偏心荷重を受ける更生管の力学挙動に関する模型実験 Model Tests on Mechanical Behavior of Rehabilitated Pipe Subjected to Eccentric Loading

小野耕平\* 高原 祥\* 〇竹川尚希\*\* 澤田 豊\* 河端俊典\* ONO Kohei, TAKAHARA Sho, TAKEGAWA Naoki, SAWADA Yutaka and KAWABATA Toshinori

### 1. はじめに

近年,耐用年数を超過する農業水利施設の増加に伴い,施設の長寿命化対策が求められ ている.管路更生工法は,地盤内に老朽化した管路を残存させたまま,内部に新たな管を 構築する非開削の改修工法として注目を集めている.しかしながら,既設管が更生管の力 学的挙動に与える影響は複雑であり,現行の農業用管路設計基準<sup>1)</sup>には同工法に関して規 定がなされていない.本研究では,管路更生工法により改修された管路を対象に埋設模型 実験を実施し,偏心荷重下における更生管変形挙動を検討した.

### 2. 実験概要

幅 600 mm, 奥行き 400 mm, 高さ 380 mm の土槽 内に, 6-7 号混合珪砂(Table 1)を用いて,土 被り 130 mm, 相対密度 20% ( $\rho_d$ =1.29 g/cm<sup>3</sup>) の緩詰め地盤を作製した.模型管を埋設後, 幅 200 mm のエアバッグにより,地盤表面を 載荷した.

更生管模型として,硬質塩化ビニル管(VU管) を使用した.更生管諸元を Table 2 に示す. 更生管内面に,ひずみゲージを等間隔で 32 枚貼付し,鉛直,水平,45°,135°方向の計4 方向にたわみ計を設置した.既設管の様々な 損傷状態を再現するため4,8,16分割のアル ミ片を使用した.模擬した既設管の損傷状態 を Fig.1に示す. 亀裂幅(隣接するアルミ片 の隙間)は 1mm とした.なお,既設管と更 生管の隙間には充填剤のようなものはなく, 滑動する状態とした.

実験条件として,既設管の損傷状態,載荷 位置を変化させた.載荷位置は,エアバッグ の中心が管直上にある場合を偏心距離 0 mm とし,0mm,50mm,100mm,150mmの4カ 所とした.載荷位置の模式図を**Fig.2**に示す.

# **Table 1** 6-7 号混合珪砂の物理特性

Properties of silica sand		
土粒子密度 (g/cm <sup>3</sup> )	2.63	
最大乾燥密度 (g/cm <sup>3</sup> )	1.58	
最小乾燥密度 (g/cm³)	1.23	
均等係数	1.94	

## Table 2 更生管諸元

Properties of inner pipe			
管種	外径 D (mm)	管厚 <i>t</i> (mm)	環剛性 EI/D <sup>3</sup> (kN/m <sup>2</sup> )
VU 管	140.0	4.1	8.8



**Fig. 1** 模擬した既設管の損傷状態 Damage of outer aging pipe



(a) 偏心距離 0 mm (b) 偏心距離 150 mm
Fig. 2 載荷位置
Loading positions

\*神戸大学農学研究科 Graduate School of Agricultural Science, Kobe University \*\*神戸大学農学部 Faculty of Agriculture, Kobe University キーワード:管路更生工法,偏心載荷,模型実験

### 3. 実験結果

**Fig. 3**に 150kPa 載荷時における単独管,8分割の偏心0mm,150mm と内面周方向ひずみ分布の関係を示す.8分割では,いずれの載荷位<sub>270</sub>置においても,0°もしくは45°の既設管亀裂部で最大引張ひずみが生じている.このようなひずみの集中は,既設管分割片端部が更生管に局所的に接触することで,発生したと考えられる.<sup>2)</sup>

Fig. 4 に各載荷位置における最大引張ひずみ を示す. 偏心距離の増加に伴い,最大引張ひず みは減少する傾向にある.しかしながら,4分 割斜めにおいては,既設管の亀裂位置による影 響を受け,偏心載荷の方が直上載荷時より1.3 倍程大きなひずみが発生している.また偏心距 離が小さい場合において,4分割縦横と8分割 は更生管単体と比較して1.2~1.3 倍程度大きな ひずみが発生している.

最大引張ひずみの発生箇所は載荷位置により 変化し, Fig. 5 に示すように,載荷重の作用方 向と分割片重心の位置関係によって決まると考 えられる. Fig. 6 に管中心点に対する主応力の 方向と最大引張ひずみ発生箇所の関係を示す. 主応力の作用方向の計算には Boussinesq 式を用 いた.単独管における 2 つの値は概ね一致して おり,16 分割を除く各損傷状態において,分割 片中心にあたる角度付近で最大引張ひずみの発 生箇所が移動していることがわかる.

### 4. まとめ

斜め方向に損傷を受けた既設管では,直上載 荷時よりも偏心載荷時において,3割程大きな ひずみが発生する危険性があることが明らかと なった. Boussinesq 式から求められる主応力の 方向と既設管の損傷状態から,応力集中の発生 箇所を予測できることが示された.

















#### 参考文献

- 1) 農林水産省編(2010):土地改良事業計画基準「パイプライン」基準書・技術書
- 澤田ら (2014): 既設老朽管の損傷レベルが更生管力学挙動に与える影響, 農業農村工学会論文集, Vol.291, pp.25-32.