

サンエス
3 S セグメント工法

技術資料

2022 年 12 月



はじめに

3 S セグメント工法は 2004 年 3 月に財団法人 下水道新技術推進機構（現、公益財団法人 日本下水道新技術機構）の建設技術審査証明を取得した後にも、管径および曲線半径の適用範囲や管軸方向の耐震性、水深、継手の段差等の適用範囲を拡大し、適宜審査証明の変更・更新を行ってきています。

2019 年 3 月には、「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-（公益社団法人日本下水道協会）」に定める複合管の要求性能に基準達成型として適合すること、および最大屈曲角対応やサポートレス施工による施工性・作業性の変更、補強鋼材により補強された更生管の耐荷性能の追加等により建設技術審査証明を変更しました。

また、3 S セグメントが 2019 年 4 月 1 日付けで公益社団法人日本下水道協会「硬質塩化ビニル製管更生材」Ⅱ類資器材に登録され、5 月 18 日付けで適用範囲の拡大による変更が登録されました。

以上の施工性・作業性や使用材料の仕様等の変更および設計・施工実績を踏まえ技術資料の改訂を行いました。

下水道管路更生の計画および本工法の施工を行うための資料として本書を大いに活用していただければ幸いです。

2022 年 12 月

3 S I C P 技術協会

目 次

1. 概 要	1
1.1 工法の概要	1
1.2 工法の特長	2
1.3 適用範囲	3
2. 構 造	4
2.1 部材構成	4
2.2 更生材料	5
2.2.1 3Sセグメント	5
2.2.2 接合部材	19
2.2.3 補強材	22
2.2.4 その他部材	23
2.2.5 3S充填材	26
3. 性能	28
3.1 3Sセグメント	28
3.1.1 接合部強さ	28
3.1.2 耐薬品性	28
3.1.3 耐摩耗性	29
3.1.4 接合部の水密性	29
3.1.5 更生管耐荷性能	30
3.1.6 水理特性	33
3.1.7 管軸方向の耐震性	35
3.2 3S充填材の物理的性能	35
3.3 更生材と既設管の一体性能	36
3.4 接合部シール材	38
4. 施 工	39
4.1 施工機械	39
4.2 占用作業帯	40
4.3 標準作業工程	41
4.4 標準施工要領	42

4.5 標準以外の組立方法	56
5. 設計手法	60
5.1 設計の考え方	60
5.2 設計の流れ	61
5.3 構造計算	62
5.3.1 鉛直断面の計算	62
5.3.2 管軸方向の計算	62
5.3.3 更生材の設計値	63
6. 施工管理	64
6.1 管理事項	64
6.2 品質管理	64
6.3 出来形管理	66
6.4 安全・衛生管理	67
6.5 環境対策	71
参考資料	73
参考-1 軸方向変位試験	74
参考-2 扁平試験	77
参考-3 日本下水道事業団防食マニュアル品質規格試験	79
参考-4 施工例写真	83

1. 概 要

1.1 工法の概要

3 Sセグメント工法は、老朽化した既設管きよを複合管として更生する工法である。表面部材は、硬質塩化ビニル（PVC）により成形したセグメント（以下、3 Sセグメントという）であり、既設人孔から搬入運搬し所定の位置にボルトで組み立てる。その後、既設管きよと3 Sセグメントとの隙間に3 Sセグメント用充填材（以下、3 S充填材という）を注入し、3 Sセグメントと3 S充填材および既設管きよを一体化するものである。

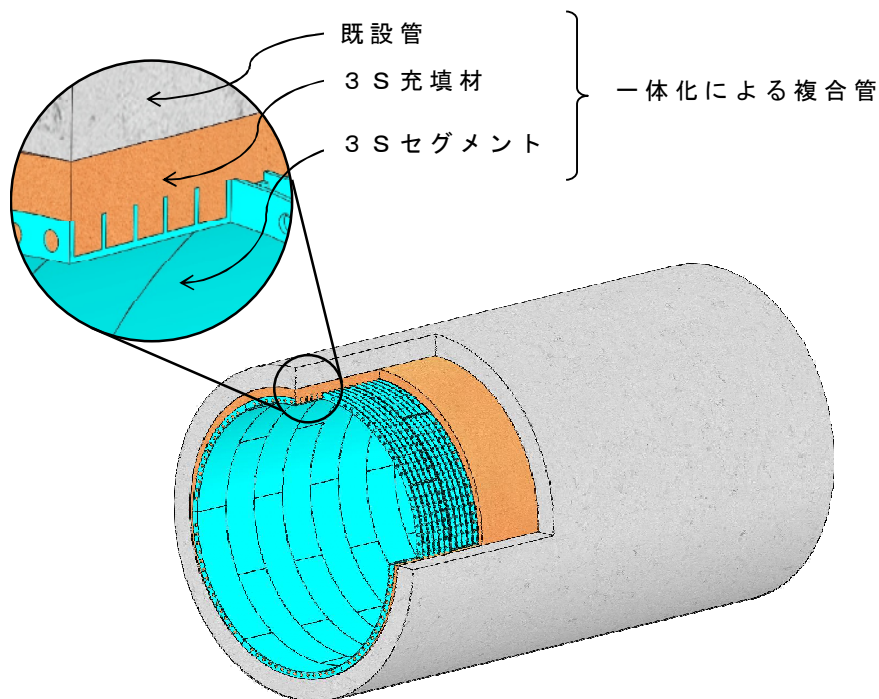


図-1.1.1 3 Sセグメント工法の概要図

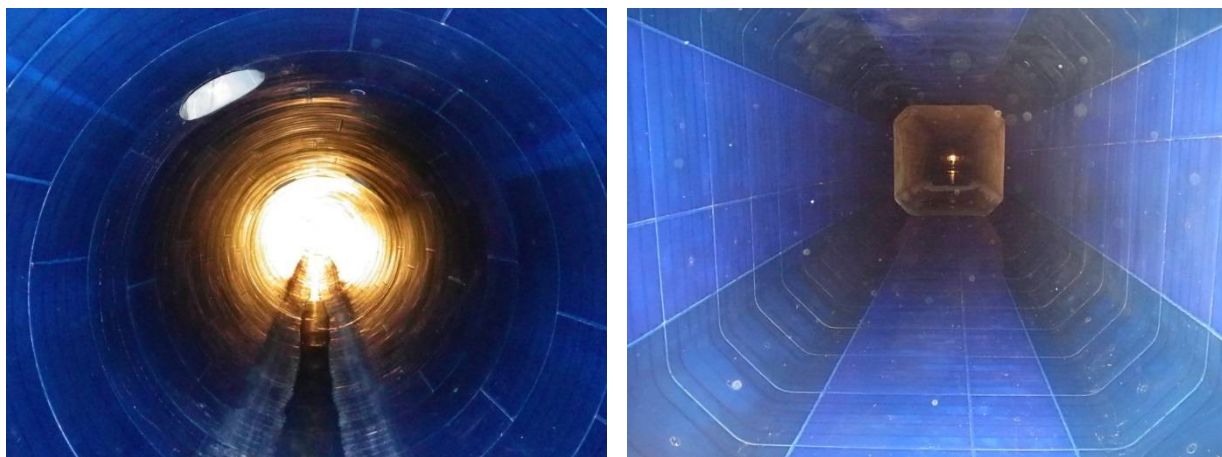


写真-1.1.1 更生状況（左：呼び径 900，右：矩形内寸 1000×1000）

1.2 工法の特長

本工法の特長は以下のとおりである。

(1) 部材

- ・ 3 S セグメント 1 ピースは軽量であり取り扱いが容易
- ・ 3 S セグメントは透明であり、充填材の注入状況が目視でき、確実な充填が可能
- ・ 3 S セグメントは、日本下水道事業団「下水道コンクリート構造物の腐食抑制技術及び防食技術マニュアル」（平成 24 年 4 月）のシートライニング工法の品質規格 D 種に適合
- ・ 使用環境により表面部材に耐薬品性や防食性を必要としない場合には、ABS 樹脂による成形品とすることが可能

(2) 施工性

- ・ 製管作業、充填作業はそれぞれ小型トラック一台で可能であり、占用作業帯面積が少なく済む
- ・ 一時的な施工の中断が可能
- ・ 下水供用下での施工が可能
- ・ 屈曲部および曲線部に対応可能（写真-1.1.2）
- ・ 部分更生が可能（写真-1.1.3）
- ・ 非円形断面では底版を除く側部、頂部（版）の三面更生可能（写真-1.1.4）
- ・ 内径調整部材により、内空拡張調整が可能
- ・ 施工区間の中間地点から上下流側への同時施工による工期短縮が可能



写真-1.1.2 曲線対応



写真-1.1.3 部分更生



写真-1.1.4 三面更生

1.3 適用範囲

3 Sセグメント工法の適用範囲を表-1.3.1に示す。

表-1.3.1 適用範囲

項目	適用範囲
更生対象管種 および断面形状	<ul style="list-style-type: none"> 鉄筋コンクリート管 円形, 非円形 (矩形, 馬蹄形)
更生対象管径	円形管 : 呼び径 800~3000
	非円形管きよ : 短辺 1000mm 以上, 長辺 6200mm 以下
施工延長	制限無し
施工流水条件	<p>水深</p> <ul style="list-style-type: none"> 呼び径 800~1500 : 呼び径の 30% 以下 呼び径 1650 以上 : 50 cm 以下 <p>※上記水深を超える場合、 水替えにより上記数値まで水深を下げて対応</p> <p>流速</p> <ul style="list-style-type: none"> 水深 30cm 以下 : 1.0m/sec 以下 水深 30cm 超 : 0.2m/sec 以下
管きよ継手 段差, ブレ	<p>円形管きよ : 20~70mm (呼び径により異なる)</p> <p>非円形管きよ : 呼び径の 2% 以下</p>
隙間	150mm 以下
曲率半径	3.2m 以上
屈曲角度	<p>円形管きよ : 20° 以下 (管径により異なる)</p> <p>非円形管きよ : 17° 以下 (管径により異なる)</p>
勾配調整	調整高が呼び径の 2% 以下
管軸方向 (管きよと管きよの継手部) の耐震性能	<p>地盤の永久ひずみ 1.5% による拔出しおよび レベル 2 地震動を想定した屈曲が同時に生じた場合 でも、流下機能を確保</p> <ul style="list-style-type: none"> 拔出し量 : 36.5mm 屈曲角 : 0.5 度 水密性 (内外水圧) : 0.1MPa
作業帯面積	<ul style="list-style-type: none"> 組立時 : 22.5m² 以上 充填材注入時 : 35 m² 以上

2. 構造

2.1 部材構成

本工法による更生管断面概要を図-2.1.1に、更生管の主な部材を写真-2.1.1に示す。

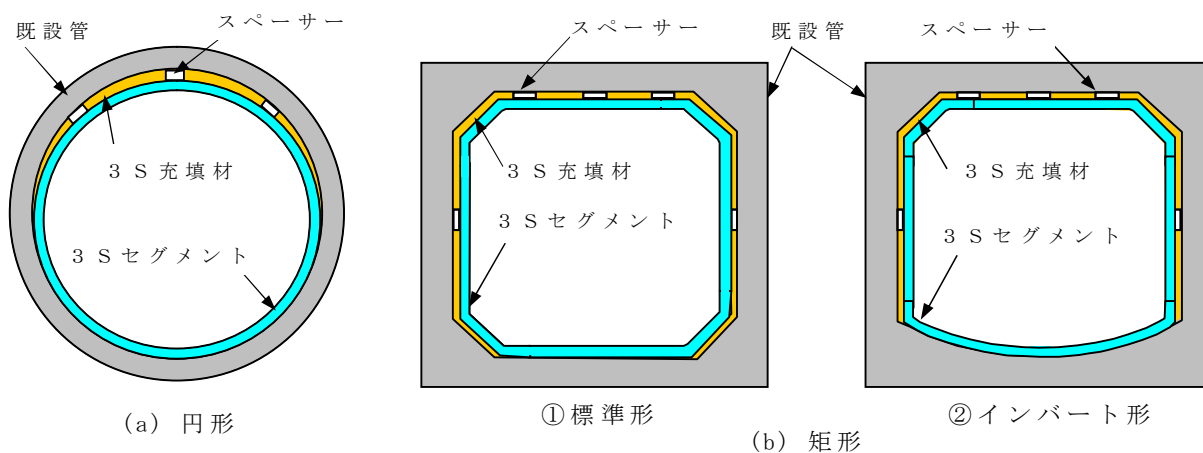
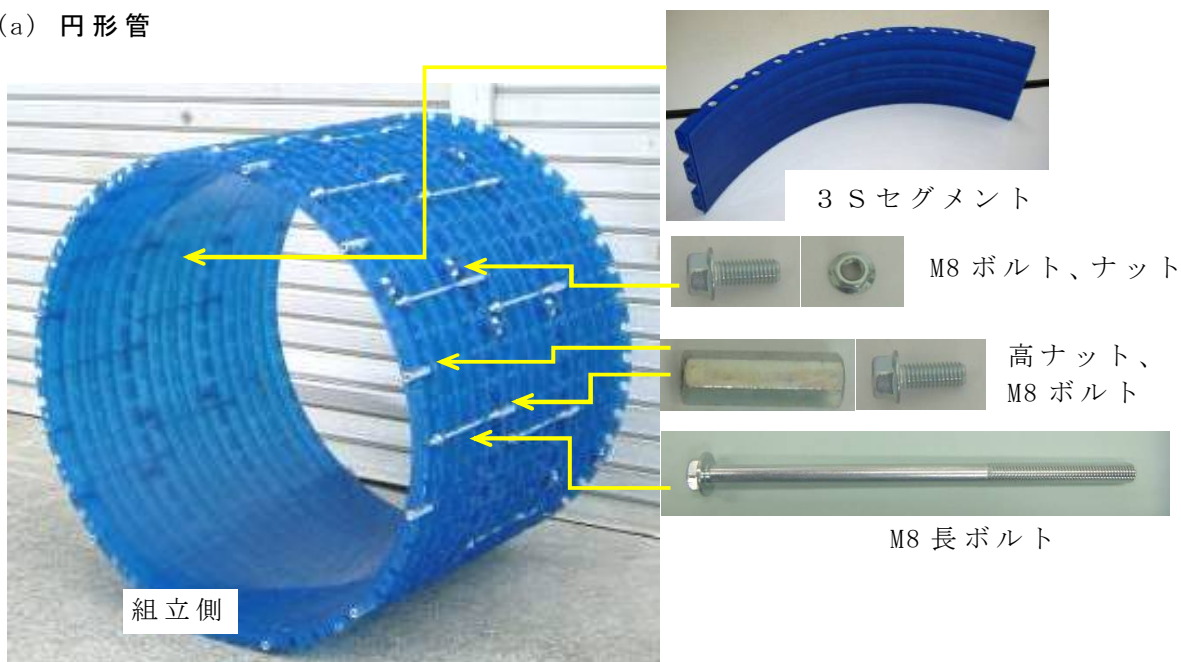


図-2.1.1 3Sセグメント工法による更生管断面概要図

(a) 円形管



(b) 矩形管



写真-2.1.1 3Sセグメント工法の主な更生材

2.2 更生材料

2.2.1 3Sセグメント

(1) 材料特性、物理特性

3Sセグメントは、硬質塩化ビニル（PVC）を材料とする射出成形品である。3Sセグメントの材料物性を表-2.2.1に、物理特性を表-2.2.2に示す。

表-2.2.1 3Sセグメントの材料物性

項目	測定値	目標値	試験規格
長手方向引張降伏強さ (MPa)	51.4	35以上	JIS K 7161-1
引張破断伸び (%)	160	40以上	JIS K 7161-1
シャルピー衝撃強さ (kJ/m ²)	11	10以上	JIS K 7111-1

表-2.2.2 3Sセグメントの物理特性

項目	測定値	目標値	試験規格
ビカット軟化温度 (°C)	75.1	75以上	JIS K 7206

(2) 種類

3Sセグメントの種類を表-2.2.3に示す。

表-2.2.3 3Sセグメントの種類

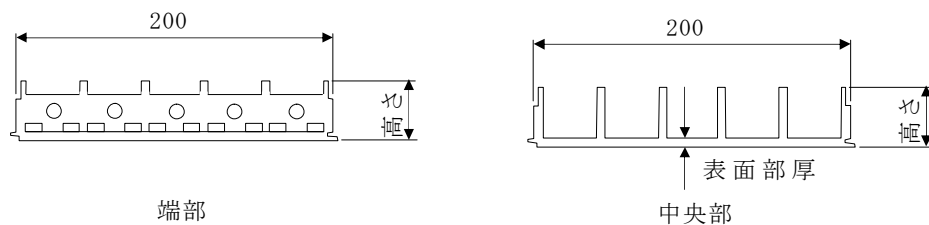
名称	適用管きよ形状	使用箇所および部材等
標準タイプ	円形管	<ul style="list-style-type: none"> ・円弧部材 ・内径調整部材
	矩形管	<ul style="list-style-type: none"> ・側壁、頂版：直線部材 ・標準形底版：直線部材 インバート形底版：インバートコーナー部材 ・ハンチ：寸法 200×200 未満 ハンチ部材、寸法 200×200 以上 円弧部材
	馬蹄形	<ul style="list-style-type: none"> ・頂部円弧部：円形管用 ・側壁、底版：矩形管用
屈曲タイプ	円形管 非円形管	屈曲部，曲線部，段差部
スライドタイプ	円形管 非円形管	屈曲部，曲線部，段差部，耐震用

1) 標準タイプ

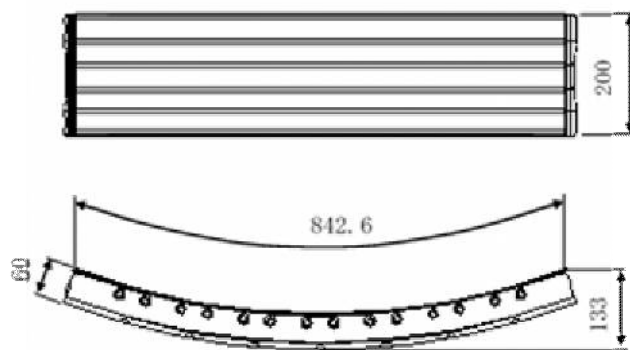
① 円形管

円形管用として、円弧部材と更生内径を微調整(拡径)する内径調整部材がある。

円弧部材の形状の参考として呼び径 2600 用を図-2.2.1 に、呼び径 800~3000 円形管の更生管径と 3 S セグメントの仕様を表-2.2.4 に示す。



(a) 3 S セグメント断面



(b) 呼び径 2600 用 3 S セグメント

図-2.2.1 円形管用 3 S セグメント呼び径 2600 用形状寸法図

表-2.2.4 呼び径 800～3000 円形管の更生管径と 3 S セグメント仕様

(セグメント幅：200mm)

既設管 呼び径 (mm)	更生管径 (mm)	3 S セグメント仕様		
		分割数	高さ (mm)	表面部厚 (mm)
800	726	4	23.5	4.5
830*	755	5	23.5	4.5
900	820	4	24	4.5
910*	825	4	24	4.5
980*	895	4	26	4.5
1000	915	4	29	5
1060*	970	5	29	5
1100	1005	4	30	6
1150*	1045	5	30	6
1200	1105	4	30	6
1250*	1145	5	30	6
1300*	1195	4	31	6
1350	1240	4	32	6
1400*	1285	4	34	6
1440*	1325	5	34	6
1500	1370	6	36	6
1650	1510	6	39	6
1700*	1550	7	39	6
1800	1650	6	43	6
1900*	1750	6	45	6
2000	1840	6	48	6
2070*	1885	7	48	6
2100*	1940	7	48	6
2200	2030	8	53	6
2300*	2125	9	53	6
2400	2220	8	58	6
2600	2405	9	60	6
2800	2590	10	40	5
3000	2790	10	66	6

*：JIS 規格値ではない管径

内径調整部材は、長さ 8mm の部材で、円周方向の 3 S セグメント間に使用し、部材 1 個当り仕上り内径を 2.5mm 拡張する。

内径調整部材の形状寸法を図-2.2.2、写真-2.2.1 に示す。更生管 4 分割での使用例を図-2.2.3 に示す。内径調整材による更生管内径拡張量を表-2.2.5 に示す。

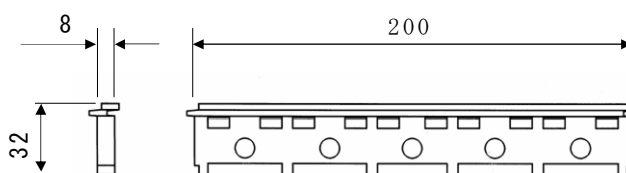


図-2.2.2 内径調整部材形状寸法図

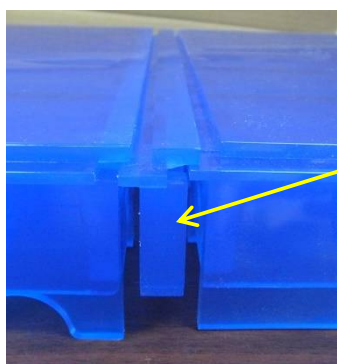


写真-2.2.1 内径調整部材

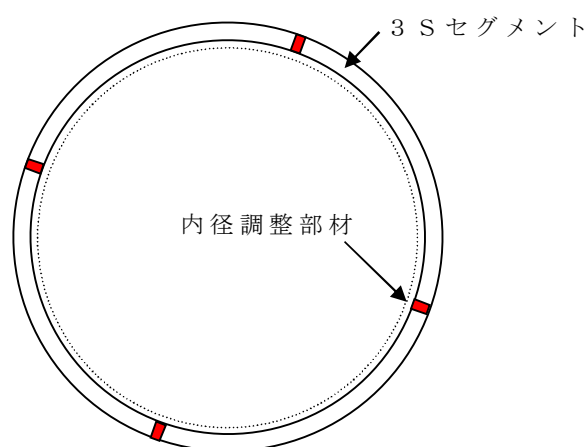


図-2.2.3 3 S セグメント分割時の内径調整材使用概要図

表-2.2.5 内径調整材による拡張量

セグメント 分割数	呼び径 (mm)	更生管内径拡張量 (mm)	
		調整材 1 個/継手	調整材 2 個/継手
4	800～1350	10.0	20.0
6	1500～2000	15.0	30.0
8	2200～2400	20.0	40.0
9	2600	22.5	45.0
10	2800～3000	25.0	50.0

② 矩形管

矩形管断面を形成する直線部材、ハンチ部材、インバートコーナー部材の形状寸法を図-2.2.4に示す。セグメント高は全て40mmである。矩形管きよ更生における部材構成の例を図-2.2.5に示す。

