

第7回 複合管の試験方法

1. はじめに

第6回までは、自立管の試験方法を述べてきたが、第7回目の連載講座は、「管きよ更生工法における設計・施工管理の手引き（案）」¹⁾に記載されている管きよ更生工法の評価項目の“複合管の試験方法”（表-1に抜粋）を述べていく。

表-1の試験項目のうち、複合管特有の試験項目は、“破壊強度・外圧強さ”と“充てん材の圧縮強度”、“一体性”となっていることから、この3項目を中心に解説するとともに、製管タイプの複合管に用いる表面部材のかん合部水密性試験の一例を紹介する。

2. 破壊強度・外圧強さ

複合管断面の破壊強度・外圧強さは、以下の何れかの方法で確認を行うことになっている。

①複合管に対して、限界状態設計法による構造計算

で強度確認を行う。これは、既設管きよの劣化状態を反映し、複合管の終局耐力を評価するものである。

②複合管に対してJSWAS A-1「遠心力鉄筋コンクリート管下水道用」²⁾による外圧試験を行い、破壊荷重規格値以上であることを確認する。ここで、供試体となる複合管は下水道用鉄筋コンクリート管（新管）を破壊状態まで載荷した後、これを更生したものとする。

上記のうち、ここでは外圧試験による確認方法について解説する。

2.1. JSWAS A-1 試験

(1) 適用範囲

この規格が適用される管は、遠心力を応用して製造する遠心力製法、円形断面の回転棒を用いてコン

表-1 更生工法の評価項目と試験方法等の抜粋〔複合管〕¹⁾

項目		試験方法等	
1. 設計強度	複合管断面の破壊強度・外圧強さ	既設管の劣化状態等を反映し限界状態設計法により確認、又は鉄筋コンクリート管（新管）を破壊状態まで載荷後更生し、JSWAS A-1により破壊荷重試験	設計条件に基づいた耐荷力以上 新管と同等
	充てん材の圧縮強度	JSCE-G521（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）に準じた試験	申告値（設計保証値）以上
2. 耐久性	耐薬品性	表面部材の耐薬品性について、JSWAS K-1による試験	質量変化度が±0.2 mg/cm ² 以内
	耐摩耗性	表面部材について、JIS K 7201、JIS A 1452などにより試験	下水道用硬質塩化ビニル管と同等以上
	水密性	JSWAS K-2に準拠した試験（内外水圧に対する水密性）	0.1MPaの水圧で漏水がない
	一体性	JIS A 1171に準拠した一体破壊試験	既設管と充填材が界面はく（剥）離しないこと
3. 水理性能	粗度係数	流下能力試験	

クリート断面を転圧して製造するロール転圧製法、振動機を用いて締固めて製造する振動締固め製造等によって工場において製造したもので、この規格の条件を満足する開削工法用の鉄筋コンクリート管とする。

(2) 供試体

外圧試験に用いる供試体は、まず、下水道用鉄筋コンクリート管の新管を、JSWAS A-1による外圧試験と同様の方法で破壊状態まで載荷する。その後、この管を更生したものを供試体とする。

(3) 試験方法

外圧試験は、供試体を台上に水平に置き、頂部及び底部に厚さ20mmのゴム板と、約150mm×150mmの角材を当てて行う。ただし、底部の角材は省くことができる。なお、ゴム板の硬さ(Hs)は60前後のものがよい。荷重は図-1に示すように、管体にはほぼ均等に分布するように鉛直に加える。

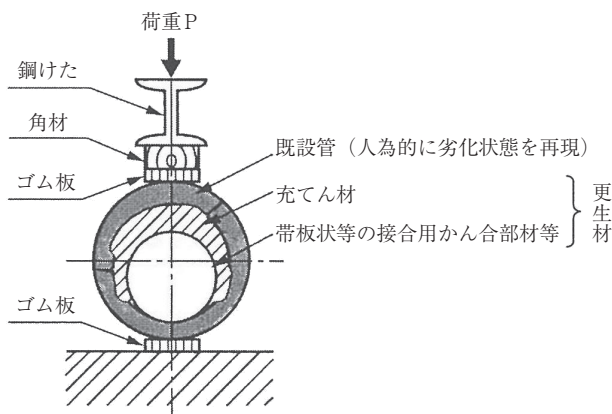


図-1 外圧試験要領図



写真-1 外圧試験状況

(4) 試験結果の表現

外圧試験による破壊荷重とは、供試体に載荷された試験機の示す最大荷重値とする。なお、JIS A5372での破壊荷重規格値は、単位長さ当たりの荷重であるため、試験により得られた最大荷重値を供試体の有効長で除した値を供試体の破壊荷重値とし、JIS A5372の規格値と比較することを試験結果とする。

