

第4章 鞘管工法

4.1 工法概要

鞘管工法は、更生対象管の形状寸法に合わせてあらかじめ製作した管を挿入する。既設管内に内挿する管の種類から分類できる。

【解説】

(1) 鞘管工法の概要

鞘管工法は、既設管内に強化プラスチック複合管（FRPM管）、ダクトイル鋳鉄管（DCI管）、鋼管、ポリエチレン管等を立坑から運搬して接合若しくは溶接、溶着、又は立坑内で接合して推進した後、既設管との間隙にエアモルタル等の充填材を充填して管路を構築する工法である。なお、充填を行わない場合には、現場状況により個別に検討が必要である。

表 4.1-1 に本書における鞘管工法の適用範囲、表 4.1-2 に施設変状や設計・施工条件に対する鞘管工法の適用範囲を示す。

表 4.1-1 本書における鞘管工法の適用範囲

適用範囲	対象工法	管路更生工法
		鞘管工法
適用目的		・補修（水密性、通水性及び耐久性の回復又は向上）【ライニング管】 ・改修【自立管】（※1）
既設管種		全管種（※2）
対象変状		・補修（ライニング管）：継手部の間隙、曲げ角度、ゴム輪の劣化や脱落、溶接部の劣化／管体の部分的な腐食（管厚減少、錆こぶ）／管体内面の摩耗（水理機能の低下）／モルタルライニングの摩耗や剥離 ・改修（自立管）：管体の変形やたわみ／管体のひび割れや亀裂、鉄筋の腐食／カバーコートモルタルの劣化や摩耗／PC鋼線の腐食や破断／管体の腐食（管厚減少）（※3、4）
口径・延長		・口径 800mm 未満は適用外とする（※5） ・単位施工延長は充填材の材料性状に変化を生じさせずに、それを圧送できる距離とする
線形・施工条件		・原則、滞水状態での施工は行わない（施工前に管内の滞留水の排水や浸入水の止水処理、管内面の清掃を行う） ・原則、分岐部や屈曲部への適用性は工法の個別性能による（更生管端部の水密性や耐久性を照査する）（※6） ・勾配（水平・鉛直方向）に対する適用性は工法の個別性能による
既設管の性能低下状態		補修（ライニング管）として用いる場合は、以下の条件を満たすこと ・既設管の耐荷力は健全であること ・既設管（とう性管）のたわみ率は5%以下とする ・ジョイント間隔は施工管理基準の規格値×1.5を上限とする（※7）
地盤追従性		・設計基準「パイプライン」の「管体の縦断方向の設計」を準用
耐震性		・設計基準「パイプライン」の「耐震設計」を準用

※1：本書における内挿管の適用管種は、設計基準「パイプライン」に記載されている管種のうち、ダクトイル鋳鉄管、鋼管、強化プラスチック複合管、ポリエチレン管等とする。

※2：石綿セメント管は、管を除去できない場合にのみ管路更生工法を適用する。ただし、自立管設計とし、施工は作業員の健康障害への影響を十分踏まえた上で対応する。また、更生管の外側に石綿セメント管が存置されることに留意する必要がある。

- ※3：変状に対する適用性は工法の個別性能による。
- ※4：既設管の性能低下のほか、リスクへの配慮や施設使用条件の変化に伴う設計条件（水量、水圧、荷重）の変更による性能向上等も対象とする。
- ※5：入管せずに施工可能な場合（本管施工時に入管の必要がなく端部処理等の管内作業も立坑内から実施可能な場合等）はこの限りではない。また、口径の適用範囲は、工法の個別性能による。
- ※6：分岐部や屈曲部への適用について、端部の水密性や更生管の耐久性・耐荷性が確保される場合は適用可能であるが、既設管の曲管部や分岐管部に異形鋼管が用いられ、その性能が健全である場合は、原則、管更生を行わない。
- ※7：管路更生工法のライニングで補修可能な範囲は、下図のとおり継手間隔が施工管理基準の規格値の1.5倍を上限とする。

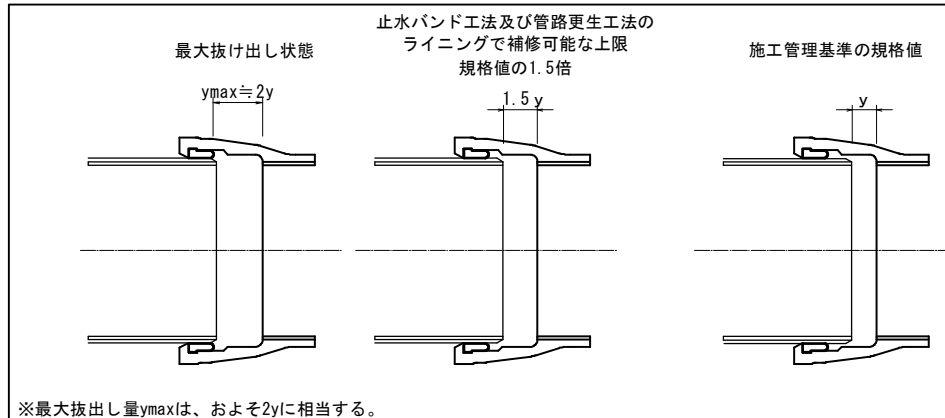


表 4.1-2 対策工法別の施設変状や設計・施工条件に対する適用範囲

適用条件		補 修	改 修
		ライニング管（鞘管工法）	自立管（鞘管工法）
R C 管	継手の変位	適用可 （継手の間隔は施工管理基準の規格値×1.5を上限とする）	適用可
	ひび割れ	適用不可	適用可
	鉄筋露出、腐食	適用不可	適用可
	管厚の減少	適用不可	適用可
P C 管	継手の変位	適用可 （継手の間隔は施工管理基準の規格値×1.5を上限とする）	適用可
	ひび割れ	適用不可	適用可
	鉄筋露出、腐食	適用不可	適用可
	管厚の減少	適用不可	適用可
	カバーコート摩耗・中性化	適用不可	適用可
	P C 鋼線の腐食	適用不可	適用可
	土壌に腐食性物質が存在 （硫化物の含有等）	適用不可	適用可
	地下水に腐食性物質が存在 （浸食性遊離炭酸、各種イオン（塩酸、硝酸、硫酸）の含有）	適用不可	適用可
S P 管・D C I 管	たわみ量	5 %以下	適用可
	内面塗装の損傷・腐食	適用可 （耐荷性に影響しない管厚の減少に限る）	適用可
	外面塗装（塗覆装）の損傷・腐食	適用不可 （塗覆装の修繕等、防食対策を別途行う場合を除く）	適用可
	発錆・孔食	適用不可 （発錆因子の遮断等の防食対策を別途講じる場合を除く） （孔食部は鋼板補強等の対策を別途行う場合を除く）	適用可
	管厚の減少	適用不可 （発生因子の遮断等の防食対策を別途講じる場合を除く）	適用可
	C/S マクロセル腐食の可能性 （メタルタッチ、塗覆装の不良）	適用不可 （塗覆装の修繕やメタルタッチの遮断等、防食対策を別途行う場合を除く）	適用可
	通気差マクロセル腐食の可能性 （塗覆装の不良、土壌性質の変化点等）	適用不可 （塗覆装の修繕等、防食対策を別途行う場合を除く）	適用可
	異種金属接触腐食の可能性 （塗覆装の不良、絶縁されていない鋼製管同士の接続）	適用不可 （塗覆装の修繕や絶縁対策等、防食対策を別途行う場合を除く）	適用可
	電食の可能性 （電鉄の迷走電流、塗覆装の不良）	適用不可 （塗覆装の修繕等、防食対策を別途行う場合を除く）	適用可
F R P M 管	継手の変位	適用可 （継手の間隔は施工管理基準の規格値×1.5を上限とする）	適用可
	ひび割れ	適用不可	適用可
	たわみ量	5 %以下	適用可
P V C 管	継手の変位	適用可 （継手の間隔は施工管理基準の規格値×1.5を上限とする）	適用可
	ひび割れ	適用不可	適用可
	たわみ量	5 %以下	適用可

※既設管としてのP E管はφ300以下の小口径で使用されているため上表に記載していないが、鞘管工法の適用を制限するものではない。P E管（既設管）に適用する場合はP V C管を参照してよい。

管を立坑から搬入して接合する場合の施工概要（例）を図 4.1-1 に、立坑内で接合して推進する場合の施工概要（例）を図 4.1-2 に、巻き込んだ管を立坑から搬入し溶接する場合の施工概要（例）を図 4.1-3 に示す。

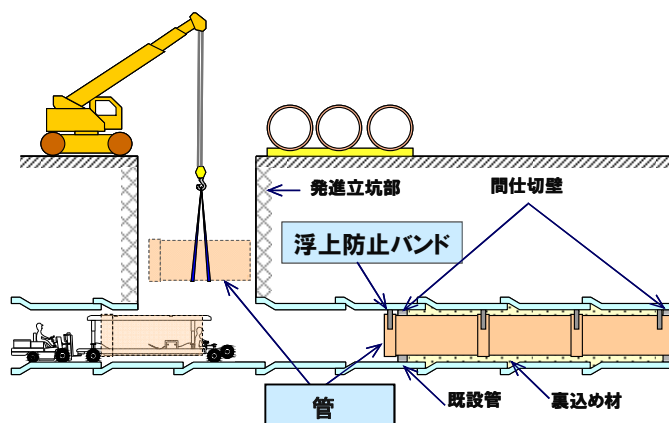


図 4.1-1 鞘管工法施工概要図（搬入・接合）（FRPM管、DCI管例）

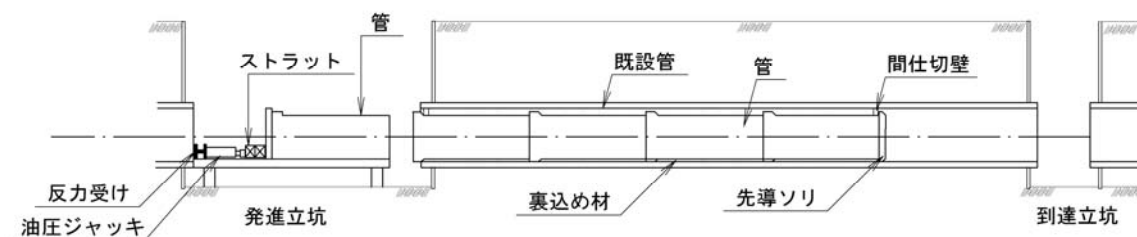


図 4.1-2 鞘管工法施工概要（接合・推進）（DCI管例）

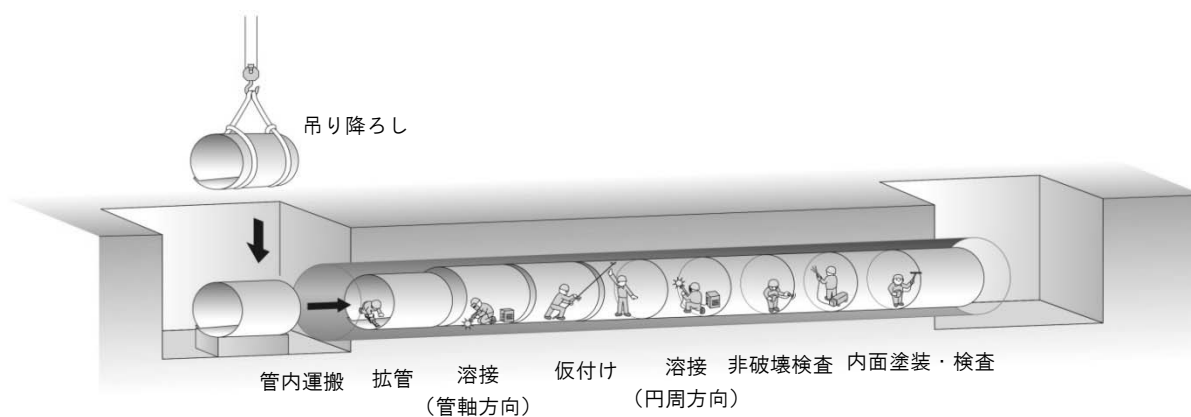


図 4.1-3 鞘管工法施工概要（巻き込み・溶接）（鋼管例）

(2) 鞘管工法に用いる更生材の構成要素と特徴

鞘管工法に用いる管について既設管との間隙には、エアモルタル等が充填される。

各種内挿管における更生材の構成要素及び特徴等を以下に示す。

1) 内挿管

① 強化プラスチック複合管

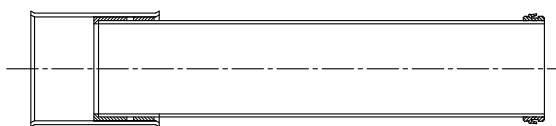
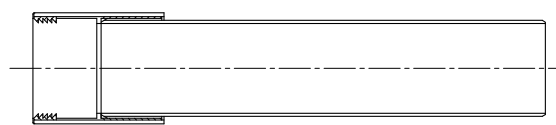
内挿する強化プラスチック複合管は、用途に合わせて内圧管、内挿用内圧管に区分され、設計内水压、設計外水压、土かぶりにより管種が設定される。内挿用内圧管は通常の内圧管よりも薄肉であるという特徴を持つ。

表 4.1-3 内挿用に用いられる強化プラスチック複合管の種類

強さによる区分		形状による区分		試験内圧 (MPa)	最大設計内圧 (MPa)
		B 形	C 形		
内圧管	1 種	口径 500～ 3000mm	口径 200～ 3000mm	2.6	1.3
	2 種			2.1	1.05
	3 種			1.4	0.7
	4 種			1.0	0.5
	5 種			0.5	0.25
内挿用内圧管	3 種	—	口径 600～ 3000mm	1.4	0.7
	4 種			1.0	0.5
	5 種			0.5	0.25

備考：試験内圧は J I S A 5350 に準拠し、最大設計内圧（静水压＋水撃圧）×2

表 4.1-4 内挿用に用いられる強化プラスチック複合管の形状

形状による区分		模 式 図
B 形	継手部のゴム輪が、管の挿口部外面に接着剤により、あらかじめ接着されている構造のもの	
C 形	継手部のゴム輪が、管の受口部内面に接着剤により、あらかじめ接着されている構造のもの	

備考：形状は、フィラメントワインディング成形方法によるものに適用するゴム輪は、J I S K 6353（水道用ゴム）に準拠

なお、内挿する強化プラスチック複合管の接続方法は、管内面側に専用内面挿入治具及び挿入機等を使用する内面接合方式を標準とする。ただし、既設管との間隙が広い場合には外面接合方式により管の接合作業を行うこともできる。

