

取付け管更生工法の設計・施工管理  
技術資料

2011年10月

一般社団法人

日本管路更生工法品質確保協会

# 取付け管更生工法の設計・施工管理 技術資料

## 目次

第1章 総論	1
1-1 目的	1
1-2 適用範囲	2
1-3 用語の定義	3
第2章 取付け管更生工法の概要	5
2-1 取付け管更生の標準フロー	5
2-2 更生工法別概要	7
第3章 取付け管更生工法の設計	9
3-1 自立管仕様の設計手法	9
3-2 二層構造管仕様の設計手法	13
第4章 取付け管更生材の品質管理	17
4-1 更生材(施工前)の品質確認	17
4-2 更生材の保管および搬送・搬入	22
第5章 更生工法の施工管理	23
5-1 一般的な施工管理	23
5-2 形成方法別の施工管理手法	25

第6章	取付け管更生管きよの品質・出来形管理…	28
6-1	出来形検査…	28
6-2	品質検査…	29
第7章	安全管理および環境対策…	30
7-1	安全管理…	30
7-2	環境対策…	32

# 第 1 章 総論

## 1-1 目的

2005年3月に社団法人 下水道新技術推進機構より「管きよ更生工法の品質管理 技術資料」が発刊され、それに続いて、2008年9月には、「管きよ更生工法における設計・施工管理の手引き(案)」が社団法人 日本下水道協会より発刊された。

下水道本管の更生工法における設計と品質管理の考え方と手法は、前述した 2冊の本によってまとめられている。しかし、取付け管更生の設計・施工管理に関する資料は、思いのほか少ないのが現状となっている。

取付け管は、汚水柵または雨水柵と、下水道本管とを接続する管路である。柵の設置深さは、原則として浅く、通常 1m 程度である。公共柵の場合、柵は歩道もしくは車道に設置される。

従って、柵に近い取付け管は、自動車荷重の影響を受けやすいため、損傷しやすい。地上に近い管路が損傷するという事は、地表への影響も現れやすいと考えられる。下水道管路要因による道路陥没事例の多くは、取付け管の破損が原因という報告もある。

取付け管更生を行うことは、こうした陥没事故を未然に防ぐ予防策としても大きな意味をもつ。但し、取付け管更生工法も本管更生工法と同様に、出来形や品質を安定的に維持するためには、施工管理や品質管理を十分に行う必要がある。

そこで本技術資料では、取付け管更生工法の施工管理、品質管理に関する統一的な仕様をまとめるとともに、これまであまり検討がなされていない設計手法に関する考え方についても整理するものである。

## 1-2 適用範囲

本技術資料は、既設取付け管きよの更生工法の施工、品質管理および設計に適用するものである。

また、本技術資料で取り扱う更生工法は、以下のとおりとする。

表 1-1 取付け管更生工法の分類

構造分類	機能分類	工法分類	形成方法	工法名
単独管構造	自立管	反転工法	熱硬化	SGICP 工法
				SGICP-G 工法
				SD ライナー工法
				GROW(グロー)工法
				FFT-S 取付け管工法
				パルテム取付け管工法
			光硬化	シームレスシステム工法
	FRP 光硬化取付管ライニング工法			
	常温硬化	サイドライナー工法		
	二層構造管	形成工法	熱形成	EX 工法
				オメガライナー工法
			熱硬化	LL 工法
ハウスライナー工法				
常温硬化			EPR-LS 工法	

## 1-3 用語の定義

本技術資料では、次のように用語を定義する。

### 1) 改築

排水区域の拡張等に起因しない「対象施設」の全部または一部(修繕に該当のものを除く)の再建設あるいは取替えを行うこと。(詳細は、「下水道施設改築・修繕マニュアル(案)(1998年版 (社)日本下水道協会)」を参照。)

### 2) 修繕

「対象施設」の一部の取替えを行うこと。(詳細は、「下水道施設改築・修繕マニュアル(案)(1998年版 (社)日本下水道協会)」を参照。)

### 3) 管きよ更生工法

既設管に破損、クラック、腐食等が発生し、耐荷能力、耐久力の低下および流下能力が保持できなくなった場合、既設管内面に管を構築して既設管の更生および流下能力の確保を行うもの。管きよ更生工法の中には、反転工法、形成工法がある。

### 4) 反転工法

熱または光等で硬化する樹脂を含浸させた材料を既設のマンホールから既設管内に反転加圧させながら挿入し、既設管内で加圧状態のまま樹脂が硬化することで管を構築するものである。反転挿入には、水圧または空気圧等によるものがあり、硬化方法も温水、蒸気、光、常温硬化等がある。

ただし、目地ズレ、たるみ等を更生させるのではなく、あくまでも既設管の形状を維持する断面を更生することとなる。

### 5) 形成工法

熱または光等で硬化する樹脂を含浸させた材料や、熱可塑性樹脂の連続パイプを既設管内に引込み、水圧または蒸気圧等で拡張・圧着させた後に硬化することで管を構築するものである。形成工法には、更生材を既設管内径まで加圧拡張したまま温水、蒸気、光等で圧着する工法、または加圧拡張したまま冷却固化する工法がある。

ただし、目地ズレ、たるみ等を更生させるのではなく、あくまでも既設管の形状を維持する断面を更生することとなる。

### 6) 更生管

腐食や破損等によって失われた機能が、更生工法によって回復された管きよ。

### 7) 自立管

既設管の強度を期待せず、自ら外力に抵抗するものとし、新管と同等以上の耐荷能力および耐久性を有するもの。

### 8) 二層構造管

既設管が老朽管であっても曲げや変位に対する残存強度を有している場合、二層構造で外力を分担するために構築されるもの。主に外水圧に対抗する目的で施工された更生管を対象とする。

#### 9) 含浸

多孔質に液状物質をしみこませること。更生材の場合、硬化性樹脂を含浸用基材(ガラス繊維、有機繊維)にしみこませる工程を言う。

#### 10) 熱硬化性樹脂

加熱すると網状構造となって不溶不融の状態に硬化する合成樹脂を言う。更生材に使用されている樹脂には、不飽和ポリエステル樹脂、エポキシ樹脂、ビニルエステル樹脂等がある。

