

小・中口径管きよ更生工法

取付管用ホースライニング工法 (パルテム取付管工法)

技 術 資 料

はじめに

下水道管きよは長年の使用でその管が腐食して強度が低下したり、地震、地盤沈下、道路工事、通行車輛の荷重などで、管の離脱や破損などが生じ、道路陥没の原因になっています。これらには、取付管の不良が原因とされる部分も多く含まれています。また、本管の漏水部分については、本管と取付管の接合部からの漏水が多くみられます。そのため、本管・取付管を含めたトータルとしての下水道管きよの維持管理の重要性が強く認識されるようになってきました。

取付管用ホースライニング工法は、先端に本管取付け部に沿うFRP製のツバ部を有する強靱で水密性を有するシールホースを施工ロボットにセットし、下水道本管から取付管内に反転挿入し、シールホース内に均一に含浸した硬化性樹脂を蒸気により加熱硬化させて、既設取付管の内面に新しいパイプを形成する工法です。

パルテム技術協会

目 次

1. 工法の特長	.....	1
2. 適用範囲	.....	2
3. 主要材料	.....	3
4. 施工工程	.....	4
5. シールパイプ P A-B の性能		
(1) 平板の短期曲げ特性	.....	5
(2) 耐薬品性	.....	7
(3) 耐摩耗性	.....	8
(4) 水密性	.....	9
(5) 耐高圧洗浄性	.....	11
6. シールパイプ P A-B の厚み設計	.....	12

1. 工法の特長

(1) 浸入水を完全にシャットアウトします

水密性を有するシールホースとツバ部に塗布された膨潤シーラントが取付管部や本管と取付管の接合部からの浸入水を完全にシャットアウトします。これにより木の根の浸入もなくなり、砂等の流入による地盤の陥没もなくなります。

(2) 曲り部でのシワは少なく、薄くて強いパイプを形成します。

使用するシールホースは筒長方向に伸びる性質を持った糸が使用され、円周方向には硬化後の曲げ弾性率が高くなるガラス繊維糸が使用されています。これらの特性が最大限利用されて、曲り部でのシワは少なく、薄くて強いパイプが形成できます。

(3) 非開削、短時間、省作業スペースの施工が可能です

下水道本管側から反転ライニングしますので、硬化後切断等の管内作業はありません。また、加熱・冷却を含めた一連の作業は非常に短時間で行うことができます。さらに、設備はコンパクトですので、わずかなスペースでも施工することができます。

(4) 使用する材料は耐薬品性、耐久性に優れています

パルテム取付管工法で使用する硬化性樹脂は、下水道本管のホースライニング工法で使用している材料と同等のものであり、耐薬品性、耐久性に優れています。

2. 適用範囲

(1) 適用口径

$\phi 100 \sim \phi 200$ (本管 $\phi 200 \sim \phi 1000$)

(2) 施工延長

標準 : 10m

(3) 適用管種

鉄筋コンクリート管, 陶管, コンクリート管, 硬質塩化ビニル管

(4) 施工可能範囲

次の条件下で取付管の施工が可能

- ① 延長10m以下
- ② 45°以下の曲管
- ③ 15mm以下の段差
- ④ 50mm以下の隙間

次の条件下で本管と取付管の接合部の施工が可能

- ① 本管と取付管の隙間が20mm
- ② 0.05MPa、2ℓ/minまでの浸入水

3. 主要材料

パルテム取付管工法では、シールホース PA-B (Brim : 帽子のツバ) が取付管および本管と取付管の接合部を一体化してライニングします。

シールホース PA-B は筒長方向に伸縮性のある糸を用いて製織された円筒状の織物 (ジャケット) に、太いガラス繊維糸をスパイラル状に織込み、表面に熱可塑性樹脂を被覆したもので、シールホース PA-B 内に熱硬化性樹脂を含浸させて使用します。シールホース PA-B の一端にはFRP製のツバが取付けられ、最内層にはアウターチューブが取付けられています。