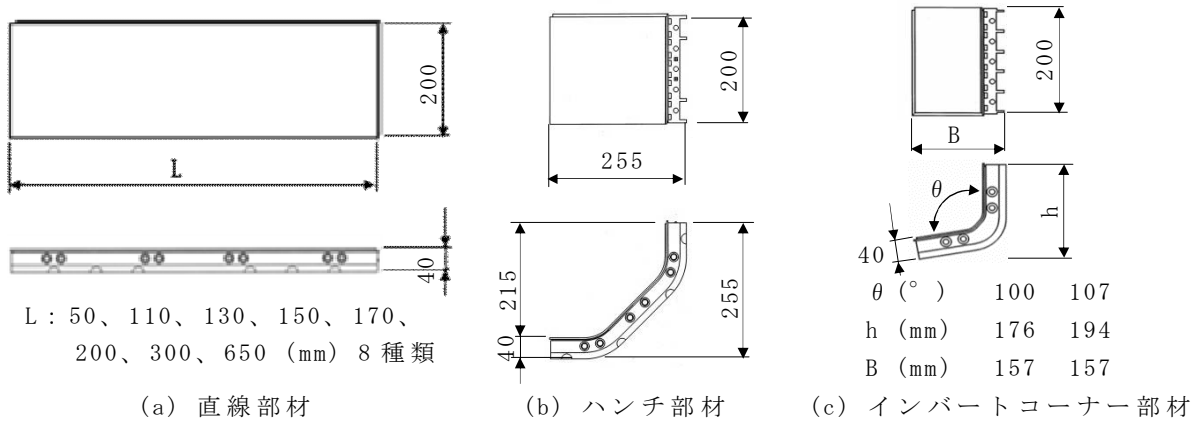


図-2.2.4 矩形管用3Sセグメント形状寸法図

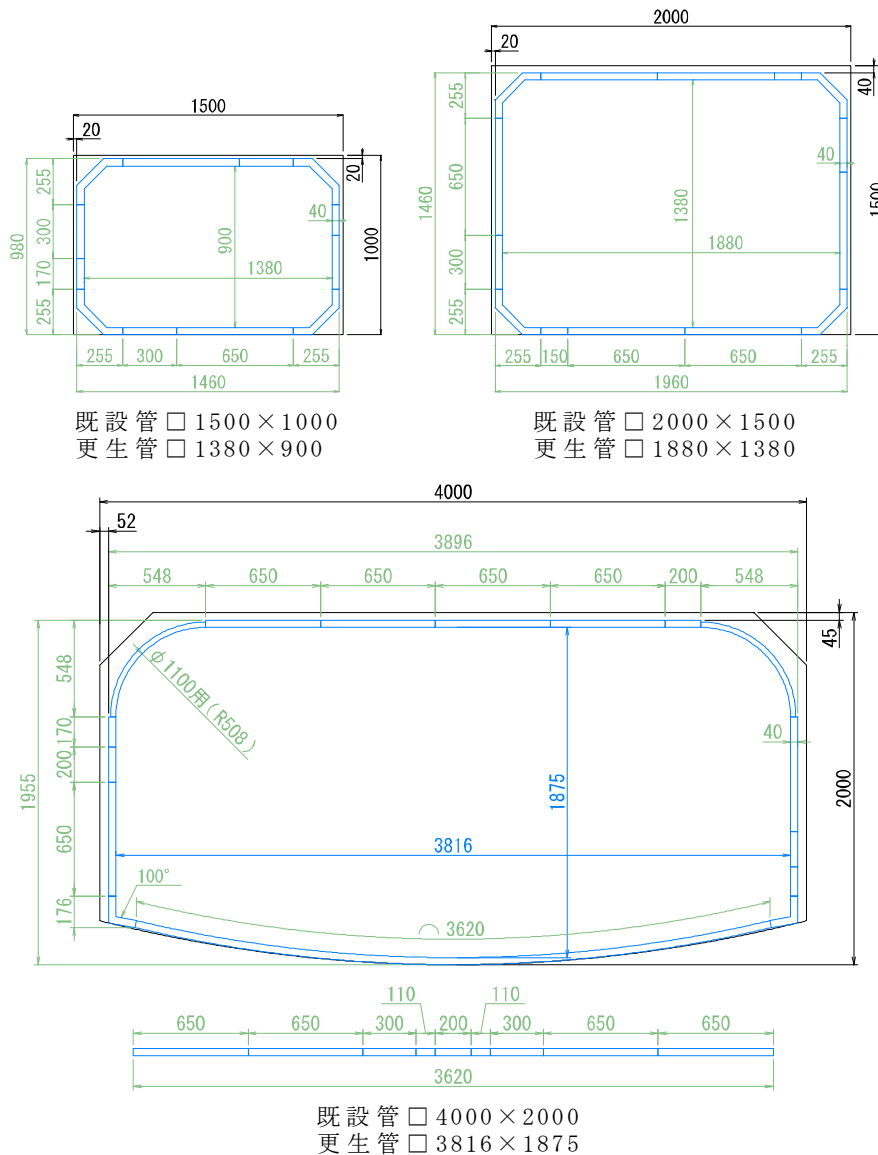


図-2.2.5 矩形管きよ更生の部材構成の例

③ 馬蹄形管用

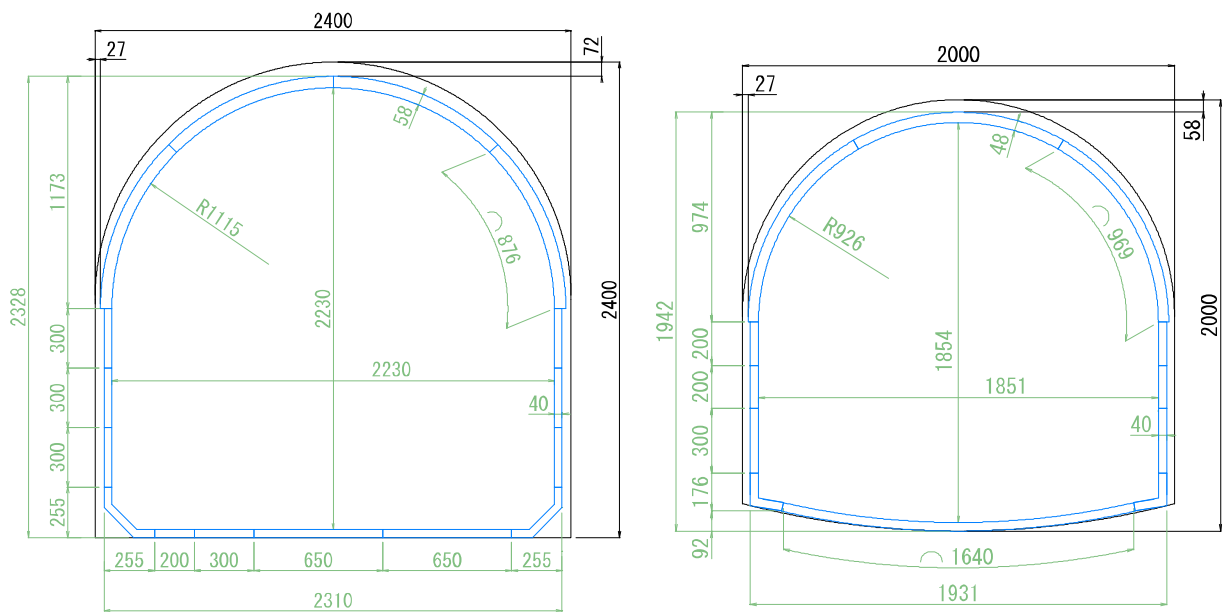
馬蹄形管きよは、円形管用と矩形管用の部材を組み合わせて更生断面を形成する。馬蹄形更生断面の例を写真-2.2.2、図-2.2.6に示す。



(a) 標準形

(b) インバート形

写真-2.2.2 馬蹄管きよ更生断面形成の例



△ 2400×2400
(標準形)

△ 2000×2000
(インバート形)

図-2.2.6 馬蹄管きよ更生の部材構成の例

2) 屈曲タイプ

屈曲タイプは、既設管の屈曲角度あるいは曲線半径に応じて標準タイプによるリングをテーパ状に工場製作したものである。製作方法の概要を、呼び径 800 を例に図-2.2.7 に示す。呼び径 800 屈曲角 20° 対応を図-2.2.8 に示す。

屈曲タイプの例と製作可能な最大屈曲角度一覧を、円形管は図-2.2.9、表-2.2.6 に、非円形管は図-2.2.10、表-2.2.7 に示す。

曲線部では、曲線半径に応じて屈曲タイプ単体または標準タイプと組み合わせて使用する。

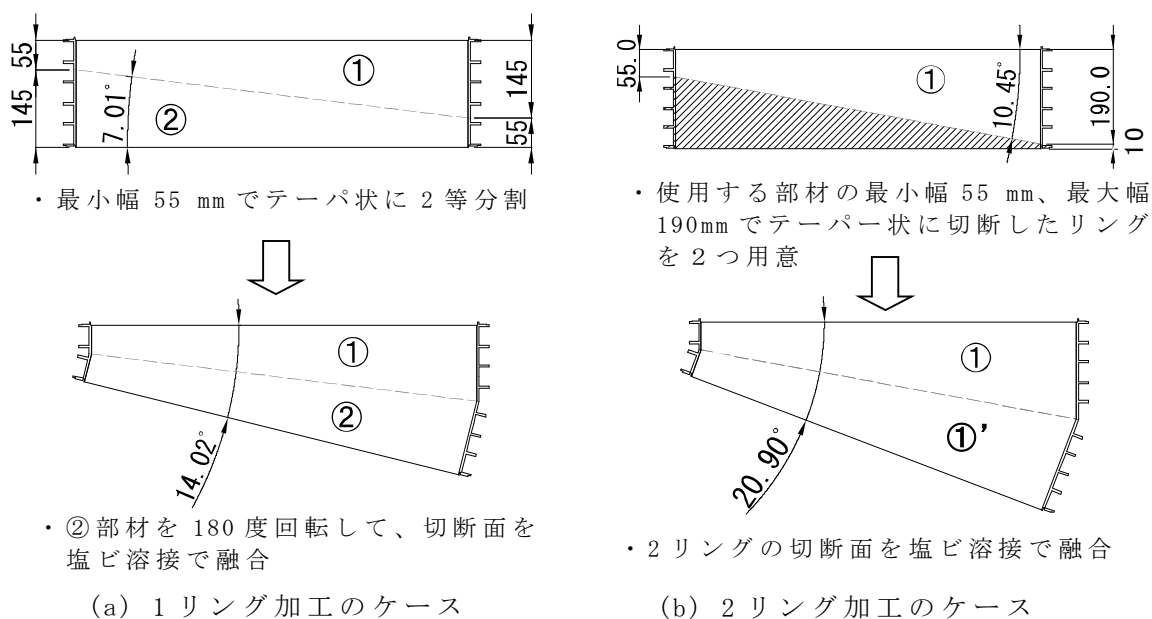


図-2.2.7 屈曲タイプの製作概要 (例 呼び径 800)

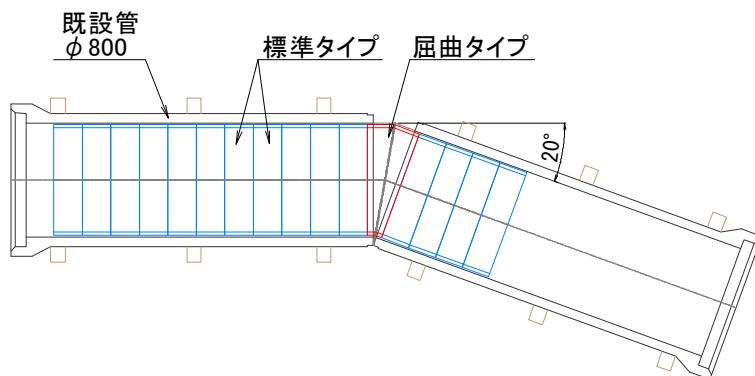


図-2.2.8 呼び径 800 屈曲角 20° 対応

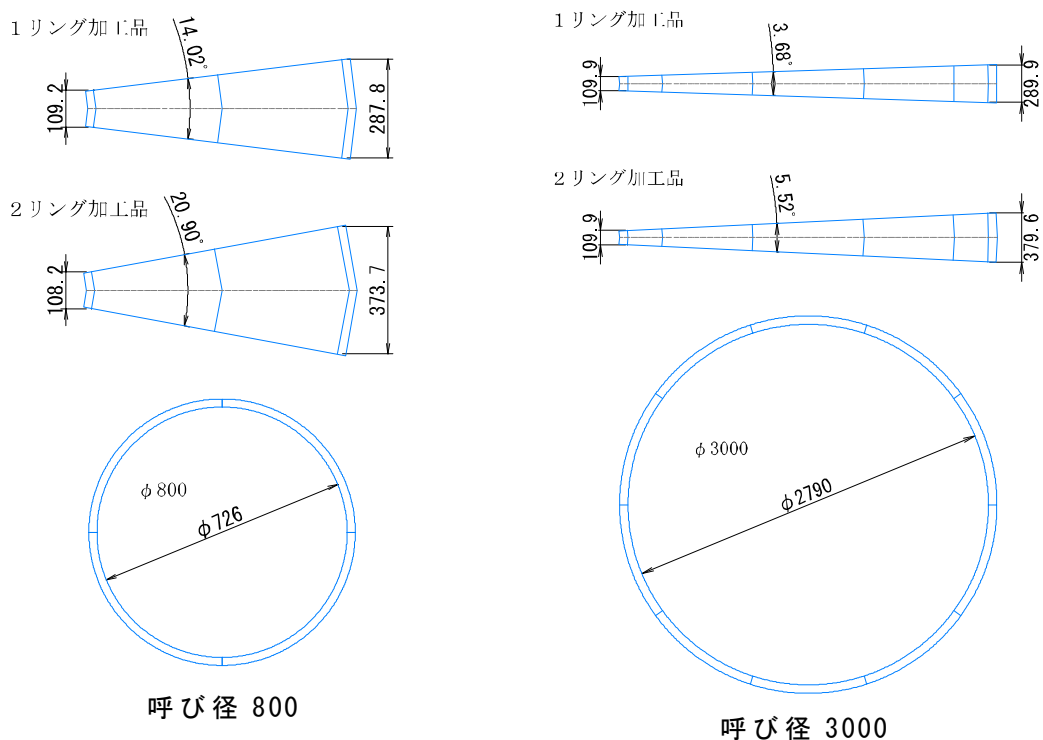


図-2.2.9 円形管屈曲タイプ形状（例）

表-2.2.6 屈曲タイプ製作最大屈曲角（円形管）

既設管 呼び径 (mm)	更生管径 (mm)	最大屈曲角度* (°)	
		1 リング加工	2 リング加工
800	726	14	20
900	820	12	18
1000	915	11	16
1100	1005	10	15
1200	1105	9	13
1350	1240	8	12
1500	1370	7	11
1650	1510	6	10
1800	1650	6	9
2000	1840	5	8
2200	2030	5	7
2400	2220	4	6
2600	2405	4	6
2800	2590	3	5
3000	2790	3	5

*製作精度等を考慮して整数で表示

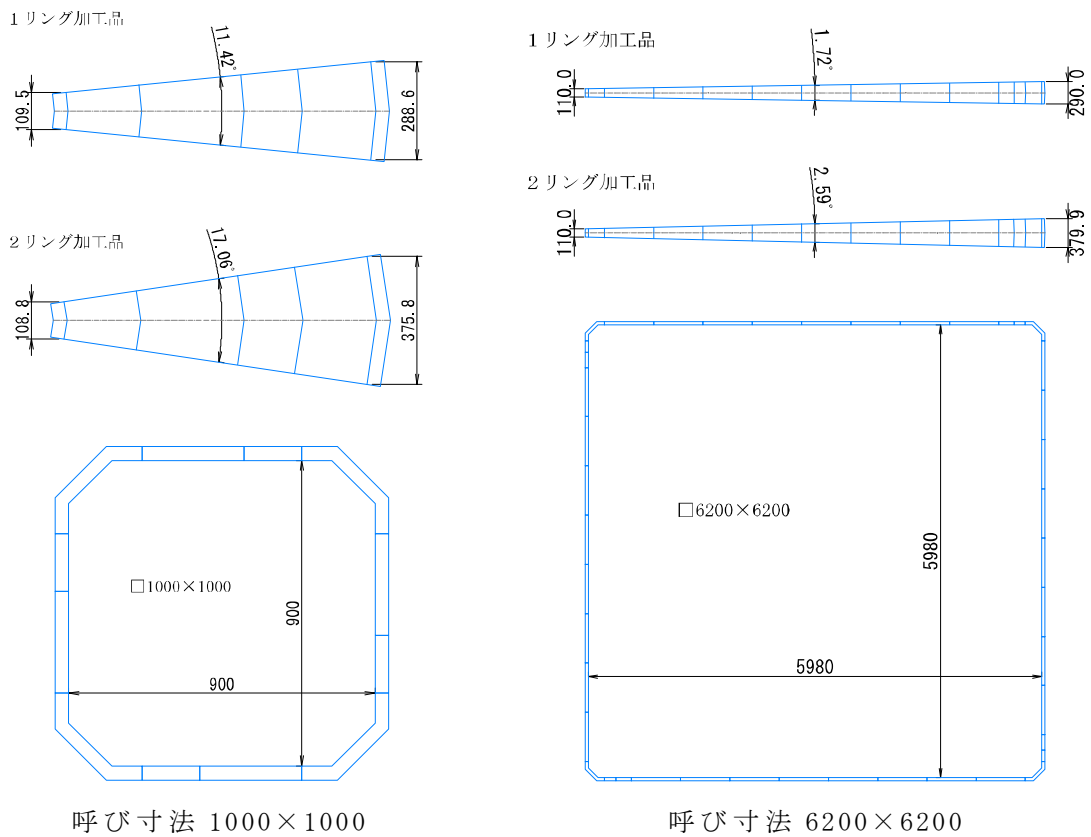


図-2.2.10 非円形管屈曲タイプ形状（例）

表-2.2.7 屈曲タイプ製作最大屈曲角度（非円形管）

既設管 呼び寸法 (mm)	更生管内寸 (mm)	最大屈曲角度* (°)	
		1リング加工	2リング加工
1000×1000	900×900	11	17
2000×2000	1880×1880	5	8
3000×3000	2850×2850	3	5
4000×4000	3830×3830	2	4
5000×5000	4800×4800	2	3
6200×6200	5980×5980	1	2

*製作精度等を考慮して整数で表示

3) スライドタイプ

スライドタイプは凹部材と凸部材で構成し、最大開き量 55mm である。なお、部材の分割数は標準タイプの 2 倍である。スライドタイプを写真-2.2.3 に、形状寸法を図-2.2.11 に示す。

呼び径の 2% を超える段差、ズレが生じている継手部では、開き量を調整してスライドタイプによるリングをテーパ状とする。

耐震用は、凹凸部材の開き量を 0mm として標準部材と接合する。地震時に既設管の継手部の伸びに追従して凹凸部材で開きが生じた際にも止水性を確保するため、凹凸部材勘合にはブチルゴム付き板状ゴムリングを配設する（図-2.2.12）。

標準タイプリングとの接合やスライドタイプリング同士の接合は、ロックピン（後述）を使用する。

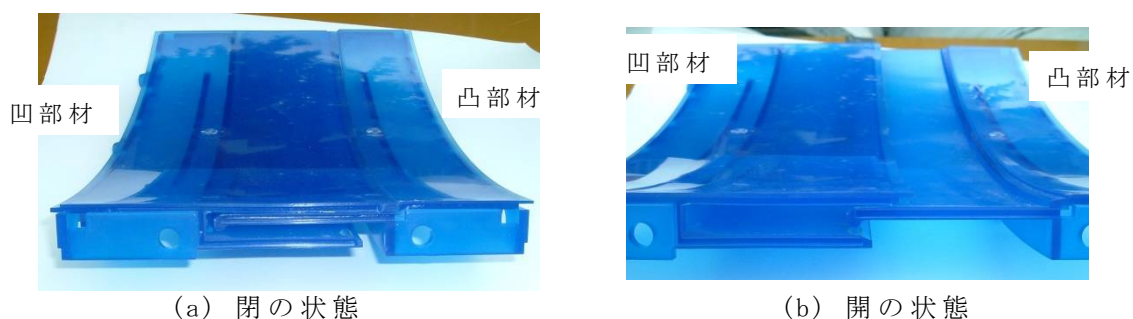


写真-2.2.3 スライドタイプ

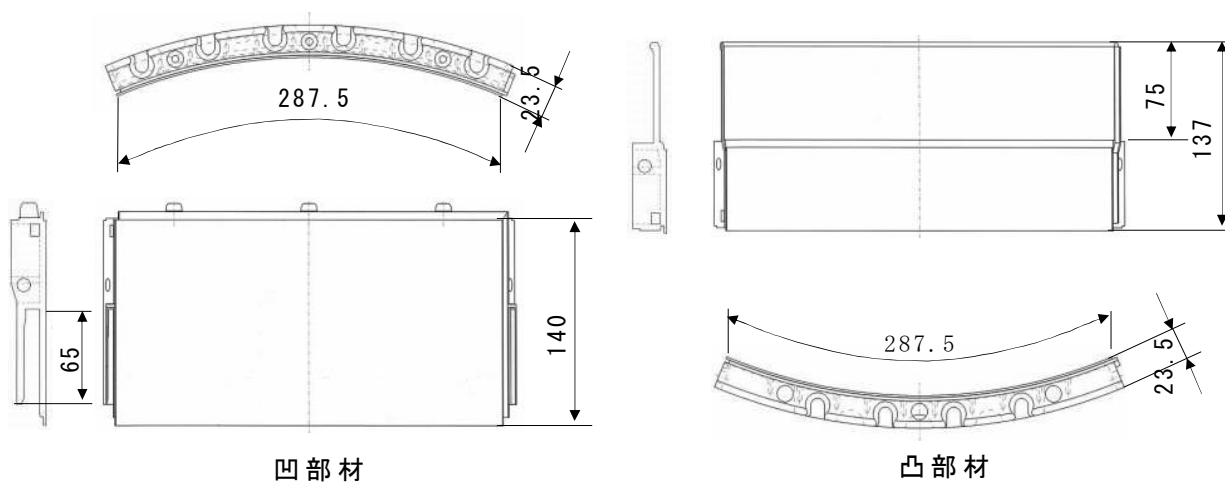


図-2.2.11 スライドタイプの形状寸法図（呼び径 800）

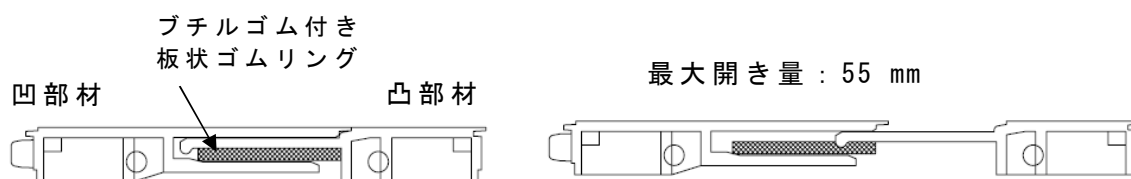


図-2.2.12 耐震用スライドタイプ

① 屈曲用

屈曲角度 1~4° に対して、スライドタイプ 1 リングで対応可能な呼び径は表-2.2.8 に示すとおりである。

表-2.2.8 スライドタイプによる屈曲角対応可能な呼び径

屈曲角度	1 °	2 °	3 °	4 °
対応可能呼び径	800~3000	800~1650	800~1100	800

② 曲線用

呼び径 φ 800、曲線半径 3.2m の組立状況を写真-2.2.4 に示す。

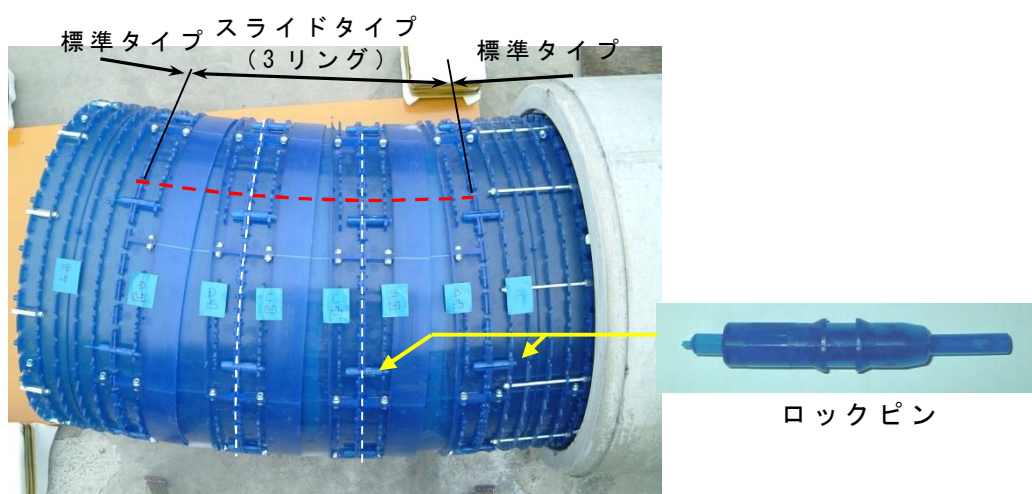


写真-2.2.4 呼び径 800、曲線半径 3.2m 組立状況

スライドタイプによるテーパリングを複数連結して曲線部を形成する（図-2.2.13）うえで、曲線半径（R）に対する開き量（β）の算出方法は次のとおりである。開き量による呼び径-最小曲線半径の関係（目安）を表-2.2.9 に示す。

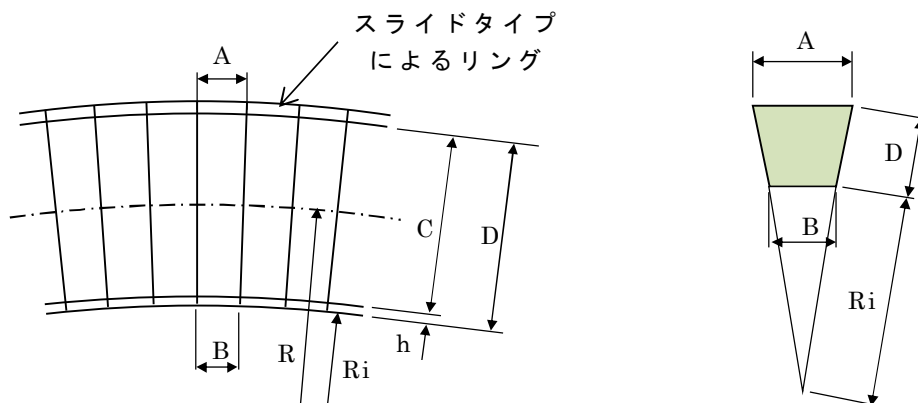


図-2.2.13 曲線区間におけるスライドタイプによるテーパリングの使用図

$$A : B = (D+R_i) : R_i \quad \text{より} \quad R_i = B \times D / (A-B)$$

$$\beta = A-B$$

$$= B \times D / R_i$$

$$= B \times D / (R-C/2-h)$$

式 (1)