#### 11) 熱可塑性樹脂

加熱すると塑性変形を生じ、冷却すると可逆的に硬化する合成樹脂を言う。更生材に使用されている樹脂には、ポリエチレン、硬質塩化ビニル等がある。

## 第2章 取付け管更生工法の概要

### 2-1 取付け管更生の標準フロー

取付け管更生工法の標準的なフローは、図 2-1 に示すとおりである。

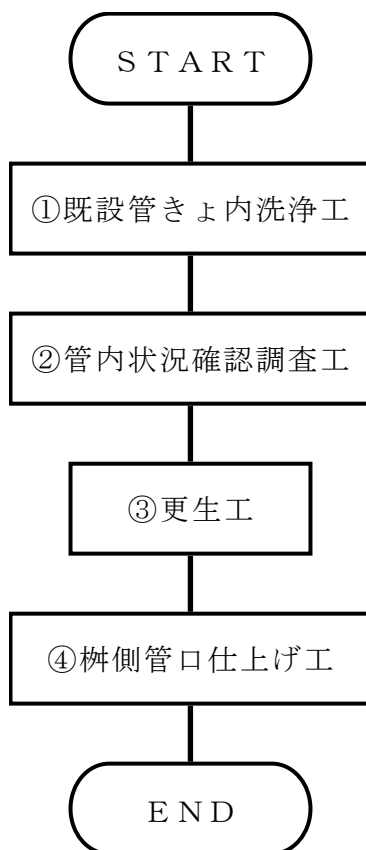


図 2-1 取付け管更生 標準施工フロー

#### ① 既設管きよ内洗浄工

施工の際に障害となる堆積物や付着物等を取り除くために、既設管きよ内を洗浄する。この工程が確実に実施されていないと、更生管内面に突起を生じる原因となる。

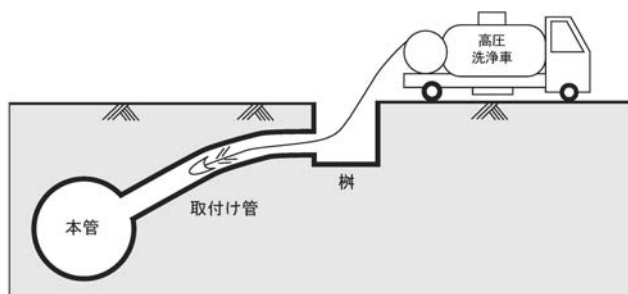


図 2-2 既設管きよ内洗浄工 概要図(例)

## ② 管内状況確認調査工

更生材設置に際して、支障となる要因の有無の最終確認を TV カメラを用いて行う。

この調査で、更生材に損傷を与えるような突起物等が既設管内面にはないか、また、浸入水が更生管形成に悪影響を与える可能性がないかを確認する。

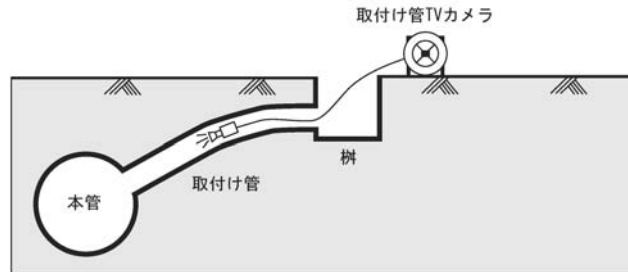


図 2-3 管内状況確認調査工 概要図(例)

## ③ 更生工

最初に、更生材料を樹側もしくは本管側より、反転または引き込みの手法により既設管内に設置する。

その後、空気圧や水圧を用いて更生材料を拡径し、既設管内に密着させ、加熱や光照射により更生材を硬化させたり、加熱軟化・拡径冷却固化させたりして更生管を形成する。

## ④ 樹側管口仕上げ工

樹内に突出した更生管を切断し、管口仕上げ材料を用いて仕上げを行う。

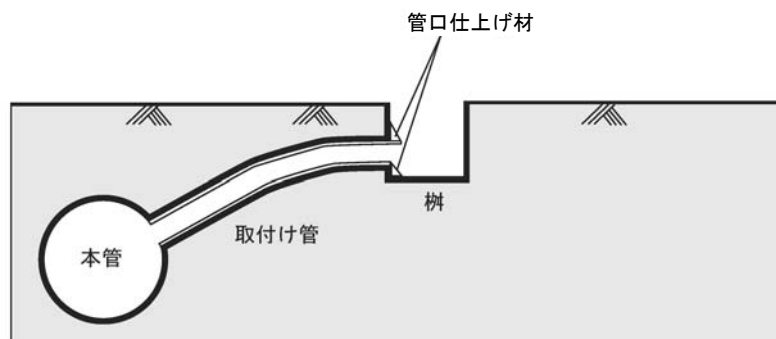


図 2-4 樹側管口仕上げ工 概要図(例)

## 2-2 更生工法別概要

### 2-2-1 熱硬化タイプ

含浸用基材(ガラス繊維または有機繊維等)に樹脂を含浸させた筒状の更生材を、反転または引込み方式により既設管きょ内に挿入し、更生材内部から空気圧や水圧等で既設管内面に密着した状態のまま、温水や蒸気等で樹脂を硬化させて更生管を構築する方式。

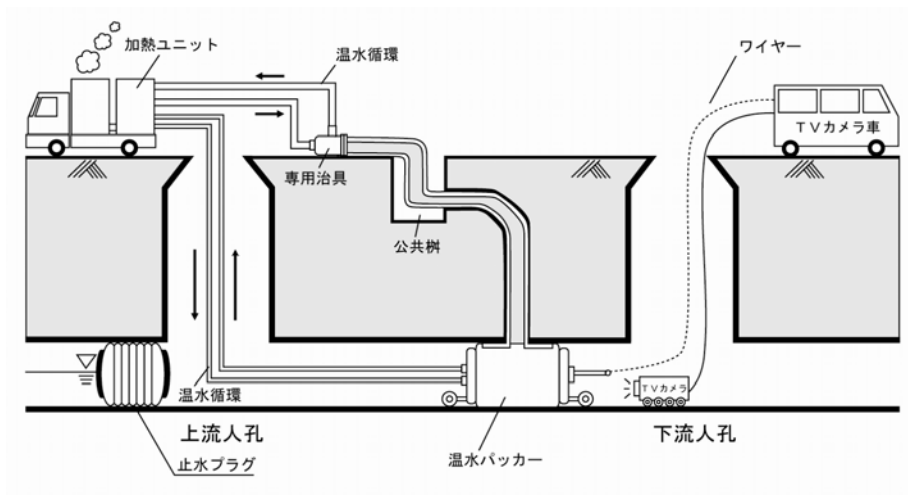


図 2-5 熱硬化タイプ(引込み方式)の施工概要図(例)

### 2-2-2 光硬化タイプ

含浸用基材(ガラス繊維または有機繊維等)に樹脂を含浸させた筒状の更生材を、反転方式により既設管きょ内に挿入し、更生材内部から空気圧で既設管内面に密着した状態のまま、紫外線を照射して樹脂を硬化させ更生管を形成する方式。

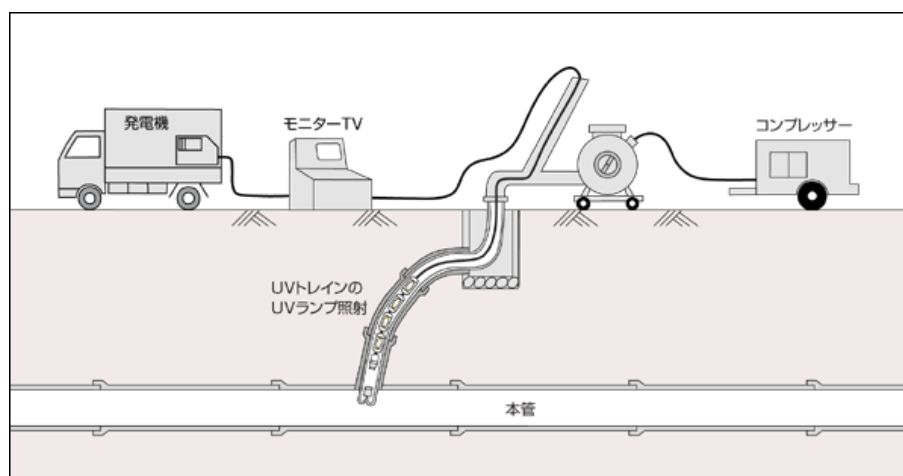


図 2-6 光硬化タイプの施工概要図(例)