3. 充てん材の圧縮強度試験

充てん材は複合管の外圧強さを確保するために必要な要素である。この充てん材の品質を確認する方法として、一軸圧縮試験による圧縮強度の確認が広く用いられている。

「管きよ更生工法における設計・施工管理の手引き(案)」においても、充てん材はJSCE-G521「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」³⁾に準じた試験により、規格値以上の圧縮強度であることを確認することとしている。なお、充てん材の規格値とは、各工法協会で定めた物性値のことである。

3.1. JSCE-G521 試験

(1) 適用範囲

この基準は、型枠を用い、型枠上面に重りを置いて注入モルタルの膨張を抑制し、ブリーディング水の外部への脱出を許したプレパックドコンクリートの注入モルタルの圧縮試験方法について規定したものである。この基準の一部を構成する引用規格として、以下の規格が適用されている。

A) JSCE-F 506⁴⁾

モルタルまたはセメントペーストの圧縮強度試験用供試体の作り方

B) JSCE-G 505⁵⁾

円柱供試体を用いたモルタルまたはセメントペーストの圧縮強度試験方法

(2) 供試体

供試体はJSCE-F 506に準じ、以下のとおりとする。

- a) 必要となる供試体の数は、同一条件の試験に対し、4個以上とする。これら4個以上の同一条件の供試体は、原則として異なったバッチのモルタルまたはセメントペーストから作る。
- b) フローおよび空気量の測定に用いたモルタルは、供試体の成形に用いてはならない。

- c) 供試体の寸法は、直径50mm、高さ100mmの円柱形とする。
- d) 供試体の作製に用いる型枠は、内径50mm、高さ100mmの金属製円筒とする。型枠は、供試体を作るときに変形および漏水のないものとする。型枠の寸法の誤差は、直径で1/200、高さで1/100以下とする。型枠の底板の面の平面度は0.02mm以内とし、組み立てたとき型枠の側板(円筒)と底板とは、ほぼ直角でなければならない。
- e) 突き棒を用いて締め固める場合、突き棒は、先端を半球状にした直径9mmの丸鋼とする。
- f) キャッピングに用いる押し板は、みがき板ガラスまたはみがき鋼板で、厚さ6mm以上のものとする。
- g) 型枠の取り外しは、試料を詰め終わった後、その硬化を待って型枠から取り外す。型枠の取り外し時期は、原則として詰め終わってから24時間以上48時間以内とする。この間、供試体上面に板ガラスなどを置き、水分の蒸発を防がなければならない。
- h) 供試体の養生条件は、試験の目的に応じて定める。標準養生を行う場合には、養生温度は $20 \pm 3^{\circ}\text{C}$ とし、湿潤状態で養生を行わなければならない。

(3) 試験方法

試験方法は、JSCE-G 505から引用され、以下のとおりとする。

- a) 供試体の高さの中央で、互いに直交する2方向の直径を0.1mmまで測る。
- b) 圧縮試験機は、試験時の最大荷重がひょう量の1/5から、ひょう量までの範囲で使用する。同一試験機でひょう量を変えることができる場合には、それぞれのひょう量を別個のひょう量とみなす。
- c) 供試体の上下端面および上下の加圧板の圧縮面を清掃する。
- d) 供試体を、その中心軸が加圧板の中心に一致するように置く。試験機の加圧板と供試体の端面とは、直接密着させ、その間にクッション材を入れてはならない。
- e) 供試体に衝撃を与えないように一様な速度で、荷重を加える。荷重を加える速度は、圧縮応力度の増加が標準として毎秒 $0.2 \sim 0.3\text{N}/\text{mm}^2$ とな

るようにする。

- f) 供試体が急速な変形を始めた後は、荷重を加える速度の調整を中止して、荷重を加え続ける。
- g) 供試体が破壊するまでに試験機が示す最大荷重を、有効数字3けたまで求める。

(4) 試験結果の表現

試験結果においては、以下の計算を行い、表現する。

- a) 供試体の直径を次の式で計算し、JIS Z 8401「数値の丸め方」⁶⁾によって有効数字3けたまで求める。

$$d = (d_1 + d_2)/2$$

ここに、

d：供試体の直径 (mm)

d₁、d₂：計測した2方向の直径 (mm)

- b) 圧縮強度を次の式で計算し、JIS Z 8401によって有効数字3けたまで求める。

$$f_c = p / (\pi (d/2)^2)$$

ここに、

f_c：圧縮強度 (N/mm²)

p：試験機の示す最大荷重 (N)