熱硬化性樹脂は下水道用として耐薬品性に優れたイソ系ポリエステル樹脂を使用しています。膨潤シーラントはシールパイプ PA-B と本管との隙間を埋め、膨潤することで止水を確保することができます。

シールホース PA-B の構造を写真 1 に、シールパイプ PA-B (硬化後のシールホース PA-B) の構造を図 1 に示します。



写真 1 シールホース PA-B の構造

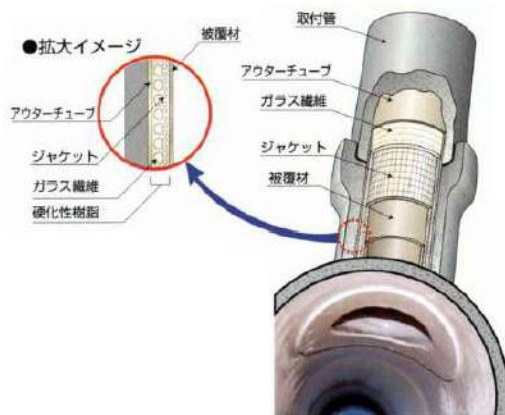


図 1 シールパイプ PA-B の構造

4. 施工工程

シールホース PA-B をセットしたロボットをマンホールから本管内に引込み、テレビカメラを見ながら取付管口の位置に合わせます。

ロボットの設置状況を図 2 に示します。

ロボットを取付管口に設置後、ツバ部を取付管口に圧着させ、圧縮空気によってシールホース PA-B を取付管内に反転します。

硬化は汚水柵側から蒸気供給によって行い、樹脂の効果が終了し冷却した後、汚水柵側に突出しているシールパイプ PA-B を管口で切断します。

ライニング施工図を図 3 に示します。

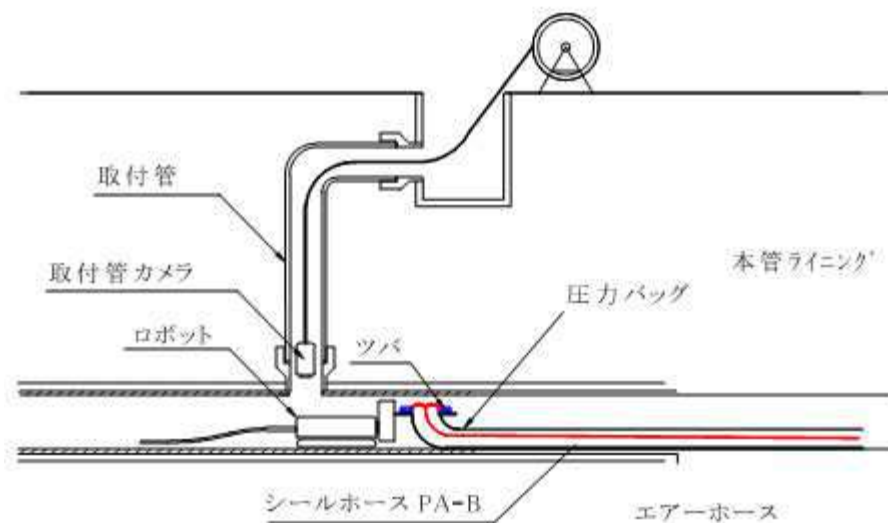


図 2 ロボットの設置状況

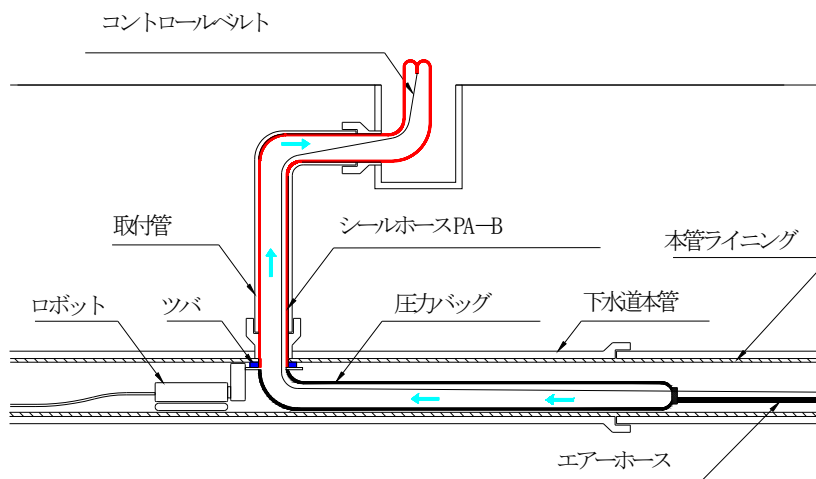


図 3 ライニング施工図

5. シールパイプPA-Bの性能

(1) 平板の短期曲げ特性

1) 試料作製

図4のようにシールホース PA-B を所定寸法に切断して伸張機にセットし、硬化性樹脂として不飽和ポリエステル樹脂を塗布します。伸張機によりシールホース PA-B をガラス繊維糸の長さ方向に5～6%伸張させて板材の間に挟み込み、80℃で加熱硬化させました。この作成した平板をガラス繊維糸方向に切断して、短冊状の試料を作製しました。