② ダクタイル鋳鉄管

ダクタイル鋳鉄管は、用途に合わせて各種の継手形状があり、設計内水圧、設計外水圧及び土かぶりにより管種が設定される。

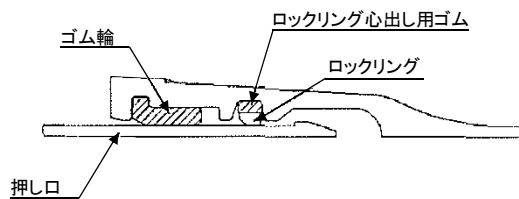
内挿用に用いられるダクタイル鋳鉄管の主な継手形状と適用口径を表 4.1-5 と図 4.1-4 に示す。

ダクタイル鋳鉄管の保証水圧は、4.8～9.8MPa と呼び径と管種によって異なり、設計内水圧は保証水圧の 1/2 とされている。

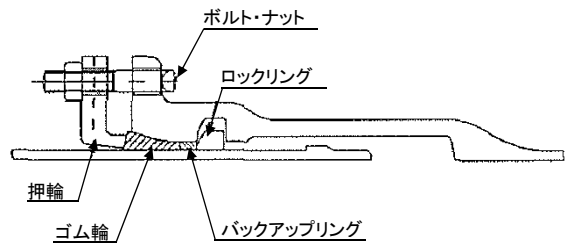
表 4.1-5 内挿用に用いられるダクタイル鋳鉄管の種類と適用呼び径

(mm)

種類	U 形	NS 形	US 形	PN 形
D1	800～2,600	75～450	800～2,600	300～1,500
DS	－	500～1000	－	－
D2	800～2,600	－	800～2,600	400～1,500
D3	800～2,600	75～450	800～2,600	500～1,500
D4	800～2,600	－	800～2,600	600～1,500

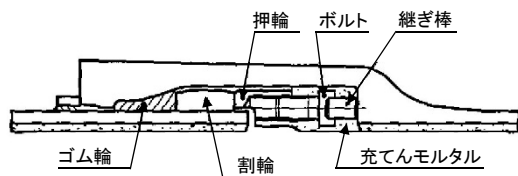


呼び径 ϕ 75～450mm

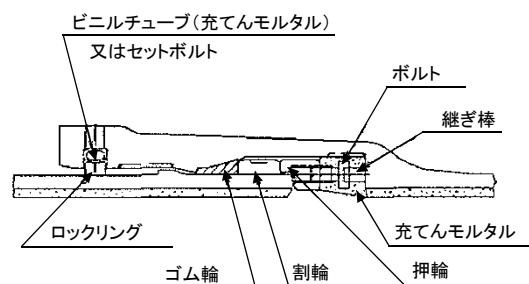


呼び径 ϕ 500～1000mm

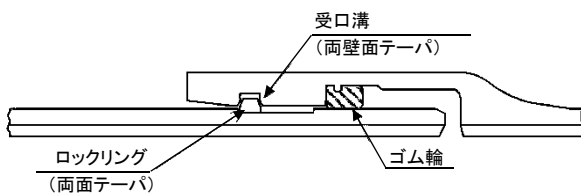
NS形



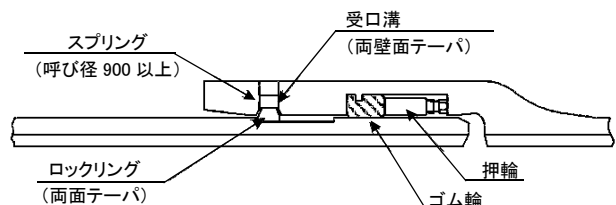
U形



US形



呼び径 ϕ 300～600mm



呼び径 ϕ 700～1500mm

PN形

図 4.1-4 内挿用に用いられるダクタイル鋳鉄管の継手形状

③ 鋼管

内挿する鋼管は、設計内水压、設計外水压、土かぶり等により管厚が設定される。鞘管工法に使用する鋼管は、一般的には工場で完成させた普通鋼管を用いるが、管軸方向溶接を現場で行い既設管径に近い口径を確保可能な巻込み鋼管（図 4.1-5 参照）を用いることもある。

普通鋼管では、既設管に対し 1 口径（100mm）程度小さくなるのに対し、拡管後の巻込み鋼管は、既設管により近い口径（約 40mm ダウン）とすることができる。

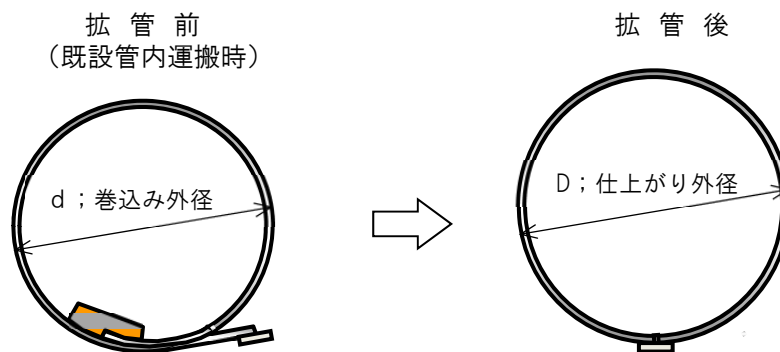


図 4.1-5 巻き込み鋼管の概略構造

④ ポリエチレン管

内挿用に用いられるポリエチレン管は設計内水圧、設計外水圧及び土かぶりにより管厚が設定される。管継手部の融着による接合の方法には、図 4.1-6 に示すバット融着と電気融着がある。

管継手部の接合を行った後にウィンチ等の牽引機を用いて既設管内へ引き込みながら更生していく。

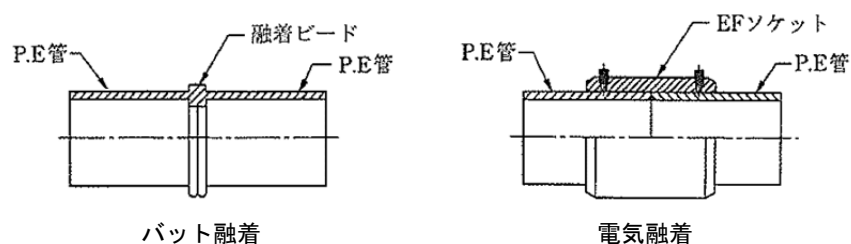


図 4.1-6 ポリエチレン管の融着方法

2) 充填材

充填材は、既設管と内挿管との空隙部に充填するものでスラリー性状と硬化性状が要求される。一般に充填材は、一軸圧縮強度 $\sigma_{28}=1.0\text{N/mm}^2$ 程度の強度特性を持ったエアモルタル等が使用される。それらの充填材を表 4.1-6 に示す。

表 4.1-6 充填材【鞘管工法】

充 填 材
微粒子混和材エアモルタル、クレーサンドエアモルタル、砂エアモルタル、高流動エアモルタル、可塑性グラウト材 他

4.2 要求性能、性能照査

4.2.1 鞘管工法の要求性能と性能照査

鞘管工法の要求性能は、管種に応じて適切に設定する。

鞘管工法の性能照査は、標準的な試験によって得られる材料及び施工の性能が、定められた基準値を満足することを適切な方法によって確認し、さらに、施工が適切に実施されることを施工計画の照査に基づいて確認する。

【解説】

(1) 性能照査の基本的な考え方

鞘管工法の性能照査は、鞘管工法に期待される効果の持続期間中に、鞘管工法を施工したパイプライン施設が所要の要求性能を満足することを確認しなければならない。しかし、施工対象のパイプライン施設に対して試験施工を行うことや鞘管工法に要求される性能を一つの試験で直接的に正しく評価することは、一般に困難である。

このため、本書では、鞘管工法の性能照査に当たっては、鞘管工法に係る材料及び施工に要求される照査項目について、その照査項目の試験値が要求値を満足することを試験によって確認することで性能照査とすることとした。ただし、鞘管工法が所要の性能を有することを確認するためには、試験による確認に加えて、仕様どおりに確実に施工されるよう、施工計画が適切であることをあらかじめ確認しておかなければならない。

鞘管工法の要求性能とその照査時期を表 4.2.1-1 に示す。

表 4.2.1-1 鞘管工法の要求性能と照査時期

要求性能			要求項目	照査のタイミング				
				工法開発時	設計時	施工時 (施工計画/ 材料承諾)	施工・竣工時 (施工管理)	供用時 (モニタリング)
基本的性能	水理機能	通水性	計画最大流量を安全に通水できる性能	—	○ 水理計算	—	○	○
		水密性	想定される水圧（内水圧・外水圧）に対して水密を保持できる性能（管体・端部）	○	○	○	○	○
	構造機能	耐荷性	土圧、水圧、活荷重などの載荷重及び設計水圧に対し構造的に安定した性能	○	○ 構造計算	○	○	○
		地盤追従性	今後発生すると予想される地盤変位や既設管の継手の変位に追従する性能	—	—	—	—	○
個別的性能	構造機能	耐震性	地震動及び地盤変状に対して所定の安全性を満足する性能。地盤変状とは、地震動により生じた現地盤や埋戻しの土の液化化、地すべり、斜面崩壊、地盤沈下、地割れ等の永久的変位をいう	—	○ 構造計算	○	—	—
	社会的機能	水質適合性	使用者の必要とする水質に適合する性能	○	○	○	—	—

【凡例】 “○”：照査の段階、“—”：照査の必要なし（又は実績等により省略可）、
“△”：今後の新たな技術的知見を踏まえた照査方法の検討が必要

(2) 照査方法と品質規格値の考え方

鞘管工法を施工したパイプライン施設が、所要の性能を確保するためには、鞘管工法に適用する材料の特性及びその施工方法等を考慮して要求する性能を決定し、それらを明確にしておく必要がある。

材料及び施工の照査項目の試験方法については、例えば、J I S等に規定されている試験方法を用いてその品質を確認することとし、基準値の適用に当たっては、変状や劣化要因に応じて要求される性能を考慮して設定する。

工法開発時の鞘管工法の要求性能項目に対する要求項目と照査方法及び要求値に関する基本的な考え方を表 4. 2. 1-2 に示す。なお、鞘管工法で使用する管材料は、設計基準「パイプライン」に掲載されている既製管を対象とした工場製品であることから要求性能の確認は J I S等の公的規格に基づくものとする。ここでは管材料の要求性能は省略し、充填材の要求性能を示す。試験方法の詳細は、それぞれ適用する J I S規格、J H S基準を参照されたい。

また、以下に性能照査に関する特記事項を記す。

水密性：既設管の実績より性能照査試験を省略可能とする。

通水性：既設管の実績より性能照査試験を省略可能とする。ただし、水理計算による流下能力の照査は実施する。

地盤追従性：今後発生すると予想される地盤変位や既設管の継手の変位に追従する性能。

鞘管工法については、設計基準「パイプライン」に示される範囲において使用が可能であるが、モニタリングにおいて既設管継手部の確認を行うものとする。

耐震性：設計基準「パイプライン」の耐震設計に基づいた照査を行う。

表 4. 2. 1-2 鞘管工法に求められる要求性能と性能照査方法

要求性能			要求項目	照査方法		要求値 (性能照査 判定基準)
				試験方法	試験条件	
基本的性能	水理機能	水密性	想定される水圧（内水圧・外水圧）に対して水密を保持できる性能	設計基準「パイプライン」に基づく照査を行う (設計基準「パイプライン」表-5. 2. 1設計水圧による使用管種の目安、表5-2. 2設計水圧による使用管種の目安 参照)		—
	構造機能	耐荷性	・土圧、水圧、活荷重などの載荷重及び設計水圧に対し構造的に安定した性能 ・長期耐久性を考慮している	設計基準「パイプライン」に基づく照査を行う (6. 4構造設計に必要な管材の諸元は各種基準を参照すること)		—
			充填材の強度（圧縮強度）	土の一軸圧縮強度試験	JIS A 1216（土の一軸圧縮試験方法）	28日圧縮強度値が1. 0N/mm ² 程度
			湿潤密度（生比重）	生比重試験	JHS A 313（エアモルタル及びエアミルクの試験方法）	—
			フロー値	フロー試験	JHS A 313（エアモルタル及びエアミルクの試験方法）のシリンドー法	—
			空気量	空気量試験	JHS A 313（エアモルタル及びエアミルクの試験方法）	—

凡例：「—」協会による申告値であることを示す。

※充填材の施工時の品質管理は、湿潤密度、フロー値、空気量により行うこととし、圧縮強度に加えて、所定の強度に管理するための諸数値を設定する。

1) 耐荷性：充填材

内挿管と既設管の隙間に充填する材料については、管体外面の保護や既設管破損時の緩衝体としての機能が要求される。また、構造としての強度は見込まないことから高い強度は必要とされない。

強度以外の照査項目は、既設管と更生管の隙間に確実に充填するための施工性を確保するためのものとする。

【試験方法】

照査の項目は、充填材の強度（圧縮強度）とする。これに加え、充填材の施工時の品質管理は、湿潤密度、フロー値、空気量により行うこととし、圧縮強度に加えて、所定の強度に管理するための諸数値を設定する。

試験方法は、充填材の強度（圧縮強度）は J I S A 1216「土の一軸圧縮試験方法」、湿潤密度は J H S A 313「エアモルタル及びエアミルクの試験方法」、材料の流動性は J H S A 313「エアモルタル及びエアミルクの試験方法」のシリンダー法、空気量は J H S A 313「エアモルタル及びエアミルクの試験方法」によるものとする。

【要求値】

充填材の強度（圧縮強度）は、土地改良事業計画設計基準及び運用・解説 設計「水路トンネル」（平成26年7月）（以下「設計基準「水路トンネル」」という。）に準じて固結後1.0 N/mm²程度を求める。

4.3 水理設計

4.3.1 一般事項

パイプラインの水理設計は、設計基準「パイプライン」に準拠する。

水理設計は、対策後のパイプラインシステムが水利用計画のいかなる条件の下でも計画最大流量までの用水量を安全かつ確実に通水し得るように、パイプラインの通水断面及び附帯設備の規模や制御方式を定め、パイプラインシステムがその機能を十分に果たせるような水理条件を確認することを目的とする。

【解説】

本書に示す鞘管工法の管材は、J I S等の公的規格や団体規格に準拠した工場二次製品であり、水理検討は設計基準「パイプライン」に準拠して行う。

4.4 構造設計

4.4.1 構造設計の基本的考え方

構造設計は、設計上の構造分類として、現時点では、「構造部材となる更生管材料の材料特性」、「既設管路が有する耐荷性（又は剛性）」、「それら相互の関係性」を考慮して、設計基準「パイプライン」等に準じた手法により行うこととする。