4. 一体性

一体性とは、既設管と充てん材が一体となっていることであり、更生管が複合管構造であるために必要な事項である。そこで、複合管において、JIS A 1171「ポリマーセメントモルタルの試験方法」⁷⁾に準拠した試験に基づき、既設管きよと充てん材料の界面剥離による破壊ではなく、母材破壊等により既設管きよと充てん材料が一体性を有する挙動を示すことを確認することとなっている。

4.1. JIS A 1171 試験

(1) 適用範囲

この規格は、ポリマーセメントモルタルの試験方法について規定したものである。

(2) 試験方法

供試体を水平に置き、供試体の表面に接着剤を塗り、図-2に示す上部引張用ジグを静かに載せ、軽くすりつけるように接着し、周りにはみ出した接着

剤をていねいに取り除く。上部引張用ジグを接着した供試体を、試験室内に24時間静置した後、図-3に示す下部引張用ジグおよび図-4に示す鋼製当て板を用いて、毎分1500～2000Nの荷重速度で、供試体の鉛直方向に載荷して最大荷重を求める。

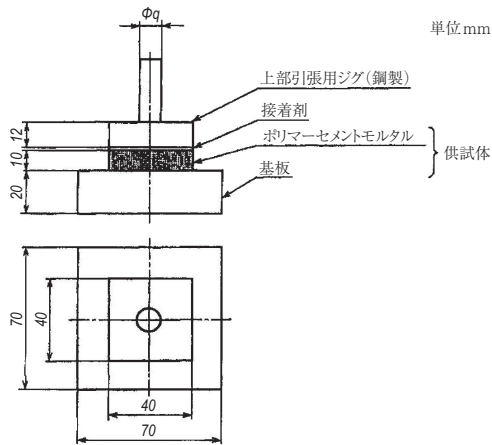


図-2 上部引張用ジグの設置要領

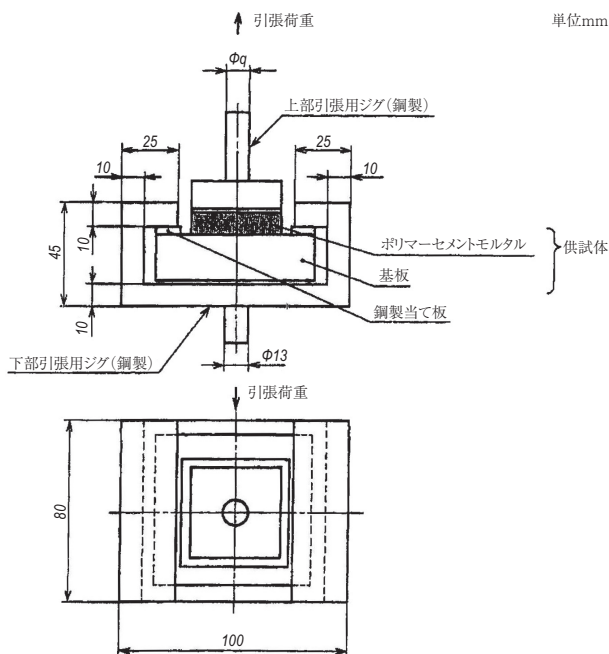


図-3 下部引張用ジグの設置要領

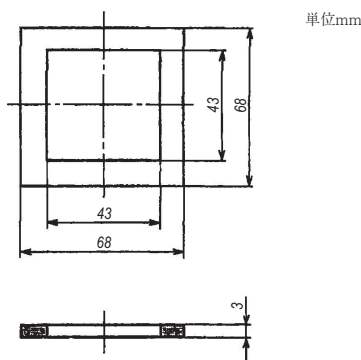


図-4 鋼製当て板

(3) 供試体

使用する基板については、JIS R 5201「セメントの物理試験方法」⁸⁾の10.4(供試体の作り方)に規定する方法によって調整したモルタルを、鋼製型枠を用いて寸法70×70×20mmに成形したものを用いる。モルタル打込み時の底面をJIS R 6252「研磨紙」⁹⁾に規定する150番研磨紙を用いて、研磨してから清掃し、その面の中央部に、図-5に示すように、内のり寸法40×40×10mmの金属製又はプラスチック製型枠を置き、水浸しを行った後、充てん材を成形する。

