

## Ⅲ-B164

## 遠心載荷模型実験を用いた下水道管渠敷設条件による変形特性検討

東京都下水道局 中坪 雄二 足立 健  
日本工営中央研究所 岸野 敬行 正会員○阪本隆広

## 1. はじめに

筆者らは、既設下水道幹線管渠が実際に保有している終局耐荷力を合理的に評価するための基礎資料を得るために、「管渠部材の損傷条件（頂版厚さと鉄筋効果）」と「管渠敷設条件（舗装効果と土被り効果）」の要因を考慮した実験調査<sup>\*1)</sup>を実施している。本報は、縮小模型でありながら実地盤と同様の応力状態を再現できる遠心載荷模型実験を利用して地表面載荷を実施し、舗装・土被り厚さによる荷重分散効果、側方土圧による地盤反力効果を考慮に入れた下水道管渠の変形特性評価を行ったのでこれを報告するものである。

## 2. 装置および実験方法

実験に用いた遠心載荷装置は幅 1m×奥行き 80cm のプラットフォームを持つ新型装置で、回転半径は 2.6m である。最大遠心加速度は 250g であり、計測は 4 極の光スリップリングを介して 30ch、その他に動力・制御用として 22 極が使用できる。

今回の実験は 2 次元平面ひずみ模型（縮尺 1/15）を用い、15g の遠心力場において管渠に載荷荷重を与えた。管渠はボックスカルバート（S 型；幅 2.0m、高さ 1.8m）を想定して図-1 に示すような敷設条件とし、模型管渠には曲げ剛性を一般コンクリートと相似（ $=1/15^4$ ）としたアルミニウム製部材を使用した。

また地盤材料は乾燥した豊浦標準砂であり、自由落下により  $Dr=87\%$  の密詰め地盤を作製した。管渠に上載する土被り厚さは実物換算すると 2.0m、基礎地盤厚さは 1.0m となる。また舗装構造として、実際のアスファルト混合物の骨材粒度を 1/15 に相似縮小し、所定量のアスファルトを添加して締め固めた縮小模型を使用した。

載荷荷重は幅 13.3mm の載荷板（輪荷重の載荷幅 20cm の 1/15）を油圧ジャッキ制御によって与えた。

また計測項目としては載荷盤上部のロードセルにより載荷荷重を、管渠内壁に貼付したひずみゲージで断面方向のひずみを、鉛直・水平変位計で管渠の変形量を測定した。

## 3. 実験ケース

今回行った実験は、敷設条件（舗装構造の有無、管渠上部の土被り厚さの有無）をパラメーターとして 4 ケース実施した。また、舗装：有り、土被り：有りのケースでは腐食・損傷により頂版厚が減少した管渠老朽状態を再現したケースも実施し、部材の健全度による比較も行った。

キーワード：遠心載荷模型実験、下水道管渠、舗装、荷重分散効果、終局耐荷力

連絡先：〒163-01 東京都新宿区西新宿 2-8-1 東京都下水道局 TEL 03-5321-1111 FAX03-5388-1707

：〒300-12 茨城県稲敷郡茎崎町高崎 2304 日本工営中央研究所 TEL 0298-71-2064 FAX 0298-71-2021

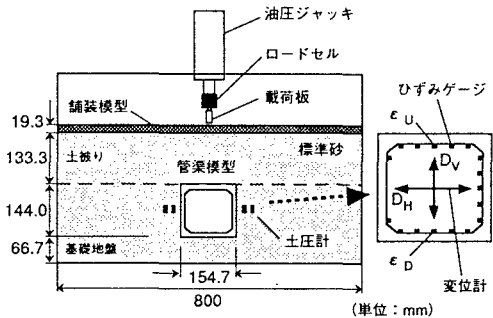


図-1 管渠模型の敷設状況概念図

表-1 模型作製条件

|    |        |                                                           |
|----|--------|-----------------------------------------------------------|
| 地盤 | 材料     | 豊浦標準砂                                                     |
|    | 締め固め密度 | 平均 $Dr=87.1\%$ ( $\rho_s=1.606\text{g/cm}^3$ )            |
|    | 基礎地盤厚さ | 実物1.0m相当                                                  |
| 舗装 | 土被り厚さ  | 実物2.0m相当                                                  |
|    | 締め固め密度 | 表層・基層：2.079g/cm <sup>3</sup><br>路盤：2.155g/cm <sup>3</sup> |
|    | 路盤     |                                                           |
| 管渠 | 部材     | アルミニウム                                                    |
|    | 部材厚    | 頂版・底版：8.4mm (18cm)                                        |
|    | (実物換算) | 老朽頂版：6.8mm (14.5cm)                                       |
|    |        | 側壁：7.6mm (16cm)                                           |

