

老朽化した下水道管渠の損傷分析および解析的一検討

西日本工業大学 大学院環境システム専攻 学生員 ○横大路 将樹
西日本工業大学 工学部土木工学系 正会員 濱本 朋久

1. はじめに

日本の国土面積は約 37 万 km² であり、人口¹⁾は 2020 (令和 2) 年 7 月現在において約 1.2 億人である。多くの国民の社会生活には欠かせないインフラである下水道施設に関して、日本の下水道普及率について言及する。日本の下水道普及率は、2018 (平成 30) 年 3 月末時点において 78.8% である。これより、日本の下水道普及率は人口密集地域ほど下水道普及率が高く、人口密度が低い地域は下水道普及率が低くなる傾向である。しかし、合併槽などによる個別処理の方が望ましい地域も考えられる。一方で、日本における下水道施設の老朽化について言及する。施設の現状として、耐用年数を超過している既存施設の老朽化が進行しており持続可能な下水道機能を確保するため、計画的な維持管理・改築事業の実施が必要である。そこで本研究では、老朽化した下水道管渠に着目し、老朽化している下水道管渠の損傷分析を実施する。加えて、化学的に損傷している下水道のヒューム管を対象に、3 次元数値解析モデルを構築し、曲げ応力に関する検討を実施する。

2. プレキャストコンクリートの特徴

プレキャストコンクリートとは、日本工業規格 JIS A 0203 において、「工場又は工事現場内の製造設備によって、あらかじめ製造されたコンクリート部材又は製品」と記述されている。まず、プレキャストコンクリートの特徴について言及する。長所として計画的な生産が可能であり、納期を管理しやすい。品質面において、プレキャストコンクリート部材は屋内の工場で生産されているため、高品質で安定している。工場で生産することによって、コンクリートが均質で緻密化でき、クラックなどの初期欠陥を発見しやすい。工程面では、あらかじめ完成したコンクリート部材を工事現場へ運び、現場では組み立てる作業が優先されるため、工期を短くすることができる。短所としては、コンクリート部材を組み合わせて建設するため、接続部分の施工を怠ると漏水等の原因となる。また、規格の型枠で製造するため、規格外の部材に対応しにくいことなどがある。

3. 老朽化した下水道施設の損傷分析

写真-1 に示すように、日本における下水道施設の老朽化²⁾について言及する。施設の現状として、2018 年度度における全国の下水道管渠の総延長は約 48 万 km である。まず、下水道管渠が埋設されている道路の種類を、図-1 に示す。この図より、国道は 58 件で、都道府県道は 223 件で、市町村道は 4267 件で、その他は 162 件である。これより、市町村道に埋設されている管渠が最も多いことが確認できた。管の種類を、図-2 に示す。この図より、鉄筋コンクリート管は 58% で、陶管は 21% で、硬質塩ビ管は 21% である。これより、鉄筋コンクリート管が最も多いことが確認できた。下水道施設の老朽化状況を、図-3 に示す。これより、耐用年数 50 年と仮定すると管渠の



