

既設開水路内に敷設された圧力管路屈曲部における水平載荷実験 Lateral Loading Tests on Pipe Bends Buried in Existing Open Channel

○永谷太志* 太田遥子* 澤田 豊* 河端俊典*

Taishi NAGATANI, Yoko OHTA, Yutaka SAWADA, Toshinori KAWABATA

1. はじめに

農業用開水路には、近年、車両の転落事故が相次いでおり、安全性の確保が喫緊の課題となっている¹⁾。さらに、水利用の高度化や土地利用の観点から、開水路から管水路への転換に対する要望が全国的に高まっている。そこで、開水路を有効利用する工法として、既設開水路内に管水路を設置する、開水路内配管工法 (Fig. 1) に着目した。本工法の合理的な設計として、曲管部のスラスト力に対する開水路壁の抵抗力を解明する必要がある。本研究では、開水路の劣化、管と開水路間の距離が抵抗力に及ぼす影響を解明することを目的に、模型管の水平載荷実験を実施した。

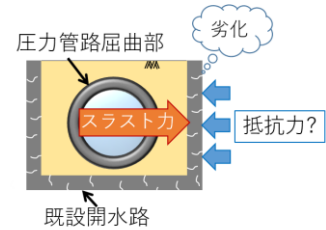


Fig. 1 開水路内配管工法
Pipe bend buried in open channel

2. 実験概要

実験模型の模式図を Fig. 2 に示す。模型地盤の内寸は、幅 1500 mm、奥行き 600 mm、高さ 338 mm で、6・7 混合珪砂を用いて相対密度が 80% の密詰め地盤を作製した。模型管は外径 $D=114$ mm、長さ 592 mm の塩化ビニル管である。本実験では、開水路内に設置された管路の挙動に関する基礎的な実験として、開水路壁を模擬したアルミ板と模型管を用いた水平載荷実験を実施し、スラスト力を受ける管の挙動を再現するため、ジャッキを用いて管を一定速度 0.5mm/min で載荷した。また、実験に用いる開水路模型をケース別に Fig. 3 に示す。Case A は底板と側壁を固定しており、Case B は側壁のみ、Case C はスラスト力によって管中央部に大きな力がかかることが想定されるため、管中央部を分割しており、Case D は大きな損傷や劣化を表すために開水路壁を 3 分割している。また、管と開水路間の距離 α (mm) を Case A, C, D

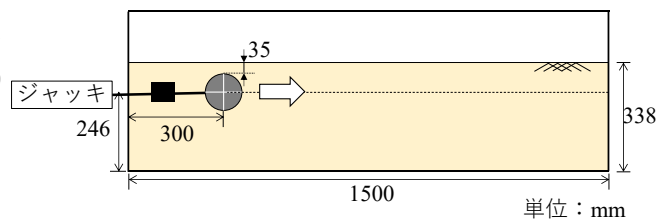


Fig. 2 実験土槽模式図
Test container

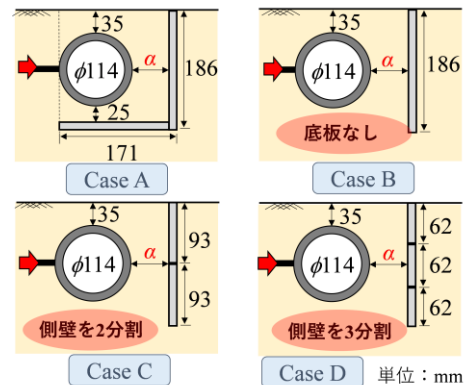


Fig. 3 開水路模型
Open channel

の開水路モデルでは $0.5D$, $1.0D$ と変え、Case B の開水路では上記に加え、 $\alpha=1.5D$ のケースも実施した。さらに、開水路を設置していない Case 0 も実施し、開水路の有無による比較・検討を行った。

3. 実験結果および考察

Fig. 4 に変位と抵抗力の関係を示す。抵抗力の大きさは、管と開水路間の距離によらず、 $A>B>C\cong D$ という関係が得られ、開水路側壁が健全である場合、十分な抵抗力が期待でき

*神戸大学大学院農学研究科 Graduate School of Agricultural Science, Kobe University

キーワード：開水路，スラスト力，水平載荷実験

ることがわかった。一方、開水路壁を分割した Case C, D の抵抗力は Case B の 7 割程度となり、開水路を設置しない Case 0 と抵抗力が同程度となった。そのため、開水路側壁が劣化すると十分な抵抗力が期待できないことがわかった。ここで、載荷後の管周辺の様子を Fig. 5 に示す。Case C, D に関しては、載荷後の開水路壁の位置を黒枠で示している。Case A, B では開水路が反力壁となってほとんど変位していないが、Case C, D では分割した開水路壁が大きく変位していることがわかる。

