

第4回 自立管の試験方法

その4

1. はじめに

連載第4回目にあたる本稿では、「管きょ更生工法における設計・施工管理の手引き（案）」¹⁾に記載されている自立管の試験方法のうち、「耐薬品性試験」と「耐摩耗性試験」について解説する。

2. 耐薬品性試験

自立管に求められる耐薬品性能試験は、材料に使用される樹脂のカテゴリー別に2種類に分けられる。

- (1) 熱可塑性樹脂：JSWAS K-1-2010「下水道用硬質塩化ビニル管」²⁾の耐薬品性試験
- (2) 熱硬化性樹脂：JSWAS K-2-2000「下水道用強化プラスチック複合管」³⁾の耐薬品性試験

2.1. JSWAS K-1-2010

当該の耐薬品性能試験は熱可塑性樹脂（塩化ビニル樹脂等）を用いた現場熱形成型の更生管に対して適用される。試験方法は以下の通りである。

- (1) 供試管から長さ約50mmの環状片を切り取り、これから弦の長さ（幅）約25mmのものを、1試験液に対して2個試験片として切り取る。
- (2) 試験片の質量を量り、その試験片を表-1の各試験液に60±2℃で5時間浸漬した後、流水中で5秒間洗浄し（水による浸漬の場合は行わない）、乾いた布で表面の水分を拭き取ってから、質量を量る。式①によって質量変化度 m_c (mg/cm²)を算出する。試験結果は、2個の試験片の平均値とする。

$$m_c = \frac{m_b - m_a}{S} \quad \dots \text{①}$$

ここに、

- m_a : 試験片の浸漬前の質量 (mg)
- m_b : 試験片の浸漬後の質量 (mg)
- S : 試験片の表面積 (cm²)

- (3) 確認方法は質量変化度が各試験液とも、±0.20 mg/cm²以内でなければならない。

表-1 試験液

試験液の種類	試験液の純度及び濃度
水	蒸留水又はイオン交換水
塩化ナトリウム	JIS K 8150の塩化ナトリウムの10%水溶液
硫酸	JIS K 8951の硫酸の30%水溶液
水酸化ナトリウム	JIS K 8576の水酸化ナトリウムの40%水溶液

2.2. JSWAS K-2-2000

当該の耐薬品性試験は熱硬化性樹脂（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）を用いた現場硬化型の更生管に対し適用される。試験方法は以下の通りである。

- (1) 供試管から長さ約50mmの環状片を切り取り、これから弦の長さ約50mmのものを、1試験液に対して2個試験片として切り取る。
- (2) 試験片の質量を量り、その試験片を表-2の各試験液に60±2℃で5時間浸漬した後、流水中で5秒間洗浄し（水による浸漬の場合は行わない）、乾いた布で表面の水分を拭き取ってから、質量を量り、式②によって質量変化率（d）%を算出し、小数点以下2桁に丸める。試験結果は、2個の試験片の平均値とする。

$$d = \frac{m_b - m_a}{m_a} \times 100 (\%) \quad \dots \text{②}$$

ここに、

- m_a : 試験片の浸漬前の質量 (mg)
- m_b : 試験片の浸漬後の質量 (mg)

- (3) 確認方法は質量変化率が各試験液とも、±0.3%以内でなければならない。

表-2 試験液

試験液の種類	試験液の純度及び濃度
水	蒸留水又はイオン交換水
塩化ナトリウム水溶液	JIS K 8150の塩化ナトリウムの10%水溶液
硫酸	JIS K 8951の硫酸の30%水溶液
硝酸	JIS K 8541の硝酸の40%水溶液
水酸化ナトリウム水溶液	JIS K 8576の水酸化ナトリウムの40%水溶液

2.3. 耐薬品性試験の課題

JSWAS K-1、およびJSWAS K-2では、いずれも極微量な質量変化の規格値で試験結果を評価している。K-1、K-2ともに60℃の試験液に5時間浸漬後に流水洗浄し、質量計測を行うこととなるが、その際の試験片の乾燥度合いや、試験片自体の温度に関する規定がない。当該の規格値のように微量な判定基準の場合には、試験片の乾燥度合いや温度等が計測結果に影響を与えることも考えられることから、詳細な計測条件を設定する必要がある。また、材料の特性上、試験片の切断面に対するシール処理も必要となる。

