

下水道用マンホール更生工法の開発に関する基礎研究

株式会社ホープ 正会員 ○熊谷 光記  
日本大学 正会員 水口 和彦  
日本大学 正会員 佐藤 克己  
日本大学 フェロー会員 阿部 忠

1. はじめに

下水道普及率が 80%を超えた現在、老朽化した施設の維持管理は、喫緊の課題である。マンホールは、その老朽化に応じた対策として、更新、更生工法、防食工法といったマンホールを一体として対応する改築工法と、止水工法や補修工法といった部分対応する修繕工法がある。マンホールは、管きょへアクセスする施設であり、維持管理するために必要で重要な施設であるが、上部から通過車両による活荷重や下水道特有の硫酸によるコンクリート腐食など過酷な条件下にある。また、都市部においては、交通事情、さらには水道管やガス管など他企業の占用埋設物が輻輳していることが多く、大規模な開削を伴う更新、すなわち布設替えは施工が困難な状況にある。また、近隣住民に対する騒音対策など、施工環境も厳しさを増している現状からは、道路掘削が極力ない施工方法が望まれる時代へ移行している。

一方で、老朽化が進んだマンホールの対策工法である更生工法は、更生材料のみで新規マンホールと同等の耐荷性能を有する自立型が 5 工法、既設マンホールと更生材が一体となって耐荷性能を有する複合型が 7 工法の計 12 工法が開発されている現状であり、多様な条件下におかれているマンホールの老朽対策としては選択肢が少なく、さらに適応範囲も限定されている。

本研究では、これらの課題に対応するため、橋梁補強対策工法に使用されている材料を応用し、老朽化した下水道用マンホールの更生工法の開発に関する基礎研究を行う。

2. 研究概要、材料および補強法

マンホールの老朽化は、活荷重によるコンクリートのひび割れ、管きょ内で発生する硫化水素ガスに起因する硫酸によるコンクリート腐食によって進行する。マンホールの形状は、円形と矩形があり、それぞれ現場打と 2 次製品に大別される。また、老朽化が進んだ布設年度が古い円形の現場打マンホールは、無筋コンクリート構造が多い。

本研究は、A 政令都市下水道局の下水道施設標準図を参考に、現場打 2 号マンホール（内径：1200 mm、壁厚：200 mm、外径：1600 mm）を作成し、これを①基本供試体とした。供試体には、D10 を壁中心部にシングル配筋し、そこにひずみゲージを設置した。また、更生したマンホールは、腐食などにより老朽化して内面が 20 mm減厚したマンホールを模して、②この内面に浸透性プライマーを塗布後にポリマーセメントモルタル（以後、PCM と表す）を 20 mm吹き付けた供試体、③浸透性プライマーを塗布し、格子鋼板筋を壁面にアンカーで固定して、さらにエポキシ樹脂接着剤を塗布してから PCM を吹き付けて内

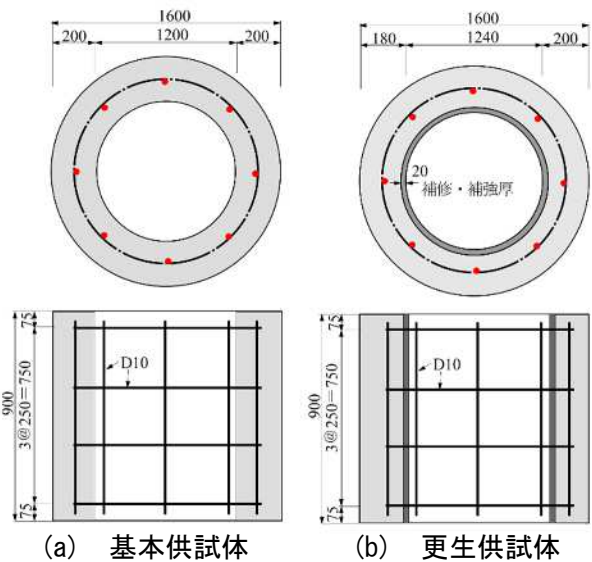


図-1 供試体構造図

表-1 格子鋼板筋の諸元

|       | 断面寸法<br>(mm) | 格子間隔<br>(mm) | 降伏強度<br>(N/mm <sup>2</sup> ) | 引張強さ<br>(N/mm <sup>2</sup> ) | 弾性係数<br>(kN/mm <sup>2</sup> ) |
|-------|--------------|--------------|------------------------------|------------------------------|-------------------------------|
| 格子鋼板筋 | 4.5×7.0      | 75           | 325                          | 559                          | 200                           |

キーワード マンホール更生工法、側方曲げ試験、耐荷力、グリッド筋、ポリマーセメントモルタル  
連絡先 〒178-0065 東京都練馬区西大泉 2 丁目-22-23 株式会社ホープ TEL 03-3921-3737

径を 1200 mmに増厚調整した供試体、の計 3 体を使用して側方曲げ試験を行い、その耐力力を比較した。供試体の構造を図-1、補強に使用した材料諸元を表-1～3 に、格子鋼板筋の概略構造を図-2 に示す。

4. 試験方法

供試体は、(公財) 日本下水道新技術機構「下水道用マンホール改築・修繕工法に関する技術資料 -2014 年 12 月-」の「工法の要求性能に関する試験方法」に基づき、JSWAS (日本下水道協会規格) A-11 に定義される図-3 に示す側方曲げ試験を行い、比較検証した。

