

損傷レベルの異なる既設管が更生管変形特性に与える影響に関する遠心力模型実験 Centrifuge Model Tests for Influences of Different Damage Level of Outer Aging Pipes on Deformation of Inner Rehabilitated Pipes

澤田 豊* 井上一哉* 園田悠介* 小野耕平* 三木太貴*

○高原 祥** 泉 明良* 毛利栄征*** Ling H. I.**** 河端俊典*

SAWADA Yutaka, INOUE Kazuya, SONODA Yusuke, ONO Kohei, MIKI Taiki,

TAKAHARA Sho, IZUMI Akira, MOHRI Yoshiyuki, Ling H. I. and KAWABATA Toshinori

1. はじめに

老朽化管路の改修工法として、更生工法の採用が進んでいる。この工法は、非開削での施工が可能であるが、更生管外周に既設管が残存する。現行の設計基準¹⁾には更生工法に関する規定がなく、同工法の設計確立には、既設管が更生管に与える影響を把握することが必要不可欠である。本研究では、更生管外周に損傷した既設管が存在する状況を再現した遠心力模型実験を実施した。

2. 遠心力模型実験概要

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 1** に示す。更生管内部には、ひずみゲージを等間隔で 32 枚貼付し、鉛直・水平方向にたわみ計を設置した。既設管模型として、アルミ片を使用した。アルミ片は既設管の損傷レベルに応じて、2 分割片、4 分割片、8 分割片、16 分割片を用いた。

更生管の周囲に既設管を模擬したアルミ片を配置することで、既設管の影響を受ける更生管を再現した。再現した既設管の損傷レベルを **Fig.1** に示す。土槽に模型管を埋設し、遠心加速度を上昇させた後、200kPa まで載荷した。遠心加速度は、 $\phi 140\text{mm}$ の模型管を $\phi 3000\text{mm}$ 相当の応力状態にするため、21.4G とした。模型地盤はネバダ砂によって、土被り 140mm、相対密度 20% ($\rho_a=1.46\text{g/cm}^3$) の緩詰めで作製した。ネバダ砂の物理特性を **Table 2** に示す。また、**Table 3** に示すように、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。偏心載荷は、管直上部から 140mm 偏心させた位置を載荷している。

Table 1 更生管 (硬質塩化ビニル管) 諸元
Dimension of inner pipe

	外径 D (mm)	管厚 t (mm)	環剛性 EI/D^3 (kN/m^2)
VU 管	140.0	4.1	8.8

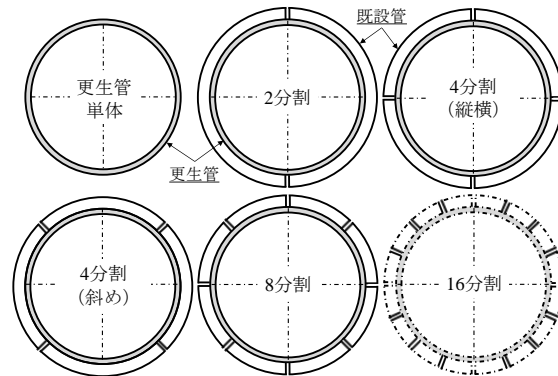


Fig.1 既設管の損傷レベル
Damage of outer aging pipe

Table 2 ネバダ砂物理特性
Properties of Nevada sand

土粒子密度	ρ_s	(g/cm^3)	2.65
最小乾燥密度	ρ_{dmin}	(g/cm^3)	1.40
最大乾燥密度	ρ_{dmax}	(g/cm^3)	1.74
平均粒径	D_{50}	(mm)	0.149
均等係数	U_c		1.57

Table 3 実験ケース
Experimental cases

シリーズ- ケース	載荷位置	既設管 損傷レベル
U-s	直上	更生管単体
U-2		2 分割
U-4c		4 分割 (縦横)
U-4i		4 分割 (斜め)
U-8		8 分割
U-16		16 分割
E-s	偏心	更生管単体
E-2		2 分割
E-4c		4 分割 (縦横)
E-4i		4 分割 (斜め)
E-8		8 分割
E-16		16 分割

*神戸大学大学院農学研究科 Graduate School of Agricultural Science, Kobe University, **神戸大学農学部 Faculty of Agriculture, Kobe University, ***農村工学研究所 National Institute for Rural Engineering, ****コロンビア大学 Columbia University キーワード：埋設管，管路更生工法，遠心力模型実験

