

液状化時における更生管軸方向変形挙動に関する振動台実験 Shaking Table Test on Axial Deformation of Liners in Liquefied Ground

○小野耕平* 泉 明良* 高原 祥* 河端俊典* 毛利栄征** 有吉 充***

ONO Kohei, IZUMI Akira, TAKAHARA Sho, KAWABATA Toshinori,

MOHRI Yoshiyuki and ARIYOSHI Mitsuru

1. はじめに

近年、老朽埋設管路の改修工法として、管路更生工法の採用が進展している。既設管を地盤内に残存させたまま新たな管を内挿する本工法は、非開削で効率的な施工が可能である。更生管路には、二次損傷を防ぐため、管軸方向の曲げ変形に対して十分な耐震性能が求められる¹⁾が、現行設計基準²⁾には、更生管路を対象とした規定はなく、既設管と更生管の力学的な相互作用は未解明である。

本研究では、継手構造を有する既設管の影響を受ける更生管路の軸方向曲げ特性について検討を行う目的で振動台実験を実施した。

2. 振動台実験概要

振動台上に設置した実験土槽（5.6×3.6×1.3 m）内に、霞ヶ浦砂（ $\rho_s=2.72 \text{ g/cm}^3$ ）を使用して、土被り 140 mm（1D）、相対密度 50%の不飽和地盤を作製した。埋戻し後、土槽底面から注水し、均質に飽和させた。更生管模型として、長さ 3,000 mm の VU 管と PE 管を採用した。諸元を **Table 1** に示す。外面にひずみゲージを貼付し、管軸方向ひずみを計測した。既設管は、継手管路を想定し、コンクリート製管を製作した。管長が等しく、継手数の異なる計 3 種類の既設管模型を更生管周囲に固定することで、継手数による更生管への影響を照査した。

Fig. 1 に示すように、模型管一端を土槽壁に剛結し、もう一端にコンクリート製の錘（50 kg）を取り付けた。加振時に作用する慣性力を利用して、地震時の管路の曲げ変形を振動台上で再現した。入力波として 2 Hz、500 gal の正弦波を管軸直角水平方向に 20 秒間与えた。

Table 1 更生管諸元

Properties of pipes			
管種	外径 D (mm)	管厚 t (mm)	曲げ剛性 EI ($\text{kN}\cdot\text{m}^2$)
VU	140	4.1	15.35
PE	140	7.0	7.250



Fig. 1 模型管設置図
Model pipes during back-filling

Table 2 実験ケース

Experimental cases			
SERIES	CASE	管種	継手数
A	VU00	VU	--
	VU03		3
	VU07		7
	VU15		15
B	PE00, PE03 PE07, PE15	PE	SERIES A と同一

*神戸大学大学院農学研究科 Graduate School of Agricultural Science, Kobe University, **茨城大学大学院農学研究科 Graduate School of Agriculture, Ibaraki University, ***農村工学研究所 National Institute for Rural Engineering

キーワード：構造物の動力学的性質，構造力学，地盤の変形

3. 実験結果・考察

3.1 更生管路の変形挙動

Fig. 2 に、加振開始後 12.625, 12.750 s における VU00, VU07 の加速度分布図を示す。Fig. 2 より、振動台最大変位時 (12.625 s) において、管路先端部に変形遅れが生じていることが分かる。すなわち、Fig. 3 (a) に示すように、先端部が振動台変位方向と逆位置に残留している。一方、振動台変位が 0 のとき (12.750 s)、Fig. 3 (b) に示すような管路中央部が張り出した変形形状を示している。このとき、中央部の変位量は VU00 より VU07 の方が大きく、既設管の自重による影響を受けたものと考えられる。

同様に、曲げひずみ分布図を Fig. 4 に示す。中央部変位時において、管路中央部で曲げひずみが卓越しており、その程度は、継手を有する VU07 で、VU00 と比較して 2 倍強増幅されている。さらに、このときの曲げひずみは、最大変位時における発生ひずみと比較して、2 倍程度である。すなわち、内側の更生管に作用する曲げは、先端部変位時より、中央部変位時に卓越することが分かる。

3.2 既設管継手部による影響

より詳細な評価のため、 $t=5-15$ s 間に計測されたひずみの絶対値の和を分布図として Fig. 5 に示す。グラフから、ひずみは管路中央部で卓越し、その値は既設管の継手数によって大きく異なることが分かる。VU03 と VU07 は同様の分布形状を示し、VU00 の 2 倍強の値である。曲げ変形が既設管路の継手部に限定されることで、更生管の曲げひずみが卓越したものと考えられる。また、VU15 との比較から、継手数が少ないほど、集中の程度は大きくなること分かる。

4. おわりに

本研究では、更生管路の地震時変形挙動として、先端部変位時よりも中央部変位時の方が更生管破損の危険性が高まることを示した。さらに、更生管の応力状態は、既設管の継手数に依存することが明らかとなり、更生管単体で更生管路の許容曲げ強度を規定することは不十分であることを指摘した。

参考文献

- 1) 日本管路更生工法品質確保協会 (2009) : 材料単体の軸方向性能試験および継手部の曲げ試験, No.9, 24-29.
- 2) 農林水産省 (2009) : 土地改良事業計画設計基準「パイプライン」基準書・技術書.

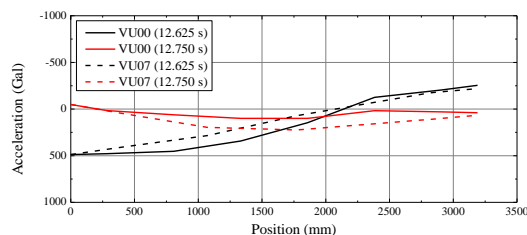
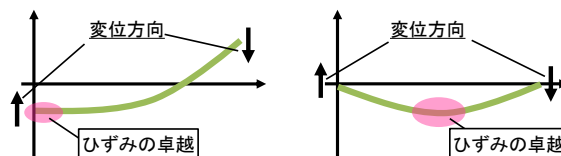


Fig. 2 加速度分布図 (VU00, VU07)
Distributions of acceleration of pipes



(a) 先端部変位時 (b) 中央部変位時
Fig. 3 変形モード

Schematic diagrams of deformation mode

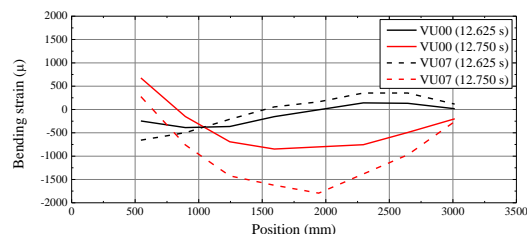


Fig. 4 曲げひずみ分布図 (VU00, VU07)
Distributions of bending strain of pipes

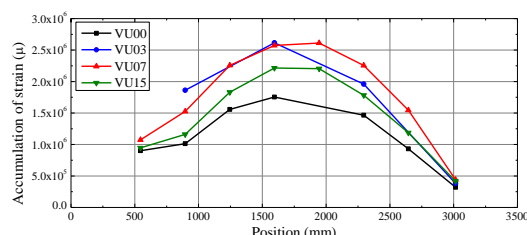


Fig. 5 累積曲げひずみ分布図
Distributions of accumulation of strain