

## 卷末資料

1. 要求性能と要求性能照査試験一覧表…………… 卷末-1  
    鞘管工法の要求性能と性能照査方法  
    反転・形成工法の要求性能と性能照査方法  
    止水バンド工法の要求性能と性能照査方法
2. 各試験方法…………… 卷末-10

### [反転・形成工法]

- 水密性試験要領
- 端部水密性試験要領
- 線膨張性試験要領
- 屈曲部検証試験要領

### [止水バンド工法]

- 水密性（内水圧・外水圧）試験要領

3. 施工管理項目等参考例…………… 卷末-25  
    鞘管工法  
    反転・形成工法  
    止水バンド工法

4. 対策工法の効果が期待される期間（参考）…………… 卷末-38

# 1. 要求性能と要求性能照査試験一覧表

鞘管工法の要求性能と性能照査方法

反転・形成工法の要求性能と性能照査方法

止水バンド工法の要求性能と性能照査方法

# 鞘管工法の要求性能と性能照査方法

凡例：◎：照査方法に基づく試験等の実施  
●：試験結果の提示による照査  
○：現場での試験・計測による照査

要求性能	要求項目		要求値 (性能照査評価基準)	照査方法				照査のタイミング			
	水密性	通水性		試験方法 (及び確認方法)	工法開発時の試験条件 (及び設計時の確認条件)	工法開発時	設計時	施工時 (施工計画/材料承認)	施工・竣工時 (施工管理)	供用時 (モニタリング)	
水理機能	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	想定される内水圧に対して、所定の許容漏水量以下であること(管体・端部)	適用規格に示される内圧性能が確保されていること	継手の水密性及び管体の耐水圧強度試験	FRPM管：JIS A 5350 DGP：JIS G 5526、JDPG G 1042、JDPG G 1046 SP：JIS G 3443-1、WSP A-101 PE：JIS K 6761、JIS K 6762、JWWA K 144-145、PTG K 03	◎	◎	◎	○	○	
	計画最大流量を安全に漏水できず、かつ設計水圧に対し構造的に安定した耐荷性能	管更生後の断面及び流速係数(α)による計画最大流量の確保	計画最大流量以上の流下能力	水理計算	設計基準に準拠した水理計算	◎	◎	◎	◎	◎	
構造機能 基本的性能	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耐荷性能	土圧、水圧、活荷重などの載荷重に対する耐荷性能	適用規格に示される耐荷性能が確保されていること 土圧、水圧、活荷重などの載荷重及び設計水圧に対する安定した耐荷性能	構造計算	FRPM管：JIS A 5350 DGP：JIS G 5526、JDPG G 1042、JDPG G 1046 SP：JIS G 3443-1、WSP A-101 PE：JIS K 6761、JIS K 6762、JWWA K 144-145、PTG K 03 設計基準に準拠した構造計算	◎	◎	◎	◎	◎	
		充填材の強度(圧縮強度)	圧縮強度値(材齢28日)が1.0N/mm <sup>2</sup> 程度	土の一軸圧縮強度試験	JIS A 1216 (土の一軸圧縮試験方法)	◎	◎	◎	◎	◎	
構造機能	土圧、水圧、活荷重などの載荷重及び設計水圧に対する安定した耐荷性能	生比重	生比重試験	JIS A 313 (エアモルタル及びエアミルクの試験方法)	◎	◎	◎	◎	◎		
		フロ一値	フロ一試験	JIS A 313 (エアモルタル及びエアミルクの試験方法)のシリンドラ一法	◎	◎	◎	◎	◎		
構造機能	土圧、水圧、活荷重などの載荷重及び設計水圧に対する安定した耐荷性能	空気量	空気量試験	JIS A 313 (エアモルタル及びエアミルクの試験方法)	◎	◎	◎	◎	◎		
		圧縮強度	圧縮強度試験	JIS A 313 (エアモルタル及びエアミルクの試験方法)	◎	◎	◎	◎	◎		

# 鞘管工法の要求性能と性能照査方法

凡例：◎：照査方法に基づく試験等の実施  
 ●：試験結果の提示による照査  
 ○：現場での試験・計測による照査

要求性能	要求項目	要求値 (性能照査評価基準)	照査方法		照査のタイミング				
			試験方法 (及び確認方法)	工法開発時の試験条件 (及び設計時の確認条件)	工法開発時	設計時	施工時 (施工計画/材 料承認)	施工・竣工時 (施工管理)	供用時 (モニタリング)
基本的性能	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	モニタリング・日常管理・機能診断	目視による変位発生状況の確認/鞘管工法の継手部の開きや変位/施設の使用環境条件	—	—	—	—	○ ・目視による変位確認 ・継手部の開き/変位の測定
	構造機能	地盤変位や既設管の継手の変位に追従していること	—	施工後の鞘管工法の地盤追従性をモニタリング等で確認する	—	—	—	—	—
個別的性能	耐震性	所定の変形量に対する耐震性及び水密性が確保されていること	耐震計算等	設計基準(ハイブライン)の耐震設計に基づいた照査 ・製造業者又は製造業者より提示された試験機関の材料検査成績書や管材の品質証明書等を確認する	—	◎ 構造計算等	● 材料承認時	—	—
	社会的機能	有害物質の流出の防止 有る物質が検出されない	浸出試験	JWWA Z 108 (水道用資機材浸出試験方法)	◎ 試験実施	● 工法選定時	● 材料承認時	—	—

# 反転・形成工法の要求性能と性能照査方法

凡例：◎：照査方法に基づく試験等の実施  
 ●：試験結果の提示による照査  
 ○：現場での試験・計測による照査  
 □：内に表記した試験・JIS規格の試験等の公的試験機関で実施が困難な試験

要求性能	要求項目	要求値 (性能照査判定基準)	照査方法 (及び確認方法)		照査のタイミング				
			試験方法 (及び確認方法)	工法開発時の試験条件(及び設計時の確認条件) ※ 施工時の品質管理の場合、【施工時の品質管理】と記載する	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)
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	[水密性試験]	<ul style="list-style-type: none"> <li>口径：代表口径</li> <li>水圧：承認を得ようとする適用可能最大設計内水圧(静水圧+水撃圧、安全率2)</li> <li>更生管延草：更生管露出部と端部固定に必要な長さの総和以上</li> <li>更生管露出部：外径<math>\leq 250\text{mm}</math>：外径<math>\times 3+250\text{mm}</math></li> <li>更生管露出部：外径<math>&gt; 250\text{mm}</math>：外径<math>+100\text{mm}</math>(JIS K 7013)</li> <li>内水圧作用時間：5分<math>\times 3</math>回</li> </ul> ※ JIS K 7013(繊維強化プラスチック管)の短期間静水圧試験の試験片寸法を参考 ※ 端部処理を施すことで端部水密性試験と兼ねることができる	◎	●	●	○	○
			◎	●	●	●	○	○	○
水理機能	想定される更生管の伸縮に対して、端部処理工が追従できる性能	供用中の温度変化で想定される端部移動量に対して端部処理が追従できる	[端部水密性試験]	<ul style="list-style-type: none"> <li>口径：代表口径</li> <li>水圧：承認を得ようとする適用可能最大設計内水圧(静水圧+水撃圧、安全率2)</li> <li>更生管の厚さ：試験要領に示す設計条件で求めた厚さ</li> <li>内水圧作用時間：5分<math>\times 3</math>回</li> </ul>	◎	●	●	◎	○
			◎	●	●	◎	○	○	
通水性	計画最大流量を完全に通水できる性能	計画最大流量以上の流下能力	水理計算	<ul style="list-style-type: none"> <li>設計基準に準拠した水</li> </ul>	—	◎	◎	○	○
			◎	◎	◎	○	○		
構造機能	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	短期曲げ強度	短期曲げ強度試験	<ul style="list-style-type: none"> <li>JIS K 7171(プラスチックの求め方)に準拠</li> </ul>	◎	●	●	◎	—
			◎	●	●	◎	◎		

# 反転・形成工法の要求性能と性能照査方法

凡例：◎：照査方法に基づく試験等の実施  
 ●：試験結果の提示による照査  
 ○：現場での試験・計測による照査  
 □：内に表記した試験・JIS規格の試験等の公的試験機関で実施が困難な試験

要求性能	要求項目	要求値 (性能照査判定基準)	照査方法		照査のタイムミング				
			試験方法 (及び確認方法)	※ 施工時の品質管理の場合、【施工時の品質管理】と記載する	工法開発時	設計時	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)
耐荷性	短期曲げ弾性係数	-	短期曲げ弾性試験	※ 施工時の品質管理の場合、【施工時の品質管理】と記載する JIS K 7171(プラスチック曲げ特性の求め方)に準拠 ・試験片：短冊状、5個以上(周方向と軸方向それぞれ) ・推奨試験片寸法：長さ80mm、幅10mm、厚さ4mm(製品の使用条件と試験片の形状を考慮して試験片を選定) ・試験速度：1%/minに近いきずみ速度。試験片の厚さにより異なる(1×0.4~0.5mm/min) ※供試体形状は、JIS K 7171(プラスチック曲げ特性の求め方)【短冊を前提】の試験片寸法を参考	◎	●	●	-	-
			【施工時の品質管理】 円管での短期曲げ弾性試験	JIS K 7013(繊維強化プラスチック管)の扁平試験に準拠 【施工時の品質管理】 ・口径：施工する実口径 ・供試体：発進立坑・到達立坑の2箇所にて採取した円管	-	-	-	○	-
基本的性能	短期引張強度	-	短期引張強度試験	JIS K 7161-1(プラスチック引張特性の試験方法)に準拠 ・試験片：ダンベル状、5個以上(周方向・軸方向それぞれ) ・試験片の形状や作成方法はJIS K 7162or7164の材料に適合する規格を準用 ・試験速度(引張強度)：熱可塑性材料10mm±2.0mm/min、熱硬化性材料5mm±1.0mm/min ※供試体形状は、JIS K 7162(プラスチック引張特性の試験方法(第2部))【ダンベル形】または7164(プラスチック引張特性の試験方法(第4部))の試験片寸法を参考	◎	●	●	-	-
			【施工時の品質管理】 円管での短期引張強度試験	JIS K 7037(プラスチック配管系-ガラス強化熱硬化性プラスチック(GRP)管-貫掛けの初期周方向引張強度の求め方) 【施工時の品質管理】 ・口径：施工する実口径 ・供試体：発進立坑・到達立坑の2箇所にて採取した円管	-	-	-	○	-
基本的性能	短期引張弾性係数	-	短期引張弾性係数	JIS K 7161-1(プラスチック引張特性の試験方法)に準拠 ・試験片：ダンベル状、5個以上(軸方向) ・試験片の形状や作成方法はJIS K 7162or7164の材料に適合する規格を準用 ・試験速度(引張弾性係数)：1mm±0.2mm/min ※供試体形状は、JIS K 7162(プラスチック引張特性の試験方法(第2部))【ダンベル形】または7164(プラスチック引張特性の試験方法(第4部))の試験片寸法を参考	◎	◎	●	-	-
			【施工時の品質管理】 円管での短期引張弾性係数	◎ 温度変化による応力の照査	-	-	-	-	-