ここに,

β : 開き量=曲線内外のセグメント幅差

A : 曲線外周側のスライドタイプ内面側幅

B : 曲線内周側のスライドタイプ幅

(開き量 0) =セグメント標準幅 : 200mm

C : 更生内径

h : スライドタイプの高さ

D : C+h

R : 計画曲線半径

R_i : 内周側のスライドタイプ背面側の曲線半径 = $R - (C/2+h)$

表-2.2.9 スライドタイプにより形成する曲線半径の目安

既設管 呼び径	スライドタイプの開き量				
	35 mm	40 mm	45 mm	50 mm	55 mm
800	4.8	4.2	3.8	3.5	3.2
900	5.4	4.8	4.3	3.9	3.6
980	5.8	5.2	4.7	4.2	3.9
1000	6.0	5.3	4.8	4.3	4.0
1100	6.6	5.8	5.2	4.8	4.4
1200	7.2	6.3	5.7	5.2	4.8
1300	7.7	6.9	6.2	5.6	5.2
1350	8.0	7.1	6.4	5.8	5.4
1400	8.3	7.4	6.6	6.0	5.6
1500	8.9	7.8	7.1	6.4	5.9
1650	9.8	8.6	7.8	7.1	6.5
1800	10.7	9.4	8.5	7.7	7.1
2000	11.9	10.5	9.5	8.6	7.9
2200	13.1	11.6	10.4	9.5	8.7
2400	14.3	12.7	11.4	10.4	9.5
2600	15.5	13.7	12.3	11.2	10.3
2800	16.5	14.6	13.1	11.9	11.0
3000	17.9	15.8	14.2	13.0	11.9

③ 段差，ズレ部

呼び径の2%を超える段差，ズレに対しては、当該継手部前の管内で段差、ズレ量に応じて開き量を調整したスライドタイプを2箇所を使用する。組立概要を図-2.2.14に示す。呼び径ごとに最大の段差，ズレ量を表-2.2.10に示す。

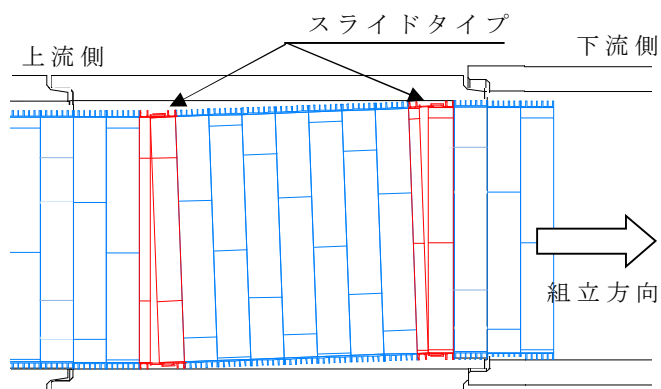


図-2.2.14 スライドタイプによる段差部の組立の概要

表-2.2.10 スライドタイプによる最大段差、ズレ

既設管 呼び径	最大段差、ズレ (mm)
800	21
900	22
980	24
1000	20
1100	24
1200	28
1300	34
1350	37
1400	40
1500	50
1650	51
1800	52
2000	53
2200	54
2400	54
2600	66
2800	68
3000	70

④耐震用

耐震用は、通常既設管の継手部ごとに1リング使用する。

凹凸嵌合部に設置するゴムリングは、EPDMゴムの片面にブチルゴムを接着したものの（図-2.2.15）で、接着する凹部材の周長でリング状にしたものである。形状およびEPDMゴムリングのEPDMソリッドおよびブチルゴムの物性を表-2.2.11、表-2.2.12に示す。

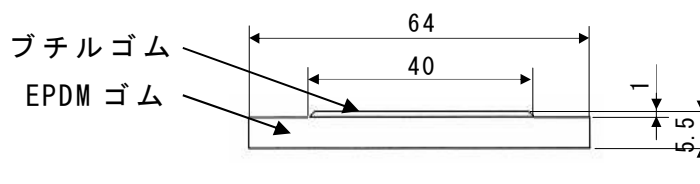


図-2.2.15 ゴムリング断面図

表-2.2.11 EPDMソリッドの物性

項目	単位	メーカー規格値	試験値	試験方法
硬さ	—	40±5	41	JIS K 6253 「加硫ゴムおよび熱可塑性ゴム—硬さの求め方」に準ずる (タイプEデュロメーター)
引張強さ	MPa	9.0以上	13.74	JIS K 6253 「加硫ゴムおよび熱可塑性ゴム—引張特性の求め方」に準ずる
伸び	%	500以上	790	

表-2.2.12 ブチルゴムの物性

項目	単位	メーカー規格値	試験値	試験方法
密度	mg/m ³	1.40±0.10	1.42	JIS K 6268 「加硫ゴム—密度測定」に準ずる
針入度	—	75±15	68	JIS K 2207 「石油アスファルト」に準ずる ・20℃ ・総荷重 : 100g ・荷重時間 : 5秒 ・測定用針直径 : 1mm
不揮発分	%	97以上	98	150℃×5時間後の重量残率
引張強さ	MPa	0.059以上	0.074	JIS K 6251 「加硫ゴムおよび熱可塑性ゴム—引張特性の求め方」に準ずる
伸び	%	1000以上	1500	

2.2.2 接合部材

標準セグメントの組立概要を図-2.2.16に示す。

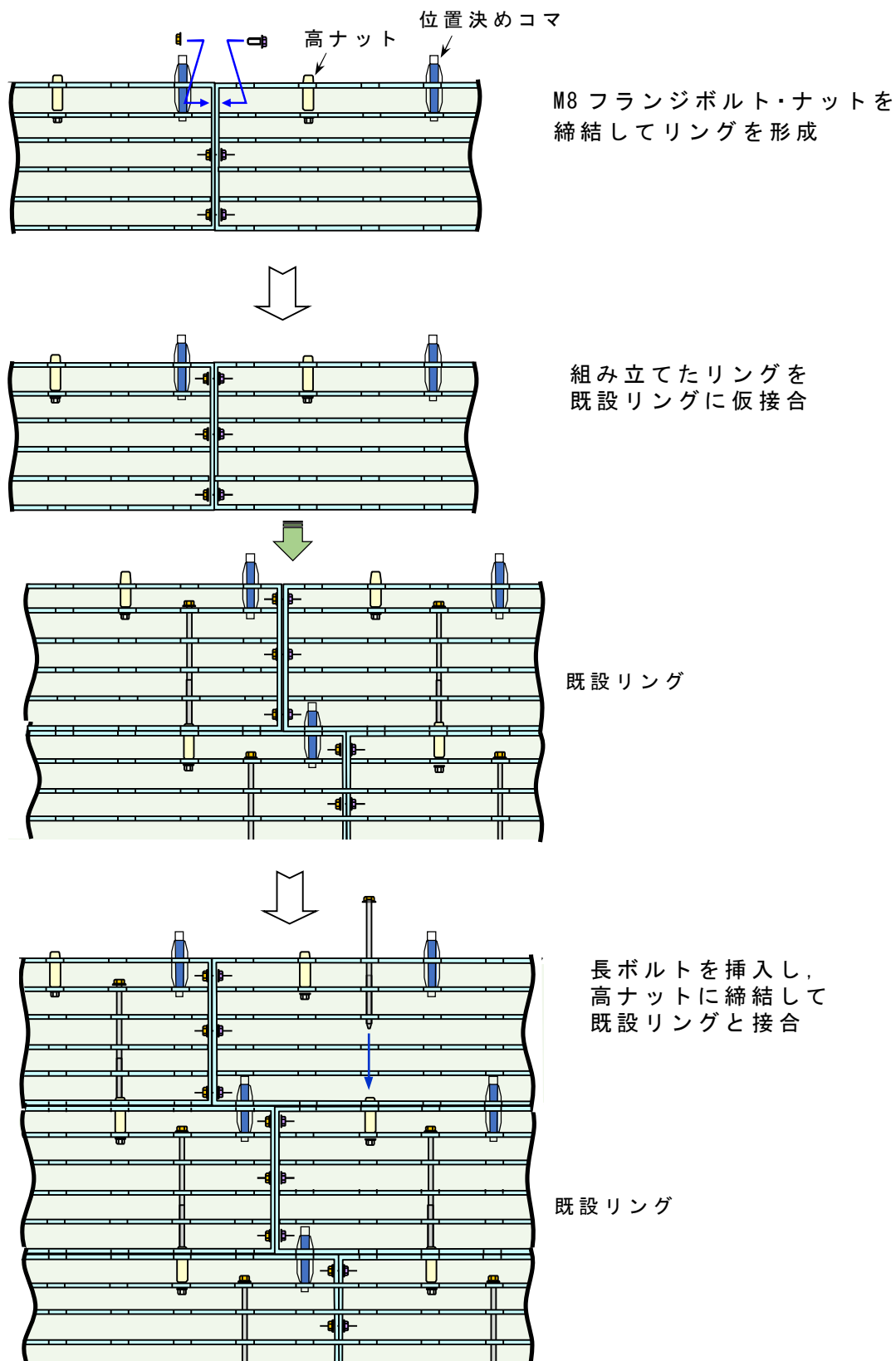


図-2.2.16 標準セグメントの組立概要

(1) 鋼製接合部材

鋼製接合部材を図-2.2.17に示す。部材の用途と材質を表-2.2.13に示す。

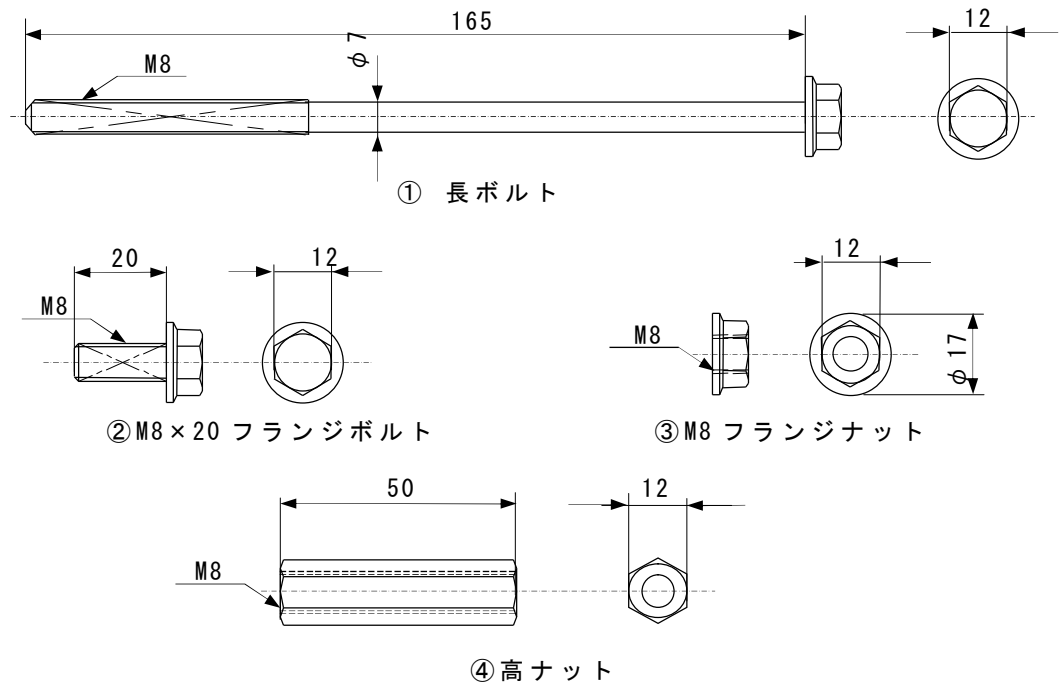


図-2.2.17 鋼製接合部品概要図

表-2.2.13 鋼製接合部材の用途と材質

番号	部材名称	用途	備考
①	長ボルト	・標準タイプ3Sセグメント管軸方向の接合	<ul style="list-style-type: none"> ・JISで規定される鉄鋼線材 ・全部材ユニクロームメッキ相当
②	M8フランジボルト	<ul style="list-style-type: none"> ・3Sセグメント円周方向の接合 ・高ナットの固定 	
③	M8フランジナット	・3Sセグメント円周方向の接合	
④	高ナット	・標準タイプ3Sセグメント管軸方向の接合	

(2) 硬質塩化ビニル製接合部材

硬質塩化ビニル製接合部材は、位置決めコマとロックピンがある。

位置決めコマは、セグメントリング軸方向の接合を容易にし、継手部のずれを小さくする効果がある。位置決めコマの設置状況を写真-2.2.5に示す。なお、呼び径800、900および矩形用の標準タイプには、あらかじめ一体成形されている。(写真-2.2.6)

屈曲タイプ、スライドタイプでは、長ボルトに替わりリング間の接合機能を有するロックピン(写真-2.2.7)を使用する。ロックピンの固定機能概要を図-2.2.18に示す。

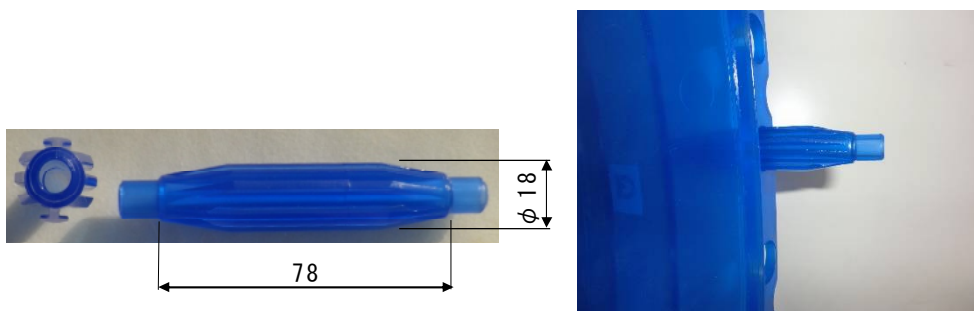


写真-2.2.5 位置決めコマの取付状況

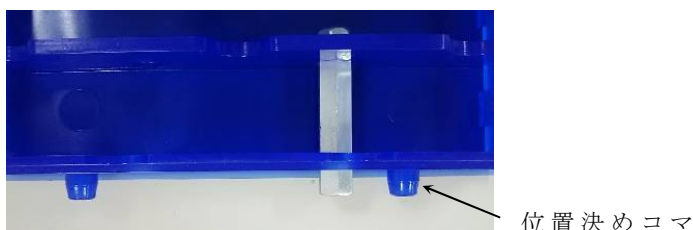


写真-2.2.6 位置決めコマ成形状況

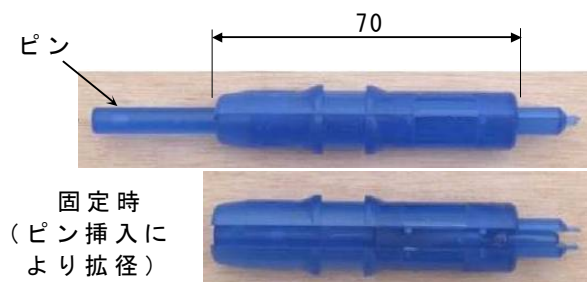


写真-2.2.7 ロックピン

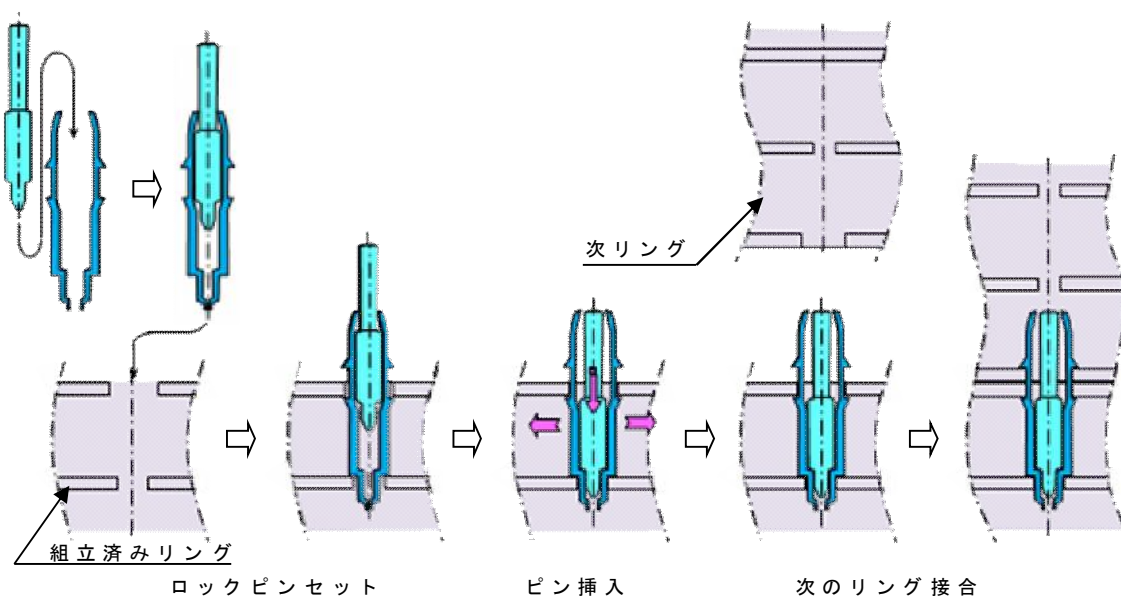


図-2.2.18 ロックピンの固定機能概要

2.2.3 補強材

コンクリート用補強鉄線 (SWM-C) の材料特性の測定結果を表-2.2.14 に示し、異形棒鋼 (SD295) の材料特性の測定結果を表-2.2.15 に示す。

なお、強化繊維 (CFRP, AFRP 等) を使用する場合もある。

表-2.2.14 コンクリート用補強鉄線 (SWM-C) の材料特性

項目	測定値	目標値	試験の規格
引張降伏強さ (N/mm^2)	513	440 以上	JIS Z 2241
ヤング係数 (N/mm^2)	212,589	200,000 以上	

表-2.2.15 異形棒鋼 (SD295) の材料特性

項目	測定値	目標値	試験の規格
引張降伏強さ (N/mm^2)	391	295 以上	JIS Z 2241
ヤング係数 (N/mm^2)	205,696	160,000 以上	

2.2.4 その他部材

(1) スペーサー

組立時に管きょ内での3Sセグメント位置調整に使用するプラスチック製スペーサーは、スライドタイプと棒タイプの2種類がある。

① スライドタイプスペーサー

スライドタイプスペーサーは1mmピッチで高さ調整ができ、最小高30mmと41mmの2タイプがある。台座部材を下部に取り付けることで、セグメントと既設管の隙間に対して30mm以上で任意に調整が可能である。(表-2.2.16、写真-2.2.8)

表-2.2.16 スライドタイプスペーサーおよび台座部材

スライド調整高 (mm)	台座部材高 (mm/個)
30~46	15
41~65	20

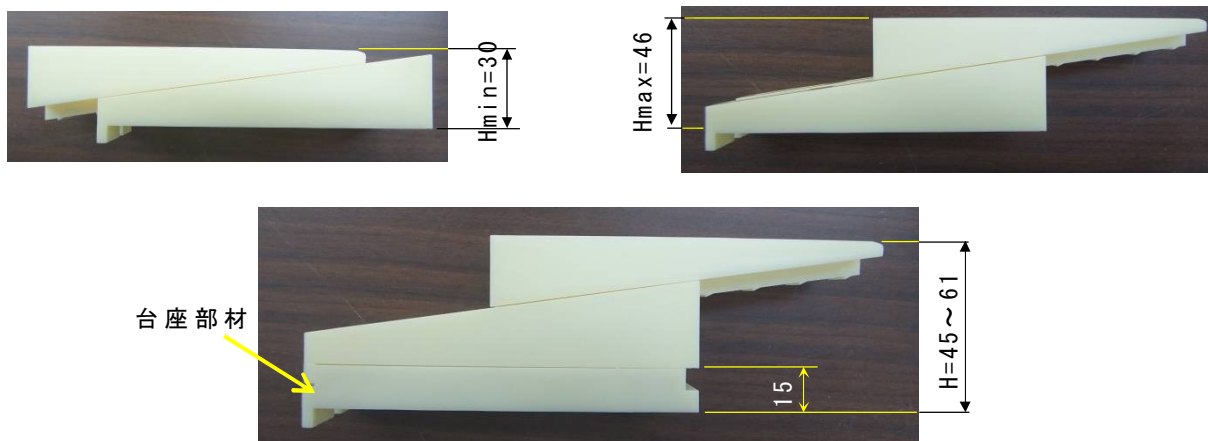


写真-2.2.8 スライドタイプスペーサー

② 棒タイプスペーサー

棒タイプスペーサー(写真-2.2.9)は、10mm以上30mm未満の空間で、単独あるいは重ねて(図-2.2.19)高さを調整して使用する。



写真-2.2.9 棒タイプスペーサー



図-2.2.19 棒タイプスペーサー形状寸法図

なお、勾配調整のため必要に応じてレール状に形鋼等を使用し所定の高さを保つ方法もある。

(2) 注入孔カバー

3 Sセグメントを穿孔して設けた3 S充填材注入孔の処理として、3 Sセグメントと同じ硬質塩化ビニル製の専用カバーを取り付ける。注入孔カバーの例を図-2.2.20, 写真-2.2.10に示す。

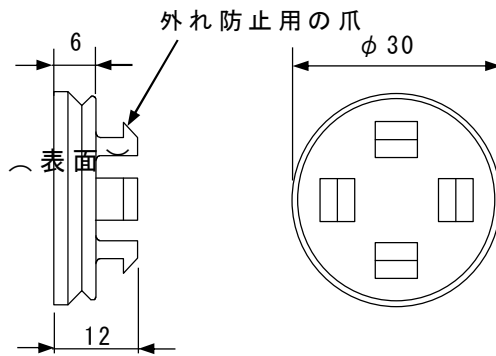


図-2.2.20 注入孔カバーの例 写真-2.2.10 注入孔カバーの例

(3) 接合部シール材

耐薬品性を有する一液性ポリウレタン系湿気硬化型のシーリング材を3Sセグメント継手面の凹部およびスライドタイプ凹凸部材接合部に塗布し、接合部の水密性を確保する。シール材塗布の概要を図-2.2.21に示す。

接合部シール材の材料特性を表-2.2.17に示す。

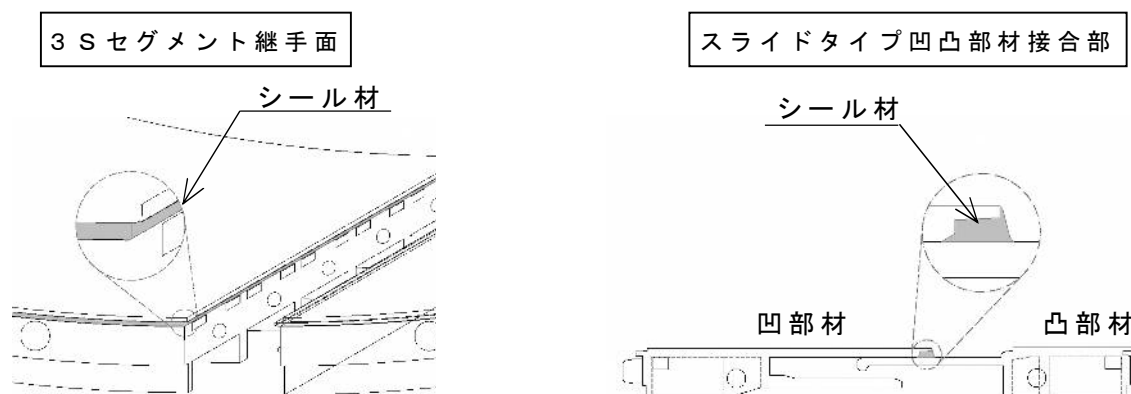


図-2.2.21 接合部シール材塗布概要

表 2.2.17 接合部シール材の材料特性

項目	測定値	目標値	試験の規格
長手方向引張強さ (MPa)	2.31	1.0 以上	JIS K 6251
引張破断伸び (%)	870	300 以上	JIS K 6251
ショア硬さ	E 45	E 44 ± 10	JIS K 6253-3

2.2.5 3 S 充填材

(1) 種類

3 S 充填材は、供給等を考慮して、5 種類用意している。

いずれも水に対して材料分離が生じにくく、流動性に優れた高流動モルタルである。3 S 充填材の配合を表-2.2.18、プレミックス材の成分を表-2.2.19 に示す。

表-2.2.18 3 S 充填材の配合

(1m³ 当たり)

種別	水/材料比 (%)	単位質量 (kg)	
		プレミックス材	水
1 号材	21.2	1722	365.0
3 号材	19.0	1775	337.3
4 号材	20.0	1789.3	357.8
5 号材	24.0	1700	408.0
6 号材	20.0	1831.5	366.3

