

中大口径管きよ更生工法

# パルテム・フローリング工法

PALTEM Flow-Ring 工法

## 技 術 資 料

— 下水道編 —

## まえがき

---

下水道管きよの整備が進む一方で、既設管のなかには老朽化したり、地盤沈下や地震などにより、破損、強度低下、浸入水が見られるなど機能が低下しているものがあります。特に大口径管きよにおいては、安全性なども含め社会環境に及ぼす影響が大きいため、早急な対策が必要とされています。しかし、開削による敷設替え工法は、交通事情や地下埋設物の増加により、適用が困難となってきています。また、大規模な装置を使用する工法では、マンホールの形状や周辺状況によって適用できない場合があったり、緊急の増水時に装置の撤去や作業員の退避に時間を要したりすることになります。

このような状況を踏まえて、非開削での施工が可能であり、特別な施工装置を必要としない大口径管きよの更生工法『パルテム・フローリング工法』を開発いたしました。

開発にあたり、施工時の社会生活に与える影響を極力小さくするため、騒音、粉塵、悪臭などが発生しないよう特に留意しました。また、管の断面形状やマンホール形状に依らず対応できることはもとより、強度補強、浸入水対策、表面被覆、部分修理など様々な施工ニーズに、細かく対応できるフレキシブルな工法であることを目指しました。

パルテム・フローリング工法は、既設管きよの形状や埋設条件に合わせて自由に設計できる中大口径管きよの更生工法です。また、施工区間の中で重要な幹線道路の埋設部分のみ更生管の強度を高めることができ、経済的な老朽管きよの改築が可能です。

2002年2月に円形管を対象とした建設技術審査証明書第0117号を取得し、2004年3月には矩形や馬蹄形などの非円形管まで範囲を拡大した建設技術審査証明書第0305号、2012年3月には下水供用下の施工性を追加した建設技術審査証明書第1132号、2014年3月には継手部の施工性適用範囲を拡大した建設技術審査証明第1328号、2016年3月には基準達成型Aタイプとして、JIS A 7511「下水道用プラスチック製管きよ更生工法」の要求事項を追加した建設技術審査証明第1522号、2019年3月には基準達成型(2018)として建設技術審査証明1828号を取得しております。

今後とも皆様方のご意見を伺い、改良を重ねながら、本工法が社会環境の改善の一助に貢献していければと考えております。

2023年8月  
パルテム技術協会

# 目 次

ページ

1. 工法の概要	1
2. 工法の特長	2
3. 工法の標準適用範囲	3
4. 更生管の基本仕様	4
5. 材料	
5-1 鋼製リング	6
5-2 表面部材、かん合部材および接合部材	8
5-3 充填材	9
6. 標準機械設備	11
7. 施 工	
7-1 標準施工工程	12
7-2 標準施工手順	13
8. 表面部材およびかん合部材の基本性能	
8-1 表面部材の材料特性	20
8-2 耐薬品性	21
8-3 耐摩耗性	22
8-4 表面部材の物理特性	23
8-5 シール材の材料特性	24
8-6 高圧洗浄耐久性	25
9. パルテム・フローリング更生管の外圧強度	
9-1 破壊させた鉄筋コンクリート管に対する外圧強度	26
9-2 減肉させた鉄筋コンクリート管に対する外圧強度	28
9-3 減肉させた非円形管に対する外圧強度	30
10. 水密性試験	38
11. 流下性能試験	39
12. 一体性に関する性能試験	
12-1 充填材の接着強さの確認試験	40
12-2 既設管と更生材の界面における歪み挙動の確認試験	42
12-3 コンクリート板と更生材の複合体曲げ試験	43

13. 施工性の確認試験		
13-1 直線部の施工性確認	.....	47
13-2 継手部の施工性確認	.....	49
13-3 充填材注入の施工性確認	.....	60
13-4 高さ調整の施工性確認	.....	64
13-5 下水供用下の施工性確認	.....	68
14. 管軸方向の耐震性	.....	75
15. 完全破壊試験	.....	76
16. 充填材の強度特性		
13-1 充填材の圧縮強度	.....	78
13-2 充填材のヤング率	.....	79
17. 鋼製リングの材料特性	.....	80
18. 接合部の接合強さ	.....	81
19. 施工実施例		
19-1 曲がり管路の施工事例	.....	82
19-2 勾配調整を含む施工事例	.....	83
20. 設計手法	.....	85
21. パルテム・フローリング更生管の補正係数C <sub>s</sub> 値	.....	86

# 1. 工法の概要

パルテム・フローリング工法は、既設管きょ内で組立てた鋼製リングに高密度ポリエチレン製のかん合部材と表面部材を組付けて更生管を構築し、更生管と既設管の隙間に充填材を注入して既設管きょを更生する工法で、特別な製管装置を用いることなく人力で施工する。

更生管の構造図を図 1-1、断面図を図 1-2 に示す。

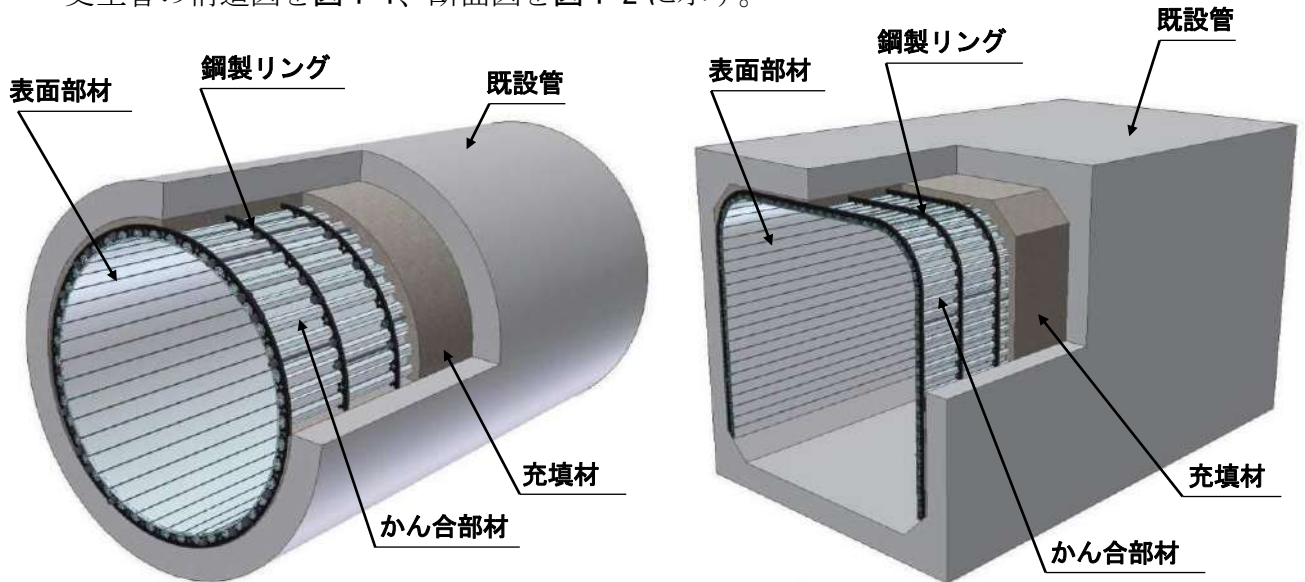


図 1-1 更生管の構造図

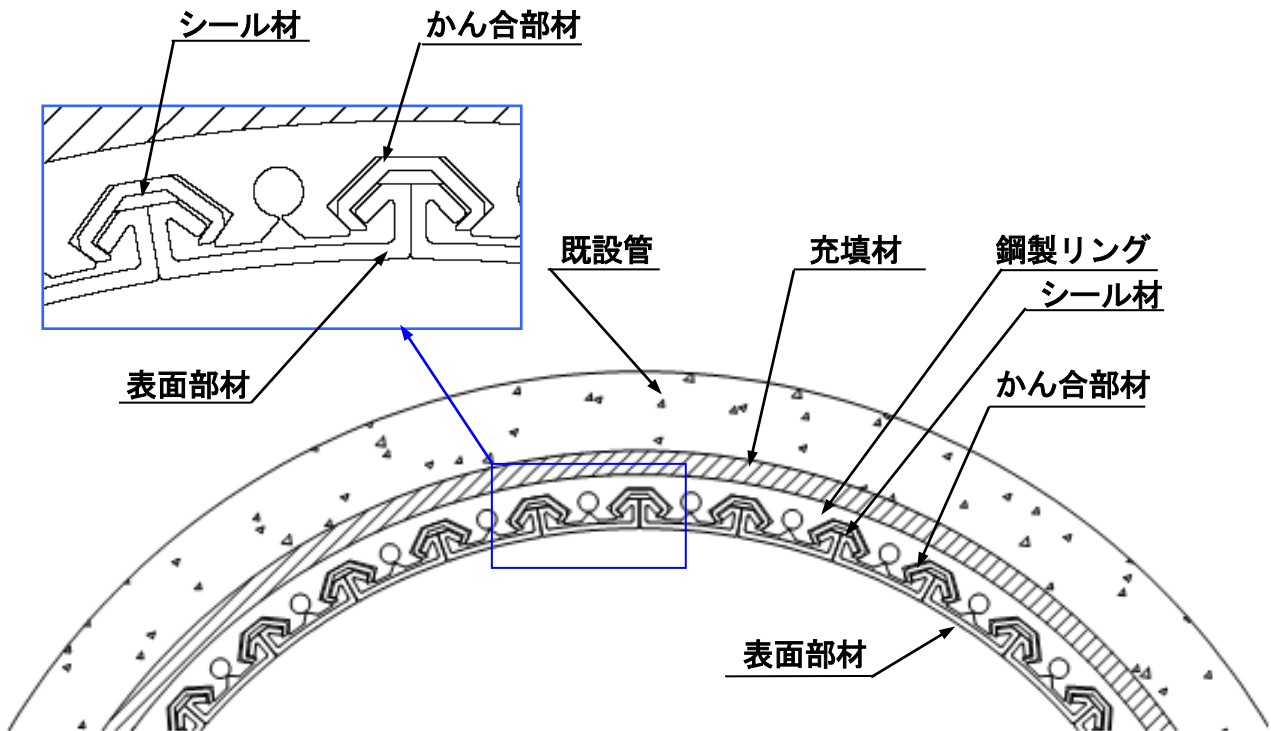


図 1-2 更生管の断面図

## 2. 工法の特長

---

パルテム・フローリング工法は、円周方向に組立てた鋼製リングと管長方向に長い高密度ポリエチレン材料を組み合わせるといふ新しい発想に基づいて開発された工法であり、従来の工法にない次のような特長がある。

- (1) 鋼製のリングを使用しているため、既設管の流下性能を満足させながら、破壊や腐食によって減肉した鉄筋コンクリート管を新管と同等以上の強度に復元できる。
- (2) 既設管の埋設条件や損傷状態にあわせて、更生管の強度を変えることができる。
- (3) 円形、馬蹄形、矩形などのあらゆる断面形状の管きよに施工できる。
- (4) 連続した屈曲管の施工ができる。
- (5) 管の頂部、側部のみを補強し、管底高さを上げない門形施工ができる。
- (6) 更生管の管底の勾配調整が可能である。
- (7) 施工に特殊な機械設備や技能を必要としない。
- (8) 施工の中断が可能で、緊急時に作業者が短時間で管きよ内から退避できる。
- (9) マンホールの形状や寸法に制限されることなく施工が可能である。
- (10) 下水を通水しながら施工することができる。



円形更生管



矩形更生管



馬蹄形更生管

写真 2-1 更生管断面形状

### 3. 標準適用範囲

標準適用範囲を表 3-1 に示す。

表 3-1 標準適用範囲

項目	標準適用範囲	備考
管種	鉄筋コンクリート管	無筋コンクリート、石積みなど適用可能
口径	円形：800～3,000 mm 非円形：短辺 800 mm 以上 ：長辺 5,000 mm 以下	施工実績：5,500 mm（円形）
施工延長	制限なし	最長実績：750 m
断面形状	円形、馬蹄形、矩形、卵形など	開水路、門形なども可能
流水条件	①管きよ高さ 1,500 mm 未満 水深 30 cm 以下 ②管きよ高さ 1,500 mm 以上 水深 60 cm 以下	①上流側に堰と水中ポンプを設置する管内水替による。 ②仕切板を設置する管内締切（半川締切）による。
継ぎ手の段差	円形管：段差 12 mm～125 mm （管径等により値は異なる） 非円形管：段差 10 mm～128 mm （管径等により値は異なる）	
継ぎ手の開き	200 mm 以下	
曲率半径	3.6 m 以上（内法）	最小実績 0.9 m（φ1,000 mm）
屈曲角度	12° 以下	最大実績 90°（φ1,000 mm）
勾配調整	調整高さ 20 mm 以下	流量検討により 20 mm 以上可能

※建設技術審査証明書 取得年度 : 2002年3月  
最新変更年度 : 2022年3月

#### 4. 更生管の基本仕様

パルテム・フローリング工法は、強度低下した既設管きよの強度と流下能力を向上することができる。円形更生管の基本仕様を表 4-1～表 4-2 に示す。

表 4-1 円形更生管の基本仕様

項 目	基 本 仕 様	
	既設管きよ内径 (mm)	更生管仕上がり内径 (mm)
標準更生管 仕上がり内径	800	726
	900	816
	1,000	910
	1,100	1,000
	1,200	1,100
	1,350	1,250
	1,500	1,400
	1,650	1,500
	1,800	1,650
	2,000	1,850
	2,200	2,030
	2,400	2,230
	2,600	2,420
	2,800	2,620
	3,000	2,810
耐荷能力	破壊および減肉させた鉄筋コンクリート管を更生した管は、新管の破壊荷重規格値と実測値を上回る強度を有している。	
耐薬品性	表面部材は、優れた耐薬品性を有している。(JSWAS K-14)	
耐摩耗性	表面部材は、下水道用硬質塩化ビニル管と比べて優れた耐摩耗性を有している。(JIS K 7204)	
水密性	表面部材は、0.1 MPa の内水圧、外水圧に対して水密性を有している。(日本下水道協会：管きよ更生工法における設計・施工管理ガイドライン 2017 年版、以下「ガイドライン 2017」という)	
一体性	「ガイドライン 2017」に記載されている一体性の確認試験によって、既設管きよと更生材が一体化していることを確認している。	

表 4-2 円形更生管の基本仕様

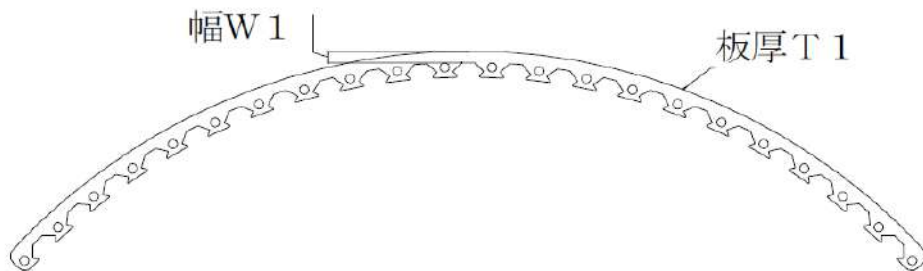
項 目	基 本 仕 様	
水理特性	表面部材の粗度係数が 0.010 以下であり、更生管は既設管きよと同等以上の流下性能を有している。既設管きよの流量を 1.0 とした時の、各口径の更生後の流量比率を以下の表に示す。既設管きよの粗度係数を 0.013、更生管の粗度係数を 0.010 とする。	
	既設管きよ内径 (mm)	更生後の 流量比率
	800	1.0035
	900	1.0011
	1,000	1.0109
	1,100	1.0082
	1,200	1.0308
	1,350	1.0588
	1,500	1.0815
	1,650	1.0082
	1,800	1.0308
	2,000	1.0560
	2,200	1.0491
	2,400	1.0687
	2,600	1.0736
	2,800	1.0889
3,000	1.0919	

## 5. 使用材料

### 5-1 鋼製リング

鋼製リングは、既設管きよの形状に応じて切断加工が可能な鋼板製（SS400）で、かん合部材を取付けられるように複数の溝が所定の間隔に加工されている。また、マンホールから搬入できる大きさに分割されており、管きよの長さ方向に一定の間隔（標準 250 mm）にボルトとナットで締結する。

円形鋼製リングの形状図を図 5-1-1 に、標準寸法を表 5-1-1 に、連結した写真を写真 5-1-1 に示す。



材質：SS400（JIS G 3101）

図 5-1-1 円形鋼製リング形状図

表 5-1-1 円形鋼製リングの標準寸法

既設管きよ内径 (mm)	幅 W1 (mm)	板厚 T1 (mm)
800	9	6
900	11	6
1,000	13	6
1,100~1,500	15	6
1,650~2,000	40	6
2,200~2,400	45	6
2,600~2,800	50	6
3,000	55	6



写真 5-1-1 連結した円形鋼製リング

矩形と門形の鋼製リングの形状図を図 5-1-2 と図 5-1-3 に、連結した矩形鋼製リングの写真を写真 5-1-2 にそれぞれ示す。矩形と門形の鋼製リングの寸法と取付け間隔は、設計計算により決定する。

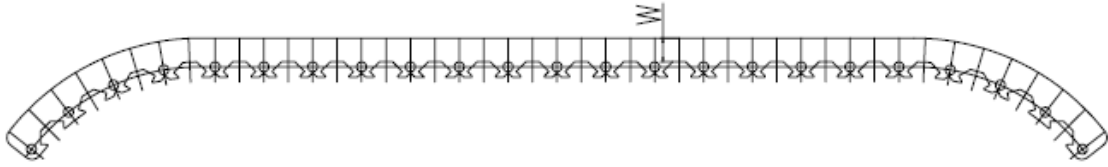


図 5-1-2 矩形鋼製リングの形状図

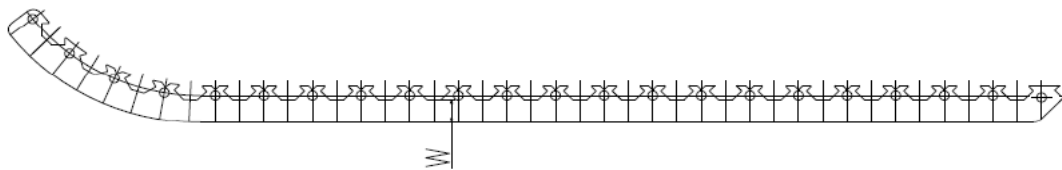


図 5-1-3 門形鋼製リングの形状図

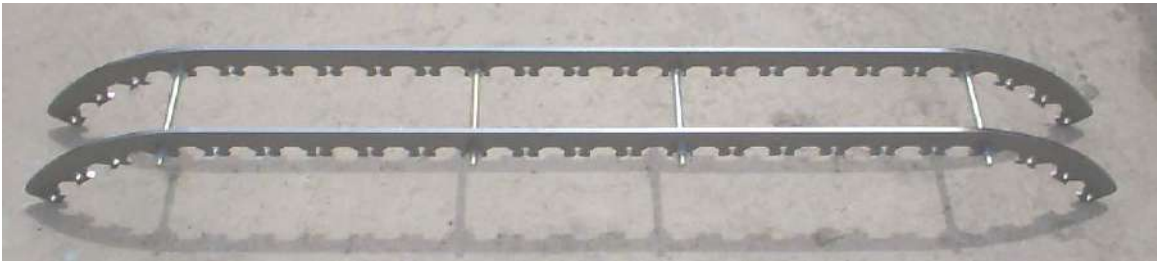


写真 5-1-2 連結した矩形鋼製リング

## 5-2 表面部材、かん合部材および接合部材

表面部材は図 5-2-1 に示す断面形状の高密度ポリエチレン製部材であり、断面形状の両端は、かん合部材とのかん合および充填材との結合を確実にするためにフック状の構造となっている。表面部材の外観を写真 5-2-1 に示す。

かん合部材は図 5-2-2 に示す断面形状の高密度ポリエチレン製部材であり、表面部材のフックによって確実にかん合される。かん合部材には、写真 5-2-2 に示すようにシール材が一体成形されている。表面部材とかん合部材の組立図を図 5-2-3 に示す。

表面部材とかん合部材は口径や断面形状にかかわらず標準長さが 5 m であり、管長方向に接合するためにステンレス製の表面接合部材とかん合接合部材を使用する。表面部材の接合には、接合補助部材を用いる方法とシリコンシーラントを用いる方法がある。

材質：高密度ポリエチレン樹脂

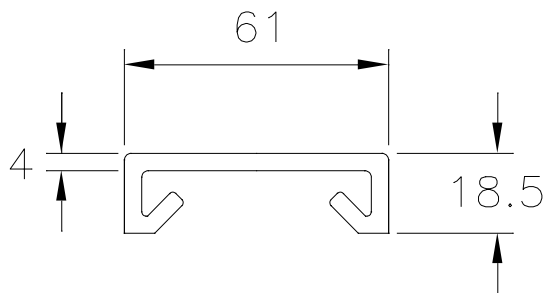


図 5-2-1 表面部材断面図



写真 5-2-1 表面部材

材質：高密度ポリエチレン樹脂

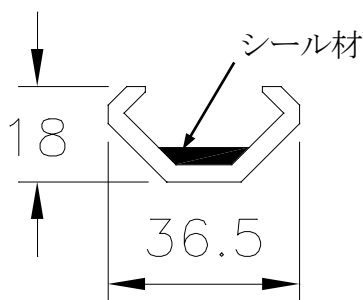


図 5-2-2 かん合部材断面図



写真 5-2-2 かん合部材

接合部材の材質：SUS304 (JIS G 4305)

接合部材の板厚：1mm

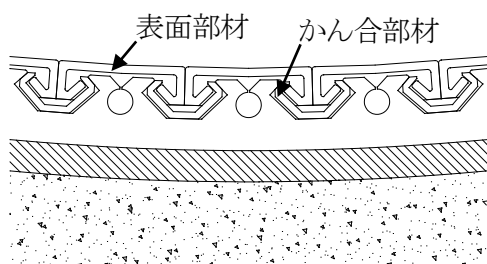


図 5-2-3 組立図

接合補助部材  
表面接合部材  
かん合接合部材

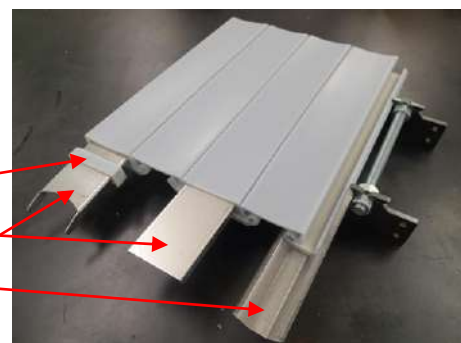


写真 5-2-3 接合部材

### 5-3 充填材

充填材は、高炉セメントB種、石灰石砕砂、混和剤、水を配合したフローリングモルタル1号および2号と、早強セメント、珪砂、混和剤、水を配合したフローリングモルタル3号があり、流動性に優れ、高強度を有している。また、複雑な形状の部材の隅々まで充填できる特性があり、水中分離抵抗性、無収縮性、ノンブリージング性に優れている。

供給方法は、専用工場からミキサー車による配送と、プレミックス材を現地で混練する方法を現場状況に応じて選択する。

充填材の配合を表5-3-1～表5-3-2に、充填材の管理値を表5-3-3に示す。

表 5-3-1 フローリングモルタル1号および2号の標準配合

材 料	重 量 (kg/m <sup>3</sup> )	
	フローリングモルタル1号	フローリングモルタル2号
水	380.0	370.0
セメント (高炉セメントB種)	648.0	776.0
細骨材 (石灰石砕砂)	1,049.0	921.0
混和剤A (石膏系収縮低減材)	51.6	58.7
混和剤B (減水剤+消泡剤+増粘剤)	6.8	8.0
混和剤C (アクリル系エマルジョン)	3.0	3.0
合 計	2,138.4	2,136.7

注：温度条件によって配合量を調整する。

表 5-3-2 フローリングモルタル3号の標準配合

材 料	重量 (kg/m <sup>3</sup> )
水	360.0
セメント (早強セメント)	768.0
細骨材 (珪砂)	903.0
混和剤A (流動促進材)	45.0
混和剤B (収縮低減材+減水剤+消泡剤+増粘剤)	85.0
合 計	2,161.0

注：温度条件によって配合量を調整する。

表 5-3-3 充填材の管理値

管理項目	フローリング モルタル1号	フローリング モルタル2号	フローリング モルタル3号
圧縮強度 (28 日) (N/mm <sup>2</sup> )	24 以上	40 以上	24 以上
フロー値 (φ5×10 cm) (mm)	300 ±30	300 ±30	300 ±30

