

## 参考資料①

### 止水バンド工法

止水バンド工法は、継手部の変状により漏水等が生じた箇所に、弾力性のあるゴムスリーブ等と鋼板材料を用いて拡径装着し、部分的に水密性を回復又は向上させる技術であるが、連続して多数設置した場合の損失水頭への影響、長期耐久性の検証等が課題となっている。このため、本工法については、やむを得ず長期にわたり使用する場合にはモニタリングの際に管内に入って止水バンドの緩み等の状態確認を入念に行う必要があるものとし、参考資料として記述する。

# 参考① 止水バンド工法

## 1 工法概要

止水バンド工法は、継手部の変状により漏水等が生じた箇所に、弾力性のあるゴムスリーブ等と鋼板材料を用いて拡径装着し、部分的に水密性を回復又は向上させる工法である。

### 【解説】

#### (1) 止水バンド工法の概要

止水バンド工法は、継手部の変状により漏水等が生じた箇所に、弾力性のあるゴムスリーブ等を変状箇所が包含されるように、防食性に優れる圧着用鋼材(ステンレス鋼板)を用いて拡径装着し、部分的に止水補修する工法である。適用については、継手部以外には既設管の性能低下がなく、耐荷性、水密性ともに健全であることが求められる。併せて、止水バンドは人力による管内作業であるため、作業員の安全性を考慮し適用口径を800mm以上とする。

また、止水バンド工法は、管路継手内面に装着するため局所的な管内径の縮小を伴うことから、連続して多数設置することにより損失水頭への影響が大きくなる場合もあるため水理的な検討が必要である。さらに、継手の凹み部を間詰めるバックアップ材が必要な場合には、現場状況に応じて個別に検討を行う。

なお、止水バンド工法については、既設管の更新工事等に着手するまでの応急対策として利用されている例が多いが長期の耐久性の検証が十分でないため、やむを得ず長期にわたり使用する場合にはモニタリングの際に管内に入って止水バンドの緩み等の状態確認を入念に行う必要がある。

参①表 1-1 に本書における止水バンド工法の適用範囲、参①表 1-2 に施設変状や設計・施工条件に対する止水バンド工法の適用範囲を示す。

参①表 1-1 本書における止水バンド工法の適用範囲

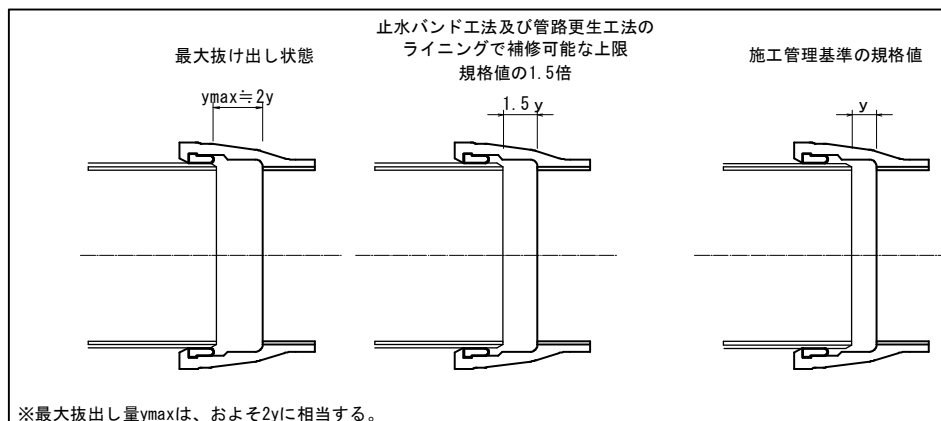
対象工法 適用範囲	止水工法
	止水バンド工法
適用目的	・補修(水密性の回復)
既設管種	・石綿セメント管以外の管種
対象変状	・継手部の間隙、曲げ角度、ゴム輪の劣化や脱落(※1)
口径・延長	・口径800mm未満は適用外とする(※2)
線形・施工条件	・止水バンド設置後の緩み等を確認する必要がある、継続的な点検が行えること
既設管の性能低下状態	・既設管の耐荷力は健全であること(※3) ・止水バンド取付箇所のたわみ率は5%以下とする ・ジョイント間隔は施工管理基準の規格値×1.5を上限とする(※4)
地盤追従性	・長期の供用で地盤が安定し、上部の土地利用が改変される等の荷重条件が変更となる予定のない施設への適用を前提とする(※5)
耐震性	・耐震性を要する場合は個別に検討を行う(※6)

※1：変状に対する適用性は工法の個別性能による。

※2：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。

※3：補修後の耐用期間中においても既設管本体に要求される構造性能が確保されることが必要である。

※4：止水バンド工法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。



※5：地盤追従性について、既製管は接合部である継手に伸縮・屈曲の可とう性を有する構造となっており、各管種により性能は異なるが曲げ等に対する水密性試験が実施されている。そのため、止水バンド工法は現時点では安定した地盤への適用を前提とする。特に漏水等による周辺地盤の緩みや構造物との接続部や盛土境界等、管路更生後に不同沈下が生じる可能性のある箇所への適用は、沈下量や継手の変形等について個別検討を要する。

※6：耐震性については、耐震設計手法に関する新たな技術的知見等を踏まえ、現場の条件等に応じた検討を行う必要がある。

参①表 1-2 施設変状や設計・施工条件に対する止水バンド工法の適用範囲

適用条件		対策工法	補修
			止水バンド工法
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)
	ひび割れ		適用不可
	鉄筋露出、腐食		適用不可
	管厚の減少		適用不可
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)
	ひび割れ		適用不可
	鉄筋露出、腐食		適用不可
	管厚の減少		適用不可
	カバーコート摩耗・中性化		適用不可
	P C鋼線の腐食		適用不可
	土壌に腐食性物質が存在 (硫化物の含有等)		適用不可
	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
S P 管・ D C I 管	たわみ量		5%以下
	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)
	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)
	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)
	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)
	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)
	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)
	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)
	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)
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)
	ひび割れ		適用不可
	たわみ量		5%以下

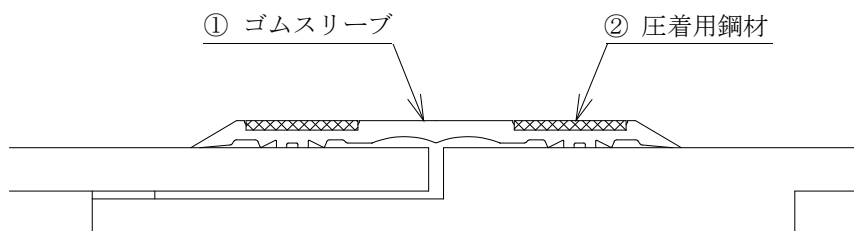
## (2) 止水バンド工法の材料仕様と特徴

### 1) 使用材料

止水バンド工法に用いる主要な材料は、ゴムスリーブと圧着用鋼材である（参①表 1-3、参①図 1-1 参照）。

参①表 1-3 止水バンド工法の構成要素と材質

構成要素	材 質	形 状	備 考
ゴムスリーブ	SBR, EPDM 等	筒状体	両端にシール用溝付き
圧着用鋼材	SUS304, SUS316	リング状等	ヒンジ、差し込み等
		板状 等	波付き等



参①図 1-1 止水バンド断面図例

各々の詳細について以下に示す。

#### ① ゴムスリーブ

ゴムスリーブの形状は、参①図 1-1 に示す例のとおり、加硫ゴムを筒状に成形加工した幅広のリング状である。管路内面側に連続した凹凸が溝状にあり、凸部が管路内面に圧着されることによってシール効果を発揮し、水密性を確保する構造である。

ゴム品質は、J I S K 6353 : 1997 水道用ゴム（J W W A K 156 : 2004 水道施設用ゴム材料）の種類のうち I 類 A<sup>(注1)</sup> が多用されている。

注1：J I S K 6353 : 1997 水道用ゴム I 類 A の用途を「管類の継手部に用いるゴム輪 { 鋳鉄管、鋼管、硬質ポリ塩化ビニル管、プレストレストコンクリート管 ( 圧力管 ) } バタフライ弁の弁座用ゴム」としている。

#### 【参考】

J I S K 6353:1997 水道用ゴム

ゴムは、スチレンブタジエンゴム（SBR）、アクリロニトリルブタジエンゴム（NBR）、ブタジエンゴム（BR）、クロロプレンゴム（CR）、エチレンプロピレンジエン系ゴム（EPDM）等の合成ゴム又は天然ゴム（NR）を主原料とし、良質な原料ゴムを用いなければならない。なお、水質によっては、天然ゴム（NR）及びイソprene ゴム（IR）は微生物により侵食されることがあるため、合成ゴム（イソprene ゴムを除く）の使用が望ましい。

## J WWA K 156 : 2004 水道施設用ゴム材料

ゴムの材料は、スチレンブタジエンゴム（SBR）、アクリロニトリルブタジエンゴム（NBR）、エチレンプロピレンジエン系ゴム（EPDM）、クロロプレンゴム（CR）又は天然ゴム（NR）とする。なお、SBRとNR、CRとNRをブレンドすることができる。

### ② 圧着用鋼材

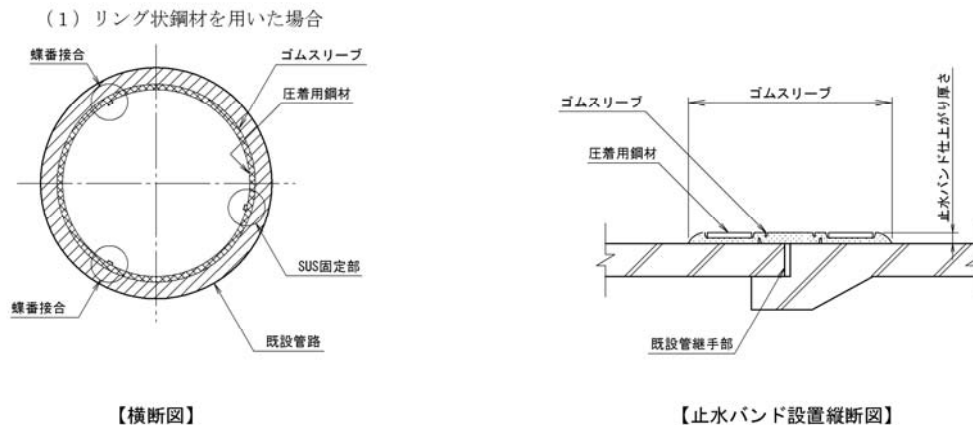
ゴムスリーブを管内面に圧着固定する鋼材（参①図 1-1 参照）の必要条件是、管内の流体が水であるため酸化による錆の発生を防止できることや、流体に含まれる化学成分等による腐食に対して耐久性を保有することである。このため、一般的には J I S に規定するオーステナイト系ステンレスの S U S 304（18Cr-8Ni）の使用が認められている。なお、S U S 304 よりも S U S 316 の方が耐食性に優れる。

## 2) ゴムスリーブの圧着方法

### ① 複数のリング状鋼材を用いてゴムスリーブを圧着する方法

筒状のゴム体を使用する多くの工法がこの方式を採用している。施工方法は、ゴムスリーブを対象管路の継手位置を中心に跨ぐ形で設置し、ゴムスリーブの一方の端付近の上から円形を分割したリング状の鋼材をジャッキ等にて拡径し、鋼材の隙間に必要な寸法の鋼材を差し込む、あるいは拡径したリング状鋼材が重なり合った端部をボルト等により固定して、ゴムスリーブを管体の内面に圧着保持させる。その後、ゴムスリーブのもう一方の端を同様の方法で施工し、圧着保持させる。

