

埋立地の大規模土留め壁に生じた引張軸力の発生メカニズムに関する一考察

長岡工業高等専門学校 学生会員 ○荒川 涼
 長岡工業高等専門学校 正会員 大澤 拓洋
 長岡工業高等専門学校 正会員 岩波 基

1. はじめに

大阪南港の夢洲と咲洲を結ぶ夢咲トンネルは、全長 2.1km に及ぶ道路・鉄道併用の沈埋トンネルであり、そのうち夢咲トンネル咲洲側アプローチ部築造工事(その 6)は、咲洲側の陸上アプローチ部約 650m の一部を構築するための根切り工事であった。本工事は、土留め壁を打設後に 2 年間残置したことと、当工区の地盤が海成粘性土主体の軟弱なものであることから、現場計測が綿密に実施された。その結果、掘削工事中の現場計測において、土留め壁に通常生じないはずの引張軸力が、安全上無視できないほど大きな値で計測された¹⁾。そこで、筆者らは、当工区では土留め壁打設後の残置期間が長いことと、土留め壁打設後も当工区で圧密沈下が観測されていたことに注目し、夢咲トンネル咲洲側アプローチ部築造時に計測された軸力の計測値を、FEM 解析により再現することを試みたが、計測値と解析値に差異が生じた。そこで、本報告は、以前の解析では圧密層としていた海成粘性土 Ma₁₃ 層の下部は圧密が完了していたと仮定し、Ma₁₃ 層の上部のみを圧密層として解析を行い、計測値と解析値を比較して検討を加えたものである。

2. 解析条件

2.1 解析対象

解析対象とした咲洲側アプローチ部の標準断面図を図-1 に示す。本工事は道路部の掘削幅が 40m で、鉄道部を含めた最大掘削深度が 22m であった。また、土留め壁は、φ1500mm の鋼管矢板が採用され、長さが 50m で、根入れ長が 33.7m と掘削深度に比べ通常より長いものであった。現場計測で、引張軸力の増加が計測されたのは道路部最終掘削深度 17.3m までの掘削終了後だったため、本検討では、道路部の施工完了時までを解析で再現した。

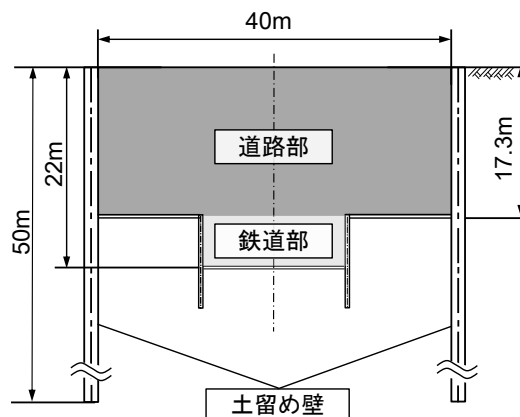


図-1 咲洲側アプローチ部標準断面図

2.2 地盤条件

本解析に用いた地盤物性値を表-1 に示す。本工事の施工場所は大阪湾の埋立によって築造された咲洲内に位置し、地層は地表面より、B₁、Ma₁₃、Ds₁、Ma₁₂の順に構成されている。海成粘性土の Ma₁₃ の上部は均質で非常に軟弱な粘土が主体となっており、その層の下部はシルトおよび砂が多い地層であるため、Ma₁₃は上部と下部の 2 層に分け解析を行なった。また、本検討は Ma₁₃ 層の上部のみを圧密層として解析を行なった。

表-1 地盤の物性値

	B ₁	Ma ₁₃ 上部	Ma ₁₃ 下部	Ds ₁	Ma ₁₂
単位体積重量 (kN/m ³)	20.0	15.0	17.0	20.0	16.0
ヤング率 (kN/m ²)	28000	71400	205800	112000	304500
ポアソン比	0.40	0.45	0.40	0.30	0.40
内部摩擦角(°)	33.3	0	0	35.0	0
粘着力 (kN/m ²)	0	34.0	98.0	0	145.0
透水係数 (cm/sec)	5.50 × 10 ⁻³	4.15 × 10 ⁻⁷	2.17 × 10 ⁻⁷	5.50 × 10 ⁻³	6.50 × 10 ⁻⁸

キーワード 土留め壁, 圧密沈下, 根切り

連絡先 〒940-8532 新潟県長岡市西片貝町 888 番地 長岡工業高等専門学校 TEL 0258-34-9276

2.3 解析モデル

本検討に用いた解析モデルを図-2に示す。本解析には、施工段階を考慮した有効応力解析が可能であるFEM解析ソフト Soil Plus Staticを使用した。また、本工事中に観測されていた圧密沈下を表現するために、Ma₁₃層上部には、粘土の時間依存性挙動が表現可能な関口・太田弾粘塑性モデルを用いた²⁾。Ma₁₃層上部以外の各層は弾性体として解析を行なった。本検討の解析領域は、側方を掘削幅の10倍である400m、下方を掘削深度の約5倍となる100mとした。境界条件は両端を水平方向のみ固定し、下面は水平と鉛直の両方向を固定した。土留め壁は、深さ50mまでとし、線形弾性なバー要素としてモデル化した。また、本解析は、実際の施工にしたがって2年間の土留め残置期間後に、5段階に分けて道路部最終掘削深度17.3mまでを掘削するものとした。