注：上記の圧縮強度は、温度 20℃で封かん養生した場合の特性値を示す。

## 6. 標準機械設備

使用する標準機械設備を表 6-1、標準使用工具を表 6-2 に示す。

表 6-1 標準機械設備

工種	機械名	規格	台数
製管工	クレーン付トラック	4t 積 2.9t 吊 132kW	1
	発動発電機	超低騒音型 排出ガス対策型 13/15kVA 14kW	1
裏込充填工	クレーン付トラック	4t 積 2.9t 吊 132kW	1
	発動発電機	超低騒音型 排出ガス対策型 13/15kVA 14kW	1
	給水車	3.8t 118kW	1
	充填ポンプ	30～70ℓ/min 4.0kW	1
	流量記録計	0～120ℓ/min	1
	トラックミキサー	混合容量 4.4～4.5m <sup>3</sup> 213kW(290PS)	1
管口仕上げ工	発動発電機	超低騒音型 排出ガス対策型 13/15kVA 14kW	1
取付管口仕上げ工	発動発電機	超低騒音型 排出ガス対策型 13/15kVA 14kW	1
管きよ内清掃工	強力吸引車	8.0t 224kW	1
	高圧洗浄車	2.8t 154kW(20MPa)	1

注：充填距離が 150 m を越える場合は、充填ポンプ、ホッパーを 1 台追加する。

表 6-2 標準使用工具

工種	使用工具
製管工：鋼製リング組立工	電動インパクトレンチ スパナ
製管工：高密度ポリエチレン部材組付工	プラスチックハンマー カッター

## 7. 施工

### 7-1 標準施工工程

標準施工フローを図 7-1-1 に示す。

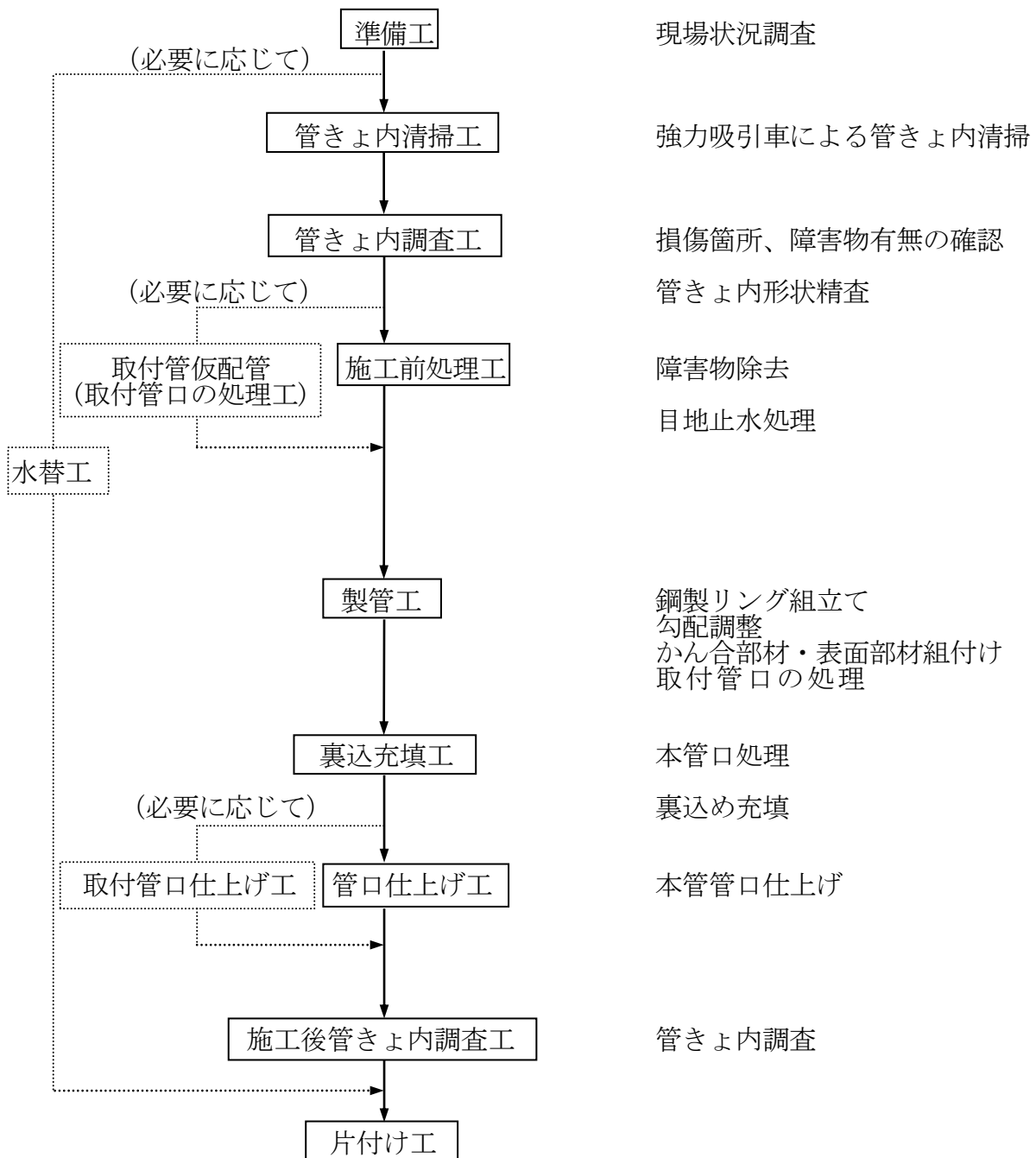


図 7-1-1 標準施工フロー

## 7-2 標準施工手順

### (1) 準備工

工事に必要な作業占有場所を確保し、管きょ内の換気ならびに照明設備を設置する。

#### ①製管時の標準占用作業帯

地上における製管時の作業機械等の標準占用作業帯を図7-2-1に示す。

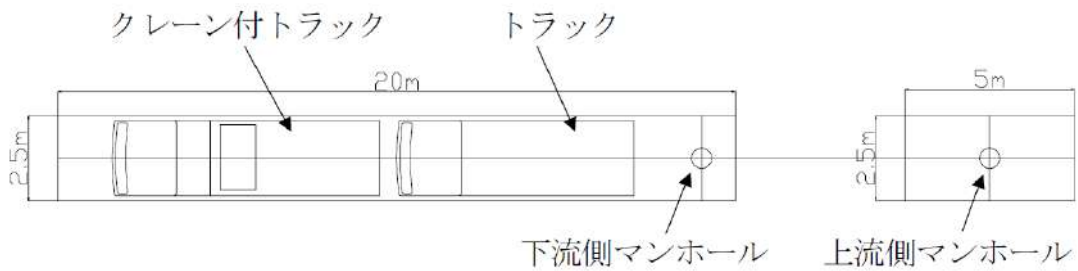


図7-2-1 製管時の標準占用作業帯

#### ②充填材注入時の標準占用作業帯

地上における充填材注入時の作業機械等の標準占用作業帯を図7-2-2に示す。

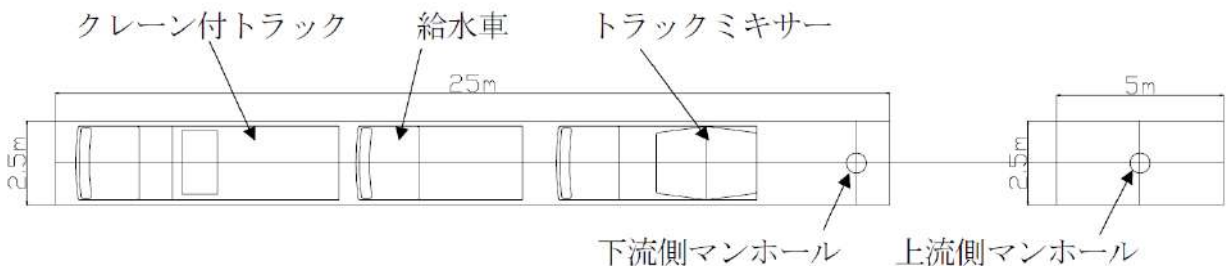


図7-2-2 充填材注入時の標準占用作業帯

水深が規定値（60 cm）以下でも、作業性を確保するために水替工を実施することがある。また、流速が早い場合は、水替工を実施する必要がある。

### (2) 管きょ内清掃工

高圧洗浄車の高圧水によって管壁や管きょ内に堆積している土砂などを洗い流し、管きょ内調査工ができる程度に清掃する。

### (3) 管きよ内調査工

管きよ内を清掃した後に、目視で管きよ内の状況を調査する。鋼製リングの形状と寸法を決めるために、所定の間隔で管きよの寸法を測定し記録する。特に管きよが損傷し変形している箇所については、入念に寸法を実測する。

### (4) 施工前処理工

製管工に支障となるような突起物、取付管の突出し、堆積したモルタル等を除去する。ジョイントなどで漏水がある場合は、充填材が管きよの外部へ流出する恐れがあるので、止水処理をする。

### (5) 取付管仮配管

取付管がある場合は、事前に取付管部に塩ビ管等の仮配管を接続する。

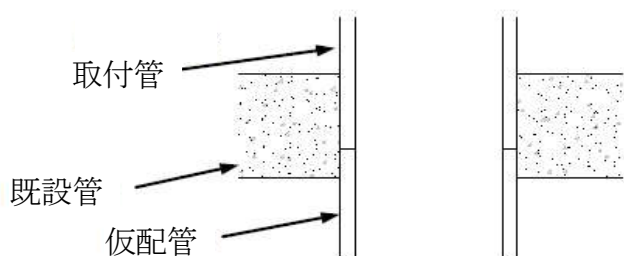


図 7-2-3 取付管仮配管

### (6) 製管工

#### ① 鋼製リング組立て

分割された鋼製リングをマンホールから管きよ内に運搬し、ボルト結合により鋼製リングを組立てる。

鋼製リングの組立て後、各鋼製リングの頂部および両側部に位置調整金具を取付ける。アンカー固定金具を使用して既設管と鋼製リングをアンカーボルトで固定することも可能である。

組立て作業終了後にボルト、ナットのゆるみがないことを確認する。

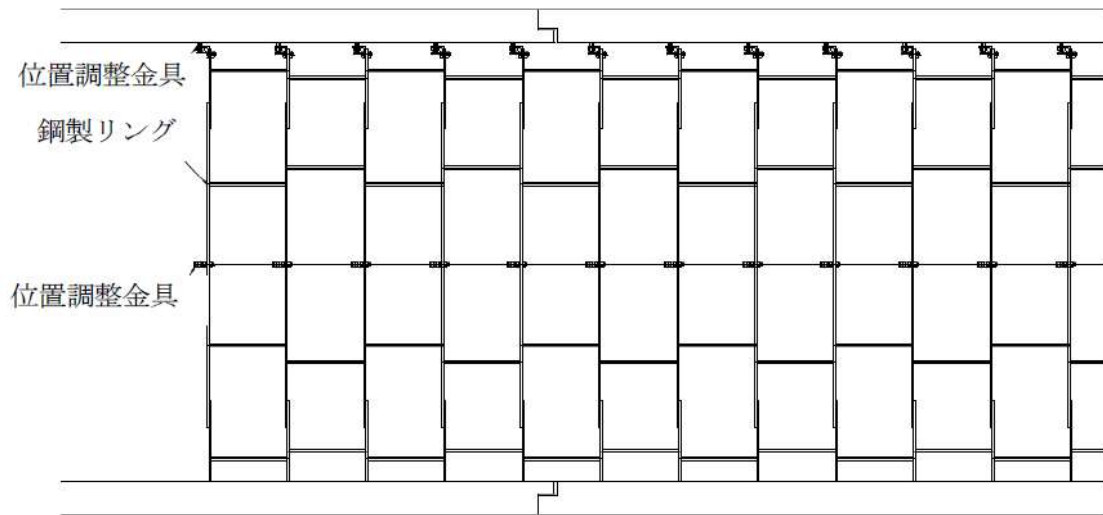


図 7-2-4 鋼製リング組立工縦断面図

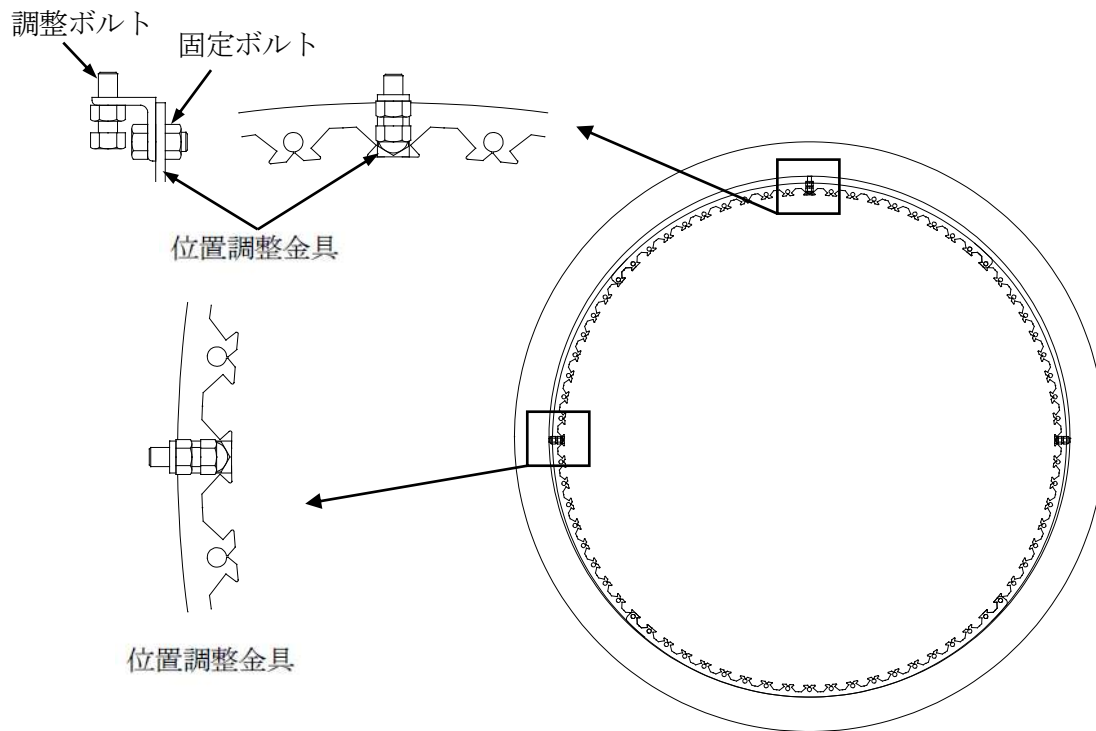


図 7-2-5 円形鋼製リング組立工横断面図

## ② 勾配の調整

位置調整金具を使用して高低差をつけることによって、管きよ勾配の調整が可能である。勾配調整を行う場合は、必ずアンカーで固定することが必要である。勾配調整の要領図を図 7-2-6 に示す。

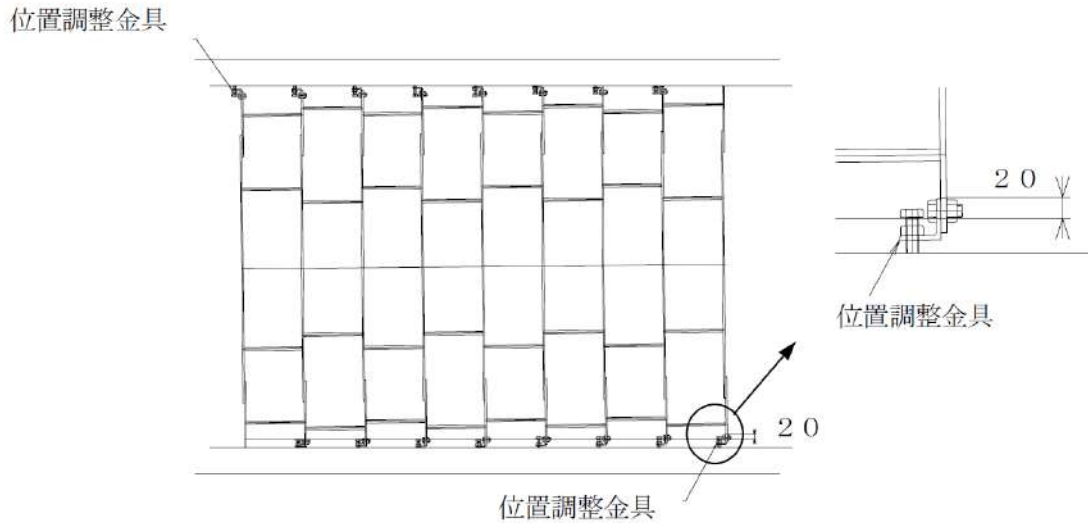


図 7-2-6 勾配調整要領図

## ③ 屈曲部の施工

鋼製リングを図 7-2-7 に示すように角度をつけて組立てることにより、管きよの屈曲部の施工が可能である。

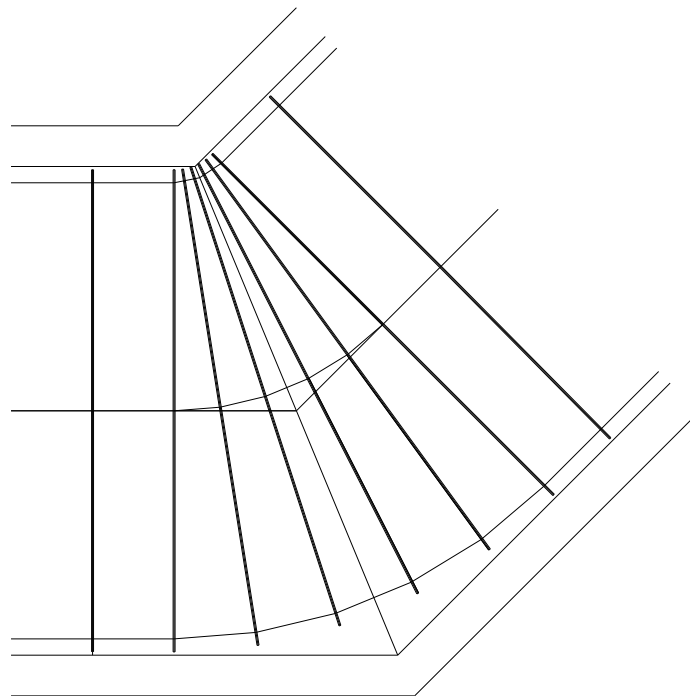


図 7-2-7 屈曲部鋼製リング組立て平面図 (φ1,500 mm 実績)

④表面部材、かん合部材組付けおよび取付管口の処理

鋼製リングの組立て完了後、かん合部材をマンホールから搬入し、鋼製リングの溝に組付ける。その後、表面部材を搬入して、かん合部材とかん合させ、更生形状に仕上げる。

取付管部分は、仮配管を取付け、鋼製リングと表面部材を組立てる。その後、仮配管と表面部材との隙間に間詰め材をつめて、充填材の流出を防止する。

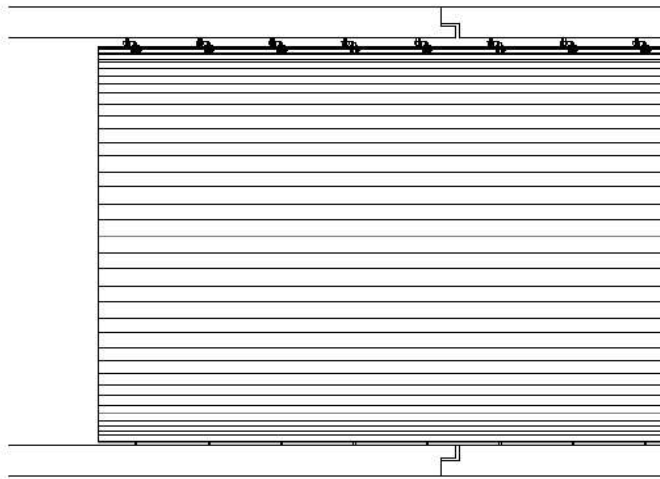


図 7-2-8 表面部材、かん合部材組付けの縦断面図

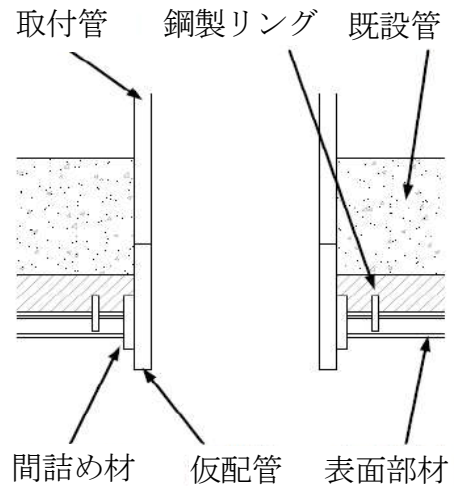


図 7-2-9 取付管の管口処理

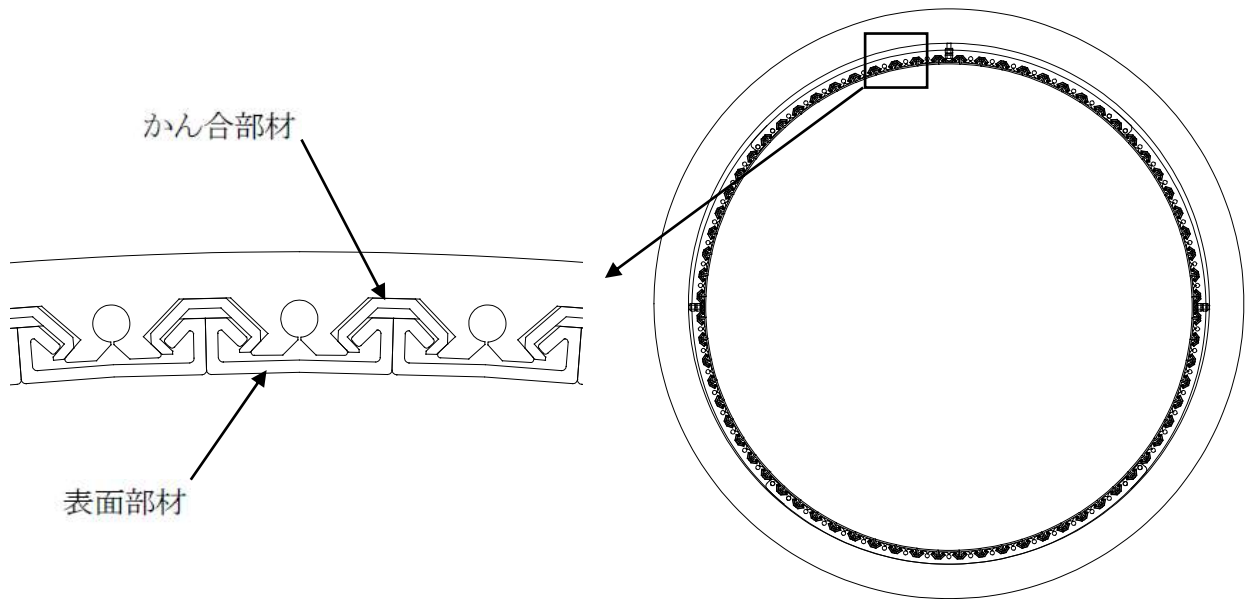


図 7-2-10 表面部材、かん合部材組付けの横断面図

(7) 裏込充填工

表面部材のかん合完了後、部材端部を切り揃えて、更生管の端部に耐酸モルタル等の管口仕上げ材で端部処理を行う。充填口は表面部材に直接穴を開けてネジ加工を行い、充填材の充填状況を確認した後、下流側より5 m から10 m の間隔で取付ける。充填材の充填は、充填ポンプを使用して数日に分けて行い、1日当たりの充填高さは50 cm 以下とする。円形標準更生管の許容充填高さを表 7-2-1 に示す。

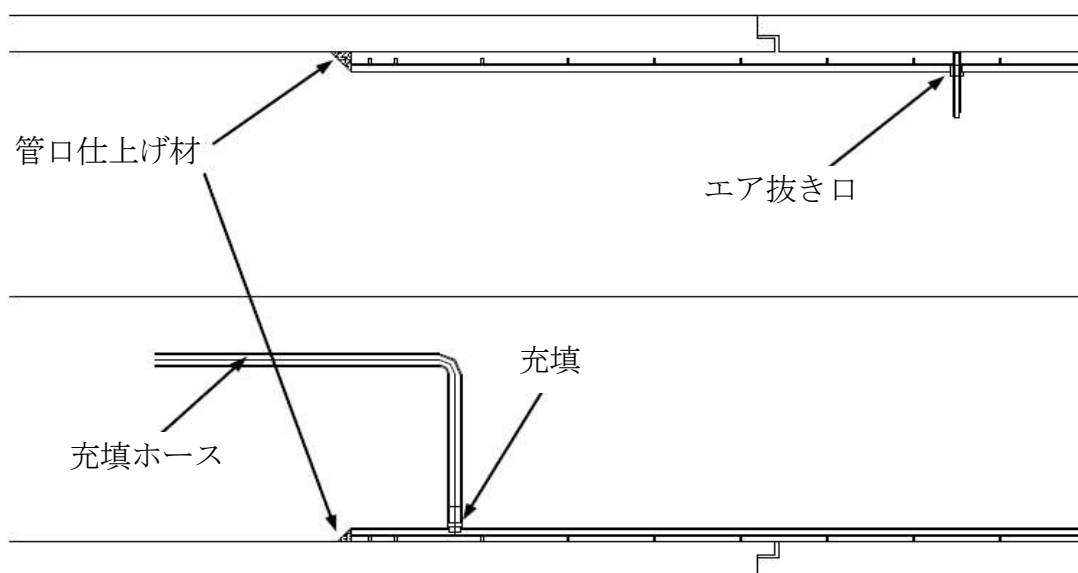


図 7-2-11 裏込充填工の縦断面図

表 7-2-1 許容充填高さ(更生仕上面を基準)