# 反転・形成工法の要求性能と性能照査方法

凡例: ◎:照査方法に基づく試験等の実施  
 ●:試験結果の提示による照査  
 ○:現場での試験・計測による照査  
 □:内に表記した試験・JIS規格の試験等の公的試験機関で実施が困難な試験

要求性能	要求項目	要求値 (性能照査判定基準)	照査方法		照査のタイムライン				
			試験方法 (及び確認方法)	※ 施工時の品質管理の場合、【施工時の品質管理】と記載する	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)
耐荷性	長期曲げ強度 (50年後の曲げ強度)	—	長期曲げ強度試験	※ 施工時の品質管理の場合、【施工時の品質管理】と記載する ・試験方向:周方向 ・試験片:円管、規定された破壊時間の分布を得るために少なくとも18個 ・試験時間:10,000時間(JISでは規定がないため、下水道協会のガイドラインを準用) ・試験雰囲気:水中 ・試験温度:23±5℃※ ・試験結果を踏まえて50年後の長期引張強度を推定する ※JIS K 7039では65℃±2℃であるが、他の試験と同様に更生管の使用環境に近い試験温度とする。	◎ 試験実施	内外圧から求める管厚計算	● 材料承諾時 (設計値の根拠及び施工計画の硬化冷却時の温度、圧力、時間等)	—	—
	土圧、水圧、活荷重などの載荷重及び設計水圧に対する安定した耐荷性能 長期耐久性を考慮している	—	長期曲げ弾性係数 (50年後の曲げ弾性係数)	・複合材料で縫い目や重ね合わせがある材料の場合:JIS K 7035/ガラス強化熱硬化性プラスチック(GRP)管-湿潤条件下での長期偏平クワリ-塑性の求め方及び湿潤クワリアアグタリ-硬質ポリ塩化ビニル樹脂、ポリエチレン樹脂等の単一材料で縫い目や重ね合わせがない材料の場合:JIS K 7116(プラスチック-クワリ-特性の試験方法-第2部:3点負荷による曲げクワリ-)に準拠	◎ 試験実施	● 外水圧から求める管厚計算	● 材料承諾時 (設計値の根拠及び施工計画の硬化冷却時の温度、圧力、時間等)	—	—
成型収縮性	長期引張強度 (50年後の引張強度)	—	長期引張強度試験	・試験方向:周方向 ・試験片:円管、規定された破壊時間の分布を得るために少なくとも18個 ・試験片長さ:外径≤250mm:外径×3+0.25、 外径>250mm:外径+1.0m ・試験時間:10,000時間(JISでは規定がないため、下水道協会のガイドラインを準用) ・試験雰囲気:水中 ・試験温度:23±5℃	◎ 試験実施	内外圧から求める管厚計算	● 材料承諾時 (設計値の根拠及び施工計画の硬化冷却時の温度、圧力、時間等)	—	—
	更生材の硬化時の収縮	最大隙間量が5mm以下であること	[硬化収縮試験]	試験方法の統一は現時点では困難	◎ 試験実施	工法選定時 水理計算時	● 材料承諾時 (設計値の根拠及び施工計画の硬化冷却時の温度、圧力、時間等)	○ 硬化冷却時の温度、圧力、時間等の管理	○ 外観検査 ・外観検査 ・管端部の直接計測 ・更生管の内径・厚さ測定
	更生材の硬化後の収縮	—	[線膨張性試験]	・更生材の硬化後の温度変化による膨張・収縮量を測定し、更生材の線膨張係数を算出する ・硬化収縮試験の試験体の一部を切断し使用する ・口径・延長:φ250mm以上、管長250mm以上 ・試験器:線膨張試験試験器 ・測定温度:20℃~60℃ 間での熱膨張量を測定	◎ 試験実施	工法選定時 構造計算時 (温度変化による伸縮量の計算・応力の照査)	● 材料承諾時 (設計値の根拠及び施工計画の硬化冷却時の温度、圧力、時間等)	○ 外観検査 ・外観検査 ・管端部の直接計測 ・更生管の内径・厚さ測定	○ 外観検査

# 反転・形成工法の要求性能と性能照査方法

凡例：◎：照査方法に基づく試験等の実施  
 ●：試験結果の提示による照査  
 ○：現場での試験・計測による照査  
 □：内に表記した試験・JIS規格の試験等の公的試験機関で実施が困難な試験

要求性能	要求項目		要求値 (性能照査判定基準)	照査方法						
	要求項目	要求項目	試験方法 (及び確認方法)	※ 施工時の品質管理の場合、【施工時の品質管理】と記載する	工法開発時の試験条件(及び設計時の確認条件)	工法開発時	設計時	施工時 (施工計画/材料承認)	施工・竣工時 (施工管理)	供用時 (モニタリング)
施工性	-	屈曲部にシワや背面空洞が生じない性能	屈曲部において2%より大きいシワや工法背面に空洞が発生しないこと	[屈曲部検証試験]	本書に示す試験	◎ 試験実施	● 工法選定時	● 材料承認時	○ 出来形	-
		耐摩耗性	流水等による腐蝕に及ぼされる抵抗性と通水性及び耐荷性の低下が生じないこと	硬質ポリ塩化ビニル管と同程度の摩耗量(±50%以内)である	耐摩耗性試験	● JIS K 7204(プラスチック摩耗輪による摩耗試験方法) ● JIS A 1452(建築材及び建築構成部分の摩耗試験方法 落砂法)	◎ 試験実施	● 工法選定時	● 材料承認時	-
構造機能 基本的性能	-	地盤追従性	地盤変位や既設管の継手の変位に追従すること	モニタリング・日常管理・機能診断	目視による変状発生状況の確認/施設の使用環境条件	-	-	-	-	○ 目視による変状確認 (既設管継手周囲における変状の発生状況等)
		耐震性	地震動及び地盤変位に対する安全性を有すること	今後の検討課題						
個別的性能	-	水質適合性	使用者の必要とする水質に適合する性能	浸出試験	JWWA Z 108(水道用資材浸出試験方法)	◎ 試験実施	● 工法選定時	● 材料承認時	-	-



# 止水バンド工法の要求性能と性能照査方法

凡例：◎：照査方法に基づく試験等の実施

●：試験結果の提示による照査

○：現場での試験・計測による照査

[ ]内に表記した試験・JIS規格の試験等の公的試験機関で実施が困難な試験

要求性能	要求項目	要求値 (性能照査判定基準)	照査方法		照査のタイミング					
			試験方法 (及び確認方法)	工法開発時の試験条件 (及び設計時の確認条件)	工法開発時	設計時	施工時 (施工計画/材料 系統)	施工・竣工時 (施工管理)	供用時 (モニタリング)	
水密性	想定される内水圧(内水圧・外水圧)に対して水密を保持できる性能	静水圧に安全率2を乗じた内水圧で漏水(水圧の低下)がない 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	[内水圧試験] ※本書に示す試験	<ul style="list-style-type: none"> <li>口径・任意の口径</li> <li>水圧：承認を得ようとする適用可能最大水圧(静水圧×安全率2)</li> <li>なお、長期にわたり使用する場合に静水圧に水撃圧を加えることを検討する</li> <li>水圧保持時間：5分</li> <li>継手変位あり(ジョイント間隔・段差)</li> <li>水圧：承認を得ようとする適用可能最大水圧(静水圧×安全率2)</li> <li>なお、長期にわたり使用する場合に静水圧に水撃圧を加えることを検討する</li> <li>水圧保持時間：5分</li> </ul>	◎	●	●	○	○	○
			<ul style="list-style-type: none"> <li>口径・任意の口径</li> <li>水圧：承認を得ようとする適用可能最大水圧(静水圧×安全率2)</li> <li>なお、長期にわたり使用する場合に静水圧に水撃圧を加えることを検討する</li> <li>水圧保持時間：5分</li> </ul>	○	○	○	○	○	○	
通水性	止水バンド工法を複数設置した場合の計画最大流量の確保	計画最大流量を完全に通水できる性能	[外水圧試験] ※本書に示す試験	<ul style="list-style-type: none"> <li>口径・承認を得ようとする適用可能最大口径</li> <li>水圧：承認を得ようとする適用可能最大外水圧</li> <li>水圧保持時間：5分</li> <li>継手変位あり(たわみ)</li> <li>口径・承認を得ようとする適用可能最大口径</li> <li>水圧：承認を得ようとする適用可能最大外水圧</li> <li>水圧保持時間：5分</li> </ul>	◎	●	●	○	○	○
			○	○	○	○	○	○		
基本的性能	止水バンド工法を複数設置した場合の計画最大流量の確保	計画最大流量を完全に通水できる性能	水理計算	止水バンド工法を連続的に複数設置した場合の損失を摩擦損失水頭として算定	○	◎	○	○	○	○
			○	○	○	○	○	○		
構造機能	ゴムの長期耐久性	水運用ゴムの規格(JIS K 6353)におけるI類Aの品質※1	硬さ試験	JIS K 6253の5加硫ゴム及び熱可塑性ゴム一種の求め方(第5部)硬さ試験機の校正及び検証	○	○	○	○	○	○
			○	○	○	○	○	○		
構造機能	ゴムの長期耐久性	水運用ゴムの規格(JIS K 6353)におけるI類Aの品質※1	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	○	○	○	○	○	○
			○	○	○	○	○	○		
構造機能	鋼材の長期耐久性	SUS304又はSUS316の使用※1	圧縮永久ひずみ試験	JIS K 6262加硫ゴム及び熱可塑性ゴム一常温・高温及び低温における圧縮永久ひずみの求め方	○	○	○	○	○	○
			○	○	○	○	○	○		
構造機能	鋼材の長期耐久性	SUS304又はSUS316の使用※1	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	○	○	○	○	○	○
			○	○	○	○	○	○		