この方法の特徴は、管路の軸方向変位や曲げ角度が大きい場合にも設置が可能なが挙げられる。施工に当たっては、材料に過度の変形応力を与えないために、設置時の適用範囲（既設管の間隙・段差及び角度）を明確にしておく必要がある。また、空水時の管路において外部からの水圧等によるゴムスリーブへの荷重は、内面側に支持材がないことによりクリープが働くことから、ゴムスリーブ内にカーカスベルト（ゴムを内包した繊維層）による補強、あるいはゴムスリーブ内側にリング状鋼材の設置等を施すなど、必要な対策を明確にしておく必要がある。（参① 図 1-2 参照）

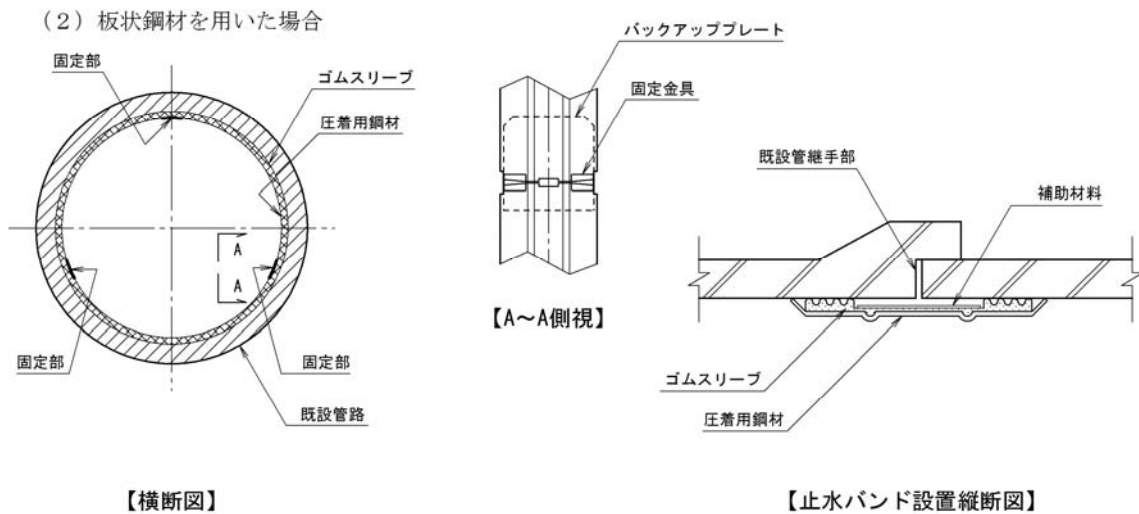


参①図 1-2 止水バンド工法の概念図（リング状鋼材を用いた場合）

② ゴムスリーブ全体を覆う板状鋼材を用いて圧着する方法

筒状のゴム体の内側に3分割あるいは4分割した圧着用鋼材を入れ、これを対象管路の継手部において継手を跨ぐ形で設置し、分割部はそれぞれジャッキを用いて拡張し、開いた隙間に合わせた大きさの拡張保持用鋼材を挿入設置して、ゴムスリーブを拡張圧着させる。

この方法は、外部からのゴムスリーブにかかる水圧に対して、ゴムスリーブ全体を覆う板状鋼材が背面から支えることで、外水圧による引張クリープによる劣化を防止できる。板状鋼材を用いる方法は、管路のせん断方向の変位（段差）と曲げ角度が大きくなるほど止水効果が失われるので注意を要する。また、内圧に対する継手隙間でのゴムの変形は、劣化を促進することとなるため、対策が求められる。（参①図 1-3 参照）



参①図 1-3 止水バンド工法の概念図（板状鋼材を用いた場合）

## 2 要求性能、性能照査

### 2.1 止水バンド工法の要求性能と性能照査

止水バンド工法の要求性能は、止水バンド工法を施したパイプライン施設の性能として設定する。

止水バンド工法の性能照査は、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

パイプラインに止水バンド工法を適用する主な目的は、施設の劣化対策であり、低下した水密性の回復である。しかし、止水バンド工法の性能照査は、水密性のみに限らず期待される効果の持続期間中に、止水バンド工法を施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。

本書では、性能照査に当たっては、止水バンド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に加え、施工後の水張り試験を行うことで性能照査とすることとした。ただし、止水バンド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、止水バンド工法が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。

止水バンド工法の要求性能とその性能照査時期を参①表2.1-1に示す。

参①表 2.1-1 止水バンド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	水密性	○	○	○	○	○
		通水性	—	○ 水理計算	—	○	○
	構造機能	耐久性	○	—	○	—	○
基本的性能	構造機能	装着性	—	—	—	○	○
		地盤追従性	—	—	—	—	△
個別的性能	構造機能	耐震性	△	△	△	△	△
	社会的機能	水質適合性	○	○	○	—	—

【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

止水バンド工法を施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、使用する材料の特性及び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。

工法開発時止水バンド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参①表2.1-2に示す。J I S等に規定されている試験方法を用いて性能照査を行うことが困難な照査項目には本書で試験方法を規定する(以降、「本書に示す試験」とする)。表中で本書に示す試験と表記した水密性の照査(試験)方法の詳細は、巻末資料の「2.各試験方法」を基本とするが、これら以外の試験方法を採用する際は、それぞれ適用するJ I S規格を参照されたい。また、以下に性能照査に関する特記事項を記す。

水密性：想定される水圧に対し所定の許容減水量以下であること。ただし、製品単体では漏水がないこと。

耐久性：止水バンドの主材料(ゴム、S U S)が、期待される長期耐久性を有すること。

装着性：止水バンド工法として装着固定した材料が脱落しないこと。

注) 不具合事例とし、止水バンドが脱落した事例がある。原因は、①施工不良(拡張不足)、②既設管の劣化により設置後に管内径が拡大して脱落、③管の扁平(ただし設置前後のたわみ量は不明)が推定される。

耐摩耗性：ゴムは柔軟であり既製管に比べ、高い耐摩耗性を有していることから性能照査は不要とする。

※バックアップ材(間詰材)を用いる場合には、バックアップ材の長期耐久性についても照査が必要である。

参①表2.1-2 止水バンド工法に求められる主な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		
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	内水圧試験	本書に示す試験 ・継手変位なし ・継手変位あり (ジョイント間隔・段差)	静水圧に安全率2.0を乗じた内水圧で漏水(水圧の低下)がないこと なお、長期にわたり使用する場合には静水圧に水撃圧を加えることを検討する	
			外水圧試験	本書に示す試験 ・継手変位なし ・継手変位あり(たわみ)	外水圧で漏水(水圧の低下)がないこと	
基本的性能	構造機能	耐久性 ・長期耐久性を考慮している <sup>1)</sup>	硬さ試験	JIS K 6253の5 加硫ゴム及び熱可塑性ゴム-硬さの求め方-第5部:硬さ試験機の校正及び検証	水道用ゴム(JIS K 6353)におけるI類Aの品質を満足すること	
			引張試験	JIS K 6251 加硫ゴム及び熱可塑性ゴム-引張特性の求め方	水道用ゴム(JIS K 6353)におけるI類Aの品質を満足すること	
			老化試験	JIS K 6257 加硫ゴム及び熱可塑性ゴム-熱老化特性の求め方	水道用ゴム(JIS K 6353)におけるI類Aの品質を満足すること	
			圧縮永久ひずみ試験	JIS K 6262 加硫ゴム及び熱可塑性ゴム-常温,高温及び低温における圧縮永久ひずみの求め方	水道用ゴム(JIS K 6353)におけるI類Aの品質を満足すること	
			使用鋼材の各品質試験(ミルシートによる確認)	JIS G 4304 熱間圧延ステンレス鋼板及び鋼帯 JIS G 4305 冷間圧延ステンレス鋼板及び鋼帯	JIS G 4304又はJIS G 4305に規定されるSUS304又はSUS316の品質を満足すること	
個別的性能	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	ゴムの浸出試験	JIS K 6353 水道用ゴム 試験方法付属書1	水道用ゴム(JIS K 6353)におけるI類Aの品質を満足すること

1) 使用する材料である SUS304 やゴム(JIS K 6353 に規定される I 類 A) は水道用の管材に用いられる材料であり、それらの材料を用いる場合には既製管と同等の長期耐久性があるとみなす。

## 1) 水密性：水密性（内水圧・外水圧）試験

止水バンド工法は補修工法であり、耐荷強度は既設管が受け持つことから止水バンド工法は内水圧と外水圧に対して水密性を有する必要がある。

### 【試験方法】

水密性の照査は、JIS等の規定がないことから巻末資料「2. 各試験方法 水密性（内水圧・外水圧）試験要領」を参考に現場条件等を踏まえつつ、行うものとする。

試験パイプに製品を設置し、内圧と外圧をそれぞれ加え、5分間保持し漏水等の異常がないことを確認する。

試験口径は、内水圧試験については任意の口径とする。外水圧試験については、口径が大きくなるにつれて外水圧の影響を受けやすいことから、承認を得ようとする適用可能最大口径とする。

内水圧試験の既設管の継手の変位については、承認を得ようとするジョイント間隔及び段差とするが、ジョイント間隔は既設管の規格値の1.5倍以下を適用範囲とする。外水圧試験の既設管の継手の変位については、承認を得ようとする扁平率とするが、既設管の規格値(とう性管において5%)以内を適用範囲とする。なお、止水バンド工法は既設管の変形が進行しない場合に適用する工法であるため、試験においても変形への追従性は要求しない。

試験ケースは、以下の4ケースとする。

- ① 内水圧試験 継手変位無し
- ② 内水圧試験 継手変位有り(ジョイント間隔・段差)
- ③ 外水圧試験 継手変位無し
- ④ 外水圧試験 継手変位有り(たわみ)

### 【要求値】

静水圧に安全率2.0を乗じた内水圧で漏水（水圧の低下）がないこと。

なお、長期にわたり使用する場合には静水圧に水撃圧を加えることを検討する。

外水圧で漏水（水圧の低下）がないこと。

## 2) 耐久性：ゴムの長期耐久性

止水バンドの製品に利用するゴムの長期耐久性を照査する。水道用ゴムと同等の性能を求める。

### 【試験方法】

照査の項目は、硬さ、引張試験、老化試験、圧縮ひずみ試験とする。

試験方法は、硬さ試験はJIS K 6253の5「加硫ゴム及び熱可塑性ゴム-硬さの求め方-第5部：硬さ試験機の校正及び検証」、引張試験はJIS K 6251「加硫ゴム及び熱可塑性ゴム-引張特性の求め方」、老化試験はJIS K 6257「加硫ゴム及び熱可塑性ゴム-熱老化特性の求め方」、圧縮ひずみ試験はJIS K 6262「加硫ゴム及び熱可塑性ゴム-常温、高温及び低温における圧縮永久ひずみの求め方」によるものとする。

**【要求値】**

水道用ゴム（J I S K 6353）における I 類 A と同等の品質を満たすこと。

**3) 耐久性：鋼材の長期耐久性**

止水バンドの製品に利用する鋼材について、ステンレスとしての長期耐久性を求める。

**【試験方法】**

使用する鋼材の各種品質を J I S G 4304「熱間圧延ステンレス鋼板及び鋼帯」又は J I S G 4305「冷間圧延ステンレス鋼板及び鋼帯」によって照査する。

**【要求値】**

鋼材の品質が J I S G 4304又は J I S G 4305に規定される S U S 304又は S U S 316の品質であることを満たすこと。

**4) 水質適合性：ゴムの浸出試験**

管路を流れる水を農業用水として利用するために、止水バンドの製品に利用するゴムからの有害物質の浸出がないことを求める。

**【試験方法】**

有害物質の浸出がないことを J I S K 6353「水道用ゴム」 I 類 A の浸出性基準によって照査する。

**【要求値】**

使用するゴムが J I S K 6353「水道用ゴム」 I 類 A の浸出性基準を満たすこと。

### 3 水理設計

#### 第5章 反転・形成工法 5.3 水理設計を参照。

なお、止水バンドが設置されている場合の損失水頭は、第5章 反転・形成工法の5.3.4 水理計算 4)管路更生の端部処理による損失水頭の①急拡による損失と②急縮による損失を参考に算出することができる。ただし、連続して多数設置した場合の損失水頭への影響は明らかになっておらず、今後の課題である。