写真-1 下水道管渠の損傷状況

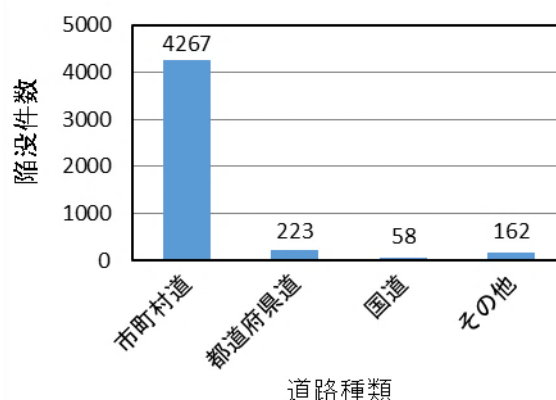


図-1 道路種類の分類

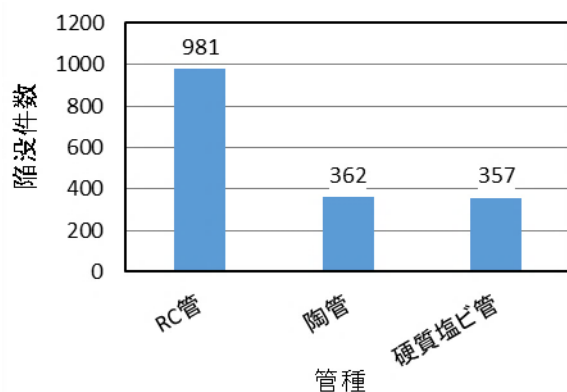


図-2 管種の分類

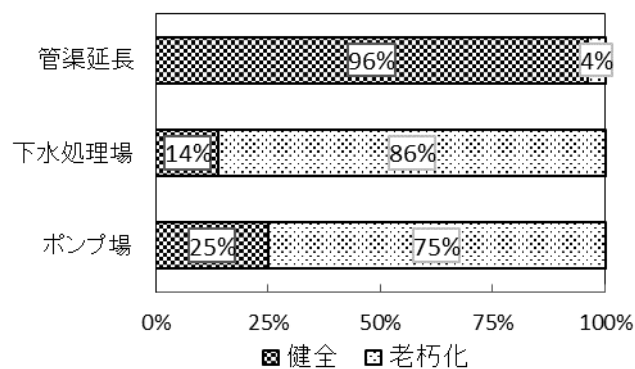


図-3 施設の老朽化状況

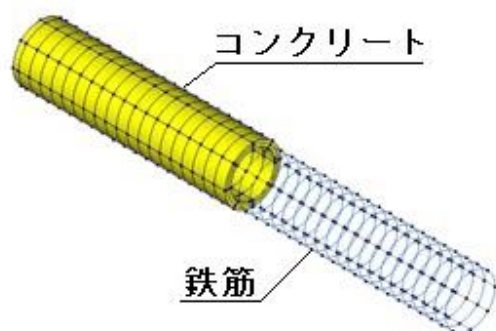


図-4 数値解析モデル

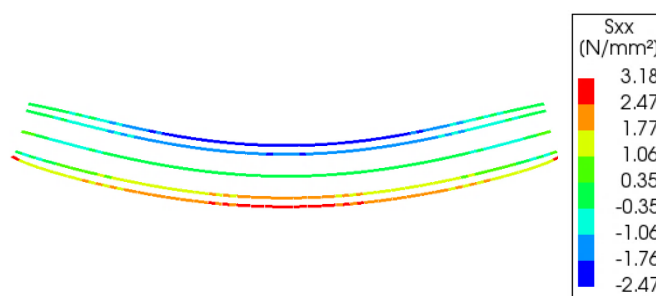


図-5 主鉄筋の曲げ応力

延長約 1.9 万 km であり，総延長の 4%と老朽化が進行している．加えて，下水処理場は，機械・電気設備の耐用年数 15 年を経過した施設が約 1,900 箇所（全体の 86%）と老朽化が進行している．さらに，雨水ポンプ場は，設備の耐用年数 20 年を経過した施設が約 1,200 箇所（全体の 75%）と老朽化が進行している．

4. 数値解析の結果および考察

下水道管渠に採用されているプレキャスト部材であるヒューム管を対象に，汎用有限要素ソフトウェアである DIANA10.4³⁾を用いて，曲げ応力に関する解析的基礎検討を実施した．また，図-4 に示すように，3次元有限要素のモデルは，コンクリートを 8 節点アイソパラメトリックソリッド要素（8 積分点）でモデル化し，鉄筋は梁要素（1 積分点）でモデルを構築した．ヒューム管の径は $\phi 200$ とし，一般的なカタログから主鉄筋は鉄線 $\phi 3.2\text{mm}$ とした．せん断補強筋は $\phi 2.6\text{mm}$ —間隔 50mm の螺旋状鉄線であるが，本数値解析モデルでは 50mm 間隔の円形フープ筋を配置した．数値解析条件として，施工方法は土被り 3.0m の開削工法とし，建設当時の輪荷重である T-20 も考慮した．また，ヒューム管の支点条件は，支持地盤が洗掘されて道路が陥没した最悪状態を想定して，単純梁として設定した．数値解析結果を，図-5 に示す．この図から，支間中央部の主鉄筋曲げ応力は 2.60N/mm^2 となった．

5. おわりに

本研究では，老朽化した下水道管渠に着目して損傷分析を実施し，数値解析を行った．今後は，本数値解析モデルを用いて，断面欠損を有するモデルを構築する予定である．

参考文献

- 1) 総務省統計局：人口推計，2020.
- 2) 国土交通省水管理・国土保全局下水道部：維持管理情報等を起点としたマネジメントサイクル確立に向けたガイドライン（管路施設編），2020.
- 3) TNO Building and Construction Research：User's Manual of DIANA Finite Element Analysis，2020.