# 止水バンド工法の要求性能と性能照査方法

凡例：◎：照査方法に基づく試験等の実施  
 ●：試験結果の提示による照査  
 ○：現場での試験・計測による照査  
 [ ]内に表記した試験・JIS規格の試験等の公的試験機関で実施が困難な試験

要求性能	要求項目	要求値 (性能照査判定基準)	照査方法				照査のタイミング			
			試験方法 (及び確認方法)	工法開発時の試験条件 (及び設計時の確認条件)	工法開発時	設計時	施工時 (施工計画/材料 系統)	施工・竣工時 (施工管理)	供用時 (モニタリング)	
基本的性能	装着性	装着固定した材料が脱落しない性能	モニタリング・日常管理・機能診断	目視/ボルトの締め/ゴム厚計測/施設の使用環境条件	施工後の止水バンドの装着性や脱落要因の評価をモニタリング等で確認する	—	—	—	○ ゴムの圧縮厚み 1箇所4点(上下左右)測定 ・ボルト締付力の確認(油圧シヤキ、トルリン子等) 全箇所測定	○ 目視による装着状況の確認 ・ゴムの圧縮厚み・ボルト締付力(油圧シヤキ、トルリン子等)
	地盤追従性	今後発生する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	モニタリング・日常管理・機能診断	目視/ボルトの締め/ゴム厚計測/施設の使用環境条件	施工後の止水バンドの地盤追従性をモニタリング等で確認する	—	—	—	—	○ 目視による装着状況の確認 ・ゴムの圧縮厚み・ボルト締付力(油圧シヤキ、トルリン子等)
個別的性能	耐震性	地震動及び地盤変位に対する安全性を有すること	—	—	—	—	—	—	—	—
	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	—	◎ 試験実施	● 工法選定時	● 材料承諾時	—	—

※1ゴムやSUSは耐摩耗性が高いことから耐摩耗試験による照査は行わない。  
 ※2ハックアップ材を工法の一部として用いている場合は、ハックアップ材の長期耐久性を要求する。

## 2. 各試験方法

(注意点)

各要求性能に対して、J I S規格等の公的な規格によらず、本書で定めた試験の試験方法について記載する。

## [反転・形成工法] 水密性試験要領

### 1. 適用範囲

自立管構造の更生管の内水圧に対する水密性の確認を行う試験方法について規定する。なお、本試験では端部処理を施すことで、「端部の水密性を確認する端部水密性試験」として兼ねることができる。

### 2. 試験体

- ①口径：代表口径とする。
- ②更生管長さ：更生管露出部の長さと同程度の長さとする。
- ③更生管露出部：下記、表 1 の試験片寸法を参考とする。

表 1 J I S K 7013 繊維強化プラスチック管の短期静水圧試験の試験片寸法

単位：mm

外径 D	露出部（端面処理間の正味長さ）
$D \leq 250$	$3D + 250$ 以上
$D > 250$	$D + 1000$ 以上

- ④更生管厚み：下記、表 2 の設計条件から算出された更生管厚みとする。計算諸元及び計算方法は本書に準拠して算出する。また、算出された設計更生管厚み及び計算書は記録・保管しておく。

表 2 更生管厚みの設計条件

土かぶり	2.0m
土の単位体積重量	18kN/m <sup>3</sup>
鉛直土圧算出式	垂直土圧公式
活荷重の設定	T-25
道路の状態	舗装道路
その他上乗荷重	0kN/m <sup>2</sup>
基礎材の反力係数 (e')	7000kN/m <sup>2</sup>
支承条件	自由支承
基礎の設計支持角	120deg
基礎材の締め固め程度	締め固め I
締め固め度による補正係数	1.0
基礎材の締め固め度	90%
変形遅れ係数	1.0
変形遅れ係数 (活荷重)	1.0
設計たわみ率	4%
設計水圧 (静水圧 + 水撃圧)	承認を得ようとする設計水圧

### 3. 試験圧力

申告しようとする設計水圧（静水圧＋水撃圧）に安全率 2.0（※）を乗じた値を設定値とする。

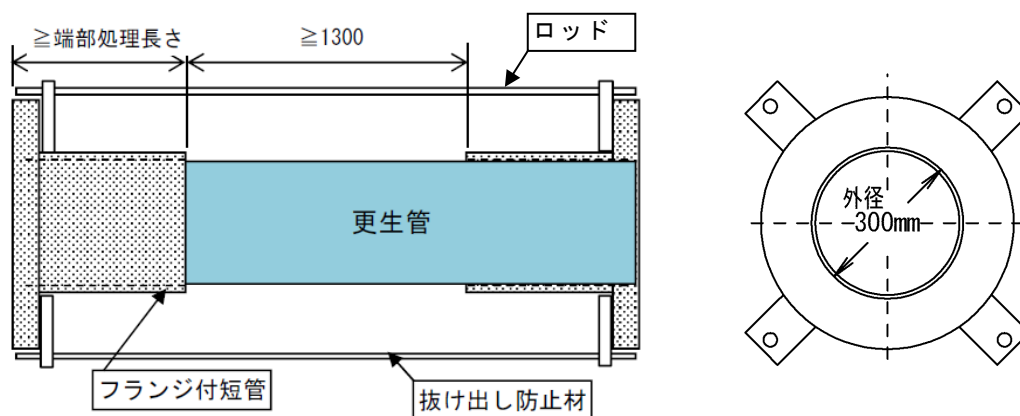
※土地改良事業計画設計基準及び運用・解説 設計「パイプライン」付録 技術書 9.1.4「水密性から見た許容内水圧に対する検討」内の安全率 2（一般に、2.0 以上とする）より

### 4. 試験方法

- ①更生管の試験体を作成し、両端に試験治具（フランジ付き短管）を装着する。
- ②両端部に端部処理を施す。
- ③試験体の両端を板フランジで閉塞し、水を注水する。充水作業は、更生管内のエアを抜きながらゆっくりと充水していく。
- ④更生管内のエアを抜き充水後、試験水圧を作用させる。
- ⑤試験水圧を 5 分間（※）保持し漏水や浸出が発生しないことを確認する。
- ⑥水圧を一旦開放し、再度試験水圧を再び作用させて 5 分間保持し漏水や浸出が発生しないことを確認する。この工程を 2 回繰り返す。
- ⑦合計 3 回、試験水圧を 5 分間保持し、漏水や浸出がないことを確認する。

※土地改良事業計画設計基準及び運用・解説 設計「パイプライン」付録 技術書 13.3.2「漏水試験（1）継目試験」の試験時間 5 分間より

下記、図 1 に内水圧水密性試験体概要図（外径 300mm の例）を示す。



※内水圧作用時のスラストを防止するため、ロッドを設ける。

図 1 内水圧水密性試験体概要図（外径 300mm の例）

## 5. 試験結果確認事項

- ①更生管本体及び端部から漏水や浸出が発生しないことを目視にて確認する。
- ②作用させた内水圧が保たれていることを圧力測定機器等にて確認する。

## 6. 報告事項

- ①試験年月日
- ②試験機関名（又は立会者）
- ③試験体
  - ・工法名
  - ・材料名
  - ・全長
  - ・更生管口径
  - ・更生管長さ
  - ・更生管露出部長さ
  - ・更生管厚み
- ④試験条件
  - ・内水圧
  - ・時間
- ⑤試験測定結果
  - ・内水圧
  - ・時間
  - ・漏水や浸出の有無

## [反転・形成工法] 端部水密性試験要領

### 1. 適用範囲

更生管の端部に施す端部処理の水密性の確認を行う試験方法について規定する。

### 2. 試験体

- ① 口径：代表口径とする。
- ② 長さ：端部処理を施す延長以上の長さとする。
- ③ 更生管厚み：水密性（内水圧・外水圧）試験要領と同様に求める。

### 3. 試験圧力

申告しようとする設計水圧（静水圧＋水撃圧）に安全率 2.0 を乗じた値を設定値とする。

### 4. 試験方法

- ① 両端フランジの試験治具の中に更生管を作成する。
- ② 両端部に端部処理を施す。
- ③ 試験治具の両端を板フランジで閉塞し、水を注水する。
- ④ 充水作業は、更生管内のエアを抜きながらゆっくりと充水していく。
- ⑤ 試験水圧を 5 分間（※）保持し漏水や浸出が発生しないことを確認する。
- ⑥ 水圧を一旦開放し、再度試験水圧を再び作用させて 5 分間保持し漏水や浸出が発生しないことを確認する。この工程を 2 回繰り返す。
- ⑦ 合計 3 回、試験水圧を 5 分間保持し、漏水や浸出がないことを確認する。

※ 土地改良事業計画設計基準及び運用・解説 設計「パイプライン」  
付録 技術書 13.3.2 「漏水試験（1）継目試験」の試験時間 5 分間より

下記、図 1 に水密性試験概要図（例）を示す。

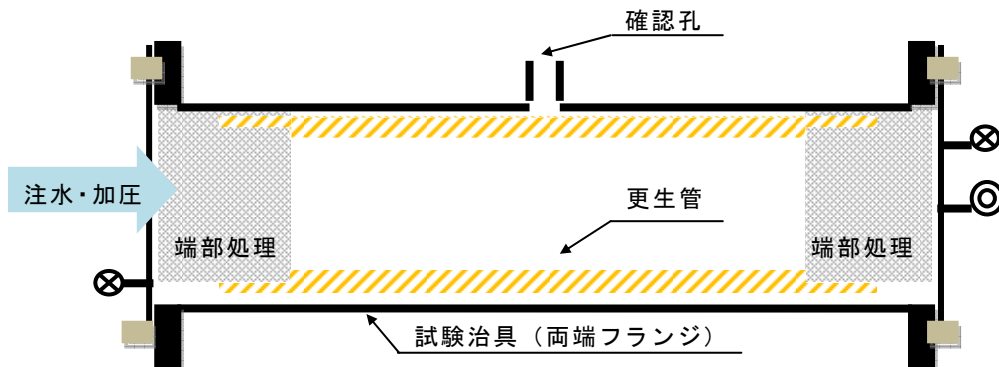


図 水密性試験概要図（例）

## 5. 試験結果確認事項

- ①端部及び確認孔より漏水が発生しないことを目視にて確認する。
- ②作用させた内水圧が保たれていることを圧力計測機器等にて確認する。

## 6. 報告事項

- ①試験年月日
- ②試験機関名（又は立会者）
- ③試験体
  - ・工法名
  - ・材料名
  - ・全長
  - ・更生管口径
  - ・更生管長さ
  - ・更生管厚み
- ④試験条件
  - ・内水圧
  - ・時間
- ⑤試験測定結果
  - ・内水圧
  - ・時間
  - ・漏水の有無