## 4 構造設計

### 4.1 止水バンド工法の構造設計

止水バンド工法については、計算による構造設計は行わないものとし、内水圧及び外水圧に対する性能照査試験を満足する製品を採用する。

#### 【解説】

止水バンド工法は既設管が構造耐力を有する路線に適用することから、内水圧及び外水圧に対する性能照査試験を確認し、現場条件に適した製品を採用する。

## 5 施工方法

### 5.1 止水工法の施工

止水工法は、継目の漏水防止、単管のひび割れ補修が対象となるが、既設管本体が健全であり、管路ユニットが機能している場合に部分的に採用される工法である。施工に当たっては、管路内における人力作業であること、既設管に直接設置する工法であること、設置箇所ごとの性能検査が困難であること等に鑑み、施工安全性の確保、所定の耐用期間の性能維持のために施工現場の状況も考慮した計画の下で施工を行うことが求められる。

#### 【解説】

本書で対象とする止水工法は、継目の漏水防止の止水バンド工法であり、管路内の特定箇所に人力で設置するものであることから、作業の安全性確保が優先される。管路内の排水による空水状態の維持、換気による管内空気に必要な酸素濃度維持、有害物質等の除去等人体に有害な状態の排除を確実に行うことが必須である。資機材の搬入に当たり、搬入口となる場所の確保及びその設置は、作業に要する空間の大きさと時間的な要素を加味して行う必要がある。また、管内作業中の非常時における連絡方法が確保され、作業者が安全に避難等を行える状態を施工期間中継続的に確保する必要がある。これらは、事前の施工計画において定め、安全を脅かす行為等の排除に努める必要がある。

さらに、施工計画と実際の管内状態に差異が見受けられた場合の対処の方法について施工計画に反映しておくことが求められる。

## 5.2 止水バンド工法の施工

止水バンド工法の施工は、次の5項目の順に行う。

- (1) 施工前現場実測
- (2) 施工前管路内調査
- (3) 事前処理工
- (4) 使用材料の搬入
- (5) 止水バンドの設置

### 【解説】

#### (1) 施工前現場実測

適切な使用材料を選定するために、既設管口径、継手の段差、隙間、部分的な管路の損傷や欠損の有無等について必要に応じて実測する。

#### (2) 施工前管路内調査

施工計画の策定に当たっては、当該現場の実態を把握すべく施工前に現地調査と搬入孔の位置、形状、寸法、作業安全性等の確認を行う。次に、管内の酸素濃度等を確認した後、管路内の調査を行い、施工に支障となる事象（滞留水、堆積物、浸入水等）の確認や必要な計測等を行う。

### 【実施内容及び留意点】

#### ① 換気口となる分土工・立坑の形状寸法確認

図面等によってあらかじめ得た情報を確認・実測する。

搬入経路と材料・作業員の移動時間を予測する。

分土工・立坑の形状寸法、深さ、流入管路口径、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。

#### ② 既設管口径の実測

既設管の口径を測定するとともに、段差、隙間、屈曲等を確認する。

施工適用範囲内であることを確認する。管路内調査等の結果、適用範囲外である場合は対策工法を検討する。

#### ③ 事前処理工の検討

事前処理を行う必要のある、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。

④ そのほか、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。

#### (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 継手部分の付着物等の除去

管路内の堆積物や付着物等は、止水バンド工法の品質確保に影響するため、必要に応じて高圧洗浄等を用い、完全に除去する。

#### ② 多量の浸入水の仮止水

止水バンド工法の施工に悪影響をもたらすような多量の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、急結セメントや止水剤の注入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) 使用材料の搬入

所定の搬入経路を使用して材料を所定の取り付け箇所に搬入する。口径や寸法の間違いのないよう表示を確認し、記録する。

なお、搬入等の移送時に使用材料の損傷を防止する処置を施して搬送する。

### (5) 止水バンドの設置

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。当該箇所に使用材料等を搬入し、位置のずれが発生しないようにマーキングするなどして、正確に設置する。

また、施設の供用による止水バンドのずれや脱落がないことをモニタリングで確認できるように、止水バンドの設置完了後には、止水バンドの上流側の既設管との境界に油性のペイントマーカーで標線を記入する。

## 6 施工管理と完成検査

### 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参①図 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

参①図 6.1-1 施工前に必要となる主な事項

## 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を常駐させなければならない。

#### (4) 主要資材

耐荷性、水理機能等の仕様を満足することを性能照査試験結果で確認する。

#### (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

材料自体の化管法（特定化学物質の環境への排出量の把握等及び管理の改善の促進に関する法律）の遵守、施工時の騒音、振動、悪臭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。

## 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

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。

対策工法に使用する材料（工法）の品質規格は、公的機関等の第三者機関において実施される試験、又は立会試験により照査された結果で確認する。

材料（工法）は適正な管理下で製造されたこと、性能照査試験の実施時と同じ材料であることを証明する必要があり、材料の製造証明書で確認を行う。なお、材料、構造及び施工要領等に変更があった場合には、改めて品質試験を実施しなければならない。

### 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。

#### 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。

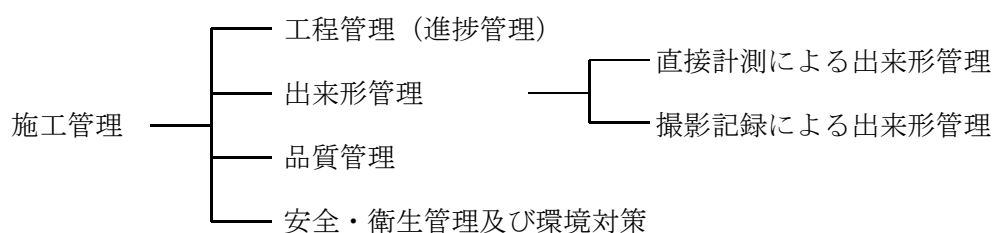
## 6.2 施工管理

- (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、参①図 6.2-1 に示すとおりである。



参①図 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、参①表 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。

参①表 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。



## 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。「6.3.2 止水バンド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。

## 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。

### 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) 止水バンド工法における安全管理
  - 1) 有資格者の適正配置
  - 2) 施工前の安全対策（情報収集）
  - 3) 施工時の安全対策
  - 4) 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) 「止水バンド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) 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。

##### 3) 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。

##### 4) 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。

- ③ 引火性物質を使用する場合は、必ず現場に消火器を常設する。

## (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。

## 6.3 止水バンド工法の施工管理

### 6.3.1 止水バンド工法の材料の承諾及び保管管理

使用材料は、監督職員の承諾を得ることとする。材料種別ごとに、本書が示す規格を満足していることを確認する。また、適正な保管管理を行わなければならない。

#### 【解説】

#### (1) 材料の承諾

##### 1) 材料の品質確認

材料の品質確認は、材質と形状に分けて行う。事前に提出する材料承諾の書類において、参①表 6.3.1-1の項目を示すこととする。なお、使用するゴムの品質は J I S K 6353 に規定する I 類 A 種とし参①表 6.3.1-2 を確認する。また、鋼材の品質は、J I S G 4304、J I S G 4305 に規定するステンレス鋼材とし参①表 6.3.1-3 を確認する。

参①表 6.3.1-1 材料承諾の書類に添付すべき書類

	ゴムスリーブ	圧着用鋼材	副資材	備考
種類（種別）	○	○	○	
JIS 分類	○	○	○	
製品規格書	○	○	○	
製品図	○	○	○	
物性試験結果表	○	○	○	公的機関等
試験結果報告書	○	○	○	

物性試験結果表：公的機関又は J I S 認定工場とする。

試験結果報告書：製品製造時の単位ごととする。

必要に応じてバックアップ材についても確認する。

参①表 6.3.1-2 ゴム材料の試験報告項目

試験項目		試験方法等	規格
品質	種類の明示	JIS K 6353	
デュロメータ硬さ		JIS K 6253 の 5	分類による許容差内
引張試験	7.0MPa (71.4kgf/cm <sup>2</sup> ) 荷重時の伸び	JIS K 6251	分類による値以下
	引張強さ	JIS K 6251	分類による値以上
	伸び (%)	JIS K 6251	分類による値以上
促進老化試験	引張強さ変化率 (%)	JIS K 6257	分類による値以内
	伸び変化率 (%)	JIS K 6257	分類による値以内
	デュロメータ硬さの変化 (H <sub>A</sub> )	JIS K 6257	分類による規格値内
圧縮永久ひずみ (%)	70℃±1℃×22hr	JIS K 6252	分類による値以下

※JIS K 6353(1997)抜粋を参照

JIS K 6353 (1997) 抜粋

種類	デュロメータ硬度	デュロメータ硬度の許容差	引張試験			老化試験			圧縮永久ひずみ% (以下)
			7.0MPa (71.4kgf/cm <sup>2</sup> ) 荷重時の伸び% (以下)	引張強さ MPa (kgf/cm <sup>2</sup> ) (以上)	伸び% (以上)	引張強さ変化率% (以内)	伸び変化率% (以内)	デュロメータ硬度の変化 H <sub>a</sub>	
I類 (°)	H <sub>a</sub> (タイプA)								
	70	±5	200	18 (°) {184}	300	-20	+10 -20	+7 0	20
	65	±5	250	18 (°) {184}	400	-20	+10 -30	+7 0	20
	60	±5	300	18 (°) {184}	400	-20	+10 -30	+7 0	20
	55	±5	350	18 (°) {184}	400	-20	+10 -30	+7 0	20
	50	±5	400	18 (°) {184}	400	-20	+10 -30	+7 0	20
	タイプB								
65	±5	-	18 (°) {184}	450	-40 (°)	+10 (°) -40	+5 (°) 0	20	
50	±5	-	18 (°) {184}	450	-40 (°)	+10 (°) -40	+5 (°) 0	20	

参①表 6.3.1-3 使用鋼材の試験報告項目

用途	項目	規格等
圧着用鋼材	種類の明示	JIS G4304、JIS G4305 に準拠
	耐力	
	引張強さ	
	伸び	
	硬さ等	
	質量	
	寸法	
ボルト等	種類の明示	JIS B1180 等に準拠
	鋼種	
	寸法	

2) 試験結果等の確認

施工に先立ち、使用する工法が製造メーカーの施工要領に従って施工した場合、十分に性能を発揮できることを証明する試験結果報告書等を示すこととする。

材料あるいは施工要領等に変更がある場合には、改めて立会試験等による承諾を得る必要がある。試験結果等の品質証明事項は、参①表6.3.1-4のとおりとする。

参①表 6.3.1-4 試験結果等の品質証明事項

工法内容の確認	製造メーカーの施工要領
工法試験結果報告書	内水圧性能試験結果報告書
	外水圧性能試験結果報告書
	曲げ変位内水圧性能試験結果報告書
使用材料	使用材料検査結果表
通水性能	施工後の通水性能計算書

(2) 保管管理

現場保管時のゴムスリーブの紫外線劣化に留意する。



### 6.3.2 止水バンド工法の出来形管理及び品質管理

止水バンド工法の施工管理においては、次の項目について確認を行う。

- (1) 出来形管理は、製造メーカーの施工要領に従い、仕上がり厚さや圧着用鋼材の寸法、あるいは固定ボルトの締め付け力等の管理を行う。
- (2) 品質管理は、水密性の確認のために水張り試験を行う。

#### 【解説】

既設管に施工する止水バンド工法は、施工対象箇所全てが同一状態にあるとはいえない。むしろ全ての箇所が異なった状態にあると考えて対処する必要がある。製造メーカーの施工要領に示された施工方法の限界を考慮・検討し、関係者間の連絡を緊密に行い、承諾の下で最適な方法で施工するために、施工管理を行う必要がある。

