつ、放出した CO₂ ストリームが拡散し、地盤面における二酸化炭素の濃度が高濃度にならない位置に設置しなければならない。

9.3 ブロック弁

緊急の用に供するブロック弁の設置は、次の a)～e)による。

- a) 計器室で操作又は自動で作動する操作機構を有しなければならない。
- b) 円滑で、かつ、確実に開閉する作動機能を有しなければならない。
- c) 弁座の漏えい量が、保安上支障のない量以下でなければならない。
- d) 開閉状態を示す手段を有しなければならない。
- e) 導管の設置場所、導管の長さなどに応じ、適切な箇所、区間ごとに設けなければならない。

9.4 圧縮機及びポンプ

圧縮機及びポンプを設置する場合は、次の a) 及び b) による。

- a) CCS パイプラインの運転中にその場所で発生し得る全ての相状態を考慮して設計し、設置しなければならない。
- b) 所定の温度を超えた温度の CO₂ ストリームを、導管に送入しないで処理できる措置を講じなければならない。

9.5 熱交換器

熱交換器を設置する場合は、CCS パイプラインの運転中にその場所で発生し得る全ての相状態を考慮して設計し、設置しなければならない。

9.6 検査ピグランチャ及び検査ピグレシーバ

検査ピグランチャ及び検査ピグレシーバを設置する場合は、次の a)～c) による。

- a) CCS パイプラインの設計仕様に応じ、適切にインライン検査を行える装置を使用できるように設計し、設置しなければならない。
- b) 一時的又は常時に、設置しなければならない。
- c) 検査ピグレシーバには、減圧速度を制御する措置を講じなければならない。

9.7 水分除去設備

水分除去設備は、CCS パイプラインの設計仕様で定めた CO₂ ストリームの化学組成を満たすため、CO₂ ストリームから水分を除去する必要がある場合は、設置しなければならない。

10 既存パイプラインの転用

既存のパイプラインは、この規格の要求事項を満足する場合に限り、CCS パイプラインに転用してもよい。

注記 転用するために必要な確認事項については、ISO 27913 が参考となる。

20250820_DRAFT

附属書 A**(参考)****CCS パイプラインの安全な操業のための対策事例****A.1 運転監視****A.1.1 一般事項**

CCS パイプラインには、その計器室において、運転監視に必要な情報を表示及び／又は警報する機能を設ける。

また、適宜及び／又は定期的に、CO₂ ストリームをサンプリングし、化学分析をして、その結果を活用する。

注記 1 運転監視に必要な情報の表示には、次の注 a)～注 c)がある。

注a) CO₂ ストリームの圧力、温度、流量など

注b) 保安上重要な圧力機器の作動状況

注c) 保安上重要なバルブの開閉状態

注記 2 運転監視に必要な警報には、次の注 a)～注 f)がある。

注a) 圧力の急激な変動、規定値の超過など

注b) 温度の急激な変動、規定値の超過など

注c) 流量の急激な変動、規定値の超過など

注d) 保安上重要なバルブの閉鎖

注e) 一定加速度以上の地震動の検知

注f) 水分の急激な変動、規定値の超過など

A.1.2 計測機器

運転監視に使用する計測機器は、次の a)～c)が参考となる。

a) 十分な信頼性があり、運転条件に応じた性能を有するものを用いる。

b) 安全機能が正常に作動する箇所に、設置する。

c) 設置する計測機器には、次の 1)～5)がある。

1) 圧力計

2) 温度計

3) 流量計

4) 水分分析機器

5) 感震装置

A.1.3 CO₂ ストリームのサンプリング

運転監視に必要なサンプリング及び化学分析は、次の a)及び b)が参考となる。ただし、A.1.2 に規定する計測機器で測定できる場合は、サンプリングを実施する必要はない。

a) 適宜及び／又は定期的に、実施する。

- b) CO₂ ストリームの化学組成、粒子含有量などが、設計仕様で定める範囲を逸脱した場合は、速やかにその原因を調査し、かつ、CCS パイプラインに与える影響を評価する。

A.2 運転制御

A.2.1 試運転

CCS パイプラインは、二酸化炭素を輸送する運転を開始する前に、十分な露点まで乾燥させる。

A.2.2 運転開始

CCS パイプラインは、運転制御に関する機器及び機能が正常に動作する場合に限り、運転を開始する。このために、正しい手順で運転を開始するよう、適切なインターロックを備える。

A.2.3 運転中の自動制御

CCS パイプラインは、各運転パラメータの許容範囲内で運転されるように自動制御する機能を有するのがよい。ただし、自動制御する機能が適切ではない場合、手動操作で制御する機能としてもよい。