## [反転・形成工法] 線膨張性試験要領

### 1. 適用範囲

更生材の硬化後の温度変化による膨張・収縮量を測定し、更生材の線膨張係数を算出する試験方法について規定する。

### 2. 試験体

試験口径：250mm 以上、管長は 250mm 以上とする。

更生管厚み：水密性（内水圧・外水圧）試験要領と同様に求める。

### 3. 試験方法

- ① 更生材を恒温槽内で計測装置に接続したひずみゲージとデータロガーを用いて線膨張性試験を行う。恒温槽に試験体を設置する。
- ② 試験体を一定速度で昇温させ周方向、軸方向の 20～60℃間での熱膨張量を測定する。
- ③ 熱膨張量の測定結果より線膨張係数(1/℃)を算出する。

測定温度範囲 ( $T_1 \sim T_2$ ) における試験片の平均線膨張率は、次の式によって算出する。

$$\alpha_{sp} = \frac{\Delta L_{spm} - \Delta L_{refm}}{L_0 \times (T_2 - T_1)} + \alpha_{ref}$$

ここに、 $\alpha_{sp}$ ：平均線膨張率 ( $^{\circ}\text{C}^{-1}$ )

$L_0$ ：室温での試験片の長さ ( $\mu\text{m}$ )

$T_1$ ：平均線膨張率を求める低温側温度 ( $^{\circ}\text{C}$ )

$T_2$ ：平均線膨張率を求める高温側温度 ( $^{\circ}\text{C}$ )

$\Delta L_{spm}$ ：試験片についての  $T_1$  のときの長さ  $L_1$  と  $T_2$  のときの長さ  $L_2$  の差 [( $T_2$  のときの長さ) - ( $T_1$  のときの長さ)] の測定値 ( $\mu\text{m}$ )

$\Delta L_{refm}$ ：長さ校正用の標準試験片についての  $T_1$  のときの長さ  $L_{1r}$  と  $T_2$  のときの長さ  $L_{2r}$  の差 [( $T_2$  のときの長さ) - ( $T_1$  のときの長さ)] の測定値 ( $\mu\text{m}$ )

$\alpha_{ref}$ ：長さ校正用の標準試験片の  $T_1 - T_2$  間での平均線膨張率の計算値 ( $^{\circ}\text{C}^{-1}$ )

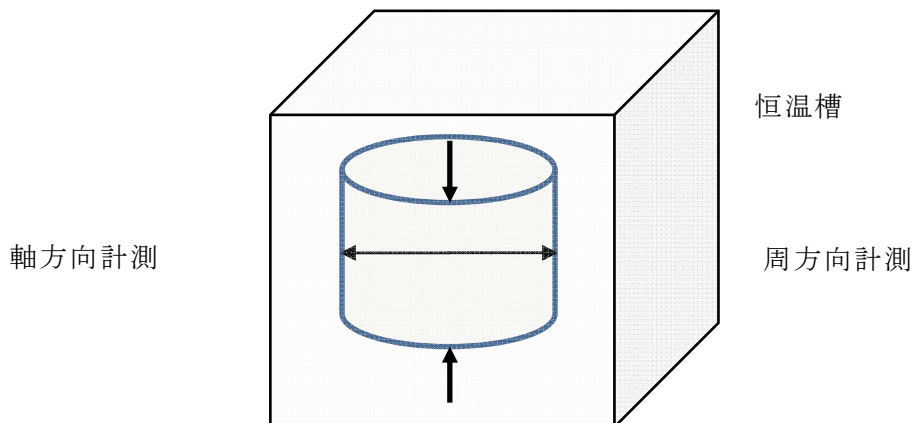


図 1 試験体の配置

#### 4. 報告事項

- ① 試験年月日
- ② 試験機関名（又は立会者）
- ③ 試験体
  - ・ 工法名
  - ・ 材料名
  - ・ 全長
  - ・ 更生管口径
  - ・ 更生管長さ
  - ・ 更生管厚み
- ④ 試験条件
  - ・ 温度
  - ・ 時間
- ⑤ 試験測定結果
  - ・ 寸法（周方向、軸方向）
  - ・ 温度

## [反転・形成工法] 屈曲部検証試験要領

### 1. 適用範囲

農業用水パイプラインの線形には、多くの場合、曲管部が存在する。このような線形のパイプラインに反転・形成工法による管路更生を施工すると、その曲管部で更生管にシワや更生材の背面に空洞が発生する可能性が大きい。

シワの高さが許容範囲以下、かつ管厚が設計寸法に収まるための実験的検証を実施するための試験方法について規定する。

### 2. 模擬管路

#### ①管径

模擬管路の管径は 250mm 以上とする。

#### ②管種

模擬管路に使用する管種は鋼管（半割）とする。

#### ③管長

図 1 に示すとおり直線部が 2000mm 以上とする。

#### ④管路形状

模擬管路形状は、図 1 に示すとおりとし、模擬管路の屈曲角は各工法が申告する口径の 2% 以上のシワ及び背面空洞が発生しない角度とする。

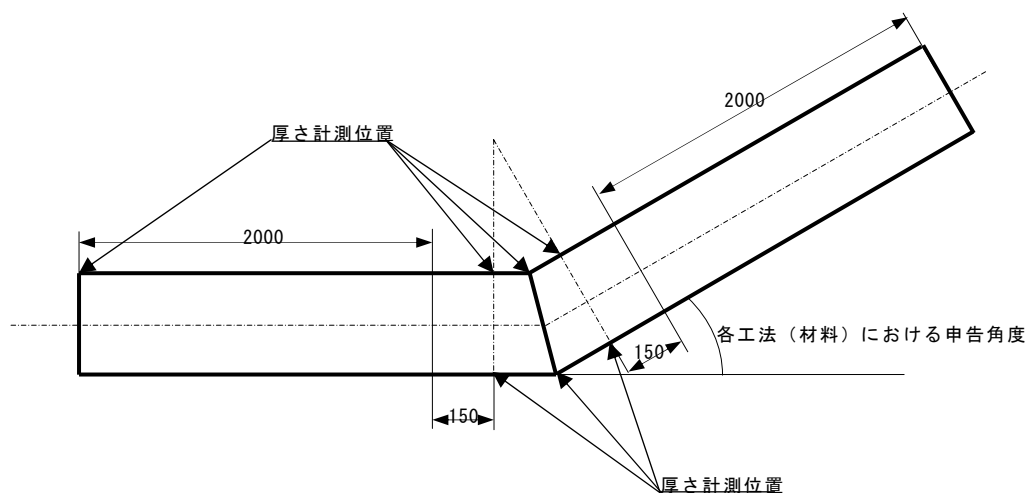


図 1 屈曲部検証試験模擬管路概要図

### 3. 更生管厚み

更生管の厚みは、本書に準拠して水密性（内水圧・外水圧）試験に示した設計条件から算出する。また、算出された設計更生管厚み及び計算書は記録・保管しておく。

### 4. 更生管施工

模擬管路を準備した後、各工法の施工マニュアルに従い更生管を施工する。拡張圧力、温度及び養生時間等の施工管理項目は、現場と同じように記録し管理する。

### 5. 出来形測定

出来形測定は、模擬管路から更生管を取り出して上下半分に分断した状態で行う。更生管厚みをノギスにより計測する。計測厚さと設計更生厚さとを比較し、計測厚さが設計更生厚さを下回らないことを確認する。

また、発生したシワ及び空洞についてもノギスによる高さ・大きさの計測を行い、シワ発生箇所数と一緒に写真記録する。シワ発生状況については、スケッチ及び写真撮影により記録を残すものとする。

### 6. 報告事項

①試験年月日

②試験機関名（又は立会者）

③試験体

- ・ 工法名
- ・ 材料名
- ・ 全長
- ・ 更生管口径
- ・ 更生管長さ
- ・ 更生管厚み

④試験条件

- ・ 模擬管形状・寸法・角度
- ・ 更生管厚み
- ・ 各工法の施工マニュアルの拡張圧力、温度及び養生時間等の施工管理項目

⑤試験測定結果

- ・ 出来形測定結果
- ・ 拡張圧力、温度及び養生時間等の記録

## [止水バンド工法] 水密性（内水圧・外水圧）試験要領

### 1. 適用範囲

継手部の変状により漏水等が発生した箇所に、弾力性のあるゴムスリーブ等を圧着用鋼材を用いて拡径装着し、部分的に水密性を回復させる止水バンドの水密性試験方法について規定する。

### 2. 試験体

- ① ゴムスリーブは、J I S K 6353:1997 水道用ゴム及びJ W W A K 156 水道施設用ゴム規格のI類Aに分類されるS B R及びE P D Mにて製作する。
- ② 圧着用鋼材は、J I S G 4304及びJ I S G 4305のS U S 304及びS U S 316にて製作する。
- ③ 試験体は製品と同じ材質、形状のもので行うものとし、内水圧試験は任意の口径で実施するものとするが、外水圧試験については使用する口径以上とする。

### 3. 試験項目

- 内水圧試験 継手変位なし  
内水圧試験 継手変位あり（ジョイント間隔・段差）  
外水圧試験 継手変位なし  
外水圧試験 継手変位あり（たわみ）

### 4. 試験圧力

- ① 内水圧試験の圧力は、静水圧に安全率2を乗じた値を設定値とする。  
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。
- ② 外水圧試験の圧力は、外水圧を設定値とする。

### 5. 試験方法

- ① 内水圧試験 継手変位なし

図1のように試験装置に空気が残らないよう内部を充水し、試験圧力を加えた状態で5分間保持する。

この時、漏水等の異常がないことを確認する。

試験条件：

- ・口径：任意の口径
- ・水圧：承認を得ようとする適用可能最大水圧（静水圧に安全率2を乗じた値）  
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。
- ・水圧保持時間：5分