#### (1) 出来形管理

止水バンドの設置、拡張装着に際し、製造メーカーの施工要領に従い仕上がり厚さや圧着用鋼材の寸法、あるいは固定ボルトの締め付け力等、作業工程ごとに必要な事項・数値を記録するとともに、材料の適切な設置固定が行われていることを確認する。

記録は誤りのないように写真とともに保管する。工事記録写真等の内容及び撮影頻度、参①表 6.3.2-1 に示す検査結果、写真データ等の記録を確認する。

参①表 6.3.2-1 工事写真撮影要領（止水バンド工法）




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：起点から終点を望む方向）	・工事施工箇所の起点、主要中間点及び終点ごと
材料・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（ロット番号等）	・適宜 ・適宜
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
止水バンド設置工	施工状況 ・止水バンド設置状況 ・施工中の状況	・施工箇所ごと ・施工箇所ごと
	出来形管理 ・仕上がり厚さや圧着用鋼材の寸法、あるいは固定ボルトの締め付け力、仕上がり状況等 注）仕上がり状況は、モニタリングのために止水バンドの上流側の既設管との境界に油性のペイントマーカで標線を入れた状態で撮影する。	・施工箇所ごと
水替え工	施工状況 ・水替え状況	・適宜
更生設備工	各種使用機材設置状況 ・使用機器	・適宜

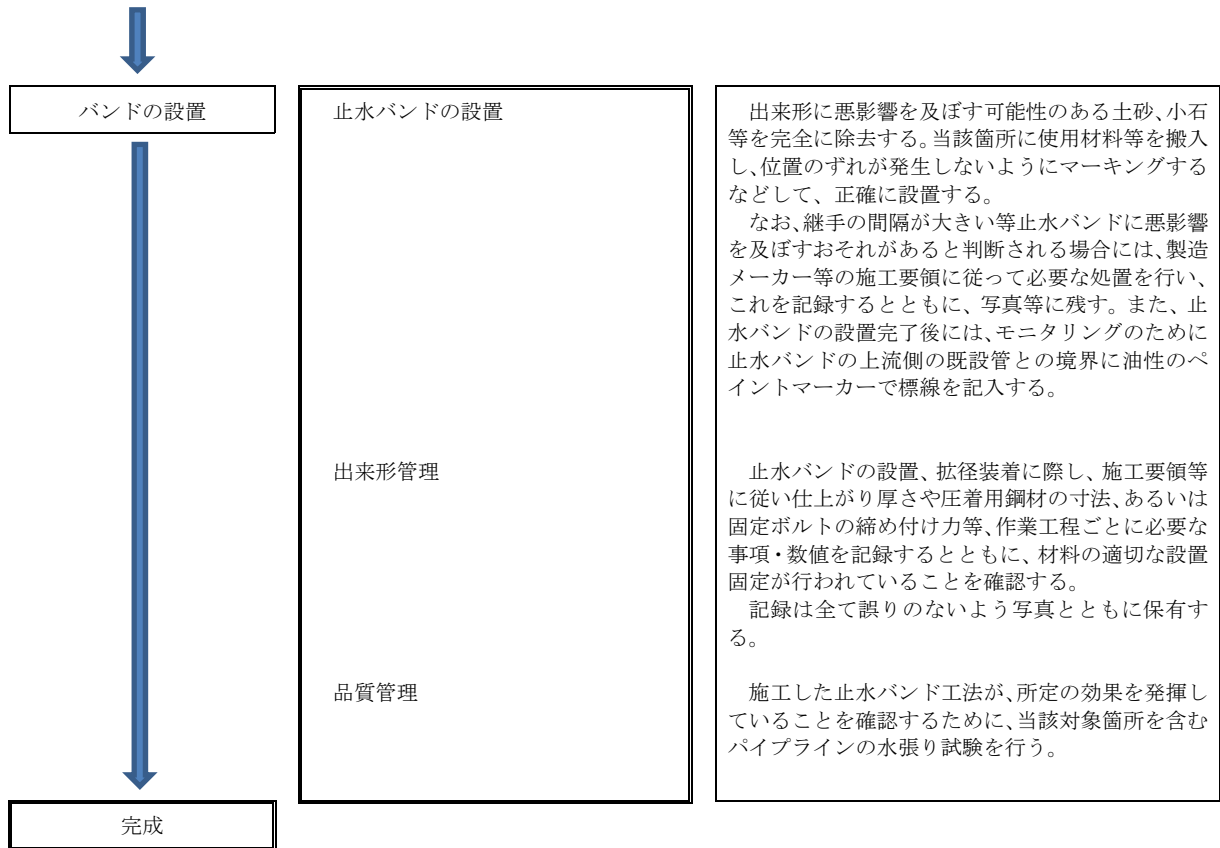
## (2) 品質管理

所定の施工サイクルが適切に遂行されることに加え、目的である漏水防止が遂行されたか否かを確認するために通水試験を行う。

止水バンド工法施工後は、当該対象箇所を含むスパンを密閉し、水張り試験を行い、一定時間内における減水量が基準値以内であることを確認することを基本とする。

(参考) 止水バンド工法の概略施工手順

施工工程	作業内容・留意点	施工管理の内容
施工前管路内調査工 	<p>当該現場の実態を把握すべく施工前に現地調査と搬入孔の位置、形状、寸法及び作業安全性の確認を行う。次に管内の酸素濃度等を確認した後、管路内の調査を行い、施工に支障となる事象（滞留水、堆積物、浸入水等）の確認や必要な計測等を行う。</p> <p>換気口となる分水工・人孔の形状寸法確認</p> <p>既設管管径の実測</p> <p>事前処理工の検討</p>	<p>図面等によってあらかじめ得た情報を確認・実測する。</p> <p>搬入経路と材料・作業員の移動時間を予測する。</p> <p>分水工・立坑の形状寸法、深さ、流入管路管径、その他施工時に支障となりそうな要因がないか確認する。</p> <p>段差、隙間、屈曲等を確認する。</p> <p>施工適用範囲内であることを確認する。管路内調査等の結果、工法を再検討する。</p> <p>事前処理を行う必要のある、堆積物、鉄筋の露出、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。</p> <p>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。</p>
事前処理 	<p>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。</p> <p>継手部分の付着物等の除去</p> <p>浸入水の仮止水</p>	<p>管路内の堆積物や付着物等は、止水バンド工法の品質確保に影響するため、必要に応じて高圧洗浄水等を用い、完全に除去する。</p> <p>止水バンド工法の施工に悪影響をもたら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、急結セメントや止水剤の注入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。</p>
使用材料の搬入 	<p>使用材料を設置箇所に搬入する。</p>	<p>所定の搬入経路を使用して材料を所定の取り付け箇所に搬入する。口径や寸法の間違いないよう表示を確認し、記録する。</p> <p>なお、保管管理はゴムスリーブの紫外線劣化に留意し、搬入等の移送時に使用材料の損傷を防止する処理を施して搬送する。</p>



参①図 6.3.2-1 施工段階ごとの施工管理の例（止水バンド工法）

## 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。

## 7 長寿命化対策後の施設のモニタリング

### 7.1 モニタリングの目的

第6章 長寿命化対策後の施設のモニタリング 6.1 モニタリングの目的を参照。

### 7.2 モニタリングの実施

第6章 長寿命化対策後の施設のモニタリング 6.2 モニタリングの実施を参照。

### 7.3 止水バンド工法のモニタリング

止水バンド工法のモニタリングは、目視調査（計測等）が基本的な調査手法として挙げられる。

#### 【解説】

##### (1) 実施方法

止水バンド工法のモニタリングは、要求性能項目や施工に当たっての管理項目を参考に、現地（管内）で定量的に評価できる項目とする。特に長期にわたって使用する場合には、緩みやずれが懸念されるため、モニタリングによる状態確認を行うことが重要である。

止水バンド工法は、水密性を確保するためボルトで締め付け止水ゴムを圧縮している。このため、止水バンド設置時に計測される止水ゴム厚に対してはノギスによる厚さ変化量計測、ゴムの性能に対しては目視によるゴムの亀裂等の調査、固定金具の緩みが無いかの調査を行うこととする。既設管がとう性管の場合には、パイプの変形に応じて止水バンドも変形が生じるため、固定金具の緩みの調査は重要である。固定金具に緩み等が見受けられた場合、各金具を増し締めすることとなるが、とう性管では固定金具の増し締めで既設管に過剰な負荷をかけないように、トルクやレンチの回転数を確認し、各金具を均等に増し締めすることに留意する。

目視調査や計測調査の結果、異常が認められた場合には、水張り試験や流量観測等の調査を追加検討する必要がある（表参①表 7.3-1）。

参①表 7.3-1 止水バンド工法のモニタリング項目及び手法（参考）

要求性能	想定される変状	モニタリング項目	モニタリング手法
水理機能	水密性	浸入水（漏水、漏水跡）	漏水の有無 目視 水張り試験
	通水性	通水量の減少	通水量の確認 流量観測（流量や圧力計測による止水バンド設置前後の比較評価等） 聞き取り調査（施設管理者へ通水状況を聞き取る）
構造機能	耐荷性 耐久性	止水バンドの状態（左記変状の有無） 既設管の状況	目視
		止水バンドの厚さ（ゴムスリーブの仕上り高さ） （上下流×上下左右の8点）	計測（ディプスゲージ、ノギス等）
		止水バンド部内空断面 （上下・左右の2点） 注）とう性管の場合、既設管の内空断面・たわみ	計測（メジャーポール等） 注）緩みやずれの原因の確認するために測定
	装着性 地盤追従性	固定金具の緩み、脱落 止水バンドのずれ、脱落	固定金具の緩み、止水バンドのずれ、脱落 目視
		固定ボルト締め付圧力	トルクレンチ測定 ※止水バンド設置時に固定金具の位置ずれ確認のための目印がある場合は目印のずれも確認
		止水バンド設置位置	止水バンド設置時に付けた標線より設置位置を測定

## (2) 実施頻度

- 1) 原則対策1年後及び5年後にモニタリングを実施する。
- 2) 対策2年後から4年後までは、1年後の変状を勘案して頻度や調査項目を決定する。
- 3) 対策6年後からは、原則5年に1回の頻度で実施するものとし、変状の進行状況を考慮して頻度の見直しを行う。



## 7.4 モニタリング記録・管理

モニタリングの結果は、直接測定及び撮影記録により結果を記録する。これらの調査結果は記録媒体で記録・管理する。

### 【解説】

モニタリングでは採用した対策工法、施設状況を踏まえ直接測定と撮影記録を行う。

#### (1) 直接測定

直接測定では、以下のことに配慮し記録・管理を行う。

- ・対策工法の変状箇所やウィークポイントを把握するため、測点、変状状況の寸法等を直接測定し記録をとる。
- ・止水バンド工法では、ゴム厚の寸法測定、亀裂の有無、ボルトの緩み、バンドの発錆状況を確認し、その結果の寸法や大きさを記録しておく。

#### (2) 撮影記録

撮影記録では、以下に配慮し記録・管理を行う。

- ・撮影箇所の確認、寸法等の判定ができるように工夫する。
- ・撮影箇所には、工事名、対策工法、ウィークポイント、測点、実測数量・寸法などを黒板等に用意し、説明資料となるように工夫する。
- ・写真はモニタリングの時期、地点が判定できるように整理し、アルバムや電子媒体で整理する。

(3) モニタリング様式

モニタリング様式は採用した対策工法、施設状況を踏まえ、モニタリングの目的に応じた様式を作成し実施することが重要である。主として目視調査に対するモニタリング様式の（例）を示す。