### 2-2-3 熱形成タイプ

既設管内に挿入可能な断面形状に変形させた熱可塑性樹脂パイプ(硬質塩化ビニル樹脂)を、蒸気で軟化させ引込み方式により既設管きょ内に挿入し、加熱状態のまま空気圧等で拡張させ、既設管内面に密着した状態のまま冷却固化することで更生管を形成する方式。

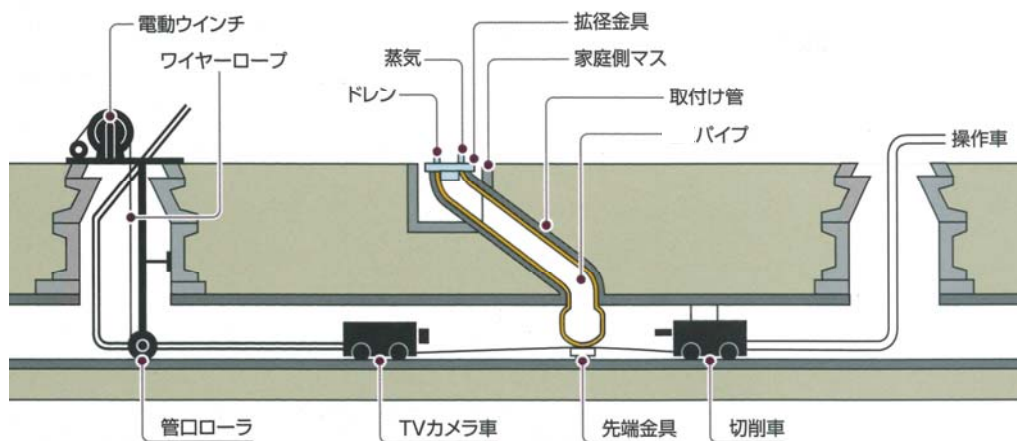


図 2-7 熱形成タイプの施工概要図(例)

### 2-2-4 常温硬化タイプ

含浸用基材(ガラス繊維または有機繊維等)に樹脂を含浸させた筒状の更生材を、反転または引込み方式により既設管きょ内に挿入し、更生材内部から空気圧で既設管内面に密着した状態のまま保持して、常温で樹脂を硬化させて更生管を形成する方式。

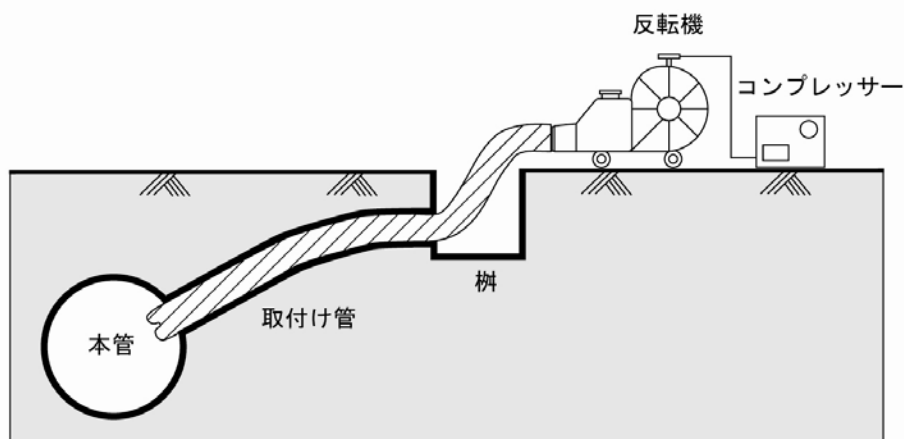


図 2-8 常温硬化タイプの施工概要図(例)

## 第3章 取付け管更生工法の設計

### 3-1 自立管仕様の設計手法

#### 3-1-1 概要

「管きょ更生工法における設計・施工管理の手引き(案)」にある自立管の設計手法は、本管更生工法を対象としているため、そのまま取付け管更生工法に適用すると問題が生じることが考えられる。

また、自立管設計手法は JSWAS K-1 や JSWAS K-2 の設計手法を参考としているが、取付け管の場合、「下水道施設計画・設計指針と解説 前編 -2001年版-」(社)日本下水道協会においても具体的な設計方法は記載されていない。

そこで、取付け管更生の設計における問題点を考慮し、取付け管更生工法の自立管仕様設計と二層構造管仕様設計の手法について整理する。

#### 3-1-2 従来手法の問題点

自立管の設計手法は、「管きょ更生工法における設計・施工管理の手引き(案)」に示されている。この手法は、更生管に土圧と活荷重を作用させ、更生管の曲げ強度とたわみ率による更生管厚をそれぞれ算出し、厚い結果を採用することになっている。

この計算で必要となる計算条件としては、以下の項目が挙げられる。

- ① 更生管管径
- ② 土被り
- ③ 設計荷重(自動車荷重、軌道荷重等)
- ④ 仮想掘削幅

従来手法で取付け管の自立管仕様を設計する場合、問題となる条件は“②土被り”である。取付け管は、本管に比べると勾配がきつく、上流(柵側)と下流(本管側)の土被りに大きな差がある。さらに取付け管の場合、下流側の正確な土被りを把握することが困難である。

土被りが浅い場合、活荷重の影響が大きくなり、更生管の管径によっても異なるが、小口径の場合、土被りが 1.0m 以下であると活荷重は土圧の数倍になる。それに伴い更生管の厚さも厚くなるため、非経済的と考えられる。

### 3-1-3 自立管設計の基本的な考え方

「下水道施設計画・設計指針と解説 前編 -2001年版-」(社)日本下水道協会において、取付け管の具体的な設計方法は記載されていない。指針では、管種に対する記述があるのみで、以下のように記載されている。

管種は、陶管、鉄筋コンクリート管、硬質塩化ビニル管又はこれと同等以上の強度及び耐久性のあるものを使用する。

つまり、取付け管の設計に具体的な式や設計値はないということになる。自立管も前述している管種のどれかと同等以上の強度と耐久性を証明することが出来れば問題ないと考えられる。

取付け管の更生工法は、熱や光で硬化する樹脂を不織布に含浸させた材料を硬化させるか、挿入可能な断面に変形させた熱可塑性樹脂パイプを蒸気で拡張後、冷却固化させる方法になる。このことから、前述の管種のうち硬質塩化ビニル管(以下「塩ビ管」とする)が性質的に最も近いと考えられる。なお、硬化性樹脂を用いた更生工法の場合は、強化プラスチック複合管(JSWAS K-2)の方により近いと考えられるが、取付け管で強化プラスチック複合管が使用されることが無いため、熱硬化および熱可塑の更生工法ともに、塩ビ管と同等以上の強度と耐久性を証明すれば良いと考えられる。

#### ①強度について

塩ビ管(JSWAS K-1)における強度は、引張強度と偏平強度とがある。一般的に更生工法は、塩ビ管と異なり曲げ強度を保証値として設計に使用するため、引張強度では比較することが困難である。

