

たわみ性埋設管の管底側部の締固め不足に対する対策工に関する実験的検討
 Experiments on Countermeasures against Insufficient Compaction at Bottom-Side of Buried Pipe

河村未奈* 青木達也** ○伊川千颯** 園田悠介*
 日野林譲二*** 澤田 豊* 河端俊典*

Mina Kawamura, Tatsuya Aoki, Chihaya Ikawa, Yusuke Sonoda,
 Joji Hinobayashi, Yutaka Sawada and Toshinori Kawabata

1. はじめに パイプラインの管底側部は施工が難しく、不均一な締固めにより応力集中が発生し、管の異常変形や座屈の危険性が報告されている¹⁾。締固め不足に対する有効な対策として用いられる流動化処理土は大規模な施設を要し、小・中口径管路の施工への実用が難しい。本研究では、管底側部の応力集中の緩和を目的とした基礎部材を提案し、部材の形状と弾性係数の条件を変えて、模型実験を実施した。

2. 実験概要 模型地盤(Fig. 1)の寸法は、幅 600×奥行 400×高さ 350 mm で、6-7 混合珪砂を用いて $D_r = 30\%$ ($\rho_d = 1.373 \text{ g/cm}^3$) の緩詰地盤を作製した。模型管(硬質塩化ビニル管)は、外径 165 mm, 管厚 2.5 mm, 弾性係数 $3.0 \times 10^6 \text{ kN/m}^2$ とし、埋設後、地表面に 50 kPa 載荷した。計測項目は、鉛直・水平・ $45-225^\circ \cdot 135-315^\circ$ の 4 方向のたわみ量と、 15° 間隔(24 ヶ所)の管内面円周方向ひずみである。部材材料は発泡スチロール(以降, EPS)で、2 種類の弾性係数(発泡倍率 30 倍, 50 倍)で作製した。弾性係数 E はそれぞれ $E_{30} = 1.26 \times 10^4 \text{ kN/m}^2$, $E_{50} = 9.13 \times 10^3 \text{ kN/m}^2$ であった。Fig. 2 に実験ケースを示す。模型管のみを埋設した Case 0 (Fig. 2 (a)), 側部に空隙を生じさせた Case 1 (Fig. 2(b)), 弾性係数と形状の異なる EPS を設置した計 12 ケースを実施した。EPS の形状は、面支持部材 (Fig. 2(c)) と、支持角を $90^\circ, 60^\circ, 45^\circ, 30^\circ$ とした点支持部材 4 つ (Fig. 2(d)~(g)) を作製した。また、ケース名は、例えば Case30-S は発泡倍率 30 倍で部材 S の EPS を用いたことを意味する。

3. 実験結果 本実験では、管内面円周方向にひずみを計測しているため、ひずみ分布の形状は概ね管の変形形状を表している。

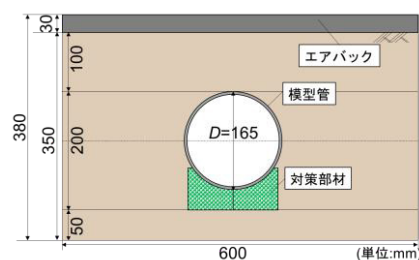


Fig. 1 実験土槽概要
 Experimental container

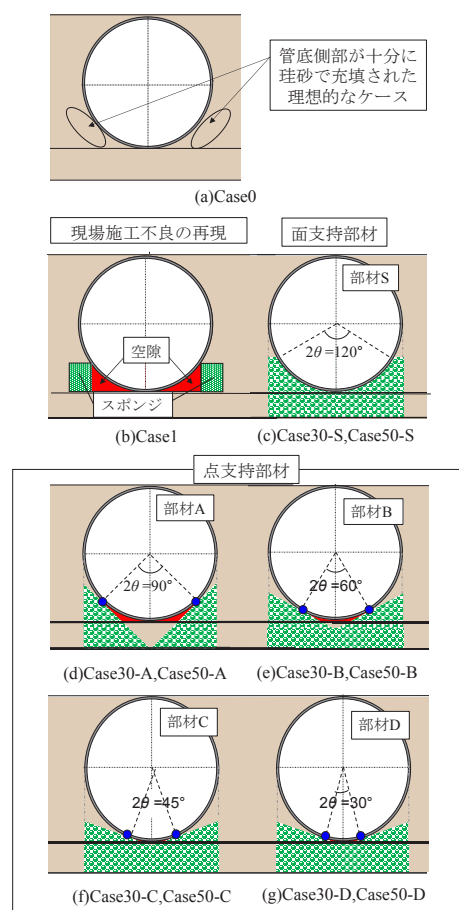


Fig. 2 実験ケース
 Experimental cases

*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 ***タキロンシーアイシビル株式会社 C.I. TAKIRONCIVIL Corporation
 キーワード: 管底側部, たわみ性管, 模型実験, 応力集中

(1) 管底側部の空隙が管の挙動に与える影響

Case 0, Case 1 の鉛直たわみ量 (Table 1) と Case 0, Case 1 の 50kPa 載荷時の管内円周方向ひずみ分布 (Fig. 3(a)) を見ると, Case 0 と比べて Case 1 は鉛直たわみ量が大きく, また管底で非常に大きな引張ひずみが生じている. このことから, 管底側部の空隙すなわち締固め不足がたわみ性管に大きな変形と局所的なひずみを引き起こすことが確認された.

