たわみ性パイプの管厚が埋設挙動に与える影響
Effect of pipe thickness on the behavior of flexible pipe

河端俊典[*]・灘本優太[*]・正田大輔[*]・泉明良[*]・○嶋本智文[**]
毛利栄征[***]・有吉充[***]・日野林譲二[****]
Toshinori KAWABATA, Yuta NADAMOTO, Daisuke SHODA, Akira IZUMI, Chifumi SHIMAMOTO,
Yoshiyuki MOHRI, Mitsuru ARIYOSHI and Joji HINOBAYASHI

１．はじめに

近年，農業用水路の改修に際して，水管理の容易さや環境問題，コスト縮減などを背景に，パイプラインの大口径化・薄肉化が進展してきている．しかしながら，過度な薄肉化は管体の座屈などを引き起こすことが懸念され，設計時に想定されている埋設挙動を逸脱する可能性がある．そこで本研究では，環剛性が等しく管厚の異なる 2 種類のたわみ性パイプを用い，密詰め及びゆる詰め地盤において模型埋設実験を行い，管厚や地盤剛性がパイプの埋設挙動に与える影響を検討した．

Table 1　供試パイプ諸元
Properties of pipes

素材	管厚 (mm)	管厚中心半径(mm)	管厚/管径比	弾性係数 E(GN/m^2)	環剛性 EI/D^3(kN/m^2)
STEEL	2.49	201.00	0.6%	222.73	2.21
PE	14.26	211.39	3.4%	1.22	1.96

２．実験方法

本実験には幅 1830×高さ 1230×奥行 1000mmの鋼板製土槽を使用した．また**Table 1** に示すように，供試パイプには環剛性EI/D^3が同程度で管厚の異なる 2 種類を使用した．各供試パイプには内外両面に管周方向 3° 間隔でそれぞれ 120 枚ずつ計 240 枚のひずみゲージを貼付し，パイプの詳細な変形挙動を計測した．また，管内部で変位計を回転させることによってパイプの変形状態を実測した．模型地盤には 6-7 混合珪砂を用い，密詰め地盤についてはD_r=95%，ゆる詰め地盤についてはD_r=25%となるように作製した．また，土被り 400mmの状態まで埋戻した後，エアバッグにより地盤表面に増分 10kPaで 120kPa まで段階的に載荷を行った．

３．実験結果と考察

3.1 鉛直たわみ量

Fig.1 に各段階における供試パイプの鉛直たわみ量を示す．ここでは，パイプ直径の減少を正とする．この図から，鉛直たわみ量に対して管厚の違いが与える影響はほとんど無いことがわかる．

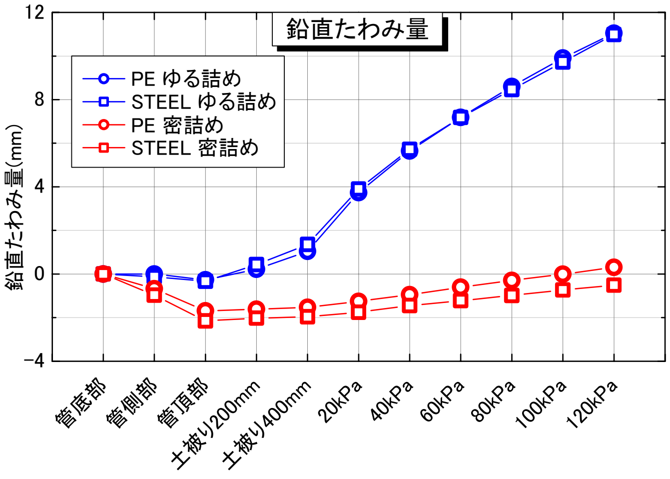


Fig.1　鉛直たわみ量
Vertical deflection of pipe

[*]神戸大学農学研究科　Graduate School of Agricultural Engineering, 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　[****]高耐圧ポリエチレン管協会　High Stiffness Polyethylene Pipes Association

3.2 曲げひずみ分布

Fig.2 に各供試パイプの密詰め地盤と緩詰め地盤における外面曲げひずみ分布を示す.

地盤剛性差による埋設挙動の相違はあるものの，管厚の違いによる変形挙動に大差はないことがわかる.

3.3 軸応力分布

Fig.3 に，各条件下におけるパイプに発生する軸応力分布を示す．**Fig.3** より，埋設地盤条件にかかわらず，パイプの弾性係数が高く薄肉であるパイプの方が，大きな軸応力が発生することがわかる．また，この挙動は緩詰地盤の方がより顕著であることが理解できる．これは，地盤の不均一性に起因するものと考えられる.