参①表 7.4-1 モニタリング表（止水バンド工法）（例）

整理番号		調査年月日		
地区名		記入者		
施設名		天候		
定点調査番号		調査地点 (スパン番号等)		
止水バンド工法				
止水 ゴム リング	漏水	<input type="checkbox"/> なし <input type="checkbox"/> あり		
	設置幅	右( mm)、上( mm)、左( mm)、下( mm)		
	仕上り高さ	上流	右( mm)、上( mm)、左( mm)、下( mm)	
		下流	右( mm)、上( mm)、左( mm)、下( mm)	
	ゆがみ	<input type="checkbox"/> なし <input type="checkbox"/> あり		
変状	<input type="checkbox"/> なし <input type="checkbox"/> ひび割れ <input type="checkbox"/> たるみ <input type="checkbox"/> 破損 <input type="checkbox"/> 変色 <input type="checkbox"/> その他( )			
固定 バンド	さび	<input type="checkbox"/> なし <input type="checkbox"/> あり		
	変状	<input type="checkbox"/> なし <input type="checkbox"/> たるみ <input type="checkbox"/> 破損 <input type="checkbox"/> 変形 <input type="checkbox"/> その他( )		
	固定ボルトの締付け状態	<input type="checkbox"/> 緩み有 <input type="checkbox"/> 緩み無		
調査部位	スケッチ			
変状項目		変状の状態・程度		
止水 バンド 工法 周辺 の 管 の 状 態	ひび割れ	<input type="checkbox"/> なし <input type="checkbox"/> 0.2mm 未満		
		<input type="checkbox"/> あり <input type="checkbox"/> 0.2mm 以上～0.6mm 未満		
		<input type="checkbox"/> 0.6mm 以上 (mm)		
	腐食 状況	腐食・錆の有無	<input type="checkbox"/> なし <input type="checkbox"/> あり	
		内面塗装腐食率 (SP, DCIP)	<input type="checkbox"/> 10%未満 <input type="checkbox"/> 10%以上	
		発錆状況 (SP, DCIP)	<input type="checkbox"/> 0.3%未満 <input type="checkbox"/> 0.3%以上～5%未満 <input type="checkbox"/> 5%以上	
	欠損・劣化	<input type="checkbox"/> なし <input type="checkbox"/> あり 規模・状況( )		
	たるみ・蛇行・沈下	<input type="checkbox"/> なし <input type="checkbox"/> あり 規模・状況( )		
	たわみ量	<input type="checkbox"/> なし <input type="checkbox"/> 5%未満 <input type="checkbox"/> 5%以上		
	使用圧力	<input type="checkbox"/> 1.0MPa 未満 <input type="checkbox"/> 1.0MPa 以上 (MPa)		
土壌・地盤	<input type="checkbox"/> 強酸性土壌(泥炭) <input type="checkbox"/> 軟弱地盤			
調査部位	写真	調査施設概要図		

## 参考資料②

### 製管工法

製管工法は、既設管内に新たに表面部材となる硬質ポリ塩化ビニル樹脂材やポリエチレン樹脂材等を嵌合して更生管を形成する技術であるが、内水圧のかかる農業用パイプラインへの適用に当たっては、既設管との一体化、品質の均一確保、地盤沈下や内外水圧に対する安全性、照査方法や構造設計手法の考え方等が課題となっている。このため、本工法については、鉄筋コンクリート管を適用の対象として、応急的に対処する場合や内水圧のかからない場合の適用を検討する等、十分注意して検討するものとし、参考資料として記述する。

## 参考② 製管工法

### 1 工法概要

製管工法は、既設管内に現場製管し既設管の間隙にモルタル等を充填することで更生管を構築する。更生管を形成する内面嵌合部材と充填材からなる施工方法である。

#### 【解説】

##### (1) 製管工法の概要

既設管内に表面部材となる硬質ポリ塩化ビニル樹脂材やポリエチレン樹脂材等を嵌合又は接合させながら製管し、製管された樹脂パイプと既設管の間隙にモルタル等を充填することで、更生管を構築する方式である。

本工法は、平成 22～24 年度に官民連携新技術研究開発事業で実施された「管路更生工法の性能規定化における照査技術の開発」（以下「照査技術の開発」という。）において、農業用パイプラインに対する一連の性能照査における試験方法及び基準値、設計手法の検討が行われている。また、下水道分野の建設技術審査証明において、継手部に引き抜きや曲げの変位を与えた状態で内水圧（0.2MPa 程度）を負荷する試験を実施し、水密性を確認している工法もある。

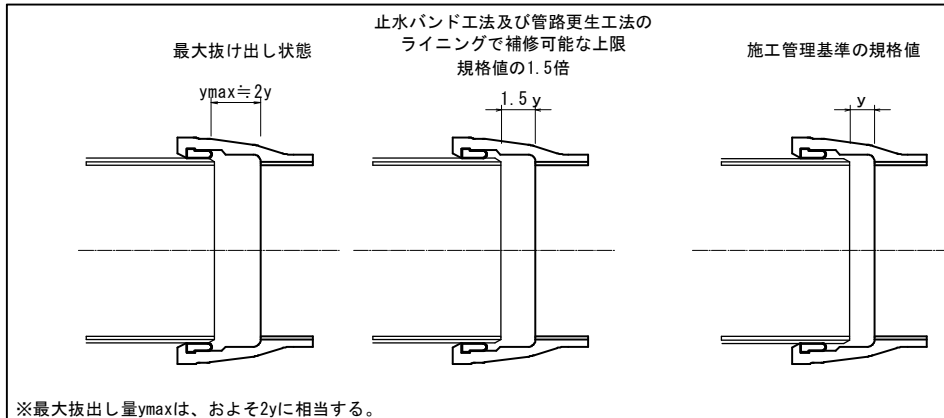
しかしながら、内水圧がかかる農業用パイプラインに対する安全性の検証は十分になされているとは言えない状況にある。このため、現時点においては、鉄筋コンクリート管を適用の対象として、応急的に対処する場合や内水圧がかからない場合の適用を検討する等、十分注意して検討するものとする。また、適用に当たっては、円管での水密性が確保されていること、一体性の照査において既設管が本来有する強度と同等以上の強度を有すること、構造設計において地下水面（現場条件によっては地表面）までの水圧に対して安全であることなどを十分確認することとする。

なお、参②表 1-1 に本書における製管工法の適用範囲を示す。

参②表 1-1 本書における製管工法の適用範囲

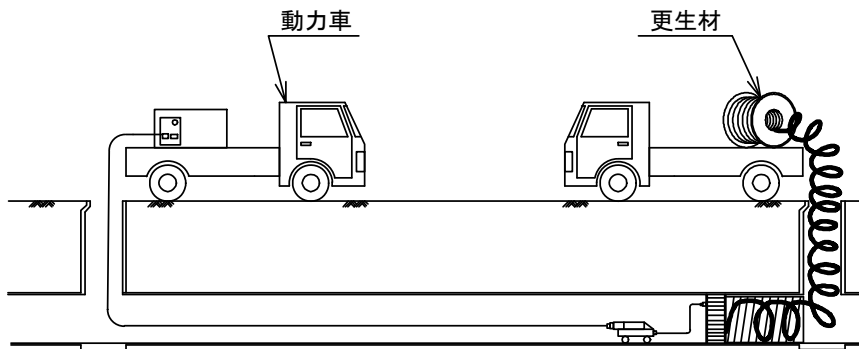
対象工法 適用範囲	管路更生工法
	製管工法
適用目的 (※1)	<ul style="list-style-type: none"> <li>・補修（水密性、通水性の回復又は向上）【ライニング管】 (※2)</li> <li>・補強（耐荷性の向上・予防保全）【複合管】</li> </ul>
既設管種	<ul style="list-style-type: none"> <li>・鉄筋コンクリート管</li> </ul>
対象変状	<ul style="list-style-type: none"> <li>・補強（複合管）：管体内面の摩耗・腐食（構造機能の低下） (※3)</li> </ul>
口径・延長	<ul style="list-style-type: none"> <li>・口径 800mm 未満は適用外とする (※4)</li> <li>・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</li> </ul>
線形・施工条件	<ul style="list-style-type: none"> <li>・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）</li> <li>・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 (※5)</li> <li>・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</li> </ul>
既設管の性能低下状態	<ul style="list-style-type: none"> <li>・既設管が初期ひび割れや亀裂等が発生しておらず既設管の耐荷力は健全であること</li> <li>・継手間隔は施工管理基準の規格値×1.5 を上限とする (※6)</li> </ul>
地盤追従性	<ul style="list-style-type: none"> <li>・長期の供用で地盤が安定し、上部の土地利用が改変される等の荷重条件が変更となる予定のない施設への適用を前提とする (※7)</li> </ul>
耐震性	<ul style="list-style-type: none"> <li>・耐震性を要する場合は個別に検討を行う (※8)</li> </ul>

- ※1：応急対応や内水圧がかからない場合で適用する等十分注意して検討する。
- ※2：水密試験による性能照査は今後の課題である。
- ※3：変状に対する適用性は工法の個別性能による。
- ※4：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。
- ※5：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。
- ※6：管路更生工法のライニングで補修・補強の可能な範囲は、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。

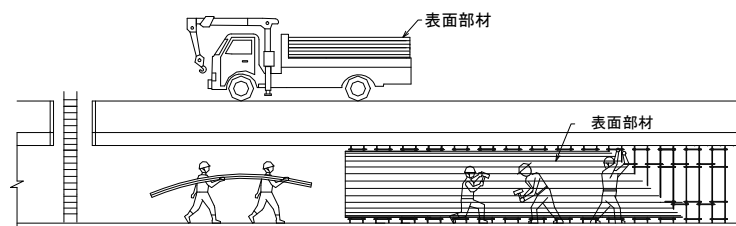


- ※7：地盤追従性について、既製管は接合部である継手に伸縮・屈曲の可とう性を有する構造となっており、各管種により性能は異なるが曲げ等に対する水密性試験が実施されている。しかし、鞘管工法を除く管路更生工法は、現時点では安定した地盤への適用を前提とする。特に漏水等による周辺地盤の緩みや構造物との接続部や盛土境界等、管路更生後に不同沈下が生じる可能性のある箇所への適用は、沈下量や継手の変形等について個別検討を要する。
- ※8：耐震性については、耐震設計手法に関する新たな技術的知見等を踏まえ、現場の条件等に応じた検討を行う必要がある。

機械製管と人力製管の施工概要（例）を参②図 1-1 及び参②図 1-2 に示す。



参②図 1-1 機械製管の施工概要（例）



参②図 1-2 人力製管の施工概要（例）

## (2) 更生材の構成要素と特徴

製管工法に用いられる更生材の構成要素及び材質を参②表 1-2 に示す。

### 1) 表面部材

表面部材は、硬質ポリ塩化ビニル樹脂及び高密度ポリエチレン樹脂を用いた工場成形部材であるため、仕上内面の平滑性や外的要因による耐久性・耐衝撃性に優れる。表面部材の嵌合・接合方法、嵌合・接合の継手部分については、水密性が要求される。

### 2) 充填材

充填材は、既設管と更生管との狭小な空隙部への充填と、外力を負担する構造部材となるためのスラリー性状と硬化性状が要求される。充填材には、断面修復等に用いられるセメントモルタル、ポリマーセメントモルタル等が使用される。

### 3) 補強材

補強材は、表面部材に装着又は既設管に固定させ、更生管の形状保持と補強を目的に使用される。補強目的には、構造部材として適切な部材配置と仕様が要求される。

参②表 1-2 更生材の構成要素と材質【製管工法】

工法	表面部材	充填材	補強材
製管工法	帯状部材： 硬質ポリ塩化ビニル樹脂	レジジン系無収縮モルタル	溶融亜鉛メッキ鋼板 (JIS G3302)
	表面部材・嵌合部材： 高密度ポリエチレン樹脂	無収縮モルタル	SS400 (JIS G3101)
	帯状部材： 硬質ポリ塩化ビニル樹脂	二液混合型セメント系モルタル	SS400(JIS G3101)他
	セグメント部材： 硬質ポリ塩化ビニル樹脂	セメント系モルタル	SWM-B (JIS G3532)
	表面部材： 高密度ポリエチレン樹脂	セメント系モルタル	高張力炭素繊維

