

自動化した内面載荷装置で測定した PVC および RC 管の断面内剛性  
 Cross-sectional stiffness of PVC and RC pipes measured  
 by automated internal loading equipment

○兵頭正浩\* 大山幸輝\*\* 畑中哲夫\*\*\* 岸本圭司\*\*\* 緒方英彦\*  
 HYODO Masahiro\* OOHAMA Kouki\*\* HATANAKA Tetsuo\*\*\*  
 KISHIMOTO Keiji\*\*\* and OGATA Hidehiko\*

## 1. はじめに

内面載荷法は、埋設管の耐力評価手法として新たに提案されている<sup>1)</sup>。しかし、これまでの研究は、実験室内で手動により内面載荷装置（以下、手動装置）を操作したものであり、人の侵入が禁止されている口径 800mm 未満となる実現場で内面載荷法を実用するためには、次の段階として自動化した内面載荷装置（以下、自動装置）を検討する必要がある。そこで本研究では、実用化の初期段階として作製した自動装置を用いて管の耐力を評価し、手動装置との相違点を検討した。

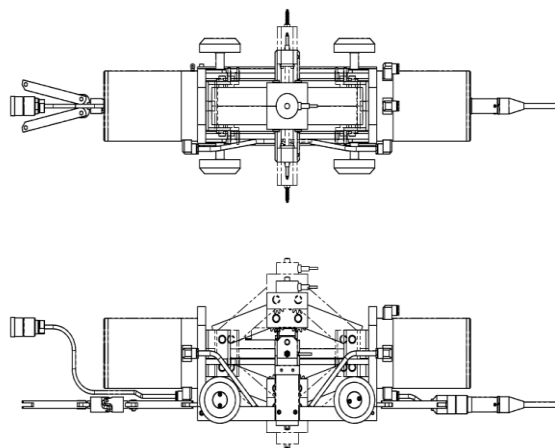


図1 自動化した内面載荷装置の概略図  
 Outline of automated internal load equipment

## 2. 実験概要

### 2.1 自動装置について

自動装置を図1に示す。基本骨格は、これまでに検討をしてきた手動装置<sup>1)</sup>と同様のパンタジャッキ構造である。載荷軸には最大 20kN まで測定が可能なロードセル (LCL-M-20kN, 0.15%R.O), 変位測定軸には 0.001mm まで測定が可能な高感度変位計 (CDP-10, 0.1%R.O.) を設置した。載荷は、装置左右にある円筒内に内蔵しているモータで制御した。装置を管内に設置する際は、自走式の TV カメラ部が内面載荷装置部をけん引することで走行する。載荷は、目標位置に到達すると収納していたパンタジャッキを伸長させ、回転防止のために 800N の初期荷重を付与する。初期荷重 800N を付与した後は、左右の変位計を伸長させて管測内面と接触する。この状態で、荷重および変形量をリセット (0N, 0 $\mu$ m) してから測定開始とする。

### 2.2 評価対象管について

評価対象とした管は、PVC 管の VU 管 (内径 395mm, 管長 4,000mm, 管厚 12mm), RC 管の外圧 1 種管 (内径 400mm, 管長 2,430mm, 管厚 35mm) である。また、評価した PVC 管、RC 管はともに未使用であり、それぞれ 1 本を評価した。載荷位置は、PVC 管では管端から 600mm, RC 管では受口から 1,200mm とした。なお、PVC 管においては、計測時に人が管内に入ることでたわみが生じる可能性があるため、管外から人力でボルトナットを回転した。

\*鳥取大学農学部, Faculty of Agriculture, Tottori University, \*\*鳥取大学大学院持続性社会創生科学研究科, Graduate School of Sustainability Science, Tottori University, \*\*\*株式会社栗本鐵工所, KURIMOTO,CO.LTD.