そこで強度の比較は、JSWAS K-1 の偏平試験から線荷重を求め、その値を塩ビ管の線荷重以上であることを確認する。

円環のたわみ式と短期曲げ弾性係数から、必要ライナー厚さを逆算する事がある。この計算はライナーが 5%たわむ時に塩ビ管と同等以上の偏平強度を有する厚さを求めるものである。しかし、この計算の場合、ライナーが 5%たわむ時に作用させる力は分かるが、この力がどの程度の外力(土圧+活荷重)に相当するか不明である。従って、偏平計算による厚さはオーバースペックの可能性が強い。しかし、実際に偏平試験を行えば、計算で求まる厚さより薄くても問題ないことが判明する場合もある。

そのため、本技術資料では、計算式を用いた設計手法ではなく、性能設計手法をとり、基準物性値を満足していれば設計する必要はないという考え方を採用した。

## ②耐久性について

JSWAS K-1 では耐久性について具体的な記述はない。しいてあげるならば、耐薬品性がそれに当たると考えられる。そこで、熱可塑性樹脂を使用した更生工法については、JSWAS K-1 の耐薬品性試験に準拠して耐薬品性を確認する。

一方、熱硬化性樹脂を用いた更生工法は、塩ビ管よりも強化プラスチック複合管に特性が近いと見られ、強化プラスチック複合管の基準に準拠したほうが良いと考えられる。そこで、JSWAS K-1 の耐薬品性試験で使用する薬品と同じ薬品で耐薬品性試験を行う JSWAS K-16(下水道内挿用強化プラスチック複合管)の規格に準拠して耐薬品性を確認する。

さらに耐久性を検証する方法として、耐摩耗性試験を行うことが望ましい。塩ビ管の規格にはないが、本管に比べて、取付け管では砂や夾雑物による管体の摩耗も大きいと考えられる。また、「管きょ更生工法における設計・施工管理の手引き(案)」では試験項目になっている。

このことから、取付け管更生工法においても耐久性確認として耐摩耗性試験を行い、塩ビ管と同等以上の性能を確認する。

### 3-1-4 まとめ

取付け管更生工法の自立管仕様については、表 3-1 の項目を満足させることで設計に代えるものとする。

表 3-1 取付け管更生工法 自立管仕様 要求項目一覧表

項目	試験方法	評価基準
耐荷能力	JSWAS K-1 による 扁平試験	試験片の線荷重が、JSAWS K-1 に示す線荷重以上であること。
耐薬品性	JSWAS K-1 もしくは JSWAS K-16 に 準拠した耐薬品性 試験	JSWAS K-1 もしくは JSWAS K-16 と同等以上の耐薬品性を有すること。
耐摩耗性	JIS K7204 JIS A1452	下水道用塩化ビニル管の摩耗試験を行い、更生材の摩耗量と比較して、摩耗量が塩ビ管と同等程度であることを確認する。

### 3-2 二層構造管仕様の設計手法

取付け管更生における二層構造管は、外水圧に対抗することを目的とする。

設計手法は、本管更生の二層構造管と同じチモシェンコの円環座屈式を採用する。

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

ここに、

$D$  : 更生管外径

$K$  : 支持向上係数(=7.0)

$E_L$  : 設計曲げ弾性率

$P_w$  : 更生管に作用する外水圧

$N$  : 安全率(=2.0)

$\nu$  : ポアソン比

$C$  : 楕円変形係数

$$C = \left[ \frac{1 - q/100}{(1 + q/100)^2} \right]^3$$

$q$  : 既設管の楕円率

更生管に外水圧のみが作用する場合  $q=0\%$

前節でも問題点とした土被りに関しては、より深い下流側(本管側)の土被りを使用することが望ましい。しかし、本管側の土被りを正確に把握することは困難であることも先に述べた。実際には、本管設計においても地盤形状によっては管路中央付近と人孔付近での土被りが極端に異なることも考えられるが、設計においてはそこまで考慮していないのが実情である。そこで、二層構造管仕様の設計では、取付け管が接続する本管の上下流人孔部のどちらか深い方を計算条件として採用する。

安全率は、「管きよ更生工法(二層構造管) 技術資料 -2006年3月-(財団法人 下水道新技術推進機構)を参考に  $N=2.0$  とする。同様に支持向上係数は、 $K=7.0$  を採用する。

### 3-3 本管更生自立管仕様の設計手法(参考)

「管きよ更生工法における設計・施工管理の手引き(案) 平成 20 年 9 月」に示されている自立管設計更生管厚算定式を以下に示す。

#### (1) 土による鉛直土圧

土による荷重は、a. ヤンセン公式と b. 垂直公式のどちらか、又は両方を用いて算出する。

管周辺の地盤が乱されない場合には a. ヤンセン公式で算出し、乱される場合には、土被り 2.0m までは b. 垂直公式、それ以上は b. 垂直公式で算出した 2.0m の土圧と a. ヤンセン公式の土圧を比較して大きい方を採用する。管周辺の地盤が乱れる場合とは、施工する既設管付近において他企業埋設物の新設や敷設替えが予定されている場合を示す。

《a. ヤンセン公式》

《b. 垂直公式》

$$q = \left( \frac{\gamma \cdot B_d}{2} - f \right) \cdot \left( \frac{1 - e^{-2K \cdot \mu \cdot H / B_d}}{K \cdot \mu} \right) \qquad q = \gamma \cdot H$$

ここに、 $q$  : 土による鉛直土圧 (kN/mm<sup>2</sup>)

$\gamma$  : 土の単位体積重量 (kN/mm<sup>3</sup>)

$H$  : 土被り (mm)

$f$  : 埋戻し土の粘着力 (kN/mm<sup>2</sup>)

$B_d$  : 仮想掘削幅 (mm)

$\mu$  : 埋戻し土と側壁の摩擦係数 =  $\tan \phi$

$\phi$  : 埋戻し土の内部摩擦角 (°)

$$K = \frac{\sqrt{\mu^2 + 1} - \mu}{\sqrt{\mu^2 + 1} + \mu}$$

$K$  : 埋戻し土の主動土圧係数

## (2) 活荷重による鉛直土圧

活荷重による鉛直土圧は下式より算出する。設計荷重は、「道路橋示方書・同解説」(平成 8 年 12 月 (社)日本道路協会)に基づくものとする。

$$p = \frac{2P(1+i) \cdot \beta}{C(a+2H \cdot \tan \theta)}$$

ここに、 $p$  : 活荷重による鉛直土圧 (kN/mm<sup>2</sup>)

$H$  : 土被り (mm)

$P$  : 後輪荷重 (T-25;100kN、T-20;80kN、T-14;56kN)

$a$  : 車輪接地長さ (mm)

$C$  : 車体占有幅 (mm)

$\theta$  : 分布角 (°)

$i$  : 衝撃係数(下表参照)

$\beta$  : 低減係数

## (3) 自立管設計更生管厚の算定式

自立管設計の更生管厚は、曲げ強度により算出される更生管厚と、たわみ率より算出される更生管厚を比較して大きい方の値を採用する。

### (3)-a 曲げ強度の計算から求めた管厚算出式

下式において、曲げモーメント係数は JSWAS K-1 を参照すること。また曲げモーメント係数は、管頂と管底の 2 種類あるのでそれぞれに管厚を算出し、大きい方を選択すること。

$$t = \frac{D}{1 + \sqrt{\frac{2\sigma}{3(k_1 \cdot q + k_2 \cdot p)}}}$$

ここに、 $k_1$  : 土による曲げモーメント係数

$k_2$  : 活荷重による曲げモーメント係数

$q$  : 土による鉛直土圧 (kN/mm<sup>2</sup>)