手動操作が必要な機能に対しては、誤操作を防止するような措置を講じる。

注記 運転中の自動制御には、例えば、導管が所定の圧力を超えた場合に直ちに所定の圧力以下に戻す措置がある。

A.2.4 運転停止

CCS パイプラインは、通常停止機能のほか、A.2.3 の自動制御により回避することができない異常が生じた場合に、異常を検知し、運転を緊急停止する機能を有するものを用いる。

A.2.5 故障時の動作

CCS パイプラインは、運転制御に関係する機器又は回路が故障した場合に、制御機能が動作しない状態で運転が開始又は継続することを回避するように設計する。

A.3 技術文書

A.3.1 一般事項

CCS パイプラインで二酸化炭素を輸送する者は、CCS パイプラインの運転及び保全に必要な情報を記載した技術文書を作成し、管理を行う。

技術文書は、導管の使用を停止した場合も保存する。

A.3.2 圧力機器の設計及び製造に関する技術文書

設計及び製造に関する技術文書には、次の a)～e)を含める。

- a) 適用法規及び適用基準に関する事項
- b) 設計仕様に関する事項

- c) 材料に関する事項
- d) 構造に関する事項
- e) 溶接に関する事項

A.3.3 導管及びステーションの設置に関する技術文書

導管及びステーションの設置に関する技術文書には、次の a)～d)を含める。

- a) 適用法規及び適用基準に関する事項
- b) 設計仕様に関する事項
- c) 設置場所の調査に関する事項
- d) 設置経路に関する事項

A.3.4 運転に関する技術文書

運転に関する技術文書には、次の a)～c)を含める。

- a) 運転監視に関する事項
- b) 運転制御に関する事項
- c) 運転の手順に関する事項

A.3.5 保全に関する技術文書

保全に関する技術文書には、次の a)～e)を含める。

- a) 点検に関する事項
- b) 検査に関する事項
- c) 修理、清掃などに関する事項
- d) 腐食管理に関する事項
- e) 事故、トラブルなどに関する事項

A.3.6 保安に関する技術文書

保安に関する技術文書には、次の a)～d)を含める。

- a) 事業者による保安対策に関する事項
- b) 保安教育に関する事項
- c) 訓練に関する事項
- d) 責任者に関する事項

A.4 保全

A.4.1 点検

CCS パイプラインは、導管及び付属設備の設置状況、運転状況などを考慮し、適切な頻度及び方法で点検し、その点検記録を作成し、これを保存する。

点検の結果、異常につながると判断した場合及び異常が認められた場合は、状況に応じた適切な補修、取替又は調整などの措置を講じる。

A.4.2 検査

CCS パイプラインは、定期的に、保安のための検査を行い、その検査記録を作成し、これを保存する。

検査の結果、異常につながると判断した場合及び異常が認められた場合は、状況に応じた適切な補修、取替又は調整などの措置を講じる。

A.4.3 修理、清掃など

CCS パイプラインの修理又は清掃及びその後の運転は、保安上支障のない状態で行う。

A.4.4 腐食管理

CCS パイプラインは、運転監視で得られた情報、点検記録、検査記録などに基づき、内面腐食、エロージョン及び外面腐食について、適切な腐食管理を行う。

注記 1 内面腐食及びエロージョンの腐食管理については、ISO 27913 の Annex C が参考となる。

注記 2 エロージョンには、キャビテーション・エロージョン、サンド・エロージョンなどがある。

注記 3 エロージョン及び内面腐食の相乗効果による減肉事象もあり、エロージョン／コロージョンという。

A.5 保安

A.5.1 事業者による保安対策

A.5.1.1 一般事項

CCS パイプラインで二酸化炭素を輸送する者は、事業者による保安対策を定める。

A.5.1.2 事業者による保安対策で規定する事項

事業者による保安対策で規定する事項は、次の a)～o)がある。

- a) CCS パイプラインの工事，維持又は運用に関する業務を管理する責任者の職務及び組織に関する事項
- b) 責任者が旅行，疾病その他事故によってその職務を行うことができない場合に，その職務を代行する者に関する事項
- c) CCS パイプラインの工事，維持又は運用に従事する者に対する保安教育に関する事項
- d) CCS パイプラインの保安に係る巡視，点検及び検査に関する事項
- e) CCS パイプラインの安全な運転及び操作に関する事項
- f) CCS パイプラインの運転又は操作を管理する電子計算機に係るサイバーセキュリティ（サイバーセキュリティ基本法（平成 26 年法律第 104 号）第 2 条に規定するサイバーセキュリティをいう。）の確保に関する事項
- g) CCS パイプラインに係る工事及び修理事業の管理に関する事項
- h) CCS パイプラインが危険な状態となった場合及び災害が発生した場合の措置並びにその訓練方法に関する事項
- i) 災害が発生した場合における影響範囲の検討に関する事項
- j) 大規模な地震に係る防災及び減災対策に関する事項
- k) 津波による被害が想定される地域にあっては，津波に係る防災及び減災対策に関する事項
- l) 保安に係る記録に関する事項
- m) 事業者による保安対策の作成及び変更の手続きに関する事項
- n) 従業者に対する当該事業者による保安対策の周知方法及び当該事業者による保安対策に違反した者に対する措置に関する事項
- o) その他 CCS パイプラインの工事，維持又は運用に関する保安に関し必要な事項

