

矢板引抜き時の埋設たわみ性管に作用する土圧について Experiments on earth pressure acting on buried flexible pipe during sheet-pile extraction

○徳増美月 園田悠介 戸田茉優 澤田 豊 河端俊典

Mizuki TOKUMASU, Yusuke SONODA, Mayu TODA, Yutaka SAWADA and Toshinori KAWABATA

1. はじめに

パイプラインの敷設に関して、地盤条件などから矢板施工を採用した場合、埋設管は矢板引抜きの影響を大きく受ける¹⁾。現行の設計基準では、矢板引抜きの影響は、経験的に素掘り施工よりも地盤剛性を小さく見積もることとしているが、合理的な設計手法は未確立である。本研究では、矢板引抜き時の埋設管に作用する土圧を詳細に計測する模型実験を実施した。

2. 実験概要

Fig. 1に実験装置の概要を示す。模型管として、外径 $D=150.0$ mm, 管厚 $t=1.0$ mm, 環剛性 2.09 kN/m²のアルミニウム管を使用した。管には**Fig. 2**に示すように、管内面の鉛直, 水平, 斜め 45° の4方向に変位計を設置し管のたわみ量を計測した。また、管周方向に2方向ロードセルを 18° 間隔で20個設置し管に作用する土圧を計測した。模型地盤には6-7混合珪砂を用い、相対密度 85% ($\rho_d=1.563$ g/cm³)の地盤を作製した。また、管周辺の埋戻し材として、珪砂の他に平均粒径 7.1 mmの碎石を使用した。珪砂及び碎石の物理特性を**Table 1**に示す。模型矢板には、厚さ 15 mmのアルミ板を用い、管埋設後、 5 mm/sの一定速度で向かって右側の矢板より順に引抜きを行った。

実験ケースを**Fig. 3**に示す。Case-Sは、管周辺の全てを珪砂で埋戻し、Case-A, B, Cではそれぞれ**Fig. 3**に示す範囲を碎石で埋戻した。

3. 実験結果

3.1 管の変形

矢板引抜きに伴う管の変形は、引抜き初期段階では矢板跡の空隙に向かって斜め方向に変形するが、最終的に横長に変形する。**Fig. 4**に埋戻し過程から矢板引抜き過程の水平たわみ率を示す。水平たわみ率は管頂まで埋戻した状態を基準とし、その後の埋戻し(土被り $2D$)と矢板引抜きに伴う水平たわみ率の変化を示すものである。碎石により埋戻したCase-Cでは、埋戻し過程

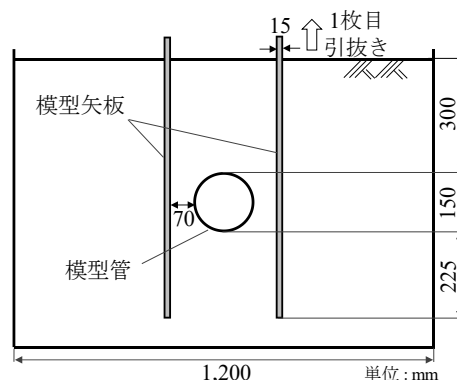


Fig. 1 実験装置概要
Experimental apparatus

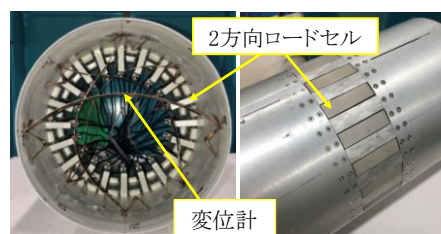


Fig. 2 模型管
Model pipe

Table 1 埋戻し材の物理特性
Properties of backfilling material

諸元	珪砂	碎石
土粒子密度(g/cm ³)	2.63	2.74
最大乾燥密度(g/cm ³)	1.63	1.62
最小乾燥密度(g/cm ³)	1.28	1.43
均等係数	1.94	1.73
せん断抵抗角(°)	40.7	42.6