既設管口径 (mm)	充填高さ(mm)		
	1回目	2回目	3回目以降
800	55	220	500
900	60	230	500
1,000	60	240	500
1,100	65	250	500
1,200	65	250	500
1,350	70	250	500
1,500	70	250	500
1,650	90	375	500
1,800	95	375	500
2,000	95	375	500
2,200	100	400	500
2,400	105	405	500
2,600	110	425	500
2,800	115	430	500
3,000	120	450	500

※ アンカーで固定することにより、1、2回目の充填高さを上げることも可能である。

(8) 管口仕上げ工

充填完了後に、管口仕上げ材を使用して更生本管口を仕上げる。

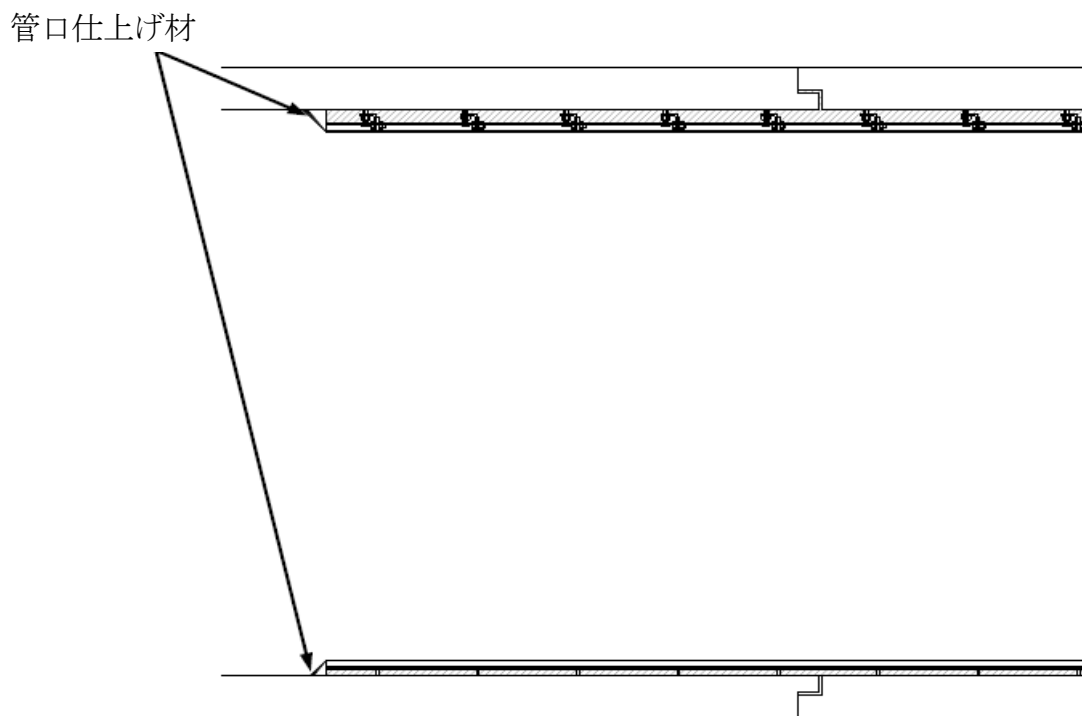


図 7-2-12 管口仕上げ工

(9) 取付管口仕上げ工

取付管部分は、充填材の硬化後に仮配管突出し部の切断又は仮配管を撤去し、管口仕上げ材を使用して取付管口を仕上げる。

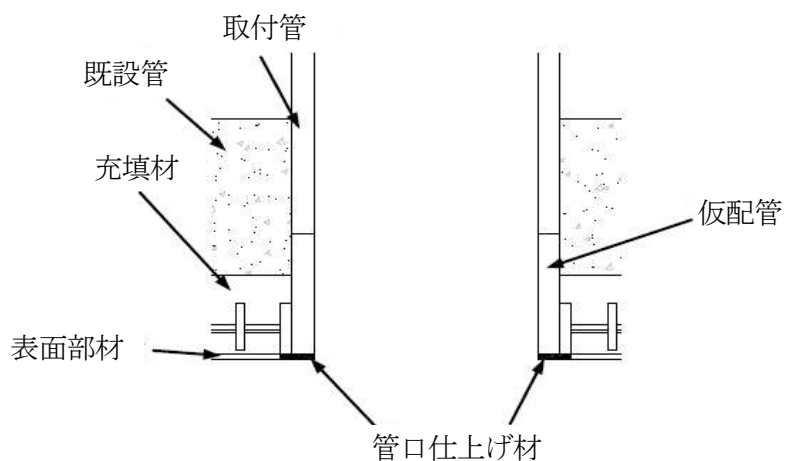


図 7-2-13 取付管口仕上げ工

(10) 施工後管きょ内調査工

施工が終了し、清掃した後に目視で施工後の状況を調査確認する。更生管の仕上がり寸法を測定し記録する。

## 8. 表面部材およびかん合部材の基本性能

### 8-1 表面部材の材料特性

#### (1) 試験方法

表面部材の材料特性は JIS K 6815-3「熱可塑性プラスチック管—引張特性の求め方—第 3 部：ポリオレフィン管」に定める試験を行い、長手方向引張降伏強さと引張破断伸びを確認する。

試験条件：

- ① 試験片の形状：タイプ 2 試験片 (図 8-1-1)
- ② 試験速度：100±10 mm/min

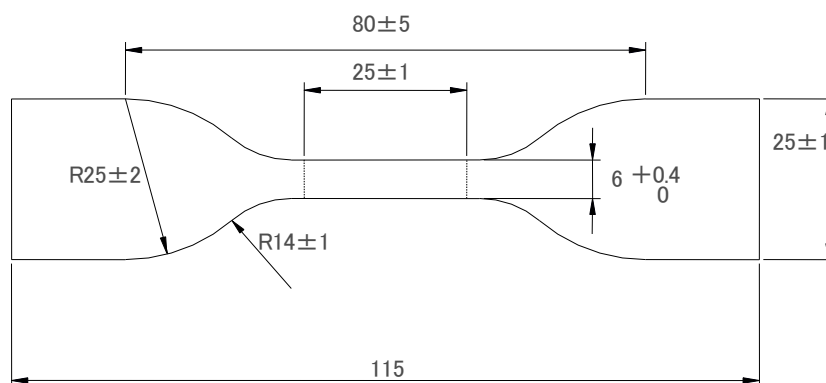


図 8-1-1 タイプ 2 試験片

#### (2) 試験結果

(財) 化学物質評価研究機構で実施した試験結果を表 8-1-1 に示す。長手方向引張降伏強さおよび引張破断伸びについて、規格値を満足することを確認した。

表 8-1-1 表面部材の引張試験結果

試験片番号	長手方向引張降伏強さ (MPa)	引張破断伸び (%)
1	22.3	560
2	23.1	580
3	22.4	570
4	22.5	580
5	22.8	590
6	22.7	580
7	22.4	580
8	22.1	570
平均値	22.5	580
規格値	15.0 以上	300 以上

## 8-2 耐薬品性

### (1) 試験方法

耐薬品性は、JSWAS K-14 (下水道用ポリエチレン管) に定める浸漬試験を行い、表面部材の耐薬品性を確認する。試験状況を写真 8-2-1 に示す。



写真 8-2-1 耐薬品性試験状況

試験条件：

- ① 試験片寸法：50 mm×25 mm×4 mm
- ② 溶液温度：60±2 °C
- ③ 浸せき時間：5 時間

### (2) 試験結果

(財) 化学物質評価研究機構で実施した試験結果を表 8-2-1 に示す。各試験液とも質量変化度が±0.20 mg/cm<sup>2</sup>以内であり、各試験液に対して優れた耐薬品性を有していることを確認した。

表 8-2-1 耐薬品性試験結果

試験液	質量変化度 ( mg/cm <sup>2</sup> )	規格値 ( mg/cm <sup>2</sup> )
水	+0.01	±0.20 以内
10%塩化ナトリウム水溶液	0.00	
30%硫酸水溶液	0.00	
40%水酸化ナトリウム水溶液	0.00	

### 8-3 耐摩耗性

#### (1) 試験方法

耐摩耗性は、表面部材および硬質塩化ビニル管から作製した試験片について、JIS K 7204「プラスチック-摩耗輪による摩耗試験方法」に定める試験を行い、摩耗量を比較することにより確認する。



写真 8-3-1 耐摩耗性試験状況

試験条件：

- ① 摩 耗 輪 : H-18
- ② 荷 重 : 9.8 N
- ③ 回 転 速 度 : 60 min<sup>-1</sup>
- ④ 試 験 回 数 : 1,000 回

#### (2) 試験結果

(財) 化学物質評価研究機構で実施した試験結果を表 8-3-1 に示す。表面部材は硬質塩化ビニル管と比べて摩耗量が少なく、優れた耐摩耗性を有していることを確認した。

表 8-3-1 耐摩耗性試験結果

供試体	表面部材 (mg)	硬質塩化ビニル管 (mg)
1	22.9	191.7
2	11.0	158.9
3	26.8	247.0
平均値	20.2	199.2

## 8-4 表面部材の物理特性

### (1) 試験方法

表面部材の物理特性は、JIS K 7206 「プラスチック－熱可塑性プラスチック－ビカット軟化温度(VST)試験方法」に定める試験を行い、ビカット軟化温度を確認する。試験状況を写真 8-4-1 に示す。



写真 8-4-1 ビカット軟化温度試験状況

試験条件：

- ① 試験方法：A50 法
- ② 試験片厚さ：3.0～6.5 mm

### (2) 試験結果

(財) 化学物質評価研究機構で実施した試験結果を表 8-4-1 に示す。表面部材のビカット軟化温度は、規格値の 100 °C 以上であることを確認した。

表 8-4-1 ビカット軟化温度試験結果

試験片数	ビカット軟化温度 (°C)
1	124.0
2	123.6
平均値	124.0
規格値	100.0 以上

## 8-5 シール材の材料特性

### (1) 試験方法

#### ①長手方向引張強さ・引張破断伸び

シール材の長手方向引張強さ・引張破断伸びは、JIS K 6251 「加硫ゴム及び熱可塑性ゴム－引張特性の求め方」に定める試験を行い、引張特性を確認する。

#### ②ショア硬さ

シール材のショア硬さは、JIS K 6253-3 「加硫ゴム及び熱可塑性ゴム－硬さの求め方－第3部：デュロメータ硬さ」に定める試験を行い、ショア硬さを確認する。

なお、シール材は2社から供給を受けており、A社製、B社製の2種類について試験を行う。

### (2) 試験結果

(財)化学物質評価研究機構で実施した試験結果を表8-5-1、表8-5-2に示す。シール材の長手方向引張強さ・引張破断伸びおよびショア硬さは、規格値を満足することを確認した。

表 8-5-1 シール材の引張試験結果

試験数	A社製		B社製	
	長手方向引張強さ (MPa)	引張破断伸び (%)	長手方向引張強さ (MPa)	引張破断伸び (%)
1	1.96	550	2.49	830
2	1.61	380	1.80	670
3	1.63	430	2.30	770
4	2.14	570	1.85	740
5	1.94	520	2.12	740
平均値	1.94	520	2.12	740
規格値	1.0以上	200以上	1.0以上	200以上

表 8-5-2 シール材のショア硬さ試験結果

試験数	A社製		B社製	
	n1	n2	n1	n2
1	25	26	23	22
2	25	27	23	22
3	27	27	24	23
4	27	27	23	23
5	26	26	23	23
平均値	26	27	23	23
規格値	25±10		25±10	

## 8-6 高圧洗浄耐久性

### (1) 試験方法

高圧洗浄耐久性は、**図 8-6-1** に示すように高圧洗浄機により、20 MPa の圧力で 1 分間更生管表面の洗浄を行い、異常の有無を確認する。

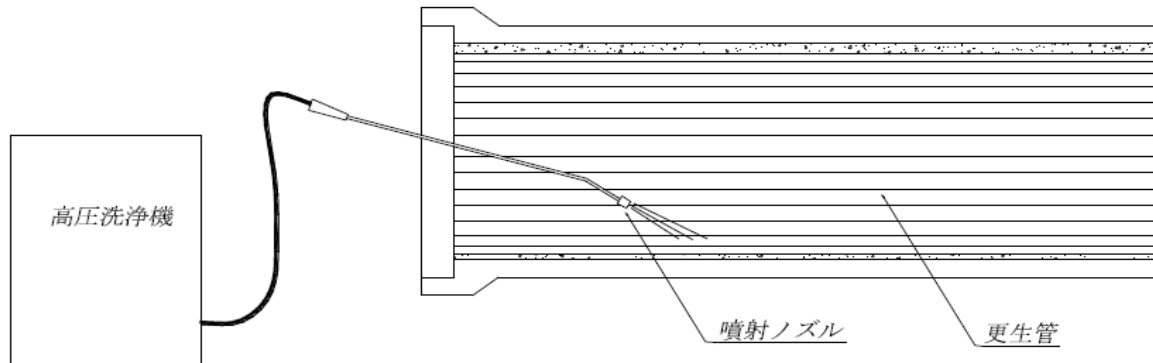


図 8-6-1 高圧洗浄試験

### (2) 試験結果

**写真 8-6-1** に示すように 20 MPa の圧力で 1 分間洗浄を行った。更生管の表面部材は、高圧洗浄によって異常が生じないことを確認した。



写真 8-6-1 高圧洗浄試験状況

## 9. パルテム・フローリング更生管の外圧強度

### 9-1 破壊させた鉄筋コンクリート管に対する外圧強度

#### (1) 試験方法

呼び径 800 (B 形 1 種) から呼び径 3,000 (C 形 1 種) までの鉄筋コンクリート管の内、代表径に対して「下水道用鉄筋コンクリート」(JSWAS A-1) に定める外圧試験方法により破壊させ、その破壊させた管を本技術で更生する。更生された管を「下水道用鉄筋コンクリート」(JSWAS A-1) に定める外圧試験方法により再び破壊して、その破壊荷重を測定し、新管の破壊荷重規格値と比較することにより確認する。

呼び径 800、呼び径 1,000、呼び径 1,200 (B 形 1 種、L=2.43 m)

呼び径 1,500、呼び径 1,650、呼び径 1,800、呼び径 2,000、呼び径 3,000 (C 形 1 種、L=2.36 m)

#### (2) 試験結果

破壊させた鉄筋コンクリート管を更生した更生管の外圧試験の結果を表 9-1-1 に示す。試験状況を写真 9-1-1~9-1-4 に示す。呼び径 800、呼び径 1,650、呼び径 1,800、呼び径 2,000 については、(財)日本建築総合試験所で試験を実施した。

#### 破壊させた鉄筋コンクリート管に対する更生管の外圧試験状況



写真 9-1-1 呼び径 800 更生管



写真 9-1-2 呼び径 800 外圧試験

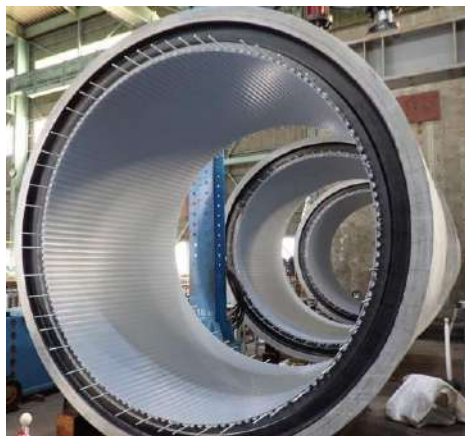


写真 9-1-3 呼び径 3,000 更生管



写真 9-1-4 呼び径 3,000 外圧試験

表 9-1-1 破壊させた鉄筋コンクリート管に対する外圧試験の結果

新管 内径 (mm)	更生管 内径 (mm)	破壊荷重 (kN/m)			向上率	
		新管破壊荷重 JIS 規格値①	新管破壊荷重 測定値②	更生管破壊荷重 測定値③	③/①	③/②
800	726	53.0	88.1	101.2	1.8	1.1
			85.6	90.1		
			84.0	97.9		
			平均 85.9	平均 96.4		
1,000	910	61.9	114.0	138.0	2.5	1.3
			106.0	158.0		
			119.0	159.0		
			平均 113.0	平均 152.0		
1,200	1,100	71.7	194.0	219.7	2.9	1.1
			190.9	202.5		
			平均 192.4	平均 211.1		
1,500	1,400	91.3	184.1	189.2	2.2	1.1
			184.9	224.5		
			平均 184.5	平均 206.9		
1,650	1,500	102	144.0	168.0	1.8	1.2
			157.0	229.0		
			153.0	162.0		
			平均 151.0	平均 186.0		
1,800	1,650	111	151.0	187.0	1.6	1.1
			160.0	165.0		
			157.0	177.0		
			平均 156.0	平均 176.0		
2,000	1,850	118	153.4	183.1	1.6	1.3
			141.5	197.5		
			139.8	189.4		
			平均 144.9	平均 190.0		
3,000	2,810	148	160.1	204.9	1.4	1.3
			169.4	219.5		
			154.6	203.7		
			平均 161.4	平均 209.4		

※ 破壊荷重は、荷重載荷時の最大測定値とする。

破壊させた鉄筋コンクリート管を本技術で更生した管を「下水道用鉄筋コンクリート」(JSWAS A-1)に定める外圧試験方法により破壊させ、更生管の破壊荷重が鉄筋コンクリート管の規格値と実測値を上回る耐荷能力を有することを確認した。

## 9-2 減肉させた鉄筋コンクリート管に対する外圧強度

### (1) 試験方法

呼び径 800 (B 形 1 種) の鉄筋コンクリート管の厚さを内面から 30 % 減肉させた鉄筋コンクリート管および呼び径 2,000 (C 形 1 種) の鉄筋コンクリート管を内面から内鉄筋まで減肉させた鉄筋コンクリート管を本技術で更生する。更生された管を「下水道用鉄筋コンクリート」(JSWAS A-1) に定める外圧方法により破壊して、その破壊荷重を求める。

### (2) 試験結果

(財) 日本建築総合試験所で実施した減肉させた鉄筋コンクリート管を更生した管の外圧試験の結果を表 9-2-1 に示す。試験状況を写真 9-2-1~9-2-4 に示す。

表 9-2-1 減肉させた鉄筋コンクリート管に対する更生管の外圧試験の結果

管種	管内径 (mm)	肉厚 (mm)	破壊荷重 (kN/m)			向上率	
			新管破壊 荷重 JIS 規格値①	減肉管 破壊荷重 測定値②	更生管 破壊荷重 測定値③	③/①	③/②
新 管 減肉管 更生管	800	66	53.0	49.8	99.2	1.8	1.9
	845	43			91.4		
	726	103			93.4		
					平均 94.7		
新 管 減肉管 更生管	2,000	145	118	104.2	203.0	1.9	2.1
	2,045	123			242.8		
	1,850	220			212.3		
					平均 219.4		

※ 破壊荷重は、荷重載荷時の最大測定値とする。

減肉させた鉄筋コンクリート管を本技術で更生した管を、「下水道用鉄筋コンクリート」(JSWAS A-1) に定める外圧試験方法により破壊させ、破壊荷重が鉄筋コンクリート管の規格値を上回る耐荷能力を有することを確認した。

減肉させた鉄筋コンクリート管に対する更生管の外圧試験状況

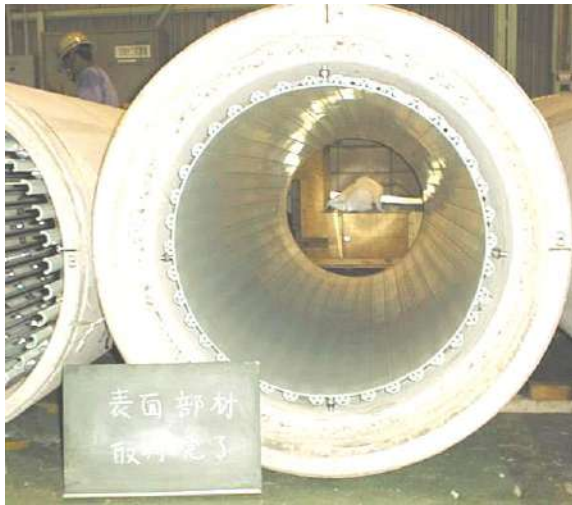


写真 9-2-1 呼び径 800 更生管



写真 9-2-2 呼び径 800 外圧試験



写真 9-2-3 呼び径 2,000 更生管



写真 9-2-4 呼び径 2,000 外圧試験

### 9-3 減肉させた非円形管に対する外圧強度

#### (1) 試験方法

非円形管の耐荷能力は、劣化状態を再現し減肉させた矩形の鉄筋コンクリート管を本技術で更生して外圧試験を行い、実験値を新管の規格値ならびに構造計算により算出した設計値と比較することにより確認する。

外圧試験は、「鉄筋コンクリート製プレキャストボックスカルバート道路埋設指針」に定めるボックスカルバートの外圧試験を行い、破壊荷重を測定する。

#### ①減肉管の寸法確認

既設管きよの劣化状態を想定した減肉管として、次の呼び径 1500 の矩形の鉄筋コンクリート管を試験体とする。

- ・ 25 mm 減肉管：頂版部、側壁部、底版部の厚さを 25 mm 減肉させ、内側鉄筋を有する矩形管
- ・ 40 mm 減肉管：頂版部と側壁部の厚さを 40 mm 減肉させ、内側鉄筋を除外した管（底版部の厚さを 30 mm 減肉）

減肉管の寸法測定結果を表 9-3-1、減肉管の断面図を図 9-3-1 に示す。

表 9-3-1 1,500 mm 矩形減肉管の寸法測定結果

測定項目	規格管 寸法 (mm)	25 mm 減肉管 実測値 (mm)	40 mm 減肉管 実測値 (mm)
内側高さ	1,500	1,550	1,572
内側幅	1,500	1,550	1,580
頂版厚さ	160	135	120
底版厚さ	160	135	130
右側壁厚さ	140	116	100
左側壁厚さ	140	115	100

