

パイプルーフ施工に伴う地盤挙動の計測と解析

尼崎築港株式会社	正会員	○岡部	安治
千葉工業大学	学生会員	宇井	仁将
千葉工業大学	正会員	小宮	一仁

1.はじめに

パイプルーフ工法とは、鉄道・道路等の非開削工法として、従来山岳トンネルの掘削工事に多く用いられてきた。トンネル掘削に先立って掘削断面の周囲に鋼製のパイプを複数本挿入し、地盤を補強することによって、トンネル掘削時の地盤の崩壊や変状を防止するために考案された工法である¹⁾。しかし、パイプルーフ工法の施工に伴う地盤挙動は明らかにされていない。同工法の合理的な設計を行うためには、施工時の地盤挙動を予測することが必要である。

ここでは軟弱地盤で実施されたパイプルーフ施工時の地盤変位計測結果と、パイプルーフ工法の施工過程をモデル化した3次元有限要素法シミュレーション結果について報告する。

2.工事概要

対象工事は既設路線をアンダーパスするためにパイプルーフ工法を採用したトンネル工事である。図-1の断面に全長39.00mのパイプルーフが継手を介して、幅15.97m、高さ7.47mの門型に挿入される。

図-1に示すように、現場の土質は沖積砂質土層と沖積砂質粘性土と沖積粘土から構成されており、いずれもN値0～10であった。

現場では鉛直パイプNo1～8、24～31の合計16本のパイプ挿入時に地盤変位が測定された。計測はパイプの発進側から10m、鉛直パイプ挿入場所から左右1mの位置で、水平方向、鉛直方向、沈下方向の地盤変位を深度0m～18mの2m間隔で行われた。

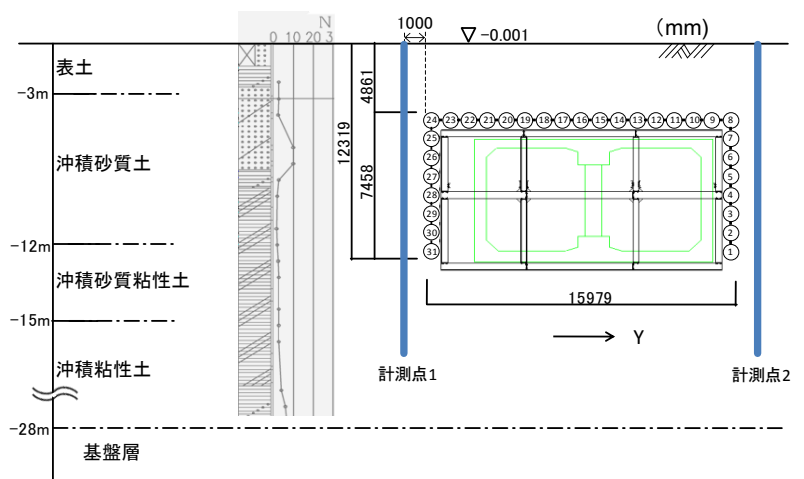


図-1 構造体と土質の横断面

3.解析概要

本研究では、小宮²⁾が開発したシールド工法の施工過程を連続的にシミュレーション可能な3次元有限要素法プログラムを用いて、パイプルーフの推進過程を解析した。工事と同じパイプ推進力を外力として解析を行った。

解析ではジョイント要素以外をすべて等方弾性体とした。解析に用いたメッシュを図-2に、解析パラメータを表-1に示す。地盤の密度は現場の土を採取し、土質実験により求め

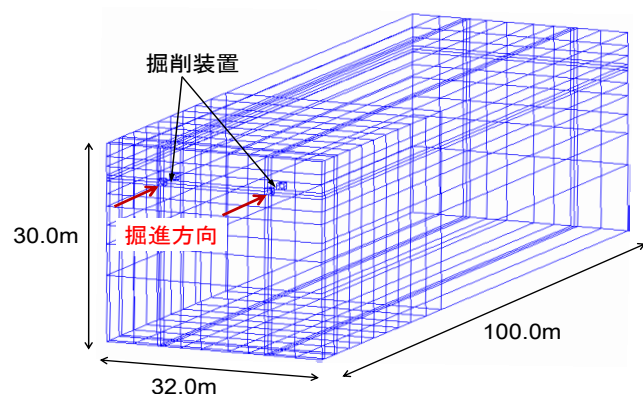


図-2 解析モデル

キーワード パイプルーフ工法, 有限要素法, 変位

連絡先 〒275-8588 千葉県習志野市津田沼2丁目17番1号 千葉工業大学 TEL047(478)0449 FAX047(478)0474

た地盤の、弾性係数とポアソン比は、トンネル標準指方書³⁾内のN値換算表などを用い換算した。また掘削要素とは、掘削機の切羽部分の掘削による、地盤の攪乱領域を想定したものである。またジョイント要素には、Goodman タイプを用いた。