3. 実験結果および考察

3.1 既設管損傷レベルによる影響

シリーズUにおける载荷圧と水平たわみ率の関係を Fig.2 に示す。水平たわみは、全ての損傷レベルで、更生管単体時と比較して小さいことがわかる。その差は既設管損傷レベルにより異なり、最も損傷レベルが小さい2分割では80%以上減少している。また、4分割縦横、8分割においても、たわみは20%程度減少していることがわかる。一方、最も損傷が進展した16分割においては、更生管単体時と概ね等しいことがわかる。

シリーズUにおける更生管単体時と比較した内面周方向ひずみ分布を Fig.3 に示す（8分割と16分割）。8分割で管頂・管底部にひずみが集中していることがわかる。これは、既設管分割片の端部が、更生管に点で接触することにより生じると考えられる。また、既設管の損傷が終局段階に達した16分割では、ひずみ分布もたわみの結果と同様に、更生管単体時と概ね等しいことがわかる。

以上の結果から、既設管の存在により、更生管のたわみは抑制されるものの、既設管損傷レベルの進展に伴い、その抑制効果は減少することが明らかとなった。一方、既設管の損傷レベルによっては、管頂・管底部においてひずみが集中することが明らかとなった。

3.2 载荷位置による影響

Fig.4 に偏心位置から载荷したシリーズEにおける、载荷圧と鉛直たわみ率の関係を示す。更生管単体では、载荷圧がある値に達すると、変形が緩和することがわかる。水平方向からの拘束が発揮され、たわみを抑制したと考えられる。この傾向は損傷が終局状態にある16分割でも確認できる。一方、4分割縦横でたわみ量は最大となっていることがわかる。これは、既設管の剛性がある程度保持されていることにより、管頂部に点接触による荷重がかかることに加えて、管側部で既設管と更生管の間に隙間ができ、水平方向の拘束力が伝達しにくい状態となったためと考えられる。

4. おわりに

本研究では、更生管の遠心力模型実験を実施し、損傷が終局状態にある既設管には、更生管の変形を抑制する効果は認められないことを示した。また、既設管の損傷レベルによっては、既設管と更生管が点で接触することにより、管頂・管底部で局所的にひずみが卓越することが明らかとなった。

参考文献

- 1) 農林水産省編：土地改良事業計画設計基準「パイプライン」基準書・技術書，2010。

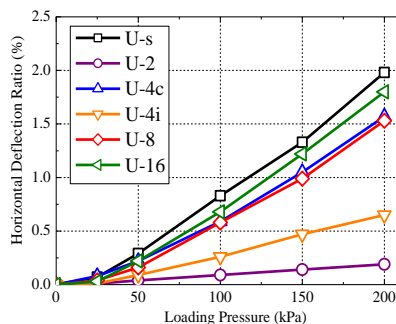
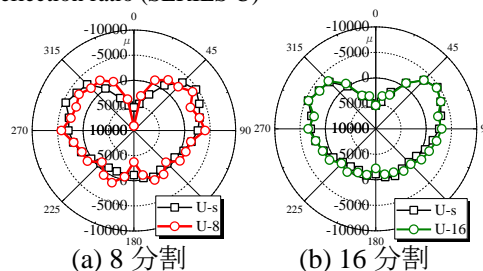


Fig.2 载荷圧と水平たわみ率の関係 (シリーズU)
Relationships between loading pressure and horizontal deflection ratio (SERIES U)



(a) 8分割 (b) 16分割
Fig.3 内面周方向ひずみ (シリーズU)
Distributions of inner circumferential strain (SERIES U)

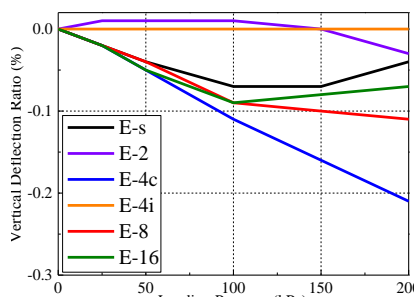


Fig.4 载荷圧と鉛直たわみ率の関係 (シリーズE)
Relationships between loading pressure and vertical deflection ratio (SERIES E)