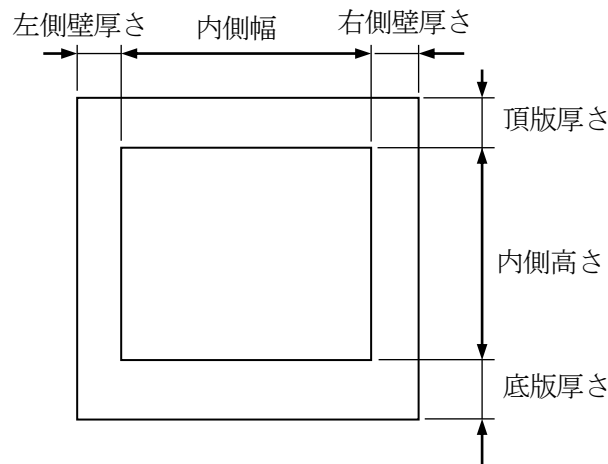


図 9-3-1 矩形減肉管の断面図

## ②鋼製リングの組立て

矩形管きよの頂版部、側壁部、底版部について全面更生する試験体と、底版部を除いた頂版部と側壁部の3面を門形更生する試験体を製作する。

25 mm 減肉の全面更生管の鋼製リング組立図を図 9-3-2 に示す。

25 mm 減肉の門形更生管の鋼製リング組立図を図 9-3-3 に示す。

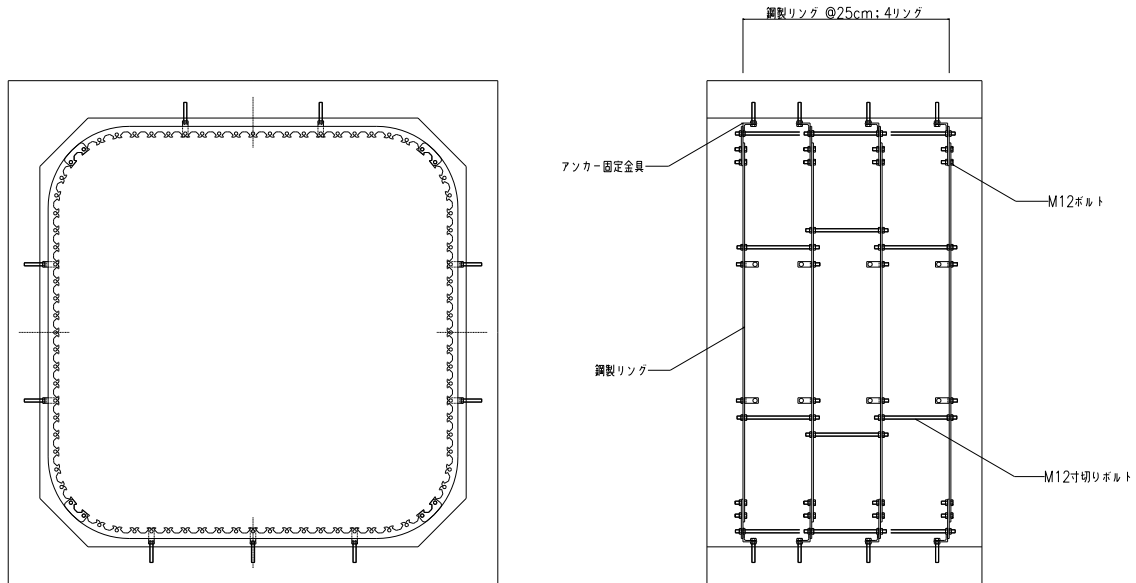


図 9-3-2 25 mm 減肉全面更生管の鋼製リング組立図

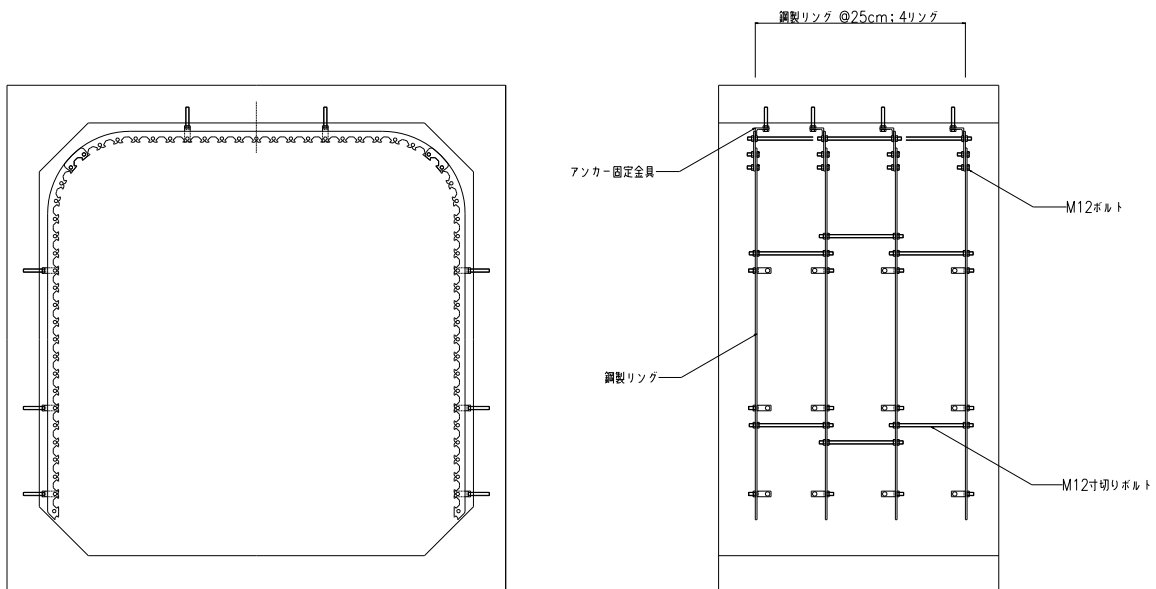


図 9-3-3 25 mm 減肉門形更生管の鋼製リング組立図

40 mm 減肉の全面更生管の鋼製リング組立図を図 9-3-4 に示す。

40 mm 減肉の門形更生管の鋼製リング組立図を図 9-3-5 に示す。

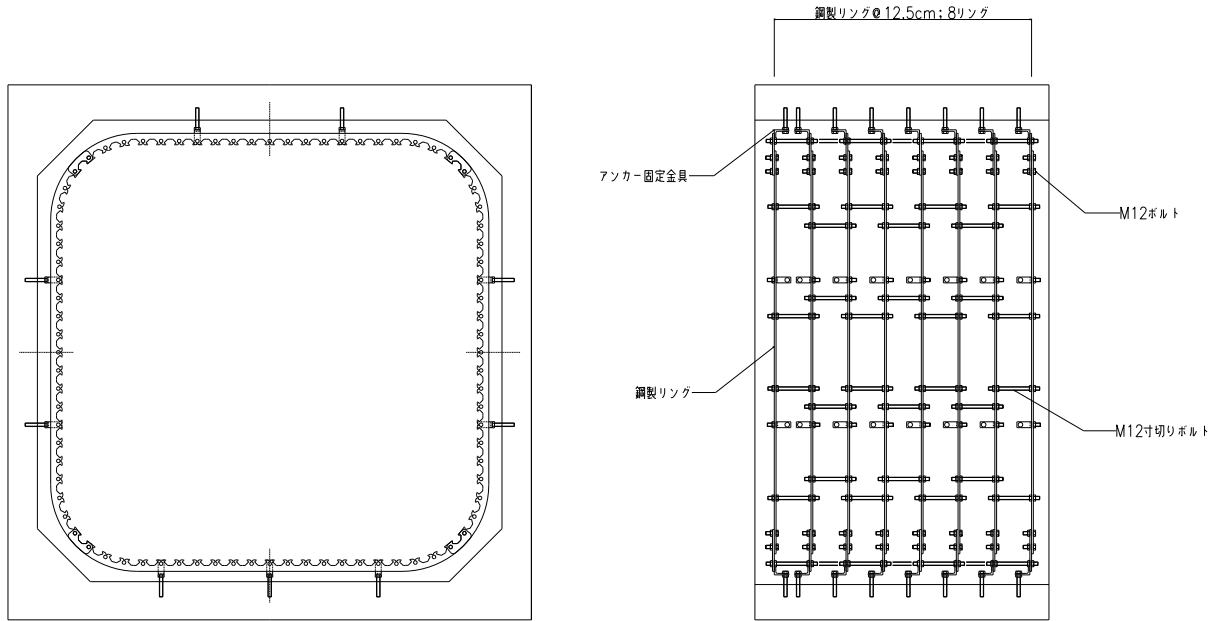


図 9-3-4 40 mm 減肉全面更生管の鋼製リング組立図

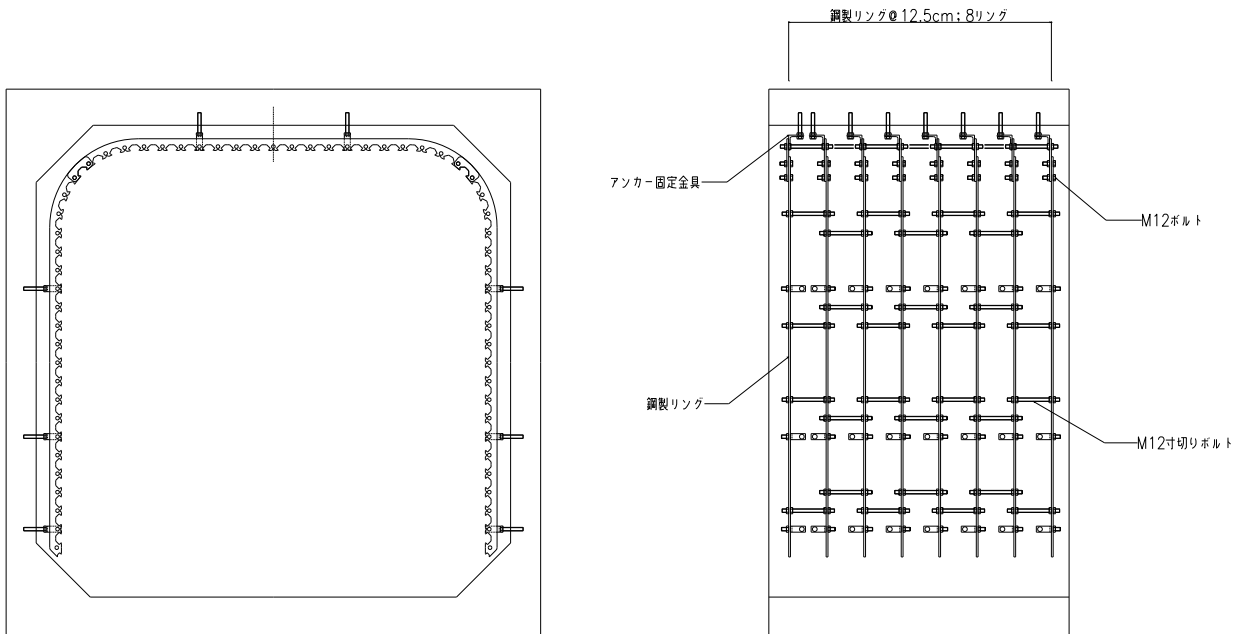


図 9-3-5 40 mm 減肉門形更生管の鋼製リング組立図

鋼製リングの寸法測定結果を表 9-3-2 に示す。

表 9-3-2 鋼製リングの寸法測定結果

測定項目	25 mm 減肉 寸法実測値 (mm)		40 mm 減肉 寸法実測値 (mm)	
	全面更生	門形更生	全面更生	門形更生
鋼製リング幅	20	20	30	30
鋼製リング厚さ	6	6	6	6
鋼製リング間隔	250	250	125	125

鋼製リングの組立て状況を写真 9-3-1～写真 9-3-4 に示す。



写真 9-3-1 25 mm 減肉全面更生管の鋼製リング組立て状況



写真 9-3-2 25 mm 減肉門形更生管の鋼製リング組立て状況



写真 9-3-3 40 mm 減肉全面更生管の鋼製リング組立て状況



写真 9-3-4 40 mm 減肉門形更生管の鋼製リング組立て状況

③かん合部材、表面部材の組付け

かん合部材と表面部材を鋼製リングに組付ける。かん合部材、表面部材の組付け状況を写真9-3-5～写真9-3-8に示す。



写真 9-3-5 25 mm 減肉全面更生管の表面部材組付け状況



写真 9-3-6 25 mm 減肉門形更生管の表面部材組付け状況



写真 9-3-7 40 mm 減肉全面更生管の表面部材組付け状況



写真 9-3-8 40 mm 減肉門形更生管の表面部材組付け状況

#### ④ 充填材注入

更生管と減肉管の間に充填材（1号）を注入する。充填材の配合を表 5-3-1 に示す。充填材のフロー値測定状況を写真 9-3-9、充填材注入状況を写真 9-3-10～写真 9-3-13 に示す。

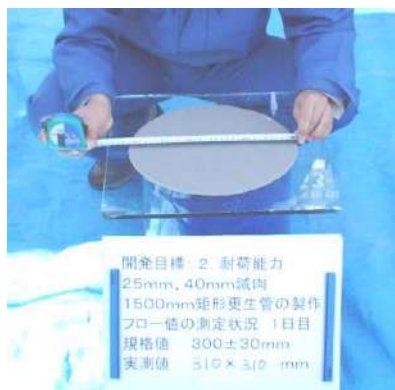


写真 9-3-9 フロー値の測定（310 mm × 310 mm）



写真 9-3-10 25 mm 減肉全面更生管の充填材注入状況



写真 9-3-11 25 mm 減肉門形更生管の充填材注入状況



写真 9-3-12 40 mm 減肉全面更生管の充填材注入状況



写真 9-3-13 40 mm 減肉門形更生管の充填材注入状況

⑤外圧試験

減肉させた矩形の鉄筋コンクリート管を本技術で更生した更生管の破壊荷重を、ボックスカルバートの外圧試験に準じて測定する。

外圧試験状況を写真 9-3-14～写真 9-3-17 に示す。

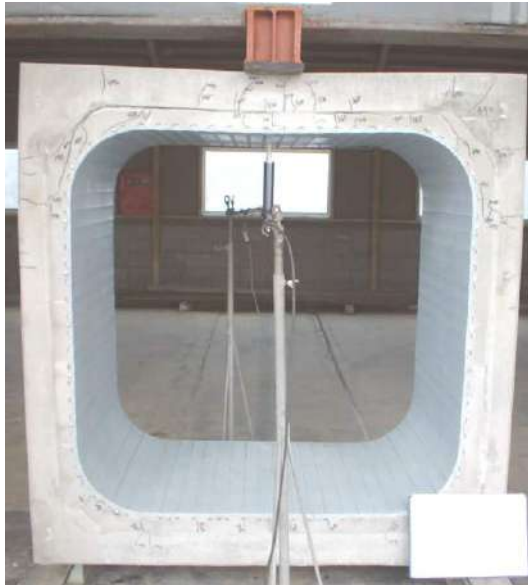


写真 9-3-14 25 mm 減肉全面更生管の外圧試験状況



写真 9-3-15 25 mm 減肉門形更生管の外圧試験状況



写真 9-3-16 40 mm 減肉全面更生管の外圧試験状況



写真 9-3-17 40 mm 減肉門形更生管の外圧試験状況

(2) 試験結果

(財)日本建築総合試験所で実施した減肉させた矩形の鉄筋コンクリート管に対する外圧試験の結果を表 9-3-3 に示す。

表 9-3-3 減肉させた矩形の鉄筋コンクリート管に対する外圧試験の結果

管種	管内寸法 元管 (更生管) mm	破壊荷重 測定値 kN/m	破壊荷重 規格値 (設計値) kN/m	荷重比		
				測定値 規格値	測定値 設計値	
規格管	幅 1,500 高さ 1,500 厚さ：側壁 140 頂版・底版 160	392	規格値  ① 164	②÷①  2.5	—	
		393				
		431				
		② 405				
25 mm 減 肉 管	全面 更生	幅 1,550 高さ 1,550 (幅 1,400) (高さ 1,400)	492	設計値  ③ 232	④÷①  3.1	④÷③  2.2
		515				
		516				
		④ 508				
	門 形 更 生	幅 1,550 高さ 1,550 (幅 1,400) (高さ 1,475)	487	設計値  ⑤ 230	⑥÷①  3.0	⑥÷⑤  2.2
			503			
			504			
			⑥ 498			
40 mm 減 肉 管	全面 更生	幅 1,580 高さ 1,570 (幅 1,400) (高さ 1,400)	336	設計値  ⑦ 203	⑧÷①  2.1	⑧÷⑦  1.7
		382				
		319				
		⑧ 346				
	門 形 更 生	幅 1,580 高さ 1,570 (幅 1,400) (高さ 1,480)	348	設計値  ⑨ 200	⑩÷①  1.9	⑩÷⑨  1.6
			306			
			304			
			⑩ 319			

※ 破壊荷重の設計値は、終局曲げモーメントの算定方法およびボックスカルバートの応力計算方法を用いて(財)日本建築総合試験所が算出した。

※ 規格値は、プレキャストボックスカルバート設計・施工マニュアル(鉄筋コンクリート製・プレキャストコンクリート製)による。

## 10. 水密性試験

### (1) 試験方法

水密性は、**図 10-1** および**図 10-2** に示す試験装置を用いて、かん合部に内水圧および外水圧 0.1 MPa を加え、3 分間保持した状態で漏水の有無を確認する。

試験体は接合部のあるものを含めて 6 通りとする。また試験体は接合補助部材を用いて接合したものについても行う。

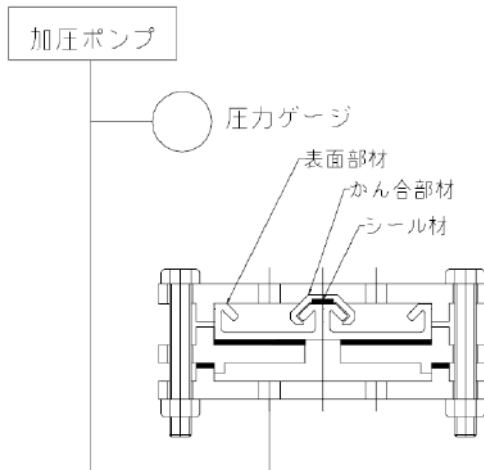


図 10-1 内水圧試験装置

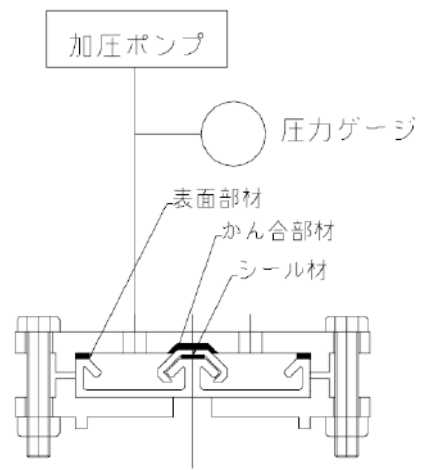


図 10-2 外水圧試験装置

### (2) 試験結果

(財) 日本建築総合試験所で実施した試験結果を**表 10-1** に示す。0.1 MPa の内水圧および外水圧に耐える水密性を有することを確認した。

表 10-1 水密性試験結果

試験項目	接合部の詳細	漏水の有無
内水圧	無し	無し
	接合部材	無し
	接合補助部材	無し
外水圧	無し	無し
	接合部材	無し
	接合補助部材	無し



写真 10-1 水密性試験

## 11. 流下性能試験

### (1) 試験方法

流下性能試験は、図 11-1 に示す幅 700 mm、長さ 20 m の可変勾配水路の粗度係数試験装置に水を流し、水の流速、水位および水路勾配を計測して粗度係数を算出する。

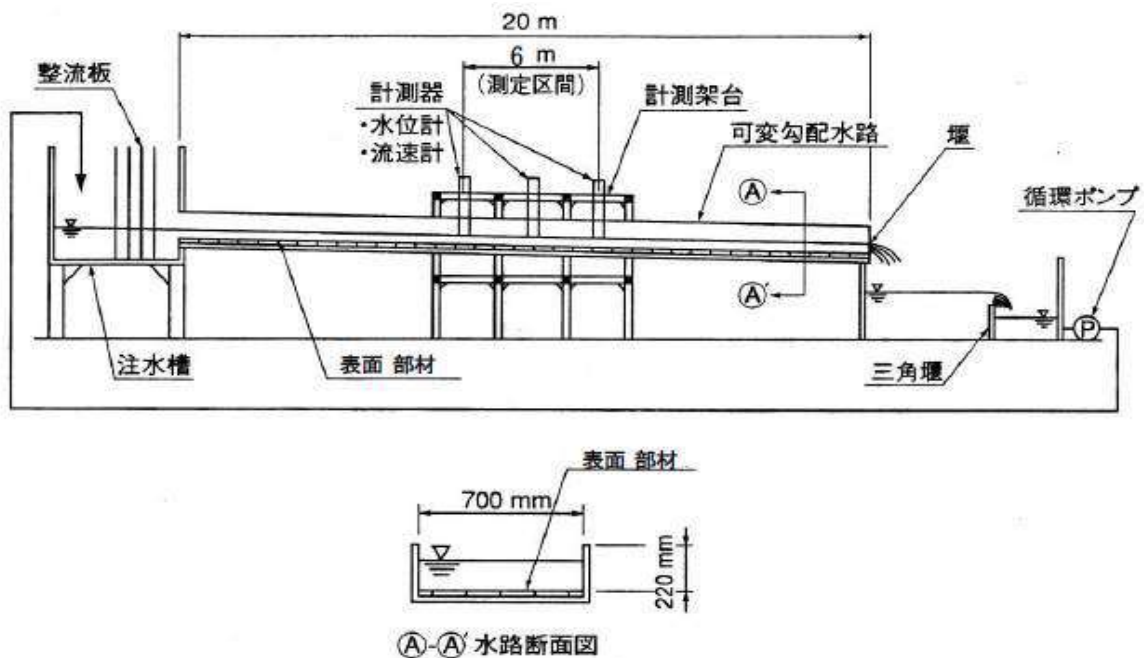


図 11-1 粗度係数試験装置

### (2) 試験結果

(財) 災害科学研究所で実施した試験結果を表 11-1 に示す。表面部材は、プラスチック系管材と同等の粗度係数を有することを確認した。

表 11-1 粗度係数測定試験の結果

試験項目	算出結果	確認結果
粗度係数	平均粗度係数 0.00842 (0.00660 ~ 0.00934)	表面部材の粗度係数は、プラスチック系管材と同等の0.010 以下であることを確認した。

## 12. 一体性に関する性能試験

---

既設管と更生材の一体性に関する試験は、「ガイドライン 2017」に定める一体性を確認するための充填材の接着強さ試験（タイプ 1）と既設管と更生材の界面における歪み挙動を確認する試験（タイプ 2）を実施した。

### 12-1 充填材の接着強さ試験（タイプ 1）

#### (1) 試験方法

充填材の接着強さ試験（タイプ 1）は、JIS A 1171「ポリマーセメントモルタルの試験方法」の接着強さ試験に定める試験を行い、一体性を確認する。



写真 12-1-1 充填材の接着強さ試験状況（タイプ 1）

(2) 試験結果

(財) 日本建築総合試験所および (財) 日本塗料検査協会で実施した試験結果を表 12-1-1 に示す。破断位置はすべて基板内であり、界面での付着切れは発生していない。これにより充填材と基板の付着強度は十分に保持され一体化していることを確認した。

表 12-1-1 一体性確認試験結果 (タイプ 1)

供試体	接着強さ ( N/mm <sup>2</sup> )		破断位置
	測定値	平均値	
フローリング モルタル 1 号	2.00	1.9	基板
	1.80		基板
	1.90		基板
	1.90		基板
	1.90		基板
フローリング モルタル 2 号	1.88	2.0	基板
	2.00		基板
	1.61		基板
	2.20		基板
	2.10		基板
フローリング モルタル 3 号	2.56	1.9	基板
	1.73		基板
	1.41		基板
	1.70		基板
	1.86		基板

## 12-2 既設管と更生材の界面における歪み挙動の確認試験（タイプ 2）

### (1) 試験方法

更生した鉄筋コンクリート管にひずみゲージを既設管、更生管、既設管と更生管の界面部に貼り付け、「下水道用鉄筋コンクリート」（JSWAS A-1）に定める外圧試験をおこない、それぞれの荷重-ひずみ曲線図を示すことによって、既設管と更生管の一体性を確認する。

### (2) 試験結果

（財）日本建築総合試験所で実施した試験結果を図 12-2-1 に示す。荷重-ひずみ曲線図より、界面部の既設管と充填材が同じ挙動を示していることを確認した。

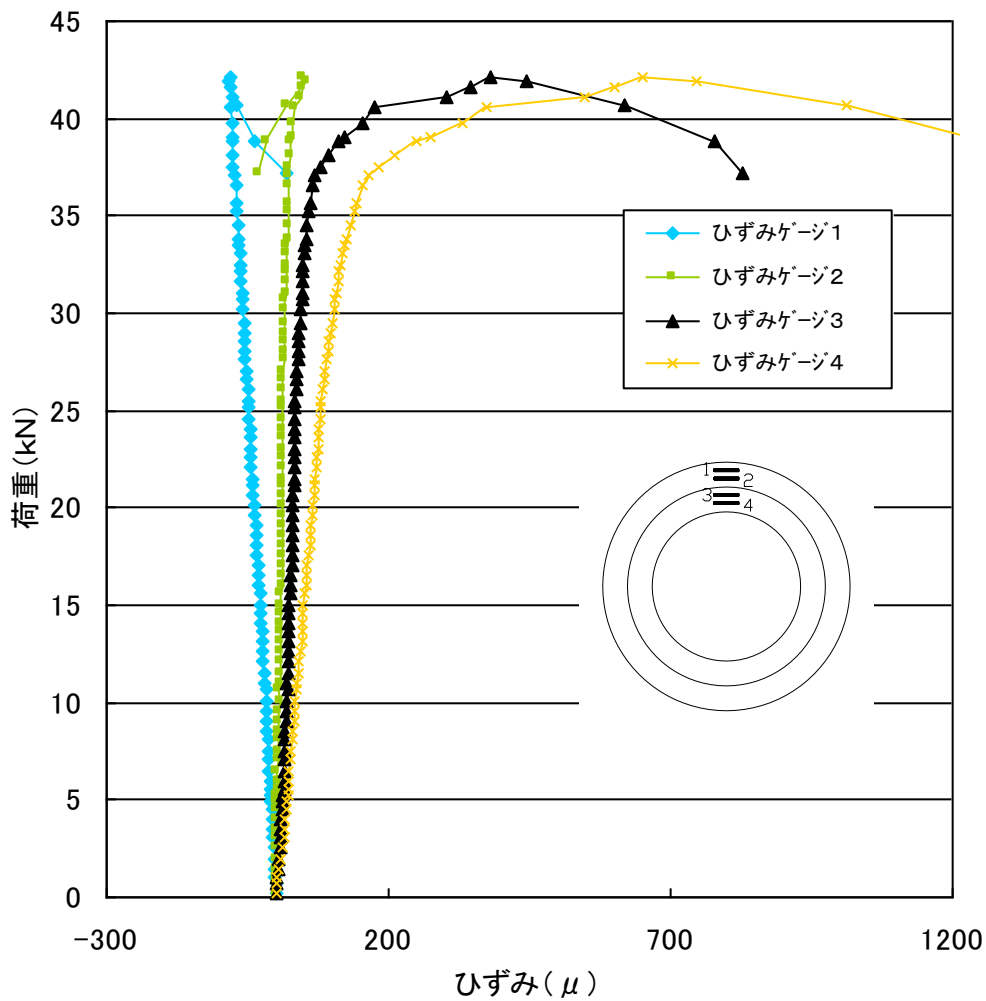


図 12-2-1 荷重-ひずみ曲線

充填材の接着強さの確認試験（タイプ 1）および既設管と更生材の界面における歪み挙動の確認試験（タイプ 2）の試験結果より既設管と更生管の一体性を確認した。

## 12-3 コンクリート板と更生材の複合体曲げ試験

### (1) 試験方法

本技術を用いて施工したコンクリート板と更生材の複合体に、ひずみゲージをコンクリート板、更生材、コンクリート板と更生材の界面部に貼付し、曲げ試験をおこない、それぞれの荷重-ひずみ曲線図を示すことによって、コンクリート板と更生材の一体性を確認する。