のたわみ率が他のケースよりも抑制されており，比較的高い反力を得る砕石で埋め戻した効果が発揮されたと考えられる．しかしながら，その後の矢板引抜き過程では，Case-Cを含む全ケースで水平たわみが増大し，その変化率は埋戻し過程よりも大きいことがわかる．矢板引抜き過程に限った変化率ではCase-Sが2.1%，Case-Aが2.1%，Case-Bが2.2%，Case-Cが2.3%とケース間の差異はほとんど無く，砕石のみの埋戻しによる変形抑制効果は発揮されなかったと考えられる．ただし，既往研究²⁾では，ジオグリッドを併用して砕石を一体化することで，矢板引抜きに伴う変形が抑制されるという知見も示されている．

3.2 土圧分布

矢板引抜き後，管に作用する鉛直・水平方向の土圧分布を Fig. 5 に示す．管上部に作用する鉛直土圧は，設計基準で想定される等分布に近い形状である．一方，水平土圧は，全ケースで凹型の放物線となり，管側部付近で最も土圧が小さい．Fig. 5 中に白抜きマーカーで表記した矢板引抜き前の管側部付近の土圧と比較しても，矢板引抜きにより管側部の土圧が著しく減少していることがわかる．

たわみ性管に作用する水平土圧は，管の変形に対する基礎材の反力（受働土圧）により管側部を最大とする放物線分布で作用すると設計上想定される．一方，矢板引抜きに伴う変形の場合は，側方地盤の緩みに起因して管が横長変形するため，水平たわみが増大しても基礎材の反力が発生しないと考えられる．

4. おわりに

模型実験により矢板引抜き時のたわみ性埋設管に作用する土圧を詳細に計測した．埋設管は矢板引抜きにより横長に大きく変形するが，変形後の水平土圧は小さいままであることがわかった．基礎材の反力を得られていない状況では，さらなる水平たわみの増大につながる可能性がある．

参考文献

- 1) 毛利ら(1989)：大口径可とう性パイプの変形と沈下について，農土論集，142, 9-18.
- 2) 戸田ら(2020)：ジオグリッドを用いた浅埋設パイプラインの矢板引抜きに伴う力学挙動，ジオシンセティックス論文集，第35巻，179-184.

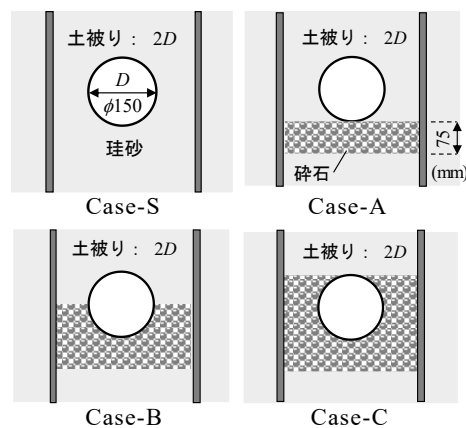


Fig. 3 実験ケース
Experimental cases

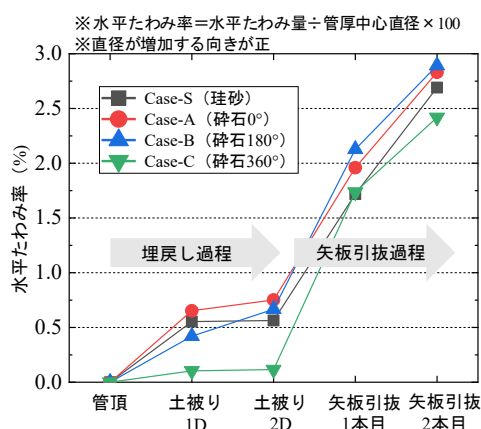


Fig. 4 水平たわみ率
Horizontal deflection of the pipe

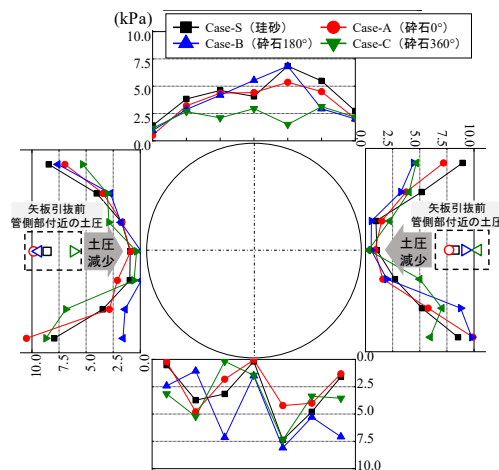


Fig. 5 矢板引抜き後の土圧分布
Earth pressure distributions
after second sheet pile extraction