

# 地盤密度および矢板の物理特性がたわみ性埋設管に及ぼす影響について Influences of Soil Density and Sheet Pile Physical Properties on Buried Flexible Pipe

○徳増美月 石川拓也 澤田豊 河端俊典

Miduki Tokumasu, Takuya Ishikawa, Yutaka Sawada and Toshinori Kawabata

## 1. はじめに

我が国では、地盤条件や用地制約上の問題から、大口径の埋設管の布設に矢板施工を行われることが一般的である。しかしながら、矢板引抜き時に埋設管に過度な変形が発生する等の事例が多く報告されている。現行の設計基準<sup>1)</sup>では施工条件の違いはあまり考慮されておらず、矢板引抜きに伴う地盤とたわみ性管の変形挙動に関する研究は十分とは言えない。本研究では1) 地盤密度の違い2) 矢板厚の違い3) 矢板表面摩擦の違いが矢板引抜き時に埋設管に及ぼす影響を解明することを目的とし、模型実験およびDEM解析を実施した。

## 2. 実験概要

模型地盤を図1に示す。模型管として外径165 mm、管厚2.5 mm、環剛性0.92 kN/m<sup>2</sup>の塩化ビニル管を使用した。模型管の内面には周方向に24枚のひずみゲージを15°間隔で貼付し、4方向に変位計を設置した。地盤材料として6-7混合珪砂(土粒子密度: 2.63 g/cm<sup>3</sup>, 最大乾燥密度: 1.63 g/cm<sup>3</sup>, 最小乾燥密度: 1.28 g/cm<sup>3</sup>)を使用した。模型地盤は緩詰地盤( $D_r=45\%$ , 乾燥密度: 1.42 g/cm<sup>3</sup>)と密詰地盤( $D_r=85\%$ , 乾燥密度: 1.56 g/cm<sup>3</sup>)の2つの条件で実施した。矢板模型としてアルミ板を使用し、土槽両側に設置されたモーターで右側から片方ずつ鉛直上向きに変位させることで矢板引抜きを再現した。実験ケース一覧を表1に示す。本実験の基準ケースを矢板厚15 mmで密地盤のケース(Case-A)とし、地盤密度を小さくしたケース(Case-B)と、矢板厚の影響を検討するため矢板厚を28.5 mmにしたケース(Case-C)を実施した。さらに矢板と地盤間に作用する摩擦の影響を検討するため、矢板表面にサンドペーパー(No.60)を貼付したケース(Case-D)を実施した。

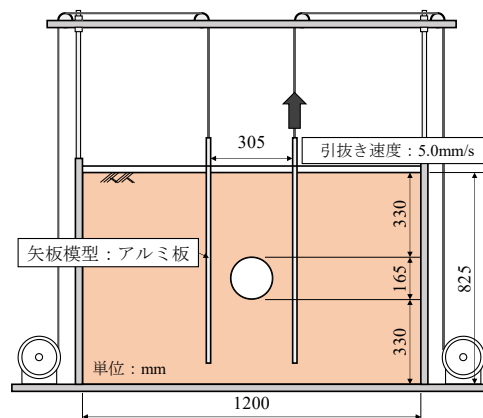


図1 模型地盤概略図  
Cross section of model

表1 実験ケース  
Experimental cases

Case	地盤密度	矢板厚 (mm)	矢板と砂の摩擦
A	密	15	小さい
B	緩	15	小さい
C	密	28.5	小さい
D	密	15	大きい

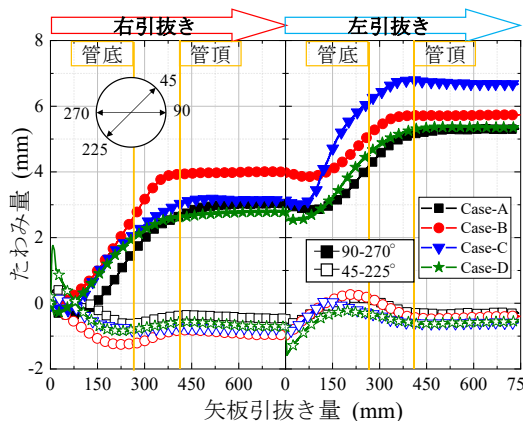


図2 矢板引抜きに伴うたわみ量変化  
Variation of the pipe deflection during sheet pile extraction