### ①試験体の寸法測定

試験体（コンクリート板と更生材の複合体）の寸法測定結果を表 12-3-1 に示す。

表 12-3-1 試験体の寸法測定結果

長さ実測値 (mm)	幅実測値 (mm)	高さ実測値 (mm)
430	80	120

### ②試験体の製作

コンクリート板とかん合・表面部材の間に充填材を注入し、試験体（コンクリート板と更生材の複合体）を作製する。試験体の製作状況を写真 12-3-1～12-3-2 に示す。



写真 12-3-1 試験体の製作状況（充填材注入）

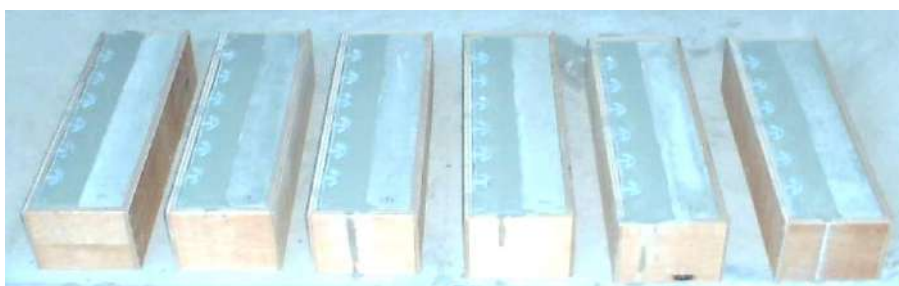


写真 12-3-2 試験体の製作完了状況

③ 曲げ試験

曲げ試験の概要図を図 12-3-1、試験状況を写真 12-3-3 に示す。



図 12-3-1 曲げ試験概要図



写真 12-3-3 コンクリート板と更生材の複合体曲げ試験状況

(2) 試験結果

(財) 日本建築総合試験所で実施した複合体曲げ試験の界面状況を写真 12-3-4～写真 12-3-9、荷重－ひずみ曲線図を図 12-3-2～図 12-3-7 に示す。

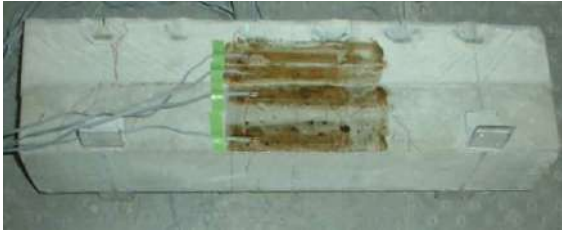


写真 12-3-4 複合体の界面状況  
(フローリングモルタル 1号)

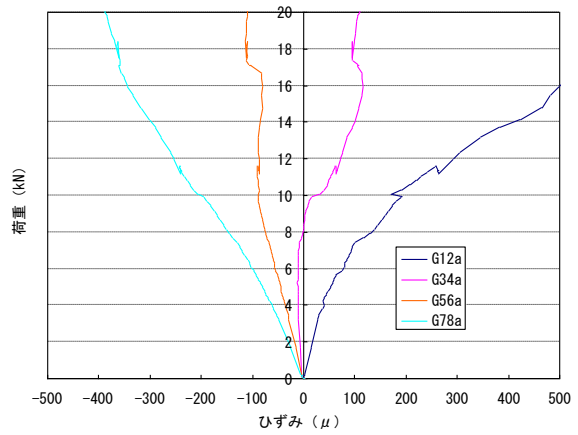


図 12-3-2 荷重－ひずみ曲線  
(フローリングモルタル 1号)

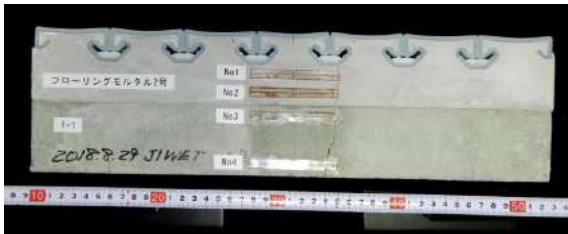


写真 12-3-5 複合体の界面状況  
(フローリングモルタル 2号)

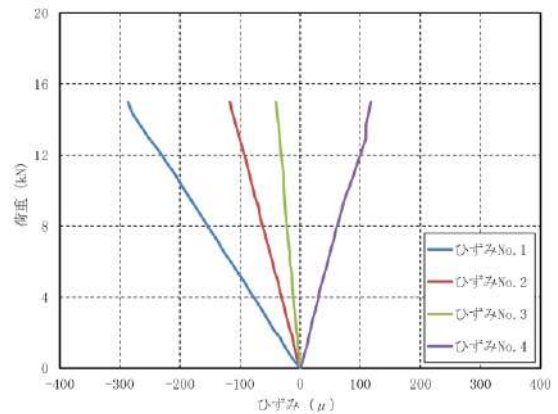


図 12-3-3 荷重－ひずみ曲線  
(フローリングモルタル 2号)

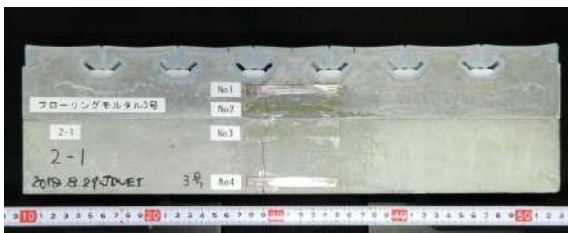


写真 12-3-6 複合体の界面状況  
(フローリングモルタル 3号)

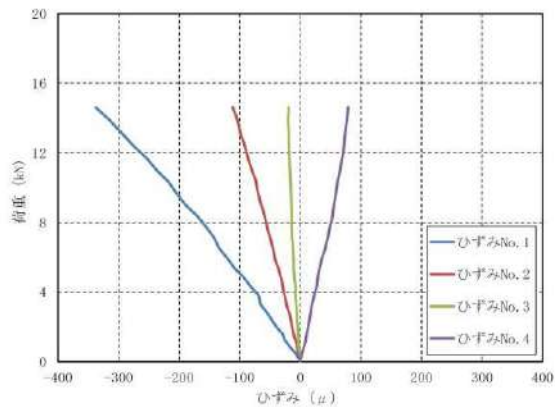


図 12-3-4 荷重－ひずみ曲線  
(フローリングモルタル 3号)



写真 12-3-7 複合体の界面状況  
(フローリングモルタル1号)

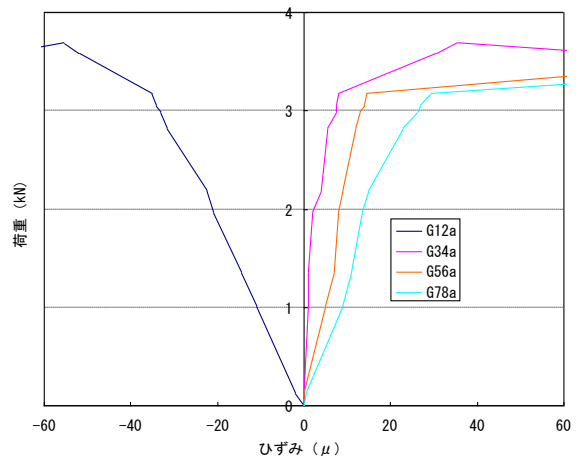


図 12-3-5 荷重-ひずみ曲線  
(フローリングモルタル1号)

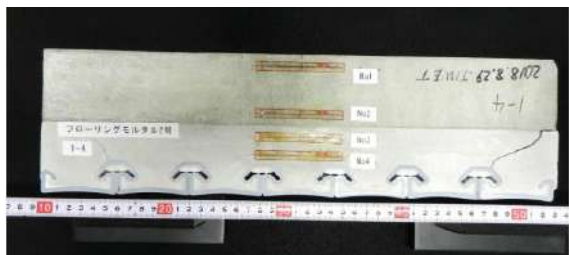


写真 12-3-8 複合体の界面状況  
(フローリングモルタル2号)

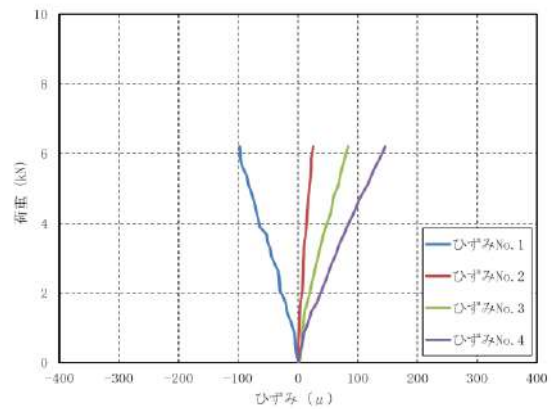


図 12-3-6 荷重-ひずみ曲線  
(フローリングモルタル2号)

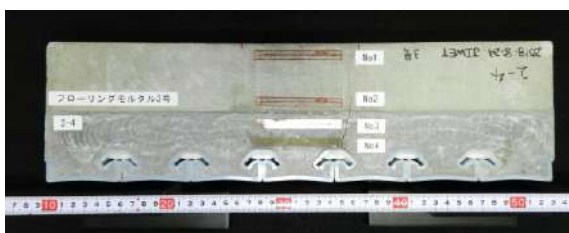


写真 12-3-9 複合体の界面状況  
(フローリングモルタル3号)

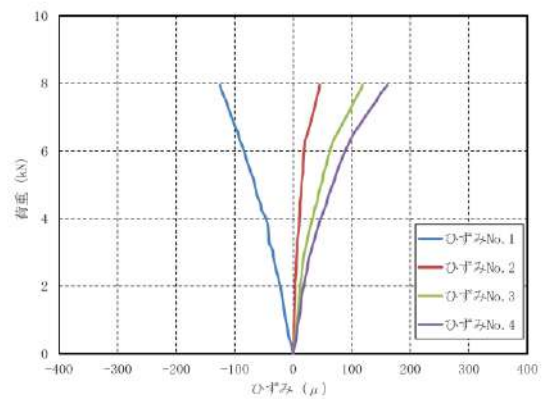


図 12-3-7 荷重-ひずみ曲線  
(フローリングモルタル3号)

コンクリート板と更生材の複合体を用いて曲げ試験を行い、既設管と更生材の界面におけるひずみの挙動が、既設管と連続していることを確認した。

## 13. 施工性の確認試験

### 13-1 直線部の施工性確認

#### (1) 試験方法

図 13-1-1 に示すような両端にマンホールを設けた試験配管（呼び径 2,000、長さ 50 m）を使用し、水深約 30 cm の水を流した状態で更生作業を行い、流水下での施工性と充填材の充填状況を確認する。

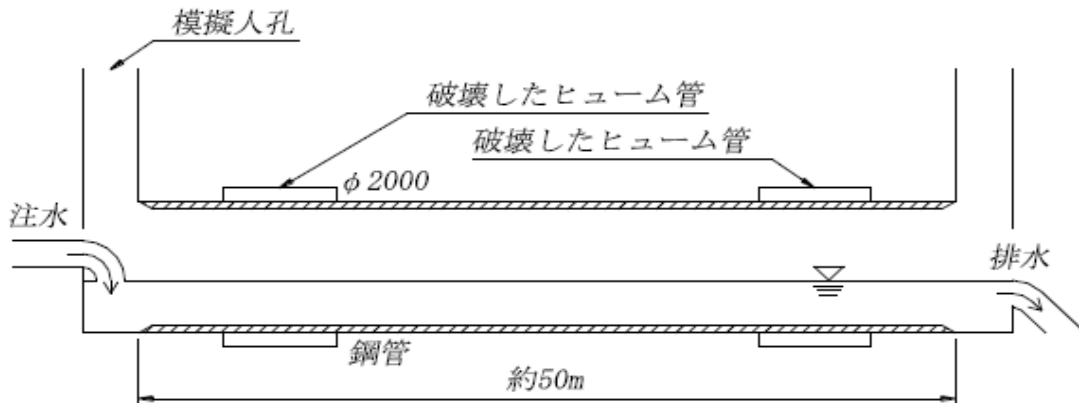


図 13-1-1 施工性の確認試験

#### (2) 試験結果

流水下で鋼製リングの組立て、ポリエチレン部材の組付け、充填材充填までの一連の作業ができることを確認した。また、試験配管の上部を取外し充填材の充填状況を確認した結果、天頂部まで隙間なく充填材が充填されていることを確認した。

写真 13-1-1～13-1-8 まで施工性試験の状況を示す。



写真 13-1-1 施工性の確認試験用配管



写真 13-1-2 鋼製リング搬入作業



写真 13-1-3 鋼製リングの組立て作業



写真 13-1-4 表面部材のかん合状況



写真 13-1-5 充填材充填用の型枠



写真 13-1-6 充填材充填の状況



写真 13-1-7 更生管内の仕上げ状況



写真 13-1-8 天頂部充填材充填の完了状況

## 13-2 継手部の施工性確認

### (1) 円形管の継手部の施工性

#### ①試験方法 A

図 13-2-1 に示すように呼び径 1,500 の円形鉄筋コンクリート管を接続した模擬配管において、鋼製リングの組立て、かん合部材および表面部材の組付けをおこない、特別な製管装置を用いることなく、段差 20 mm、屈曲角  $12^\circ$ 、隙間 200 mm の継手部の施工ができることを確認する。

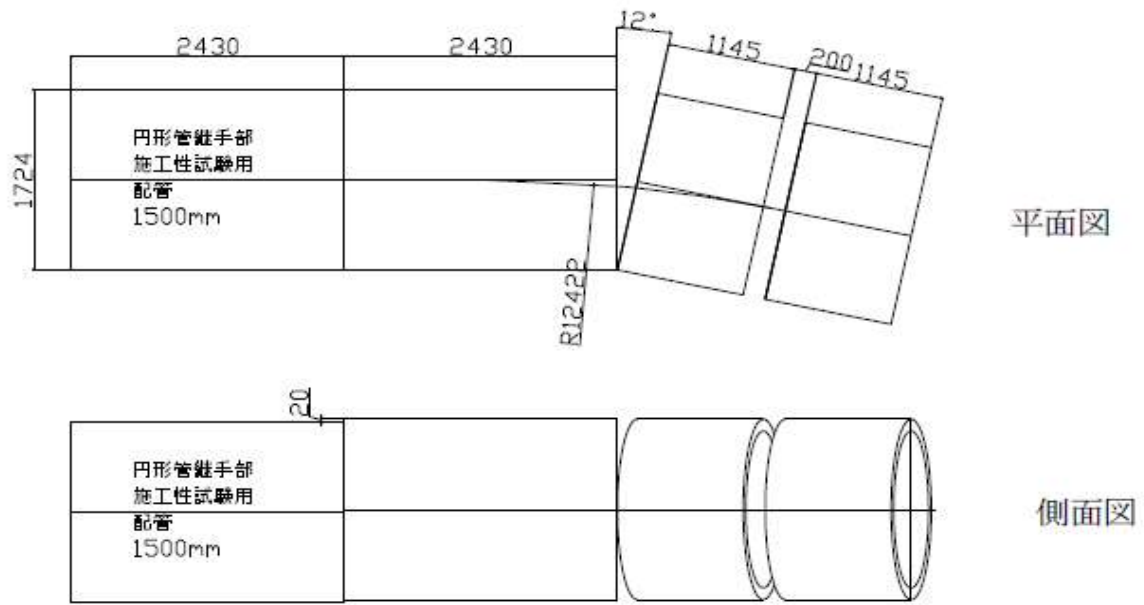


図 13-2-1 円形管継手部の施工性試験の配管図 (単位 mm)



写真 13-2-1 円形管継手部の施工性試験配管

②試験方法 B

図 13-2-2 に示すように呼び径 1,650 の円形鉄筋コンクリート管を接続した模擬配管において、鋼製リングの組立て、かん合部材および表面部材の組付けをおこない、特別な製管装置を用いることなく、所定の最大段差 30 mm の施工ができることを確認する。

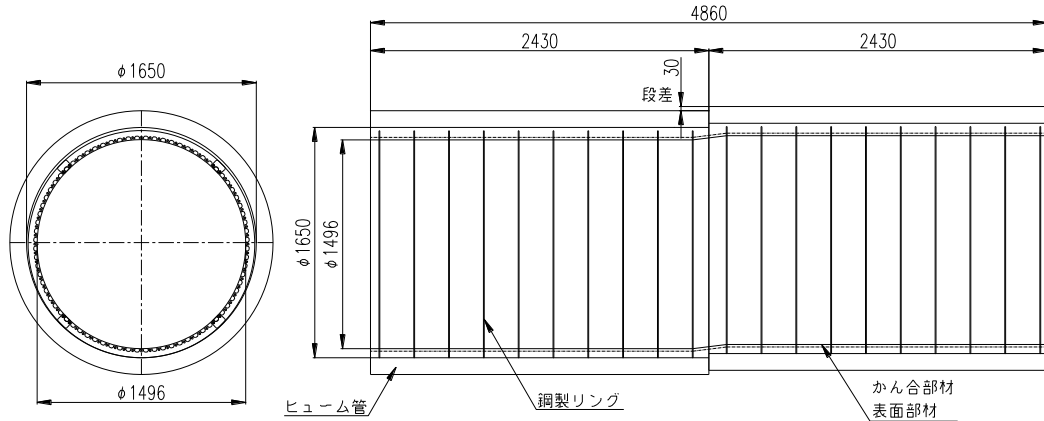


図 13-2-2 円形管段差部の施工性試験の配管図 (単位 mm)



写真 13-2-2 円形管段差部の施工性試験配管

③試験結果

円形の鉄筋コンクリート管内にて、鋼製リングの組立て、かん合部材および表面部材の組付けまでの作業を行うことにより、特別な製管装置を用いることなく、段差、屈曲、隙間の継手部の施工が可能であることを確認した。試験結果を表 13-2-1 に示す。写真 13-2-3～写真 13-2-11 に立会試験での確認状況を示す。

表 13-2-1 円形管継手部の施工性試験結果

継手状態	設定値	実測値	施工の可否
段差 (φ 1,500)	30 mm	30 mm	可
段差 (φ 1,650)	30 mm	32 mm	可
屈曲角 (φ 1,500)	12 °	11.75 °	可
隙間 (φ 1,500)	200 mm	200 mm	可



写真 13-2-3 呼び径 1,500 円形管 鋼製リング組立て完了状況

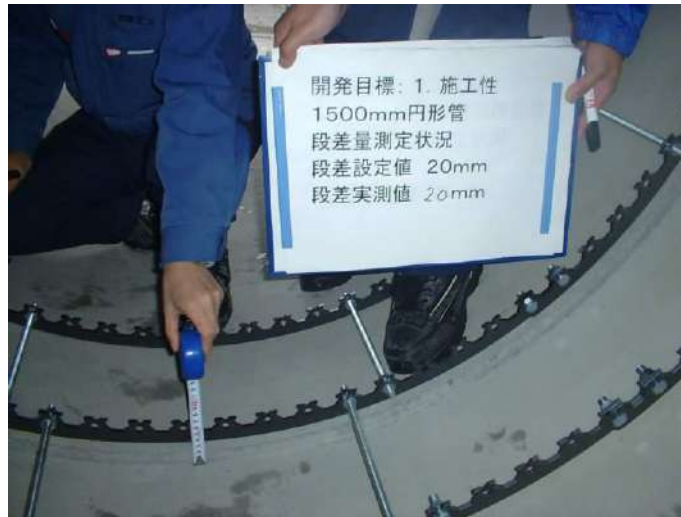


写真 13-2-4 呼び径 1,500 円形管段差部 段差量測定状況

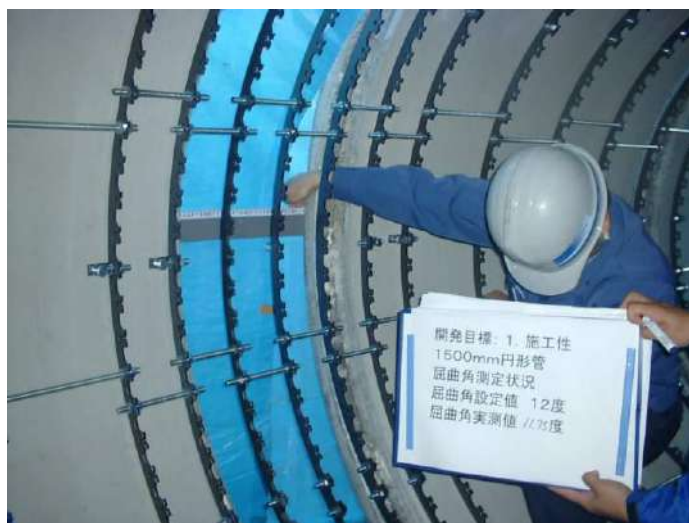


写真 13-2-5 呼び径 1,500 円形管 屈曲角測定状況



写真 13-2-6 呼び径 1,650 円形管段差部 段差量測定状況



写真 13-2-7 呼び径 1,500 円形管 かん合部材組立て状況

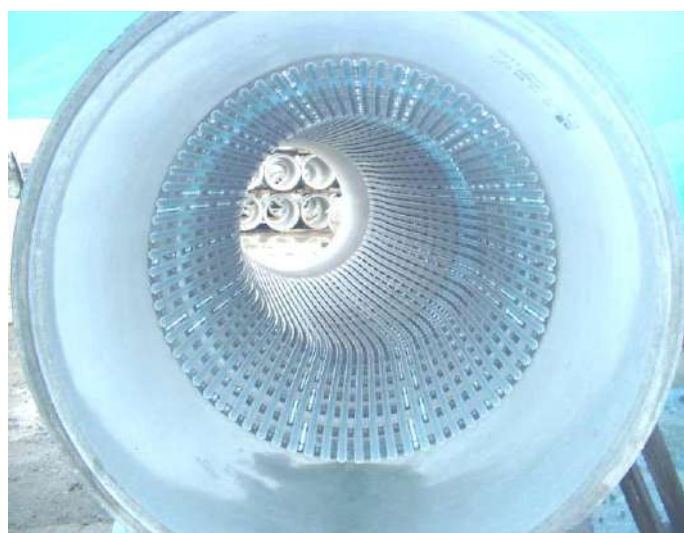


写真 13-2-8 呼び径 1,500 円形管 かん合部材組立て完了状況



写真 13-2-9 呼び径 1,500 円形管 表面部材組立て状況

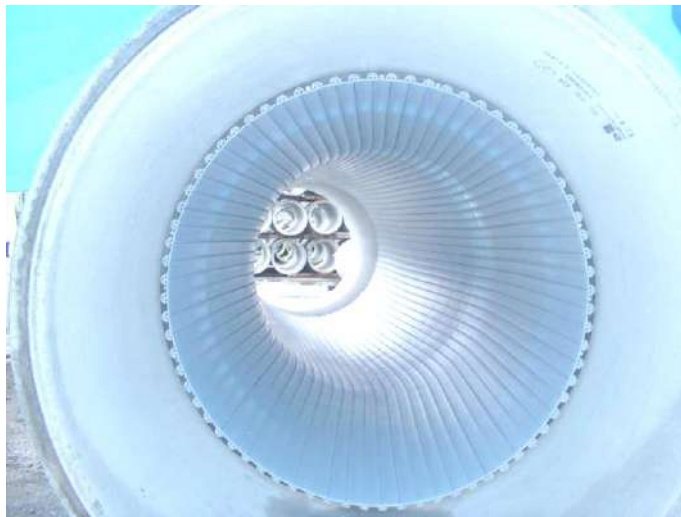


写真 13-2-10 呼び径 1,500 円形管 表面部材組立て完了状況



写真 13-2-11 呼び径 1,650 円形管 表面部材組立て完了状況

(2) 矩形管の継手部の施工性

①試験方法 A

図 13-2-3 に示すように呼び径 1,500×1,500 の矩形鉄筋コンクリート管を接続した模擬配管において、鋼製リングの組立て、かん合部材および表面部材の組付けをおこない、特別な製管装置を用いることなく、段差、屈曲、隙間の継手部の施工ができることを確認する。