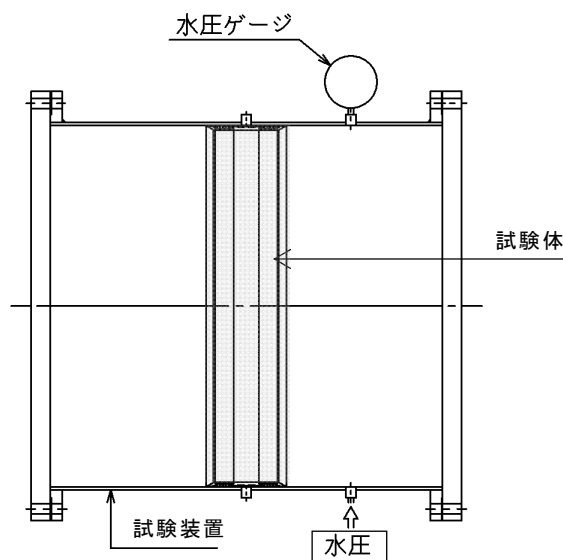


図1 直管内水圧試験

② 内水圧試験 継手変位あり（ジョイント間隔・段差）

図2～3のようにジョイント間隔及び段差のそれぞれについて、継手の変位を設定した試験装置を準備し、空気が残らないよう内部を充水し、試験圧力を加えた状態で5分間保持する。試験体には、必要に応じてバックアップ補強を行うことができる。

この時、漏水等の異常がないことを確認する。

試験条件：

- ・口径：任意の口径
- ・継手変位量：承認を得ようとするジョイント間隔及び段差  
ただし、ジョイント間隔は既設管の規格値の1.5倍以下が適用範囲である。
- ・水圧：承認を得ようとする適用可能最大水圧（静水圧に安全率2を乗じた値）  
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。
- ・水圧保持時間：5分

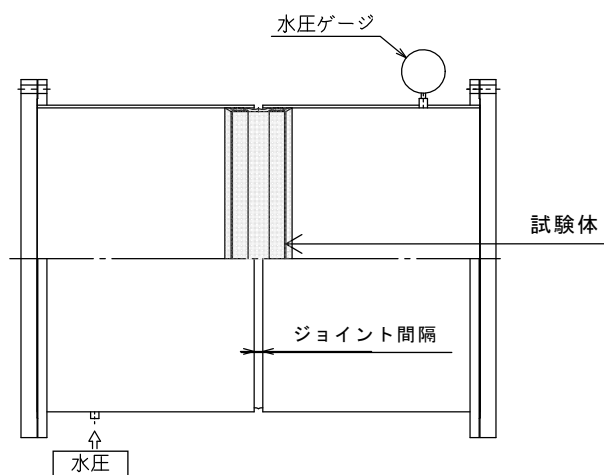


図2 ジョイント間隔試験

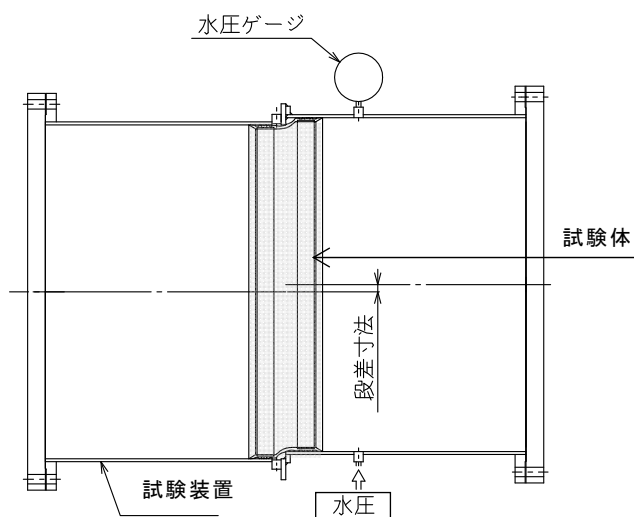


図3 段差変位試験

③ 外水圧試験 継手変位なし

図4のように試験装置に試験体を設置し、試験圧力を試験体に加えた状態で5分間保持する。試験体は、外水圧条件により補強バンドを設置することができる。この時、漏水等の異常がないことを確認する。

試験条件：

- ・ 口径：承認を得ようとする適用可能最大口径
- ・ 水圧：承認を得ようとする適用可能最大外水圧
- ・ 水圧保持時間：5分

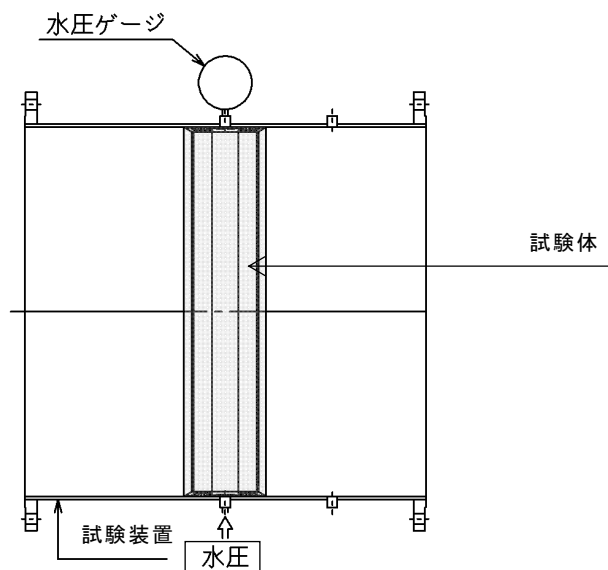


図4 直管外水圧試験

④ 外水圧試験 継手変位あり（たわみ）

図5のようにたわみ設定した試験装置に試験体を設置し、試験圧力を試験体に加えた状態で5分間保持する。試験体は、外水圧条件により補強バンドを設置することができる。

この時、漏水等の異常がないことを確認する。

試験条件：

- ・ 口径：承認を得ようとする適用可能最大口径
- ・ 扁平量：承認を得ようとする扁平率

ただし、扁平率5%以内が適用範囲である。

- ・ 水圧：承認を得ようとする適用可能最大外水圧
- ・ 水圧保持時間：5分

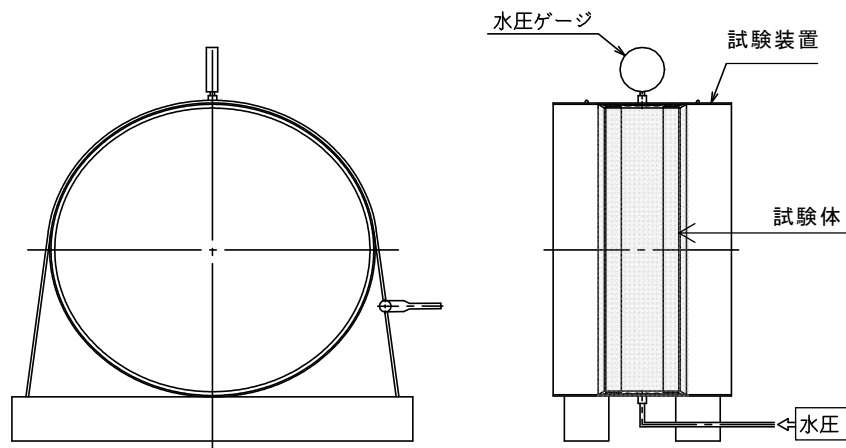


図5 扁平試験



## 6. 報告

本試験による結果の報告は、次の事項を必須とする。

- ① 試験体の材料規格・寸法
- ② 試験条件及び結果
- ③ 試験後の漏水状況
- ④ 試験開始前後の圧力数値
- ⑤ 試験時の温度、湿度
- ⑥ 試験年月日
- ⑦ 試験機関名（又は立会者）

### 3. 施工管理項目等参考例

鞘管工法

反転・形成工法

止水バンド工法

## 鞘管工法

### ① 直接測定による出来形管理

鞘管工法の直接測定による出来形管理は「土木工事施工管理基準」に準拠することとし省略する。  
なお、測定可能な項目のうち撮影可能な箇所については、充填完了時についても行うものとする。

# 鞘管工法

## ② 撮影記録による出来形管理

管の布設に関する項目は「土木工事施工管理基準」に準じるものとし、充填材に関わる内容を以下に示す。

工種	撮影基準	撮影箇所	撮影方法	管理方法	
管 路 更 生 工 法	1.一般	省略	※「土木工事施工管理基準」第2表 撮影記録による出来形管理 1. 共通工事を参照。		
		2.材料の品質等 充填材の品質等	施工前の使用材料の保管状況	スパンごと	
			施工前の使用材料の確認状況	スパンごと	
			試験用材料の現場採取確認状況	スパンごと	
	試験実施状況		スパンごと		
	3.事前処理工	管内洗浄状況	施工箇所ごと	1.撮影箇所の確認、寸法の判定ができるよう工夫する。	施工前・施工後
		障害物の除去状況	施工箇所ごと	2.撮影箇所には次の事項を記入した黒板を用意し、整理説明の便となるよう工夫する。(1)工事名、(2)工種及び種別、(3)作業内容、(4)測点、(5)設計数量・寸法、(6)実測数量・寸法、(7)略図	施工前・施工後
		止水状況	施工箇所ごと		施工前・施工後
		間仕切り壁設置状況	施工箇所ごと	3.写真はカラー撮影とする。なお、写真ファイルの記録形式はJPEGとし、有効画素数は、黒板の文字が確認できることを指標(100万画素程度)とする。	施工前・施工後
	4.充填工	充填材注入作業状況	施工箇所ごと		施工中適宜
		注入状況(圧力管理状況)	施工箇所ごと		施工中適宜
		確認孔による充填確認状況	スパンごと		施工中適宜

# 鞘管工法

## ③ 品質管理項目

管の品質管理に関する項目は「土木工事施工管理基準」に準じるものとし、充填材に関わる内容を以下に示す。

工種	区分	試験(測定)項目	試験方法	試験(測定)基準	(参考)規格値	管理方式	処置	
管 路 更 生 工 法	材 料	配合	-	-	-	-	(1)公的機関の報告書の内容をチェックし、必要に応じて立会検査する。 (2)規格値の範囲に取まらない材料は使用してはならない。	
		充 填 材 性 状	一軸圧縮強度	JIS A 1216 (土の一軸圧縮試験方法)	-	28日圧縮強度値が1.0N/mm <sup>2</sup> 程度		-
			生比重	JHSA 313 (エアモルタル及びエアミルクの試験方法)	-	申告値±0.1(g/ml)		-
			フロ一値	JHSA 313 (エアモルタル及びエアミルクの試験方法) シリンダー法	-	申告値±20mm		-
			空気量	JHSA 313 (エアモルタル及びエアミルクの試験方法)	-	申告値±5%		-
			一軸圧縮強度	JIS A 1216 (土の一軸圧縮試験方法)	2回/日	28日圧縮強度値が1.0N/mm <sup>2</sup> 程度		-
	施 工	生比重	JHSA 313 (エアモルタル及びエアミルクの試験方法)	2回/日	申告値±0.1(g/ml)	-		
		フロ一値	JHSA 313 (エアモルタル及びエアミルクの試験方法) シリンダー法	2回/日	申告値±20mm	-		
		空気量	JHSA 313 (エアモルタル及びエアミルクの試験方法)	2回/日	申告値±5%	-		
		裏込め注入量	-	充填スパンごと	確認孔から吹き出した時点を充填完了とし、設計値以上を注入したことを確認する。	-		
		裏込め材注入圧力管理	-	施工中の記録の提出	設定値以下	-		