5. 結果および考察

側方曲げ試験の結果と基本供試体との耐力力比を表-4 に、破壊状況図を図-4 に示す。

試験結果より、コンクリートが減厚した厚さを PCM で補修補強した 2 供試体とも基本供試体以上の耐力力を有することが確認できた。さらに、格子鋼板筋を巻き立てた③供試体は、①基本供試体の 1.7 倍、②供試体の 1.6 倍の耐力力となり、十分に補強でき、マンホールを更生していることが確認できた。

また、破壊状況を観察すると、3 供試体ともに上下左右の軸方向にクラックが発生しているが、これは破壊に至るまで荷重を載荷したためであるが、基本供試体の最大耐力力を③供試体に作用させた時点での③供試体は、クラックなどの異常は目視上確認できなかった。

本研究は、下水道用マンホールの更生工法を開発するための基礎研究として耐力性能について検討したものであるが、更生工法にはその他にも耐久、耐震、水理、環境適用、維持管理の各性能に対する要求がある。また、耐力性能には耐、耐硫酸といった下水道施設には重要な耐力性能とその規格基準が求められており、今後はこれらの要求性能についても検証していく必要がある。

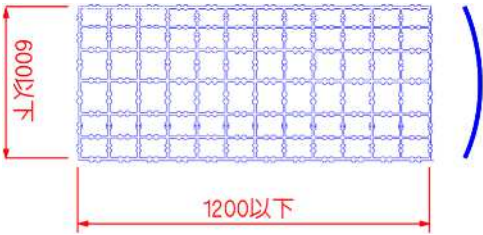


図-2 格子鋼板筋の概略構造図

表-2 浸透性プライマー、エポキシ樹脂接着剤の諸元

| 項目          |     | プライマー                          | 接着剤      | 備考         |
|-------------|-----|--------------------------------|----------|------------|
| 外観          | 主剤  | 無色液状                           | 白色ペースト状  | 異物混入なし     |
|             | 硬化剤 | 無色液状                           | 青色液状     |            |
| 混合比(主剤：硬化剤) |     | 10：3                           | 5：1      | 重量比        |
| 硬化物比重       |     | 1.20±0.2                       | 1.42±0.2 | JIS K 7112 |
| 圧縮強さ        |     | 50N/mm <sup>2</sup> 以上         |          | JIS K 7181 |
| 圧縮弾性係数      |     | 1000N/mm <sup>2</sup> 以上       |          | JIS K 7181 |
| 曲げ強さ        |     | 35N/mm <sup>2</sup> 以上         |          | JIS K 7171 |
| 引張せん断強さ     |     | 10N/mm <sup>2</sup> 以上         |          | JIS K 6850 |
| コンクリート付着強さ  |     | 1.0N/mm <sup>2</sup> 以上または母材破壊 |          | JIS A 6909 |

表-3 ポリマーセメントモルタル (PCM) の配合

|                    | 配合量      |            |       | 練り上がり量           |
|--------------------|----------|------------|-------|------------------|
|                    | プレミックス粉体 | ポリマーエマルジョン | 水     |                  |
| 1m <sup>3</sup> 配合 | 1939kg   | 106kg      | 166kg | 約1m <sup>3</sup> |

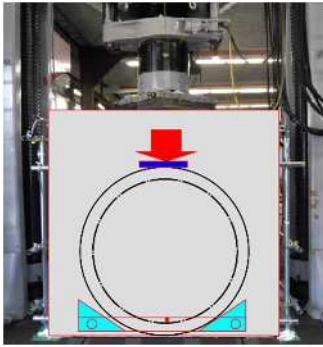


図-3 側方曲げ試験イメージ図

表-4 試験結果と耐力力比

|                  | 最大耐力力 (kN/m) | 耐力力比 (/①基本) |
|------------------|--------------|-------------|
| ①基本供試体           | 83.8         | 1.00        |
| ②基本供試体+PCM       | 88.8         | 1.06        |
| ③基本供試体+PCM+格子鋼板筋 | 144.3        | 1.72        |

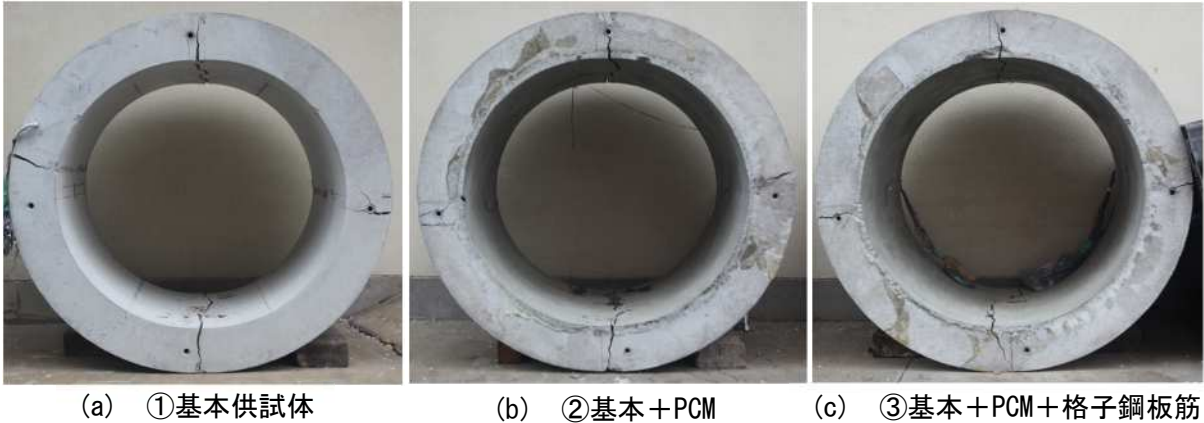


図-4 側方曲げ試験 破壊状況図