

## 耐薬品性試験方法

### 1. はじめに

旧ガイドライン(案)<sup>1)</sup>発刊時に残された12の課題の中に「耐薬品性試験の代案についての検討」という項目があった。この課題は、自立管の熱硬化タイプ及び光硬化タイプ(現場硬化管)の場合、試験液の浸漬前後の質量変化での評価(JSWAS K-2)では材料・成形方法等が異なり、適切な評価が困難であった。

品確協の協力の下、管路更生工法検討調査専門委員会管路更生工法耐薬品性試験小委員会での討議を経て、新たな耐薬品性試験方法「浸漬後曲げ試験」が確立され、(公社)日本下水道協会(以下、下水道協会)のホームページに第2回中間とりまとめの掲載、及び、下水道協会誌<sup>2)</sup>に掲載された。これを受け、一昨年、発刊されたガイドライン<sup>3)</sup>は、この「浸漬後曲げ試験」を含めた内容となった。

### 2. 要求性能

ガイドラインには、耐久性能の要求性能として耐薬品性試験が記載されており、自立管と複合管をまとめた内容を表-1に示す。

旧ガイドラインでは、現場硬化管(以下、CIPP)は、「新管と同等以上の耐久性能を有することの証明」のため、JSWAS K-2と同様の5時間の浸漬前後の質量変化で評価していた。しかし、我々の試験や文献により、浸漬による質量変化と耐荷能力変化が必ずしも劣化機構に対応していないことが確認できた。さらに、繰り返し試験を行い、一定期間浸漬した前後の強さや弾性率の保持率を測定することで、「浸漬後曲げ試験」の耐薬品性試験方法を確立し、品確協の耐薬品性分会の報告として、「季刊 管路更生」<sup>4)</sup>にも示した。

この試験は、耐久性能として、一番重要な長期(50年後を想定)の耐薬品性試験値と設計値が比較できるという画期的な試験方法である。

なお、密着管および複合管の表面部材の耐薬品性試験は、質量変化による試験であり、変更はない。

表-1 耐薬品性試験(要求性能)

種別	試験方法
密着管 複合管	JSWAS K-1(下水道用硬質塩化ビニル管) JSWAS K-14(下水道用高密度ポリエチレン管)による耐薬品性試験 【質量変化度が±0.2mg/cm <sup>2</sup> 以内】
現場 硬化管 (CIPP)	浸漬後曲げ試験 <sup>※1</sup> (1)基本試験 浸漬させる試験液:8種 <sup>※2</sup> 温度:23℃ 期間:28日 【試験液浸漬28日後の曲げ強さ保持率及び曲げ弾性率保持率80%以上】 (2)常温試験 浸漬させる試験液:2種 <sup>※3</sup> 温度:23℃ 期間:6ヶ月、1年 【試験液浸漬1年後の曲げ弾性率保持率70%以上】 (3)促進試験 浸漬させる試験液:2種 <sup>※3</sup> 温度:60℃ 期間:28日、6ヶ月、1年 【試験液浸漬28日後の曲げ弾性率保持率70%以上】 (4)長期曲げ弾性率を推定 【50年後の長期曲げ弾性率が設計値(換算値)を下回らない】

【】は、判定基準を示す

※1:試験片の端面保護コーティングは行わない

※2:蒸留水、10%硫酸、10%硝酸、1%水酸化ナトリウム水溶液、0.1%合成洗剤、5%次亜塩素酸ナトリウム溶液、5%酢酸、植物油

※3:10%硫酸、1%水酸化ナトリウム水溶液

### 3. しゅん工時の品質管理

#### 3-1. 耐薬品性試験方法

しゅん工時の耐薬品性試験も、密着管及び複合管の表面部材とCIPPとで試験方法が異なる。それぞれの試験片の採取頻度、試験方法及び試験結果の判定方法等について表-2に示す。