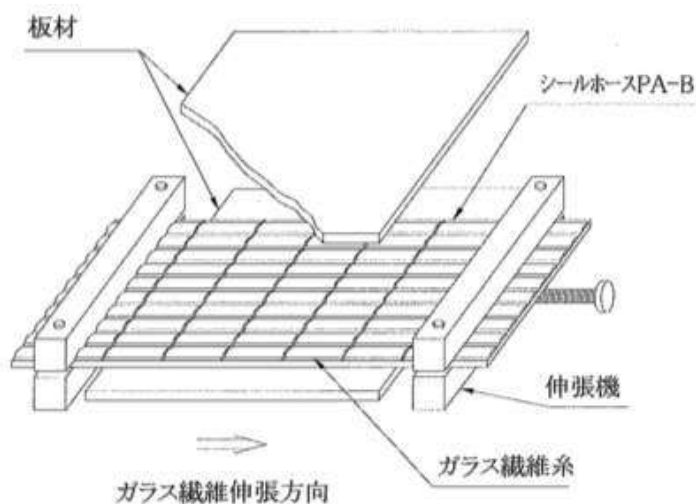


図4 平板試料作製方法

2) 試験方法

JIS K7171「プラスチックー曲げ特性の試験方法」に準拠しました。

3) 結果

シールパイプ PA-B の曲げ試験結果は表1の通りです。

表1 シールパイプPA-Bの曲げ試験結果

測定厚み (mm)	曲げ強さ (N/mm ²)	曲げ弾性率 (N/mm ²)
3.0	113	4408
3.0	113	4718
3.0	123	4577
3.0	127	4444
3.0	114	4143
3.2	140	4520
3.1	143	4299
3.2	121	4226
3.2	130	3786
3.2	117	3904

表 1 の測定値を統計処理した結果を表 2 に示します。

表 2 統計処理結果

	曲げ強さ (N/mm ²)	曲げ弾性率 (N/mm ²)
平均値	124.1	4302.5
標準偏差 (σ)	10.9	295.0
平均値 - 1.96σ	102.7	3724.3

上記の通り、10個の測定値を使ってシールパイプ PA-B の曲げ強さ、曲げ弾性率の統計処理を行いますと、曲げ強さは 102.7 (N/mm²) という数値を全て上回っておりますので、規格値 (設計値) は 98 (N/mm²) とします。

短期曲げ弾性率の測定値は最低値が 3786 (N/mm²) であり、統計処理した 3724.3 (N/mm²) を上回っていますが、安全側を考慮して規格値 (設計値) を 3430 (N/mm²) とします。