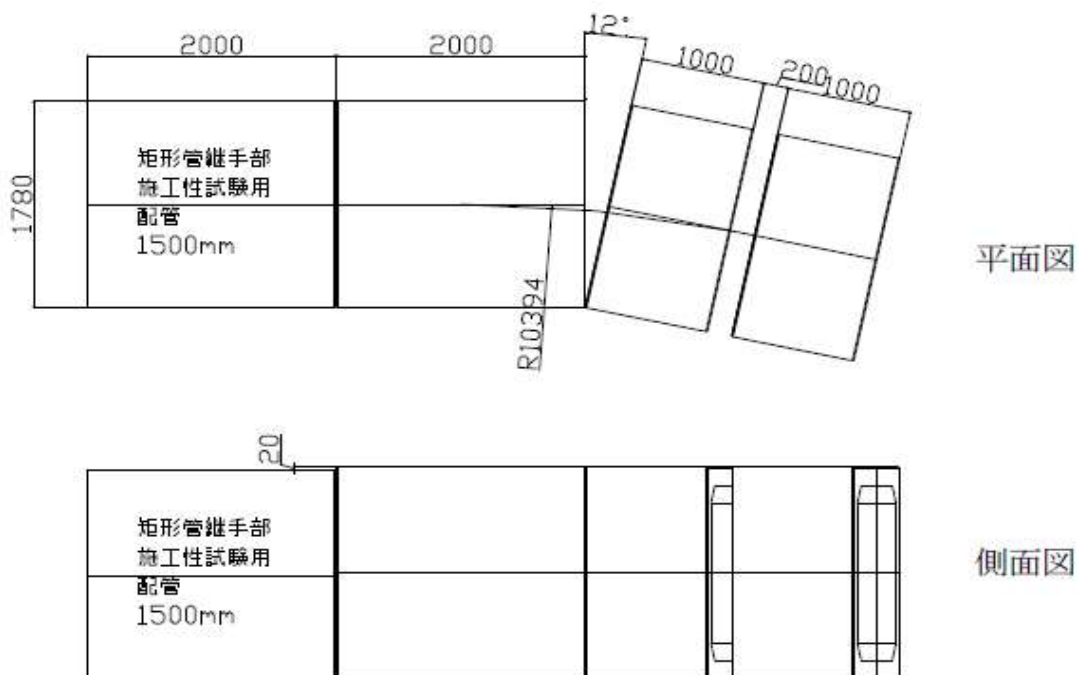


図 13-2-3 矩形管継手部の施工性試験の配管図 (単位 mm)



写真 13-2-12 矩形管継手部の施工性試験配管

②試験方法 B

図 13-2-4 に示すように呼び径 1,500×1,500 の矩形鉄筋コンクリート管を接続した模擬配管において、鋼製リングの組立て、かん合部材および表面部材の組付けをおこない、特別な製管装置を用いることなく、所定の最大段差 60 mm の施工ができることを確認する。

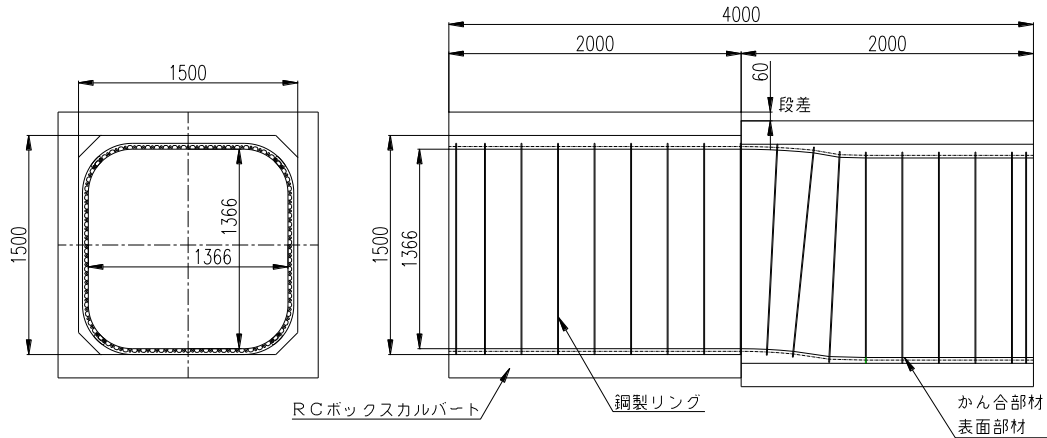


図 13-2-4 矩形管段差部の施工性試験の配管図（単位 mm）



写真 13-2-13 矩形管段差部の施工性試験配管

③試験方法 C

図 13-2-5 に示すように、内法曲率半径 3.6 m の呼び径 1,500×1,500 矩形鉄筋コンクリート管の更生を模擬し、鋼製リングの組立て、かん合部材および表面部材の組付けをおこない、特別な製管装置を用いることなく、曲線部の施工ができることを確認する。なお、鋼製リングは、最も厳しい条件である既設管幅 5,000 mm のとき外側間隔 125 mm の場合を想定して試験を行う。

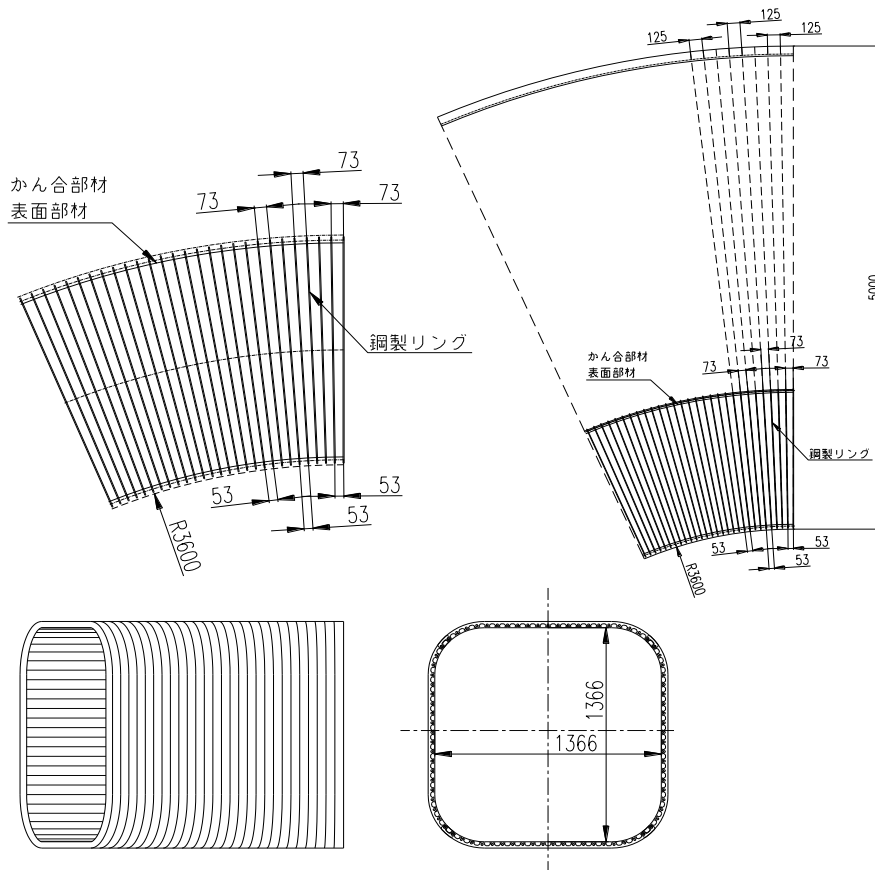


図 13-2-5 矩形管曲線部の施工性試験の配管図 (単位 mm)

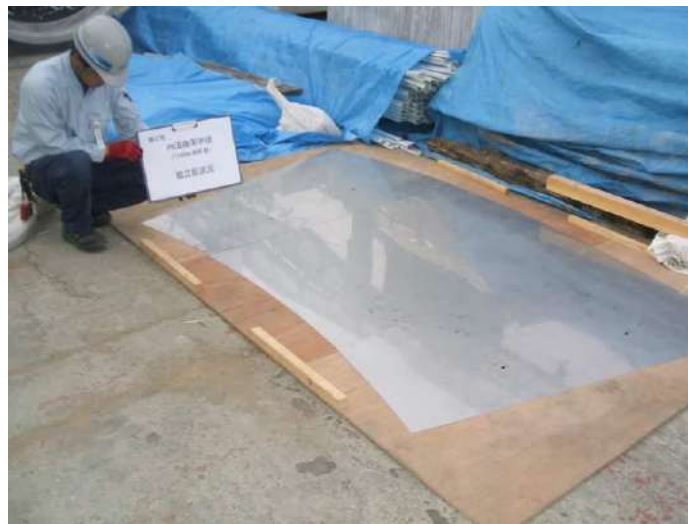


写真 13-2-14 矩形管曲線部の組立て前状況

#### ④試験結果

矩形の鉄筋コンクリート管内にて、鋼製リングの組立て、かん合部材および表面部材の組付けまでの作業を行うことにより、特別な製管装置を用いることなく、段差、屈曲、隙間の継手部の施工が可能であることを確認した。試験結果を表 13-2-2 に示す。

表 13-2-2 矩形管継手部の施工性試験結果

継手状態	設定値	実測値	施工の可否
段差 (□1,500)	60 mm	63 mm	可
屈曲角 (□1,500)	12 °	12.33 °	可
内法曲率半径 (□1,500)	3.6 m	3.6 m	可
隙間 (□1,500)	200 mm	220 mm	可

写真 13-2-15～写真 13-2-22 に立会試験での確認状況を示す。



写真 13-2-15 1,500 mm 矩形管 鋼製リング組立て完了状況



写真 13-2-16 1,500 mm 矩形管 段差量測定状況



写真 13-2-17 1,500 mm 矩形管 屈曲角測定状況



写真 13-2-18 1,500 mm 矩形管 かん合部材組立て状況

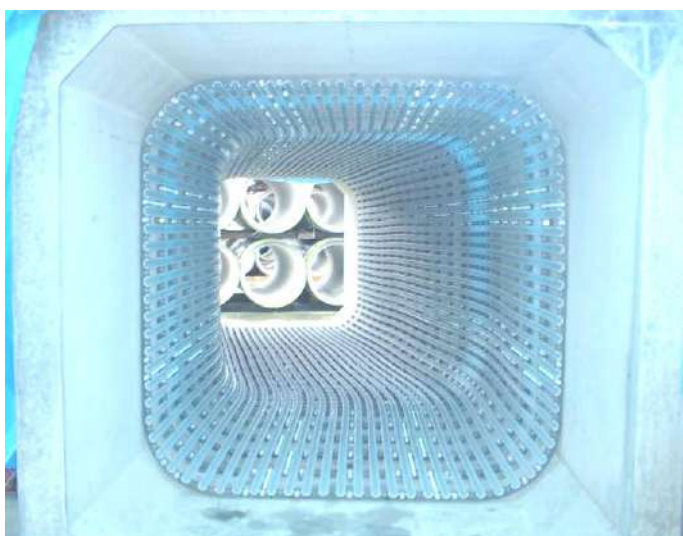


写真 13-2-19 1,500 mm 矩形管 かん合部材組立て完了状況



写真 13-2-20 1,500 mm 矩形管 表面部材組立て状況

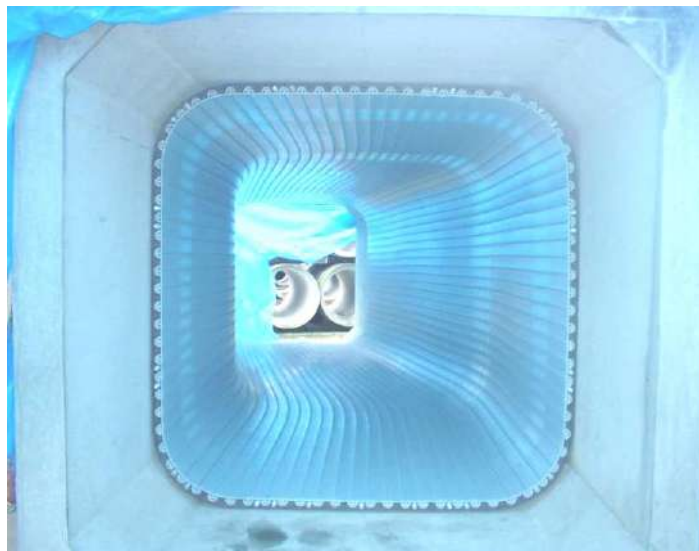


写真 13-2-21 1,500 mm 矩形管 表面部材組立て完了状況



写真 13-2-22 1,500 mm 矩形管 内法曲率半径測定状況

### 13-3 充填材注入の施工性確認

#### (1) 円形管の充填材注入の施工性

##### ① 試験方法

図 13-3-1 に示すように呼び径 1,500 の円形の鉄筋コンクリート管を 3 本接続した模擬配管において、5 m の長さに鋼製リングの組立て、かん合部材および表面部材の組付け、つま型枠の設置および充填材の注入をおこない施工性および仕上がり状況を確認する。

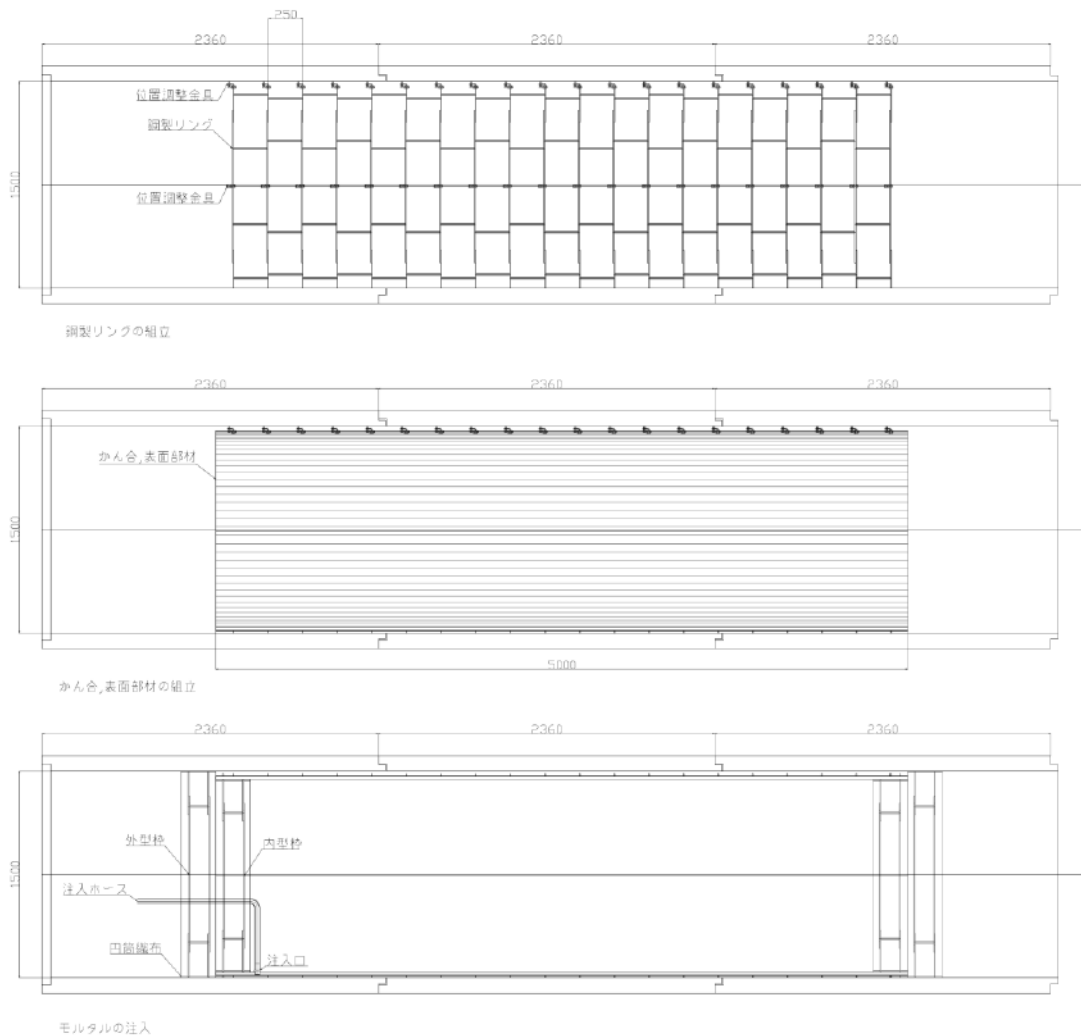


図 13-3-1 円形管の施工性試験の概略図（単位 mm）

##### ② 試験結果

円形の鉄筋コンクリート管内にて、鋼製リングの組立て、かん合部材および表面部材の組付け、つま型枠の設置、充填材の注入までの作業を行うことにより、特別な製管装置を用いることなく、施工が可能であることを確認した。

写真 13-3-1～写真 13-3-3 に立会試験での確認状況を示す。



写真 13-3-1 フロー値の測定 ( 304 mm × 303 mm)



写真 13-3-2 1,500 mm 円形管 充填材注入状況



写真 13-3-3 1,500 mm 円形管 更生完了

## (2) 矩形管の充填材注入の施工性

### ① 試験方法

図 13-3-2 に示すように呼び径 1,500 の矩形の鉄筋コンクリート管 1 本を使用した模擬配管において、鋼製リングの組立て、かん合部材および表面部材の組付け、つま型枠の設置および充填材の注入を数回に分けておこない、頂版部の注入および仕上がり状況を確認する。

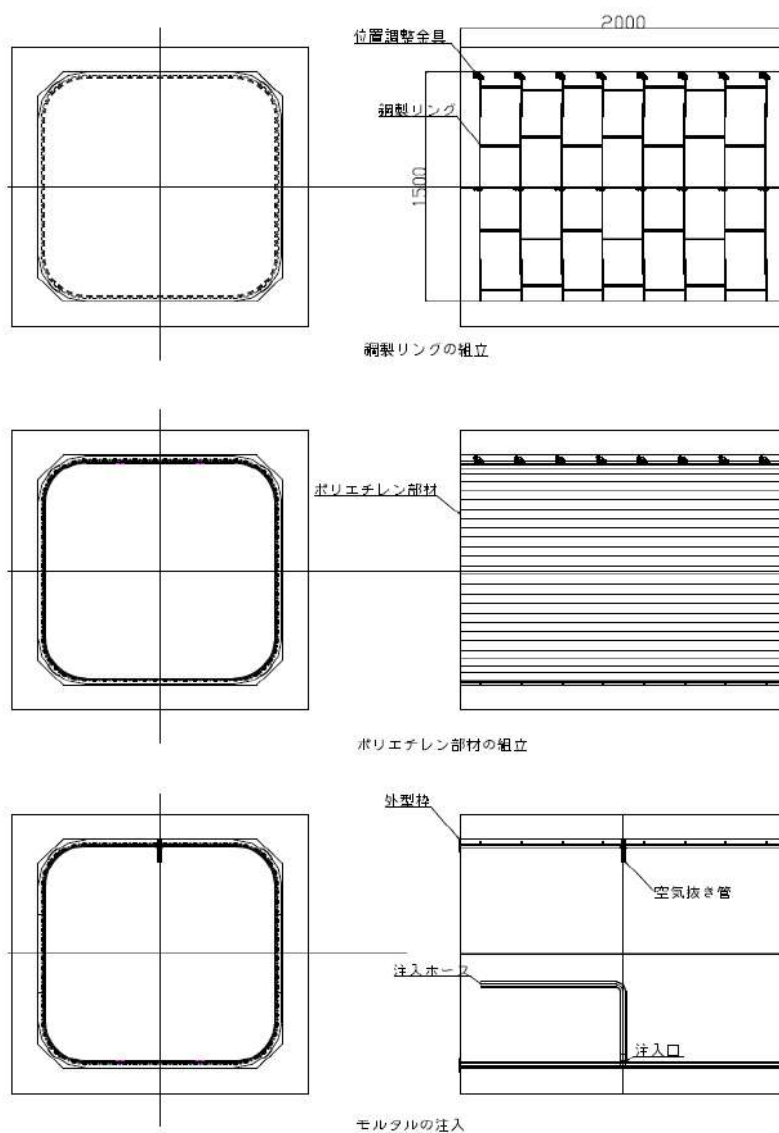


図 13-3-2 矩形管の施工性試験の概略図（単位 mm）

### ② 試験結果

矩形の鉄筋コンクリート管内にて、鋼製リングの組立て、かん合部材および表面部材の組付け、つま型枠の設置、充填材の注入までの作業を行うことにより、特別な製管装置を用いることなく、施工が可能であることを確認した。

写真 13-3-4～写真 13-3-6 に立会試験での確認状況を示す。



写真 13-3-4 フロー値の測定 ( 295 mm × 295 mm)

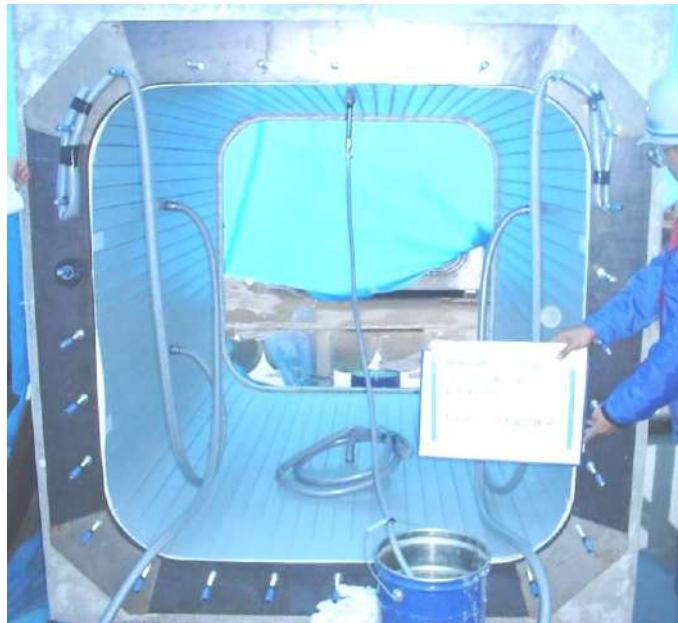


写真 13-3-5 1,500 mm 矩形管 充填材注入状況



写真 13-3-6 1,500 mm 矩形管 更生完了

### 13-4 高さ調整の施工性確認

#### (1) 円形管の高さ調整

##### ①試験方法

水平に設置した円形の鉄筋コンクリート管に高低差をつけながら、鋼製リングの組立て、かん合部材および表面部材の組付けをおこない、組みあがった表面部材の高低差を計測することにより確認する。図 13-4-1 に高さ調整試験の概略図を示す。