【解説】

(1) 構造設計手法の考え方

本書においては、「ライニング管」及び「自立管」について、これまでの知見・検討に基づき設計基準「パイプライン」等に準拠して構造計算手法を提示することとする。

本書に提示する構造設計手法については、下水道分野等の知見も踏まえて検討を行ったものであるが、内外圧を受ける構造理論や作用土圧（分布形状、地盤反力係数等）の考え方が農業用パイプラインとは異なることに十分留意するとともに、各工法の所要性能を考慮して構造計算手法を整理した。

以上の構造設計手法の考え方を整理すると、図 4.4.1-1 のとおりとなる。

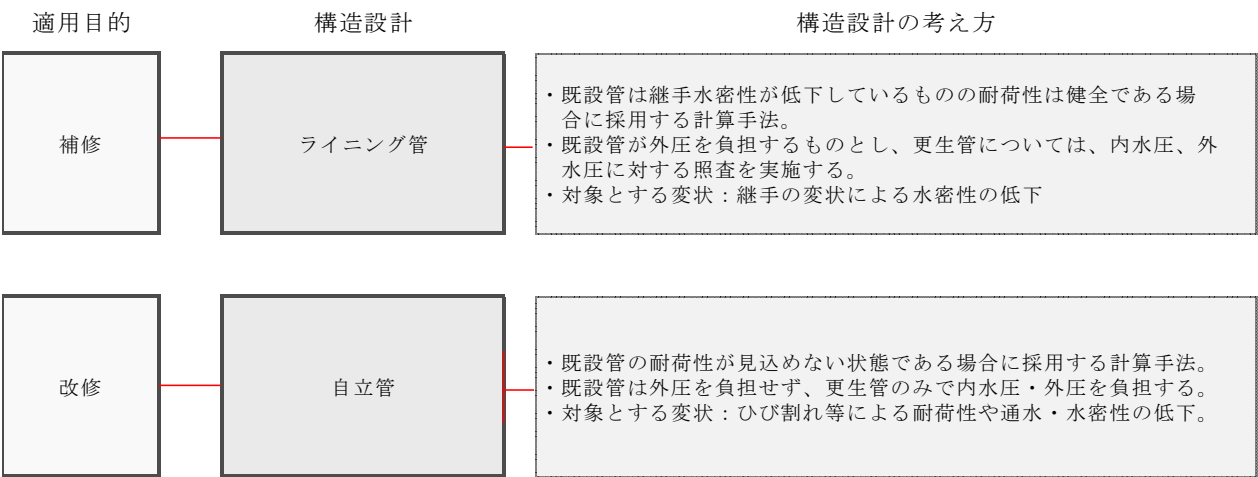


図 4.4.1-1 構造設計手法の考え方

(2) 構造設計の手順

管路更生工法の構造設計は、既設管の埋設条件や地盤条件等から埋設深さ、活荷重、内外水圧等を確認することで荷重を決定し、続いて管体の横断方向の構造計算を行う。

縦断方向の検討については、設計基準「パイプライン」を参考に必要に応じて行うこととする。

4.4.2 荷重

構造計算に当たっては、適用目的と工法・材料特性を考慮して、土圧、活荷重、軌道荷重、管体の自重、管内水重、基礎反力、内水圧、そのほかの荷重及び必要に応じて外水圧を適切に定める。

【解説】

更生管に作用する荷重は、自立管では土圧、活荷重、軌道荷重、管体の自重、管内水重、基礎反力、内水圧、そのほかの荷重であり、ライニング管では内水圧及び外水圧である。

構造計算を行う場合の管体に作用する荷重は、原則的に表4.4.2-1により想定される組合せを選ぶ。

表 4.4.2-1 構造設計に用いる荷重の組合せ

荷重		ライニング管	自立管	
		応力計算	応力計算	たわみ量計算
土 圧	鉛直方向	—	○	○
	水平方向	—	○	※
活荷重	鉛直方向	—	○	○
	水平方向	—	○	※
軌道荷重	鉛直方向	—	○	○
	水平方向	—	○	※
管体自重	鉛直方向 ^{注2)}	—	○	○
	水平方向	—	○	※
管内水重	鉛直方向	—	○	○
	全方向	—	○	※
基礎反力	鉛直方向	—	○	—
内水圧	全方向	○	○	—
その他の荷重 ^{注1)}	鉛直方向	—	○	○
	水平方向	—	○	※
外水圧	全方向	○	—	—

注1) 「設計基準「パイプライン」9.3.4 その他の上載荷重」による。

注2) 強化プラスチック複合管の最大曲げモーメントの計算に当たっては、管体の自重の要素は P_c 及び H_c の値の中に含まれており、加算する必要はない。

※は自立管のたわみ量計算において水平荷重は考慮されている。

(1) 荷重算出式

活荷重、軌道荷重、管体の自重、管内水重、基礎反力（以下「外圧」という。）及び内水圧については、設計基準「パイプライン」に準拠して算出する。

なお、土圧、外水圧については管路更生工法独自の検討手法として以下に示す。

(2) 土圧

土圧算出式には、既設管施工時の断面及び土圧公式を用いることを基本とする。

それらが不明である場合には、想定できる断面及び土圧公式を採用する。

(3) 外水圧

外水圧については、地下水位から管底までの圧力として算出することとする（図 4. 4. 2-1 参照）。これは、管底部からの座屈事例が多いことから安全を見込んで設定するものである。

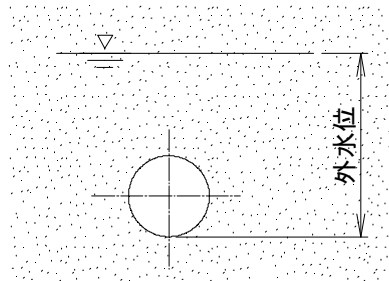


図 4. 4. 2-1 外水位の設定模式図

4.4.3 横断方向の設計

横断方向の設計では、管体に働く内外圧の複合作用及び既設管の影響について検討し、これに対して十分安全であるように設計する。

【解説】

横断方向の構造設計の手法として、4.4.4 ライニング管設計及び4.4.5 自立管設計を以降に示す。既設管の状況を適切に判断し構造設計手法を選定すること。

4.4.4 ライニング管設計

ライニング管設計は、「補修」を目的とした場合の構造設計である。

【解説】

ライニング管では、既設管の強度を期待し、既設管が外圧を負担することが可能な場合に適用し、更生管には内水圧及び外水圧に対する耐力を期待する。

対象とする既設管路は、継手の変状によって水密性が低下又は低下するおそれのあるものである。
管種、管厚の決定に際しては、内水圧及び外水圧から算出する規格のうち、大きい方を採用する。
設計の手順を以下に示す。

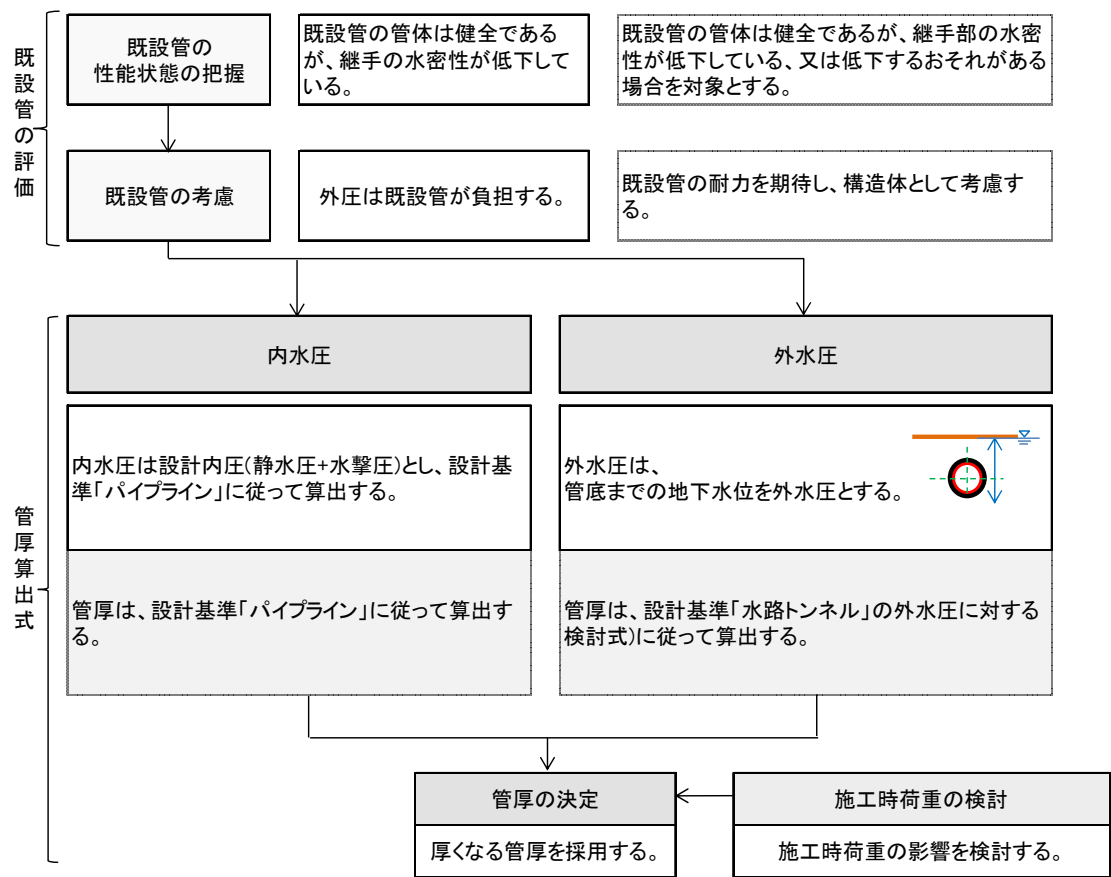


図 4.4.4-1 構造設計（ライニング管）の検討手順

(1) 横断方向の検討

1) 内水圧から算出する管厚算定式（フープの式）

内水圧による管厚は次式から求められる。

[ダクタイル鋳鉄管、鋼管、硬質ポリ塩化ビニル管、ポリエチレン管に適用]

$$t \geq \frac{H \cdot D}{2 \sigma_a} \dots\dots\dots \text{式 4.4.4-1}$$

ここで、 t : 内水圧により発生する応力から求められる必要管厚 (mm)

D : 更生管内径 (mm)

H : 設計水圧 (MPa) 静水圧＋水撃圧

σ_a : 更生管の許容引張応力度 (N/mm²)

※鞘管工法の場合は設計基準「パイプライン」を参照

[強化プラスチック複合管に適用]

$$P \leq \frac{H_c}{S} \dots\dots\dots \text{式 4.4.4-2}$$

ここで、 P : 内水圧 (MPa)

H_c : 更生管の管材の試験内圧 (N/mm²)

※設計基準「パイプライン」を参照

S : 安全率 (2.0 以上)

2) 外水圧から算出する管厚算定式

(設計基準「水路トンネル」 外水圧に対する検討式（アムスツッツの拘束座屈式）)

更生管と既設管の間がエアモルタル等で充填された後に作用する外水圧に対しては、管が変形を拘束されたものとして取扱う。この場合の許容外水圧を満たす管厚は次式から求められる。

$$P_k = \frac{\sigma_N}{\frac{R}{t} \left(1 + 0.35 \frac{R}{t} \cdot \frac{(\sigma_F^* - \sigma_N)}{E_c^*} \right)} \cdot \frac{1}{S} \dots\dots\dots \text{式 4.4.4-3}$$

ここで、 P_k : 許容座屈応力（許容外水圧） (N/mm²)

S : 安全率

(1.5 ただし、強化プラスチック複合管の場合は 3.0 とする)

R : 更生管の管厚中心半径 (mm)

t : 更生管の管厚 (mm)

$$\sigma_F^* : \mu \cdot \frac{\sigma_F}{\sqrt{1-\nu+\nu^2}} \quad (\text{N/mm}^2)$$

σ_F : 更生管の材料の降伏点 (N/mm²)

※設計基準「水路トンネル」を参照

$$\mu : 1.5 - 0.5 \cdot \frac{1}{(1 + 0.002 \cdot E_c / \sigma_F)^2}$$

ν : 更生管の管材のポアソン比

※設計基準「水路トンネル」を参照

σ_N : 変形を生じた部分の更生管胴板の円周方向軸応力 (N/mm²)
(次式により計算して求める)

$$\left(\frac{K_0}{R} + \frac{\sigma_N}{E_c^*} \right) \left(\frac{E_c^*}{E_b^*} + 12 \frac{R^2}{t^2} \cdot \frac{\sigma_N}{E_b^*} \right)^{1.5} = 3.36 \frac{R}{t} \cdot \frac{\sigma_F^* - \sigma_N}{E_b^*} \left(1 - \frac{1}{2} \cdot \frac{R}{t} \cdot \frac{\sigma_F^* - \sigma_N}{E_b^*} \right)$$

K_0 : 更生管と充填材の間の空隙 (mm) (通常 $K_0 = 0.4 \times 10^{-3} \cdot R$)

$$E_c^* : \frac{E_c}{1-\nu^2}$$

E_c : 更生管の圧縮弾性係数 (N/mm²)

$$E_b^* : \frac{E_b}{1-\nu^2}$$

E_b : 更生管の曲げ弾性係数 (N/mm²)

(参考)

E_c 、 E_b の数値は次のとおりである。

鋼管…………… $E_c = E_b = 2.0 \times 10^5 \text{ N/mm}^2$

ダクタイル鋳鉄管…………… $E_c = E_b = 1.6 \times 10^5 \text{ N/mm}^2$

強化プラスチック複合管…設計基準「水路トンネル」を参照

4.4.5 自立管設計

自立管設計は、「改修」を目的とした場合の構造設計である。

【解説】

自立管は、既設管の強度や剛性を期待せず、更生管に作用する外力に対し、期待される効果の持続期間にわたって自ら耐荷能力及び耐久性を保持する構造である。ここでは主に、既設管と更生管の間に充填を行う場合の構造設計を示し、自立管設計は新設管と同様に、内外圧計算及び許容たわみ計算による管厚計算式（設計基準「パイプライン」に準拠）によるものとする。既設管と更生管の間に充填を行わない場合の計算方法については参考として示す。

対象とする既設管路は、ひび割れ等により耐荷性が低下したものや設計荷重が増えた場合等である。

管種、管厚の決定に際しては、内外圧計算の曲げ強度から算出する管厚（規格）とたわみから算出する管厚（規格）のうち、大きい方を採用する。設計に際して、既設管は更生管を支持する安定した地盤として評価し、地盤反力係数及び変形遅れ係数について、標準値を以下のとおり設定する。しかし、既設管の損傷状態、周辺地盤の状況等によっては、想定どおりの支持条件が得られないケースもあることから、必要に応じて別途検討を行う。検討は図 4.4.5-1 の流れで行う。