# 反転・形成工法

## ①直接測定による出来形管理

工種	項目	管理基準値	規格値(参考)	測定基準	管理方式			測定箇所標準図	摘要
					管理図表によるもの	測定結果一覧表によるもの	構造図に朱記、併記するもの		
反転・形成工法 管路更生工法	外観	管路の設計強度、耐久性、水理性能等を損なうようなシワ、たるみ、剥離、滲水、異常変色等の欠陥や異常箇所がないこと	キズ、亀裂、断裂の不良箇所が認められず、更生管の性能を損なうフィルムはがれ、浮き、変色、硬化不良箇所等が認められないこと	全施工延長について目視により外観検査を行う。	—	—	○	※φ800mm未満はTVカメラによる。 ※異常箇所は、写真撮影(遠景、近景)、計測、展開図への記録を行う。	
	更生管内径	最低確保内径以上	同左	更生管の内径は、管端部の2箇所及び中間1箇所/20mについて、同一点で施工前、硬化後24時間以降に、2方向(天地、左右)測定する。段差・屈曲範囲の上下流でも測定する。	—	○	—	※φ800mm未満は管端部2箇所の計測とし、中間部は省略できる。 ※縫い目を選けて計測すること。	
	更生管厚さ	設計厚さ以上であること (ただし、最低確保内径以上を満足すること)	・4箇所の平均管厚が呼び厚さ以上 ・測定値の最小値は設計更生管厚以上	1スパンの更生管管端部について、更生管厚を4点以上測定する。	—	○	—	※耐荷性を担う層の仕上がり厚さを計測する。 ※縫い目を選けて計測すること。	
	施工延長	設計延長以上	施工延長≧設計延長	実測による。	—	○	—		
	更生管のシワ	シワの高さが呼び径の2%以内に収まっていること	同左	シワ発生箇所について、断面位置・規模、縦断長さ、縦・横シワの区分を計測する。	—	—	○		
	既設管と管更生の隙間	最大隙間量が5mm以下であること	同左	発進部及び到達部の管口にて既設管と管更生の隙間が5mm以下であることを確認する。	—	○	—		
	管口端部処理	端部処理に異常がないこと	同左	全箇所について、所定の施工管理で設置されていること、外観に異常がないことを確認する。	—	○	—		

# 反転・形成工法 ②撮影記録による出来形管理

工種	撮影基準	撮影箇所	撮影方法	備考	
反転・形成工法 管路更生工法	1.一般	省略	※「土木工事施工管理基準」第2表「撮影記録による出来形管理」1. 共通工事を参照。		
	2.材料、品質等	施工前の使用材料の保管状況	スパンごと		
		施工前の使用材料の確認状況	スパンごと		
		試験用材料の現場採取確認状況	スパンごと		
		試験実施状況	スパンごと		
	3.事前処理工	管内洗浄状況	施工箇所ごと		施工前・施工後
		障害物の除去状況	施工箇所ごと		施工前・施工後
		止水状況	施工箇所ごと		施工前・施工後
	4.施工状況	挿入状況(引込作業状況、圧力管理状況等)	スパンごと		施工中
		硬化状況(圧力管理状況、温度管理状況等)	スパンごと		施工中
		管口硬化収縮状況(内径測定状況)	施工箇所ごと		施工中
		本管管口切断状況	施工箇所ごと		施工中
		更生管延長	スパンごと		施工後
	5.出来形管理	更生管仕上がり厚さ(ノギス測定)	箇所ごと		施工後
		更生管と既設管の隙間	箇所ごと		施工後
		更生管仕上がり内径	箇所ごと ※φ800mm以上ではスパン中間も20mmに1箇所の頻度で計測		施工後
		更生管口仕上がり状況	箇所ごと		施工前・施工後
		目視又はテレビカメラ調査による検査状況	適宜		施工後
	6.管内検査工	管口端部処理	箇所ごと		施工後
異常(シワ・たるみ、剥離漏水、変色等)		箇所ごと(異常箇所は、写真撮影(遠景、近景)、計測、展開図への記録を行うこと)		施工後 ※異常箇所は、写真撮影(遠景、近景)、計測、展開図への記録を行う。	

反転・形成工法  
③品質管理項目

工種	区分	試験(測定)項目	試験方法	試験基準	(参考)規格値	管理方式 ※	処置
管路更生工法	材料	水密性試験	本書に示す試験	<ul style="list-style-type: none"> <li>口径: 代表口径</li> <li>水压: 承認を得ようとする適用可能最大設計内水压(静水压+水撃圧、安全率2)</li> <li>更生管延長: 更生管露出部と端部固定に必要な長さの総和以上</li> <li>更生管露出部: 外径<math>\leq 250\text{mm}</math>: 外径<math>\times 3+250\text{mm}</math></li> <li>外径<math>&gt; 250\text{mm}</math>: 外径<math>+1000\text{mm}</math>(JIS K 7013)</li> <li>内水压作用時間: 5分<math>\times 3</math>回</li> </ul>	所定の内水压で漏水(水压の低下)がない。	—	(1) 試験報告書記載の試験内容、試験結果を確認し、必要に応じて立会検査する。 (2) 規格値の範囲に収まらない材料は使用してはならない。
		端部水密性試験	本書に示す試験	<ul style="list-style-type: none"> <li>口径: 代表口径</li> <li>水压: 承認を得ようとする適用可能最大設計内水压(静水压+水撃圧、安全率2)</li> <li>更生管の長さ: 試験要領に示す設計条件で求めた長さ</li> <li>内水压作用時間: 5分<math>\times 3</math>回</li> </ul>	所定の内水压で漏水(水压の低下)がない。	—	
		端部処理の追従量の確認	工法/材料毎に線膨張係数を測定して計算	<ul style="list-style-type: none"> <li>線膨張係数: 線膨張性試験による</li> <li>温度差: 供用中の温度差</li> <li>既設管との摩擦: 原則、見込まないが、摩擦の影響を考慮できることが、実験等により示されれば考慮することができる。</li> </ul>	供用中の温度変化で想定される端部移動量に対し端部処理が追従できること	—	
		短期曲げ強度試験	JIS K 7171(プラスチック-曲げ特性の求め方)に準拠 (周方向・軸方向)	<ul style="list-style-type: none"> <li>試験片: 短冊状、5個以上(周方向と軸方向それぞれ)</li> <li>推奨試験片寸法: 長さ<math>80\text{mm}</math>、幅<math>10\text{mm}</math>、厚さ<math>4\text{mm}</math>(製品の使用条件と試験片の形状を考慮して試験片を選定)</li> <li>試験速度: <math>1\%/\text{min}</math>に近いひずみ速度。試験片の厚さにより異なる(<math>h \times 0.4 \sim 0.5\text{mm}/\text{min}</math>)</li> </ul>	構造計算で用いた保証値以上 ※試験値のバラツキや長期強度特性等の考慮が適切になされること	—	
		短期曲げ弾性試験	JIS K 7171(プラスチック-曲げ特性の求め方)に準拠 (周方向・軸方向)	<ul style="list-style-type: none"> <li>試験片: 短冊状、5個以上(周方向と軸方向それぞれ)</li> <li>推奨試験片寸法: 長さ<math>80\text{mm}</math>、幅<math>10\text{mm}</math>、厚さ<math>4\text{mm}</math>(製品の使用条件と試験片の形状を考慮して試験片を選定)</li> <li>試験速度: <math>1\%/\text{min}</math>に近いひずみ速度。試験片の厚さにより異なる(<math>h \times 0.4 \sim 0.5\text{mm}/\text{min}</math>)</li> </ul>	構造計算で用いた保証値以上 ※試験値のバラツキや長期強度特性等の考慮が適切になされること	—	
		短期引張強度試験	JIS K 7161-1(プラスチック-引張特性の試験方法-第1部: 通則)に準拠 (周方向・軸方向)	<ul style="list-style-type: none"> <li>試験片: ダンベル状、5個以上(周方向、軸方向それぞれ)</li> <li>試験片の形状や作成方法はJIS K 7162 or 7164の材料に適合する規格を準用</li> <li>試験速度(引張強度): 熱可塑性材料 <math>10\text{mm} \pm 2.0\text{mm}/\text{min}</math>、熱硬化性材料 <math>5\text{mm} \pm 1.0\text{mm}/\text{min}</math></li> </ul>	構造計算で用いた保証値以上 ※試験値のバラツキや長期強度特性等の考慮が適切になされること	—	
		短期引張弾性試験	JIS K 7161-1(プラスチック-引張特性の試験方法-第1部: 通則)に準拠	<ul style="list-style-type: none"> <li>試験片: ダンベル状、5個以上(軸方向)</li> <li>試験片の形状や作成方法はJIS K 7162 or 7164の材料に適合する規格を準用</li> <li>試験速度(引張弾性係数): <math>1\text{mm} \pm 0.2\text{mm}/\text{min}</math></li> </ul>	構造計算で用いた保証値以上 ※試験値のバラツキや長期強度特性等の考慮が適切になされること	—	
		長期曲げ強度試験(50年後の曲げ強度)	JIS K 7039(プラスチック配管系-ガラス強化熱硬化性プラスチック(GRP)管-湿潤状態下における管の長期間隔曲げひずみ及び長期間隔極限相対変位の求め方)に準拠	<ul style="list-style-type: none"> <li>試験方向: 周方向</li> <li>試験片: 円管、規定された破壊時間の分布を得るために少なくとも18個</li> <li>試験時間: 10,000時間(JISでは規定がないため、下水道協会のガイドラインを準用)</li> <li>試験雰囲気: 水中</li> <li>試験温度: <math>23 \pm 5^\circ\text{C}</math></li> <li>試験結果を踏まえて50年後の長期引張強度を推定する</li> </ul>	構造計算で用いた保証値以上 ※試験値のバラツキや長期強度特性等の考慮が適切になされること	—	



