

## 管きょ更生後における耐震性の向上（ダンビー工法の改良）

(株)クボタ建設 正会員 ○ 柳川 正和  
 (株)クボタ 堀 智明  
 (株)大阪防水建設社 三浦 仁

## 1. はじめに

非開削で管きょを更生する工法は、近年クローズアップされてきた管きょの腐食や老朽化に対処するため各種開発され、広く施工されてきている。また阪神淡路大震災以降、管きょの耐震性能に対する検討がさかんに行われるようになり、更生管に求められる耐震性能も高くなっている。

ダンビー工法は、 $\phi 800\text{mm}$  以上の中大口径管きょを供用中でも非開削で更生する工法として開発され、平成 15 年度末で 24,000m 以上の施工を行ってきた。これまで、ダンビー工法で更生された管きょは、レベル 2 地震動での管軸方向の抜け出し量に適應していたが、今回、硬質塩化ビニル製の帯板（ストリップ）を接続する接合用嵌合部材（ジョイナー）に柔構造部分を設け、ジョイナー部のみで地震時に発生する管軸方向変位を吸収する構造とし、より高い耐震性能を有することを確認したので報告する。

なお文中のレベル 1、レベル 2 地震動時の管軸方向伸びは、「下水道施設耐震計算例—管路施設編—（社団法人日本下水道協会）」の「1. 鉄筋コンクリート管（開削用）」で示されている地震動に対する抜け出し量の計算値を用いている。また、更生を行う管きょはダンビー工法の主な対象管きょである「下水道用鉄筋コンクリート管（JSWAS A-1）」（以下、鉄筋コンクリート管）を想定し、管きょの有効長は B 形管の有効長  $L=2430\text{mm}$  とした。

## 2. 試験用材料

今回開発したジョイナーを、図-1に示す。ジョイナーは硬質塩化ビニルと塩ビ系エラストマーの複合体であり、中央部にU字形の溝を有している。また、ストリップとの嵌合部にはシリコン系シーラ材を塗布しており、水密性を確保している。地震動により管軸方向に引張が生じると、U字形溝に曲げモーメントが発生しU字形溝の頂部が破断する。U字形溝の破断後は、背面にある塩ビ系エラストマーにより管内面を被覆し、管の流下機能を確

保する構造である。

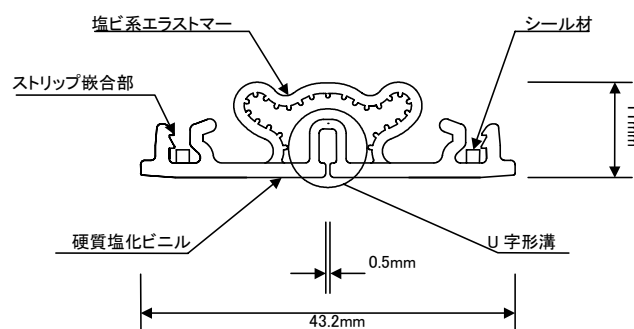


図-1 ジョイナー概要図

## 3. 部材引張試験

## 3. 1. 試験方法

ジョイナー単体の引張試験を行い、部材の引張性能を調査した。ストリップ嵌合部両端を引張速度  $10\text{mm/min}$  で引っ張り、ジョイナーの伸びとU字形溝、塩ビ系エラストマーの状態を調査した。試験は、塩ビ系エラストマーが破断するまで行った。

## 3. 2. 試験結果

U字形溝は、伸びが  $6\text{mm}$  を超えると変形を起こし、伸び  $10\text{mm}$  の時に破断した。U字形溝が破断した状況を、写真-1に示す。

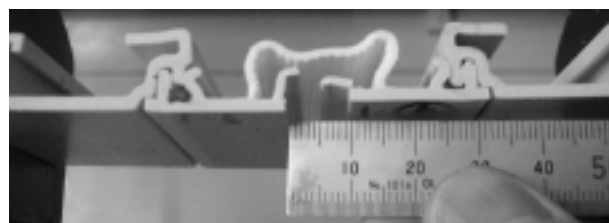


写真-1 U字形溝破断状況

U字形溝が破断した時も、塩ビ系エラストマーに異常は生じていなかった。その後、変位量が  $50\text{mm}$  になると塩ビ系エラストマーが大きく伸張した。変位量が  $60\text{mm}$  になったときに、塩ビ系エラストマーが破断した。また、その時点まで、ストリップに変形・異常は発生しなかった。