#### 4. 実験結果

今回の実験結果は実物に換算して図示を行い、載荷荷重は実物管渠の単位奥行きあたりに作用する線荷重で表示した。管渠部材の中で曲げモーメントが卓越する頂版・底版での測定値を代表値として、載荷荷重に対する頂版中央ひずみ ( $\epsilon_U$ )、底版中央ひずみ ( $\epsilon_D$ )、鉛直変形量 ( $D_V$ )、水平変形量 ( $D_H$ ) の関係を図-2に示す（ひずみは引張を正、変形量は圧縮を正で示す）。荷重載荷前の実地盤と等しい応力状態では、管渠は上載荷重、管渠自重および側方土圧による変形を生じており、底版中央のひずみは土被り：有りの方が大きくなる。また載荷荷重の増加に伴って生じる変形の増加は土被り：有りの方が傾きが小さくなる結果が得られた。

敷設条件の影響を明らかにするために、T-25 後輪荷重 (=10tf/m<sup>2</sup>) を 2 輪分載荷した場合に相当する 20tf/m 時の  $\epsilon_U$ 、 $\epsilon_D$ 、 $D_V$ 、 $D_H$  の値を抽出し、比較を行ったのが図-3である。これによると、管渠に生じる変形は土被り：有りの方が小さくなり、上載する地盤によって荷重分散効果が発揮されていることが分かる。またこの効果によって、頂版厚の薄い老朽管渠でも健全管渠に比して僅かな変形の増加 ( $\epsilon_U$  で 1.07 倍程度) しか示していない。頂版に上載荷重が直接載荷するケース（舗装・土被り：無し）のひずみ・変形量を 1.0 とすると、敷設管渠に 2.0m 相当の土被り厚さが存在する場合、老朽管渠でも  $\epsilon_U$  は 5 割程度、 $D_V$  は 8 割程度まで減少する事が分かる。

また舗装：有りは舗装：無しの場合に比して  $\epsilon_U$ 、 $D_V$  の値が大きくなる傾向が示されたが、図-2では荷重 40tf/m 時にこの差は見られなくなり、舗装敷設による効果は今回の実験では明瞭にはなかった。しかしながら、実験後の地盤変状を観察した結果では同じ土被り：有りのケースでも舗装：有りの方が舗装：無しに比して地盤変形が広範囲に広がっていたことから、舗装による荷重分散効果の発揮が期待できると思われる。

#### 5. まとめ

敷設管渠の終局強度や実質的な耐用年数を評価する上で、土被り厚さの有無が大きな要素となること为本検討によって明らかとなった。今回の実験では敷設条件による比較の一例を示したに過ぎないが、今後は土被り厚さ・敷設される舗装の厚さなどを数種変化させて比較実験を重ねることにより、これらをパラメーターとした終局耐荷力評価手法確立の一助となる事が期待される。

#### 【参考文献】

- 1) 中津井はか：老朽状態を考慮した下水道管渠 RC 部材の耐荷力評価，第 52 回年次学術講演会概要集，1996.9

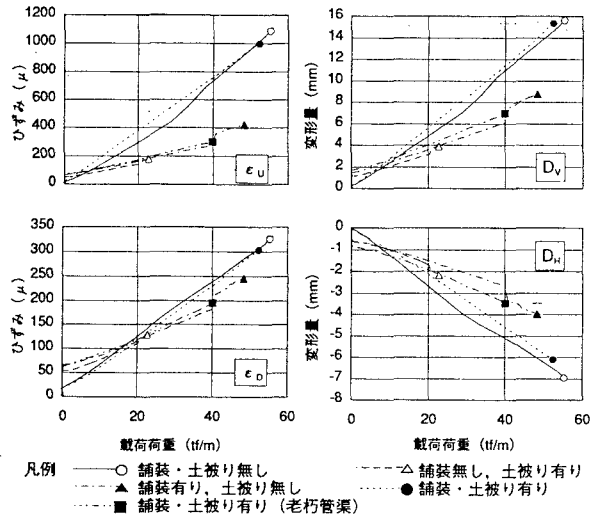


図-2 載荷荷重に対する各ケースの変形特性比較

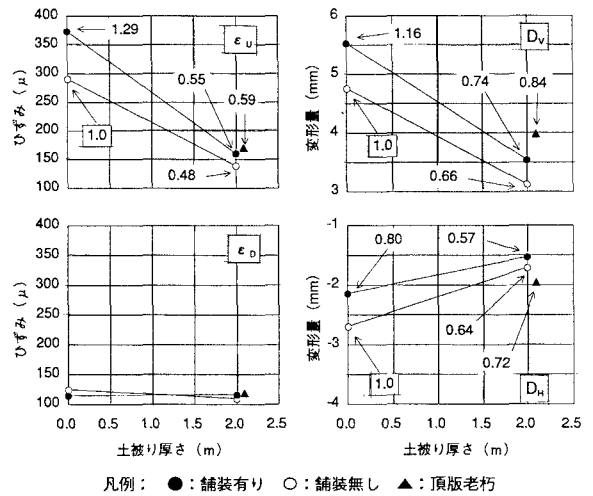


図-3 敷設条件による変形特性比較