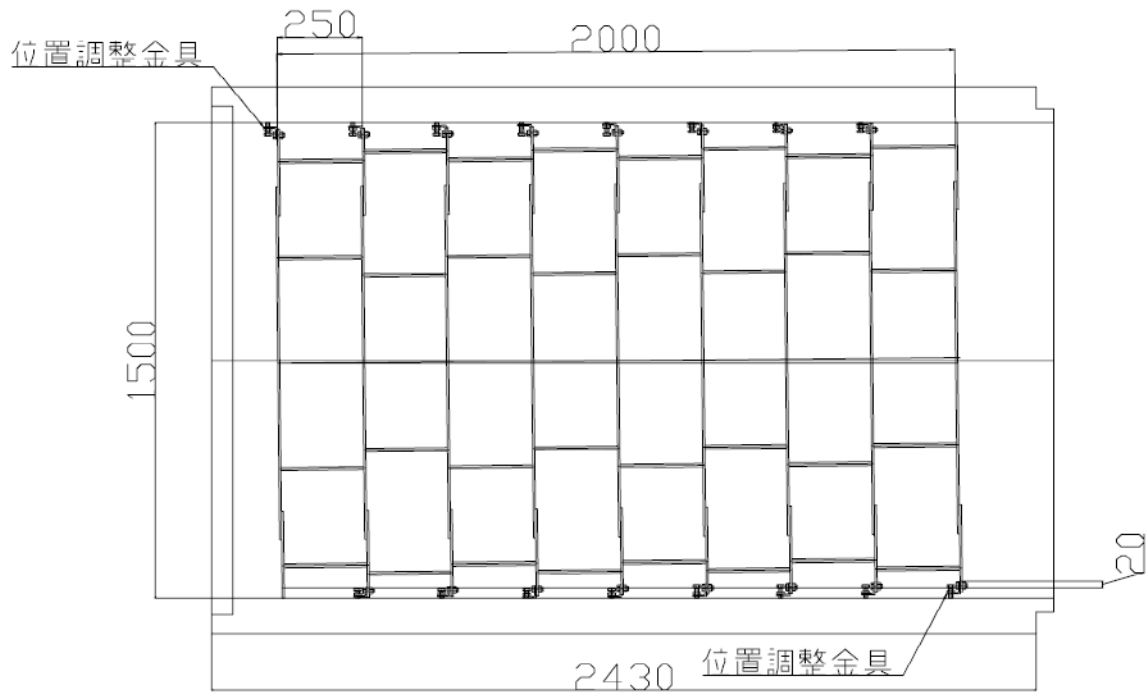


図 13-4-1 円形管の高さ調整試験の概略図 (単位 mm)

##### ②試験結果

円形管の高さ調整試験結果を表 13-4-1 に示す。高さ調整試験状況を写真 13-4-1～写真 13-4-3 に示す。

表 13-4-1 円形管の高さ調整試験結果

測定点	高低差実測値 (mm)	目標値 (mm)
鉄筋コンクリート管の高低差 : A	0	—
更生管の高低差 : B	19	—
高さ調整量 : B-A	19	20



写真 13-4-1 円形管の高さ調整状況（勾配の調整）



写真 13-4-2 鋼製リング高低差確認（実測値 19 mm）



写真 13-4-3 更生管の高低差確認（実測値 19 mm）

## (2) 矩形管の高さ調整

### ①試験方法

矩形の鉄筋コンクリート管に高低差をつけながら、鋼製リングの組立て、かん合部材および表面部材の組付けをおこない、組みあがった表面部材の高低差を計測することにより確認する。図 13-4-2 に高さ調整試験の概略図を示す。

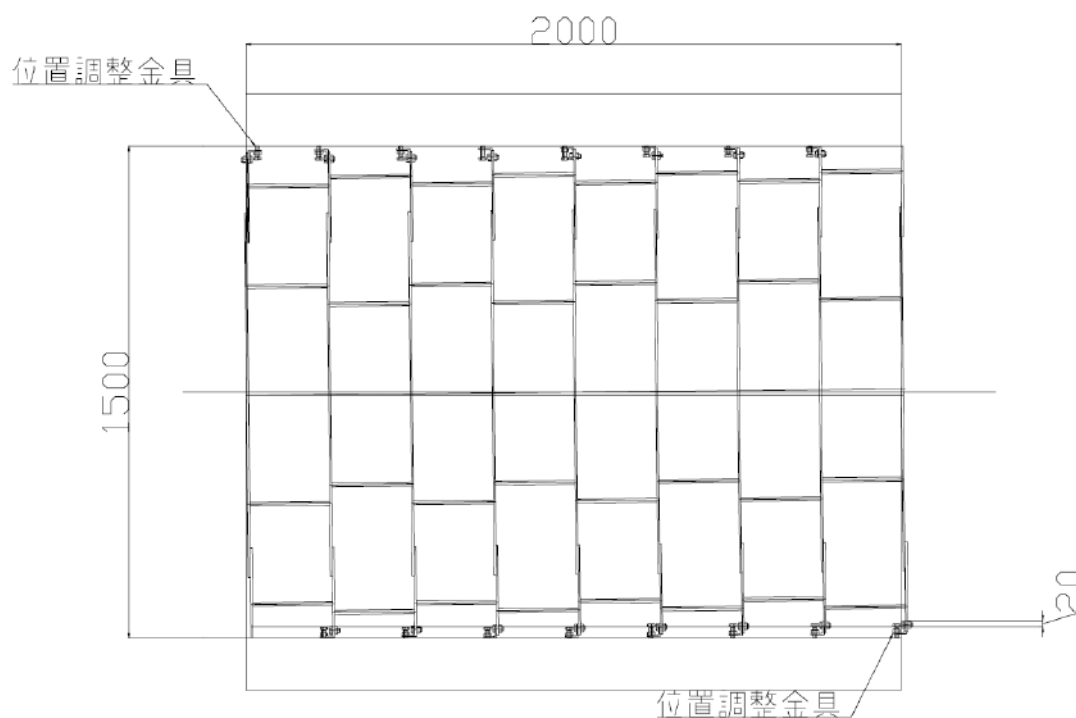


図 13-4-2 矩形管の高さ調整試験の概略図 (単位 mm)

### ②試験結果

矩形管の高さ調整試験結果を表 13-4-2 に示す。高さ調整試験状況を写真 13-4-4～写真 13-4-6 に示す。

表 13-4-2 矩形管の高さ調整試験結果

測定項目	高低差実測値 (mm)	目標値 (mm)
鉄筋コンクリート管の高低差 : A	18	—
更生管の高低差 : B	41	—
高さ調整量 : B-A	23	20



写真 13-4-4 矩形管の長さ測定状況



写真 13-4-5 鋼製リング高低差確認 (実測値 23 mm)



写真 13-4-6 更生管の高低差確認 (実測値 23 mm)

### 13-5 下水供用下の施工性確認

#### (1) 水深 30 cm 以下の施工性

##### ①試験方法

水深 30 cm 以下の施工性については、管内水替えの施工実績により確認する。

##### ②試験結果

水深 30 cm 以下の条件での管内水替えによる施工実績を表 13-5-1 に、施工状況を写真 13-5-1～写真 13-5-9 に示す。水深 30 cm 以下の下水供用下の施工性については、管内水替えの施工実績により確認した。

表 13-5-1 管内水替えによる施工実績

工事場所	既設管寸法 (mm)	水深 (cm)	水替え方法	写真
東京都	φ 1,120	5	管内水替え	写真 13-5-1～3
東京都	φ 1,100	5	管内水替え	写真 13-5-4～6
東京都	幅 1,800, 高さ 1,480	30	管内水替え	写真 13-5-7～9



写真 13-5-1 管内水替え状況



写真 13-5-2 鋼製リング組立て状況



写真 13-5-3 表面部材組付け状況



写真 13-5-4 下水供用状況



写真 13-5-5 管内水替え状況



写真 13-5-6 表面部材組付け状況



写真 13-5-7 管内水替え状況



写真 13-5-8 鋼製リング組立て状況



写真 13-5-9 表面部材組付け状況

(2) 水深 60 cm 以下の施工性

① 試験方法

地上に設置した非円形の鉄筋コンクリート管きょ内に水深 60 cm 以下、流速 0.12 m/sec 以下の条件で通水し、仕切板を設置する管内締切方法により、鋼製リングの組立てと高密度ポリエチレン部材の組付けをおこない、施工ができることを確認する。また、通水状態で充填材（モルタル）の注入ができることを確認する。

A. 仕切板の設置による下水供用下の試験方法

図 13-5-1 に示すように、幅 2,000 mm、高さ 1,500 mm の矩形鉄筋コンクリート管を接続した模擬配管において、水深 60 cm 以下、流速 0.12 m/sec 以下で通水する。仕切板を設置する管内締切方法により、管内断面の半分を締切状態にして排水する。締切ヶ所で鋼製リングの組立て、かん合部材と表面部材の組付けをおこない、特別な製管装置を用いることなく、施工ができることを確認する。

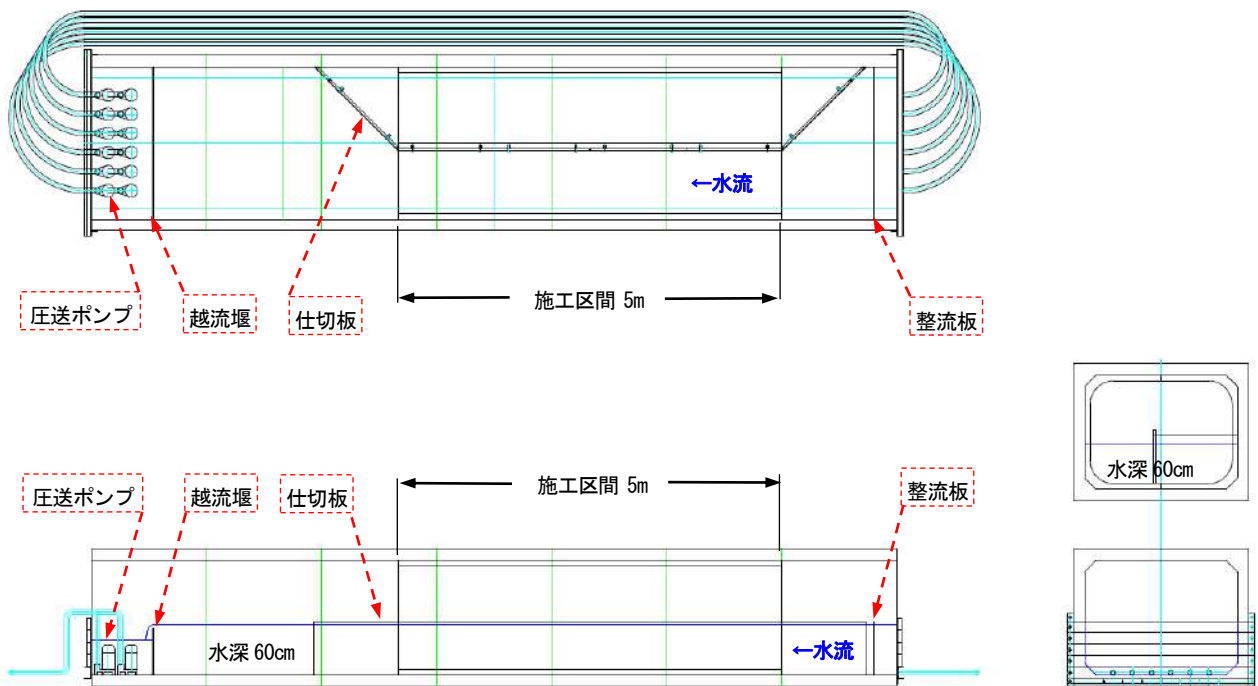


図 13-5-1 仕切板の設置による下水供用下の施工性試験概要図

B. 通水時の試験方法

図 13-5-2 に示すように、幅 2,000 mm、高さ 1,500 mm の矩形鉄筋コンクリート管を接続した模擬配管において、水深 60 cm 以下、流速 0.12 m/sec 以下で通水をおこなう。通水時に充填材（モルタル）の注入をおこない、特別な製管装置を用いることなく、施工ができることを確認する。

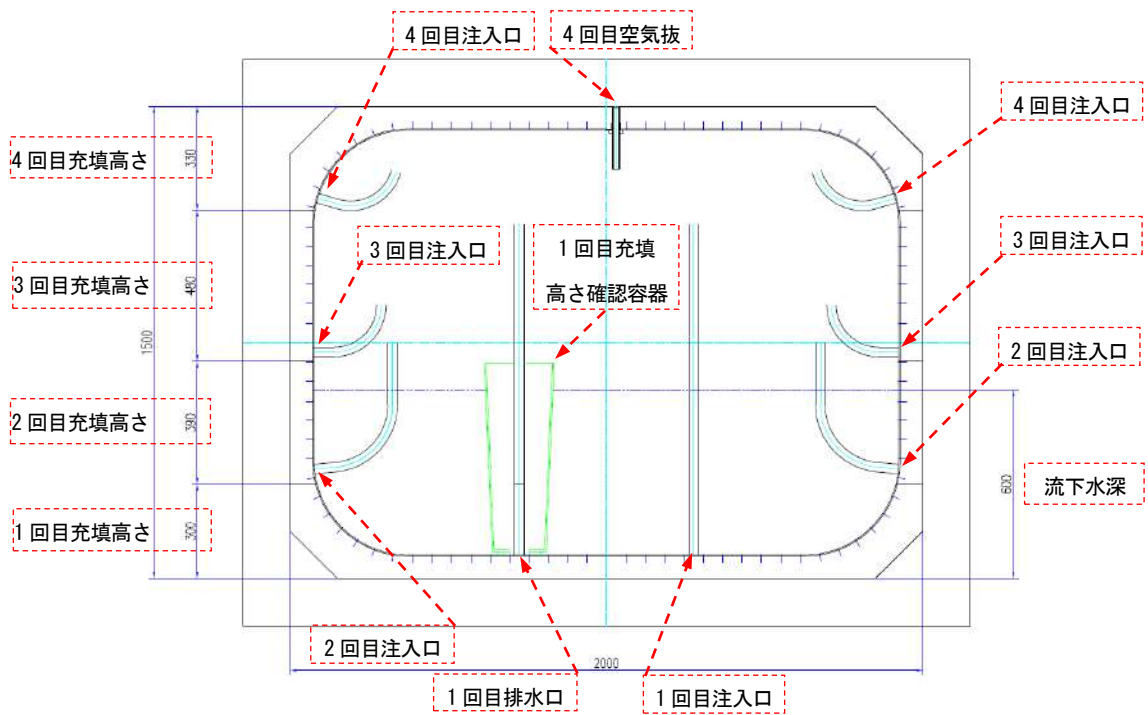
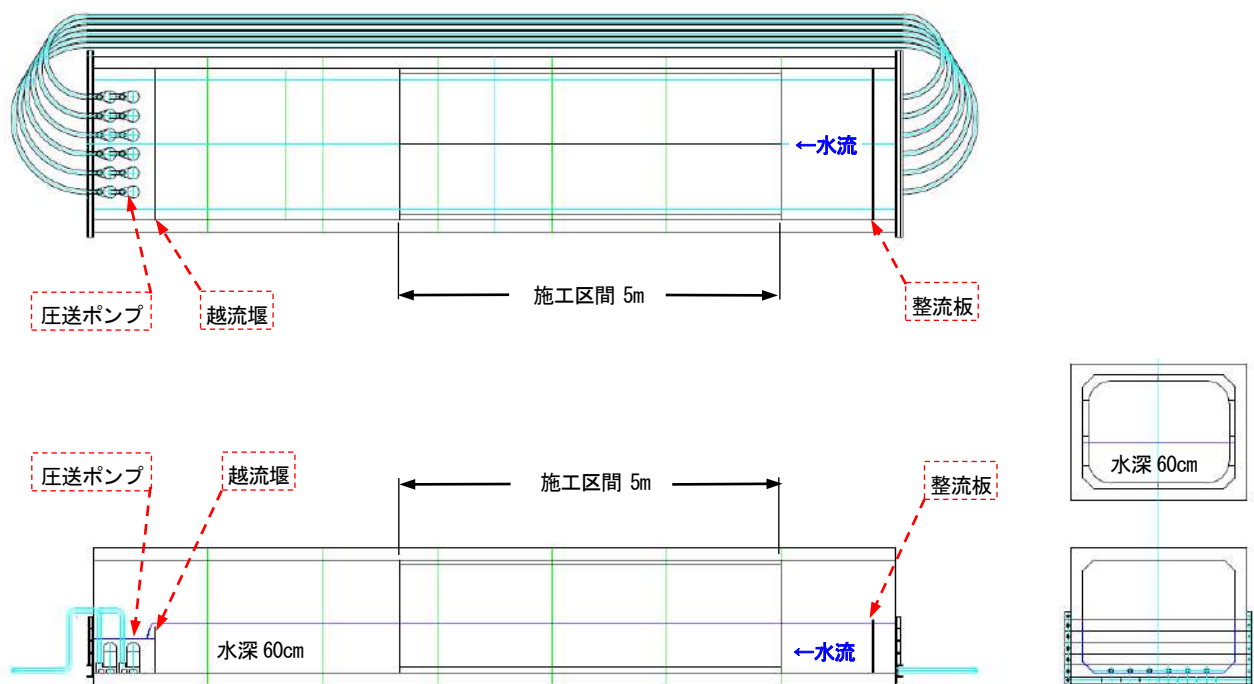


図 13-5-2 通水時の施工性試験概要図

②試験結果

A. 仕切板の設置による下水供用下の試験結果

幅 2,000 mm、高さ 1,500 mm の矩形鉄筋コンクリート管を接続した模擬配管において、水深 60 cm、流速 0.16 m/sec 以下で通水をおこなった。仕切板を設置する管内締切方法により、管内断面の半分を締切状態にして排水する。締切ヶ所で鋼製リングの組立て、かん合部材および表面部材の組付けをおこない、特別な製管装置を用いることなく、施工ができることを確認した。試験結果を表 13-5-2 に示す。写真 13-5-10～写真 13-5-17 に確認状況を示す。

表 13-5-2 仕切板の設置による下水供用下の試験結果

施工部分	管内寸法 (mm)	水深 (cm)	流速 (m/sec)	施工内容	施工結果
管内左側 管内右側	幅 2,000 高さ 1,500	64	0.16	締切板の搬入	可能
				締切板の組立て	可能
				締切板内の排水	可能
				鋼製リング組立て	可能
				かん合部材の組付け	可能
				表面部材の組付け	可能
				つま型枠の取付け	可能



写真 13-5-10 模擬配管(上流側)



写真 13-5-11 模擬配管(下流側)



写真 13-5-12 水深・流速測定状況



写真 13-5-13 上流側仕切板設置状況



写真 13-5-14 鋼製リング組立て状況



写真 13-5-15 かん合部材組付け完了状況



写真 13-5-16 表面部材組付け状況



写真 13-5-17 つま型枠組立て状況

#### B. 通水時の試験結果

幅 2,000 mm、高さ 1,500 mm の矩形鉄筋コンクリート管を接続した模擬配管において、水深 60 cm、流速 0.12 m/sec 以下で通水した。通水時に充填材（モルタル）の注入をおこない、特別な製管装置を用いることなく、施工ができることを確認した。試験結果を表 13-5-3 に示す。写真 13-5-18～写真 13-5-25 に試験状況を示す。

充填材の硬化後に上流と下流のつま型枠を撤去し、管口状況を目視で観察した結果、1 回目と 2 回目の充填材の打ち継ぎ部分が一体化していることを確認した。写真 13-5-26～写真 13-5-29 に充填材の打ち継ぎ部の確認状況を示す。

表 13-5-3 通水時の試験結果

施工部分	管内寸法 (mm)	水深 (cm)	流速 (m/sec)	施工内容	施工結果
全断面	幅 2,000 高さ 1,500	65	0.12	1 回目充填材注入	可能
		65	0.12	2 回目充填材注入	可能
		65	0.12	3 回目充填材注入	可能
		65	0.12	4 回目充填材注入	可能



写真 13-5-18 水深・流速測定状況



写真 13-5-19 フロー値測定状況



写真 13-5-20 圧縮試験体採取状況



写真 13-5-21 充填材 1 回目注入状況



写真 13-5-22 充填材 1 回目注入状況



写真 13-5-23 水深・流速測定状況



写真 13-5-24 充填材 4 回目注入状況

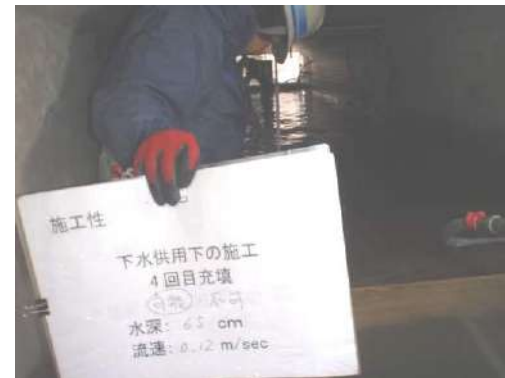


写真 13-5-25 充填材 4 回目注入状況



写真 13-5-26 上流側管口状況



写真 13-5-27 充填材打ち継ぎ状況



写真 13-5-28 下流側管口状況

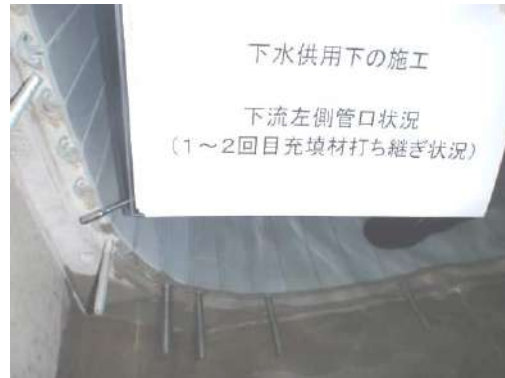


写真 13-5-29 充填材打ち継ぎ状況

## 14. 管軸方向の耐震性

### (1) 試験方法

管軸方向の耐震性に関しては、「ガイドライン（2017）」の耐震性に定める耐震実験による表面部材等の継手部の照査を行い、確認する。

耐震性試験は、更生後の鉄筋コンクリート管の継手部に、地盤の永久ひずみ 1.5 % による抜け出し量 36.5 mm およびレベル 2 地震動を想定した際の地盤沈下による屈曲角  $1.0^\circ$  を同時に与えた後、0.1 MPa の内水圧を 3 分間負荷し漏水がないことを確認する。耐震性の試験装置概要図を図 14-1 に示す。

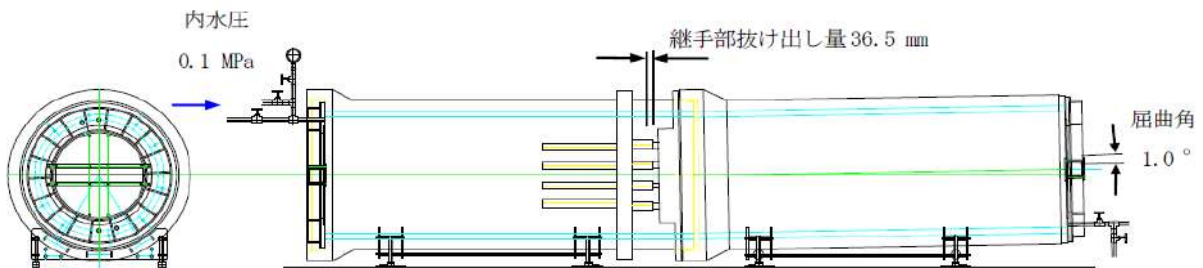


図 14-1 耐震性試験装置概要図（抜け出し量 36.5 mm、屈曲角  $1.0^\circ$ ）

### (2) 試験結果

更生後の鉄筋コンクリート管の継手部に、地盤の永久ひずみ 1.5 % による抜け出し量 36.5 mm およびレベル 2 地震動を想定した際の地盤沈下による屈曲角  $1.0^\circ$  を同時に与えた後、0.1 MPa の内水圧を 3 分間負荷し漏水がないことを確認した。

表 14-1 耐震性試験結果

試験条件	試験結果
抜け出し量 36.5 mm	抜け出し量 37.5 mm
屈曲角 $1.0^\circ$	屈曲角 $1.0^\circ$
内水圧 0.1 MPa で 3 分間保持	漏水無し



写真 14-1 継手部の軸方向変位と屈曲  $1.0^\circ$  の内水圧試験状況

## 15. 完全破壊試験

### (1) 試験方法

完全破壊試験は、外圧試験により一度破壊した呼び径 1000 の更生管に対して、再度外圧試験を実施する。更生管が完全に破壊するまで载荷して、垂直変位毎に更生管の内面を観察して表面部材の離脱等の有無を確認する。写真 15-1 に試験全景写真を示す。



写真 15-1 完全破壊試験 試験全景

### (2) 試験結果

更生管が完全に破壊しても表面部材の離脱が無いことを確認した。外圧試験により破壊した更生管を再び载荷しているため、参考値となるが、破壊荷重の測定値が新管の破壊荷重規格値を上回っていることを確認した。

試験結果を表 15-1、試験状況を写真 15-2～15-5 に示す。



写真 15-2 試験前状況



写真 15-3 250 mm 変位時状況（メス側）



写真 15-4 250 mm 変位時状況（オス側）

写真 15-5 250 mm 変位時状況（側面）

表 15-1 完全破壊試験の結果

垂直変位 (mm)	表面部材 離脱の有無	破 壊 状 況		
		荷 重 (kN)	高 さ (mm)	
			オス側	メス側
0	有 ・ 無	0	892 (幅 925)	898 (幅 922)
5	有 ・ 無	157		
60	有 ・ 無	90		
100	有 ・ 無	58	787	804
150	有 ・ 無	45	731	748
200	有 ・ 無	44	675	693
250	有 ・ 無	45	618 (幅 1,101)	632 (幅 1,089)