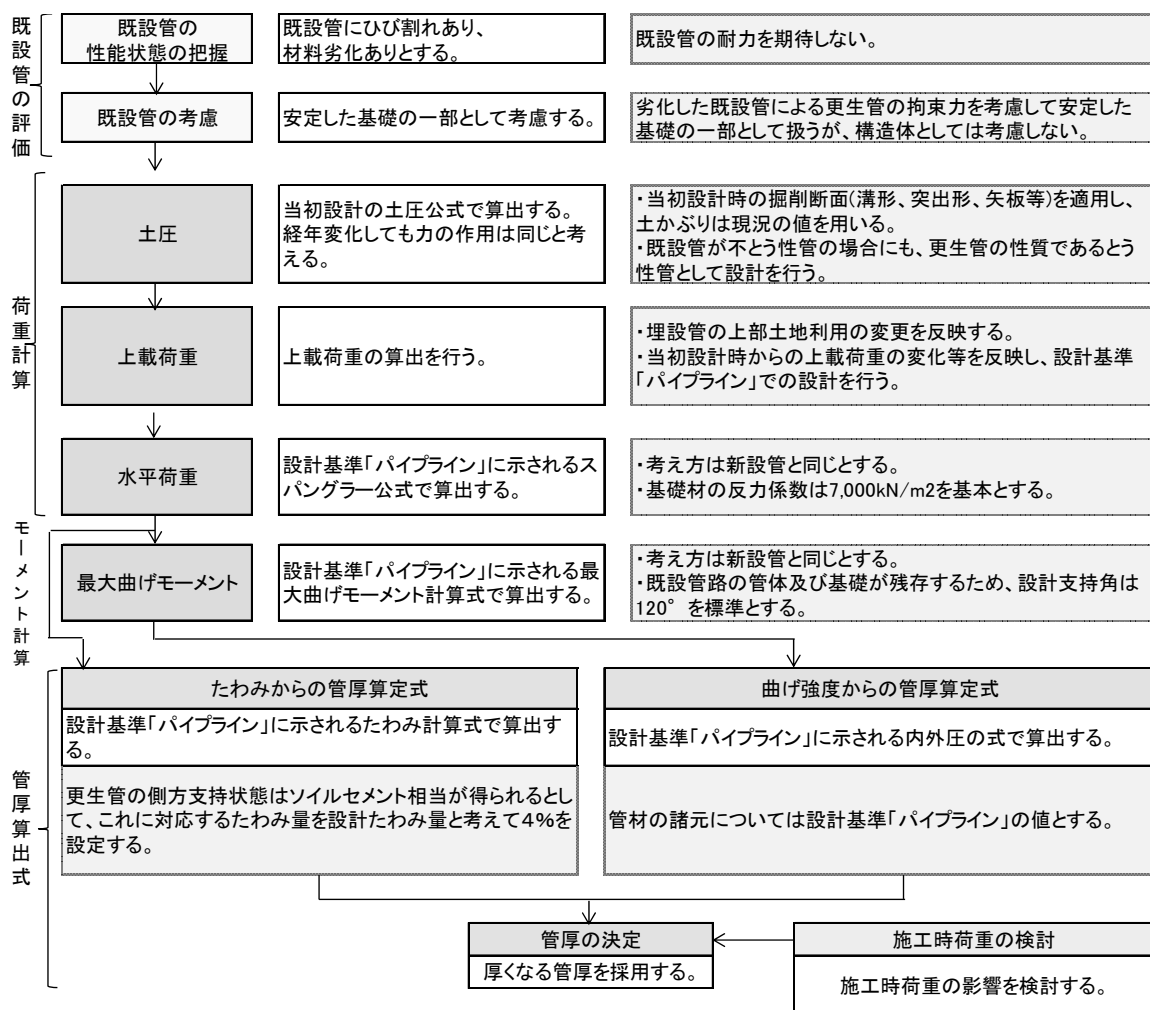


図 4.4.5-1 構造設計（自立管）の検討手順

(1) 基礎材の反力係数

基礎材の反力係数に用いる値は $7,000\text{kN/m}^2$ を標準とする。

(2) 変形遅れ係数

管路更生工法における変形遅れ係数 (F_1) は 1.0 を標準とする。なお、既設管の単独状態（更生前）で破壊の進行やひび割れの進展が懸念される場合は、適切な変形遅れ係数を設定する。

(3) 設計支持角

既設管路の管体及び基礎が残存するため、設計支持角は 120° を標準とする。ただし、既設管の損傷状態、周辺地盤の状況等によっては、想定どおりの支持を得られないケースもあることから、必要に応じて別途検討を行う。

(4) 横断方向に生じる曲げモーメント

更生管の設計支持角を用いて、管底における最大曲げモーメントを算出する。

(5) 設計たわみ率

更生管の側方支持状態はソイルセメント相当が得られるとして、これに対応するたわみ量を設計たわみ量と考えて 4 % を設定する。

(6) 更生管のヤング係数

設計基準「パイプライン」表-8.2.1 に示される値を用いる。

(7) 構造計算式

1) 内外圧から求める管厚算定式

[ダクタイル鋳鉄管、鋼管、硬質ポリ塩化ビニル管、ポリエチレン管の場合に適用]

$$t \geq \frac{0.5 D \cdot H + \sqrt{(0.5 D \cdot H)^2 + 24 \alpha \cdot \sigma_a \cdot M}}{2 \sigma_a} \dots\dots\dots \text{式 4.4.5-1}$$

ここで、
 D : 更生管の内径 (mm)
 H : 設計水圧 (MPa) 静水圧+水撃圧
 M : 外圧によって延長 1 mm 当たりの管体に発生する
最大曲げモーメント ($\text{N} \cdot \text{mm/mm}$)
 α : 更生管の引張応力/曲げ応力
※設計基準「パイプライン」を参照
 σ_a : 更生管の許容引張応力度 (N/mm^2)
※設計基準「パイプライン」を参照

[強化プラスチック複合管の場合に適用]

$$H_p = \frac{H_c}{S} \left\{ 1 - \left(\frac{P_H}{P_c/S} \right)^n \right\} = \frac{H_c}{S} \left\{ 1 - \left(\frac{P_H}{P_c/S} \right)^{2.0} \right\} \dots\dots\dots \text{式 4.4.5-2}$$

ここで、
 H_p : 外圧が P_H のときの(許容)内圧 (MPa)
 P_c : 内圧が 0 のときの更生管の外圧線荷重 (kN/m)
 H_c : 外圧が 0 のときの更生管の内圧 (MPa)
 P_H : 内圧が H_p のときの(許容)外圧線荷重 (kN/m)
 S : 安全率 (2.0 以上)
 n : 管の種類や構造等によって決まる係数
 (強化プラスチック複合管は 2.0 とする)

2) たわみ率から求める管厚算定式

$$\frac{\Delta X}{2R} \times 100 = \frac{F_1 (K \cdot W_v + K_0 \cdot w_0 \cdot R + K_p \cdot W_p) + F_2 \cdot K \cdot W_w}{\frac{E \cdot I}{R^3} + 0.061e'} \times 100 (\%) \dots\dots \text{式 4.4.5-3}$$

ここで、
 X : 水平たわみ量 (m)
 R : 更生管の管厚中心半径 (m)
 W_v : 土圧、上載荷重による鉛直荷重 (kN/m²)
 W_w : 活荷重又は軌道荷重又は施工時荷重による鉛直荷重 (kN/m²)
 w_0 : 水の単位体積重量 (9.8kN/m³)
 W_p : 更生管の単位面積当たりの重量(長さ方向 1 m の環片から円周方向に 1 m の間隔で切り取ったものの重量) (kN/m²)
 K, K_0, K_p : 基礎の支持角によって決まる係数
 F_1 : 荷重(活荷重を除く)による変形遅れ係数
 F_2 : 活荷重による変形遅れ係数(ここでは 1.0 とする)
 E : 更生管の管材のヤング係数 (kN/m²)
 I : 管軸方向を軸とし、管延長 1 m 当たりの管壁の断面二次モーメント (m⁴/m)
 e' : 管基礎材の反力係数 (kN/m²)

ここで、管の埋設条件が定まれば、式 4.4.5-3 において、設計たわみ率 $\Delta X/2R \times R \times 100$ (%) をはじめ各数値がそれぞれ定められるので、これから管壁の断面二次モーメント I の値が求められる。

$$I = \frac{R^3}{E} \times \left\{ \frac{F_1(K \cdot W_v + K_0 \cdot w_0 \cdot R + K_p \cdot W_p) + F_2 \cdot K \cdot W_w}{\frac{\Delta X}{2R}} - 0.061e' \right\} \dots\dots\dots \text{式 4.4.5-4}$$

次に、断面二次モーメントは $b \cdot t^3/12$ であるから、 $b=1.0\text{m}$ とすると、式 4.4.5-5 により管厚 t (m) が求められる。

$$t \geq \sqrt[3]{12 \cdot I} \dots\dots\dots \text{式 4.4.5-5}$$

【参考】

(1) 既設管と更生管の間を充填しない場合の構造計算式

既設管と更生管の間を充填しない場合には、内圧、外水圧についてそれぞれ照査を実施すればよい。

1) 内水圧から算出する管厚算定式（フープの式）

ライニング管設計に用いる式 4.4.4-1 及び式 4.4.4-2 を用いて照査を行う。

2) 外水圧から算出する管厚算定式

更生管の維持管理のために作業が実施できるよう、既設管と更生管の隙間は大きくあいている場合を想定する。この場合、外水圧により更生管が座屈(自由座屈)に対して安全なように設計を行う。

許容座屈応力（許容充填圧）は次式から求められる。これが外水圧より大きければ安全性が確保されていると判断する。

$$P_k = \frac{2E_b}{1-\nu^2} \left(\frac{t}{D_0} \right)^3 \frac{1}{S} \dots\dots\dots \text{式. 参 4-1}$$

P_k : 許容座屈応力（許容外水圧） (N/mm²)

E_b : 更生管の曲げ弾性係数 (N/mm²)

ν : 更生管のポアソン比

t : 更生管の厚さ (mm)

D_0 : 更生管の外径 (mm)

S : 安全率 (1.5 以上)

4.4.6 施工時荷重に対する検討

鞘管工法においては、施工時の充填による管体への影響として充填圧、浮力について検討を行い、施工時荷重に対する安全性を検討する。

【解説】

更生管と既設管の間を充填する工法については、施工時荷重として充填圧による応力、浮力に対する安全性も確認する。検討は設計基準「水路トンネル」に準拠して行う。ただし、これらの影響によって施設規模が決まることのないように、充填圧を小さくする検討や充填を2回に分けて実施すること、支持金具の間隔を短くするなどの施工方法を検討することで対応することが望ましい。以下に鞘管工法を対象とした安全性の確認方法を示す。

(1) 充填圧に対する検討

コンクリートやエアモルタル等で管外側を充填するときの各工法の許容座屈応力（許容充填圧）は次式から求められる。これが充填圧より大きければ安全性が確保されていると判断する。

$$P_k = \frac{2E_b}{1-\nu^2} \left(\frac{t}{D_0} \right)^3 \frac{1}{S} \dots\dots\dots \text{式 4.4.6-1}$$

P_k : 許容座屈応力（許容充填圧）（N/mm²）

E_b : 更生管の曲げ弾性係数（N/mm²）

ν : 更生管のポアソン比

t : 更生管の厚さ（mm）

D_0 : 更生管の外径（mm）

S : 安全率（1.5以上）

(2) 充填時の浮力に対する検討

コンクリートやエアモルタル等で管外側を充填するときの浮力に対する検討は、次式から求められる。

(a) 円周方向の曲げ応力

次式で求める円周方向曲げ応力度 σ が、許容曲げ応力度 σ_b を超えなければよい。

$$\sigma = M/Z \dots\dots\dots \text{式 4.4.6-2}$$

σ : 円周方向曲げ応力度（N/mm²）

M : 曲げモーメント（N・mm）（ $M=C \cdot P_c \cdot R^3 \cdot L$ ）

Z : 断面係数（mm³）（ $Z=B \cdot t^2/6$ ）

B : 有効幅（mm）（管外径の2倍又は L の小さい方を採用する）

t : 更生管の厚さ（mm）

C : 支持角 θ に対する曲げモーメント係数（図4.4.6-1参照）

(イ) 一度に全断面を充填する場合

$\theta=120^\circ$ では、管頂で $C=0.2602$

(ロ) 半断面を充填する場合

$\theta=120^\circ$ では、管頂で $C=0.1984$

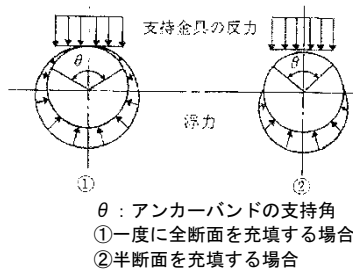
P_c : 充填材の単位体積重量 (N/mm^3)

コンクリートの場合・・・ 23.0×10^{-6}

エアモルタルの場合・・・ 7.0×10^{-6}

R : 管厚中心半径 (mm)

L : 浮力防止工の間隔 (mm) (通常、1本につき1か所)



注) アンカーバンドで支持する場合の設計支持角は施工を考慮して 120° とし、形鋼等で支持する場合は、その支持角度を設計支持角とする。なお、支持角が異なる場合は「構造力学公式集：土木学会編」により諸係数を算出する。

図 4.4.6-1 支持角度の考え方

鋼管及びダクタイル鋳鉄管の場合の許容曲げ応力度 σ_b としては、許容引張応力度 σ_a を用いるが、施工中の荷重であるので 1.5 倍としてよい。

(b) 軸方向の曲げ応力

次式から求める軸方向曲げ応力度が許容曲げ応力度 σ_b を超えなければよい。

$$\sigma_t = M_t / Z_t \dots \dots \dots \text{式 4.4.6-3}$$

σ_t : 軸方向曲げ応力度 (N/mm^2)

M_t : 曲げモーメント ($\text{N} \cdot \text{mm}$) $M_t = \frac{q \cdot L^2}{8}$

Z_t : 断面係数 (m^3) $Z_t = \frac{\pi}{32} \cdot \frac{(D_0^4 - D^4)}{D_0}$

q : 管頂 1 m 当たりに作用する浮力 (N/mm) ($q = P_c \cdot \pi \cdot (D_0/2)^2$)

P_c : 充填材の単位体積重量 (N/mm^3)

D_0 : 更生管の外径 (mm)

D : 更生管の内径 (mm)