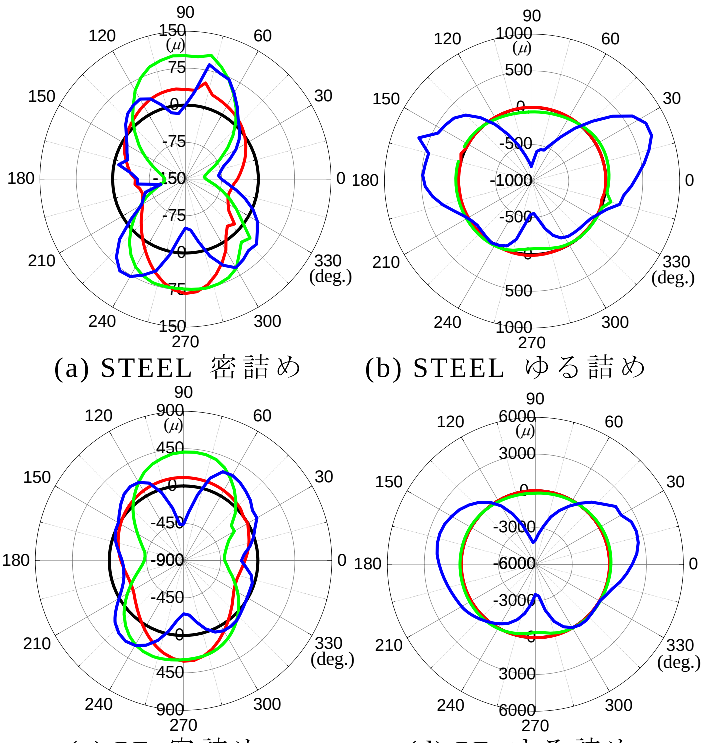
一方，弾性係数は低いが，管厚が厚いパイプでは，軸応力が低くかつ比較的均一に分散することがわかる.

4．まとめ

本実験により得られた新たな知見は以下のとおりである.

①パイプの変形に対して管厚の違いが与える影響は少ない．②管厚が薄く，弾性係数の高いパイプにおいて，より大きく不均一な軸応力が生じ，座屈が発生する可能性が高い．③パイプの剛性が高いほど，地盤内応力集中が生じて，より大きな軸応力が発生する.

参考文献；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，1998.

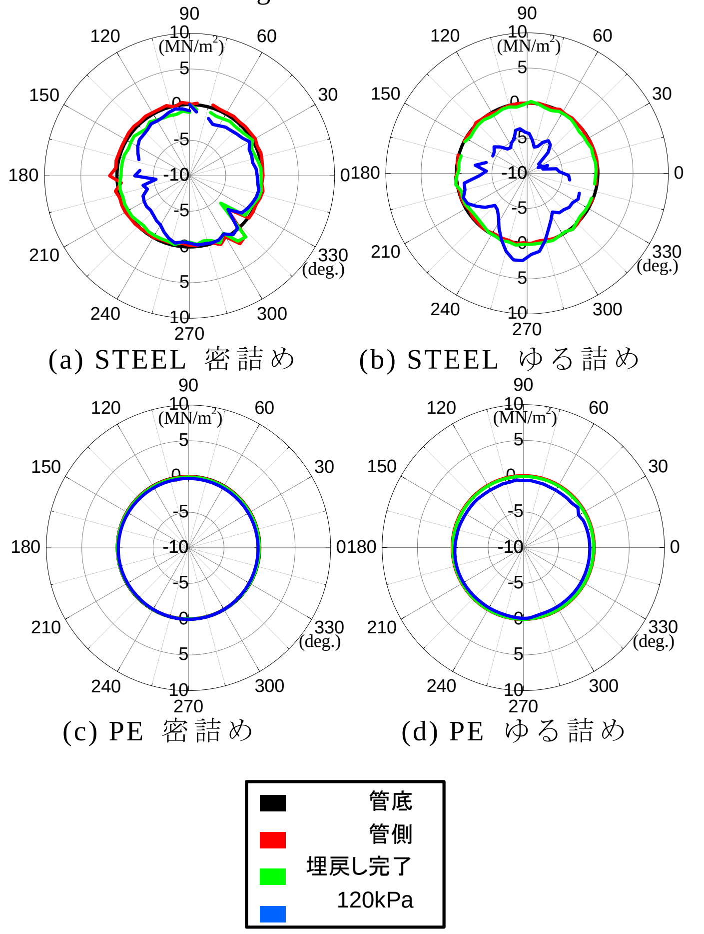


(a) STEEL 密詰め (b) STEEL ゆる詰め

(c) PE 密詰め (d) PE ゆる詰め

Fig.2 曲げひずみ分布

Bending Strain Distribution



(a) STEEL 密詰め (b) STEEL ゆる詰め

(c) PE 密詰め (d) PE ゆる詰め

Fig.3 軸応力分布

Axial Stress Distribution