$p$  : 活荷重による鉛直土圧 (kN/mm<sup>2</sup>)

$\sigma$  : 設計曲げ強度 (kN/mm<sup>2</sup>)

$D$  : 更生管外径 (mm)

(3)-b たわみ率の計算から求めた管厚算出式

下式において、たわみ係数は JSWAS K-1 を参照すること。

$$t = \frac{D}{1 + \sqrt[3]{\frac{E \cdot V}{75(K_1 \cdot q + K_2 \cdot p)}}}$$

ここに、 $K_1$  : 土によるたわみ係数

$K_2$  : 活荷重によるたわみ係数

$q$  : 土による鉛直土圧 (kN/mm<sup>2</sup>)

$p$  : 活荷重による鉛直土圧 (kN/mm<sup>2</sup>)

$E$  : 設計曲げ弾性係数 (kN/mm<sup>2</sup>)

$V$  : たわみ率 (%)

$D$  : 更生管外径 (mm)

## 第4章 取付け管更生材の品質管理

### 4-1 更生材(施工前)の品質確認

取付け管更生材は、大きく分けて熱硬化性樹脂を用いるものと、熱可塑性樹脂を用いるものに分けられる。ただし、熱硬化性樹脂を用いた更生材は、加熱により硬化反応が開始するタイプと、特定波長の光により硬化反応が開始するタイプとに分けられる。

さらに熱または光硬化性樹脂を用いる更生材は、熱硬化性樹脂と樹脂の含浸基材とに分別できる。また、熱硬化性タイプは工場で含浸基材に樹脂を含浸させるタイプと、現場で含浸させるタイプとに分かれる。製造管理と品質確認方法は、タイプ別に整理するものとする。

以下に更生材料タイプについてまとめる。

タイプ i : 熱硬化又は光硬化性樹脂 工場含浸

タイプ ii : 熱硬化又は常温硬化性樹脂 現場含浸

タイプ iii : 熱可塑性樹脂

#### 4-1-1 タイプ i (硬化性樹脂、工場含浸)

##### ① 受入検査項目

更生材の品質確認は、適正な管理下で製造されたことを証明する資料に基づいて行う。硬化前の更生材構成要素と原材料受入検査を含む製造管理すべき項目は、表 4-1 のとおりである。

表 4-1 更生材の構成要素、材質と受入検査項目

番号	構成要素	材 質	原材料受入検査項目 <sup>※1</sup>
①	硬化性樹脂	不飽和ポリエステル樹脂、ビニルエステル樹脂、エポキシ樹脂等	入荷ロットごとの品質チェック(粘度、比重等)
②	樹脂含浸用基材 (有機繊維、ガラス繊維等)	有機繊維: ポリアミド繊維、ポリエステル繊維、ポリプロピレン繊維、等を用いた不織布、織布、マット等 ガラス繊維: 織布、マット等 上記繊維の組み合わせ <sup>※2</sup>	入荷ロットごとの品質チェック(単位面積当たり質量等)
③	内面コーティングフィルム <sup>※3</sup>	ポリアミド、ポリエチレン、ポリウレタン、ポリプロピレン等	入荷ロットごとの品質チェック(膜厚、折幅等)
④	外面保護フィルム <sup>※4</sup>	ポリアミド、ポリエチレン、ポリウレタン、ポリプロピレン等	入荷ロットごとの品質チェック(膜厚、折幅等)

※1: 製造工場において実施する項目。

※2: 組み合わせた繊維を使用する場合、各繊維タイプの質量による割合は、明らかにしなければならない。

※3: 工法により硬化後除去する場合もある。

※4: 工法や施工条件の違いにより使用しない場合もある。

## ② 製造証明書

更生材の製造証明書(適正な管理下で製造されたことを証明する資料)には、表 4-2 に示す項目を記載する必要がある。

表 4-2 製造証明書の管理項目と管理内容

項目	管理内容
品名	更生材の名称
製造番号	製造されたロット番号
製造年月日	製造された年月日
呼び径	適用される管径
寸法	製造時の外周、厚さの検査報告
呼び厚さ	硬化後の更生材厚さ
長さ	製造長さ
質量	出荷時の質量
外観検査報告	目視またはその他の方法で更生材の外観を検査した報告
材料構成	各材質の名称、構成比率(構成要素別の質量%等を記す)、硬化性樹脂特性(熱硬化性樹脂、光硬化性樹脂等を記す)

## ③ 物性検査項目

表 4-3 に物性検査項目と試験方法についてまとめる。

耐荷能力は、最低 1 年に 1 回、製造された更生材の全管径・全更生材厚さに対して、公的機関で測定を実施し、比較基準を満足していることを確認する。

曲げ強度、曲げ弾性係数および耐薬品性については、代表管径・代表更生材厚さについて最低 1 年に 1 回は公的機関で試験を実施し、比較基準を満足していることを確認する。

また、定期的に自主検査を実施し、報告書を必要に応じて提出しなければならない。

表 4-3 物性検査項目

検査項目	試験方法	比較基準
耐荷能力	JSWAS K-1	JSAWS K-1 と同等以上
曲げ強度	JIS K7171 <sub>1994</sub>	短期保証値
曲げ弾性係数	JIS K7171 <sub>1994</sub>	短期保証値
耐薬品性	JSWAS K-16	JSWAS K-16 に準拠

#### 4-1-2 タイプ ii (硬化性樹脂、現場含浸)

##### ① 受入検査項目

更生材の品質確認は、適正な管理下で製造されたことを証明する資料に基づいて行う。硬化前の更生材構成要素と原材料受入検査を含む製造管理すべき項目は、表 4-4 のとおりである。

表 4-4 更生材の構成要素、材質と受入検査項目

番号	構成要素	材 質	原材料受入検査項目※1
①	硬化性樹脂	不飽和ポリエステル樹脂、ビニルエステル樹脂、エポキシ樹脂等	入荷ロットごとの品質チェック(粘度、比重等)
②	樹脂含浸用基材 (有機繊維、ガラス繊維等)	有機繊維: ポリアミド繊維、ポリエステル繊維、ポリプロピレン繊維、等を用いた不織布、織布、マット等 ガラス繊維: 織布、マット等 上記繊維の組み合わせ※2	入荷ロットごとの品質チェック(単位面積当たり質量等)
③	内面コーティングフィルム※3	ポリアミド、ポリエチレン、ポリウレタン、ポリプロピレン等	入荷ロットごとの品質チェック(膜厚、折幅等)
④	外面保護フィルム※4	ポリアミド、ポリエチレン、ポリウレタン、ポリプロピレン等	入荷ロットごとの品質チェック(膜厚、折幅等)