注) 鋼管及びダクタイル鋳鉄管は、軸方向の曲げ応力は検討不要の場合が多い。

4.4.7 構造計算に用いる材料強度の物性値について

各構造計算で用いる設計強度の値は、準拠する基準に従って設定する。

【解説】

構造計算に用いる材料物性値は、設計基準「パイプライン」及び設計基準「水路トンネル」に記載されている値を用いることとする。

4.5 施工方法

4.5.1 管路更生工法の施工

管路更生工法の施工は、各工法に共通する部分と特異な部分があり、現場条件によっても施工方法が異なる。そのため、各工法の施工方法や特徴、現場条件を十分に踏まえた計画の下で施工を行うことが求められる。

【解説】

(1) 鞘管工法の施工の特徴

鞘管工法は、既設管内に内挿管を立坑から搬入して接合若しくは溶接、又は立坑内で接合して推進し、既設管との間隙にエアモルタル等を充填して管路を構築する。既製管を管内に内挿するため、立坑を構築する必要がある、また、既設管の線形条件に施工性が影響する場合がある。

鞘管工法の適用範囲を表 4.5.1-1 に示す。

表 4.5.1-1 適用区分【鞘管工法】

口 径	75～3,000mm
施工延長	○立坑から搬入して接合又は溶接する場合
	人力布設 200m程度
	機械布設（バッテリーカー等を使用） 2,000m程度
	○立坑内で接合して推進する場合 200m程度

4.5.2 鞘管工法の施工

鞘管工法の施工は、次の7項目の順に行う。

- (1) 施工前現場実測工
- (2) 施工前管路内調査工
- (3) 事前処理工
- (4) 施工前管路内洗浄工
- (5) 管搬入工
- (6) 充填材注入工
- (7) 端部（管口）処理工

【解説】

(1) 施工前現場実測工

管材料発注の前に、当該現場の実態を把握すべく各種実測を行う。

管材料の誤発注を防ぐために、既設管管径、管路区間延長等を実測するとともに、現場施工時に問題となりそうな点について検討を行う。

【実施内容及び留意点】

① 既設管管径の実測

内径測定器を使用し、垂直及び水平方向の内径を実測する。

② 管路区間延長の実測

該当区間を実測し、屈曲箇所等を考慮した上で延長を確認する。

管路内に人が入れる場合には、実延長を実測する。

③ 分土工・立坑の形状寸法等の確認

分土工・立坑の形状寸法、深さ、そのほか施工時に支障となりそうな要因がないか確認する。

④ その他

現場周辺の状況を確認し、工事車両の進入路や配置等の検討を行う。

(2) 施工前管路内調査工

施工に先立ち既設管内のTVカメラ調査、又は目視調査を行い、施工に支障のある障害物の有無を確認し、事前処理工の必要がある場合には処理方法の検討を行う。

【実施内容及び留意点】

① 分岐・空気弁等の位置の計測

管路端部（管口等）から分岐・空気弁等までの距離を実測し、既設管への接続角度を記録する。

② 段差、隙間、管ズレ、屈曲等の確認

施工適用範囲内であることを確認する。適用範囲外である場合は、施工方法を検討する。

③ 事前処理工の検討

事前処理を行う必要のある、モルタルや錆こぶ等の堆積物、鉄筋の突出、浸入水等の有無を確認し、それらが認められた場合は、事前処理方法等の検討を行う。

(3) 事前処理工

施工前管路内調査の結果に基づき、必要に応じて事前処理工を行う。

施工に支障を来す要因の内容に基づいて処理方法を決定し、作業を行う。

【実施内容及び留意点】

① 堆積物の除去（口径 800mm 未満の場合）

管路内の堆積物は、高圧洗浄水や管内ロボットを用いて完全に除去する。

② 管路内に人が入っての事前処理作業（口径 800mm 以上の場合）

管路内に人が入って堆積物除去等の作業が可能な場合は、流水の水量、流速等に十分注意して行う。また、使用する機器は感電のおそれのない圧縮空気や高圧水を用いたものとする。

③ 浸入水の仮止水

更生材の性能に支障を来すような浸入水がある場合は、仮止水を行う。

仮止水の方法については、パッカー注入、部分補修等による止水の方法を検討し、当該現場に最も適した方法で行う。

(4) 施工前管路内洗浄工

鞘管工法の直前に既設管内の洗浄を十分に行い、出来形に悪影響を及ぼす可能性のある土砂、小石、管壁破損片等を完全に除去する。

洗浄後にTVカメラ又は目視にて、既設管内が十分に洗浄されているかどうかの確認を行い、既設管内に施工に支障を来しそうな異物が残留している場合は、再度管路内洗浄を行う。

管路内に人が入って作業をする場合は、酸素濃度、硫化水素濃度等、安全面に十分注意して作業を行う。

(5) 管搬入工

既設管内に管を搬入する方法には、立坑から運搬して接合又は溶接する方法と立坑内で管を接合してそれを既設管内に推進する2つの方法がある。

【管を立坑から運搬して接合又は溶接する場合の留意点】

① 運搬方法

管を立坑から運搬して接合又は溶接する場合の施工概要図を図4.5.2-1に示す。

施工延長や管の重量等を勘案して、動力車による運搬方法を合理的に決定する。

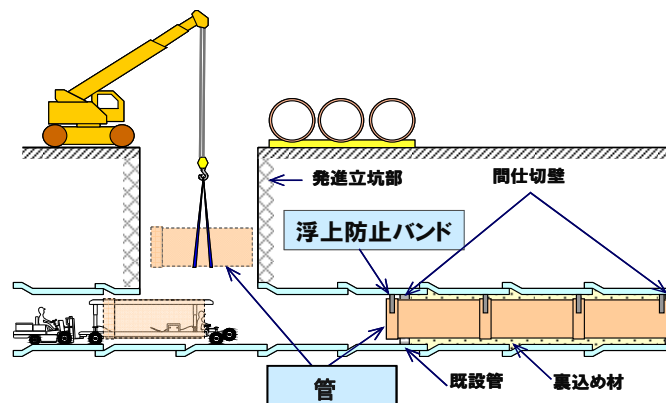


図 4.5.2-1 鞘管工法概要図（搬入・接合）

② 軌条設置・撤去

軌条を設置・撤去する場合は、関係法令に則って安全対策を施す。

【立坑配置の留意点】

① 立坑配置

管を立坑から推進する場合の施工概要図を図4.5.2-2に示す。

立坑の配置については、管の挿入方法や機材配置、内挿管路の線形、地上条件等を考慮し検討を行う。

なお、鋼管では立坑配置の間隔が、機材の配置から口径1000mm未満では200m程度、口径1000mm以上では300m程度が基本となるが、現地条件ごとに検討を行うことが必要である。

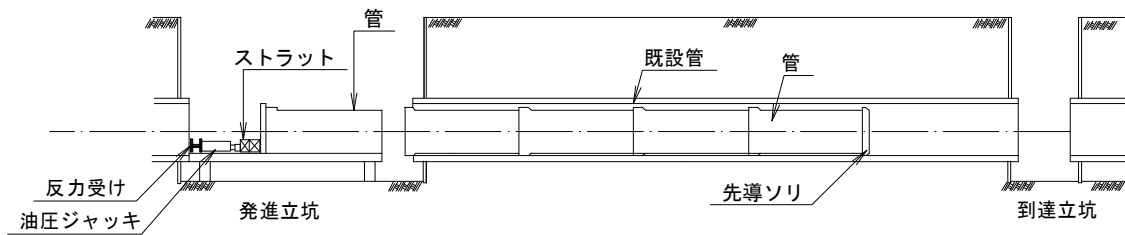


図 4.5.2-2 鞘管工法概要図（接合・推進）

(6) 充填材注入工

充填材注入工については、充填材の性状確認、注入圧力、注入量等について管理を行う。

充填材の注入方法については、管内面にグラウト孔を設置（開口）して注入を行う内面注入と既設管と内挿管の間に注入用の配管（塩ビ管口径 50mm 等）を設置して充填を行う外面注入の 2 つがある。注入方法の選定は注入量や注入延長、注入プラントの設置条件を考慮して行う必要がある。

【実施内容及び留意点】

① 充填材注入施工条件

外気温等が規定の範囲内であることを確認する。

② 充填材性状の管理方法

充填材の配合比、フロー値や圧縮強度試験値等が規定内であることを確認する。

③ 注入圧力の管理方法

注入圧力は圧力計を用いて随時測定し、記録する。

④ 注入量の管理方法

実際の注入量を計画注入量と対比し、大きな差異がないことを確認する。

充填材が管口の空気抜き等から溢流することを確認する。

⑤ 充填確認パイプの設置間隔

内面注入におけるグラウト孔（注入と空気抜き兼用）の設置間隔は鋼管では 20m 程度、ダクタイル鋳鉄管・強化プラスチック複合管では、打設 1 スパン当たり 3 か所の設置を標準としているが、打設量や配管線形等から個別に検討が必要である。

外面注入では、端部までモルタルが充填できるよう、内挿管路の線形を考慮して注入用配管の配置・本数を検討する。

充填材注入工では、充填中に生じる空気溜まりにより内挿管が破裂するおそれがあることから、空気が確実に排除できるよう空気抜きを配置する。

また、充填材注入時に内挿管が浮上する場合は適切な対応を検討する。

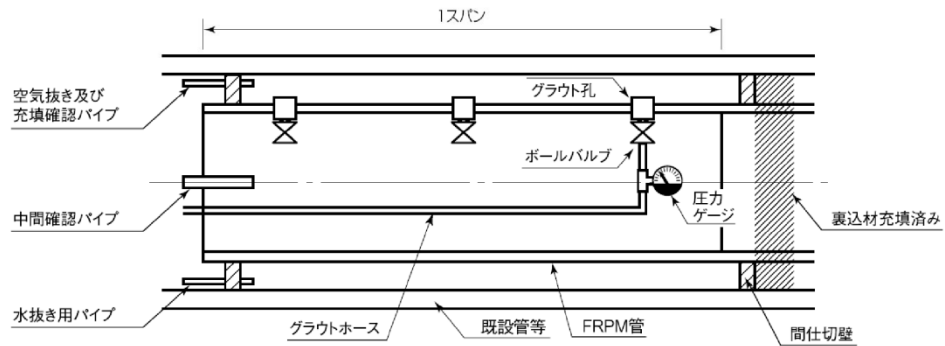


図 4. 5. 2-3 充填材注入工（内面注入の場合・FRPM管）

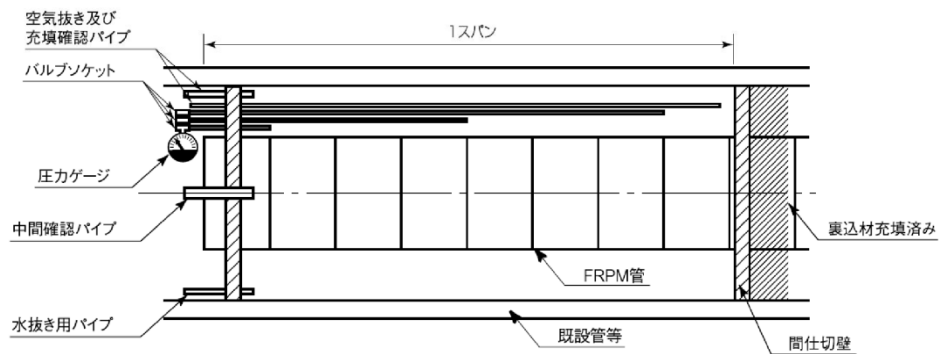


図 4. 5. 2-4 充填材注入工（外面注入の場合・FRPM管）

(7) 端部（管口）処理工

立坑内で内挿管と既設管又は次工区の管との接続を行う。接続には、原則として継輪等の異形管を用いる。

4.6 施工管理と完成検査

4.6.1 施工計画

パイプラインの対策工法に求められる要求性能を満足する品質及び出来形を確保するため、施工過程の各段階において各々の品質を確認することが重要である。施工計画時には施工計画書、材料の承諾、保管管理、対策範囲の確認を行う。

【解説】

施工計画時に施工計画書、材料の承諾、保管管理、対策範囲について、良質な工事目的物を完成させるために必要な事項を確認する。対策工事の施工前に必要となる主な事項を図4.6.1-1に示す。

フロー	内容	根拠規定等
施工計画書	1) 工事概要 2) 計画工程表 3) 現場組織表 4) 主要機械 5) 主要資材 6) 施工方法 7) 施工管理計画 8) 緊急時の体制及び対応 9) 交通管理 10) 安全管理 11) 仮設備計画 12) 環境対策 13) 再生資源の利用の促進と建設副産物適正処理方法 14) その他	土木工事共通仕様書第1-1-5条に規定
材料の承諾	材料の見本又は資料の提出	土木工事共通仕様書第2-1-2条に規定 特別仕様書に規定
	材料の試験及び検査	土木工事共通仕様書第2-1-3条に規定 特別仕様書に規定
保管管理	工事に使用する材料を、受入検査確認後現地で貯蔵保管する際は、品質規格を満足する性能を維持できるように保管しなければならない。	土木工事共通仕様書第2-1-4条に規定
対策範囲の確認	対策範囲は設計図書により、対策工法等を行う位置及び範囲を確認する。 設計図書に記載のない、変状等の対象範囲が確認された場合は、図面・写真等に整理し、その対応について協議する。	土木工事共通仕様書第1-1-3条に規定

図 4.6.1-1 施工前に必要となる主な事項

4.6.1.1 施工計画書

工事着手前に、工事目的物を完成させるために必要な手順や工法等を記載した施工計画書の内容を確認する。また、施工中においては、記載内容の遵守を確認する。

【解説】

施工計画とは、図面・仕様書等に定められた工事目的物をどのような施工方法・段取りで所定の工期内に適正な費用で安全に施工するか、工事途中の管理をどうするか等を定めたものであり、工事の施工、及び施工管理の最も基本となるものである。

施工計画書には、次の事項が記載されていることを確認する。なお、施工現場の特殊性に基づく追記事項が必要な場合は、対象となる特殊事項についての記載を確認する。

(1) 施工計画書に定めるべき事項

- | | |
|-----------|----------------------------|
| 1) 工事概要 | 8) 緊急時の体制及び対応 |
| 2) 計画工程表 | 9) 交通管理 |
| 3) 現場組織表 | 10) 安全管理 |
| 4) 主要機械 | 11) 仮設備計画 |
| 5) 主要資材 | 12) 環境対策 |
| 6) 施工方法 | 13) 再生資源の利用の促進と建設副産物適正処理方法 |
| 7) 施工管理計画 | 14) その他 |

(2) 計画工程表

工程計画の確認では、設計図書（図面、特別仕様書、土木工事共通仕様書、現場説明書及び現場説明に対する質問回答書）の内容を勘案し、周辺住民の生活に支障を来さないように、施工可能な適切な工事の範囲をあらかじめ確認し、必要な作業時間、養生時間等に基づき工程計画が作成されていることを確認する。