キーワード 耐震性、管更生、ダンビー工法、永久ひずみ

連絡先 〒104-0044 東京都中央区明石町 6-22 (株)クボタ建設 工事本部 技術部 TEL 03-3547-9154

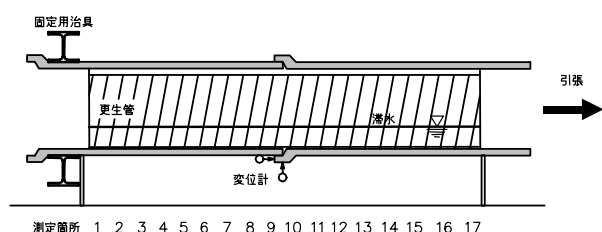
表－1 試験結果

| 管軸方向変位(mm) | 部材性能試験      | 更生管実証試験     | 備考                 |
|------------|-------------|-------------|--------------------|
| 2.25       | 異常なし        | 異常なし        | 耐震計算例レベル1相当        |
| 7.49       | 異常なし        | 異常なし        | 耐震計算例レベル2相当        |
| 10.00      | U字形溝破断      |             |                    |
| 36.45      |             |             | 管有効長の1.5%（永久ひずみ相当） |
| 60.00      | 塩ビ系エラストマー破断 |             | 管有効長の2.46%         |
| 62.00      |             | 塩ビ系エラストマー破断 | 管有効長の2.55%         |

#### 4. 更生管実証試験

##### 4.1. 試験方法

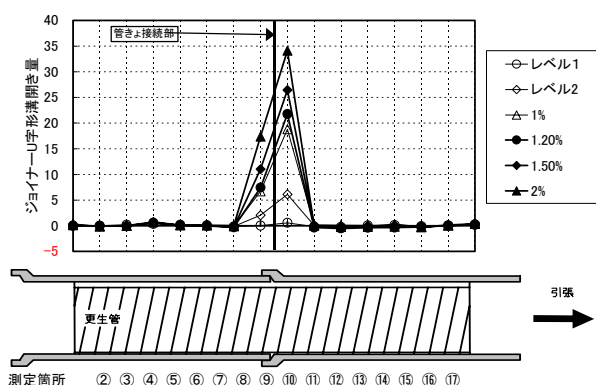
接続した2本の鉄筋コンクリート管（呼び径800、B形1種）をダンビー工法で更生し、図－2に示すように強制的に管軸方向に変位を与え、ジョイナーの管軸方向の変位吸収性能を調査した。



図－2 実管実証試験図

試験時は、更生管内に水を入れ、ジョイナーの破断が漏水により確認できるようにした。また、レベル1、2地震動相当の管軸方向伸び時と漏水発生時に管内の水を抜いて、鉄筋コンクリート管の継手の目開き量およびジョイナーのU字形溝の開き量を測定し、部材の状態を目視により確認した。

##### 4.2. 試験結果



図－3 実管実証試験結果

更生管実証試験での鉄筋コンクリート管の継手の目開

き量とジョイナーのU字形溝の開き量の関係を、図－3に示す。

ジョイナーの変形は、継手部付近の嵌合部2箇所(⑨、⑩)に発生した。管内に水を入れていたため、U字形溝が破断した時の鉄筋コンクリート管の継手の目開き量は確認できなかった。更生管の変位が62mmの時に漏水が生じ、塩ビ系エラストマーが破断したことを確認した。また、その時点まで、ストリップに変形・異常は発生しなかった。

上記2種類の試験の結果を、表－1に示す。

#### 5. まとめ

今回の試験から、以下のことが分かった。

- ① 管軸方向に変形が発生した時は、継手部付近のジョイナー部のみで変形に追随し、ストリップには変形が生じない。
- ② ジョイナーのU字形溝は、管軸方向伸び10mmで破断する。
- ③ U字形溝が破断した時も、塩ビ系エラストマーには異常は生じない。
- ④ 塩ビ系エラストマーは、管軸方向伸び60mmで破断する。

以上のことから、有効長  $L=2430\text{mm}$  の鉄筋コンクリート管をダンビー工法で更生した場合、耐震計算例のレベル1、2地震動相当の管軸方向変位量が発生してもU字形溝の破断は起こらず、流下能力を確保できることが分かった。また、管有効長の1.5%の永久ひずみが発生した場合でも、塩ビ系エラストマーは破断せず、管の内面を被覆し、流下機能を確保できることがわかった。

これらのことから、管きよをダンビー工法で更生することで、管軸方向に対して優れた耐震性能を付与することが出来ることが分かった。

#### 参考文献

- ・ 下水道施設の耐震対策指針と解説（1997年版）社団法人 日本下水道協会
- ・ 下水道施設耐震計算例―管路施設編― 社団法人日本下水道協会