反転・形成工法  
③品質管理項目

工種	区分	試験(測定)項目	試験方法	試験基準	(参考)規格値	管理方式 ※	処置	
反転・形成工法 管路更生工法	材料	長期引張強度試験(50年後の引張強度)	<ul style="list-style-type: none"> <li>複合材料で縫い目や重ね合わせがある材料の場合、JIS K 7035(ガラス強化熱硬化性プラスチック(GRP)管)一強潤条件下での長期引張強度試験の求め方及び潤滑クリープファクタの計算法)に準拠</li> <li>硬質ポリ塩化ビニル管、ポリエチレン管の単一材料で縫い目や重ね合わせがない材料の場合、JIS K 7116(プラスチッククリープ特性の試験方法―第2部:3点負荷による曲げクリープ)に準拠</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>試験方向:周方向</li> <li>【ガラス繊維あり】</li> <li>試験片:正円であること、L=0.3m、2個以上。</li> <li>試験時間:10,000時間</li> <li>【ガラス繊維なし】</li> <li>試験片:短冊状とし、JIS K 7171に準拠、3個又は5個以上(材料特性による)。</li> <li>試験時間:10,000時間</li> </ul>	構造計算で用いた保証値以上 ※試験値のパラッキや長期強度特性等の考慮が適切になされていること	—		
		硬化収縮試験(更生材の硬化時の収縮)	JIS K 7013(強化繊維プラスチック管)に準拠(周方向) 長期静水圧試験	<ul style="list-style-type: none"> <li>試験方向:周方向</li> <li>試験片:円管、規定された破壊時間の分布を得るために少なくとも18個</li> <li>試験片長さ:外径<math>\leq</math>250mm:外径<math>\times</math>3+0.25、 外径<math>&gt;</math>250mm:外径+1.0m</li> <li>試験時間:10,000時間(JISでは規定がないため、下水道協会ガイドラインを準用)</li> <li>試験雰囲気:水中</li> <li>試験温度:23<math>\pm</math>5<math>^{\circ}</math>C</li> </ul>	構造計算で用いた保証値以上 ※試験値のパラッキや長期強度特性等の考慮が適切になされていること	—	(1)試験報告書記載の試験内容、試験結果を確認し、必要に応じて立会検査する。	
		硬化収縮試験(更生材の硬化時の収縮)	試験方法の統一は現時点では困難	各工法個別に検討を行い、要求値を満足することの証明をを求める。		最大断間量が5mm以下であること 水理計算により所定の通水能力を確保できること	—	
		線膨張性試験(温度変化による更生材の硬化後の収縮)	本書に示す試験	<ul style="list-style-type: none"> <li>更生材の硬化後の温度変化による膨張・収縮量を測定し、更生材の線膨張係数を算出する</li> <li>硬化収縮試験の試験体の一部を切断し使用する</li> <li>口径・延長:φ250mm以上、管長250mm以上</li> <li>試験器:線膨張試験試験器</li> <li>測定温度:20<math>^{\circ}</math>C~60<math>^{\circ}</math>C 間での熱膨張量を測定</li> </ul>	温度変化による伸縮量の計算・応力の照査により安全であること	—	(2)規格値の範囲に収まらない材料は使用してはならない。	
		屈曲部検証試験	本書に示す試験	<ul style="list-style-type: none"> <li>模擬管路の口径:φ250mm以上</li> <li>模擬管路の管種:鋼製半割管</li> <li>模擬管路の形状:屈曲角は各工法が申告する角度</li> <li>更生管厚さ:試験要領に示す設計条件で求めた厚さ</li> </ul>	屈曲部において2%より大きいシワや工法背面に空洞が発生しないこと	—		
		耐摩耗性試験	JIS K7204(プラスチック-摩耗輪による摩耗試験方法) JIS A1452(建築材料及び建築構成部分の摩耗試験方法(落砂法))	磨擦輪などによりJIS K 7204のプラスチック磨耗輪による磨耗試験が適切に実施できない場合は、JIS A 1452の建築材料及び建築構成部分の磨耗試験(落砂法)を採用する		硬質ポリ塩化ビニル管と同等の摩耗量である	—	
		浸出試験	JWWA Z108(水道用資機材-浸出試験方法)	必要な試験内容と評価基準は関係機関との協議による。		有害物質が検出されないこと	—	

反転・形成工法  
③品質管理項目

工種	区分	試験(測定)項目	試験方法	試験基準	(参考)規格値	管理方式 ※	処置	
管 路 更 生 工 法	反 転 ・ 形 成 工 法	円管での短期曲げ強度試験	JIS K 7038(プラスチック配管系—ガラス強化熱硬化性プラスチック(GRP)管—リングの初期変位に対する破壊強さの試験方法)	【施工時の品質管理】 現場で採取した円管を使用して曲げ強度を測定する。 ・口径: 施工する実口径 ・供試体: 発進立坑・到達立坑の2箇所から採取した円管	構造計算で用いた保証値以上	-	-	
			JIS K 7013(繊維強化プラスチック管)の扁平試験に準拠	【施工時の品質管理】 ・口径: 施工する実口径 ・供試体: 発進立坑・到達立坑の2箇所から採取した円管	構造計算で用いた保証値以上	-	-	
		円管での短期引張強度試験	JIS K 7037(プラスチック配管系—ガラス強化熱硬化性プラスチック(GRP)管—見掛けの初期周方向引張強さの求め方)	【施工時の品質管理】 ・口径: 施工する実口径 ・供試体: 発進立坑・到達立坑の2箇所から採取した円管	構造計算で用いた保証値以上	-	-	-
			反転圧力、反転運搬 加熱温度、加熱時間 光照射量、照射時間 保持圧力等、各工法の管理項目 各作業の時刻管理記録	材料承諾、施工計画書に基づく管理	施工スパンごとに管理する	材料承諾、施工計画書に基づき管理が実施されていること	-	-
		水密性	水張り試験	原則、施工スパンごとに実施する	減水量が標準許容減水量範囲内であること	-	-	
		通水能力	水理計算	仕上がり内径による水理計算書	計画最大通水量以上の流下能力があること	-	-	

## 止水バンド工法

### ①直接測定による出来形管理

工種	項目	管理基準値	規格値(参考)	測定基準	管理方式			測定箇所標準図	摘要
					管理図表によるもの	測定結果一覧表によるもの	構造図に朱記、併記するもの		
止水工法	外観	<ul style="list-style-type: none"> <li>欠陥等の異常箇所がないこと</li> <li>所定の位置に設置されていること</li> </ul>	-	全施工箇所について目視により外観検査を行う。	-	-	○		
	ゴムの仕上がり厚さ	各施工箇所、1箇所4点(上下左右)の全てが所定の高さ以下であること	-	各施工箇所、1箇所4点(上下左右)測定する。	-	○	-		※計測高さは各メーカーのマニュアルに準じる。
止水バンド工法	固定時締め付け力	所定の締め付け力の範囲であること	-	全施工箇所について締め付け治具による締め付け金具の締め付け力を測定する。	-	○	-		

# 止水バンド工法

## ②撮影記録による出来形管理

工種	撮影基準	撮影箇所	撮影方法	備考	
止水工法	1.一般	省略	※「土木工事施工管理基準」第2表 撮影記録による出来形管理 1. 共通工事を参照。		
	2.材料、品質等	施工前の使用材料の保管状況	適宜	1.撮影箇所の確認、寸法が判定できるように工夫する。	
		施工前の使用材料の確認状況(ロット番号等)	適宜	2.撮影箇所には次の事項を記入した黒板を用意し、整理説明の便となるよう工夫する。 ①工事名、②工種及び種別、 ③作業内容、④測点、 ⑤設計数量・寸法、 ⑥実測数量・寸法、⑦略図	施工前・施工後
		管内洗浄状況	施工箇所ごと	3.写真はカラー撮影とする。なお、写真ファイルの記録形式はJPEG形式とし、有効画素数は、黒板の文字が確認できることを指標(100万画素程度)とする。	施工前・施工後
	3.事前処理工	障害物の除去状況	施工箇所ごと	上記と同一	施工前・施工後
		止水状況	施工箇所ごと	対象箇所の状況が判読可能な方法(例:スケール目盛等で対比する)	施工前・施工後
		止水バンド設置状況	施工箇所ごと ・着手前の表面の状況 ・段差、隙間、管ズレ、屈曲等 ・ゴム圧縮厚さ、仕上がり状況等		施工前・施工後
	4.止水バンド設置工	施工中の状況	施工箇所ごと ・据付状況、使用機械、拡張時のジャッキ圧力、固定ボルトの締め付け力等		施工中

止水バンド工法  
③品質管理項目

工種	区分	試験(測定)項目	試験方法	試験基準	(参考)規格値	管理方式	処置				
止水工法	材料	品質	種類	JIS K 6353(水道用ゴム)	公的機関の試験結果	-	-	(1) 公的機関の報告書の内容をチェックし、必要に応じて立会検査する。 (2) 規格値の範囲に取まらない材料は使用してはならない。			
			デューロメーター硬さ	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)		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(加硫ゴム及び熱可塑性ゴム-引張特性の求め方)		分類による値以下					
			引張強さ	JIS K 6251(加硫ゴム及び熱可塑性ゴム-引張特性の求め方)		分類による値以上					
		促進老化試験	伸び(%)	JIS K 6251(加硫ゴム及び熱可塑性ゴム-引張特性の求め方)		分類による値以上					
			引張強さ変化率(%)	JIS K 6257(加硫ゴム及び熱可塑性ゴム-熱老化特性の求め方)		分類による値以内					
		圧縮永久ひずみ(%)	伸び変化率(%)	JIS K 6257(加硫ゴム及び熱可塑性ゴム-熱老化特性の求め方)		分類による値以内					
			デューロメーター硬さの変化(H <sub>A</sub> )	JIS K 6257(加硫ゴム及び熱可塑性ゴム-熱老化特性の求め方)		分類による規格値内					
		鋼材	品質	種類及び物性値・質量・寸法の明示		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) JIS G 4304(熱間圧延ステンレス鋼板及び鋼帯)及びJIS G 4305(冷間圧延ステンレス鋼板及び鋼帯)に準拠			分類による値以下	-	-
				種類及び鋼種・寸法の明示		JIS B 1180(六角ボルト)等に準拠			-	-	