施工時間の制約となる主な条件とは、① 交通管理者の道路使用許可時間、② 作業帯の設置・撤去時間、③ 管路の通水停止可能時間等である。農業用パイプラインの長寿命化対策においては、非かんがい期に実施する場合が多く、施工期間に制約がある場合が多いため、工事の全容を早期に把握することにより、工程管理に反映させる必要がある。

このため、各施工区間のサイクルタイムを示した工程表が作成され、作業責任者の管理の下で施工が行われているかを確認する。

(3) 現場組織表

職務分担及び緊急時の連絡体制では、次の事項を確認する。

1) 主任技術者及び監理技術者

主任技術者及び監理技術者は、建設業法に定める有資格者でなければならない。施工管理手法が従来の管工事と異なるため、工事を熟知した専門技術者（主任技術者又は監理技術者との兼務可能）を常駐させなければならない。

2) 職務分担

職務の主なものとして、現場代理人、主任技術者又は監理技術者、専門技術者、工事に伴う作業主任者（安全管理者、電気取扱責任者、酸素欠乏・硫化水素危険作業主任者、工事写真責任者等）が選任され、有資格者については免許証の写しを確認する。

(4) 主要資材

鞘管工法で使用される管材は、J I S等の公的規格や団体規格に準拠した工場二次製品であり、土木工事施工管理基準による。また、注入する充填材は、本書に示す管理基準値を満足する材料、配合、物性とする。

(5) 施工方法

施工方法は、既設管の状況、交通事情等を現場の施工条件に照らし合わせ、当該現場で適用可能であるか、品質・要求性能を満足するかなどの確認を行う。

(6) 緊急時の体制及び対応

緊急事態が発生した場合は、直ちに応急処置を講じるとともに、緊急連絡体制に基づき、関係機関に連絡通報し、指示に従い対応できるよう徹底すること。

(7) 安全管理

管路内作業においては、有毒ガス・酸素欠乏、水流等に対して十分な安全確保が重要である。

特に、近年多発する豪雨による工事現場周辺部での内水氾濫には十分な対策を講じる必要がある。このため、急激な流入水に遭遇しないための体制と危険予防のための連絡システムを講じる。

(8) 仮設備計画

施工に先立ち現場の機器設置スペース及び附帯工の位置が確認され、適切に工事設備を設置する必要がある。

(9) 環境対策

施工時の騒音、振動等に対する周辺環境への対策を確実にする計画を記載する。

(10) その他

準備工、後片付け工、水替え工等についても、施工概要、使用する主要資機材等の内容を確認する。

工事の施工に先立ち、周辺住民に工事の内容を説明し、理解と協力を求め、工事を円滑に進行する。

4.6.1.2 材料の承諾

(1) 見本・資料の提出

使用する材料（工法）は、見本、カタログ、試験成績書等により、使用前に要求性能を満足していることを確認した後承諾する。また、原則として写真撮影等の自主検査を行うものとする。

(2) 材料（工法）の品質試験

工事に使用する材料（工法）の要求性能は、適正に実施された試験の結果により確認しなければならない。

【解説】

(1) 見本・資料の提出

パイプラインの対策工事に使用する材料（工法）は、設計図書に示す品質規格を満足するものでなければならない。設計図書及び監督職員が指示するものについては、土木工事共通仕様書「2-1-2 材料の見本又は資料の提出」に基づき、使用前に、見本、カタログ、試験成績書等を提出し、監督職員の承諾を得るものとする。また、現場搬入時、受注者において検査を実施し、記録に残すものとする。

なお、設計図書及び監督職員が指示するものについては、土木工事共通仕様書「2-1-3 材料の試験及び検査」に基づき、使用前に監督職員立ち会いの下、検査又は試験を行い、その結果を記録、報告しなければならない。

(2) 材料の品質試験

適正な試験結果を得るためには、適切に管理された試験体制と試験機器により、日本工業規格（JIS）等の規格書や本書の巻末資料に示す「2. 各試験方法」に基づき、正しい手順で試験を行う必要がある。

4.6.1.3 材料の保管及び搬送・搬入

受注者は、対策工法に使用する材料について、所定の品質が保持されるよう、受入検査後の現場内保管、及び搬送・搬入時・施工時のいずれにおいても適正に管理を行わなければならない。

【解説】

(1) 材料管理について

土木工事共通仕様書「2-1-4 材料の保管管理」に基づき、材料の特性に留意して保管しなければならない。

対策工法に使用する材料は、雨水や湿気による吸湿及び温度変化や直射日光の照射により品質が劣化するおそれがある。

また、搬送・搬入時の衝撃による損傷等にも留意する必要がある。

4.6.1.4 対策範囲の確認

受注者は、設計図書により、対策位置及び範囲を確認する。

【解説】

土木工事共通仕様書「1-1-3 設計図書の照査等」に基づき、設計図書と現地の照査を行うものとする。設計図書に記載のない、ひび割れ、漏水等の劣化が確認された場合には、図面・写真等に整理し、その対応について監督職員と協議する。

4.6.2 施工管理

- (1) 施工管理は、補修工事の対策工法に求められる要求性能を満足する品質及び出来形を確保するよう、各工法の特徴を踏まえ、適切に行わなければならない。そのため、施工過程の各段階において適切な管理を実施しなければならない。

(2) 施工後の維持管理及び将来の保全のために、施工管理の記録を保持しなければならない。

【解説】

(1) について

施工管理の基本構成は、図 4.6.2-1 に示すとおりである。

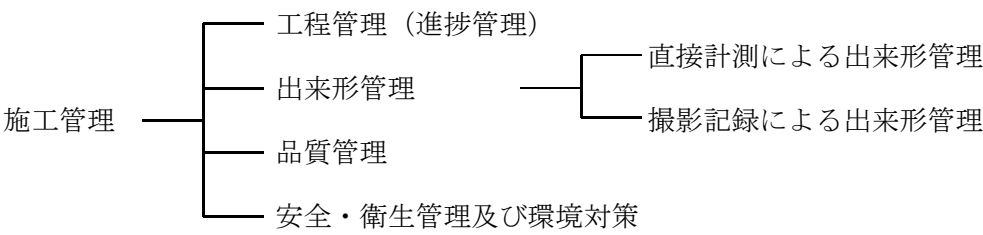


図 4.6.2-1 施工管理の基本構成

パイプラインの対策工法には、各工法の特徴があり、要求性能を満足する施工品質及び出来形を確保するため、材料及び工法の特徴や施工における留意事項を理解し、適切に施工しなければならない。

その際、表 4.6.2-1 に示す基準等のほか、発注契約における特別仕様書等に基づき、適切な施工管理を行う必要がある。

表 4.6.2-1 対策工法の施工管理において準拠すべき基準等

基準等	備 考
土木工事共通仕様書	農林水産省農村振興局整備部設計課 制定
土木工事施工管理基準	農林水産省農村振興局整備部設計課 制定

(2) について

対策工事の施工の際、適宜、施工管理の記録を残すものとする。施工後の施設の維持管理のほか、モニタリングにより得られた情報と併せて蓄積し、将来の保全管理に役立てるため、適切に記録し、必要なタイミングで活用できるように保管しておくことが重要である。

4.6.2.1 出来形管理

(1) 直接測定による出来形管理

工事の出来形を確保するため、工作物の寸法、基準高等の測定項目を施工順序に従い直接測定し、その都度、結果を管理方法に定められた方式により記録し、常に適正な管理を行うものとする。

(2) 撮影記録による出来形管理

出来形測定、品質管理を実施した場合、また施工段階（区切り）及び施工進行過程が確認できるよう撮影基準等に基づいて撮影記録を行い、常に適正な管理を行うものとする。

【解説】

(1) 直接測定による出来形管理

出来形管理は、工事で施工された目的物が、発注者の意図する契約条件に対して、どのように施工されているかを調べ、条件に不満足なものを早期に発見し、原因を追求して改善を図ることを目的とする。

パイプラインの対策工事における直接測定による出来形管理は、工作物の形状寸法等を施工の順序に従い直接測定して設計値と実測値を対比・記録し、測定の都度、管理図表、結果一覧表又は構造図に朱記、併記等を行う。管理基準値に対するバラツキの度合いを管理し、適切な是正措置を講じるものとする。

以上から、土木工事施工管理基準及び特別仕様書に基づき、あらかじめ施工計画書に、各施工段階における測定基準、管理基準値及び規格値を定め、これに従って管理しなければならない。

1) 管理を行う測点の選定

施工計画書に定める管理測点は、現場条件を考慮した上で選定する。

2) 管理基準値

管理基準値は、測定値が規格値の範囲内に収まるよう受注者が施工管理の目標値とするものである。

3) 規格値

規格値は、設計値と出来形の差の限界値であり、測定値は全て規格値の範囲内になければならない。

4) 管理方式

出来形管理は、規格値に対する“ゆとり”と出来形数量確認の2つの目的で実施され、工事完成後において目的物を発注者に引き渡すためのデータとして不可欠のものである。管理方式は、以下のように分類される。

管理方式	{	管理図表によるもの……………	管理値が20点（測定数）以上の場合
		結果一覧表によるもの……………	管理値が20点（測定数）未満の場合
		構造図に朱記するもの……………	管理値が箇所単位の場合
		記録を要しないもの……………	管理基準の測定項目になっていない場合

(2) 撮影記録による出来形管理

補修工事の撮影記録による出来形管理は、施工完了後、確認できない箇所が出来形・出来高数量、施工の状態等、施工段階ごとの進行過程を写真により確認するために行う。

よって、撮影記録による出来形管理箇所は、原則として直接測定による出来形管理の場合と同一箇所を選定する。

土木工事施工管理基準及び特別仕様書に基づき、あらかじめ施工計画書に、各施工段階における撮影基準、撮影箇所等を定め、これに従って管理しなければならない。「**4.6.3.3 鞘管工法の出来形管理及び品質管理**」に撮影箇所、内容、撮影頻度について記載する。

そのほか、管理に当たって、以下の点に留意して行うものとし、工事写真の保管と管理を適切に行い、必要に応じて提示するとともに、検査時に提出する。

1) 撮影内容の表示

撮影に当たっては、形状・寸法及び位置が判明できるよう黒板と箱尺、ノギス等を目的物に添えるものとする。黒板には、撮影日、測点、設計寸法、実測寸法及び略図を記入する。

2) 拡大写真

ある箇所の一部分を拡大して撮影する必要がある場合は、その箇所の全景を撮影した後、拡大撮影する部分の位置が確認できるように撮影する。

4.6.2.2 品質管理

工事の品質を確保するため、材料の品質及び施工段階での品質について、試験を実施し、その都度、成果を管理方法に定められた方式により記録し、常に適正な管理を行うものとする。

【解説】

品質管理は、施工管理の一環として、工程管理、出来形管理と併せて行い、統計的手法を応用して問題点や改善の方法を見出し、所期の目的である工事の品質、安定した工程及び適切な出来形を確保するものである。

パイプラインの対策工法では、使用する材料・工法の材料品質や現場における施工段階ごとの施工品質について、各々の試験（測定）の項目、方法、基準、規格値、測定値の管理手法等を定め、それに従って管理を行うことや、上記の基準等を守るために、施工における作業方法や手順、注意事項等に関する規定を定めることも含まれる。

上記から、土木工事施工管理基準、共通仕様書、特別仕様書に基づき、あらかじめ施工計画書に、材料品質及び各施工段階における施工品質の管理基準及び規格値を定め、これに従って管理しなければならない。また、施工後のパイプラインの水密性、安全性を確認するため、通水試験（漏水試験）を行うとともに、試験的な送水を行ってパイプラインの機能性を確認することが望ましい。通水試験の方法は、土木工事施工管理基準の参考資料に準拠する。

なお、品質管理における試験及び測定値は全て、上記により定めた規格値の範囲内になければならない。

4.6.2.3 安全・衛生管理

労働災害はもとより、物件損害等の未然防止に努めるため、関連仕様書の定めるところに従い、その防止に必要な措置を行うものとする。

- (1) 鞘管工法における安全管理
 - 1) 有資格者の適正配置
 - 2) 管内作業に適した保護具の着用
 - 3) 施工前の安全対策（情報収集）
 - 4) 施工時の安全対策
 - 5) 災害防止について
- (2) 酸素欠乏症、有毒ガス等の安全処置
 - 1) 酸素濃度及び有毒ガス濃度
 - 2) 測定方法と留意事項
 - 3) 測定箇所
 - 4) 酸素欠乏が発生しやすい場所
 - 5) 硫化水素が発生しやすい場所
 - 6) 換気
 - 7) 保護具
- (3) 安全に関する研修、訓練

【解説】

(1) 「鞘管工法における安全管理」について

1) 有資格者の適正配置

- ① 酸素欠乏、硫化水素危険作業主任者

2) 管内作業に適した保護具の着用

- ① 管口仕上げ等で更生材を切断する場合やVカット工事等で管路や附帯工をはつる時及び充填材現場練混ぜ時は、必ず保護メガネを着用する。必要に応じて保護マスクの着用及び集塵機の設置を行う。特に、ガラス繊維樹脂更生材の切断及び充填材現場練混ぜ時の材料投入の際は必ず保護メガネを着用する。また、切断の際に切りくず等を流下させないようにする。

3) 施工前の安全対策（情報収集）

- ① 施工現場周辺の排水系統、排水施設、排水条件等を事前に確認する。
- ② 当日の気象情報を天気予報等より把握し、立坑等から降雨が入らないように対策を講じる。
- ③ 管路内で発生が予想される有毒ガス、酸欠空気、可燃性ガス等の有無を調査する。

4) 施工時の安全対策

- ① 管内作業員は、管内への浸入水等の異変を感じた場合には、直ちに作業を中断し、地上に避難する。
- ② 管内連絡体制は、立坑に各1名監視員を配置し緊急時に備える。
- ③ 地上監視員と管内作業員との連絡は重要であるため、現場状況に応じた連絡体制をとる。
- ④ 管内作業員を明確にするために、作業員名板を地上の搬入口箇所に設置する。個人ごとに退出を確認し、全作業員が退出したことを確認した後に、送風機、ガス検知器等を撤収する。

- ⑤ 燃焼、爆発の原因となる着火源を作業帯に置かせない。また、静電気によるスパークにも十分注意する。

5) 災害防止について

- ① 緊急時に備え救出用装備、救出方法等の訓練を実施する。
- ② 救出に備え、有効な空気呼吸器等の呼吸用保護具を現場に常設し、直ちに装備できる場所に保管する。