以上の結果より、シールパイプ PA-B の規格値は表 3 とします。

表 3 シールパイプ PA-B の規格値

	曲げ強さ (N/mm ²)	曲げ弾性率 (N/mm ²)
規格値	98	3430

(2) 耐薬品性

1) 試験体作製

短期曲げ特性と同じ条件で作製した平板を、50mm 角に加工して試験片を作製しました。

2) 試験方法

JSWAS K-16「下水道内挿用強化プラスチック複合管」の耐薬品性試験に準拠して行いました。試験体を $60\pm 2^{\circ}\text{C}$ の各試験液に 5 時間浸漬した後の質量変化率 (%) を測定し、規格値と比較することにより耐薬品性を確認しました。

写真 2 に耐薬品性試験状況を示します。



写真 2 耐薬品性試験状況

3) 結果

耐薬品性試験結果を表 4 に示します。

試験液に 5 時間浸漬した後の質量変化率は、規格値以内でした。

試験結果より、シールパイプ PA-B の耐薬品性は JSWAS K-16「下水道内挿用強化プラスチック複合管」と同等以上の耐薬品性があることが確認できました。

表 4 耐薬品性試験結果

試験液	質量変化率 (%)	規格値
水	+0.21	質量変化率 $\pm 0.3\%$ 以下 (JSWAS K-16)
10%塩化ナトリウム	+0.23	
30%硫酸	+0.27	
40%水酸化ナトリウム	+0.04	

(3) 耐摩耗性

1) 試験体作製

短期曲げ特性と同じ条件で作製した平板を、120mm 角に加工して試験片を作製しました。比較のため JSWAS K-1「下水道用硬質塩化ビニル管」を平板プレス機で 60℃に加熱して、圧力を加えた状態で冷却し、平板状にした後、120mm角に加工しました。

2) 試験方法

JIS K7204「プラスチック－摩耗輪による摩耗試験法」に準拠し、最大荷重 9.8N、試験回数 1000 回、摩耗輪はH-18 で行いました。

写真 3 に耐摩耗性試験状況を示します。



写真 3 耐摩耗性試験状況

3) 結果

耐摩耗性試験結果を表 5 に示します。

シールパイプ PA-B は、JSWAS K-1「下水道用硬質塩化ビニル管」より少ない摩耗質量を示し、JSWAS K-1「下水道用硬質塩化ビニル管」よりも優れた耐摩耗性を有していることが確認できました。

表 5 耐摩耗性試験結果

名 称	摩耗質量 (g)
シールパイプ PA-B	0.0229
下水道用硬質塩化ビニル管	0.1615

(4) 水密性

1) 目的

ライニング後の本管と取付管の接合部に 0.05MPa の外水圧および内水圧を加えた試験を行い、本管と取付管の接合部の水密性を確認しました。

2) 試験方法

呼び径 250mm のライニング管と呼び径 150mm の塩ビ管を 20mm の隙間を設けてケーシングで密閉し、ケーシング内へ水圧 0.05MPa 、流量 2l/min の水を流入させた状態でシールホース PA-B をライニングしたものを試験体として使用しました。