地盤改良層とはパイプ挿入に先立ってパイプルーフ施工範囲に薬液注入を行った範囲である。工事と同じ順序でパイプ挿入する解析を行い、解析結果と計測結果を比較した。

4.解析結果

8番と24番のパイプ推進時の解析結果と、深度4m地点の計測値との比較を図-3に示す。実線が解析結果で点線が計測値である。ここではパイプ推進方向をx軸正方向とし、図-1に示す水平方向をy軸方向、鉛直隆起方向をz軸正方向とした。

計測値では全体としてx方向の変位は正方向すなわち地盤を押す方向、y方向は負方向すなわち地盤が引き込まれる方向、z方向は沈下の変位が得られた。一方解析値も同じ傾向が得られた。

図-4は深度18mの解析値と計測値の比較である、深度18mでも沈下が計測されたが、解析ではわずかな隆起が得られた。

以上より解析値と計測値を比べると3方向における変位傾向に多くの類似点が見られる結果が得られた。他のパイプ挿入時ならびに各計測点においても実測データと類似した解析結果を得られた。

したがって、この手法による解析によって、パイプ挿入時における周辺地盤挙動の予測が可能であるということが言える。

表-1 入力パラメータ

	密度 (g/cm ³)	弾性係数E (kN/m ²)	ポアソン比
表土	1.869	1.00×10^3	0.333
地盤改良層	1.869	1.40×10^3	0.400
沖積砂質土	1.869	5.54×10^2	0.400
沖積第一砂質・粘土	1.869	6.91×10^2	0.425
沖積粘土	1.869	4.60×10^2	0.450
掘削要素	密度 (g/cm ³)	弾性係数E (kN/m ²)	ポアソン比
	1.786	5.60E+03	0.330
ジョイント要素	X方向剛性(kN)	Y方向剛性(kN)	Z方向剛性(kN)
	2.00E+02	2.00E+02	2.00E+02

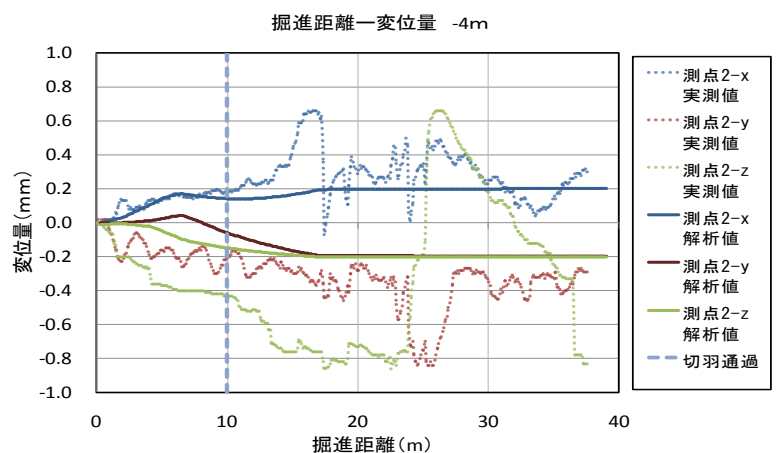


図-3 計測深度4mの変位量

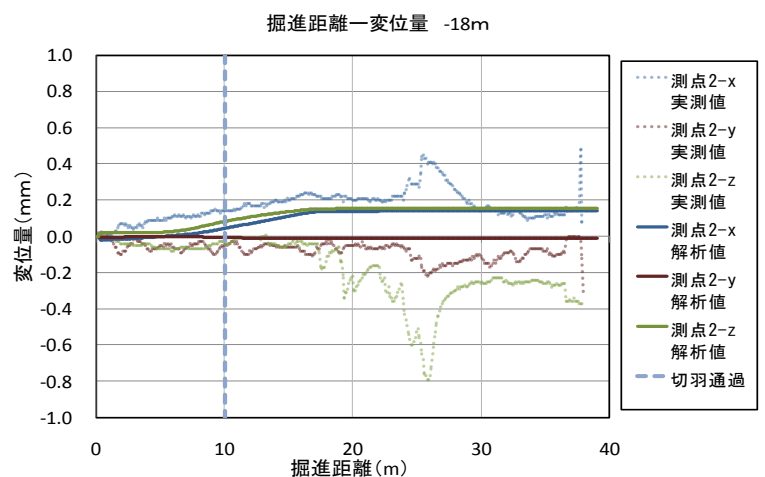


図-4 計測深度18mの変位量

参考文献

- 1) 大川孝, 横山治郎, 石原久, 小島亘: トンネル補助工法としてのパイプルーフ効果の計測と考察, 土木学会論文集, 第355号, VI-2, 1985年3月
- 2) Komiya, et.al.: Soils and Foundations, Vol.39, No.4, 地盤工学会, p.37~52, 1999
- 3) 土木学会: トンネル標準指方書[開削工法編]・同解説, 266, 付表2.8 地盤諸定数