(2) 「酸素欠乏症、有毒ガス等の安全処置」について

既設管内での作業となるため、酸素欠乏や有毒ガス等に対する安全処置が必要である。作業前に酸素濃度や硫化水素濃度を測定し、安全を確認して管路内に入る。

なお、作業前に濃度が異常値を示している場合は、有効な空気呼吸器等の呼吸用保護具を着用して調査する。

1) 酸素濃度及び有毒ガス濃度

- ① 酸素濃度…………… 18%以上を確認
- ② 硫化水素濃度…………… 10ppm 以下を確認
- ③ 溶媒から発生するガス濃度…………… 20ppm 以下を確認（作業環境評価基準濃度 20ppm 以下）
- ④ 一酸化炭素濃度…………… 50ppm 以下を確認

2) 測定方法と留意事項

- ① マンホール鉄蓋を開けた直後は、酸欠空気、硫化水素等が吐き出されるおそれがあるので決してマンホール内部をのぞかない。
- ② 測定者（有資格者）は、測定方法について十分習熟する。
- ③ 測定者は、必ず1人以上の補助者の監視の下で測定を行うものとする。
- ④ 転落のおそれがあるところでは、監視人が測定者を監視するとともに命綱等を装備させ、安全を確認する。
- ⑤ 土砂の堆積や滞水のある場所での作業では、測定者は携帯用ガス測定器により、事前に安全を確認しながら作業を行うものとする。
- ⑥ 測定者は、メタンガス等の可燃性ガスが存在するおそれがある場所では、圧縮酸素放出式マスクを使用しない。
- ⑦ 管内作業中は、携帯用測定器で連続的に測定する。

3) 測定箇所

- ① 作業場所に硫化水素が発生、侵入又は停滞するおそれのある場所
- ② 作業場所に酸素欠乏が発生するおそれのある場所
- ③ 作業に伴って作業員が立ち入る箇所

4) 酸素欠乏が発生しやすい場所

- ① 上部に不浸透水層がある砂れき層のうち含水・湧水がない又は少ない部分、第1鉄塩類又は第1マンガン塩類を含有している地層、メタン・エタン又はブタンを含有している地層、炭酸水を湧出している又は湧出するおそれのある地層、腐泥層等の地層に接している又は通じる内部

② 附帯工、保護工ピットの内部

③ 雨水、河川の流水若しくは湧水が滞水している、又は滞留したことがある箇所

5) 硫化水素が発生しやすい場所

① 伏越した下流部、上流部

② 泥が堆積しやすい箇所

③ 管路施設内の硫化水素濃度は、1日の時間帯及び季節により大きく変動するため注意が必要である。

6) 換気

① 硫化水素や酸素欠乏の発生が予想される箇所では、作業前から換気を実施し、作業終了後、管路内に作業員がいないことを確認するまで換気を継続する。

② 換気方法は、外気の風向きを考慮してファン等を設置し、一方から送気、他方から外へ排気することにより、安全が確認できるまで管路内の換気を行うものとする。

③ 作業前の換気時間は、送風機の能力と管路内容積から、管路内の空気が入れ替わる時間の3～5倍の時間をもって換気時間の目安とする。その後、ガス濃度測定を行い、安全を確認した後、作業員を立ち入らせ、作業員が管路内にいる間は換気を続ける。

7) 保護具

異常時には直ちに有効な空気呼吸器等の呼吸用保護具を用いられるように作業場所や立坑入口部に配置するとともに、作業員全員が確実に装着及び使用できるよう日常的訓練を励行する。また、転落のおそれのある場所では安全帯を使用する。

(3) 「安全に関する研修、訓練」について

労働安全関係法令に基づく安全活動の実施とともに、現場作業の安全を確保するため、「KYK」（危険予知活動）や「TBM」（ツールボックスミーティング）の励行を求める。

4.6.2.4 環境対策

施工時における環境対策に関する管理事項は、以下のとおりである。

- (1) 粉塵対策
- (2) 騒音・振動対策

【解説】

(1) 「粉塵対策」について

清掃・注入時等に際しては、シート等にてプラントを囲うとともに粉塵を発生させないように注意する。また、作業員による清掃及び散水をこまめに実施し、粉塵を発生させないように注意する。さらに、更生管の切断処置等で粉塵が発生するため、作業員は、防塵マスク、防塵メガネを着用し、集塵機等で対策する。

(2) 「騒音・振動対策」について

作業に当たっては、騒音規制法、振動規制法、労働安全衛生法及びその他条例、基準を遵守する。

なお、あらかじめ関係官公庁に所定の様式により届出を提出し、騒音・振動の発生を抑える機種の採用や防音対策等の対策を実施する必要がある。

工事区域と民家及び公共施設の距離を測定し、必要に応じて作業時間の制限や騒音・振動を測定させる。特に、夜間作業の場合、車輛のエンジン音や作業指示の声等にも十分注意が必要である。

4.6.3 鞘管工法の施工管理

4.6.3.1 鞘管工法の材料の承諾及び保管管理

鞘管工法に使用する管材の品質管理は、土木工事施工管理基準による。挿入管と既設管の間隙に注入する充填材は、材料、配合、物性値管理値等について監督職員の承諾を得ることとする。また、使用材料は適正に保管管理を行う。

【解説】

鞘管工法で使用される管材は、J I S等の公的規格や団体規格に準拠した工場二次製品であり、土木工事施工管理基準によるものとし、品質管理は本書で規定しないが、現場搬入時に外観及び形状寸法について監督職員の検査を受けることを原則とする。また、現場での使用管理は、変質・損傷を受けないように適切に行う。

挿入管と既設管の隙間に注入する充填材は、本書に示す管理基準値を満足する材料、配合、物性管理の試験項目と管理値を示し、監督職員の承諾を得ることとする。

4.6.3.2 鞘管工法の施工時の管理

鞘管工法の施工管理においては、内挿管と既設管との間隙に注入する充填材（裏込材）に対し、次の項目について確認を行う。

- (1) 充填材物性管理（湿潤密度（生比重）、フロー値等）
- (2) 充填材圧力管理（設定値以下）
- (3) 充填材打設量管理

【解説】

(1) 充填材物性管理

鞘管工法は、自立管路を構築できる工法であるので、内挿管と既設管との間隙に注入する充填材の物性値を管理することが重要となる。標準的な充填材の試験項目と施工時の品質管理規格値、試験方法及び測定回数を表 4.6.3.2-1 に示す。

なお、実験等の根拠に基づき、別途充填材の性能管理規格値を定めることができる。

充填材物性管理規格値（湿潤密度、フロー値、空気量）

- ① 湿 潤 密 度：材料承諾及び施工計画書での申告値 ± 0.10 (g/ml)
- ② フ ロ ー 値：材料承諾及び施工計画書での申告値 ± 20 (mm)
- ③ 空 気 量：材料承諾及び施工計画書での申告値 ± 5 (%)

表 4.6.3.2-1 標準的な管理項目と試験方法及び測定回数

試 験 項 目	試験方法	測定回数
湿 潤 密 度	500cc の定量容器で、試料の容積重量を測定する。	2 回/日
フ ロ ー 値	平滑な盤上のフローコーン（φ 80mm×H80mm）に試料を水平に満たし、フローコーンを引き上げ 1 分後の広がりを目視で測定する。	2 回/日
空 気 量 （参考値）	500cc のメスシリンダーに試料 200cc を入れ、更に 200cc の清水を加えてよく振り、上部に浮揚した気泡にアルコール 100cc を滴下して消泡させ、消泡後の目盛り（B）を読む。 空気量（A）= [{試料（200cc）+水（200cc）+アルコール（100cc）- B} ÷ 試料（200cc）] × 100	2 回/日

(2) 充填材圧力管理

充填材の注入圧力は現場に応じて変動するため、設計値以下で管理を行う。

(3) 充填材打設量管理

エアモルタル等の流出により充填材の充填完了確認を行い、充填材打設量が設計量と比較し適正であるかを確認する。管頂部を木槌等に軽く叩き、打音により補助的に確認した事例もある。

管布設と同時に、充填材注入用塩ビ管を既設管内上部に設置する。充填材の注入は、注入スパンの両端を間仕切壁により塞ぎ止め、注入作業へ移行する。

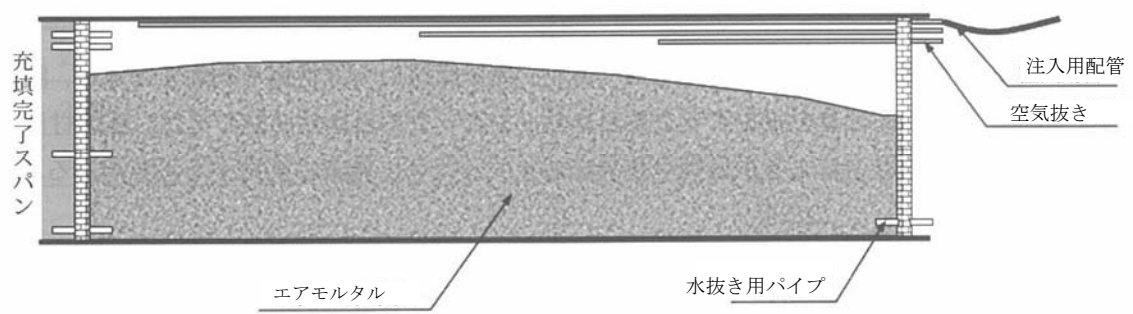


図 4.6.3.2-1 充填材注入 1 日目完了

注入は、基本的に 2 日に分けて行う。1 回の注入作業終了後しばらく経つと下部の水抜き用パイプから残水が流出した後、エアモルタル等が流出するため、直ちに水抜き用パイプを閉塞する。