図 5 に試験体概略図を示します。

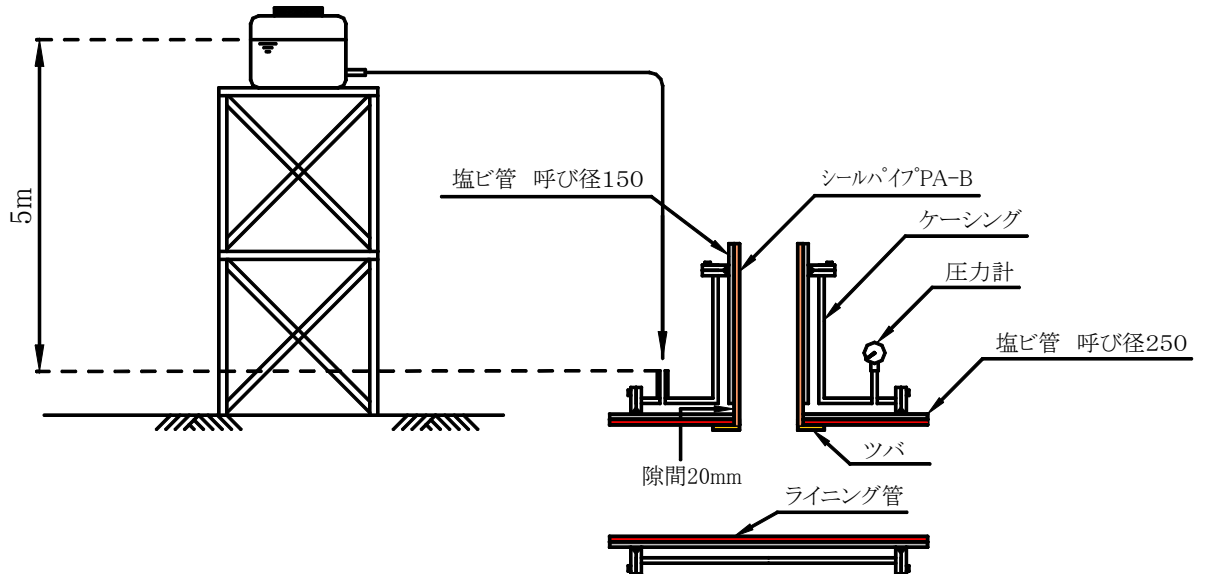


図 5 試験体概略図

① 外水圧に対する水密性

ケーシングとライニング管の間に 0.05MPa の水圧を加え、3分間の保持時間内に圧力降下の有無を確認します。

② 内水圧に対する水密性

本管および取付管部を止水プラグにより密閉し、ライニング管内に 0.05MPa の水圧を加え、3分間の保持時間内に圧力降下の有無を確認します。

図 6 に外水圧試験概略図、図 7 に内水圧試験概略図を示します。

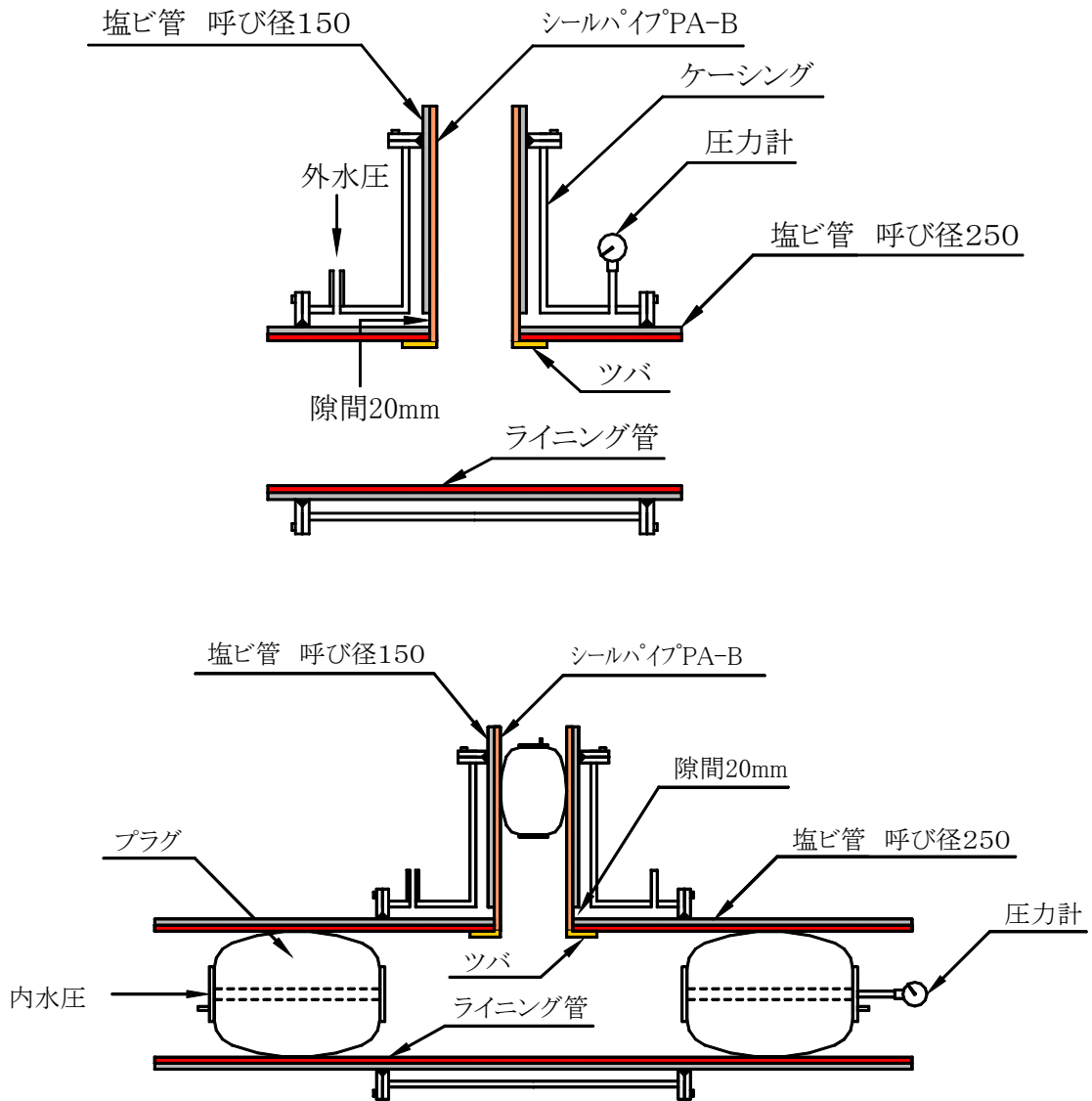


図7 内水圧試験概略図

3) 結果

水密性試験結果を表5に示します。

ライニング後の本管と取付管の接合部は、0.05MPaの外水圧および内水圧に耐える水密性を有することを確認しました。

表5 水密性試験結果

試験項目	条件	結果
外水圧に対する水密性	外水圧 : 0.05MPa 保持時間 : 3分間	圧力降下は認められなかった。
内水圧に対する水密性	内水圧 : 0.05MPa 保持時間 : 3分間	圧力降下は認められなかった。

(5) 耐高压洗浄性

1) 目的

ライニング後の本管と取付管の接合部に高压洗浄を行い耐高压洗浄性を確認しました。

2) 試験方法

水密性試験と同じように試験体を作製し、試験体にポンプ圧力 15MPa で 3 分間の高压洗浄を行い、高压洗浄が終了した後、目視により剥離・損傷の有無を確認します。