### ③品質管理項目

工種	区分	試験(測定)項目	試験方法	試験基準	(参考)規格値	管理方式	処置
止水工法	材料	水密性	内水圧試験 継手変位なし	<ul style="list-style-type: none"> <li>口径:任意の口径</li> <li>水圧:承認を得ようとする適用可能最大水圧(静水圧×安全率2)</li> </ul> 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 ・水圧保持時間:5分	-	-	(1) 公的機関の報告書の内容をチェックし、必要に応じて立会検査する。 (2) 規格値の範囲に取まらないうち材料は使用してはならない。
			外水圧試験 継手変位あり (ジョイント間隔・段差)	<ul style="list-style-type: none"> <li>口径:任意の口径</li> <li>継手変位量:承認を得ようとするジョイント間隔及び段差ただし、ジョイント間隔は既設管の規格値の1.5倍以下が適用範囲</li> <li>水圧:承認を得ようとする適用可能最大水圧(静水圧×安全率2)</li> </ul> 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 ・水圧保持時間:5分			
止水バンド工法	施工	水密性	外水圧試験 継手変位なし	<ul style="list-style-type: none"> <li>口径:適用可能最大口径</li> <li>水圧:承認を得ようとする適用可能最大外水圧</li> </ul> ・水圧保持時間:5分	-	-	
			外水圧試験 継手変位あり (たわみ)	<ul style="list-style-type: none"> <li>口径:適用可能最大口径</li> <li>継手変位量:承認を得ようとする扁平率</li> <li>ただし、扁平率5%以内が適用範囲</li> <li>水圧:承認を得ようとする適用可能最大外水圧</li> </ul> ・水圧保持時間:5分			
			水張り試験	—	減水量が標準許容減水量範囲内であること	-	-

#### 4. 対策工法の効果が期待される期間（参考）

## 対策工法の効果が期待される期間（参考）

パイプラインの長寿命化対策を行う主な目的は、将来管路に生じる可能性がある、若しくは現に生じている性能低下要因の抑制又は遮断、水密性や耐荷力等の回復又は向上と多様である。

パイプラインの長寿命化対策を行う際は、対策前の施設の性能低下状態や使用環境等を踏まえて、対策の目的や対策後の施設の要求性能、施設の予定供用期間（又は機能保全コスト算定期間）を設定した上で、対策後の施設が対策工法の効果が期待される期間中、対象となる変状や性能低下要因に対して所要の性能が発揮される工法・材料を選定する必要がある。

ここでいう「対策工法の効果が期待される期間」については、「対策後の施設又は部位の耐用年数」として、工法・材料自体の耐久性に対象施設の状態等を考慮して定める必要がある。具体的には、個々の施設の機能診断調査や施設監視結果等により施設の性能低下の特性が明らかである場合や、営農形態の変化等に伴い今後、水利システム全体の見直し（二期事業）を行う等により現施設の予定供用期間が明確である場合等、個々の施設の事情を踏まえて検討する。

「対策後の施設又は部位の耐用年数」については、工法・材料自体の耐久性に対策後の既設管の性能低下や既設管と対策工法の相互作用等の不確かさを加味して、対策工法別に参考値として**参表-1**を示す。

なお、対策後の施設又は部位の耐用年数については、継続的な機能診断調査や施設監視の結果より実際の施設の劣化進行状況を見極めて、適宜、見直す必要がある。



参表-1 対策後の施設又は部位の耐用年数（参考値）

工法名		適用目的	工法材料の耐久性	期待される耐用期間
管路更生工法	鞘管工法 (DCI管/SP管/FRPM管/PE管)	補修 (主に水密性、通水性の回復又は向上)	50年  ※工場製品であり既製管と同品質。パイプラインの性能低下実態を踏まえ50年は耐久すると判断	35年
		改修		40年
	反転工法 形成工法	補修 (主に水密性、通水性の回復又は向上)	50年  ※長期クリープ試験により照査	30年
		改修		35年
	製管工法	補修 (主に水密性、通水性の回復又は向上)	50年  ※繰り返し載荷試験により照査	30年
		補強 (主に耐荷性の回復・向上)		
止水工法	止水バンド工法	補修 (水密性の回復)	50年  ※50年以上耐久する材料(ゴム:JIS K 6353のI類A種/鋼材:SUS304、SUS316)の使用を規定	—  既設管の水密性以外の性能の低下予測を踏まえて個別検討

※対策後の施設（又は部位）の耐用年数については、継続的な施設の機能診断調査や施設監視の結果より実際の施設の性能低下の進行状況を見極めて、適宜、見直していくものである。

## 【コラム】 対策後の施設又は部位の耐用年数について

### 1) 本書に示す耐用年数

構造物の耐用年数には、以下の3種類の考え方があるが、本書では、対策後の施設又は部位の耐用年数は、『**機能的耐用年数**』として整理する。

- i) 経済的耐用年数：物理的、機能的視点のみならず、市場性の視点を含め、経済的に市場性を有するであろうと考えられる期間。期間は比較的短い。
- ii) 機能的耐用年数：構造物の部位・部材又はシステムの性能低下に伴う安全性の低下、修繕費・運用費の増加、交換部品の不足、修繕不能等の問題を生じることなく、通常範囲内の維持管理により支障なくその機能を発揮すると期待できる、部材やシステムの耐用年数。期間は経済的耐用期間と物理的耐用期間の中間。
- iii) 物理的耐用年数：コンポーネントの物理的劣化に伴う耐用年数であり、工学的判断に基づいて決定される。部分的な修繕や部品の交換を繰り返して動く限り使う。部材そのものの物理的耐久性で、期間は比較的長い。

農業水利施設の機能保全の手引きにおける定義は以下のとおり。

『**耐用年数**』は、“施設の水利用性能、水理性能、構造性能が低下すること等により、必要とされる機能が果たせなくなり、当該施設が供用できなくなるまでの期間として期待できる年数”と定義されており、“**施設管理者が通常行う標準的な施設管理や軽微な補修等を行うことによって実現される平均的な年数。標準耐用年数とは直接関係しない**”と解説されている。この定義上の耐用年数は、上記の耐用年数の区分のうち、『**機能的耐用年数**』といえる。

『**標準耐用年数**』は、“土地改良事業における経済効果の測定に必要な諸係数に示された施設区分、構造物区分ごとの設計に規定した供用目標年数”と定義されており、“**税法上の減価償却期間を規定するものであることから、耐用年数の検討の目安として活用できる。本来であれば、施設の重要度等に応じて、要求性能と設計耐用年数を設定して設計を実施すべきであるが、設計耐用年数を設定するためには、劣化メカニズムの解析や劣化予測を行い、施設の劣化期間を把握する必要がある。しかし、現時点では施設の劣化期間を把握することが困難であるため、当面、設計耐用年数は標準耐用年数を準用して設定する。ただし、個別に設定できる場合はこの限りではない**”と解説されている。この定義上の耐用年数は、上記の耐用年数の区分のうち、『**経済的耐用年数**』といえる。

## 2) 対策後の施設又は部位の耐用年数の設定について

対策後の施設（又は部位）の耐用年数を『機能的耐用年数』として、工法・材料自身の耐久性に対策後の施設の耐久性評価に係る不確かさを踏まえて、『工法・材料自身の長期耐久期間×（1－リスク係数の累計）』の式により算定することとする。

### i) 工法材料の長期耐久性

工法・材料自身の耐用年数は50年とし、その耐久性を室内試験により照査する。

### ii) 対策後の施設の耐久性評価において配慮すべき不確かさ（リスク）

対策後の施設又は部位の機能的耐用年数を検討する上で考慮すべきリスク（不確実性）とその係数を以下のとおり設定する。

- ・ 地中埋設のため対策後の施設状態の日常点検や再劣化対策が困難【 $\alpha 1 : 0.1$ 】
- ・ 対策後の施設の性能低下予測と低下時の施設状態の想定が困難【 $\alpha 2 : 0.1$ 】  
※対策時点の施設の供用年数によりリスク係数 $\alpha 2$ の割り増しを検討する。
- ・ 既設管と対策工法の相互作用が不明確【 $\alpha 3 : 0.1$ 】
- ・ 事前に照査しきれない施工時の気温や施工延長、口径等の現場施工条件上による工法・材料の品質のばらつきの発生や施設性能への影響が不明確【 $\alpha 4 : 0.1$ 】

参表-2 対策後の施設又は部位の耐用年数（参考値）で考慮した耐久性評価のリスク

工法名	適用目的	対策後の施設の耐久性評価のリスク
鞘管工法 (DCI管/SP管 /FRPM管/PE 管)	補修 (主に水密性、通水性の回復・向上)	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 日常点検が困難(<math>\alpha 1</math>)</li> <li>・ 既設管の性能低下予測が困難(<math>\alpha 2</math>)</li> <li>・ 既設管と更生管の相互作用が不明確(<math>\alpha 3</math>)</li> </ul>
	改修	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 日常点検が困難(<math>\alpha 1</math>)</li> <li>・ 既設管と更生管の相互作用が不明確(<math>\alpha 3</math>)</li> </ul>
・ 反転工法  ・ 形成工法	補修 (主に水密性、通水性の回復・向上)	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 日常点検が困難(<math>\alpha 1</math>)</li> <li>・ 既設管の性能低下予測が困難(<math>\alpha 2</math>)</li> <li>・ 既設管と更生管の相互作用が不明確(<math>\alpha 3</math>)</li> <li>・ 施工条件上による現場硬化のばらつき(<math>\alpha 4</math>)</li> </ul>
	改修	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 日常点検が困難(<math>\alpha 1</math>)</li> <li>・ 既設管と更生管の相互作用が不明確(<math>\alpha 3</math>)</li> <li>・ 施工条件上による現場硬化のばらつき(<math>\alpha 4</math>)</li> </ul>
製管工法	補修 (主に水密性、通水性の回復・向上)  補強 (主に耐荷性の回復・向上)	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 日常点検が困難(<math>\alpha 1</math>)</li> <li>・ 既設管の性能低下予測が困難(<math>\alpha 2</math>)</li> <li>・ 既設管と更生管の相互作用が不明確(<math>\alpha 3</math>)</li> <li>・ 施工条件上による重鎮性の確保(<math>\alpha 4</math>)</li> </ul>