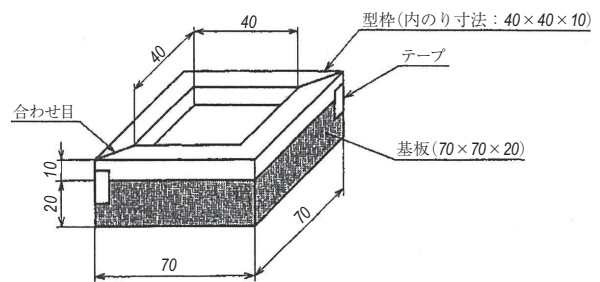


図-5 供試体の作製要領

(4) 試験結果の表現

試験後、各供試体の破壊状況を記録する。次の式によって接着強さを計算し、小数点以下1けたに丸め、5個の供試体の平均値で表す。

$$\sigma_a = T/1600$$

ここに、

$$\sigma_a = \text{接着強さ (N/mm}^2\text{)}$$

$$T = \text{最大荷重 (N)}$$

5. 表面部材のかん合部水密性試験

複合管においても、JSWAS K-2「下水道用強化プラスチック複合管」¹⁰⁾に準拠した試験に基づき、内外水圧(0.1MPa以上)に対する水密性を有することを確認する必要がある。

複合管における水密性の確認は、更生管内側の帯板状等の接合用かん合部材等を対象として行う。

以下に一例として、硬質塩化ビニル製の表面部材かん合部の、内外水圧に対する水密性試験の概要を紹介する。

(1) 供試体

帯板状の表面部材をかん合接合し、試験可能な適当な長さに切り取り、端部の止水処理を施す。供試

体の寸法は、試験装置の大きさ等に応じて適宜選択できるものとする。

(2) 試験方法

供試体を、図-6、7に示すような試験装置に取り付け、表面部材のかん合部に、0.1MPa以上の内水圧及び外水圧をそれぞれ加え、3分間程度圧力を保持する。

試験結果は、目視または圧力ゲージを確認することで漏水の有無を確認する。

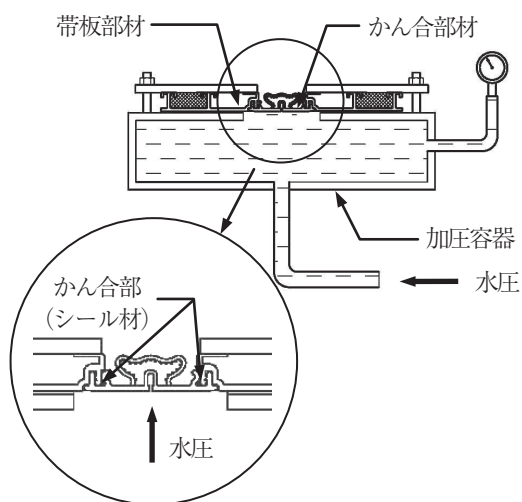


図-6 内水圧に対する水密性試験概要

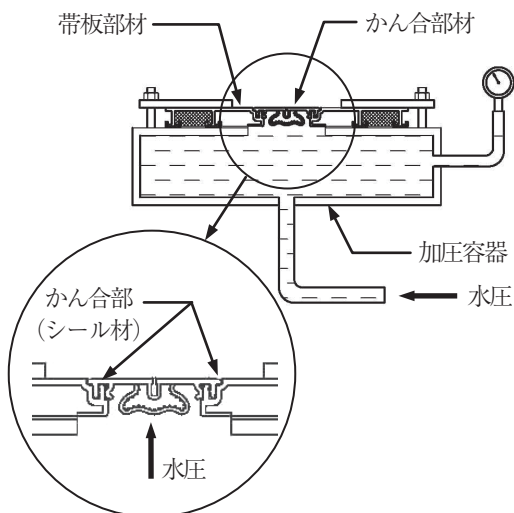


図-7 外水圧に対する水密性試験概要

6. 編集後記

今回の“複合管の試験方法”が、「連載講座 管路更生の試験方法」の最終回となります。ご愛読ありがとうございました。

〈参考図書〉

- 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 A-1「遠心力鉄筋コンクリート管下水道用」 2003年 (社)日本下水道協会
- 3) JSCE-G521「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」 1999年 (社)土木学会
- 4) JSCE-F506「モルタルまたはセメントペーストの圧縮強度試験用円柱供試体の作り方(案)」 2010年 (社)土木学会
- 5) JSCE-G505「円柱供試体を用いたモルタルまたはセメントペーストの圧縮強度試験方法」 2010年 (社)土木学会
- 6) JIS Z 8401「数値の丸め方」 1999年 (財)日本規格協会
- 7) JIS A 1171「ポリマーセメントモルタルの試験方法」 2000年 (財)日本規格協会
- 8) JIS R 5201「セメントの物理試験方法」 1997年 (財)日本規格協会
- 9) JIS R 6252「研磨紙」 2006年 (財)日本規格協会
- 10) 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

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)