図 8 に耐高压洗浄性試験概略図を示します。

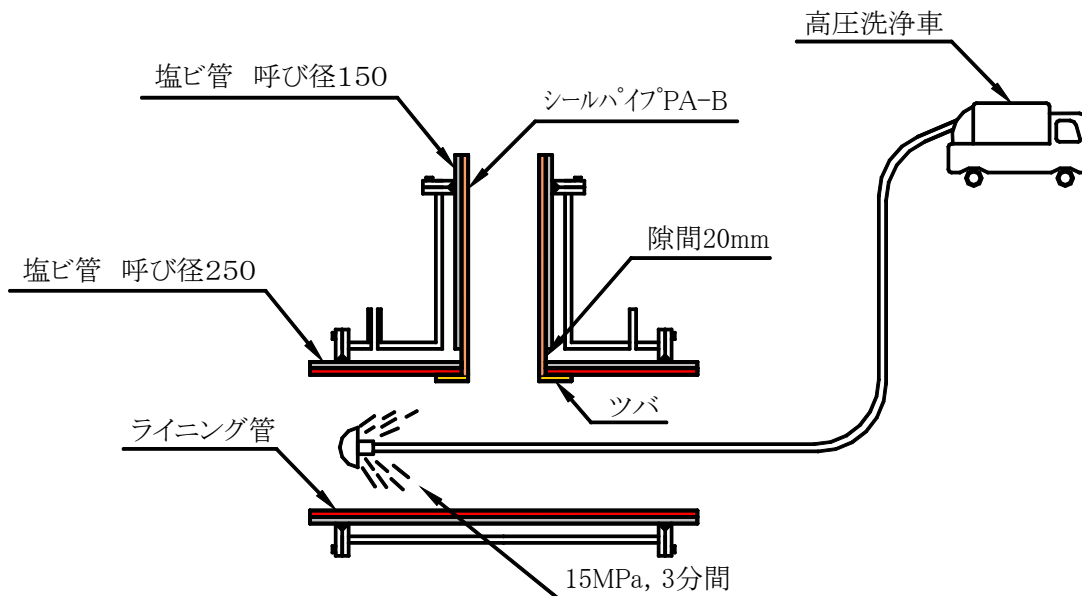


図 8 耐高压洗浄性試験概略図

3) 結果

耐高压洗浄性試験を表 6 に示します。

ライニング後の本管と取付管の接合部は、ポンプ圧力 15MPa の高压洗浄による剥離・損傷がないことを確認しました。

表 6 耐高压洗浄性試験結果

試験項目	条 件	結 果
耐高压洗浄性	水 圧 : 15MPa 負荷時間 : 3 分間 洗浄ノズル : 7 孔 15° 往復回数 : 31 回	剥離・損傷は認められなかった。

6. シールパイプPA-Bの厚み設計

(1) 考え方

シールパイプPA-Bは最大外水圧 0.05MPa においても座屈しない安全な厚みででき
ており、実際の更生管がその厚みで安全かどうかの検討を行います。

(2) 外水圧による厚み計算

外水圧による更生管の座屈に対しては、チモシェンコの薄肉円筒座屈式が、地中埋設管の
設計において広く用いられている。

チモシェンコの薄肉円筒座屈式を変形した式 (1) により安全性を確認します。

$$T_w = \frac{D}{\left[\frac{2 \cdot E_L \cdot K \cdot C}{P_w \cdot N \cdot (1 - \nu^2)} \right]^{1/3} + 1} \dots \dots \dots (1)$$

- ここに、 T_w : シールパイプ PA-B の厚み (mm)
 D : シールパイプ PA-B の外径(=既設管内径) (mm)
 E_L : シールパイプ PA-B の長期曲げ弾性係数(kN/mm²) (=1715 短期値の 1/2)
 K : 支持向上係数=7.0
 C : 楕円変形率={ $(1-q/100)/(1+q/100)$ }²³
 q : 変形率(%)
 P_w : 地下水による圧力(MPa)
 (土被り+既設管厚+既設管内径-地下水位) × 地下水の単位体積重量
 N : 安全率=2.0
 ν : 更生材のポアソン比 (=0.3)

	変形率 q (%)	楕円変形率 C
①更生管も土圧などの荷重を負担する場合	5.0	0.64
②更生管が外水圧のみ負担する場合	0.0	1.00

(3) シールパイプPA-Bの厚さ

設計条件

- ① 外 圧 : 外水圧のみ
- ② 設 計 水 圧 : 0.05MPa
- ③ 楕 円 変 形 率 : 1.0

設計条件を (1) 式に代入し、厚み計算すると

口径 150 $T_w=2.3\text{mm}$ 口径 200 $T_w=3.1\text{mm}$ となりました。

口 径 (mm)	設計厚み (mm)
150	2.3
200	3.1

パルテム取付管工法

技術資料

2007年 4月 改訂
2013年 4月 増刷
2014年12月 協会住所変更
2017年 3月 一部改訂

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。