備考：プレミックス材袋詰めの場合 25kg/袋

表-2.2.19 プレミックス材の成分

種別	材料成分		
	セメント	骨材	混和材、混和剤
1 号材	高炉セメント B 種	石灰石砂 (最大寸法 1.2 mm)	<ul style="list-style-type: none"> ・収縮低減材 ・減水剤 ・消泡剤 ・増粘剤
3 号材	早強ポルトランドセメント	無機質骨材 (最大寸法 2.0 mm)	<ul style="list-style-type: none"> ・フライアッシュ膨張材 ・減水剤 ・水中不分離性混和剤
4 号材	早強ポルトランドセメント	珪砂 (最大寸法 1.2 mm)	<ul style="list-style-type: none"> ・収縮低減材 ・高性能減水剤 ・消泡剤 ・水中不分離性混和剤
5 号材	普通ポルトランドセメント	珪砂 (最大寸法 0.6 mm)	<ul style="list-style-type: none"> ・減水剤 ・消泡剤 ・炭酸カルシウム粉末膨張材
6 号材	普通ポルトランドセメント	高炉水砕スラグ加工砂 (最大寸法 1.2 mm)	<ul style="list-style-type: none"> ・高炉水砕スラグ微粉末膨張材 ・減水剤 ・消泡剤 ・水中不分離性混和剤

(2) 管理項目および管理値

3 S 充填材の管理項目と管理値を表-2.2.20 に示す。

表-2.2.20 3 S 充填材の管理項目および管理値

種別	フロー値*	圧縮強度 (材令 28 日) (N/mm ²)	管理頻度
1 号材	300±30 mm	35	・フロー値計測：注入日毎に 1 回 ・供試体採取：注入日毎に 1 回
3 号材	280±30 mm		
4 号材	300±30 mm	60	
5 号材	300±30 mm	35	
6 号材			

備考 ・フロー測定容器およびテストピース：φ50mm×100mm
・管理頻度は、特記仕様書等で確認が必要

(3) 設計に使用する強度特性

設計に使用する 3 S 充填材（1 号材、3 号材、4 号材、5 号材、6 号材）の強度特性（設計値）を表-2.2.21 に示す。

表-2.2.21 3 S 充填材強度特性（設計値）

種別	圧縮強度 (N/mm ²)	ヤング係数 (N/mm ²)
1 号材 3 号材 5 号材 6 号材	35	15,000
4 号材	60	18,000

3. 性 能

3.1 3 S セグメント

3.1.1 接合部の強さ

3 S セグメントの接合部の接合強さは 0.02MPa 以上である。

表-3.1.1 接合部の接合強さの試験結果

測定値 平均値 (MPa)	申告値 (MPa)	試験方法*
0.14	0.02 以上	直線部材 110mm を 3 ピース接合した供試体の中央の部材に載荷し、接合部の離脱または破壊される荷重が申告値を満足することを確認する。

*「JIS A 7511 下水道用硬質塩化ビニル製管きょ更生工法付属書 JB ら旋巻管及び組立管の接合部の試験方法」に準拠

3.1.2 耐薬品性

3 S セグメントは、下水道用硬質塩化ビニル管 (JSWAS K-1-2010) に規定されている耐薬品性能を有する。また、日本下水道事業団「下水道コンクリート構造物の腐食抑制技術及び防食技術マニュアル」(平成 24 年 4 月)のシートライニング工法の品質規格 D 種に適合している (参考-3)。

表-3.1.2 3 S セグメントの耐薬品性試験結果

試 験 液	質量変化度 (mg/cm ²)			JSWAS K-1	
	No. 1	No. 2	平均値	規格値	試験方法
蒸 留 水	0.09	0.09	0.09	±0.2 mg/cm ² 以内	試験液に温度 60±2 °C で 5 時間浸せき 後の質量変化 を計測
10% 塩化ナトリウム溶液	0.09	0.11	0.10		
30 % 硫酸	0.04	0.04	0.04		
40% 水酸化ナトリウム溶液	0.04	0.03	0.03		

3.1.3 耐摩耗性

3 Sセグメントは、下水道用硬質塩化ビニル管（JSWAS K-1）と同等の耐摩耗性を有する。

表-3.1.3 摩耗性試験結果

試験品名	摩耗質量 (mg)	試験方法
3 Sセグメント	211	JIS K7204「摩耗輪による硬質塩化ビニルの摩耗試験方法」 摩耗輪 : H-18、試験荷重 : 9.8N、 回転速度 : 60 回転/ごと分 試験回数 : 連続 1,000 回 試験室の環境 : 温度 23±2℃, 湿度 50±5%
下水道用 硬質塩化ビニル管	236.9	

3.1.4 接合部の水密性

3 Sセグメントの接合部は、外水圧，内水圧 0.3MPa に対する水密性を有する。

3.1.5 更生管耐荷性能

(1) 破壊管、減肉管の更生管

本工法による以下の管種対象の更生管は、新管と同等以上の強度となる耐荷性能を有する。

- ・円形管：鉄筋コンクリート管
- ・矩形管：プレキャストボックスカルバート

新管を破壊させた管（外圧試験により最大荷重に達した管）および内側鉄筋かぶり分のコンクリートを全周で減じ減肉した管の2種類を更生した供試体による外圧試験結果を表-3.1.4と表-3.1.5に、外圧試験状況を写真-3.1.1に示す。

表-3.1.4 円形管外圧試験結果平均値

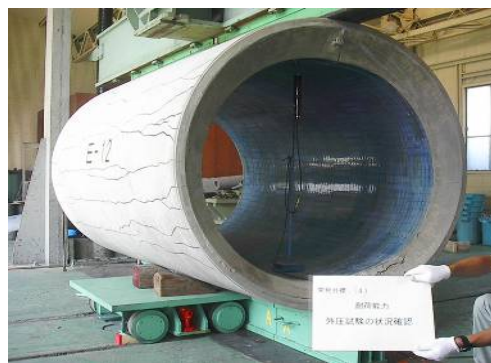
更生前呼び径 (mm)	管長 (mm)	更生後内径 (mm)	更生前管条件	①更生前破壊荷重 (kN/m)	②更生後破壊荷重 (kN/m)	③JIS規格値 (kN/m)	②/①
800	2430	730	破壊	100.2	143.1	53.0	1.4
1000	2430	922	破壊	105.7	158.0	61.9	1.5
1500	2360	1378	破壊	137.7	192.8	91.3	1.4
			減肉	—	199.7		—
1800	2360	1650	破壊	202.1	254.8	111.0	1.3
			減肉	—	237.9		—
2200	2360	2030	破壊	223.2	267.8	124.0	1.2
			減肉	—	258.6		—
2600	2360	2414	破壊	221.7	341.5	136.0	1.5
			減肉	—	309.2		—

※更生後内径は実測値による。

表-3.1.5 非円形（矩形）管外圧試験結果平均値

更生前内寸 (mm)	管長 (mm)	更生後内寸 (mm)	更生前管条件	①更生前破壊荷重 (kN/mm)	②更生後破壊荷重 (kN/mm)	②/①
1000×1000	2000	900×900	破壊	416.0	681.5	1.6
			減肉	—	610.8	—
1200×1200	1000	1070×1070	破壊	309.3	482.5	1.6
			減肉	—	460.8	—
1500×1500	1000	1370×1370	破壊	411.7	519.1	1.3
			減肉	—	461.7	—
1800×1800	2000	1680×1680	破壊	346.3	461.7	1.3
			減肉	—	462.5	—

※更生後内寸は実測値による。



円形管呼び径 1500 更生管 (左: 載荷前, 右: 載荷後)



円形管呼び径 1800 更生管 (左: 載荷前, 右: 載荷後)



矩形内寸 1800×1800 (左: 載荷前, 右: 載荷後)

写真-3.1.1 更生管外圧試験状況

(2) 鋼材により補強された更生管

新管を破壊した管に写真-3.1.2、写真-3.1.3に示すようにコンクリート用補強鉄線 (SWM-C) と異形棒鋼 (SD295) で補強した更生管の外圧試験結果を表-3.1.6に示す。外圧試験状況を写真-3.1.4に示す。



写真-3.1.2 補強鋼材 SWM-C 配置状況 写真-3.1.3 補強鋼材 SD295 配置状況

表-3.1.6 鋼材により補強された複合管の外圧試験結果

更生前呼び径 (mm)	管長 (mm)	更生後内径 (mm)	更生前管条件	鋼材条件	①更生前破壊荷重 (kN/m)	②更生後破壊荷重 (kN/m)	③更生管の設計値 (kN/m)	④JIS規格値 (kN/m)	②/①	②/③	②/④
800	2,430	731	破壊	SWM-C	99.5	140.0	65.2	53.0	1.4	2.1	2.6
800	2,430	733	破壊	SD295	89.9	146.3	73.6	53.0	1.6	2.0	2.8
800	2,430	732	破壊	SD295	87.4	145.7	73.6	53.0	1.7	2.0	2.7
平均					92.2	144.0	70.8	53.0	1.6	2.0	2.7

※更生管の設計値：「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—(公社)日本下水道協会」に従い、限界状態設計法により算出した終局耐力



補強鋼材 SWM-C による更生管

補強鋼材 SD295 による更生管

写真-3.1.4 鋼材で補強された更生管外圧試験状況

3.1.6 水理特性

3 Sセグメントによる更生管路内面の粗度係数は、硬質塩化ビニル相当であることから、流量設計における粗度係数 n は 0.010 の値を採用する。

更生管きよの水理特性は、表-3.1.7、表-3.1.8 に示すように、既設管きよの流下能力と同等以上を確保できる。

表-3.1.7 円形管きよ更生後の水理特性

既設管呼び径 (mm)	更生管径 (mm)	既設管に対する更生管 の能力倍率	
		流速 V	流量 Q
800	726	1.22	1.00
900	820	1.22	1.01
980	895	1.23	1.05
1000	915	1.23	1.03
1100	1005	1.22	1.02
1200	1105	1.23	1.04
1300	1195	1.23	1.04
1350	1240	1.23	1.04
1400	1285	1.23	1.03
1500	1370	1.22	1.02
1650	1510	1.23	1.03
1800	1650	1.23	1.03
2000	1840	1.23	1.04
2200	2030	1.23	1.05
2400	2220	1.23	1.06
2600	2405	1.23	1.06
2800	2590	1.23	1.06
3000	2790	1.24	1.07

表-3.1.8 非円形管きょ更生後の水理特性の例

管きょ形状	既設矩形管内寸 (mm)		更生管寸法 (mm)		既設管に対する更生管の能力倍率	
	幅	高さ	幅	高さ	流速 V	流量 Q
正方形	1000	1000	900	900	1.2	1.0
	1100	1100	1000	1000	1.2	1.0
	1200	1200	1080	1080	1.2	1.0
	1350	1350	1230	1230	1.2	1.0
	1500	1500	1380	1380	1.2	1.0
	1650	1650	1530	1530	1.2	1.1
	1800	1800	1680	1680	1.2	1.1
	2000	2000	1880	1880	1.2	1.1
	2200	2200	2080	2080	1.3	1.1
	2400	2400	2270	2270	1.3	1.1
	2600	2600	2470	2470	1.3	1.1
	2800	2800	2650	2650	1.3	1.1
3000	3000	2850	2850	1.3	1.1	
長方形	1500	1000	1380	900	1.2	1.0
	2000	1500	1880	1380	1.3	1.1
	4000	2000	3830	1880	1.3	1.1
馬蹄形	2000	2000	1851	1854	1.2	1.1
	2400	2400	2230	2230	1.3	1.1

注：更生管寸法は下記の条件による例であるため、ハンチ部寸法、円弧インバートの曲線半径の大きさにより更生管寸法は異なる。

- ・正方形、長方形：既設管ハンチ部寸法 150
- ・馬蹄形：図-2.2.6 参照

3.1.7 管軸方向の耐震性

「管きょ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）に従い実施した拔出し試験および曲げ試験、水密試験による試験結果を表-3.1.9に示す。

表-3.1.9 管軸方向耐震性

実験確認値 (下記条件下の水密性試験により確認)		
軸方向変位量* ¹ ≥ 36.5 (mm)	屈曲角* ² ≥ 0.4 (°)	内・外水圧 (MPa)
36.5	0.5	(内) 0.1、(外) 0.1

*1: 永久ひずみ (1.5%) による拔出し量

管の有効長 2.43m では、 $2.43 \times 1000 \times 1.5\% = 36.5\text{mm}$

*2: 液状化による地盤沈下による変形 (屈曲角)

3.2 3S 充填材の物理的性能

3S 充填材 (1号材、3号材、4号材、5号材、6号材) の物理的性能について、公的試験機関で実施した試験結果を表-3.2.1に示す。

表-3.2.1 3S 充填材物理的性能

	強度特性		付着性	流動性	ブリージング ・無収縮性	
	28日材齢 圧縮強度* ¹ (N/mm ²)	静弾性 係数* ² (kN/mm ²)	接着強さ* ³ (N/mm ²)	フロー値* ⁴ (mm)	ブリージング 率	膨張収縮率 (%)
1号材	49.7	22.5	1.7	300	0.00* ⁵	0.01* ⁵
3号材	58.1	23.1	1.7	250	0.0* ⁶	0.0* ⁶
4号材	90.3	29.3	2.0	290	0.0* ⁶	0.086* ⁶
5号材	53.1	20.2	1.5	295	0.0* ⁶	0.4* ⁶
6号材	72.0	27.4	2.0	290	0.00* ⁵	0.90* ⁵

*1・JSCE-G 521：プレパックドコンクリートの注入モルタルの圧縮強度試験方法
供試体の寸法 直径 50 mm、高さ 100 mm

*2・JIS A 1149：コンクリートの静弾性係数試験方法

*3・JIS A 1171：ポリマーセメントモルタルの試験方法

*4・簡易テーブルフロー試験：国土交通省大臣官房官庁営繕部監修 建築改修
工事監理指針平成22年版（下巻） 8.2.10 モルタル及びグラウト材
試験用容器サイズ：内空φ50×100

*5・JHS 312-1999：無収縮モルタル品質管理試験方法（東日本高速道路、中日本高速
道路、西日本高速道路 試験方法）

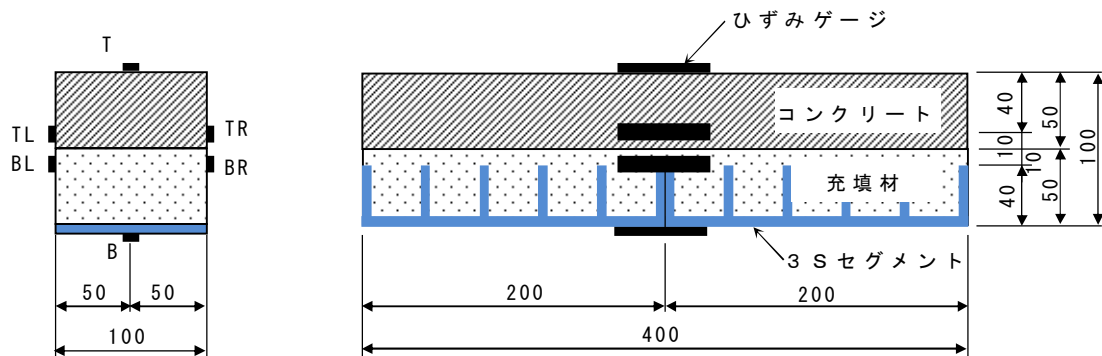
*6・JSCE-F 522：プレパックドコンクリートの注入モルタルのブリージング率
および膨張率試験

3.3 更生材と既設管の一体性能

更生材（3 Sセグメント、3 S充填材）は、円形管外圧試験および梁材で実施した曲げ試験におけるコンクリート、充填材のひずみ発生状況から、更生材は既設管と一体化している。

曲げ試験結果の例を以下に示す。

- ・ 充填材 : 4号材
- ・ 試験体 : 図-3.3.1
- ・ 荷重-ひずみ曲線 : 図-3.3.2
- ・ 断面内のひずみ変化 : 図-3.3.3



- T : 試験体上面
- TL : 試験体左側面上部
- TR : 試験体右側面上部
- BL : 試験体左側面下部
- BR : 試験体右側面下部
- B : 試験体下面

図-3.3.1 曲げ試験体形状およびひずみ測定位置

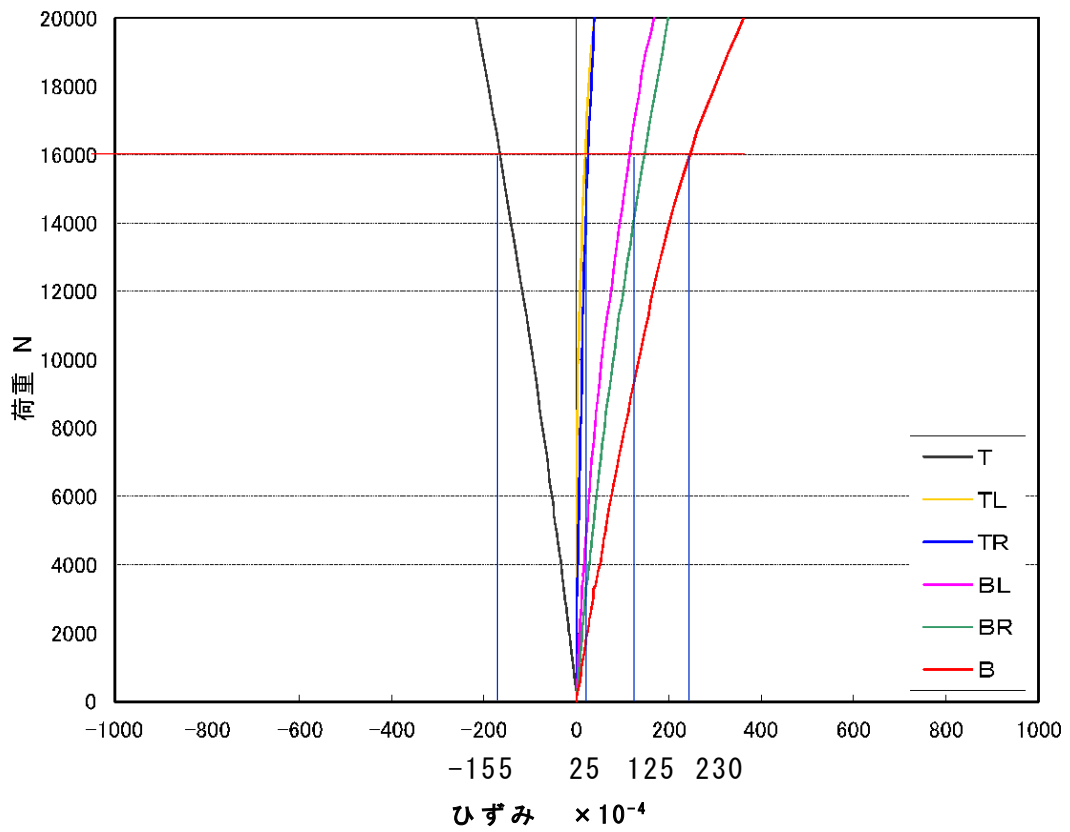


図-3.3.2 荷重-ひずみ曲線（荷重 20kN まで）

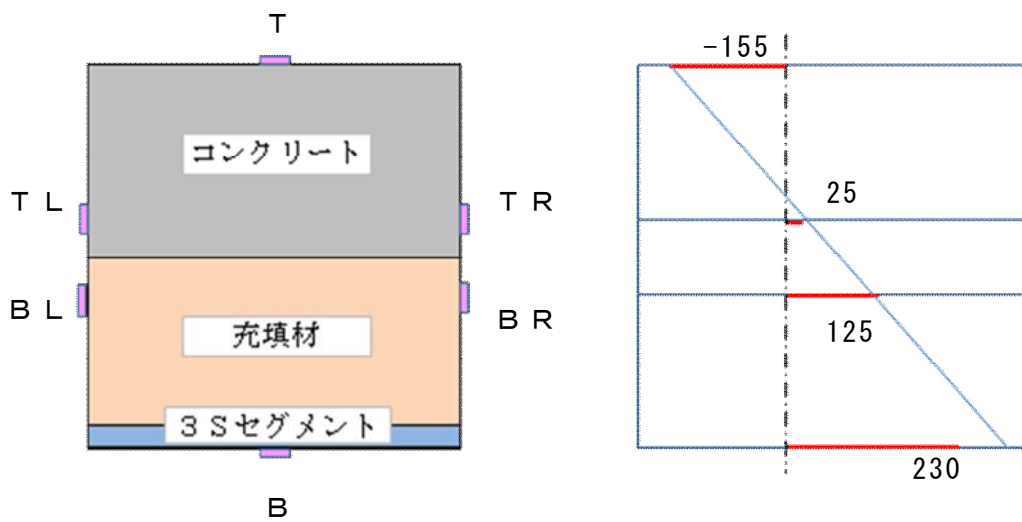


図-3.3.3 梁試験体断面内のひずみ変化（荷重 16kN）

3.4 接合部シール材

接合部シール材の耐久性試験を表-3.4.1に示す条件により公的機関で実施し、溶解、膨張、ひび割れ、被着体からのはく離などの明確な異常は見られなかった。

表-3.4.1 接合部シール材耐久性試験条件

試験方法	JIS A 5758:1992 「建築用シーリング材 4.9 耐久性試験」	
試験条件	圧縮加熱温度 (°C)	90
	目地材の拡大・縮小 (%)	±30

また、耐薬品性の試験条件および試験結果を表-3.4.2、表-3.4.3に示す。

表-3.4.2 接合部シール材耐薬品性試験条件

試験方法	JIS K 6251 「加熱ゴムの引張試験方法」	
試験条件	引張試験	ダンベル状 3号形
	試験速度	500mm/min
	試験体	・ブランク ・pH1~14の各水溶液に14日間浸せき

表-3.4.3 接合部シール材耐薬品性試験結果

pH	破壊応力 (N/mm ²)	破壊伸び (%)
ブランク	2.12	1030
pH1	2.43	960
pH3	2.40	940
pH5	2.42	940
pH7	2.18	880
pH10	2.18	910
pH12	2.28	935
pH14	2.27	940

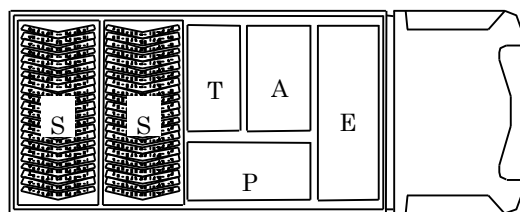
4. 施 工

4.1 施工機械

本工法で使用する主要機械を表-4.1.1に、組立作業車を図-4.1.1に、注入作業車を図-4.1.2に示す。

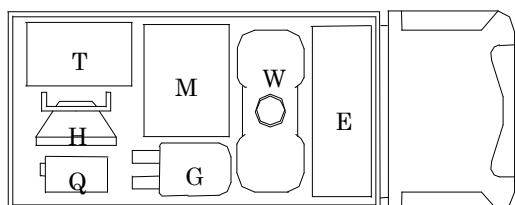
表-4.1.1 主要な使用機械

作 業	使 用 機 械
準 備 工	小型トラック (2t 車) 発動発電機 (10kVA)
管 き よ 内 洗 浄 工	高圧洗浄車 (4t 車) 給水車 (4t 車)
セグメント組立工	組立作業車 (2t 車) 発動発電機 (10kVA) 原動機付コンプレッサー エアーハンドツール
充 填 材 注 入 工	注入作業車 (2t 車) 発動発電機 (20kVA) 注入ポンプ ミキサー 流量計



E = 電源 (発電機)
A = コンプレッサー
T = 工具 (エアーツール,
エアーホース等)
P = 部品 (更生接合部材,
接合シール材等)
S = 3 Sセグメント

図-4.1.1 組立作業車



E = 電源 (発電機)
W = 水タンク
T = 工具 (カプラー, 注入ホース等)
M = ミキサー
G = 注入ポンプ
H = ホッパー
Q = 流量計

図-4.1.2 注入作業車

4.2 占用作業帯

施工は大型機械設備を使用せず、組立時の作業帯は最小 22.5m²、標準 30m²、充填材注入時の標準作業帯は 35m²で狭小である。組立時の最小作業帯および標準作業帯を図-4.2.1に、充填材注入時の標準作業帯を図-4.2.2に示す。