※1: 製造工場において実施する項目。

※2: 組み合わせた繊維を使用する場合、各繊維タイプの質量による割合は、明らかにしなければならない。

※3: 工法により硬化後除去する場合もある。

※4: 工法や施工条件の違いにより使用しない場合もある。

##### ② 物性検査項目

表 4-5 に物性検査項目と試験方法についてまとめる。

耐荷能力は、最低 1 年に 1 回、製造された更生材の全管径・全更生材厚さに対して、公的機関で測定を実施し、比較基準を満足していることを確認する。

曲げ強度、曲げ弾性係数および耐薬品性については、代表管径・代表更生材厚さについて最低 1 年に 1 回は公的機関で試験を実施し、比較基準を満足していることを確認する。

また、定期的に自主検査を実施し、報告書を必要に応じて提出しなければならない。

表 4-5 物性検査項目

検査項目	試験方法	比較基準
耐荷能力	JSWAS K-1	JSAWS K-1 と同等以上
曲げ強度	JIS K7171 <sub>1994</sub>	短期保証値
曲げ弾性係数	JIS K7171 <sub>1994</sub>	短期保証値
耐薬品性	JSWAS K-16	JSWAS K-16 に準拠

#### 4-1-3 タイプ iii (熱可塑性樹脂)

##### ① 受入検査項目

更生材の品質確認は、適正な管理下で製造されたことを証明する資料に基づいて行う。硬化前の更生材構成要素と原材料受入検査を含む製造管理すべき項目は、表 4-6 のとおりである。

表 4-6 更生材の構成要素、材質と受入検査項目

番号	構成要素	材 質	原材料受入検査項目※1
①	熱可塑性樹脂	硬質塩化ビニル樹脂	原材料の入荷ロット毎の品質チェック(外観、重合度等)

##### ② 製造証明書

更生材の製造証明書(適正な管理下で製造されたことを証明する資料)には、表 4-7 に示す項目を記載する必要がある。

表 4-7 製造証明書の管理項目と管理内容

項目	管理内容
品名	更生材の名称
製造番号	製造されたロット番号
製造年月	製造された年月
呼び径	適用される管径
寸法	製造時の内径または外径、厚さの検査報告
呼び厚さ	冷却固化後の更生材厚さ
長さ	出荷長さ
質量	出荷時の質量または単位当たりの質量
外観検査報告	目視またはその他の方法で更生材の外観を検査した報告

### ③ 物性検査項目

表 4-8 に物性検査項目と試験方法についてまとめる。

耐荷能力は、最低 1 年に 1 回、製造された更生材の全管径・全更生材厚さに対して、公的機関で測定を実施し、比較基準を満足していることを確認する。

曲げ強度、曲げ弾性係数および耐薬品性については、代表管径・代表更生材厚さについて最低 1 年に 1 回は公的機関で試験を実施し、比較基準を満足していることを確認する。

また、定期的に自主検査を実施し、報告書を必要に応じて提出しなければならない。

表 4-8 物性検査項目

検査項目	試験方法	比較基準
耐荷能力	JSWAS K-1	JSAWS K-1 と同等以上
曲げ強度	JIS K7171 <sub>1994</sub>	短期保証値
曲げ弾性係数	JIS K7171 <sub>1994</sub>	短期保証値
耐薬品性	JSWAS K-1	JSWAS K-1 に準拠

## 4-2 更生材の保管および搬送・搬入

取付け管更生材の保管および搬送・搬入時の環境条件は適正なものとする。また、更生材の取り扱いにも十分注意しなければならない。以下に更生材タイプ別の管理事項について述べる。

### ①熱硬化および光硬化タイプ

このタイプの更生材は、熱または光エネルギーにより化学反応を開始する。従って保管および搬送・搬入に際しては、適正な遮光や各メーカーで定めた更生材の適正保冷温度を維持する措置を講じなければならない。

現場含浸タイプで使用する樹脂は主剤と硬化剤等が、別々に搬送・搬入されるため工場含浸タイプほど厳密な温度管理は必要ないが、搬入後は冷暗所で保管し、メーカーの定めた使用期限を越えて保管してはならない。

また、含浸用基材、硬化前更生材は比較的柔らかい素材であるため、搬送・搬入時には損傷を与えないよう細心の注意を払わなければならない。

なお、反応系樹脂には有機溶剤系の成分が含まれているので、火気には厳重に注意しなければならない。

### ②熱形成タイプ

硬質塩化ビニル材料等による熱形成工法の更生材は、長期間の紫外線暴露で劣化する恐れがあるため、屋内で保管することを原則とする。

但し、やむを得ず屋外で保管する場合は、紫外線を遮断できるシートで全体を覆って保管することとする。

また、更生材を極端な高温(60℃以上)や低温(-10℃以下)の状態でも長期間保管するようなことはせず、その取り扱いにおいても損傷を与えないように細心の注意を払わなければならない。

## 第5章 取付け管更生工法の施工管理

### 5-1 一般的な施工管理

#### 5-1-1 施工計画書の作成

施工する前には、工事目的物を完成するため必要な手順や工法等を記載した施工計画書を作成し、提出する。

施工計画書を作成前に以下の事項について内容の確認を行うこと。また、施工する前には、標準(共通)仕様書、特記仕様書等をよく確認し内容を遵守すること。

- ①設計図書の照査
- ②許可申請、届出等の手続き
- ③道路管理者との協議内容確認
- ④地元住民への対応

以下に施工計画書に定めるべき事項を示す。

- 1)工事概要
- 2)職務分担表および緊急時の連絡体制
- 3)工事記録写真撮影計画
- 4)実施工程表
- 5)施工工法
- 6)主要機械
- 7)主要資材
- 8)材料品質証明の内容
- 9)前処理計画
- 10)施工管理(建設副産物等)
- 11)品質管理
- 12)環境対策
- 13)安全・衛生管理
- 14)材料の製造から使用までの保管期間と保管方法
- 15)材料の運搬方法
- 16)工事記録等の管理
- 17)その他、監督員の指示事項等

### 5-1-2 専門技術者の配置

取付け管の更生工事は、施工管理手法が従来の管布設工事と異なるため、取付け管更生工事を熟知した専門技術者が常駐しなければならない。

専門技術者とは、自ら総合的に企画し、次の調整および指導が出来るものとする。

- ① 施工計画書の総合的な企画
- ② 工事全体の的確な施工を確保するための工程管理および安全管理
- ③ 工事目的物、工事仮設物、工事用資材の品質管理
- ④ 現場作業員等に対する技術指導、監督等

各工法協会等は、技術者育成のため定期的に施工技術習得研修会を開催し、その研修内容は基礎知識、施工管理、品質管理および安全管理等を網羅したものでなければならない。現場に常駐する専門技術者は、これら研修会に参加し技術を習得したことを証明する資料を提示する。

### 5-1-3 既設管の洗浄と確認

更生工事施工前に、既設管管内に付着している異物等を高圧洗浄水で確実に除去する。なお、堆積物、腐食部等を除去する際、既設管の劣化状態に応じた圧力で洗浄する。

既設管内状況を鮮明な映像でビデオ撮影または写真撮影を行うとともに、浸入水、樹木根侵入、破損、クラック、モルタル付着等を TV カメラにて確認する。

TV カメラ調査の結果、取付け管更生工事に支障となる異物、樹木根等を事前に除去する。

## 5-2 形成方法別の施工管理手法

施工管理は、更生材の損傷、シワおよび剥離等の発生を防ぐことならびに管更生後の耐荷能力および耐久性の確保等を目的とする。

施工時には挿入速度、拡張径、硬化(固化)温度、硬化(固化)時間および外気温度等を現場で確認し、状況等をチャート紙等により記録する。また、現場において樹脂を含浸する工法の場合は、含浸時の気温、含浸用基材の計測、樹脂への硬化剤・進剤添加の確認、含浸樹脂量の確実な計量等も記録する。