附属書 B**(参考)****導管の設置に関する措置の例****B.1 一般**

この附属書は、箇条 8 の一般事項における“導管の仕様、周辺環境などに応じた措置”について、事業者の参考となるよう、他法令における事例を箇条 8 の場合分けに応じて示したものである。なお、これらの例は、網羅的ではなく、また、優先順位を示していない。

B.2 地盤面下に埋設する場合

導管を地盤面下に埋設する場合の措置の例としては、次の a)～g)がある。

- a) フランジ接合を用いた場合における、接合部分の点検を可能とする措置。
- b) 災害発生時における被害及び防災・保全活動を考慮した場所への設置。
- c) 地盤の凍結による損傷の防止。
- d) 盛土又は切土の斜面の近傍に埋設する場合のすべり面を考慮した設置。
- e) 立ち上がり部、地盤の急変部など支持条件が急変する箇所における、曲がり管の挿入、地盤改良又はその他の必要な措置。
- f) 市街地、ずい道（不特定の人が立ち入るずい道に限る。）上及び砂質土などの透水性地盤中に埋設する場合における、人が滞留する場所への漏えいした CO₂ ストリームの滞留を有効に防止する措置。
- g) 道路下に埋設する場合の、次の 1)及び 2)の措置。
 - 1) 自動車荷重の影響の少ない場所への埋設。
 - 2) 道路及び道路に埋設されている電線、水管などに係る工事による導管の損傷防止。

B.3 地盤面上に設置する場合

導管を地盤面上に設置する場合の措置の例としては、次の a)～e)がある。

- a) フランジ接合を用いた場合における、接合部分の点検を可能とする措置。
- b) 災害発生時における被害及び防災・保全活動を考慮した場所への設置。
- c) 地震、風圧、火災などに対し安全な構造の支持物による支持。
- d) 落雷による導管への影響を回避する措置。
- e) 市街地及びずい道（不特定の人が立ち入るずい道に限る。）上に設置する場合における、人が滞留する場所への漏えいした CO₂ ストリームの滞留を有効に防止する措置。

B.4 海底面下に埋設する場合

導管を海底面下に埋設する場合の措置の例としては、次の a)～e)がある。

- a) 既設の導管との相互影響の防止。
- b) 2 本以上の導管を同時に埋設する場合における、その導管同士の相互影響の防止。
- c) 洗堀のおそれがある場合における、洗堀を防止する措置。

- d) 保安上適切な方法による掘削及び埋め戻し。
- e) フランジ接合、ねじ接合継手又は機械的接合を用いた場合における、接合部分の点検を可能とする措置。

B.5 海底面上に設置する場合

導管を海底面上に設置する場合の措置の例としては、次の a)～e)がある。

- a) 2 本以上の導管を同時に設置する場合における、その導管同士の相互影響の防止。
- b) 立ち上がり部への防護工の設置。
- c) 洗堀のおそれがある場合における、洗堀を防止する措置。
- d) 海底面をならすなど、導管が連続して支持されるようにする措置。
- e) フランジ接合、ねじ接合継手又は機械的接合を用いた場合における、接合部分の点検を可能とする措置。

B.6 海面上に設置する場合

導管を海面上に設置する場合の措置の例としては、次の a)～f)がある。

- a) フランジ接合を用いた場合における、接合部分の点検を可能とする措置。
- b) 地震、風圧、波圧などに対し安全な構造の支持物による支持。
- c) 落雷による導管への影響を回避する措置。
- d) 船舶の航行による損傷防止のための、海面との間の適切な空間の確保。
- e) 船舶の衝突などによって導管又はその支持物が損傷を受けるおそれのある場合における、防護設備の設置。
- f) 他の工作物（その導管の支持物を除く。）に対する、その導管の維持管理上必要な間隔の確保。

参考文献

- ・ ISO 27913 Carbon dioxide capture, transportation and geological storage — Pipeline transportation systems
- ・ 米国連邦規則 Code of Federal Regulations Title 49 Part 195

20250820_DRAFT