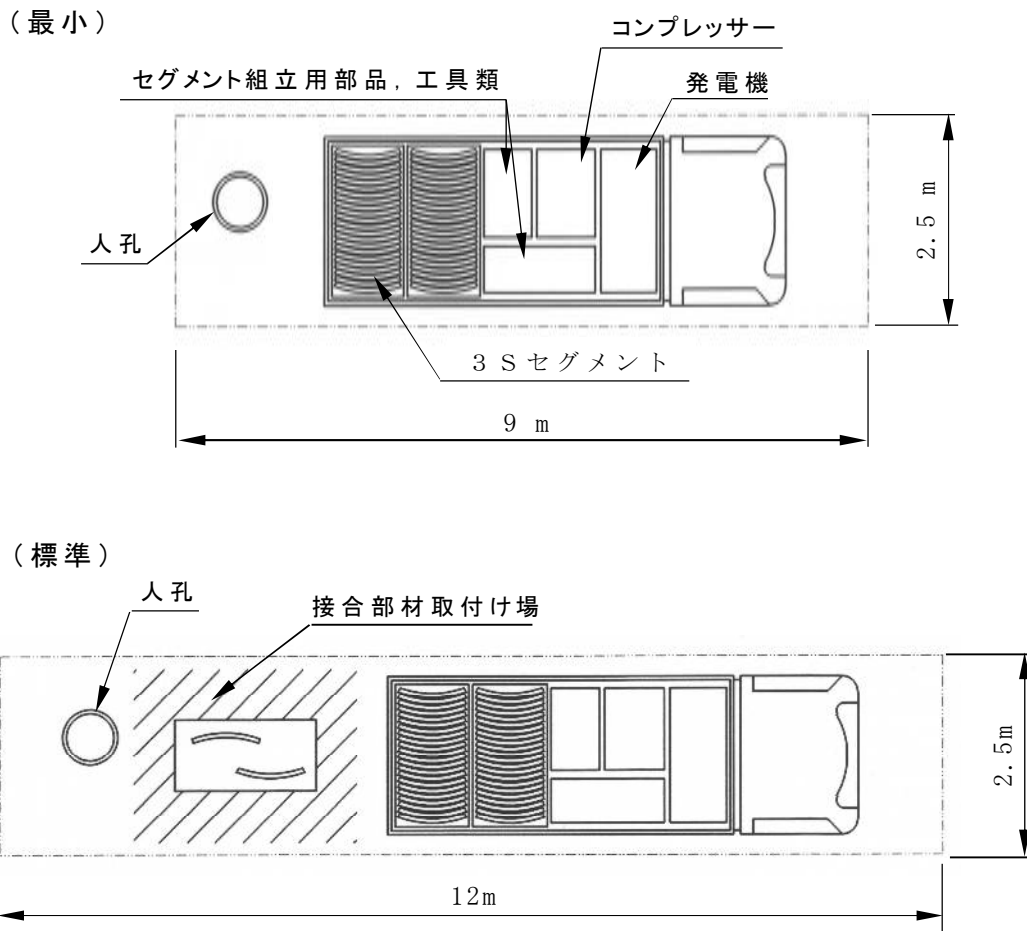


図-4.2.1 組立時の作業帯

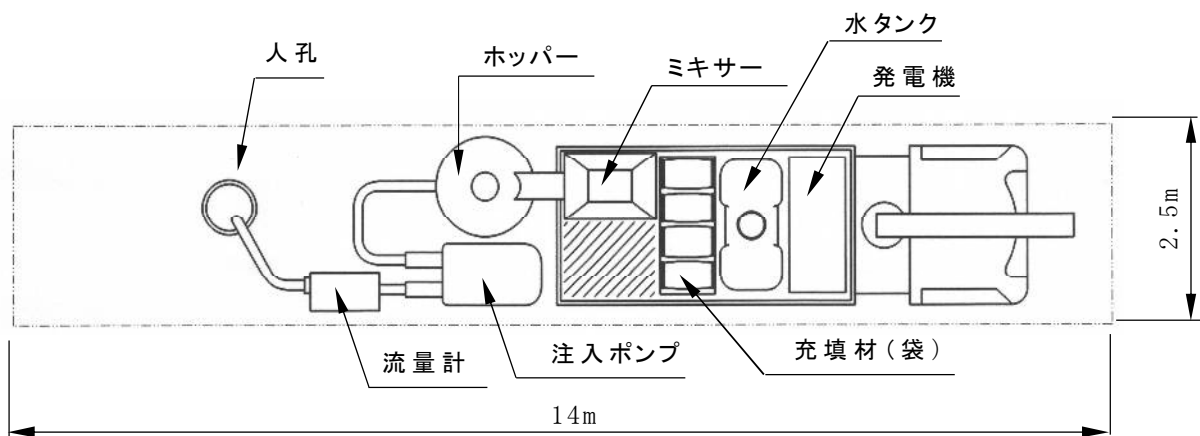


図-4.2.2 充填材注入時の標準作業帯

4.3 標準作業工程

3 Sセグメント工法の標準作業手順を図-4.3.1に示す。

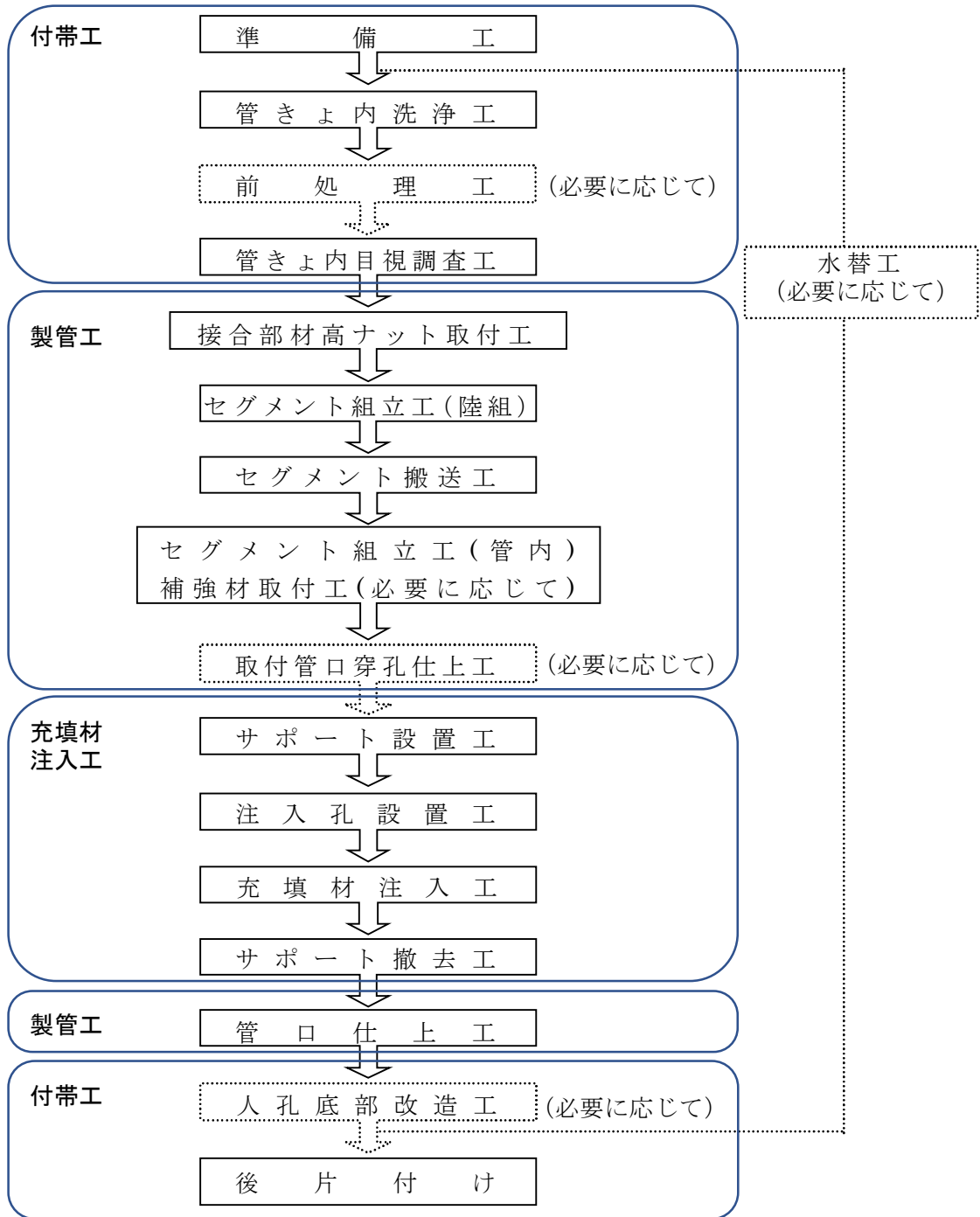
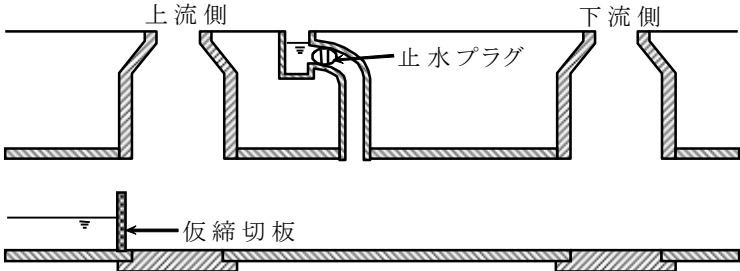
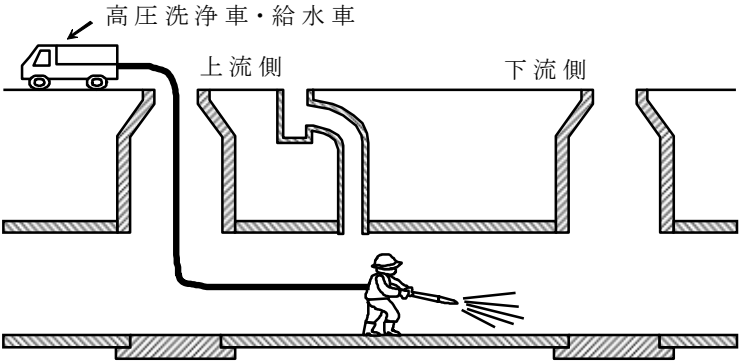
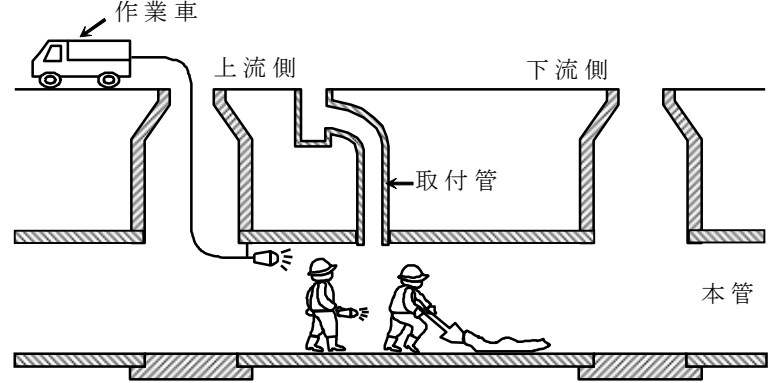
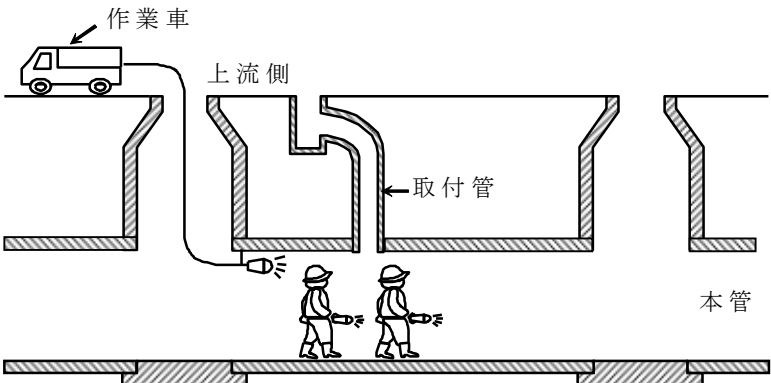
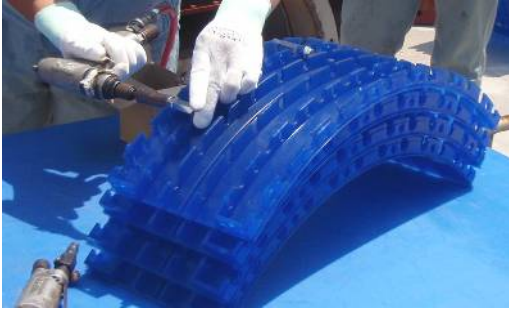


図-4.3.1 標準施工手順

4.4 標準施工要領

施工工程	施工の概要
<p>1. 準備工</p> <p>管きょ内状況について目視調査する。</p> <p>調査結果をもとに、施工計画書を作成する。</p> <p>2. 水替工</p> <p>施工範囲の本管および取付管からの流量や水位によって必要に応じて水替えを行う。</p> <p>3. 管きょ内洗浄工</p> <p>高圧洗浄車にて管きょ内を洗浄する。</p>	<p>(1) 施工前に、下記のとおり管きょ内および周辺環境について調査し、調査記録書を作成する。</p> <ol style="list-style-type: none"> ① 既設管きょの路線延長、管種、形状(断面寸法)、土被り ② 既設管きょの勾配、屈曲角、継手部の段差・ズレ ③ 既設管きょ内の状態(損傷、漏水、浸入水の有無、樹木根等の有無、モルタルの付着、土砂等の堆積) ④ 取付管の位置、管径および取付(突出)状況 ⑤ 人孔の形状、寸法 ⑥ 流下流況(水深、流速) ⑦ 交通量 <p>(2) 調査結果をもとに、前処理の検討や以下の施工方法および工程について計画する。</p> <ol style="list-style-type: none"> ① 3Sセグメントの寸法、使用タイプおよび数量 ② スペースの種類、設置位置および数量 ③ 充填材注入機器仕様、注入分割、サポート構造および数量 ④ (必要に応じて)水替えポンプの能力、口径、台数 ⑤ (必要に応じて)補強鉄筋の仕様(径、ピッチ) <p>(3) 施工前には以下について実施する。</p> <ol style="list-style-type: none"> ① 道路使用許可申請 ② 地域住民への工事予告、PR 等 <p>仮締切の例</p>  <p>高圧洗浄車・給水車</p>  <p>洗浄水圧力は既設管の劣化状態(腐食等)に応じて慎重に選定しなければならない。</p>

施工工程	施工の概要
<p>4. 前処理工</p> <p>障害となるモルタルや木の根および取付管の突出がある場合は、施工前に除去などの前処理を行う。また、ジョイント・管壁などで浸入水・漏水がある場合は止水を行う。</p>	   <p>6. 接合部材取付工</p> <p>3 Sセグメントに接合部材を取付ける。</p> <p>接合部材（高ナット）取付状況</p> <p>現場状況により、地上の作業帯内あるいは仮置きヤードで取付作業ができない場合は、工場にて接合部材を取付け、現場に搬入する場合がある。</p>

施工工程

施工の概要

7. セグメント搬送工

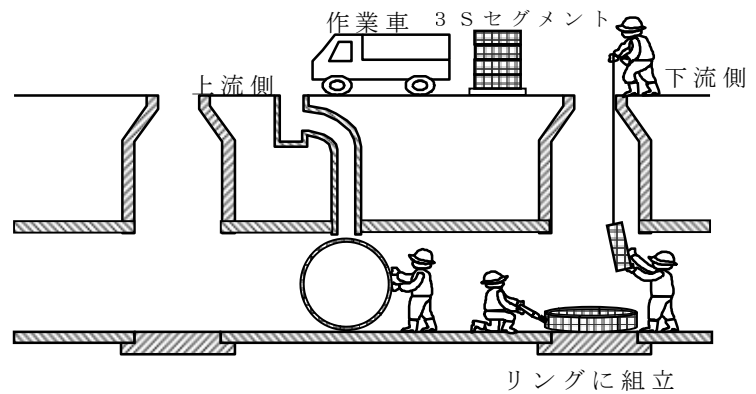
人孔から管内に搬入できる長さに陸組した3Sセグメントを人孔より搬入する。

施工開始位置は、通常上流側とし、搬入は下流側からとする。

【円形管】陸組した部材を人孔下付近でリング状に組み立て、組立位置まで搬送する。



円形管用搬入状況の例








【矩形管】陸組した頂版、底版、側壁用の部材を組立位置まで搬送する。


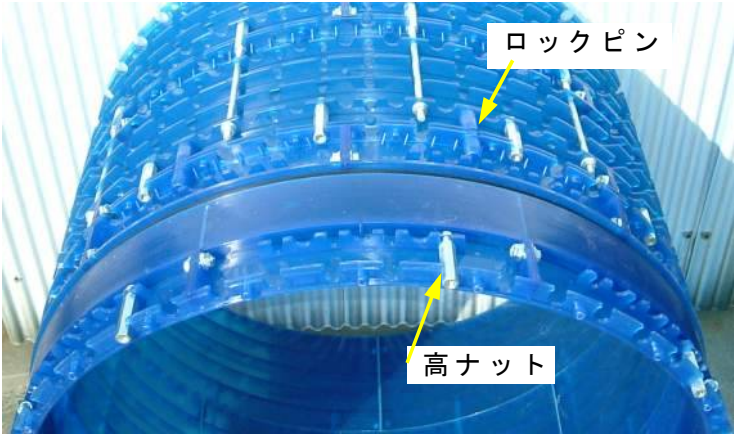
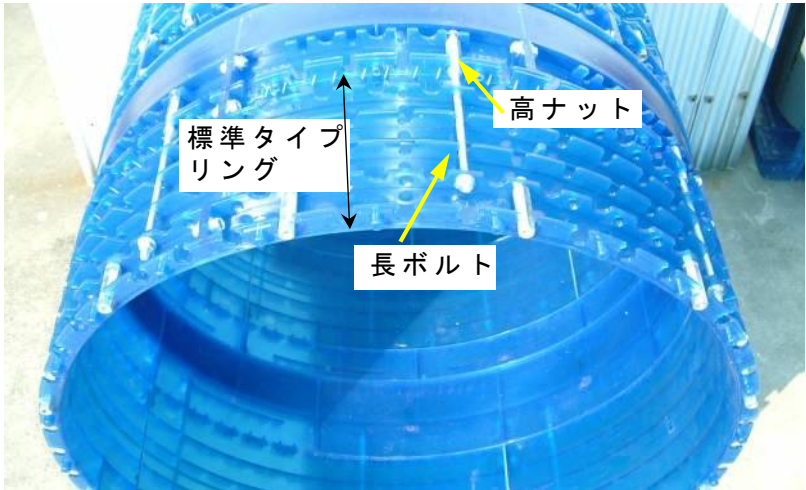




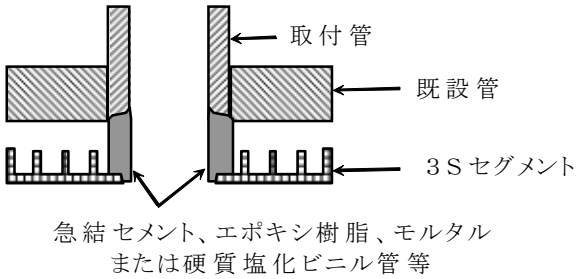
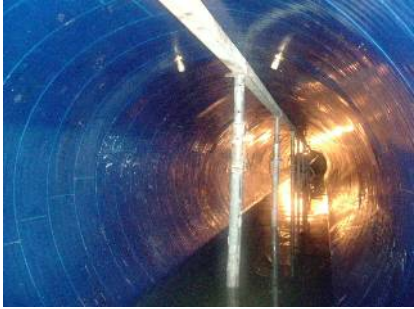

矩形管用部材搬入状況の例

施工工程	施工の概要
<p>8. セグメント組立工 (標準タイプ)</p> <p>(1) リング組立 作業開始前に、エアーツールの締付けトルクはレギュレーターで調整する。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・M8 ボルト用 (セグメント間) トルク値：12～30 N・m ・長ボルト用 (リング間) トルク値：5～20 N・m <p>3 Sセグメント継手面には、シール材を塗布し、ボルト接合する。</p> <p>(2) 補強鋼材組立 必要に応じて補強鋼材を設置する。</p>	<p style="text-align: center;">施工の概要</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around;">   </div> <div style="display: flex; justify-content: space-around; margin-top: 10px;">  </div> <p style="text-align: center;">M8 ボルト締結状況</p> <p style="text-align: center;">シール材塗布状況 (リング間継手部)</p> <p>セグメント間の継手部にシール材を塗布する。また、リングに組立て後には、リング間継手部にシール材を塗布する。</p> <p>管内状況によって、リング状組立作業用ステージを設置する。</p> <div style="text-align: center;">  </div> <p style="text-align: center;">矩形管リング組立状況</p> <p>①セグメント背面 管きよ内でリングに組み立てた3 Sセグメントの背面に鋼材を巻き付ける。 p.58「(6) 3 Sセグメントリング背面に補強鋼材の取付」を参照。</p> <p>②既設管側組立 3 Sセグメント組立前に鋼材 (異形棒鋼) を組み立てる (アンカー等で設置)。</p>

施工工程	施工の概要
<p>8. セグメント組立工 (標準タイプ)</p> <p>(3) リング接合</p> <p>① 組立始点位置に3Sセグメント端を合わせる。</p> <p>通常、リングは管底に直置きする。</p> <p>構造計算による嵩上高や勾配調整、蛇行調整などでは、設置計画に従い、所定の高さとなるようにセットする。</p> <p>② リングの接合は、長ボルトをエアーツールで高ナットに締結する。</p> <p>③ 通常 1.0m 間隔に所定の位置にスペーサーを設置する。</p> <p>隙間に応じてスライドタイプと棒タイプのスペーサーを設置する。</p>	<p>施工の概要</p>  <p>管きよ内高さが2m以上の場合には、作業補助台を使用する。転倒、墜落等に対する安全対策を確実に行う。</p>  <p>既セグメントに位置決めコマを利用して仮接合</p> <p>ボルト締付状況 (管軸方向)</p>  <p>スライドタイプスペーサー設置状況</p> <p>段差，ズレが大きい場合には，スペーサーに替えて形鋼等を併用する。</p>

施工工程	施工の概要
<p>9. セグメント組立工 (耐震用) ① スライドタイプ凹凸部材嵌合部にゴムリングを内蔵したリングとする。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・スライドタイプの凸部材・凹部材それぞれをリングに組み立てる。 ・凸部材リングの外周側にゴムリングを取り付ける。 ・凸部材リングを凹部材リングへ挿入する。 	<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;">  <p>凸部材 リングに組立</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>凹部材 リングに組立</p> </div> </div> <div style="text-align: center; margin-top: 20px;">  <p>凸部材リングの凸部外周にゴムリングを取付</p> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-around; margin-top: 20px;"> <div style="text-align: center;">  <p>凸部材リングを 凹部材リングへ挿入</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>嵌合終了前に、内面側 凹凸部材接合部にシール材を塗布</p> </div> </div>

施工工程	施工の概要
<p>9.セグメント組立工 (耐震用)</p> <p>② 既設管の継手付近に、スライドタイプを設置する。</p> <p>既設の標準タイプリングとスライドタイプの接合は、位置決めピンに替えてセットするロックピンで行う。</p> <p>次の標準タイプリングは、凹部材に取り付けた高ナットと長ボルトで接合する。</p>	 <p>ロックピン</p> <p>スライドタイプリングと接合する標準タイプリングの継手面にロックピンを設置</p>  <p>ロックピン</p> <p>高ナット</p> <p>スライドタイプリングを接合</p>  <p>標準タイプリング</p> <p>高ナット</p> <p>長ボルト</p> <p>標準タイプリングをスライドタイプリングに接合</p>

施工工程	施工の概要
<p>10. 取付管口穿孔仕上工</p> <p>取付管がある場合は、管内から取付管の位置を確認し、専用工具にて穿孔する。</p> <p>既設管とセグメント間は急結セメント、エポキシ樹脂、モルタル、硬質塩化ビニル管等を用いて管口を仕上げる。</p>	<p>穿孔部は充填材が流出しないように取付管口を仕上げる。</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around;">   </div> <div style="display: flex; justify-content: space-around; text-align: center;"> <p>取付管口穿孔状況</p> <p>管口仕上げ状況</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>急結セメント、エポキシ樹脂、モルタル または硬質塩化ビニル管等</p> </div>
<p>11. サポート設置工</p> <p>(1) 標準施工</p> <p>充填材注入時のリング変形・変位を防止するため、標準 2.0m 以内の間隔でサポートを設置する。</p> <p>サポート使用材料(例)：単管パイプ、サポートジャッキ、角材など。</p> <p>サポート設置方法</p> <ul style="list-style-type: none"> ・呼び径 1000～1800： 建地のみ ・呼び径 2000 以上： 十字 	<div style="display: flex; justify-content: space-around;">   </div> <div style="display: flex; justify-content: space-around; text-align: center;"> <p>呼び径 1350</p> <p>呼び径 2200</p> </div> <p style="text-align: center;">サポート設置状況</p>