## 2 要求性能、性能照査

### 2.1 製管工法の要求性能と性能照査

製管工法の要求性能は、水利用機能、水理機能、構造機能、社会的機能について、現場条件ごとに検討を行う。

#### 【解説】

既往の「照査技術の開発」で基に検討した要求性能項目の案を参考に参②表 2.1-1 に示す。これらの内容のうち、水密性、耐荷性、一体性の性能照査試験について、以下の点に留意して検討する必要がある。

水密性：平板状の嵌合部材のみで実施する試験規格が性能照査試験案とされているが、農業用パイプラインに適用する場合の性能照査試験としては、円管での試験の実施が望ましい。

なお、下水道分野の建設技術審査証明において、継手部に引き抜きや曲げの変位を与えた状態で内水圧（0.2MPa 程度）を負荷する試験を実施している工法もある。

耐荷性：構造設計手法の検討と合わせて、必要な性能照査項目、照査試験方法について検討を行う必要がある。

表面部材の嵌合又は接合部について、農業用パイプラインに適用する場合は、長期耐久性の試験を実施することが望ましい。

一体性：既設管と対策工法の両者の耐力で構造安全性を確保するために照査が必要な項目である。

構造設計手法の検討に当たっては、製管工法が現場製作管であるために生じると想定される、品質や施工のバラツキによる裏込め材の充填の不確実性や、既設管の内面の摩耗や汚れなどを考慮する必要がある。

また、一体性の照査方法として、ひずみの計測方法や更生管からサンプリングしたコアを用いた強度試験方法などを検討、検証することが望まれる。サンプリングしたコアは、既設管が本来有する強度と同等以上の強度を有する必要がある。

なお、下水道分野では建設技術審査証明においては、ひずみ計測により既設管と更生材の一体化が審査されているが、農業用パイプラインについては、その特性を踏まえた検証を行う必要がある。

参②表 2.1-1 製管工法に求められる要求性能と性能照査手法(参考)

要求性能	性能項目	照査項目	性能照査試験	
			試験方法	照査内容
水理性	通水性	流速係数(c) 粗度係数(n)	流下能力試験	<ul style="list-style-type: none"> <li>申告値の確認</li> <li>初期値から勘案される特性値の標準値による水理計算</li> </ul>
構造性	水密性	材料の水密性	内水圧に対する水密性試験	<ul style="list-style-type: none"> <li>工法の適正を確認</li> <li>所定の水圧で漏水がない</li> </ul>
	耐荷性	耐荷強度	複合管断面の(内/外圧)試験	<ul style="list-style-type: none"> <li>申告値の確認</li> <li>構造計算による確認</li> </ul>
		鋼材の引張強度	引張強度試験	<ul style="list-style-type: none"> <li>申告値の確認</li> <li>構造計算による確認</li> </ul>
		充填材の圧縮強度	圧縮試験	<ul style="list-style-type: none"> <li>申告値の確認</li> <li>構造計算による確認</li> </ul>
	耐摩耗性		水流摩耗試験	<ul style="list-style-type: none"> <li>所定の期間相当における所定時間の平均摩耗深さを考慮</li> </ul>
	付着一体性	付着一体性	付着一体化に関する試験確認 建設技術審査証明	<ul style="list-style-type: none"> <li>使用限界まで界面が剥離しない</li> </ul>
耐疲労性		[長期] 繰り返し载荷試験	<ul style="list-style-type: none"> <li>繰り返し载荷後、既設管強度規格値を確保できる</li> </ul>	
社会・環境性	水質適合性	有害物質の溶出	浸出(溶出)試験	<ul style="list-style-type: none"> <li>有害物質の検出有無</li> </ul>
施工性	管内構造 適用性	段差・ズレ・継手 隙間の施工性	模擬管路施工性試験	<ul style="list-style-type: none"> <li>許容限度状態に対する施工安定性の確認</li> </ul>
	管内状態 適用性	滞水状態の施工性	模擬管路施工性試験	<ul style="list-style-type: none"> <li>許容限度状態に対する施工安定性の確認</li> </ul>
	線形 適用性	曲がり・勾配線 形における施工 性	試験確認 建設技術審査証明	<ul style="list-style-type: none"> <li>許容限度状態に対する施工安定性の確認</li> </ul>
	環境 適用性	粉塵/騒音/振動 等の配慮	試験、建設技術審査証明や関 連法等を遵守できることの確 認	<ul style="list-style-type: none"> <li>遵守できることなど使用方法の確認</li> <li>施工計画書の妥当性</li> </ul>

※網掛けの項目は「照査技術の開発」の中での検証は実施していない。



### 3 水理設計

第5章 反転・形成工法 5.3 水理設計を参照。

## 4 構造設計

### 4.1 製管工法の構造設計

製管工法による「補強」を目的とした場合の構造設計については、農業用パイプラインの特性を踏まえ、現場条件に応じた検討を行う必要がある。

#### 【解説】

農業用パイプラインは内水圧がかかる構造物であるため、製管工法を適用するには水密性に対しての検討が必要となる。

製管工法（複合管）の構造計算例として「管きよ更生工法における設計・施工管理 ガイドライン（案）平成23年12月 社団法人 日本下水道協会」があるが、農業用パイプラインについては、内水圧を考慮することに留意する必要がある。

構造設計手法の検討時には、必要となる性能照査試験方法についても合わせて検討を行う必要がある。既往の「照査技術の開発」を基に、複合管についての課題を以下に示す。採用に当たってはこれらについて適切な検討を行う必要がある。

#### 1) 基礎反力

構造計算の検討においては、製管工法では更生後の管体自重が既設管だけの場合よりも重くなる（既設管と更生管の合計となる）ため、現地盤の沈下が生じる可能性があること及びそれによる更生管への影響を踏まえた構造設計手法とする必要がある。

#### 2) 既設管の強度把握と劣化予測

製管工法の適用条件として、既設管は初期ひび割れや亀裂等が発生しておらず既設管の耐荷力が健全であることとしている。したがって、機能診断調査・評価の結果から既設管の材料諸元（材料物性：コンクリート強度、配筋状況、変状の状態）等を把握することが重要である。

また、複合管は、変状の状況から将来の劣化予測を行うことは、技術的に困難な場合が多い。そのため、既設管の劣化予測に関する技術の発展と合わせて、別途検討が必要となる。

#### 3) 外水圧に対する検討

既設管の継手部からの浸入水がある場合、更生管の外面から外水圧が作用する。充填材にひび割れが発生した場合には、表面部材に直接外水圧が作用することも考えられる。そのため、外水圧に関する性能照査試験も円管で実施し、既設管の継手部からの浸入水に対して照査することが望ましい。また、構造計算において、地下水面（現場状況によっては地表面）までの水位に相当する外水圧に対する座屈の照査を行う必要がある。

#### 4) 製管工法の材料に関する事項

- ① 充填材の強度：複合管で使用する充填材は、現場で硬化させるため工場製作した二次製品と比較して品質が安定しにくい傾向がある。充填材の圧縮強度、引張強度、ヤング係数等

については、各工法が特性に応じ使用材料ごとに定めているが、設計値は各工法の試験値に品質のばらつきを考慮した値を用いることとする。

- ②金属部材：金属部材を複合管の構造計算に見込む場合、金属部材の強度やヤング係数は工法固有のものであり、ミルシートにより確認した上、設計値は品質のばらつきを考慮した値を用いることとする。

## 5 施工方法

### 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) 製管工法（複合管）の施工の特徴

製管工法（複合管）は、既設管内に硬質ポリ塩化ビニル材等を嵌合させながら製管し、既設管との間にモルタル等を充填することで更生管を構築する。適用範囲は工法や施工条件によるが、標準的に口径 800～6,000mm、施工延長 500m程度であるが、仮設計画等による検討が必要である。製管工法（複合管）の施工方式の区分を参②表 5.1-1 に示す。

参②表 5.1-1 施工方式の区分【製管工法（複合管）】

工法	製管方法	裏込め注入方法
製管工法	機械製管 人力製管 機械/人力	製管後注入 製管同時注入

### 5.2 製管工法（複合管）の施工

製管工法の施工は、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) 製管工
- (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

更生材発注の前に、当該現場の実態を把握すべく各種実測を行う。

更生材の誤発注を防ぐために、既設管口径、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。

#### 【施工前現場実測・実施内容及び留意点】

##### 1) 既設管管径の実測

既設管に人が入って測定できるのは、原則として口径 800mm 以上とする。

## 2) 管路区間延長の実測

地上で該当区間を実測し、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、流入管路口径、その他施工時に支障となりそうな要因がないかどうか確認する。

## 4) 供用中施工の場合、水深と流速を測定する。

## 5) 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。

#### 【施工前管路内調査・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。

#### 【事前処理・実施内容及び留意点】

##### 1) モルタル等の除去（口径 800mm 未満の場合）

管路内のモルタル等は、高圧洗浄水や管内ロボットを用い完全に異物を除去する。

##### 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モルタル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作業を行う。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を使用するようにする。

##### 3) 浸入水の仮止水

充填材が流出するような破損、欠損、継手抜け部から更生材に悪影響をもたら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

更生工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、流水の水量、流速等や酸欠空気、硫化水素濃度等、安全面に十分注意して作業を行う。

#### (5) 製管工

製管工においては、製管内径を管理するとともに嵌合・接合状態に注意しながら行う。

#### 【製管工・実施内容及び留意点】

##### 1) 製管工の管理方法

既設管内面が設計どおりに清掃できていることを内径等の測定により確認した上で、製管を開始する。

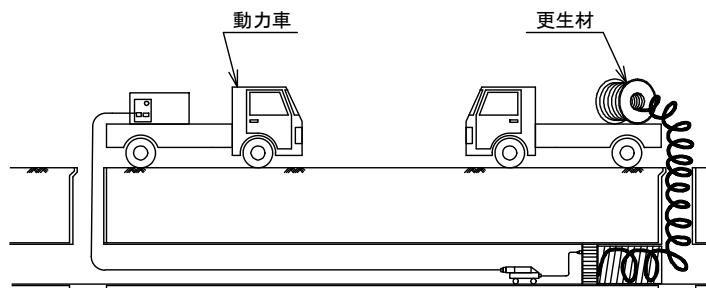
更生材の嵌合部や接合部に不純物がないか、絶えず確認しながら製管を行う。

##### 2) 製管・組立

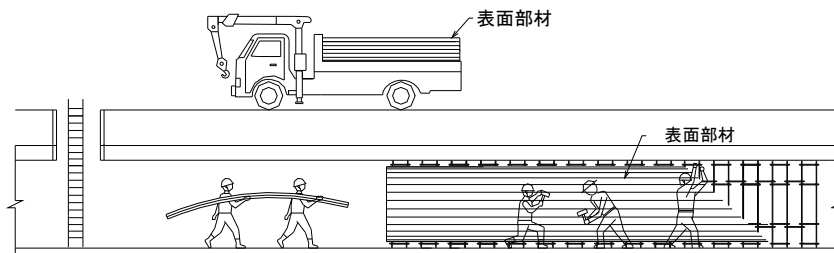
製管機又は人力により更生材の製管・組立作業を行い、既設管内に更生管を製管する（参②図 5.2-1、参②図 5.2-2 参照）。製管終了後、嵌合・接合状態を再度確認する。