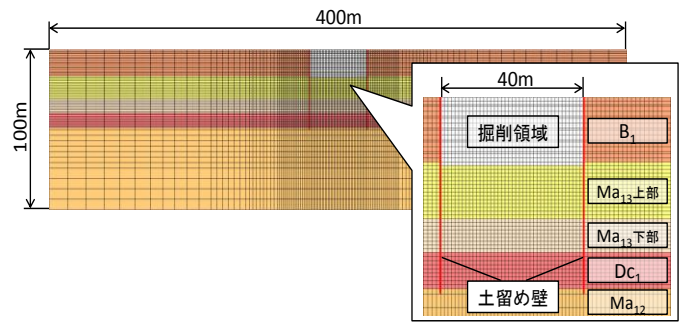


図-2 解析モデル

3. 解析結果

解析結果では、掘削工程前の2年間の土留め壁を残置した期間を考慮することで、Ma₁₃層上部が圧密した影響により土留め壁全体に圧縮軸力が生じた。その最大圧縮軸力は1418Knであった。

各掘削段階ごとの軸力の計測値を図-3に、解析値を図-4に示す。なお、現場計測では掘削開始時を初期値としていたため、本検討では、各掘削段階ごとの解析結果の軸力から、土留め壁残置期間に発生した軸力を引いた値を計測値と比較した。現場計測で引張軸力の増加が確認された、5次掘削終了時の計測値と解析値の最大引張軸力を比較すると、計測値は1932kNが深度23.0mで発生し、解析値は1671kNが深度44.1mで生じており、両者の発生深度に大きな差異があった。また、今回の解析では、計測値で見られる、5次掘削終了時に急激に軸力が増加する傾向や、深度25mから40m間で計測された圧縮軸力は再現できなかった。

4. まとめ

今回の解析では、計測値と解析値で差が生じたものの、掘削に伴い土留め壁に大きな軸力が発生することが確認できた。また、解析より、土留め壁に残置期間が存在することで、掘削工程前から土留め壁に軸力が発生することも解析で確認できた。しかし、解析値と計測値とに差があったことから、地盤物性等を再度見直して土留め壁に軸力が生じたメカニズムを解明していく予定である。

参考文献

- 1) 鬘谷ら：夢洲トンネル工事における土留め壁挙動について，土木学会第61回年次学術講演会，p459, 460, 2006. 9
- 2) 社団法人地盤工学会：地盤の変形解析—基礎理論から応用まで—，p60-64, 2002. 7

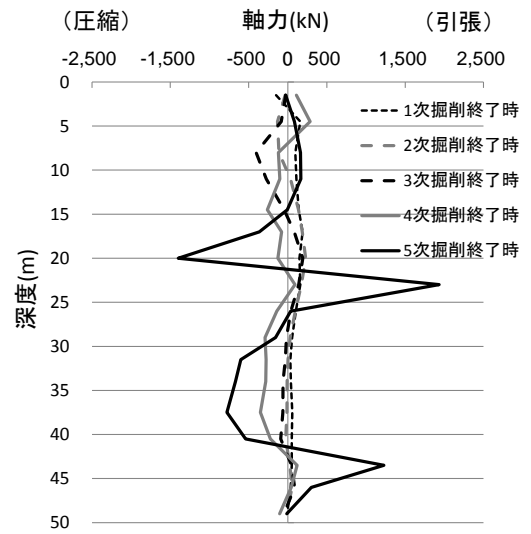


図-3 掘削段階ごとの軸力の計測値

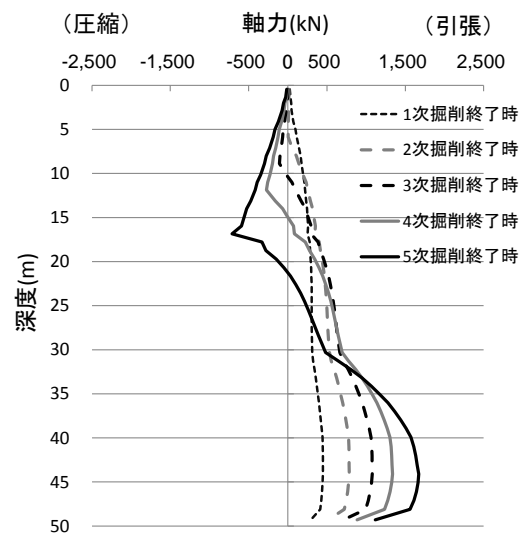


図-4 掘削段階ごとの軸力の解析値