施工工程

施工の概要

11. サポート設置工

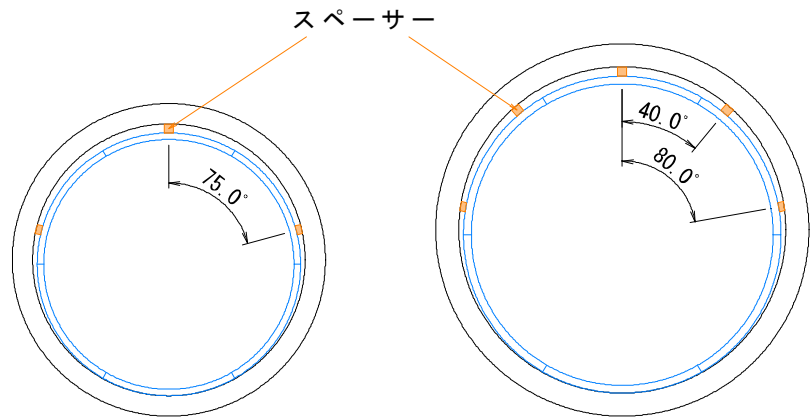
(2) サポートレス施工

呼び径 1000 以上
2000 以下でサポートレス
施工を行う場合には、
全周で効率的に反力を
得られるよう、スペーサー
の配置を以下とする。

スペーサー配置方法

周方向：約 20 度間隔

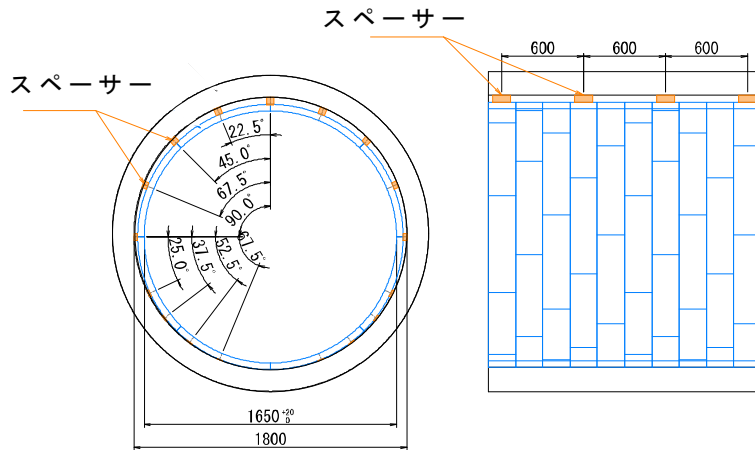
延長方向：0.6m 間隔



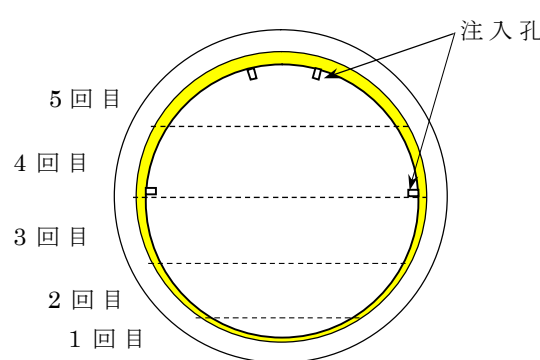
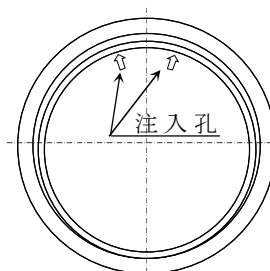
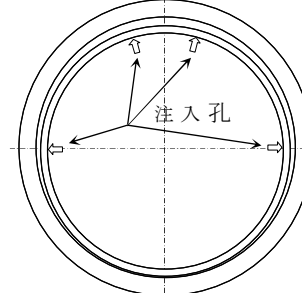


[呼び径 1650 未満]

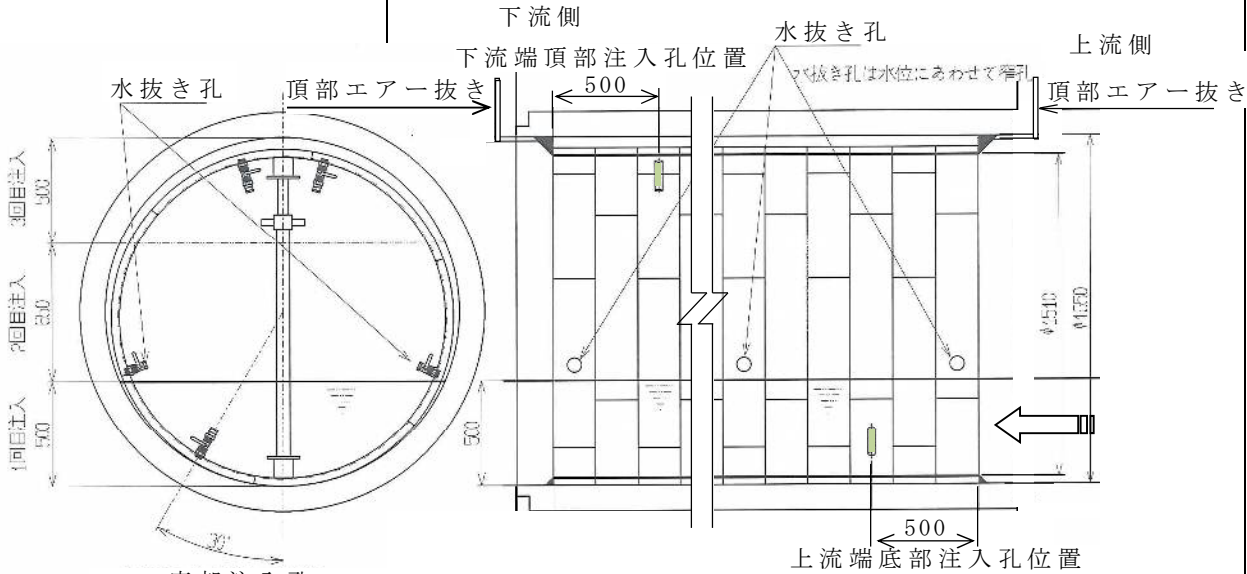
[呼び径 1650 以上]

標準施工時のスペーサー配置の例



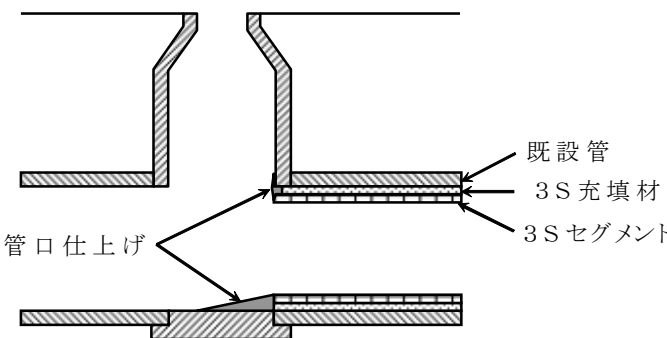
サポートレス施工 スペーサー設置の例：呼び径 1800

施工工程	施工の概要
<p>12. 充填材注入工</p> <p>充填材注入によって3Sセグメントに過大な側圧・浮力等が作用しないように分割注入を行う。</p> <p>(1) 注入孔設置 管断面の注入孔位置は、以下とする。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・呼び径 2000 未満 管頂部 2箇所 ・呼び径 2000 以上 管頂部 2箇所、 中央付近 2箇所 計 4箇所 <p>注入孔を穿孔し注入用カップラーを取り付ける。</p>	<p>施工の概要</p>  <p>分割注入例 呼び径 2600</p> <p>注入孔は通常約 5m 間隔に設置する。</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div data-bbox="654 963 925 1299"> <p>呼び径 2000 未満</p>  </div> <div data-bbox="1005 963 1308 1321"> <p>呼び径 2000 以上</p>  </div> </div> <p>円形管標準注入孔位置（断面）</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div data-bbox="606 1433 973 1724">  <p>注入孔穿孔状況</p> </div> <div data-bbox="1021 1433 1356 1724">  <p>注入用カップラー取付状況</p> </div> </div>

施工工程	施工の概要						
<p>12. 充填材注入工</p> <p>管内の水深が大きい場合は、水中での打継ぎとならないだけでなく、充填材の分離を防止するため、底部付近に注入孔を設置する。</p>	<p>水深条件が下表の場合の底部注入は、以下とする。</p> <table border="1" data-bbox="630 398 1348 564"> <thead> <tr> <th>呼び径</th> <th>水深条件</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>800～1350</td> <td>15cm を超え呼び径の 30% 以下</td> </tr> <tr> <td>1500～3000</td> <td>30cm を超え 1500 は 45cm 以下、 1650 以上は 50cm 以下</td> </tr> </tbody> </table> <ul style="list-style-type: none"> ・ 注入口箇所：上流側の底部の 5 時または 7 時位置 ・ 注入高：水面（水深 50cm）より上までとし、打継面を気中とする ・ 注入方向：上流側から注入し、滞留している水を下流側へ排出（一般と共通） ・ 注入終了：水面より上の注入予定高さに設けた水抜き口（バルブ付き）の最下流側から流出した充填材が所定の比重であることを確認 <div style="text-align: center;">  </div> <p style="text-align: center;">水深が大きい場合の底部注入の例（呼び径 1650、水深 50cm）</p>	呼び径	水深条件	800～1350	15cm を超え呼び径の 30% 以下	1500～3000	30cm を超え 1500 は 45cm 以下、 1650 以上は 50cm 以下
呼び径	水深条件						
800～1350	15cm を超え呼び径の 30% 以下						
1500～3000	30cm を超え 1500 は 45cm 以下、 1650 以上は 50cm 以下						

施工工程	施工の概要												
<p>12. 充填材注入工</p> <p>(2) 管口締切</p> <p>管口から充填材が流出しないように、組み立てた3Sセグメント両端部で既設管との隙間を急結セメント等により締め切る。</p> <p>両側の管頂部には、エア抜きパイプを設置する。</p> <p>(3) 充填材注入</p> <p>① 注入前に充填材の性状確認を行い記録する。</p> <p>② 注入用カップラーに充填ホースをセットし、グラウトポンプにより注入する。</p>	<div data-bbox="614 302 1364 627" data-label="Diagram"> </div> <p style="text-align: center;">管口締切り概要図</p> <p>実施する充填材品質管理項目</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 充填材フロー ・ 比重 <div data-bbox="686 891 1018 1176" data-label="Image"> </div> <p style="text-align: center;">フロー測定</p> <div data-bbox="1037 810 1305 1160" data-label="Image"> </div> <p style="text-align: center;">比重測定</p> <p style="text-align: center;">充填材フロー、比重管理値</p> <table border="1" data-bbox="662 1283 1385 1592"> <thead> <tr> <th>種別</th> <th>フロー値 (mm)</th> <th>比重</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1号材</td> <td>300±30 mm</td> <td rowspan="5" style="text-align: center;">2.0 以上</td> </tr> <tr> <td>3号材</td> <td>280±30 mm</td> </tr> <tr> <td>4号材</td> <td rowspan="3" style="text-align: center;">300±30 mm</td> </tr> <tr> <td>5号材</td> </tr> <tr> <td>6号材</td> </tr> </tbody> </table> <p>* フロー測定容器およびテストピース：φ50mm×100mm</p> <p>管理値外の場合は廃棄し、再度材料の計量、気温、水温等を確認して混練した充填材の性状を確認する。 圧縮強度測定用のテストピースは標準4本（4週強度）を採取する。採取本数および採取の頻度は特記仕様書で確認のこと。</p> <p>注入は上流側から行う。</p>	種別	フロー値 (mm)	比重	1号材	300±30 mm	2.0 以上	3号材	280±30 mm	4号材	300±30 mm	5号材	6号材
種別	フロー値 (mm)	比重											
1号材	300±30 mm	2.0 以上											
3号材	280±30 mm												
4号材	300±30 mm												
5号材													
6号材													

施工工程	施工の概要
<p>12. 充填材注入工</p> <p>③ 注入中は、注入圧および注入量を記録し、確認する。</p> <p> チャート紙の記録は自動記録を原則とする。</p> <p> 管内では充填状況等を監視する。</p> <p>④ 上流側管口頂部に設置してあるエア抜きパイプから溢流した充填材の比重が2.0以上であることを確認し、注入ホースのバルブを閉めて作業終了とする。</p> <p>⑤ 充填材凝結後、注入孔の後処理を行う。注入用カップラーを外し、注入孔カバーを取付ける。</p>	<p>管内では、断面方向および延長方向への充填材注入状況を目視にて監視し、偏りが生じないようにバルブの切替えや注入速度等の調整を適切に行う。</p> <div data-bbox="582 443 1396 840"> </div> <p style="text-align: center;">充填注入状況（ボックスカルバート側壁部充填の例）</p> <p>注入最終段階では、最終注入箇所付近に圧力計を設置し圧力を監視する。</p> <div data-bbox="582 1019 1396 1321"> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div data-bbox="630 1332 933 1400"> <p>最終注入孔部圧力計 設置状況</p> </div> <div data-bbox="1037 1332 1372 1400"> <p>エア抜きパイプから 充填材溢流状況</p> </div> </div> <div data-bbox="630 1433 1388 1713"> </div> <div data-bbox="782 1724 1101 1960"> </div> <p style="text-align: center;">注入孔カバーによる 注入孔処理状況</p>

施工工程	施工の概要
<p>13. サポート撤去工 充填材が硬化後、サポート材を撤去する。</p> <p>14. 管口仕上工 注入完了後、エアー抜きパイプを除去し、急結セメントおよび樹脂モルタル等により管口の仕上げを行う。</p> <p>15. 人孔底部改造工 必要に応じて、人孔底部を更生管に合わせ改造する。</p>	 <p>既設管 3S充填材 3Sセグメント 管口仕上げ</p>

4.5 標準以外の組立方法

(1) 呼び径の2%以下の段差、ズレに対する施工方法

上下方向の段差に対して、低い方の管内にスペーサーあるいは形鋼等を敷き、その上に3Sセグメントを設置する。

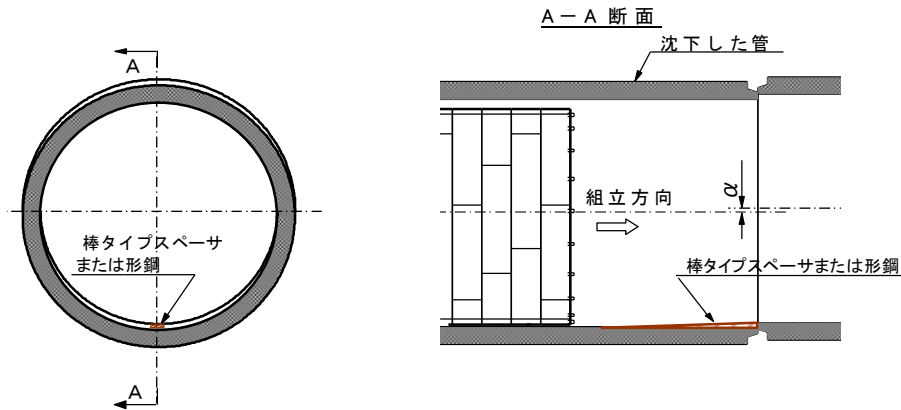
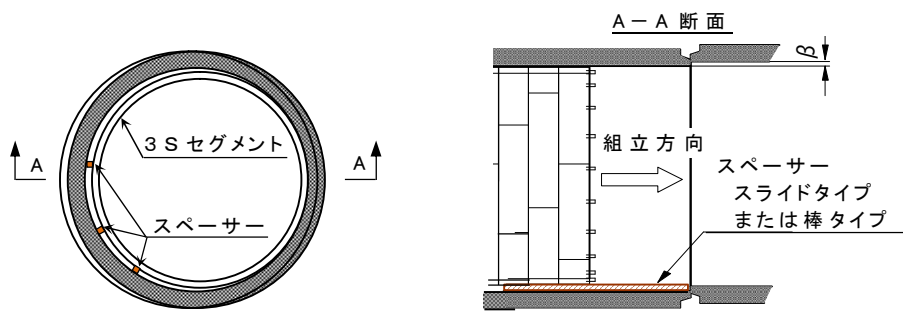


図-4.5.1 呼び径の2%以下の段差の継手部施工方法

左右方向のズレに対しては、高さを調整したスペーサーで徐々に横方向にずらして隣接する管とのズレをかわすよう組立を行う。



$$\text{呼び径 } 1500: \beta \max = 1500 \times 0.02 = 30 \text{ mm}$$

図-4.5.2 呼び径2%以下のズレの継手部施工方法

(2) 呼び径の2%を超える段差、ズレの施工方法

呼び径の2%を超える大きな段差、ズレが生じている継手部では、スライドタイプを数リング使用する。

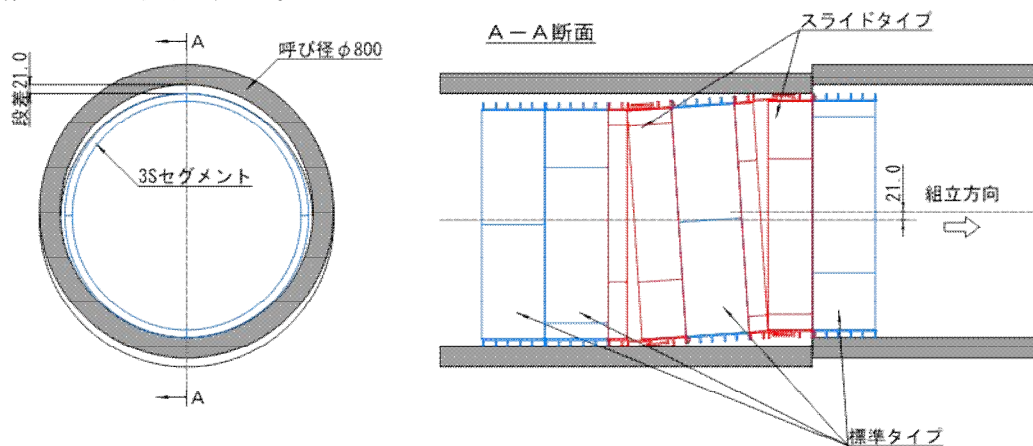


図-4.5.3 呼び径の2%を超える大きな段差の継手部施工方法(例φ800)

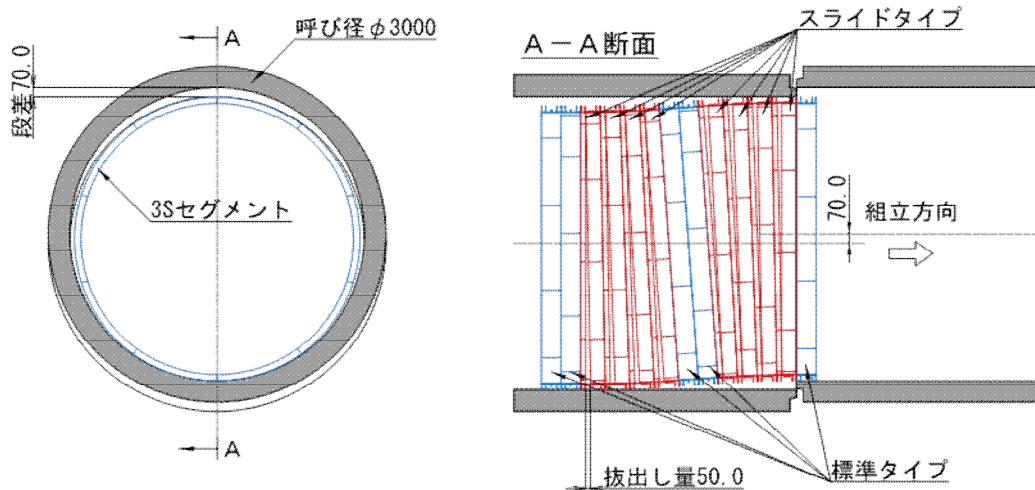


図-4.5.4 呼び径の2%を超える大きな段差の継手部施工方法(例φ3000)

(3) 隙間の大きな継手部の施工方法

隙間がある既設管部分は補修を行い、その後3Sセグメントの組立を行う。

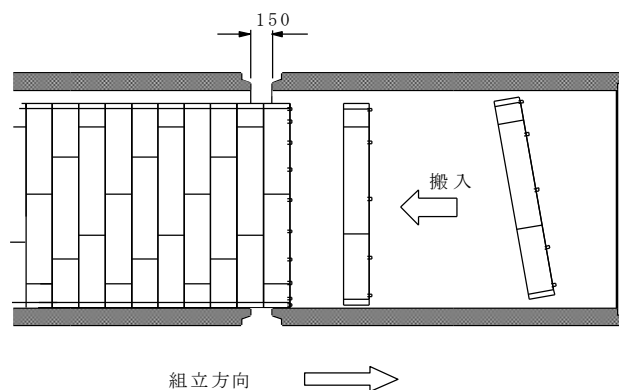


図-4.5.5 隙間の大きな継手部施工方法

(4) 屈曲のある継手部施工方法

屈曲に対しては、主に屈曲タイプを使用する。屈曲タイプは標準タイプとの接合にはロックピンを用いる。

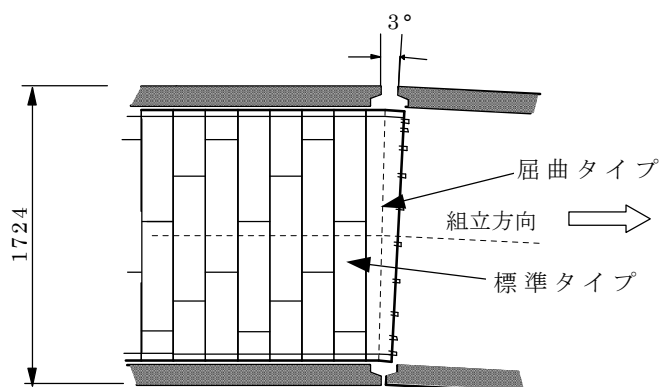


図-4.5.6 屈曲のある継手部施工方法

(5) 上下流同時組立（二口施工）

更生区間の中央付近に組み立てたリングを起点として、管路の上流方向および下流方向に二口で標準の組み立てを行う。

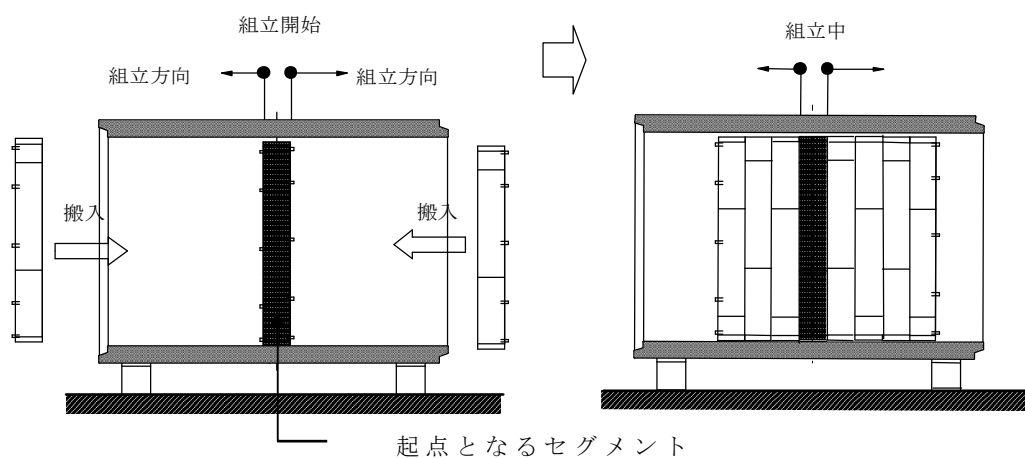


図-4.5.7 上下流同時組立



写真-4.5.1 上下流同時組立（呼び径 2600）

(6) 3 Sセグメントリング背面に補強鋼材の取付

更生管の耐荷性能を確保するために補強鋼材が必要となる場合、3 Sセグメント背面に補強鋼材等を配置する。

補強鋼材は、コンクリート用補強鉄線（SWM-C）、異形棒鋼（SD295）を使用する。コンクリート用補強鉄線（SWM-C）の取付の例を写真-4.5.2に示す。補強鋼材を配置したリングの接合方法は、補強筋なしと変わらない。