##### 3) 更生材の傷付け防止

更生材の取り扱い時には、傷付けないよう十分に注意し、必要に応じて当て板等で保護する。



参②図 5.2-1 製管工模式図（機械製管）



参②図 5.2-2 製管工模式図（人力製管）

## (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。必要な場合は支保工を行う。

### 【充填材注入工・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等が規定内であることを確認する。

#### 3) 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

注入量が計画注入量と対比し、大きな差異がないことを確認する。

充填材が管口のエア抜き口等から溢流することを確認する。

注入終了後、打音検査等により完全充填を確認する。

## (7) 端部(管口)処理工

裏込め注入完了後に立坑(分土工・人孔)内に突出した更生材を切断し、端部から漏水・剥離等が発生しないよう端部処理材料等を用いて端部処理を行う。

## 6 施工管理と完成検査

### 6.1 施工計画

第5章 反転・形成工法 5.6.1 施工計画を参照。

### 6.2 施工管理

第5章 反転・形成工法 5.6.2 施工管理を参照。

### 6.3 製管工法の施工管理

#### 6.3.1 製管工法の材料の承諾及び保管管理

更生材の搬入検査は、適正な管理下で製造されたことを証明する資料に基づいて行う。更生材の保管及び搬送・搬入時の環境条件は適正なものとする。また、更生材の取り扱いにも、十分に留意する必要がある。

#### 【解説】

##### (1) 製管工法（複合管）の更生材の製造管理と品質確認

一体管構造の更生材は、参②表 6.3.1-1 の構成要素からなっており、受入検査項目は、それぞれ次のとおりである。

参②表 6.3.1-1 更生材の構成要素、原材料搬入検査項目

構成要素	材 質	原材料受入検査項目
表面部材	硬質ポリ塩化ビニル樹脂、 ポリエチレン樹脂	外観、平均重合度等 (原材料の入荷ロットごとの品質チェック)
充填材	セメント、モルタル等	圧縮強度、フロー値等 (原材料の入荷ロットごとの品質チェック)
金属部材	鋼製材等	寸法、めっき量等 (入荷ロットごとの品質チェック)

更生材の製造証明書（適正な管理下で製造されたことを証明する資料）に記載すべき項目は、参②表 6.3.1-2～6.3.1-5 のとおりである。

参②表 6.3.1-2 表面部材の製造証明書の管理項目と管理内容

項 目	管理内容
品名	表面部材の名称
製造番号	製造されたロット番号
製造年月	製造された年月
寸法	製品各部分の寸法の検査報告
長さ	出荷長さ
重量	出荷時の重量又は単位当たりの重量
外観検査報告	目視又はその他の方法で更生材の外観を検査した報告



参②表 6.3.1-3 充填材の製造証明書の管理項目と管理内容

項 目	管理内容
品名	充填材の名称
製造年月	製造された年月
材質	原材料のミルシート（品質証明書等）
材料構成(プレミックス材のみ)	構成比率（構成要素別の重量%等を記す）

参②表 6.3.1-4 金属部材の製造証明書の管理項目と管理内容

項 目	管理内容
品 名	金属部材の名称
材 質	原材料のミルシート（品質証明書等）

なお、製造された更生材（表面部材）の引張強度の測定は、公的機関において実施し、比較基準を満足していることを確認する。

また、報告書を必要に応じて提出しなければならない。

参②表 6.3.1-5 物性検査項目

検査項目	試験方法	比較基準
引張強度	JIS K 6741、JIS K 7113	短期保証値

## (2) 製管工法（複合管）に要求される保管及び搬送・搬入

### 1) 表面部材

表面部材は、長期にわたり屋外で紫外線暴露すると、表面の劣化により、部材の物性が低下するおそれがある。このため、保管場所は屋内を原則とし、搬送・搬入時には適切な遮光措置を講じる必要がある。また、部材は熱可塑性樹脂であるため、極度の高温状態（硬質ポリ塩化ビニル樹脂では 60℃以上、ポリエチレン樹脂では 45℃以上）での保管は、材料変形をもたらし、極度の低温状態（-10℃以下）での保管は材料の脆化を招くため避けなければならない。さらに、その取り扱いにおいても、損傷を与えないよう細心の注意を払わなければならない。

### 2) 充填材

充填材は水和性を有するため、その保管及び搬送・搬入時には、水濡れや結露がないよう十分に留意し、適切な措置をとらなければならない。

### 3) 金属部材

金属部材には、長期にわたる屋外暴露等による著しい発錆がないように、適切な対策を講じなければならない。

なお、取り扱いは慎重に行い、大きな変形や傷を与えてはならない。

### 6.3.2 製管工法の施工時の管理

製管工法（複合管）の施工管理においては、次の項目について時刻歴で管理、確認を行う。

- (1) 嵌合状態の確認
- (2) 充填材性状確認
- (3) 充填材注入圧力管理
- (4) 充填材注入量管理
- (5) 完全充填の確認

#### 【解説】

製管に関しては、嵌合状態に注意を払いながら施工を実施し、充填材注入に関しては、充填材の性状と空洞が残らないように細心の注意を払いながら注入を行わなければならない。

管理項目は、次のとおりである。

#### (1) 嵌合状態の確認

製管時、嵌合部にゴミ等の不純物が挟まっていないかを確認する。挟まっている場合は、嵌合部をハケ、ブラシ等で清掃し、異物を取り除いた後、製管を行う。

更生完了後、全スパンにわたり、嵌合状態を含め管内面を目視又はTVカメラにより確認する。

#### (2) 充填材性状確認

現場配合を行う場合は、配合比を管理し、データシート等に記録する。

注入日ごとに、フロー試験及びコンシステンシー試験等を行い、充填材の性状の確認を行い、記録する。工法によりゲルタイム測定が必要な場合には、その測定を行い、記録する。

#### (3) 充填材注入圧力管理

充填材を圧力注入する場合は、注入中は注入圧力を圧力計等により随時計測し、記録する。

圧力注入しない場合は、ポンプ吐出圧の監視を行い、異常圧力に注意する。

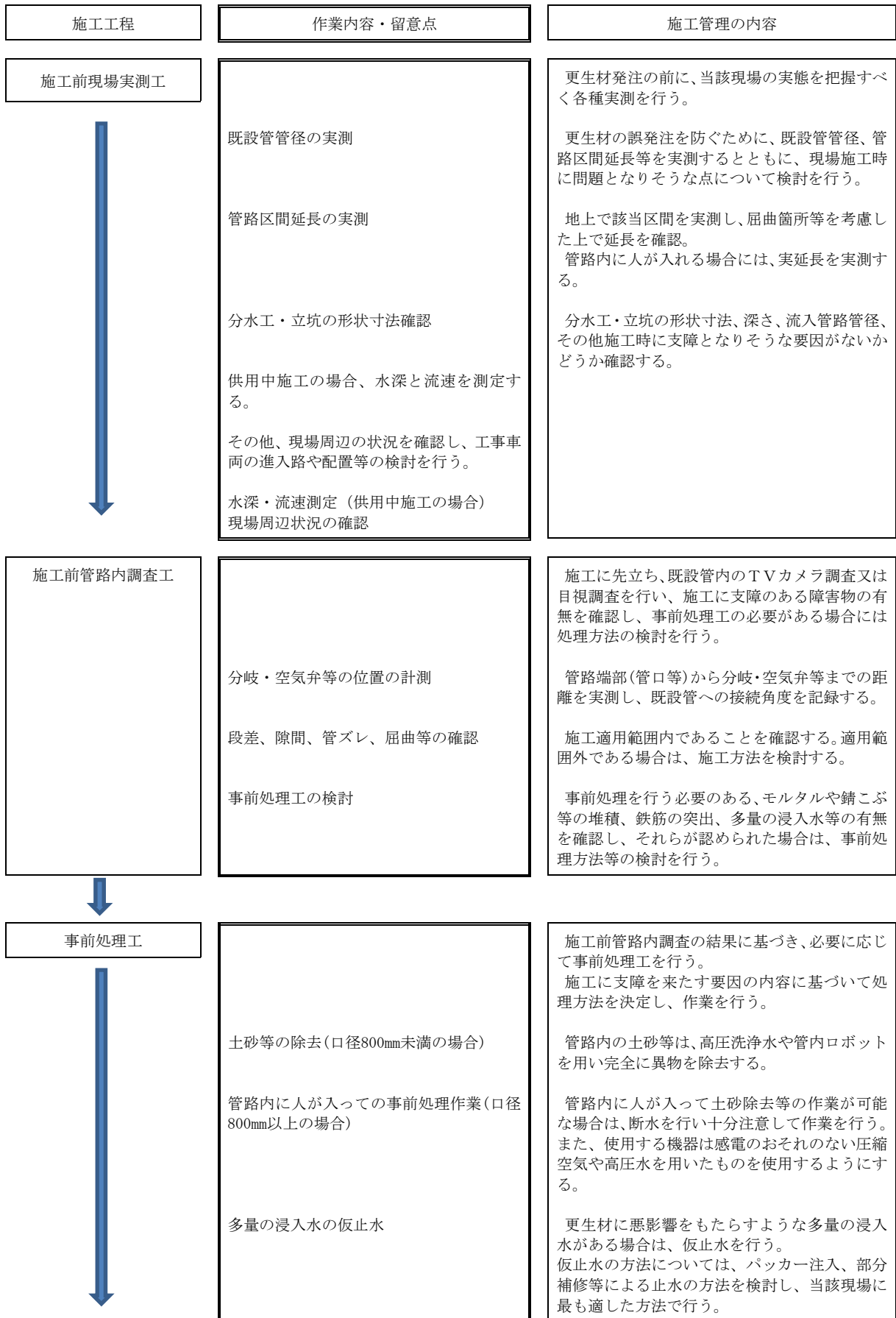
#### (4) 充填材注入量管理

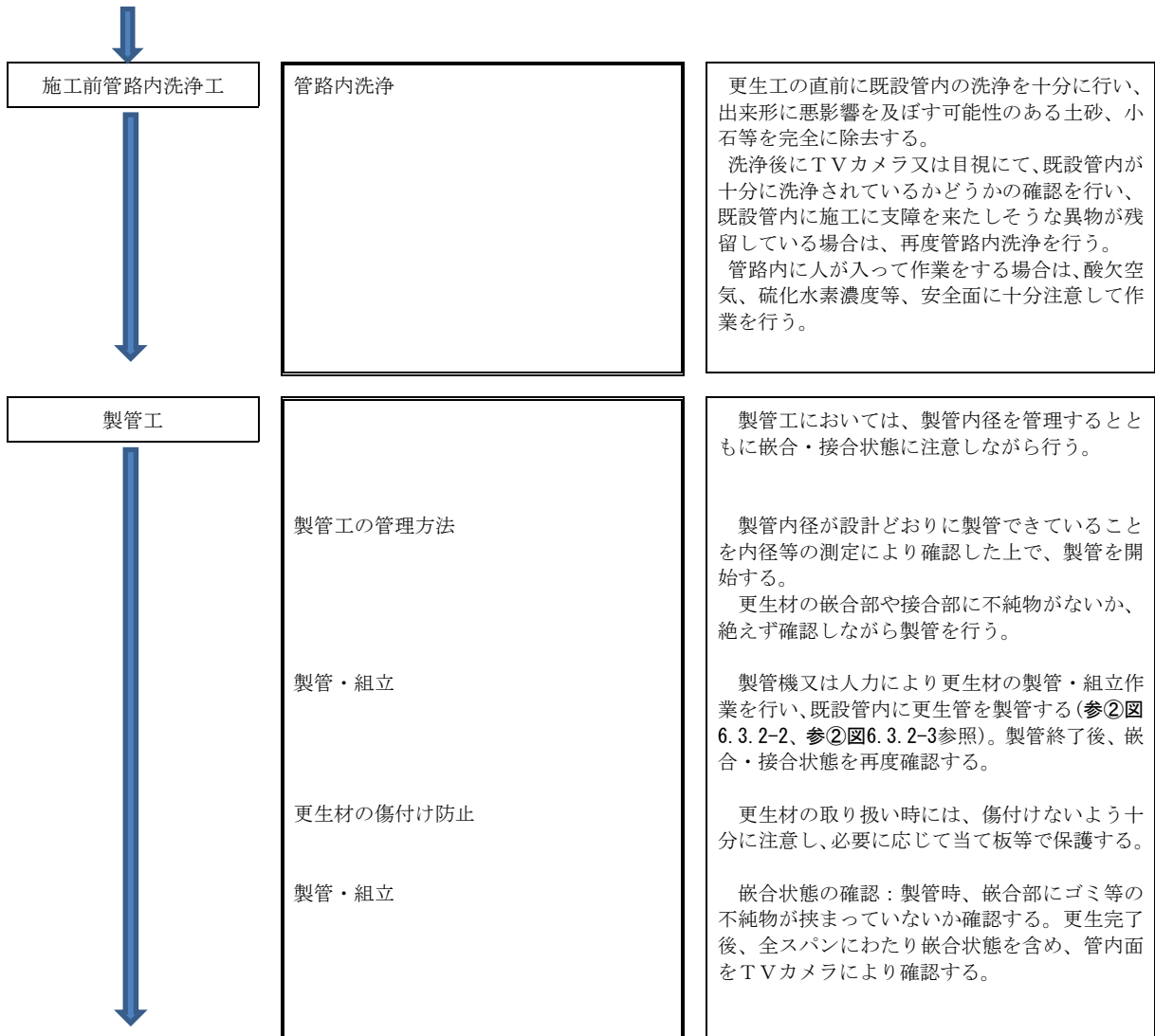
施工中の充填材注入量については、流量計等を用いて連続的に注入量と時間を計測し、チャート紙に記録する。