3. 耐摩耗性試験

自立管に求められる耐摩耗性能試験には、材料の特性に応じて2種類の選択肢があり、JIS K 7204「摩耗輪による摩耗試験方法」⁴⁾によるか、摩擦熱等により摩耗輪では適切に摩耗試験を実施できない場合は、JIS A 1452「建築材料および建築構成部分の摩耗試験方法（落砂法）」⁵⁾に準拠して試験片の摩耗量を測定する。確認方法は、下水道用硬質塩ビ管の摩耗試験を行い更生管の耐摩耗性が同等以上であることを確認する。

3.1. JIS K 7204 : 1999

この試験規格はプラスチックの摩耗試験の一般的な方法について規定されたものである。

(1) 試験片

試験片は、直径約100mmの円盤か、側長約100mmの正方形のコーナーを切り取った八角形板とする。試験片は均一な厚さとし、0.5~10mmとする。試験片の数は、関連する材料（または製品）規格による

ものとするが、規定がないときは最低3個とする。

(2) 試験方法

JIS K 7204 : 1999の試験に用いるテーバー型摩耗試験機を写真-1に示す。

- 1) 試験片を支持円板に取り付け、規格に規定する摩耗輪を装置に取り付ける。
- 2) カウンターウエイトを用いて摩耗輪の荷重を調節する。
- 3) 摩耗粉吸引装置の位置を調整し、決められた回転数に設定する。
- 4) 試験片の回転を駆動するモータ及び摩耗粉吸引装置を始動する。
- 5) 規定の回転数に達し、モータが停止した後、試験片を取り出し、摩耗質量の測定を行う。規定回転数は、材料比較の時は1000回転とする。



写真-1 テーバー摩耗試験機

(3) 試験結果の表し方

試験前の試験片の質量から試験後の質量を差し引き、摩耗質量を求める。試験結果は3個の試験片の摩耗質量の平均値とする。

3.2. JIS A 1452-1972

この規格は、本来建築材料および建築構成部分で硬く平滑な面を持つもので、かつ光沢のあるものの落砂による摩耗試験について規定している。

(1) 試験片

試験片の標準寸法は、50mm×50mm、厚さは製品厚さとする。試験片の数は3個とする。

(2) 試験方法

JIS A 1452-1972の試験状況を写真-2に示す。

- 1) 予め質量を測定した試験片を、保持装置により台上に堅固に取り付けて回転させる。この際、

台と試験片とは隙間のないように密着させなければならない。

- 2) ホッパーに、表-3に規定された研削材の落下総量を入れ落下させる。ただし方法Cの場合は400gずつ落下させる。
- 3) 研削材は使用回数400回以上のものは、用いてはならない。
- 4) 試験後、試験片を保持装置から取り外し、柔らかい刷毛等で試験片表面の埃などを払い除いてから、質量を測定する。

(3) 試験結果の表し方

試験前の試験片の質量から試験後の質量を差し引き、摩耗質量を求める。試験結果は3個の試験片の摩耗質量の平均値とする。

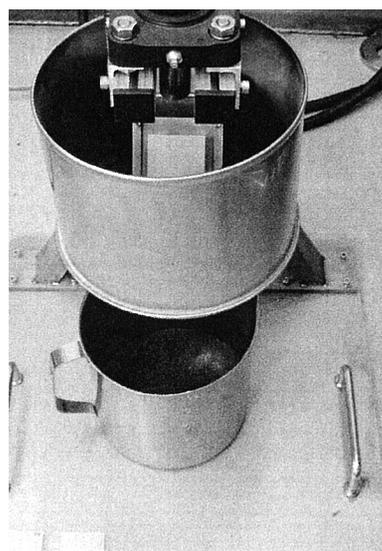


写真-2 落砂法による摩耗試験

表-3 落砂法による摩耗試験の試験条件

試験方法の種類	方法 A	方法 B	方法 C
研削材の粒度	80番	80番	36番
研削材毎分の落下量	200 ± 10g	200 ± 10g	400 ± 20g
研削材の落下総量	2000g	2000g	下地が露出するまでの総量
試験片の数	3	3	3

3.3. 耐摩耗性試験の課題

JIS K 7204およびJIS A 1452のいずれの試験規格に於いても、対象とする試験片は平板形状を前提としている。熱可塑性樹脂を材質とする更生管についてはホットプレス等を用いて管形状のサンプルを平板に加工できるが、熱硬化性樹脂を用いている更生管は別途平板を作成する必要がある。