両端をフック状に加工した
補強鉄線



リングに組み立てた3Sセグメントの背面に補強鉄線を取付



補強鉄線取付完了状況

写真-4.5.2 コンクリート用補強鉄線（SWM-C）取付の例（呼び径 1000）

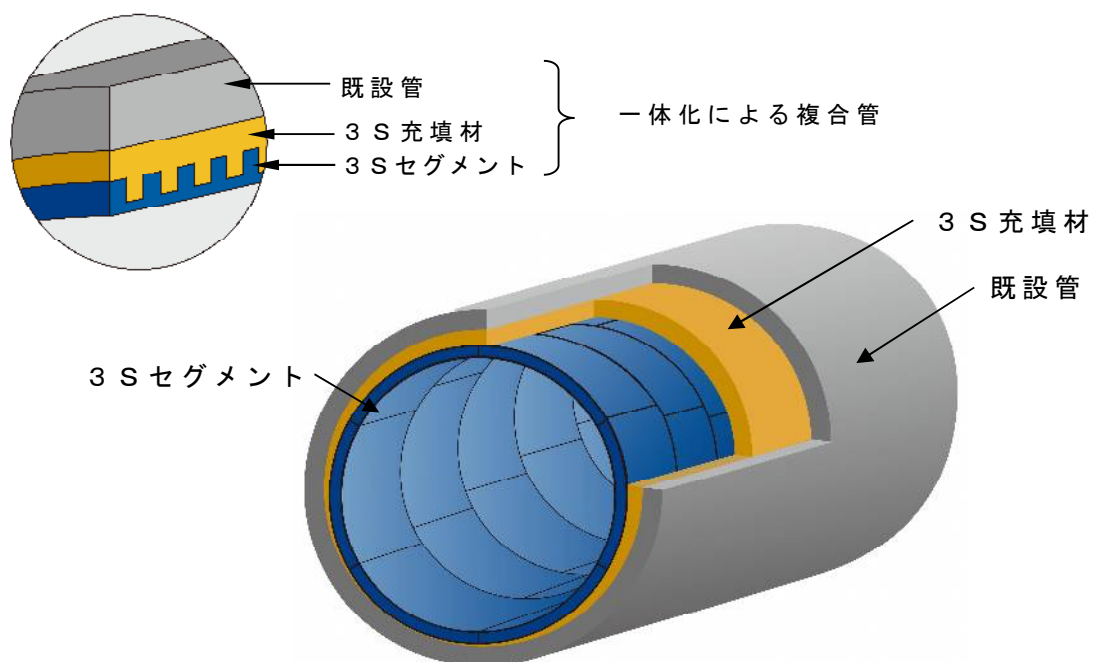
5. 設計手法

5.1 設計の考え方

3 Sセグメント工法による更生管は、既設管と更生材が構造的に一体となって外力に抵抗し、新管と同等以上の耐荷能力および耐久性等を有する複合管である。

図-5.1.1に示すように、更生部材は既設管の内側に組み立てた3 Sセグメントと、既設管との隙間に注入された充填材から成り、複合管は設計上一般的な鉄筋コンクリート構造として扱う。

(円形管きよ)



(矩形きよ)

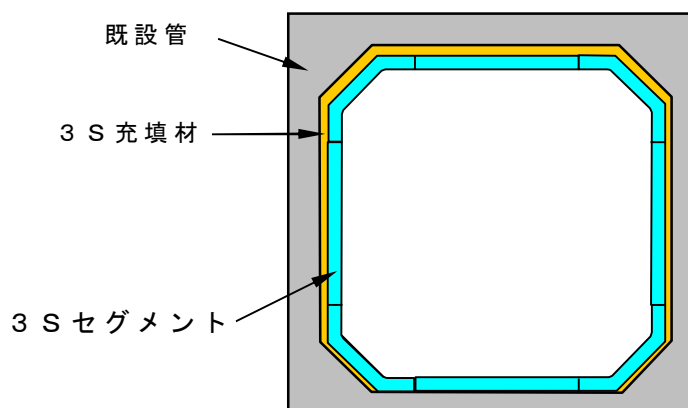


図-5.1.1 3 Sセグメント工法の概要図

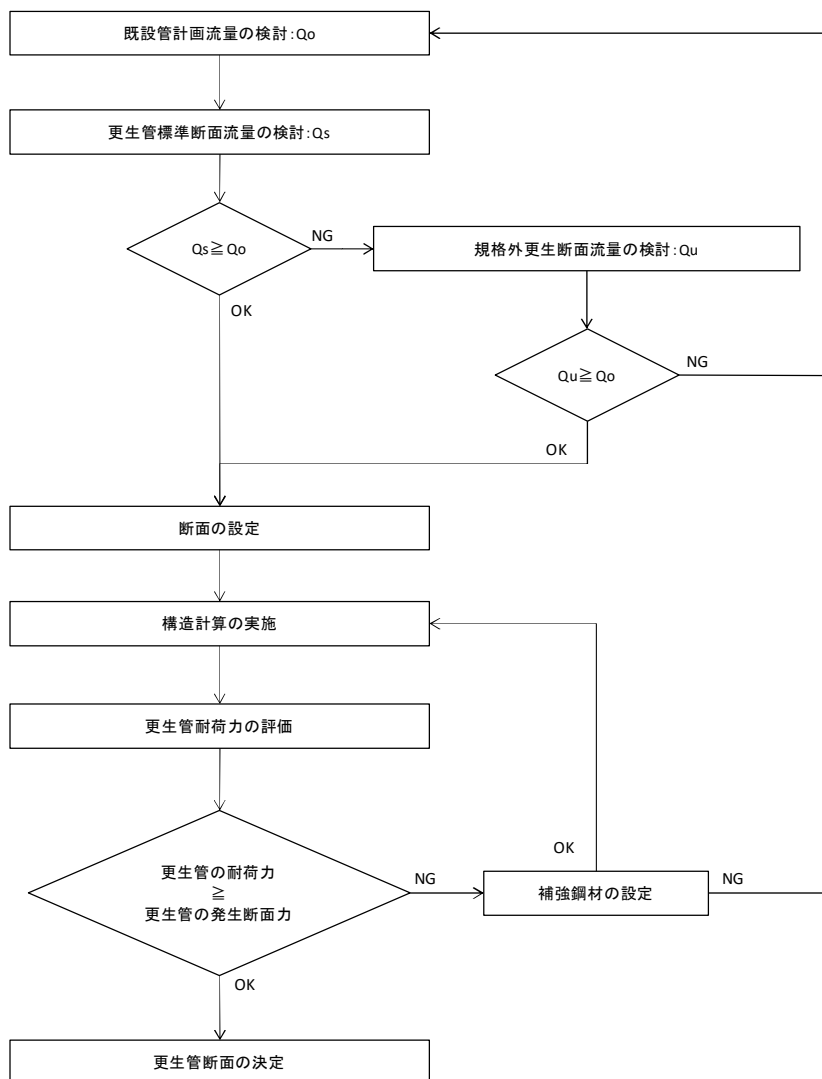
5.2 設計の流れ

複合管は、常時荷重、地震時固定荷重、地震時荷重に対して必要な安全性を確保するため、劣化等の既設管の状況、更生管の要求性能等を考慮して設計する。

照査すべき項目と照査方法は次のとおりとする。

- ① 常時の構造設計は、既設管きょを構造体の一部とし、更生後の管きょを剛性管として扱う。照査は、既設管きょの劣化状態等を反映し、更生後の複合管の終局耐力を評価できる限界状態設計法により行う。
- ② 地震時の耐震設計は、「下水道施設の耐震対策指針と解説：2014年版」（公益社団法人日本下水道協会）、「下水道施設耐震計算例－管路施設編－：2015年版」（同）、「管きょ更生工法における設計・施工管理ガイドライン：2017年版」に準拠して、複合管の地震時耐力を照査する。
- ③ 更生後の管の流下能力を流量計算により照査する。

図－5.1.2 に設計フローを示す。



図－5.1.2 3Sセグメント工法 設計フロー

5.3 構造計算

5.3.1 鉛直断面の計算

解析では、円形管きよの場合は、更生管を薄肉弾性リングとみなす。

また、矩形管きよの場合は、弾性体からなる骨組み構造とする。

照査方法は、既設管と更生部材からなる複合部材を通常のRC断面として耐荷力を算出し、発生断面力以上であることを確認する。

常時の計算は、終局限界状態設計法による。

レベル1の場合は、許容応力度法または限界状態設計法（使用限界状態）のいずれかの方法とする。

レベル2の場合は限界状態設計法（終局限界状態）によるものとする。

既設鉄筋が腐食等の影響がない場合（内面コンクリートの減肉状況が鉄筋が露出しないかぶり深さ20mm程度）、破壊試験を実施した結果よりレベル2の照査では構造物の靱性を考慮した補正係数 C_s を0.4とする。

5.3.2 管軸方向の計算

一般に $\phi 1000\text{mm}$ 未満の円形管きよは、地震動による継手部における屈曲角・拔出し量について照査を行う。

耐震検討レベル2で液状化による地盤沈下が生じの場合には、永久ひずみによる拔出し量、地盤沈下による屈曲角・拔出し量について照査を行う。

$\phi 1000\text{mm}$ 以上の円形管きよは、耐震検討レベル2で液状化により地盤沈下が生じる場合に、永久ひずみによる拔出し量、地盤沈下による屈曲角・拔出し量について照査を行う。

5.3.3 更生材の設計値

設計に採用する 3 S 充填材および補強鉄筋の材料強度特性値を表-5.3.1、表-5.3.2 に示す。

表-5.3.1 3 S 充填材の材料特性

項 目	物 性 値	
	1号材、3号材、 5号材、6号材	4号材
圧縮強度 (N/mm ²)	35	60
ヤング係数 (N/mm ²)	15000	18000

表-5.3.2 補強鉄筋の材料特性

項 目	物 性 値	
	SWM-C	SD295
降伏強度 (N/mm ²)	440	295

6. 施工管理

6.1 管理事項

3 S セグメント工法の施工にあたっては、発注者の標準仕様書・特記仕様書および『管きょ更生工法の設計・施工管理におけるガイドライン』など関連仕様書・指針類に基づき適正に管理する。

(1) 施工技術者の配置

施工にあたっては、3 S セグメント工法技術認定研修終了者が現場に常駐し、以下の業務を行う。なお、技術認定証は常に携帯していなければならない。

- ・ 3 S セグメント工法による施工における品質管理，工程管理，安全管理を監理技術者・主任技術者と連携して遂行
- ・ 現場作業員に対する技術指導，監督等

(2) 材料の管理

更生材に使用される3 S セグメントおよび3 S 充填材の保管・搬送・搬入については材料の品質を損なうことのないよう適切に行うものとする。

(3) 既設管の前処理

既設管きょ内の前処理が必要な箇所は、3 S セグメント組立に際して支障となる箇所や充填材の品質に影響を与える状況がみられる箇所であり、取付管の突出部分や、継手ズレ、変形、屈曲箇所、樹木根侵入箇所、浸入水流出箇所、モルタル・油脂類付着箇所、土砂堆積箇所などが挙げられる。

また、既設管きょ内に付着している異物等の除去、管きょ腐食部の除去を高圧洗浄水にて行う際は、その劣化状態（腐食等）に応じて適正な圧力を選定するものとする。

(4) 施工管理および記録

施工管理は、各工程ごとに所定の管理項目に基づき適切に行い、その結果を記録する。特に、充填材については耐荷能力を受け持つ重要な更生部材であるため、その充填作業においては、注入圧および注入量等を管理し、計画充填量と比較することにより、充填材が適切に充填されていることを確認する。

6.2 品質管理

(1) 受入時の品質管理

受入時の品質確認は、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）などに基づいて行う。

受入時の確認事項は表-6.2.1、証明書で確認する項目は表-6.2.2、表-6.2.3および表-6.2.4のとおりである。

表-6.2.1 更生材の受入時確認項目

更生材	受入時確認項目
3 S セグメント	・製品の外観、寸法、数量（入荷伝票と照合） ・製造証明書（記載内容の確認）
接合部材	
3 S 充填材	・品名、数量（入荷伝票と照合） ・製造証明書（記載内容の確認）

表-6.2.2 3 S セグメントの製造証明書の記載項目と内容

項目	記載内容
品名	3 S セグメント
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
外観検査報告	目視またはその他の方法で外観を検査した報告

表-6.2.3 3 S 充填材の製造証明書の記載項目と内容

項目	記載内容
品名	充填材の名称
製造番号	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 （プレックス材のみ）	構成比率（構成要素別の質量%を記す）

表-6.2.4 鋼製接合部材の製造証明書の記載項目と内容

項目	記載内容
品名	接合部材の名称
材質	鋼製接合部材のミルシート（品質証明書等）

※硬質塩化ビニル製接合部材については表-6.2.2 に準じる。

(2) 更生材の保管および搬入

3 S セグメント、3 S 充填材、接合部材、補強鉄筋等ごとに適正な環境条件のもとで保管および搬入を行う。

① 3 S セグメント等硬質塩化ビニル製部材

3 S セグメントおよび位置決めコマの接合部材等の硬質塩化ビニル製部材は、長期にわたって屋外に放置すると紫外線による表面劣化が進み部材の物性が低下するおそれがあるので、保管場所は屋内を原則とし、運搬・搬入時には適切な遮光措置を講じる。

また、部材は 60 °C 以上の高温状態では材料変形が生じ、-10 °C 以下の低温状態では材料の脆化を招くため保管場所等の気温等に注意を要する。

② 充填材

袋詰め 3 S 充填材は水和性を有するため、保管、運搬・搬入時には水漏れや結露がないよう留意し適切な措置を講じる。

③ 鋼製部材

鋼製接合部材や補強鉄筋は、長期にわたる屋外暴露などによる著しい発錆がないよう留意しなければならない。

(3) 物性試験

① 3 S セグメント

3 S セグメントの物性値は、メーカーから入手した試験報告書で確認する。

耐薬品性能は、特記仕様書により、しゅん工事に JSWAS K-1「下水道用硬質塩化ビニル管」5.7 耐薬品性試験の規定に準じて公的機関や ISO/IEC17025 認定試験所で試験の実施が必要とされる場合がある。試験頻度は径ごとに 1 工事につき 1 回とされるのが通常である。試験片の採取は発注者監督員立会いのもとで行う。

なお、3 S セグメントは日本下水道協会の II 類資器材として登録されているので、特記仕様書に「認定工場制度における認定工場（製造メーカー）からの検査証明書を別途提出することにより、しゅん工時の耐薬品性試験を省略することができる」と記載されている場合、検査証明書を提出することにより試験の実施は免除される。

② 充填材

注入日ごとに注入前に、フロー、比重を測定し、管理値内であることを確認する。管理値外の場合は、ミキサー内の充填材は廃棄するとともに、材料の計量や水温等の確認を行ったうえで再度混練した充填材の性状を確認する。

圧縮強度は、「プレパックドコンクリートの注入モルタルの圧縮強度試験（JSCE G 521）」等に準じて行う。供試体は注入日ごとに 1 回（4 本*）採取し、試験は公的機関や ISO/IEC17025 認定試験所で実施する。

※発注者によっては、供試体採取本数を 1 週用と 4 週用各 4 本とするところもあり、特記仕様書等により確認する必要がある。

6.3 出来形管理

(1) 外観検査

更生管内の外観検査は目視または自走式 TV カメラにより検査を行い、検査結果の記録を提出する。

(2) 出来形検査

一般に内空出来形は、**図-6.3.1**に示す2箇所（更生管内側中央高さと同幅）で仕上り内径を測定し、高さと同幅の平均値が設計更生管径に対して、基準値※に収まっていることを確認する。

※出来形検査基準値については、発注者により異なる場合があるため、特記仕様書等により確認する必要がある。

出来形の測定位置は、上下流のマンホール管口付近および更生する1スパンの中間付近の3箇所とする。

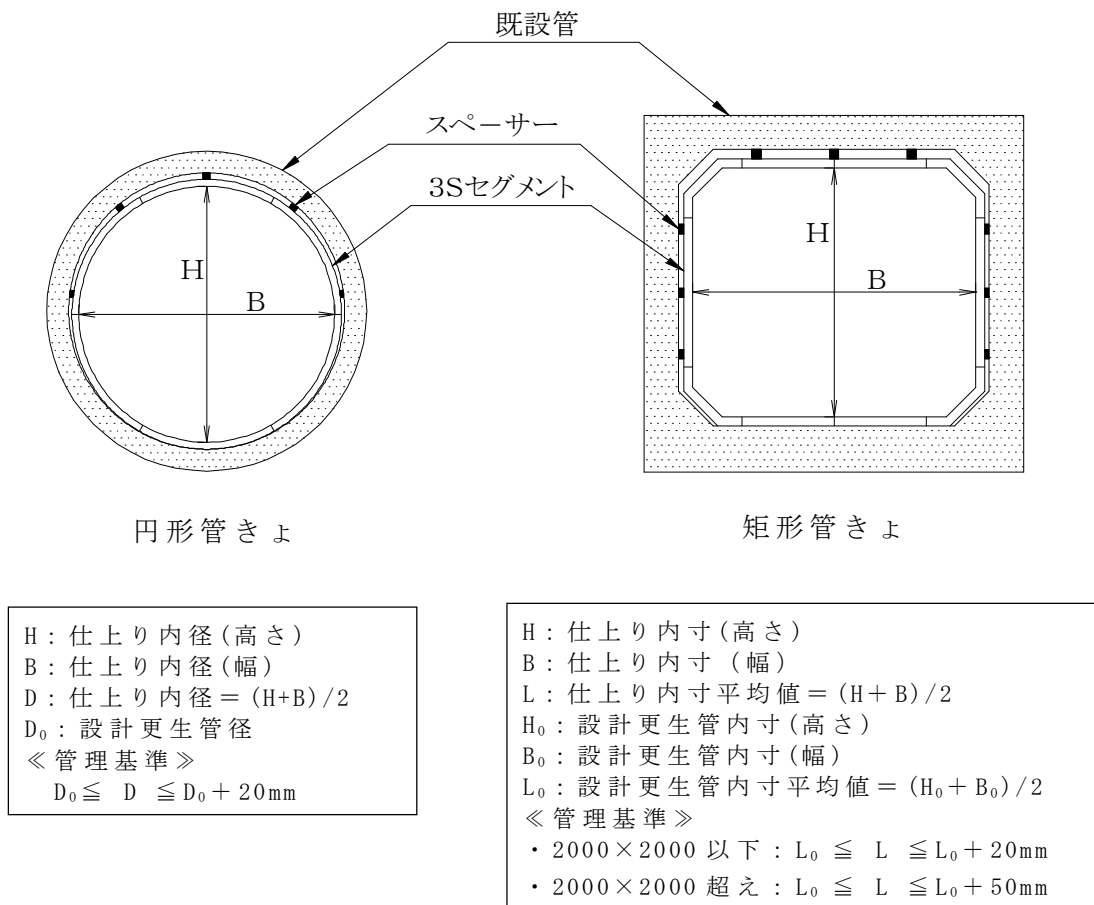


図-6.3.1 更生管きよ断面測定位置

6.4 安全・衛生管理

労働災害、第三者災害および物件損害等の未然防止に努めるため、発注者の標準仕様書・特記仕様書、労働安全衛生法、酸素欠乏症等防止規則、建設工事公衆災害防止対策要綱ならびに土木工事安全施工技術指針等の関連仕様書にしたがって、その防止に必要な措置を講じる。

6.4.1 下水道管きよ更生工法における安全対策

(1) 有資格者の適正配置

酸素欠乏・硫化水素危険防止作業主任者、有機溶剤の取扱い等作業主任者、玉掛け作業主任者等、作業内容に応じて、労働安全衛生法で定められた作業主任者（有資格者）を配置する。

(2) 下水道管内作業に適した保護具の着用

管口仕上げなどで3Sセグメントを切断する場合やVカット工事等で管きよやマンホールをはつるときおよび充填材を現場で混練する時は、必ず保護メガネを着用する。また必要に応じて保護マスクの着用および集じん機の設置を行う。

(3) 施工前の安全対策（情報収集）

- ① 施工路線および上流部に位置するポンプ所、ビルピット等の排水施設の有無を調査し、排水の時間帯や排水に伴う水位の変動を把握する。また、ポンプ所については、管理者の協力を得て排水時の事前連絡体制を整えておく。
- ② 施工路線の上流部において、近隣の他の流下系統路線の有無（流域系統図）や溢水のおそれがある場合に、流入水を他系統に仮排水できるマンホール位置を確認する。
- ③ 雨天時に備え、下水道台帳等により施工箇所より上流域の範囲を把握する。
- ④ 当日の気象情報を天気予報等より把握し、流域降雨と流入量の予想を立て、対策を講じる。また、昨今のゲリラ豪雨のように局所的な短時間降雨に対しても、速やかに対応し安全確保ができるようにリアルタイムの気象情報の収集等に努める。
- ⑤ 管路内で発生が予想される有毒ガス、酸欠空気、可燃性ガスなどの有無を調査する。
- ⑥ 潮位、高潮等の影響を確認する。

(4) 施工時の安全対策

- ① 安全に作業が行える水位や流速を超えた場合は、直ちに作業を中断し、地上に避難する。また、施工する管きよの特性や、現場の環境等から少量の降雨であっても作業を中止する等の雨天時の作業中止基準をあらかじめ明確にし、周知・徹底する。
- ② 管内の連絡体制は、上下マンホールの地上部およびマンホール内に各1名の監視員を配置し緊急時に備える。
- ③ ポンプ所、ビルピット等からの排水時間帯は作業を中断して地上で待機し、安全に作業できる水位を確認した後、作業を再開する。
- ④ ポンプ所の運転開始は危険を伴うため、ポンプ所と事前に打ち合わせして現場の作業時間帯を定めるとともに、連絡体制の責任者を定める。また、作業箇所や作用時間、作業に際してのルール等について、あらかじめ処理場やポンプ所の管理者と協議をしておく。

- ⑤ ビルピットの管理者への事前対応は、作業時間帯に稼働しないよう空にするか、手動への切替えなどの協力を得ておく。
- ⑥ 管内作業員を明確にするために、作業員名板を地上のマンホール（搬入口）箇所に設置する。作業終了時は、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) 周辺環境への対策

- ① 天気予報等の情報に基づき降雨が予想される場合は、流下阻害を伴う作業を中断する。施工箇所上流域の降雨状況についても降雨レーダーなどにより把握し、降雨が確認された場合は作業を中断する。
- ② 施工中、予想外の豪雨等に見舞われた場合は、作業員の安全確保・退去を最優先し、機械器具等はあらかじめの流出防止を講じる。
- ③ 豪雨等により管内水位が上昇し溢水のおそれがある場合は、現場周辺および上流域に作業員、資機材を待機させ、ほか系統への仮排水等の対策を講じる。

6.4.2 酸素空気、有毒ガス等に対する安全処置

入坑前に管きよ内の酸素濃度、硫化水素濃度を測定し、安全を確認して管きよ内に入る。特に、汚泥が堆積している管きよ内で作業する場合は、必要な防護措置を行いながら汚泥を攪拌して濃度測定を実施する。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異常値の原因の調査を行う。

作業前の酸素欠乏・有毒ガス等の測定において異常が認められた場合には、強制換気を実施し、良好な作業環境が確保できるまで作業を中止する。また、作業中に異常が確認されたときは、その時点で直ちに作業を中止し、管きよ内の作業員を退避させる。

管路施設には、管きよ内の沈殿物から発生する各種ガスのほか、都市ガスの漏洩・浸入、工場排水の流入、事故あるいは不注意による危険物・劇毒物の流入等が起こる可能性を常に有しているため十分な対応が必要である。

(1) 酸素濃度および有毒ガス濃度の確認

- ① 酸素濃度……………18%以上
- ② 硫化水素濃度……………10ppm以下
- ③ 一酸化炭素濃度……………50ppm以下

(2) 測定方法と留意事項

- ① マンホールの蓋を開けた直後は、酸欠空気、硫化水素等が吐出するおそれがあるので、決してマンホール内を覗かない。
- ② 測定者（有資格者）は測定方法について十分習熟しておく。

- ③ 測定者は、必ず1人以上の補助者の監視のもとで測定する。
- ④ 転落のおそれのあるところでは、命綱を装備する。
- ⑤ 汚泥等の堆積や滞水のある場所では、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。
- ⑥ 測定者は、メタンガスなどの可燃性ガスの存在するおそれのある場所では、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し安全を確認する。

(3) 測定箇所

- ① 作業場所に硫化水素や酸素欠乏が発生、侵入または停滞するおそれのある場所
- ② 作業場所については、垂直方向および水平方向にそれぞれ3点以上、かつ全体で（垂直方向または水平方向がない場所でも）5点以上
- ③ 作業員が立ち入る場所
- ④ 汚泥等が堆積している場合、それらを攪拌した周辺

(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・湧水がなくまた少ない部分、第1鉄塩類または第1マンガン塩類を含有している地層、メタン、エタンまたはブタンを含有している地層、炭酸水を湧出しており、または湧出するおそれのある地層、腐泥層等の地層に接し、または通じる内部
- ② 暗きょ、マンホールまたはピットの内部
- ③ 雨水、河川の流水または湧水が滞水しており、または滞水したことがある槽、暗きょ、マンホールまたはピットの内部

(5) 硫化水素の発生しやすい場所

- ① 圧送管路の吐出し部
- ② ビルピット接続部
- ③ 特殊排水（温排水、工場排水等）が排出される箇所の上下流部
- ④ 伏越し下流部、上流部
- ⑤ 供用開始初期の小流量時の最小流速が確保できない箇所の上下流部
- ⑥ 管内貯留を行っている管路施設
- ⑦ 汚泥が堆積しやすい箇所
- ⑧ 管路施設内の硫化水素濃度は、1日の時間帯および季節により大きく変動するため注意を要する。

(6) 換気

- ① 硫化水素の発生や酸素欠乏となること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、管きょ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きよ内の換気を行う。
- ③ 作業前の換気時間は、送風機の能力を管きよ内容積から管きよ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、作業を開始する。

(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使用することができるよう作業場所やマンホール入口に配置するとともに、作業員全員が確実に装着および使用できるよう日常的訓練を励行する。