### 3. 結果および考察

#### 3.1 埋設管のたわみ量変化

図2に各ケースについて矢板引抜きによる埋設管の水平と45-225°方向のたわみ量変化を示す。たわみ量は埋め戻し完了後を初期値とする。Case-AとBを比較すると、地盤密度が小さいCase-Bの方が水平方向のたわみ量は大きいことがわかった。またCase-AとCを比較すると、右矢板引抜き時のたわみ量はほとんど等しいものの、左引抜き時には矢板厚が大きいCase-Cの方が水平方向のたわみ量は増加することが明らかとなった。さらにCase-AとDを比較すると、矢板表面摩擦が大きいCase-Dでは矢板引抜き直後に斜め方向のたわみが発生している様子が確認できた。

#### 3.2 地盤密度の違いによる影響 (Case-A, B)

図3にPIV解析による右矢板引抜き開始から矢板下端が管頂到達時までの粒子の移動を示す。密地盤の方が粒子間のかみ合わせなどにより、矢板引抜きによる緩み領域が拡大しにくい傾向があると考えられる。緩地盤では緩み領域の拡大により管周辺地盤の水平反力が低下し、埋設管の変形が増加したと考えられる。

#### 3.3 矢板厚の違いによる影響 (Case-A, C)

図4にDEM解析により算出した、右矢板下端が管底付近に到達した時の要素間の接触力を示す。引抜き矢板側の管周辺地盤に着目すると、Case-Cの方が接触力の減少が著しいことが確認できる。矢板厚が大きい場合、引抜き後の空隙が拡大することから埋設管の変形を抑制する力が低下することが予想できる。

#### 3.4 矢板表面の摩擦による影響 (Case-A, D)

図5にCase-Dについて、右矢板引抜き初期の埋設管に作用する土圧の解析結果を示す。矢板引抜き量が1mmの時点ですべての土圧がピーク値に到達しており、矢板引抜きに伴うせん断力が管に伝達されている様子がうかがえる。また、この時埋設管には圧縮する力が作用していることが予想できる。

### 4. まとめ

地盤密度が小さい場合、矢板引抜きによる緩み領域の拡大から管の変形量は増加することがわかった。また矢板が厚い場合、引抜き中に管周辺地盤の水平反力が大きく減少するため管の変形量は増加することが明らかになった。さらに、矢板表面摩擦が大きい場合、引抜き直後に地盤にせん断力が働くため管に圧縮する力が作用するが、最終たわみ量にはほとんど影響しないことがわかった。

#### 参考文献

1) 農林水産省振興局整備部設計課 (2009) : 土地改良事業計画基準及び運用・解説 設計「パイプライン」付録 技術書・パイプライン, 社団法人農業農村古楽会

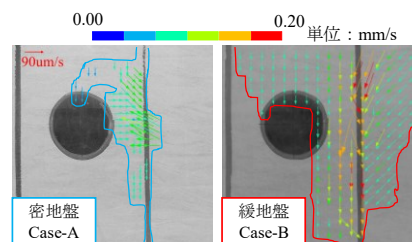


図3 粒子の移動 (PIV解析)  
Movement of sand (PIV analysis)

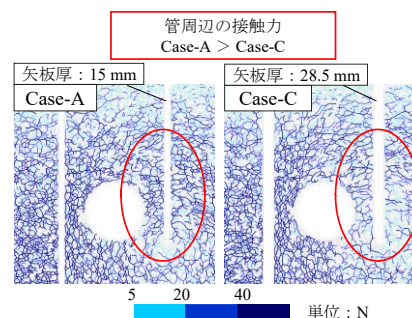


図4 地盤の接触力 (DEM解析)  
Contact force of ground (DEM analysis)

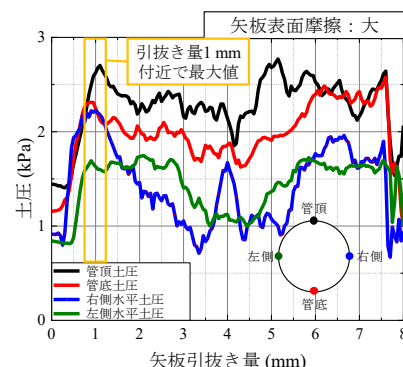


図5 土圧変化 (Case-D)  
Variation of earth pressure