試験本来の趣旨から云えば、更生管に成形されたものの性能評価が必要と考えられるため、試験手法に関する議論が必要である。

4. まとめ

(1) 現行の更生管に対する耐薬品性試験は工場完成品に対する試験規格の準用であるのに対し、欧米では現場成形の更生管専用の試験規格（ASTM規格⁶⁾、DIBt規格⁷⁾）がある。これらの評価手法は下水道管路に現実に流入する可能性のある種類や濃度の薬液に試験片を浸漬後、主に物性値の保持率を検証することが実施されており、質量変化率のみで評価することはしていない。但し、いずれの試験規格も1ヶ月程度の浸漬期間を要するため、施工現場ごとに実施するには

不向きであると考えられる。

また、耐薬品性試験は製品仕様の妥当性や使用材料の適合性を評価するための試験であるべきで、現場毎に実施することは必ずしも合理的とは言えない。

そこで、品確協・技術委員会では、現行の現場単位で実施されているJSWAS K-1やK-2に準拠した試験規格ではなく、現場成形を行う更生管に即した試験規格を構築すべく、2008年3月から各メーカーが共同で種々の実験を実施している。2010年中には新たな試験規格案を「管路施設の更生工法に関する検討委員会（日本下水道協会）」に提言する予定である。

(2) 耐摩耗性試験については、海外に於ける更生管の摩耗試験手法として、粒径を規定した天然石を長さ1.0mの半割れ管に水と一緒に投入し、シーソーのように交互に傾斜させることで摩耗レベルを計測する手法「ダルムシュタット傾斜（DIN⁸⁾ 19565-1）」がある。国内で似通った趣旨の試験で思いつくのは、サンドスラリー試験等であるが、将来的にも耐摩耗性試験が義務付けられるのであれば、耐薬品性試験と同様に更

生管に適した耐摩耗性試験のデファクトスタンダードを品確協・技術委員会として検討の必要がある。

- (3) 管路更生の対象となる既設管路には様々の管種が用いられているが、必ずしも学術的に一貫した試験項目で品質管理が為されている訳でもなく、これには品質規格が決定された時代背景も影響しているものと考えられる。しかし、約50年以上の埋設実績による既設管材の信頼性と、まだ使用実績25年に満たない更生管材を比較したとき、十分な知見が得られていないことを事由に更生管材に対して種々の試験を義務付けられることは、ある意味で止むを得ないことかも知れない。

5. おわりに

本誌No.14でも紹介されたように、下水道用更生管のうち、自立管もその範疇に該当するISO規格が昨年末に制定された。国内では更生管に対する統一された検査基準等が確立されていないこともあり、このISO規格のJIS化も取りざたされる最中ではあるが、現行の検査手法が工場2次製品を前提としたものであるのに対し、ISO規格では既設管形状に多分に影響を受ける現場成形の更生管が故に肯定される検査基準が見受けられる。国内に於いても更生管専

用の検査基準の確立が待たれるところである。

今回は、「ストレインコロージョン試験」と「水密性試験」について解説していく予定である。

〈参考図書及び略称の名称〉

- 1) 「管きょ更生工法における設計・施工管理の手引き(案)」2008年 (社)日本下水道協会
- 2) JSWAS K-1「下水道用硬質塩化ビニル管」2010年 (社)日本下水道協会
- 3) JSWAS K-2「下水道用強化プラスチック複合管」2000年 (社)日本下水道協会
- 4) JIS K 7204「摩耗輪による摩耗試験方法」1999年 (財)日本規格協会
- 5) JIS A 1452「建築材料および建築構成部分の摩耗試験方法(落砂法)」1972年 (財)日本規格協会
- 6) ASTM規格：米国材料試験協会の規格
- 7) DIBt規格：ドイツ建設技術研究所の規格
- 8) DIN規格：ドイツ規格協会の規格

連載講座小委員会

- | | | |
|-----|-------|----------------|
| 委員長 | 安井 聡 | FFT工法協会・技術委員 |
| 委員 | 眞田 和彦 | 光硬化工法協会・技術委員長 |
| 委員 | 上垣 潔志 | パルテム技術協会・技術部長 |
| 委員 | 大塚 孝 | 3SICP協会・技術部長 |
| 委員 | 池ヶ谷貴之 | オールライナー協会・技術委員 |
| 委員 | 原田 孝知 | EX・ダンビー協会・技術委員 |
| 委員 | 三浦 仁 | EX・ダンビー協会・技術委員 |
- (順不同)