6.4.3 供用中の施工における安全対策

管路内で急激な増水に遭遇したり、深い流水の中に入ったりすると、流水圧や浮力の増加で足を取られて滑ったり、押し流されたりする危険が生じる。したがって管路内で作業を行う場合は、短時間の作業でも、直前の調査や情報収集を行い、緊急避難方法の周知徹底を図り、増水の予想されるときには作業を強行しない。作業中は常に連絡を取り合える体制を確保する。また、管内の流速や水位に応じて、救命胴衣を着用し安全帯や作業範囲をカバーできる長さの命綱の設置および作業箇所の下流部に流出防止柵の設置等を行う。

施工中、予想外の豪雨等に見舞われた場合は、作業員の安全を確保し、速やかに機械器具等を撤去・搬出する。

6.5 環境対策

施工中は工事現場および周辺的环境を保全するために法令等を遵守し、影響を及ぼすおそれがある要因に対し、適切な対策を講じるものとする。また、工事着手前に、「工事のお知らせ」等を配布し、工事内容、施工期間、環境対策等について広報活動を行い、工事への協力を求める。

(1) 粉塵対策

充填材注入時等は、シートなどでプラントを囲うとともに、清掃および散水をこまめに実施し、粉塵を発生させないように注意する。

(2) 臭気対策

作業にあたっては、悪臭防止法ならびに労働安全衛生法に基づく規制等（条例等）を遵守し、作業環境を良好に保ち、作業による悪臭発生の防止に努める。

住宅地内のます蓋や住宅付近のマンホール蓋を開放するときや管路内作業等で悪臭が発生するおそれのあるときは、事前に付近の居住者、店舗等に対して作業状況を説明し理解を得たうえで、できるだけ影響のないよう窓閉めなどの対策を依頼してから作業を開始する。

(3) 宅地内逆流噴出等対策

管路施設の清掃作業時は、業前に付近の枝管や取付け管、宅内ますの位置等を確認し、各居住者に作業方法を説明した上で、宅内ますの蓋を開けて洗浄水圧を開放し、住居内への逆流防止措置をとる。

(4) 騒音・振動対策

あらかじめ関係官公庁への届出を行い、騒音・振動の発生を抑える機種を選定する。

工事区域と民家や公共施設との距離を測定し、必要に応じて作業時間の制限や騒音・振動を測定する。特に、夜間作業の場合、車両のエンジン音や作業員の声にも十分注意する。

参考資料

参考-1	軸方向変位試験	74
参考-2	扁平試験	77
参考-3	日本下水道事業団防食マニュアル品質規格試験	79
参考-4	施工例写真	83

参考-1 軸方向変位試験

管軸方向の耐震性能は、平成19年3月に耐震用スライドタイプの使用により審査証明を取得している。スライドタイプ以前の耐震性能の評価として、標準タイプのみでも、管軸方向に変位（長さの1.5%）が生じても嵌合はずれが生じず、3Sセグメントの接合部に土砂の流入が懸念されるような目開きが生じないことを確認している。

1. 試験装置

試験体は、呼び径1500用の3Sセグメントを6リング縦置きに組み立てる。その外側、内側にそれぞれ4本設置した油圧ジャッキにより、3Sセグメントの上下をボルト・ナットで固定した鋼板（ $t=30\text{ mm}$ ）を押し上げることにより、3Sセグメントに管軸方向の伸びを生じさせる（図-参1.1）。

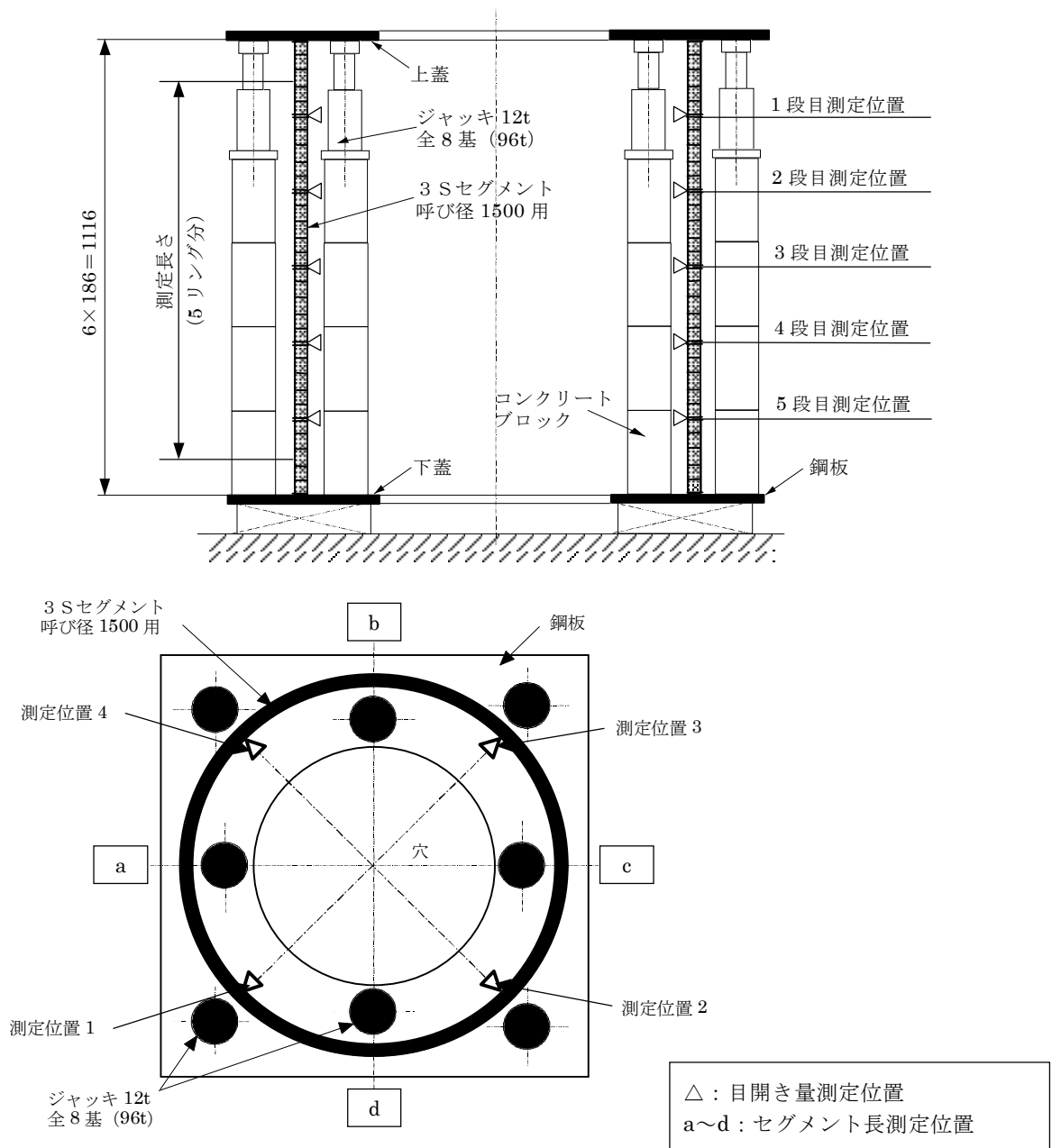


図-参 1.1 試験装置概要図

2. 試験方法

最上段（1リング目）の3Sセグメントの中間リブから最下段（6リング目）の3Sセグメントの中間リブまでの長さを測定し、その値を初期値とする。

次に油圧ジャッキを操作し、管軸方向に初期値の1.5%の変位量を生じさせる。その状態で、リング間接合部（1段目から5段目の計5段）で、図-参 1.1 に示す測定位置（円周4箇所×接合部5段＝20箇所）の目開き量を内面からノギスで測定する。

3Sセグメントの接合部を、図-参 1.2 に示す。試験状況を写真-参 1.1 に示す。

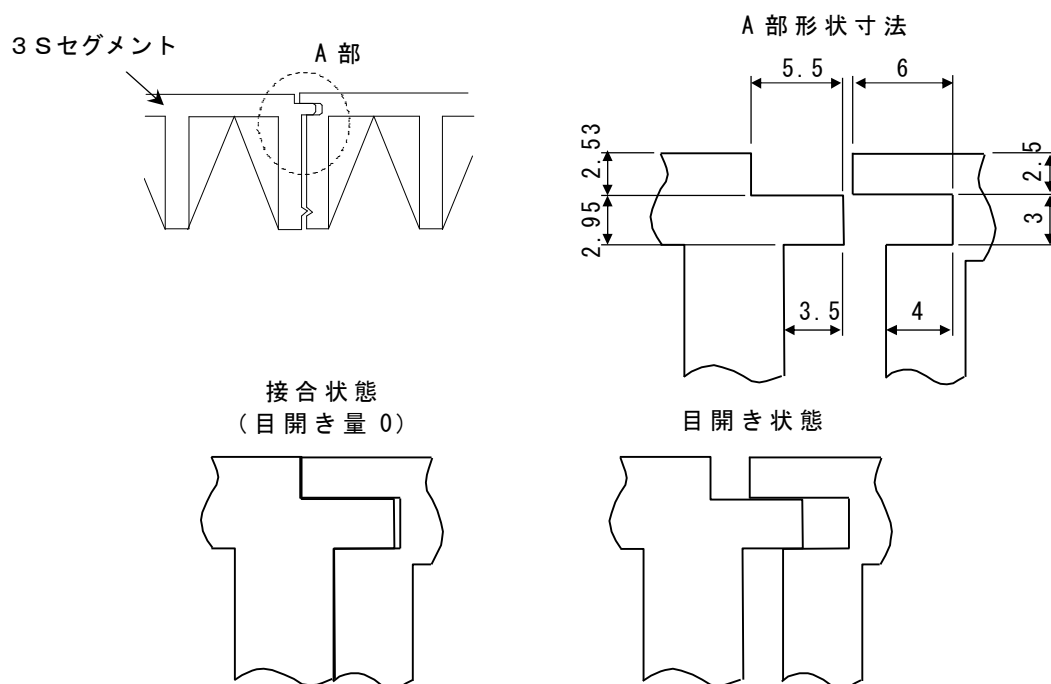
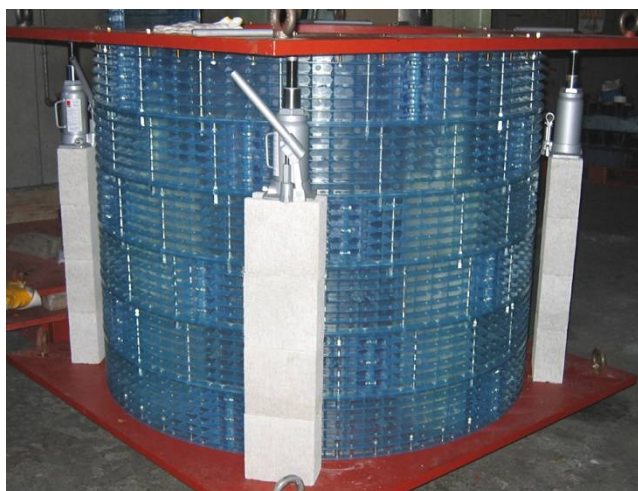


図-参 1.2 接合部詳細図



試験装置全景



目開き量測定

写真-参 1.1 軸方向ひずみ試験状況

3. 試験結果

管軸方向 1.5 % 変位時に、接合部に土砂流入が懸念されるような嵌合外れが生じないことを確認した。測定結果を表-参 1.1 に示す。

表-参 1.1 管軸方向変位における継手部目開き量測定結果

確認項目		測定位置	実測値 (mm)	確認基準
5 リング長	初期値	a	930	186 mm/リング×5 リング =930 mm
		b	930	
		c	930	
		d	930	
		平均	930	
	変位後	a	944	930 mm×1.015=944 mm
		b	944	
		c	944	
		d	944	
		平均	944	
継手部 目開き量	1 段目	1	2.3	5 mm 以下
		2	2.6	
		3	2.8	
		4	2.4	
		平均	2.5	
	2 段目	1	2.6	
		2	2.3	
		3	2.6	
		4	2.4	
		平均	2.5	
	3 段目	1	3.1	
		2	2.6	
		3	2.3	
		4	2.2	
		平均	2.6	
	4 段目	1	2.5	
		2	2.3	
		3	2.2	
		4	3.2	
		平均	2.6	
	5 段目	1	3.1	
		2	4.2	
		3	3.1	
		4	2.7	
		平均	3.3	

参考-2 扁平試験

1. 目的

地震時に管きょ断面変形 25%に 3 S セグメントが追従でき、流下機能が確保できることを確認する。

2. 試験方法

試験体は、呼び径 1800 用の 3 S セグメントを 12 リング (L=2.4m) 組み立てたものである。

耐荷能力試験 (更生管の外圧試験) と同じ载荷装置を使用し、荷重を徐々に加えて扁平量が呼び径の 25%に達する (呼び径 1800 の場合、450 mm) まで変形させ (図-参 2.1)、外観を目視にて確認する。

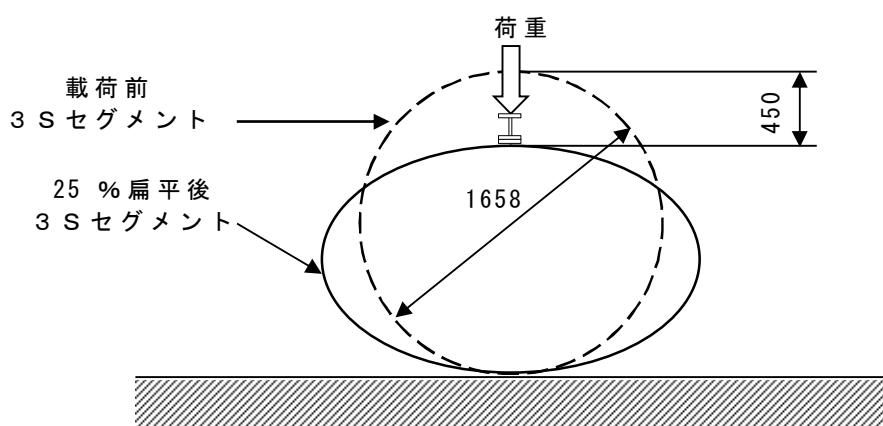


図-参 2.1 扁平試験概要図

3. 試験結果

3 S セグメントは 25%の変形に追従でき、セグメントの破壊や嵌合外れがないことを確認した。

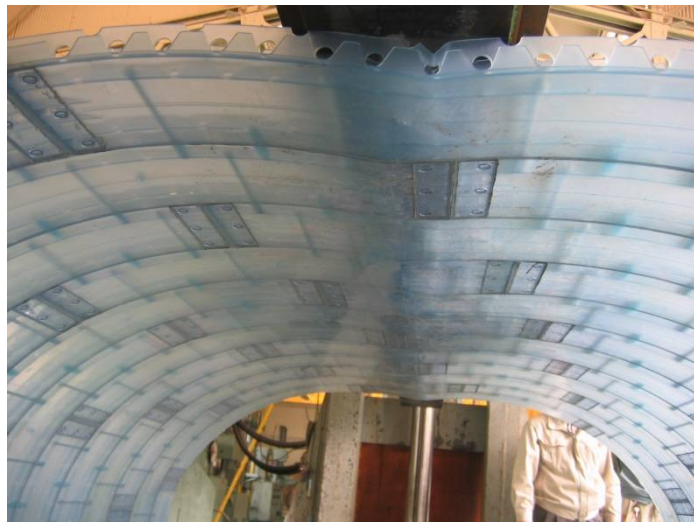
扁平試験の結果を表-参 2.1 に、試験の状況を写真-参 2.1 に示す。

表-参 2.1 扁平試験結果

測定位置		設計値 (mm)	実測値 (mm)	実測値平均 (mm)	確認事項	
载荷前内径	A 端部	1658	縦	1664	1667	-
			横	1669		
	B 端部		縦	1663	1666	
			横	1669		
载荷後内径 (縦)		1208	1205	(変位量 : 461 mm)	外観を目視して異常なし (セグメントの破壊、嵌合外れが認められない)。	



載荷装置による3Sセグメント変形状況



扁平後の管頂部の状況

写真-参 2.1 扁平試験状況

参考-3 日本下水道事業団防食マニュアル品質規格試験

3Sセグメント材は、公的機関における試験で日本下水道事業団「下水道用コンクリート構造物の腐食抑制技術及び防食指針、同マニュアル」（平成14年12月）の「シートライニング工法」の品質規格D₂種（平成24年4月版、D種）に適合することを確認している。

品質試験結果を表-参3.1に示す。試験報告書は、P.75～77に掲載。

表-参3.1 3Sセグメント防食性品質試験結果

項目	評価項目	試験値	D種品質規格	試験方法
防食性	被覆の外観	被覆にしわ，むら，はがれ，われがない	ないこと	JIS K 5600-1-1 4.4項
	固着性	1.95N/mm ²	0.24N/mm ² 以上	JIS A 6916
	耐酸性	被覆にふくれ，われ，軟化，溶出がない	ないこと	JIS K 5600-6-1 7項
	硫黄侵入深さ	硫黄の侵入を認めない	浸入深さが設計厚さに対して1%以下	EPMA（波長分散型分析装置）
	耐アルカリ性	被覆にふくれ，われ，軟化，溶出がない	ないこと	JIS K 5600-6-1 7項
	透水性	0.00g	0.15g以下	JIS A 1404 11.5項

試験結果報告書



1/3

試験結果報告書

株式会社 湘南合成樹脂製作所 殿

日本塗料検査協会
東支部
神奈川県藤沢市宮前4-28

依頼No. 032051

報告日: 平成17年 1 月14日

判 定	支 部 長
適 合	

品 名	3 Sセグメント工法	試料受付日	平成16年 1 月26日
		試料採取日	平成 一 年 一 月 一 日
		試料採取場所	提 出
製 造 者	株式会社 湘南合成樹脂製作所	試 料 数 量	1
試 験 項 目	成 績	規 格	
被 覆 の 外 観	被覆にしわ、むら、はがれ、われがない。	日本下水道事業団 下水道コンクリート構造物の腐食抑制技術及び防食技術指針・同マニュアル 平成14年12月版シートライニング工法の品質規格 D2種	
コンクリートとの 固着性	1.95MPa	被覆にしわ、むら、はがれ、われのないこと。 0.24MPa以上	
耐 酸 性	被覆にふくれ、われ、軟化、溶出がない。	10%の硫酸水溶液に60日間浸漬しても被覆にふくれ、われ、軟化、溶出がないこと。	
硫黄浸入深さ シート部	硫黄の浸入を認めない。	10%の硫酸水溶液に120日間浸漬した時の浸入深さが設計厚さに対して1%以下であること。	
シール部	硫黄の浸入を認めない。	10%の硫酸水溶液に120日間浸漬した時の浸入深さが設計厚さに対して5%以下であること、かつ、100μm以下であること。	
耐アルカリ性	被覆にふくれ、われ、軟化、溶出がない。	水酸化カルシウム飽和水溶液に60日間浸漬しても被覆にふくれ、われ、軟化、溶出がないこと。	
透 水 性	0.00g	透水量が0.15g以下	
<p>塗装仕様書を表1に示し、提出された試料を表2に示す。 以 下 余 白</p>			

・転載又は一部分を複製する場合は、事前に当協会の承諾を受けて下さい。

依頼No.032051

表1 塗装仕様書

工法名：3Sセグメント工法

工程	商品名	混合割合 (質量)	標準使用量 (kg/m ²)	今回使用量 (kg/m ²)	塗装方法	塗装間隔 (h)
充填材	充填材1号 プレミックス	プラスチック /水=25kg /5.4kg	2.2kg/m ²	2.2kg/m ²	充填	24
シート貼り付け	3Sセグメント部材	-	1.4kg/m ² (比重)	1.4kg/m ² (比重)	貼り付け	24
目地材	ユピカ4521	主剤/ 硬化剤= 100/1	50g/m	49g/m	塗布 (ヘラ)	-
設計厚	4.5～8.0 mm以上(シート+注入材)					
当工法の合計厚	4.5mm(シート+注入材の厚さ。)					

表2 提出試料

工程	商品名	Lot. No.	容量	数量
充填材	充填材1号プレミックス	040110	25kg	1
シート貼り付け	3Sセグメント部材	0401	ボックスタイプ	27枚
目地材	ユピカ4521	4G082	18kg	1

依頼No. 032051

添付資料

工法名：3Sセグメント工法

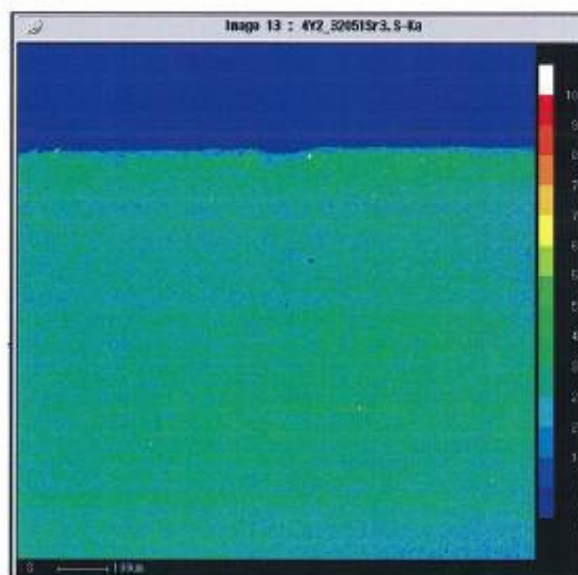


写真1 シート部 硫黄浸入深さ(硫黄分布像)

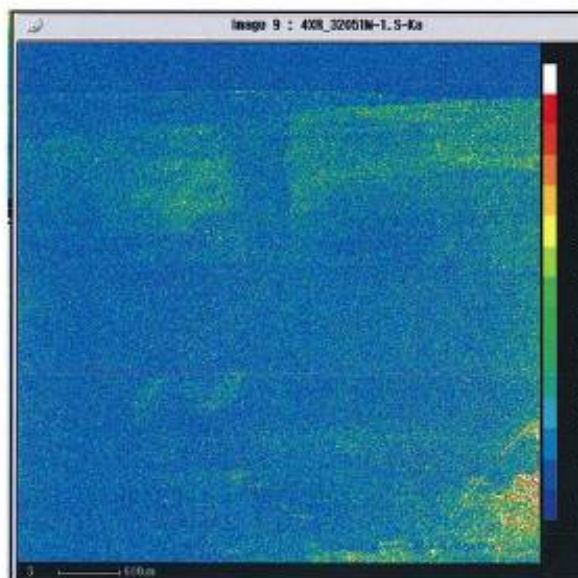


写真2 シール部 硫黄浸入深さ(硫黄分布像)

以上

参考-4 施工例写真

(1) 円形管

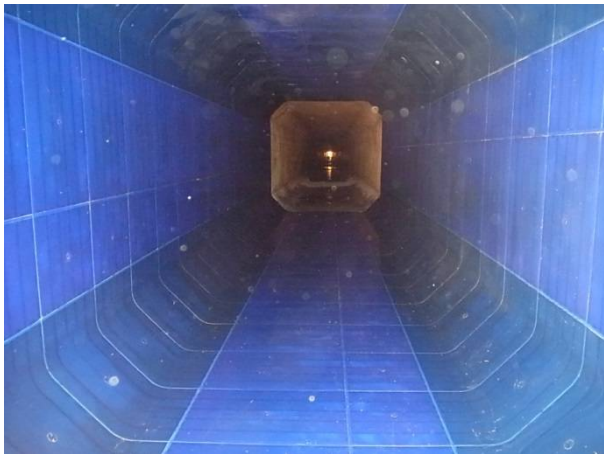


円形管（呼び径 900）



円形管（呼び径 1400）
曲線部（曲線半径 R12m 相当）

(2) 非円形管



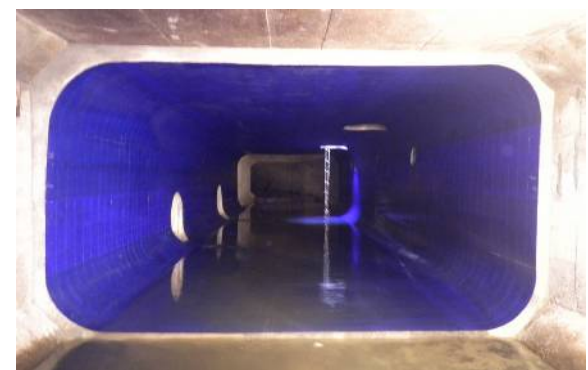
矩形管（標準形）
□1000×1000



矩形管（インバート形）
□6200×3000



矩形管（インバート形）
□2790×3270



矩形管（標準形）
□4700×2600



矩形管（曲線施工）
□2200×1970
曲率半径 R4.2m



馬蹄形管
内寸法 3000×2900

サンエス
3 S セグメント工法 技術資料

2022 年 12 月



3 S I C P 技術協会

〒101-0025

東京都千代田区神田佐久間町 3-15 EST 秋葉原 1F

TEL 03-5829-3581 FAX 03-5829-3791

URL <http://www.3sicp.jp>