また、地表面形状 (Fig. 6) から、Case A, B では開水路がせん断帯の発達を遮るのに対し、Case C, D では Case 0 とせん断領域に大きな違いがないことが確認できる。以上より、分割した開水路を設置したケースでは開水路を設置しない場合の抵抗力と同程度となったと考えられる。

次に、管と開水路間の距離を変えた場合、分割した開水路模型では距離による抵抗力の違いはわずかであったが、側壁が健全な開水路模型では距離が近づくほど明確に抵抗力は大きくなった。また、側壁が健全な場合、開水路模型はほとんど変位していないため、地盤境界のような役割を果たしていると考えられ、地盤境界と管との間の距離が近づくほど管の受ける抵抗力は増大すると示した Chaloulos et al. (2015) の既往の研究²⁾と同様の傾向を示した。

4. まとめ

本研究では、開水路内配管工法において開水路の劣化や管と開水路間の距離がスラスト力に対する抵抗力に及ぼす影響を解明するため、模型管の水平載荷実験を実施した。その結果、(1) 開水路側壁が健全な場合、側壁はスラスト力に対して十分な抵抗力を発揮すること (2) 開水路の劣化が抵抗力に及ぼす影響は大きく、特に、分割された開水路では反力がほとんど期待できないこと (3) 管と開水路間の距離が近づくほど抵抗力は増大することがわかった。

参考文献：1) 農林水産省農村振興局整備部水資源課 (2020) (参照 2020.4.6) : 農業用排水路における安全管理の手引, (オンライン), 入手先 <https://www.maff.go.jp/j/nousin/sekkei/nn/n_suiri/attach/pdf/index-49.pdf>

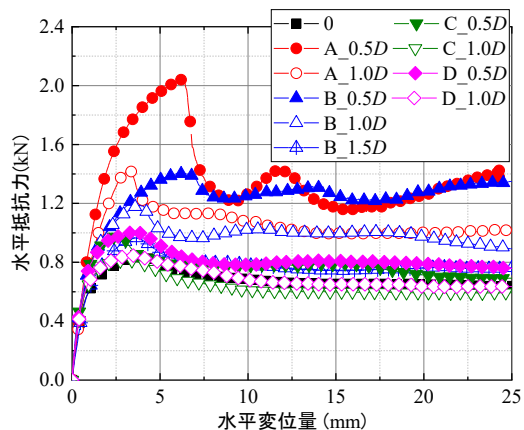


Fig. 4 変位と抵抗力
Displacement-force curve

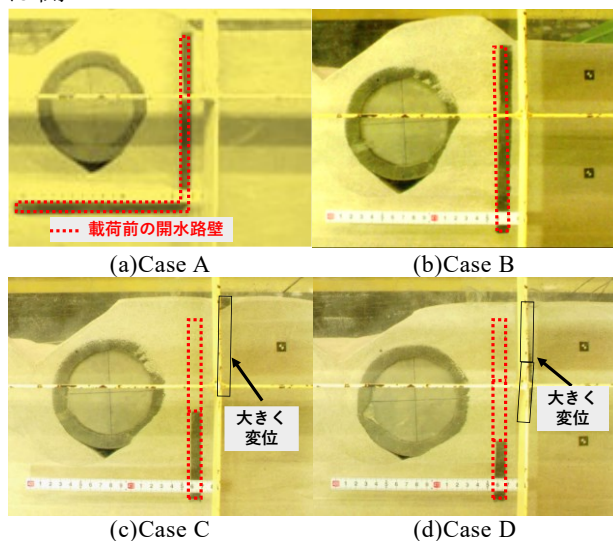


Fig. 5 載荷後の様子
Conditions after loading

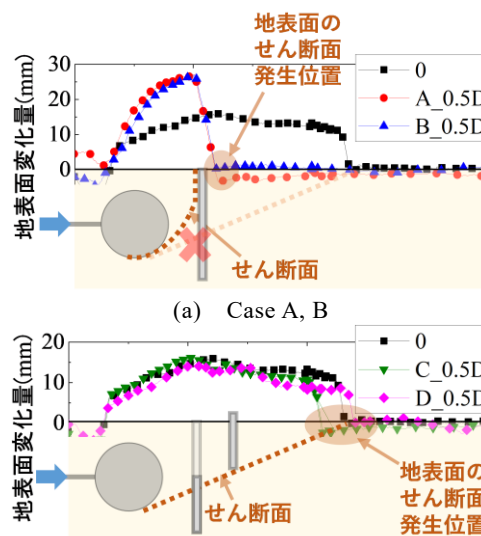


Fig. 6 地表面形状
Conditions of the ground surface

2) Chaloulos, Y.K. et al (2015) : Lateral soil-pipeline interaction in sand backfill: Effect of trench dimensions, Computers and Geotechnics, 69, 442-451.