但し、道路使用許可条件等の関係から施工時間に制限のある場合には、制限時間内に完了できる施工延長や更生管厚等を事前に確認する必要がある。

施工管理手法は、形成方法別に以下の4タイプに分類される。

- (1) 熱硬化タイプ
- (2) 光硬化タイプ
- (3) 熱形成タイプ
- (4) 常温硬化タイプ

### 5-2-1 熱硬化タイプ

硬化のための加温装置の熱源と、出入の熱媒体(温水,蒸気等)温度を連続モニターする装置とを連結させる。最低限、測定すべき温度および圧力測定位置の箇所数は下記のとおりとする。

温度測定位置：熱媒体(温水、蒸気等)の温度が最も低くなる箇所(1箇所)

圧力測定位置：更生管端部または同一圧力を測定できる箇所

管内圧力(空気圧、水圧)を測定(1箇所)

また、管理項目は次のとおりとする。

#### ①硬化剤・促進剤添加の確認(現場で含浸する場合)

- ・樹脂混合時、主剤に硬化剤・促進剤等を確実に添加したことを確認し記録する。
- ・硬化剤・促進剤の配合比を確認し、添加量を記録する。
- ・含浸用基材を正確に測長し、記録する。
- ・含浸時の雰囲気温度を計測し、記録する。

#### ②反転時および拡張時の圧力管理

- ・圧力計等で計測し、データシート等に記録する。

#### ③硬化時の圧力管理

- ・空気圧を用いる工法については、施工中は圧力センサー等を用いて連続的に圧力と時間を計測し、チャート紙に記録する。
- ・水圧(水頭)を用いる工法については、圧力計の計測値や水頭高さを随時計測し、データシート等に記録する。

#### ④硬化温度管理および硬化時間管理

- ・施工中は温度センサー等を用いて連続的に温度と時間を計測し、チャート紙に記録する。

#### ⑤冷却時間管理

- ・施工中は温度センサー等を用いて連続的に温度と時間を計測し、チャート紙に記録する。

### 5-2-2 光硬化タイプ

硬化のための入力電圧と発光力および UV ライトが管内を進む速度は、ライト制御盤に連結し連続モニターする。また、硬化時の圧力、温度についてもセンサーを設置し連続モニターを行う。最低限、測定すべき温度および圧力測定位置/箇所数は、下記のとおりとする。

温度測定位置：更生材内面を施工スパン全延長にわたって連続測定

圧力測定位置：更生管端部または同一圧力を測定できる箇所/1 箇所

また、管理項目は次のとおりとする。

#### ①反転時および拡径時の圧力管理

- ・圧力計等で計測し、データシート等に記録する。

#### ②硬化時の電源管理

- ・硬化中は、UV ライト制御盤に入力される電力が適正な電圧および周波数であるかを計測し、データシート等に記録する。

#### ③硬化時の圧力管理

- ・施工中は圧力センサー等を用いて連続的に圧力と時間を計測し、チャート紙に記録する。

#### ④硬化温度管理

- ・施工中は UV 照射装置に搭載した赤外線温度センサーを用いて連続的に温度を計測し、チャート紙に記録する。

#### ⑤硬化時間管理

- ・施工中は UV ライト点灯から消灯までの時間を連続的に計測し、チャート紙に記録する。

#### ⑥冷却養生時間管理

- ・UV ライト点灯後、所定の冷却養生時間を計測し、データシート等に記録する。

### 5-2-3 熱形成タイプ

加熱・拡径/冷却中は、更生材の温度および更生材内の圧力に留意し、蒸気加熱時の温度および圧力、エアー冷却時の温度および圧力については、センサーを設置し連続モニターする。最低限、測定すべき温度および圧力測定位置/箇所数は、下記のとおりとする。

温度測定位置：柵側の更生材外面の温度を測定

圧力測定位置：蒸気・エアーのホース内の圧力を測定/1 箇所

また、管理項目は次のとおりとする。

#### ①蒸気加熱時の温度管理

- ・施工中は、更生材外面の温度を温度センサー等により連続的に温度と時間を計測し、チャート紙に記録する。

#### ②蒸気加熱時の圧力管理

- ・施工中は、管内の圧力を圧力計等により随時計測し、チャート紙に記録する。

#### ③拡径、冷却時の温度管理

- ・施工中は、更生材外面の温度を温度センサー等により連続的に温度と時間を計測し、チャート紙に記録する。

#### ④拡径、冷却時の圧力管理

- ・施工中は、管内の圧力を圧力計等により連続的に計測し、チャート紙に記録する。

#### 5-2-4 常温硬化タイプ

常温硬化タイプは、現場において含浸用基材に樹脂を含浸させるため、含浸工程における樹脂量や含浸用基材の管理が重要となる。最低限、測定すべき温度および圧力測定位置/箇所数は、下記のとおりとする。

温度測定位置：柵内の雰囲気温度

圧力測定位置：更生管端部で管内圧力(空気圧、水圧)を測定(1箇所)

また、管理項目は次のとおりとする。

##### ①硬化剤・促進剤添加の確認

- ・樹脂混合時、主剤に硬化剤・促進剤等を確実に添加したことを確認し、記録する。
- ・硬化剤・促進剤の配合比を確認し、添加量を記録する。
- ・含浸用基材を正確に測長し、記録する。
- ・含浸時の雰囲気温度を計測し、記録する。

##### ②反転・引込時の温度管理

- ・温度センサー等で柵内の雰囲気温度を計測し、データシートに記録する。

##### ③反転時および拡径時の圧力管理

- ・圧力計等で計測し、データシート等に記録する。

##### ④硬化時の圧力管理

- ・施工中は圧力計等で計測し、データシート等に記録する。

## 第6章 取付け更生管きよの品質・出来形管理

### 6-1 出来形検査

取付け更生管の出来形検査は、TV カメラ調査による管内検査、枳内の目視検査によっておこなう。

更生管の出来形は、既設管の劣化状態によっても影響を受けるため定量的な判断を行うことは難しい。従って、TV カメラもしくは目視による検査により管きよとしての機能を損なうような欠陥や異状箇所がないこととする。また、更生管厚については適正な厚さであることを確認する。

#### 6-1-1 更生管内の外観検査

更生管内の外観検査は、取付け管用 TV カメラにより確認することを基本とする。

原則として、取付け管 TV カメラが通過すればシワやたるみの有無に関わらず必要断面が確保できているものとする。これは、取付け管は本管に比べて管きよ勾配が大きく、それに伴い掃流力も大きくなるため多少のシワが発生しても断面が確保されていれば汚物が堆積することは考えにくいためである。

また、更生管内への漏水については、有収水量にも関係することなので、漏水は無いものとする。

検査結果およびフィルム等の記録は、報告書に添付する。

#### 6-1-2 更生管厚さ測定方法

取付け管更生管厚さは、更生管の耐荷能力に直接影響を与えるものであるため、施工後に適正であることを確認する。

取付け管の更生管は、本管のそれと異なり片側でしか厚さを確認することが出来ない。また、人孔内に比べると枳は内空寸法が小さいため枳内で厚さを測定することは困難である。