表-2 耐薬品性試験（しゅん工時品質管理）

種別	試験方法
密着管 複合管	JSWAS K-1（下水道用硬質塩化ビニル管） JSWAS K-14（下水道用高密度ポリエチレン管）による耐薬品性試験 試験頻度： 密着管（施工スパンごと） 複合管の表面部材：（工法ごと） 試験液：4種 <sup>*1</sup> 【質量変化度が±0.2mg/cm <sup>2</sup> 以内】
現場 硬化管 （CIPP）	浸漬後曲げ試験 <sup>*2</sup> （以下の条件での浸漬前後の曲げ弾性率を計測し、その保持率を確認） 試験頻度：工法ごと 試験片を浸漬させる試験液：2種 <sup>*3</sup> 温度：60℃ 期間：56時間 【試験液浸漬56時間後の曲げ弾性率保持率80%以上】

【 】は、判定基準を示す

※1：蒸留水、10%塩化ナトリウム水溶液、30%硫酸、40%水酸化ナトリウム水溶液

※2：試験片の端面保護コーティングは行わない

※3：10%硫酸、1%水酸化ナトリウム水溶液

なお、試験片の採取方法は、自立管の曲げ試験と同様とし、複合管の表面部材については、マンホール管口に突き出た表面部材の材端を採取することになった。

CIPPにおける、促進試験60℃の浸漬56時間後は、「浸漬後曲げ試験」における常温の28日に相当し、要求品質との相関も取れている。

### 3-2. 認定工場制度を活用したしゅん工時の耐薬品性試験等の取扱い

下水道協会のⅡ類資器材として登録されている、CIPPの材料を使用している工法についても、工場において、品質管理としての耐薬品性試験等を定期的に確認している。そのため、現場での確実な硬化が曲げ試験により確認できれば、製品としての耐薬品性能を確保できるため、密着管及び複合管の表面部材と同様に認定工場制度の工場検査証明書類を提出することにより、しゅん工時の耐薬品性試験の実施を免除することができることとなった。

また、Ⅱ類資器材のCIPPの材料は、しゅん工時における引張や圧縮試験も免除されており、認定工場制度の活用の大きな成果となっている。

## 4. 長期曲げ弾性率の推定の手順

ガイドラインの参考資料12には、CIPPに関する耐薬品性試験方法「浸漬後曲げ試験」について、記載されている。試験の手順を図-1に示す。この参考資料の中で、参12-11の長期曲げ弾性率（50年後）の推定の手順のポイントについて、以下に述べる。

### 4-1. グラフによるプロット

耐薬品性試験にて求めた各温度、浸漬時間における曲げ弾性率の浸漬前後の保持率の平均値を算出する。但し、60℃のデータは文献や試験値から決めた促進倍率12倍を各工法一律に乗じることとし、経過時間の割り増しを行う。