(2) 部材の弾性係数が管の挙動に与える影響

Fig. 3(b)に, Case 0, Case 30-S, Case 50-S の 50 kPa 載荷時の管内面円周方向ひずみ分布を示す. EPS の弾性係数による違いはほとんどない. これは, 模型管の弾性係数と比べてEPSの弾性係数の差が非常に小さいためと考えられる. また, 点支持部材に関しても同様の傾向であったため, 形状に関する考察は発泡倍率 30 倍についてのみ行う.

(3) 面支持部材の効果

Fig. 3(b)から, Case 30-S の分布形状は Case 0 と類似しており, 面支持部材が対策部材として有効であるといえる.

(4) 点支持部材の効果

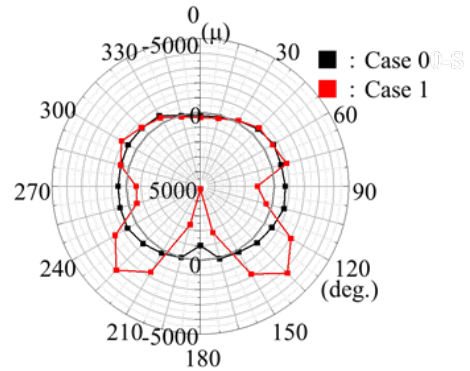
Fig. 3(c)に, Case 30-S, A~D の 50 kPa 載荷時の管内面円周方向のひずみ分布を示す. Case 30-A は管と部材の接点でやや大きな引張ひずみが生じている. これは, Fig. 2 に赤色で示した空隙が他の部材よりも大きいためと考えられる. Case 30-B~D では, 接点周辺で引張ひずみが生じているものの, その値は小さい. そのため, 形状が直線で製作が容易であり, かつ対策工としての効果も認められることから, 面支持部材 S の代替となる可能性がある.

4. まとめ 本研究では, 管底側部の締固め不足対策として基礎部材を提案し, その効果を実験で検証した. 実験結果から, 管底側部が締固め不足の場合, 管が大きく変形することを確認した. 一方で, 管を面で支持する基礎部材を用いた場合, 局所的なひずみは抑えられ, 点で支持する部材でも一定の効果が認められた.

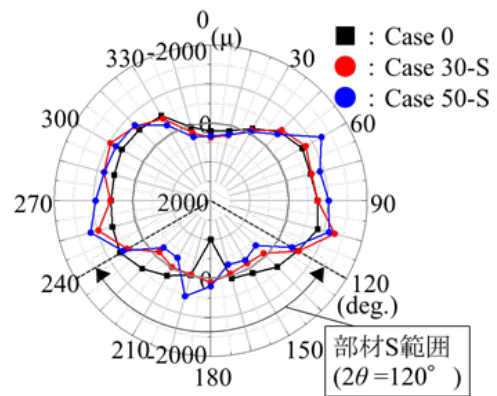
参考文献 1) Kawabata, T *et al.*:Field Measurement and Numerical Analysis for Buried Large Diameter Steel Pipes, Proceedings of Pipeline 2008, ASCE, Atlanta, USA, CD-ROM, 2008.

Table 1 鉛直たわみ量
Vertical deflections

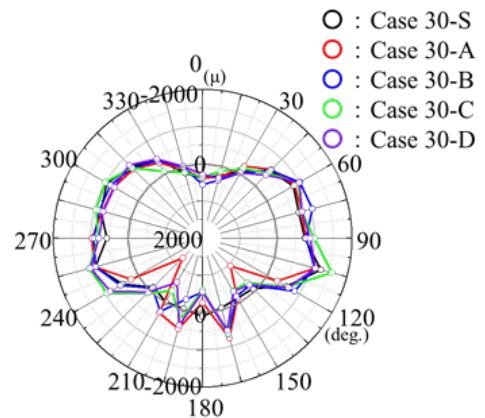
ケース名	鉛直たわみ量 (mm)
Case 0 (理想的な埋戻し)	-2.00
Case 1 (管底側部に空隙)	-4.11



(a) 管底側部の空隙が与える影響



(b) 面支持部材の効果



(c) 面支持部材と点支持部材の比較

Fig. 3 管内面円周方向ひずみ分布
Distribution of circumferential strain