※ 外圧試験前の更生管 A1000R-1 の内径寸法はオス側 911×912、メス側 912×913

## 16. 充填材の強度特性

### 16-1 充填材の圧縮強度

#### (1) 試験方法

充填材の圧縮強度は、「円柱供試体を用いたモルタルまたはセメントペーストの圧縮強度試験方法（案）」（JSCE G505）に定める試験を行い、充填材の圧縮強度を確認する。試験体の作製状況を写真 16-1-1 に示す。



写真 16-1-1 試験体作製状況

#### (2) 試験結果

（財）日本建築総合試験所で実施した試験結果を表 16-1-1 に示す。充填材の圧縮強度は、規格値を満足することを確認した。

表 16-1-1 充填材の圧縮強度試験結果

試験体	試験結果 (N/mm <sup>2</sup> )		規格値 (N/mm <sup>2</sup> )
	測定値	平均値	
フローリング モルタル1号	45.4	46.0	24.0
	46.5		
	45.3		
	46.8		
フローリング モルタル2号	65.4	65.5	40.0
	65.9		
	65.4		
	65.2		
フローリング モルタル3号	80.1	78.0	24.0
	78.1		
	76.3		
	77.3		

## 16-2 充填材のヤング率

### (1) 試験方法

充填材のヤング率は、JIS A1149「コンクリートの静弾性係数試験方法」に定める試験を行い、充填材のヤング率を確認する。試験体の作製状況を写真 16-2-1 に示す。



写真 16-2-1 試験体作製状況

### (2) 試験結果

(財) 日本建築総合試験所で実施した試験結果を表 16-2-1 に示す。充填材のヤング率は、規格値を満足することを確認した。

表 16-2-1 充填材のヤング率試験結果

試験体	試験結果 (N/mm <sup>2</sup> )		規格値 (N/mm <sup>2</sup> )
	測定値	平均値	
フローリング モルタル1号	21,800	21,700	15,000
	22,000		
	21,400		
フローリング モルタル2号	24,700	24,500	20,000
	24,400		
	24,500		
フローリング モルタル3号	26,900	27,400	15,000
	27,600		
	27,700		

## 17. 鋼製リングの材料特性

---

### (1) 試験方法

鋼製リングの材料特性は、鋼製リングに使用している材料で引張試験片を作製し、JIS Z 2241「金属材料引張試験方法」に定める引張試験を行い、引張降伏強さおよびヤング係数を確認する。鋼製リングの引張試験状況を写真 17-1 に示す。



写真 17-1 鋼製リングの引張試験状況

### (2) 試験結果

(財) 建材試験センターで実施した試験結果を表 17-1 に示す。鋼製リングの引張降伏強さおよびヤング係数は、規格値を満足することを確認した。

表 17-1 鋼製リングの引張試験結果

項目	測定値	規格値
引張降伏強さ (MPa)	313	245 以上
ヤング係数 (GPa)	205	200 以上

## 18. 接合部の接合強さ

### (1) 試験方法

接合部の接合強さは、**図 18-1** に示す試験装置を使って表面部材に荷重をかけ、かん合部が外れる最大荷重を測定し、圧力換算して確認する。試験状況を**写真 18-1** に示す。

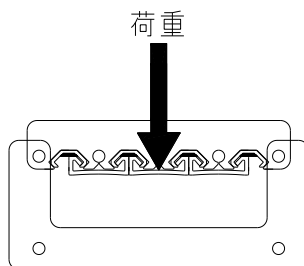


図 18-1 接合強さ試験装置

### (2) 試験方法

接合部の接合強さの試験結果を**表 18-1** に示す。接合部の接合強さは規格値0.01 MPa 以上であることを確認した。

表 18-1 接合部の接合強さ試験結果

項目	測定値	規格値
接合強さ (MPa)	0.089	0.01 以上



写真 18-1 接合部の接合強さ試験状況

## 19. 施工実施例

### 19-1 屈曲管きよの施工事例

工事概要

用途：下水道管きよ

施工時期：平成14年10月～2月

既設管径：矩形（ $h=1,200$  mm、 $w=1,500$  mm）

施工延長：130 m

線形：90° 屈曲（曲率半径10m）1個所、階段部1個所

既設管種：現場打ち RC 蓋掛け管きよ

既設管きよは、元々は現場築造された鉄筋コンクリート製の開きよであったが、現在はスラブを載せた状態の蓋掛け矩形管きよであり、階段部及び曲がり部を含んでいた。頂版部は腐食劣化が進み、土被りも浅く強度補強が必要とされた。このため現況に応じた強度計算を行い、十分強度を有する更生断面に決定した。

パルテム・フローリング工法は、表面部材を管長方向に配する構造になっているため、屈曲部の内外周差を吸収することができ、直線部と屈曲部を連続で施工することができた。また、階段部については、底版部が健全であったため門形で連続施工を行った。施工状態を写真19-1-1～19-1-3に示す。



写真 19-1-1 90° 屈曲部の施工状況



写真 19-1-2 直線部の施工状況



写真 19-1-3 階段部の施工状況

## 19-2 勾配調整を含む施工事例

工事概要

用途：下水道管きよ

施工時期：平成13年7月～10月

既設管径：馬蹄形

( $h=1,320$  mm、 $w=1,650$  mm)

施工延長：180 m

線形：直線

既設管種：現場打ち RC 馬蹄形管

本工事の既設管は戦前に築造された馬蹄形管きよであり、事前調査では管底コーナー部のコンクリート部の欠損や、一部鉄筋が露出している箇所が見られた。また、不等沈下により一部に逆勾配が発生しており、勾配調整が必要とされた。

そこで、鋼製リングを既設管形状に合わせて作製し、鋼製リング組立て時に勾配調整用金具を取付け、レーザーによる測量を行いながら鋼製リングの高さ調整を行った。また、充填材充填時の鋼製リングの浮上、変形を防止するため、鋼製リングをアンカーで既設管に固定した。

更生管の横断面図を図 19-2-1 に示す。また、勾配調整が必要であった箇所の既設管の縦断面図を図 19-2-2 に示す。

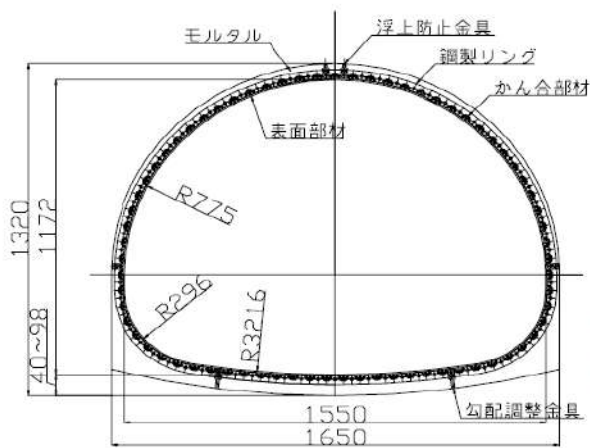


図 19-2-1 更生管の横断面図

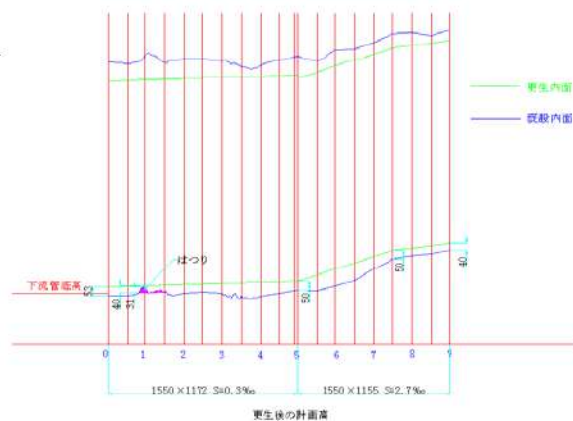


図 19-2-2 既設管の縦断面図

既設管の状況と施工状況を写真 19-2-1～19-2-4 に示す。



写真 19-2-1 既設管状況



写真 19-2-2 鋼製リングの組立て状況



写真 19-2-3 表面部材の組立て状況



写真 19-2-4 完成状況

## 20. 設計手法

既設管きよの劣化状態から強度検討の必要性の有無を決定する。強度設計が必要な場合は既設管の強度をもとに、既設管きよの強度検討を実施する。この時の計算方法としては、RC断面計算を採用しており、コンクリート標準示方書に基づく限界状態設計法もしくは許容応力度法のどちらかによる。

既設管の強度が不足している場合は、既設管との複合管とするか更生管単独とするかを決定し、既設管の強度検討と同様な流れで強度検討を実施する。設定した更生断面が強度的に不足する場合は、更生断面の変更を行い、強度的に十分となるまで繰り返し検討をする。設計の流れを図 20-1 に示す。

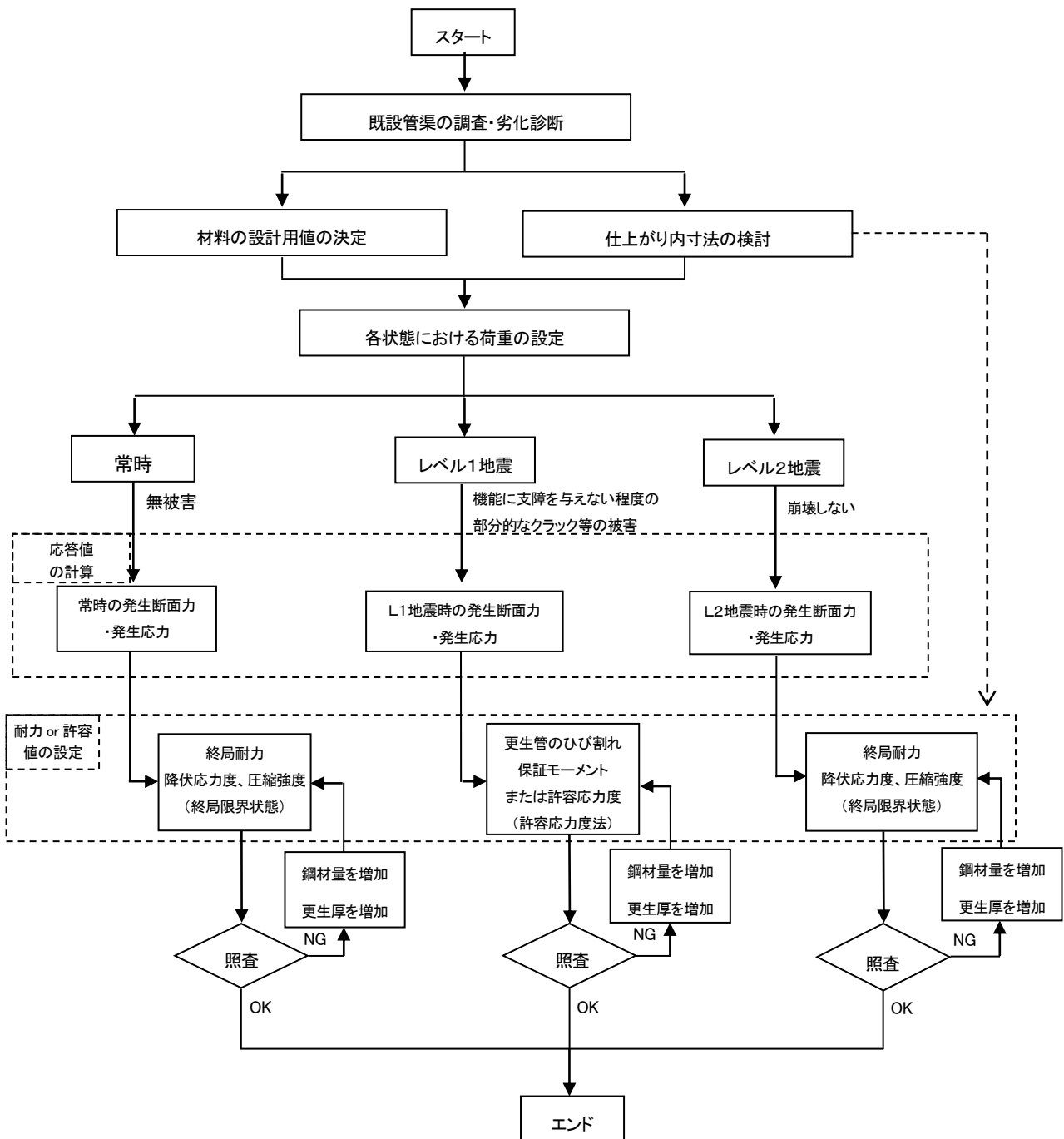


図 20-1 パルテム・フローリング工法 強度設計の流れ

## 21. パルテム・フローリング更生管の補正係数 $C_s$ 値

### 21-1 概要

「ガイドライン 2017」では、レベル 2 地震動に対する照査に構造物の靱性を考慮した補正係数  $C_s$  値が導入された。本項においては、外圧試験データから算出したパルテム・フローリング工法の補正係数  $C_s$  値を示す。なお、外圧試験データには建設技術審査証明に記載しているデータを用いており、新管を 20mm 以上減肉した更生管を対象としている。

### 21-2 $C_s$ 値算出方法

図 21-1 に示すように外圧試験の挙動は非線形応答であり、 $\square OCB \delta B$  は最大耐荷力点 B において更生管が蓄積しているひずみエネルギーを表している。弾性応答でそのひずみエネルギーと同じになる最大耐荷力点を E とする。すなわち、

$$\triangle O E \delta e = \square O C B \delta B \quad \dots \dots \dots \text{式①}$$

$C_s$  値は、線形応答時の最大耐荷荷重  $P_e$  に対する非線形応答時の最大耐荷荷重  $P_B$  の割合である。

$$C_s = P_B / P_e \quad \dots \dots \dots \text{式②}$$

$P_e$  の値は、 $\triangle O E \delta e$  が  $\triangle O C \delta C$  と相似関係にあることを利用して求める。相似比を  $n : 1$  とすると、

$$\begin{aligned} \triangle O C \delta C \times n^2 &= \triangle O E \delta e \\ &= \square O C B \delta B \quad (\text{式①より}) \end{aligned}$$

$$n = (\square O C B \delta B / \triangle O C \delta C)^{1/2} \quad \dots \dots \dots \text{式③}$$

②に  $P_e = P_C \times n$  を代入すると、式④により  $C_s$  値を求めることができる。

$$C_s = P_B / (P_C \times n) \quad \dots \dots \dots \text{式④}$$

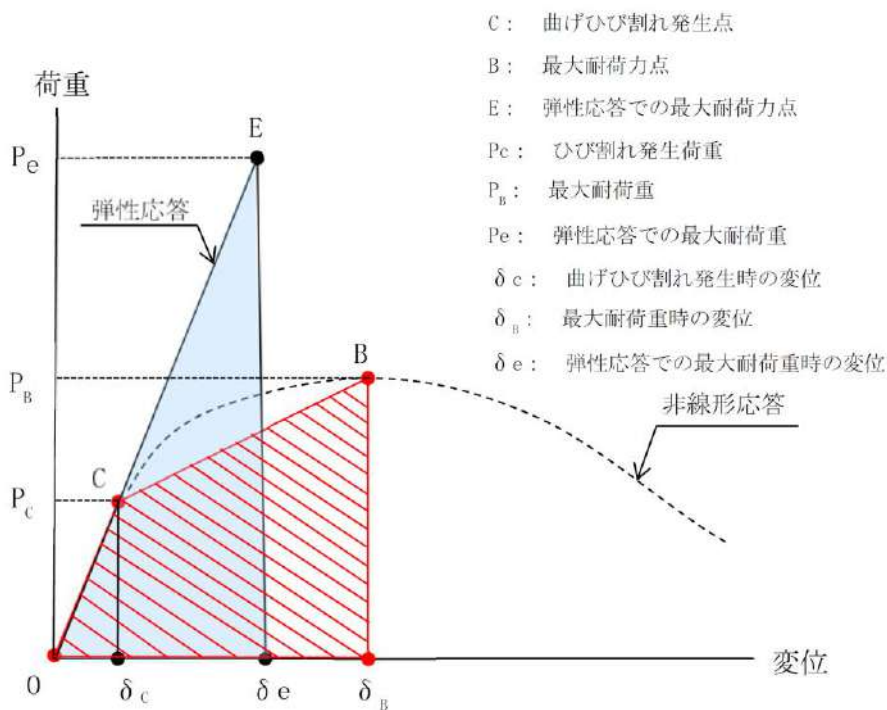


図 21-1 補正係数  $C_s$  値の考え方

### 21-3 C<sub>s</sub> 値算出結果

円形管における C<sub>s</sub> 値を表 21-1～21-3、パルテム・フローリング工法円形管 C<sub>s</sub> 値の分布を図 21-2 に示す。

表 21-1 φ800 における C<sub>s</sub> 値算出結果

既設管	ひび割れ発生時		最大耐荷力時		ひずみエネルギー		相似比 n (式③)	C <sub>s</sub> 値 (式④)
	P <sub>c</sub> (kN)	δ <sub>c</sub> (mm)	P <sub>B</sub> (kN)	δ <sub>B</sub> (mm)	△OC δ <sub>c</sub> (N・m)	□OCB δ <sub>B</sub> (N・m)		
φ 800	120	1.21	241	26.24	73	4591	7.93	0.25
鉄筋コンクリート	139	1.23	222	21.62	85	3765	6.66	0.24
20mm 減肉	150	1.66	227	21.22	125	3812	5.52	0.27

平均 0.25

表 21-2 φ1200 における C<sub>s</sub> 値算出結果

既設管	ひび割れ発生時		最大耐荷力時		ひずみエネルギー		相似比 n (式③)	C <sub>s</sub> 値 (式④)
	P <sub>c</sub> (kN)	δ <sub>c</sub> (mm)	P <sub>B</sub> (kN)	δ <sub>B</sub> (mm)	△OC δ <sub>c</sub> (N・m)	□OCB δ <sub>B</sub> (N・m)		
φ 1200	80	1.20	208	46.1	48	6514	11.65	0.22
鉄筋コンクリート	57	0.47	214	45.4	13	6101	21.66	0.17
20mm 減肉	55	0.61	173	39.5	17	4450	16.18	0.19

平均 0.19

表 21-3 φ2000 における C<sub>s</sub> 値算出結果

既設管	ひび割れ発生時		最大耐荷力時		ひずみエネルギー		相似比 n (式③)	C <sub>s</sub> 値 (式④)
	P <sub>c</sub> (kN)	δ <sub>c</sub> (mm)	P <sub>B</sub> (kN)	δ <sub>B</sub> (mm)	△OC δ <sub>c</sub> (N・m)	□OCB δ <sub>B</sub> (N・m)		
φ 2000	300	4.18	479	66.98	627	25088	6.33	0.25
鉄筋コンクリート	351	4.89	573	74.04	858	32805	6.18	0.26
20mm 減肉	310	4.41	501	77.32	684	30249	6.65	0.24

平均 0.25

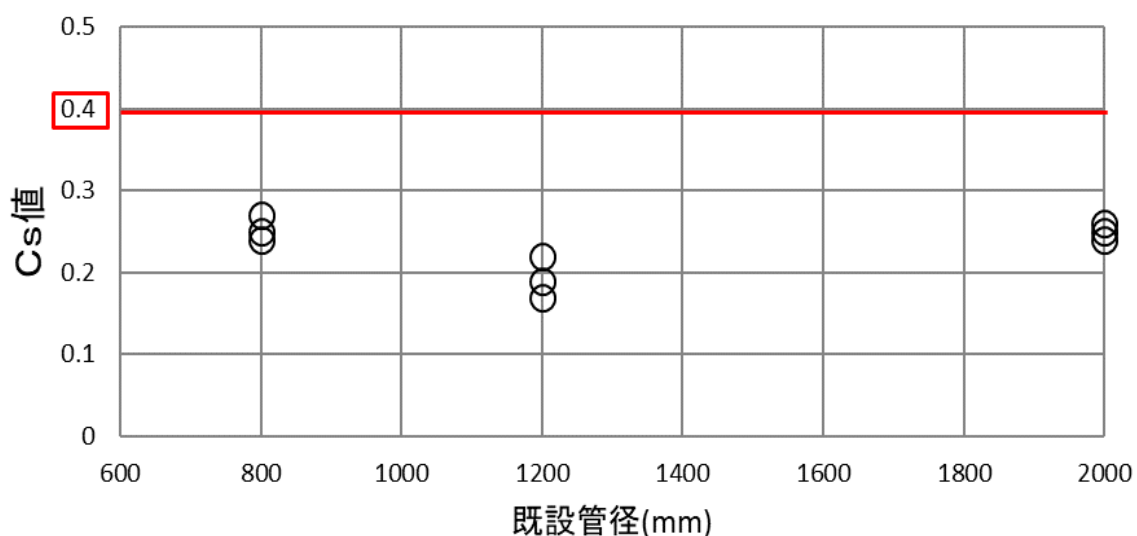


図 21-2 パルテム・フローリング工法円形管 C<sub>s</sub> 値分布図

矩形きよを全面更生した場合のC<sub>s</sub>値を表21-4~21-5、矩形きよを門形更生した場合のC<sub>s</sub>値を表21-6~21-7に示す。

表 21-4 □1500×1500(全面更生)におけるC<sub>s</sub>値算出結果

既設管	ひび割れ発生時		最大耐荷力時		ひずみエネルギー		相似比 n (式③)	C <sub>s</sub> 値 (式④)
	P <sub>c</sub> (kN)	δ <sub>c</sub> (mm)	P <sub>B</sub> (kN)	δ <sub>B</sub> (mm)	△OC δ <sub>c</sub> (N・m)	□OCB δ <sub>B</sub> (N・m)		
□1500×1500 鉄筋コンクリート 25mm 減肉	110	0.85	492	24.93	47	7295	12.46	0.36
	78	0.54	515	27.58	21	8038	19.56	0.34
	62	0.33	516	23.58	10	6729	25.94	0.32

平均 0.34

表 21-5 □1500×1500(全面更生)におけるC<sub>s</sub>値算出結果

既設管	ひび割れ発生時		最大耐荷力時		ひずみエネルギー		相似比 n (式③)	C <sub>s</sub> 値 (式④)
	P <sub>c</sub> (kN)	δ <sub>c</sub> (mm)	P <sub>B</sub> (kN)	δ <sub>B</sub> (mm)	△OC δ <sub>c</sub> (N・m)	□OCB δ <sub>B</sub> (N・m)		
□1500×1500 鉄筋コンクリート 40mm(※) 減肉	63	0.47	336	16.14	15	3141	14.47	0.37
	102	1.09	382	18.53	56	4276	8.74	0.43
	74	0.51	319	13.99	19	2668	11.85	0.36

平均 0.39

表 21-6 □1500×1500(門形更生)におけるC<sub>s</sub>値算出結果

既設管	ひび割れ発生時		最大耐荷力時		ひずみエネルギー		相似比 n (式③)	C <sub>s</sub> 値 (式④)
	P <sub>c</sub> (kN)	δ <sub>c</sub> (mm)	P <sub>B</sub> (kN)	δ <sub>B</sub> (mm)	△OC δ <sub>c</sub> (N・m)	□OCB δ <sub>B</sub> (N・m)		
□1500×1500 鉄筋コンクリート 25mm 減肉	65	0.50	487	21.84	16	5906	19.21	0.39
	65	0.51	503	30.82	17	8625	22.52	0.34
	59	0.41	504	32.52	12	9051	27.46	0.31

平均 0.35

表 21-7 □1500×1500(門形更生)におけるC<sub>s</sub>値算出結果

既設管	ひび割れ発生時		最大耐荷力時		ひずみエネルギー		相似比 n (式③)	C <sub>s</sub> 値 (式④)
	P <sub>c</sub> (kN)	δ <sub>c</sub> (mm)	P <sub>B</sub> (kN)	δ <sub>B</sub> (mm)	△OC δ <sub>c</sub> (N・m)	□OCB δ <sub>B</sub> (N・m)		
□1500×1500 鉄筋コンクリート 40mm 減肉(※)	63	0.48	348	22.51	15	4542	17.40	0.32
	76	0.53	306	12.38	20	2283	10.68	0.38
	75	0.58	304	18.67	22	3450	12.52	0.32

平均 0.34

※ 頂版および側壁は内鉄筋無し、底版は30mm 減肉し内鉄筋有り

---

## パルテム・フローリング工法 技術資料（下水道編）

2002年	4月	初版発行
2005年	8月	改訂
2008年	9月	増刷
2009年	8月	改訂
2012年	4月	改訂
2013年	4月	改訂
2014年	4月	改訂
2015年	1月	改訂
2016年	8月	改訂
2019年	3月	改訂
2019年	6月	改訂
2023年	1月	改訂
2023年	8月	改訂

編集・発行 **パルテム技術協会**  
〒101-0032  
東京都千代田区岩本町二丁目6番9号  
佐藤産業ビル4階  
TEL. 03-5825-9455  
FAX. 03-5825-9456

---

本書は無断で転載および複写を禁じます。