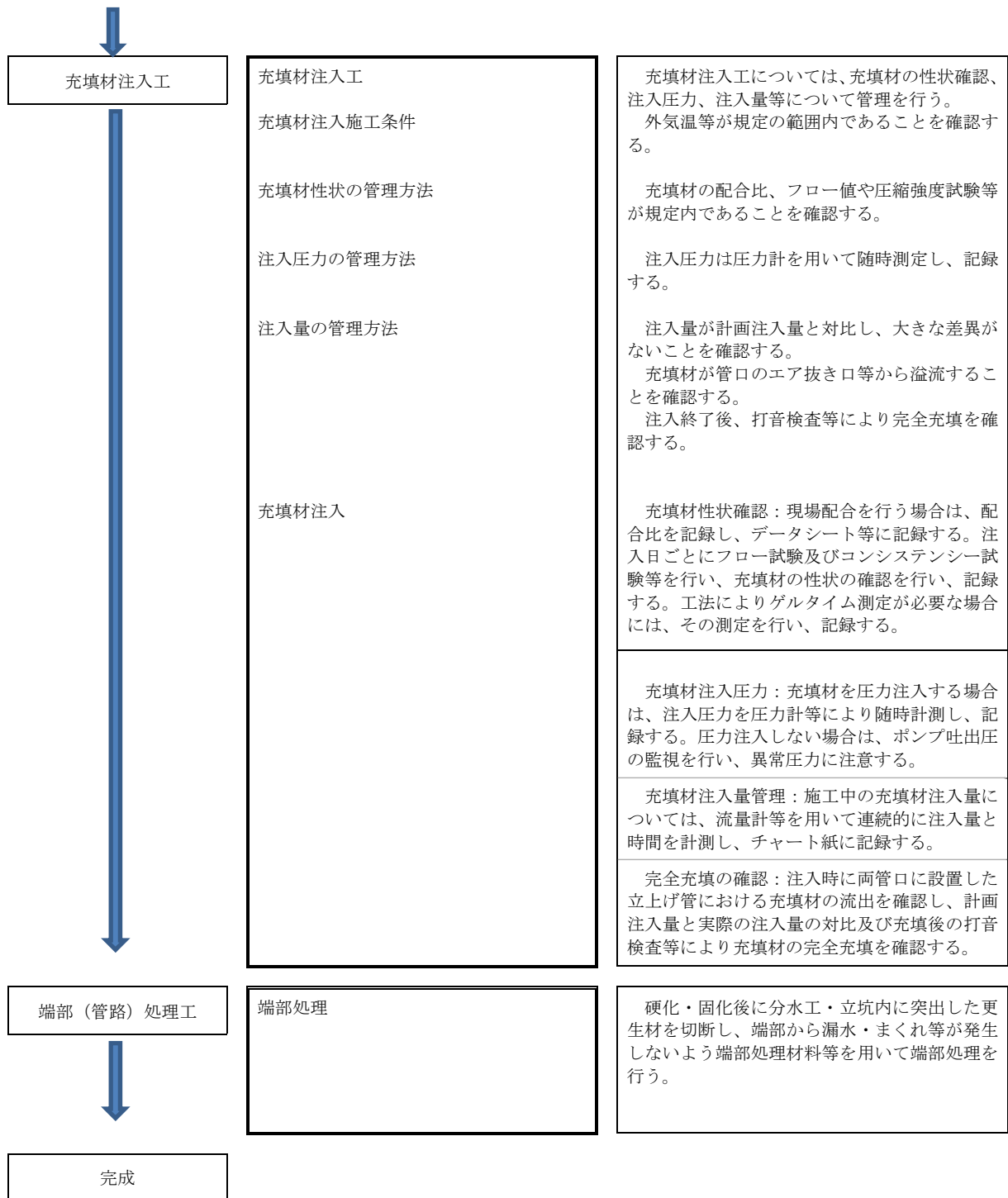
#### (5) 完全充填の確認

注入時に両管口に設置した立上げ管における充填材の流出を確認し、計画注入量と実際の注入量の対比及び充填後の打音検査等により充填材の完全充填を確認する。

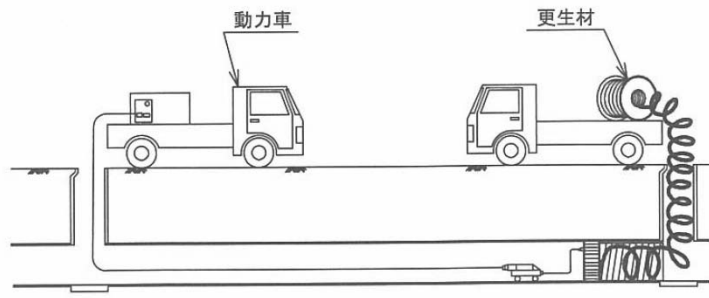
(参考) 製管工法 (複合管) の概略施工手順図



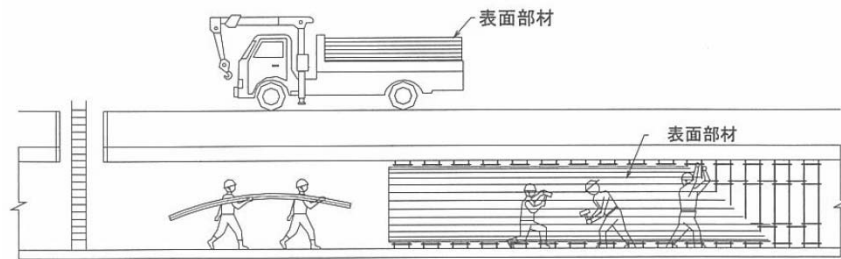




参②図 6.3.2-1 施工段階ごとの施工管理の例（製管工法（複合管））



参②图 6.3.2-2 製管工模式图 (機械製管)



参②图 6.3.2-3 製管工模式图 (人力製管)

### 6.3.3 製管工法の出来形管理及び品質管理

更生管の品質管理は、施工した管路施設から採取したテストピース等を使用し、試験結果から確認を行う。

出来形管理は、施工順序に従い出来形を測定・観察し、その都度、結果を調査記録表に記録する。完成後は、関連仕様書に準じて出来形をビデオ、写真等で記録し、これを管理する。

#### 【解説】

##### (1) 品質管理

###### 1) 品質管理方法

更生後に行う充填材の圧縮強度試験は、更生時の材料で成型した供試体を使用し、その試験は「円柱供試体を用いたモルタル又はセメントペーストの圧縮強度試験（JSCE G 505）」等の圧縮試験に準じて行う。その結果が規格値を上回ることを公的試験機関又は発注者の立会いのもとで確認する。また、充填材の充填状況確認のため打音検査等を実施する。

###### 2) 供試体採取方法

供試体の採取方法は、施工時のアジテータトラック又はアジテータ及び充填材注入ホース先端から採取を行い、作成方法は「モルタル又はセメントペーストの圧縮強度試験用円柱供試体の作り方（JSCE F 506）」に準拠する。

###### 3) 採取頻度

供試体の採取頻度は、大口径（既設管口径 800mm 以上）の場合は注入日ごとに、小口径（既設管口径 800mm 未満）の場合は施工延長 100m ごとに 1 回とする。

##### (2) 出来形管理

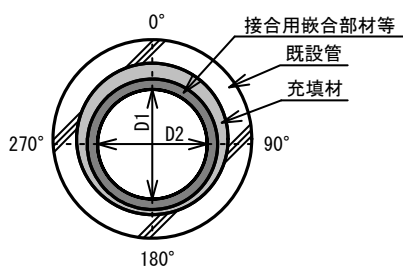
###### 1) 寸法管理

更生管路の出来形を把握するため、更生管路内径（高さ・幅）、延長を参②図 6.3.3-1 に示す同じ測定位置で計測し、記録する。

###### 2) 更生管路の仕上がり内径の管理

出来形管理では、仕上がり内径を次の手順で確認する。

- ① 更生管路の測定は、1 スパンの上下流管口付近で行う。人が入ることができる場合は、仕上がり内径について 1 スパンの中間部付近でも行う。
- ② 測定方法は、上下左右の充填材を含めた更生材厚さが異なることから、更生管路の内側中央高さかつ幅の 2 か所の仕上がり内径を測定する。
- ③ 仕上がり内径の検査基準については、平均内径が設計更生管口径を下回らないこととする。なお、通水性については、計画送配水量以上の水理性能を確保しているものを適合とする。



参②図 6.3.3-1 更生管厚又は仕上がり内径を測定する位置の例（複合管）

3) 内面仕上がり状況の管理

- ① 更生工完了時には、管路内を洗浄し附帯工等の分岐管せん孔片を除去した後、全スパンについて目視あるいは自走式TVカメラにより外観検査を行う。なお、自走式TVカメラの場合、枝管口においては必ず側視を行い、状況を入念に確認する。
- ② 更生管路の変形、更生管路浮上による縦断勾配の不陸等の欠陥や異常箇所がないことを確認する。
- ③ 更生管路両端部及び分岐管口の仕上げ部においては、浸入水、仕上げ材の剥離、ひび割れ等の異常がないことを確認する。

4) 工事記録写真等の撮影及び提出

工事記録写真等の内容及び撮影頻度については、参②表 6.3.3-1 に示す検査結果、フィルム等の記録が報告書に添付されていることを確認する。

参②表 6.3.3-1 工事写真撮影要領（製管工法（複合管））

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
材料・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	・適宜 ・ロット番号ごと ・注入日ごと ・注入日ごと
事前処理工	施工状況 ・障害物の除去状況 ・止水状況 ・事前処理状況	・施工箇所ごと ・施工箇所ごと ・適宜
更生工	施工状況 ・管内洗浄状況 ・製管作業状況 ・充填材注入作業状況 ・本管管口切断状況 ・管口状況（仕上がり内径測定状況）	・管径ごと ・管径ごと ・管径ごと ・適宜 ・スパンごと（上下流）
	出来形管理状況 ・更生管口仕上がり状況（施工前・施工後） ・更生管仕上がり内径寸法測定	・スパンごと（上下流） ・スパンごと（上下流） （口径 800mm 以上ではスパン 中央部付近も実施）



## 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。

## 7 長寿命化対策後の施設のモニタリング

第6章 長寿命化対策後の施設のモニタリングを参照。