そこで、枳内に出ている材料部分、または、枳管口切断時に生じる余長部分において、ノギスやコンベックス等で厚さを測定することを原則とする。

測定は、更生管の任意の数箇所(4 箇所以上)で行う。このとき、測定箇所からホースの継ぎ目は避けるものとする。そして、測定値の平均が、呼び厚さ以上であることを確認する。

#### 6-1-3 枳内管口の外観検査方法

更生管と枍の取り合い箇所仕上げ部においては、浸入水、仕上げ材の剥離およびひび割れ等の異状の無いことを目視により確認する。

#### 6-1-4 欠陥および異状箇所の処置

検査の結果、基準を満たさない場合の処置については、管きよ機能を考慮し監督員と協議した上で適切な処置を行うものとする。

## 6-2 品質検査

更生管の品質検査は、採取したテストピースを使用し、公的試験機関または発注者(監督員)の立会いのもとで曲げ強度、曲げ弾性係数試験を行うことを原則とする。

### 6-2-1 品質検査方法について

更生管の品質検査は、更生材の強度特性を表す指標である曲げ強度および曲げ弾性係数を対象とする。評価は、更生後の短期試験値と設計時に確認した短期保証値との比較により行い、前者が後者を上回ることを確認する。

更生後の曲げ強度および曲げ弾性係数の試験方法を表 6-1 に示す。

試験方法はガラス繊維による補強の有無に関わらず、短期値を求める試験である「プラスチックー曲げ特性の試験方法 (JIS K 7171:1999)」に準じる。

### 6-2-2 試験片採取方法について

品質管理試験に使用する試験片の採取方法は、熱硬化、光硬化、常温硬化タイプと熱形成タイプの場合によって異なる。

熱硬化、光硬化、常温硬化タイプの場合は、施工する更生材と同じロットから未硬化の平板状のテストピースを採取し、施工現場で硬化させて作成することを原則とする。なお、テストピースの硬化温度・硬化時間は施工時と同じとする。

繊維補強している更生材は、テストピースから試験片を削り出す際、補強繊維の方向と試験片の方向が一致するよう留意する。

熱形成タイプの場合は、施工する更生材と同じロットから切り出すことにより平板状の試験片を採取することとする。なお、更生材の形状により平板状に採取できない場合には切削もしくは熱プレス等により平板状に成形してもよい。

上記以外の方法により採取する場合は、特記仕様書または発注者と請負者の協議によるものとする。

### 6-2-3 試験片採取頻度

試験片の採取頻度は、原則として 1 回/10 箇所とする。同一工事物件内で管径が異なる場合には管径毎に 1 回/10 箇所とする。

表 6-1 更生後の曲げ強度および曲げ弾性係数の試験方法

試験規格	試験方法	確認方法
JIS K 7171:1994	現場で採取した更生材を使用して 3 点曲げ試験により曲げ強度および曲げ弾性係数を測定する。	更生後の短期試験値が設計時に確認する短期保証値を上回ることを確認する。

## 第7章 安全管理および環境対策

### 7-1 安全管理

施工者は、労働災害はもとより、物件損害等の未然防止に努め、労働安全衛生法、酸素欠乏症等防止規則、ならびに市街地土木工事公衆災害防止対策要綱等の定めるところに従い、その防止に必要な措置を十分に講ずる。

#### 7-1-1 下水道管きよ更生工法における安全管理

##### ①有資格者の適正配置

更生工事に係わる諸法で定められた作業主任者(有資格者)の選任を行う。

- ・酸素欠乏・硫化水素危険作業主任者
- ・有機溶剤の取扱い等作業主任者(現場含浸の工法)

##### ②作業に適した保護具の着用

溶剤等の化学薬品を使用する場合は、化学防護手袋を着用し、作業時に手および手首が化学薬品に直接接触れることを防止する。必要に応じて保護クリームを首周り、爪の周囲、指の間等、皮膚の弱い場所に塗布する。

管口仕上げ工等で更生材を切断する場合や、樹脂混練時は、必ず保護メガネを着用する。必要に応じて保護マスクも着用する。

##### ③施工前の安全対策(情報収集)

人孔内または本管内での作業を伴う工法の場合、当日の気象情報を天気予報等により把握し、流域降雨の予想と流入量の予想を立て、対策を講じる。

##### ④施工時の安全対策

人孔内または本管内での作業中に、安全に作業が行える水位および流速を超えた場合は、直ちに作業を中断し、地上に非難する。

地上監視人と管内作業員との連絡は重要であるため、現場状況に応じた連絡体制をとる。

##### ⑤災害防止について

緊急時に備えて救出用装備の準備を行い、救出方法等の訓練を行う。

救出に備えて、有効な空気呼吸器等の呼吸用保護具を現場に常設し、直ちに装備できる場所に保管する。

引火性物質を使用する場合は、必ず現場に消火器を常設する。

## 7-1-2 酸素欠乏症および有毒ガス等の安全処置

人孔内または本管内での作業を伴う工法の場合、酸素欠乏および有毒ガス等の安全処置が必要である。作業前に酸素濃度、硫化水素濃度を測定し、安全を確認してから管きょに入る。また作業中は、常時、酸素濃度およびガス濃度を測定と、送風機による換気を行うこと。

### ①酸素濃度および有毒ガス濃度

- ・ 酸素濃度：18%以上
- ・ 硫化水素濃度：10ppm 以下
- ・ スチレン濃度：20ppm 以下
- ・ 一酸化炭素濃度：50ppm 以下

### ②換気

人孔内に作業員が入る前から換気を実施し、作業終了後、人孔内から作業員が撤退したことを確認するまで換気を継続する。

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、他方から排気することにより管きょ内の換気を行う。作業が人孔内のみの場合は、送気に対応する。

### ③保護具

異状時には、直ちに有効な空気呼吸器等の呼吸用保護具を用いられるように作業場所や人孔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に日常的訓練を励行する。

## 7-2 環境対策

施工中の環境に配慮するために、以下の環境対策を行う。

### 7-2-1 工事広報

工事着工前に「下水道工事のお知らせ」等を配布し、工事内容、施工時期、環境対策等の広報活動を行い、工事に対して協力が得られるようにする。

### 7-2-2 粉塵対策

更生管の切断時には、散水を行うなどして粉塵が周辺にまい散らないように注意すること。

### 7-2-3 臭気対策

作業に当たっては、悪臭防止法に基づく規制に十分注意して、作業環境を良好にするとともに、作業による悪臭の発生防止に努めなければならない。

作業において、住宅地内の柵ふたや住宅近傍の人孔蓋を開放する時は、事前に付近の住居者、店舗等に対して作業状況をよく説明し、納得を得てから作業を開始するようにしなければならない。

作業中も悪臭発生物をこぼしたり、飛散させたりしないように注意して作業し、作業終了後は、清掃片づけを行って悪臭漏れの無いことを確認してから引き上げること。

特に不飽和ポリエステル樹脂を使用し、現場含浸を行う工法は注意が必要である。

### 7-2-4 温水対策

施工時に温水を使用する工法において、温水を排出する場合、水温を下水道法で定められている 45℃未満に冷却してから排出すること。