内面載荷法, 自動化, PVC 管, RC 管, 荷重一変形量, 左右変形量

### 3. 結果と考察

#### 3.1 PVC 管の荷重—変形量の関係

自動および手動装置で測定した荷重—変形量の関係を図 2 に示す。荷重—変形量の傾きを近似直線の決定係数で評価すると、自動では  $R^2=1.000$ 、手動では  $R^2=0.999$  となり、载荷に対しての変形量は非常に強い正の相関があることを確認した。それぞれの荷重—変形量の傾きは、自動では  $1.23 \text{ N}/\mu\text{m}$ 、手動では  $1.26 \text{ N}/\mu\text{m}$  となり、手動装置で得た結果と自動装置で得た結果は概ね同じ値となった。以上より、PVC 管の断面内剛性は、実用化に向けて作製した自動装置で適切に評価できることがわかった。

#### 3.2 RC 管の荷重—変形量の関係

自動および手動装置で測定した荷重—変形量の関係を図 3 に示す。それぞれの荷重—変形量の傾きは、自動では  $207.5 \text{ N}/\mu\text{m}$ 、手動では  $165.1 \text{ N}/\mu\text{m}$  となり 20% の誤差が生じた。荷重が  $0 \sim 1,000 \text{ N}$  までは、自動および手動ともに同様の傾きを示していたが、荷重が  $1,000 \text{ N}$  以上になると両者に明確な違いが生じた。この理由は、载荷点数の違いにあると考えられた。

自動装置の载荷点は、手動装置と同様に 2 点 ( $0^\circ$  ,  $180^\circ$  ) であるが、けん引式であることから 4 輪の車輪も管と接している。そのため、自動装置では、载荷軸上下 2 点と車輪 4 点 (前輪 2 点 + 後輪 2 点) の合計 6 点で荷重を分担していることが考えられる。そこで、圧力シート (プレスケール超高压用  $130 \text{ MPa} \sim 300 \text{ MPa}$ ) を管と治具および管と車輪の間に設置した状態で測定を実施した。なお、本実験で用いた圧力シートは、 $130 \text{ MPa}$  から  $300 \text{ MPa}$  の荷重が作用すると赤色に発色するものである。その結果、圧力シートは 4 輪すべての点で発色しており、载荷治具から作用する荷重は管だけではなく車輪にも分散していると考えられた。つまり、 $1,000 \text{ N}$  までの载荷時は車輪の影響が小さく、 $1,000 \text{ N}$  以上の载荷時は車輪の影響が大きくなり、実際の断面内剛性より大きな値を示すことがわかった。

#### 4. まとめ

本研究では、内面载荷法に用いる内面载荷装置を自動化した際のデータの特性について、とう性管である PVC 管と不とう性管である RC 管を対象に評価を実施した。その結果、とう性管である PVC 管では適切に断面内剛性を評価できたと考えられた。しかし、不とう性管である RC に関しては、車輪への応力分散によって実際の断面内剛性より大きな値を示すことが考えられた。

参考文献 ; 1) 兵頭正浩, 大山幸輝, 井川秀樹, 石井将幸, 下庄里奈, 緒方英彦 : 製造年度および製造業者が異なる RC 管における軸方向の断面剛性評価, 農業農村工学会論文集, 306, I\_19-I\_25 2018

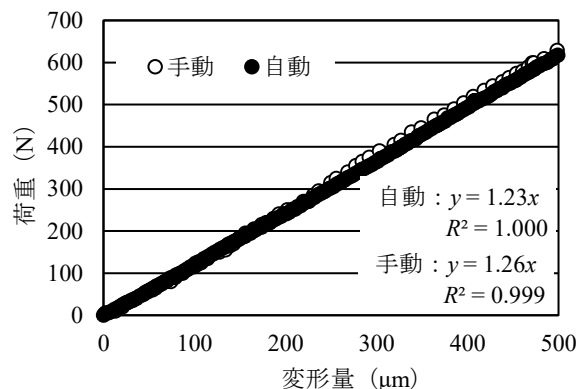


図 2 PVC 管の荷重—変形量の関係  
Load-displacement relationship of PVC pipe

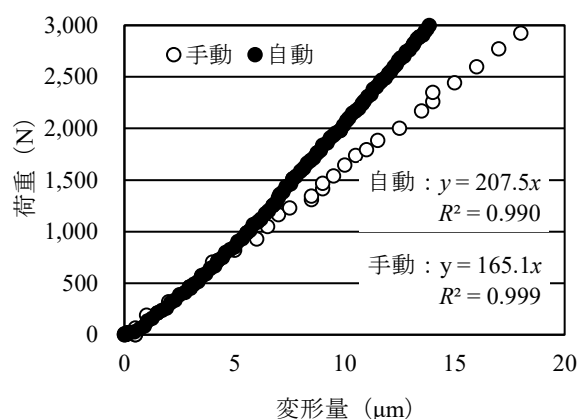


図 3 RC 管の荷重—変形量の関係  
Load-displacement relationship of RC pipe