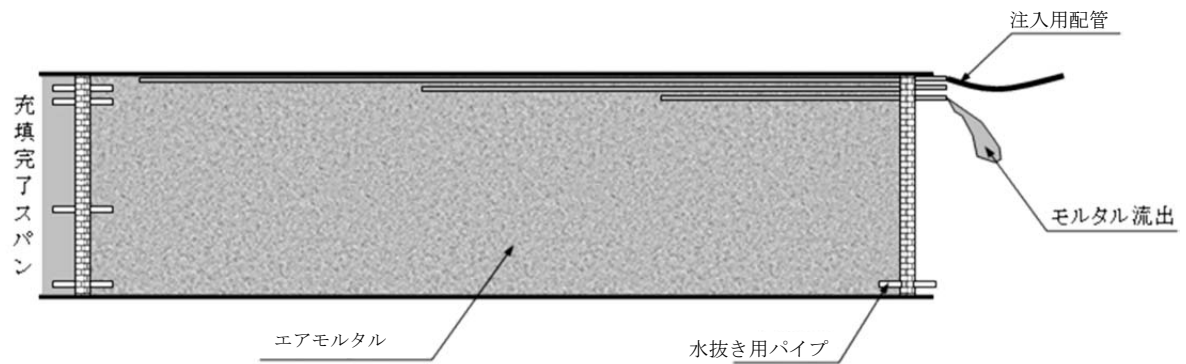


図 4.6.3.2-2 充填完了状態の概略図

(参考) 鞘管工法の概略施工手順図

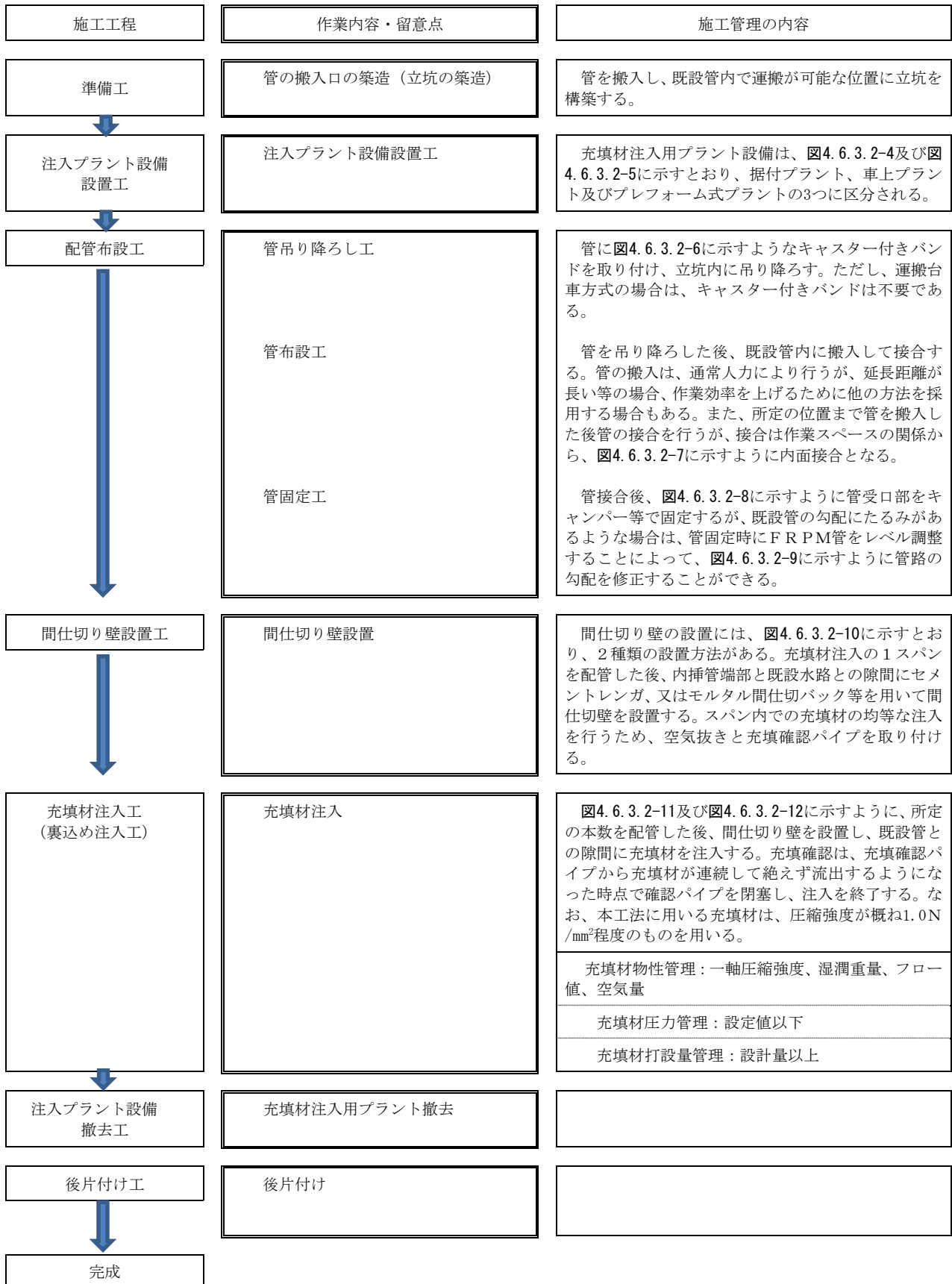


図4.6.3.2-3 施工段階ごとの施工管理の例（鞘管工法）

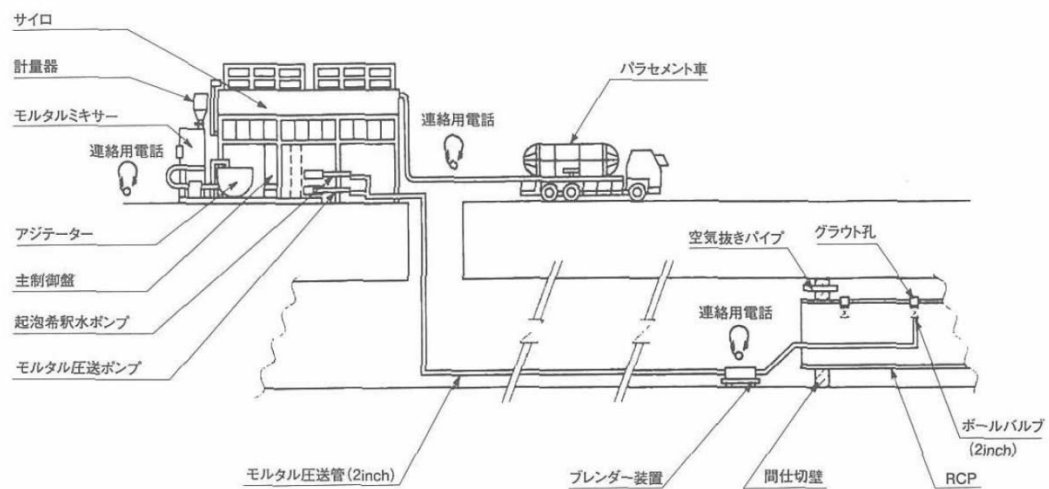


図 4. 6. 3. 2-4 据付プラント（坑内混合方式）設置概要図

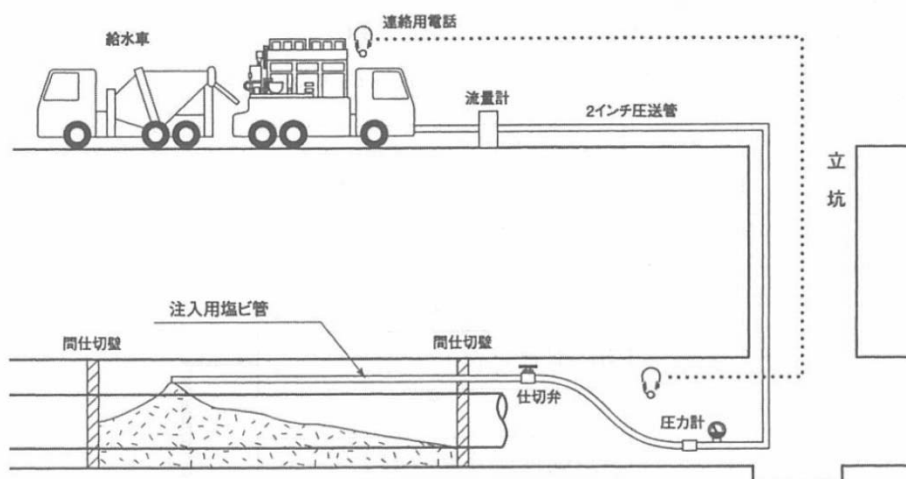


図 4. 6. 3. 2-5 車上プラント設置概要図

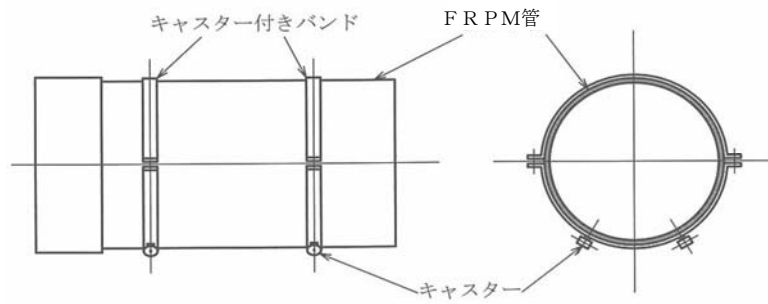


図 4.6.3.2-6 キャスター付きバンドの一例

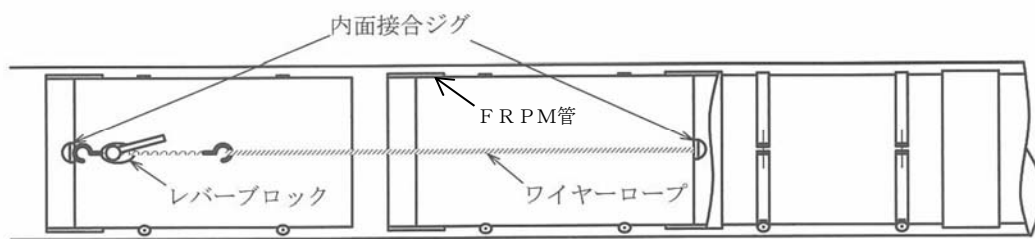


図 4.6.3.2-7 管の接合方法

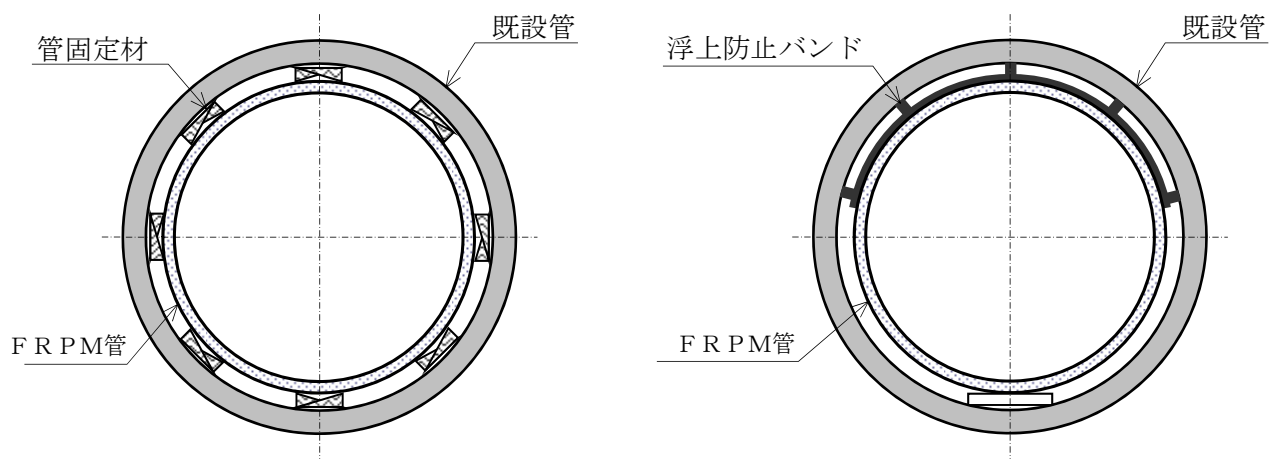


図 4.6.3.2-8 管固定（浮上防止工）の一例

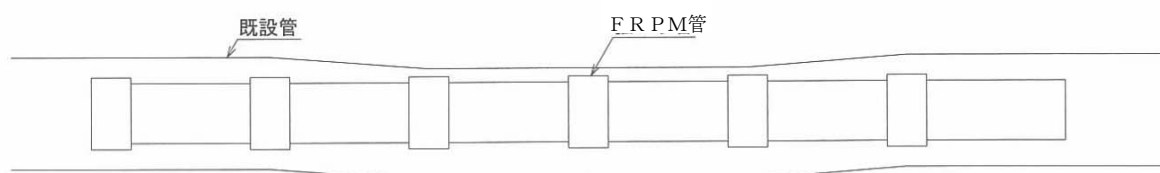


図 4.6.3.2-9 管路勾配の修正

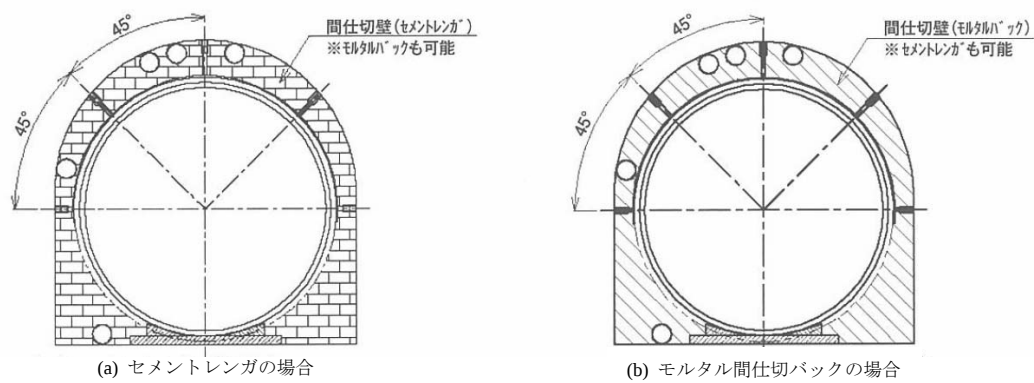


図 4. 6. 3. 2-10 間仕切壁設置工

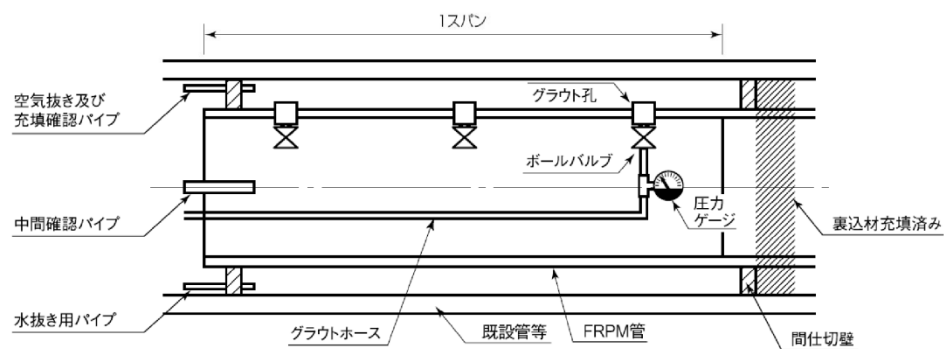


図 4. 6. 3. 2-11 充填材の注入方法例（内面注入方式）

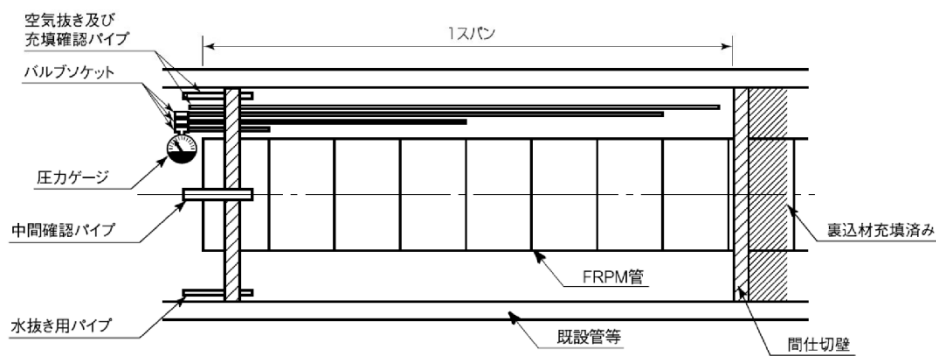


図 4. 6. 3. 2-12 充填材の注入方法例（外面注入方式）

4.6.3.3 鞘管工法の出来形管理及び品質管理

出来形管理及び品質管理は、土木工事施工管理基準による。

挿入管と既設管の間隙に注入する充填材の出来形管理は充填量、品質管理は一軸圧縮強度 1.0 N/mm²程度（材齢 28 日）とする。

【解説】

出来形管理は土木工事施工管理基準による。記載されていない項目の管理は、監督職員の承諾を得て各団体等が発行する資料に則って行う。

充填材の出来高管理は充填量、品質管理は一軸圧縮強度 1.0 N/mm²程度（材齢 28 日）により行う。試験方法及び測定回数を表 4.6.3.3-1 と以下に示す。なお、現地では早期に強度を確認する必要があるため、強度発現の速度を事前に確認した上で、短い材齢での一軸圧縮強さにより材齢 28 日の強度を推定してよいこととする。

表 4.6.3.3-1 標準的な管理値と試験方法及び測定回数（例）

試験項目	試験規格	試験方法	測定回数
圧 縮 強 度	JIS A 1216（土の一軸圧縮強度試験方法）	円柱モールドφ50mm×H100mm を使用し、1 回当たり 3 本の供試体を採取し、20℃の湿空養生を行い、材齢 28 日で試験を行う。	2 回/日

工事記録写真等の内容及び撮影頻度、表 4.6.3.3-2 に示す検査結果、写真データ等の記録を確認する。

表 4.6.3.3-2 工事写真撮影要領（韃管工法）

工 種	撮影箇所及び内容	撮影頻度
現 場 概 要	・ 施工箇所の概況を同一箇所、同一方向（同一方向：起点より終点を望む方向）	・ 工事施工箇所の起点、主要中間点及び終点ごと
管 材 の 品 質 等	・ 土木工事施工管理基準に準じる	・ 同左
充 填 材 の 品 質 等	・ 施工前の使用材料の保管状況 ・ 施工前の使用材料の確認状況 ・ 試験用材料の現場採取確認状況 ・ 試験実施状況	・ スパンごと ・ スパンごと ・ スパンごと ・ スパンごと
事 前 処 理 工	施工状況 ・ 管内洗浄状況（施工前・施工後） ・ 障害物の除去状況（施工前・施工後） ・ 止水状況（施工前・施工後）	・ 施工箇所ごと ・ 施工箇所ごと ・ 施工箇所ごと
管 体 工	・ 土木工事施工管理基準に準じる	・ 同左
充 填 工	施工状況 ・ 間仕切り壁設置状況 ・ 充填材注入作業状況 ・ 注入状況（圧力管理状況） 出来形管理状況 ・ 確認孔による充填確認状況	・ 施工箇所ごと ・ 施工箇所ごと ・ 施工箇所ごと ・ スパンごと
水 替 え 工	施工状況 ・ 水替え状況	・ 適宜
設 備 工	各種使用機材設置状況 ・ 使用機器	・ 適宜

4.6.4 完成検査

工事後、関係書類に基づき、工事の実施状況、出来形及び品質について検査を実施する。

【解説】

工事の出来形及び品質の検査は、位置、出来形寸法、品質及び出来ばえについて、仕様書、図面その他関係図書と対比して行うものとする。