23℃と60℃の全6点のデータを縦軸：保持率-横軸：浸漬時間（I<sub>n</sub>）でプロットすると回帰直線が得られる。図-2に例を示す。

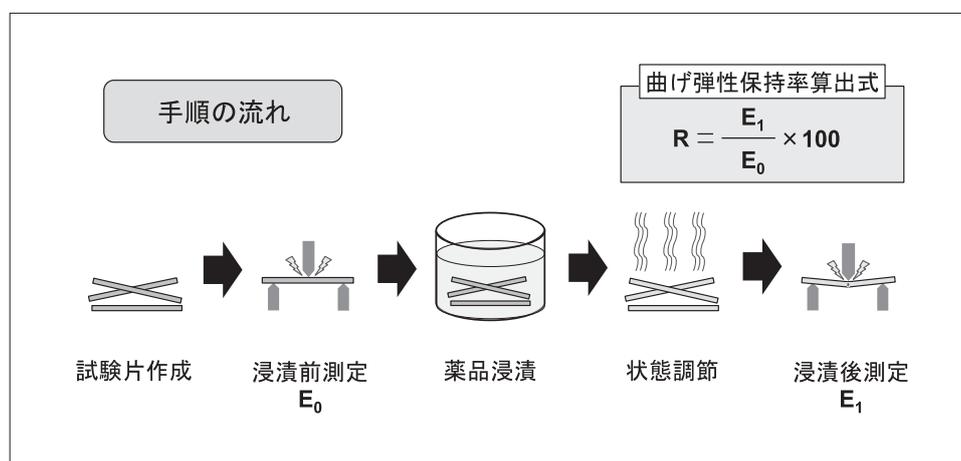


図-1 浸漬後曲げ試験の手順

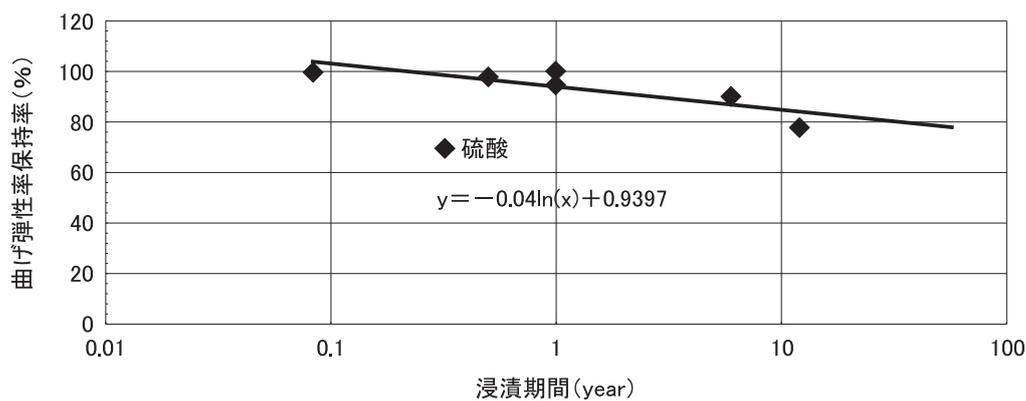


図-2 長期曲げ弾性率の推定（硫酸）

回帰直線がうまく得られない場合は、3ヵ月などの浸漬による補間、60℃の促進倍率の確認などが必要である。

品確協において実験を行った工法は60℃の促進倍率が規定値12から大きく逸脱していなかったため、対数近似による回帰直線が得られている。

#### 4-2. 50年後照査の判定

回帰直線で50年後の保持率を算出した後、初期平均値を乗じて50年値（A）を得る。

設計値との比較をする場合、不織布は同じ平板による試験であるが、ガラス繊維は設計値が円管による試験であるので、換算（管の短期値JIS K 7035〔6 min〕）による換算値（B）を求めることが必要であることに留意する。

(A) ≥ (B) の場合、判定が○となる。

#### 5. おわりに

今回のガイドライン改定に向けて、東京工業大学の久保内教授のご指導の下、品確協にて、構想から数年かけて実験を繰り返すことで、新たな耐薬品性

試験方法「浸漬後曲げ試験」が確立できた。この考え方はCIPPの材料だけでなく、他の更生材での適用も考えてみる価値はある。

また、認定工場制度のⅡ類資器材としても成果が得られた。

今後も課題が残されており、品確協としても解決していきたいと考えている。

#### 【参考図書】

- 1) 「管きょ更生工法における設計・施工管理ガイドライン(案)」(公社)日本下水道協会 (平成23年12月)
- 2) 「CIPPに対する新たな耐薬品性試験(案) -薬品浸漬後の曲げ弾性率測定試験について-」(「下水道協会誌」 vol.52 2015/3 (公社)日本下水道協会)
- 3) 「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-」(公社)日本下水道協会
- 4) 「CIPPの品質向上を目指す新たな耐薬品性試験(案) 制定の背景と手引きについて」(「管路更生」 vol.34 2015/4 (一社)日本管路更生工法品質確保協会)