

III-701

軟弱な沖積砂層における土圧式推進施工に伴う地盤変状解析

東京電力（株）東京東支店

小林浩道

東京電力（株）東京東支店

木下 実

日本工営（株）都市土木部

正会員 久松一美

日本工営（株）都市土木部

正会員○田中一広

1.概要

近年の電力需要の増加に伴い、増容量の要求される地中幹線工事に推進工法を適用していくことが考えられている。その一環として軟弱な沖積地盤地帯でかつ水道管をはじめ多くの既設埋設管が輻輳しているという悪条件下で、外径φ1630mmのセミシールド機による推進工事が実施された。この近接施工条件に対し設計の際にはこれら埋設物等に対する影響検討が実施されたものの、過去の事例が少ないことから明確な判断を下すには至らなかった。

そこで、工事の安全性の確認および今後の類似の施工に対して技術資料を得ることを目的として地盤計測及び地盤変状解析を試みた。その結果、FEMの弾性解析で地盤変状計測結果を概ねシミュレーションできることがわかり、その後の安全施工に寄与することができた。本稿は過去に事例の少ない推進工法における周辺地盤の変状解析手法に関して、本事例で知り得た知見を報告するものである。

2.解析手法および解析モデル

当該工区の地層構成を図-1に示す。地盤は表層より7～8mまでが盛土とN=4の沖積砂層、その下にN=0の沖積粘土層が厚く堆積している軟弱地盤である。推進掘削断面は砂層に位置する。

この条件のもとに解析手法はFEMの弾性解析を用いるものとし、断面は図-2のように設定した。表-1は地層毎の定数およびその設定根拠である。

次に入力方法であるが、トンネル掘削による周辺地山の変形問題を解く方法としてシールドトンネル等の応力解放入力の方法が一般にはよく用いられている。推進工法も地山に同様の影響を与えると考えられるため、基本的にはこの考えに準じた外力を入力するものとした。入力の手順は以下の通りである。

- 1) 施工前状態で地山の応力状態を再現。自重及び路面荷重を作用させる。なおこの際の路面荷重は現地における交通荷重より算定し0.677tf/mとした。
- 2) 掘削部の要素を削除することにより、地山を応力解放する。この際の応力解放率は100%とした。
- 3) 素堀り状態の変位量がテールボイド量を越えた箇所についてはテールボイド量までの強制変位を与える。この際のテールボイドは設計テールボイド量より15mmとした。

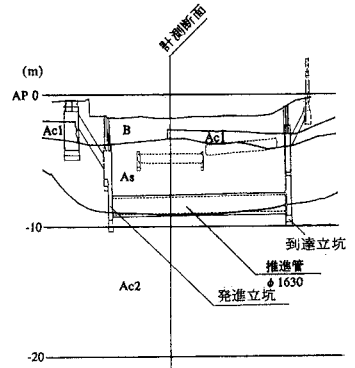


図-1 土層構成および計画形状

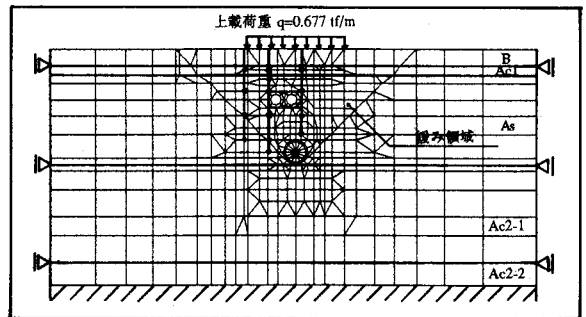


図-2 解析モデル図

表-1 解析断面の入力物性値

土層種類	分類記号	平均N値 (tf/m ²)	ρ (tf/m ³)	E (tf/m ²)	C (°)	φ	ν
埋土	B	2	1.9*	61.1 ^N	0.26 ^N	21.6 ^N	0.35*
シルト	Ac1	1	1.75*	17.8 ^N	0.23 ^N	0.0*	0.35*
砂質土	As	4	1.75*	42.6 ^N	0.0*	23.4 ^N	0.35*
粘性土	Ac2-1	1	1.75	16.4 ^N	0.3	4.2	0.35*
粘性土	Ac2-2	1	1.59	15.0 ^N	0.51	0.0	0.35*

無印：土質試験より設定 N印：N値より算出 *：一般値

表-2 解析CASE

	緩み領域内の 弾性係数 (tf/m ²)
基本モデル	E
CASE1	1/2E
CASE2	1/3E
CASE3	1/4E
CASE4	1/8E

- 4) 強制変位を与えた状態での周辺要素の応力を緩み土圧とし、その土圧を作用させ、推進管の変形も考慮する。

3. 解析およびモデルの検証

上記条件をもとに作成した基本モデルを用いて解析した結果を図-3に示す。これによると、全体の変位モードは実測値と解析値で同様な傾向がみられるものの、推進管に最も近い計測点に相当する位置の変位量は、実測値（-8.0mm）に対して解析値（-4.5mm）が小さい結果となった。一方、推進管の通過前後で実施したオランダ式コーン貫入試験結果より、図-4に示すように通過後に q_c の値が減少する傾向が確認され、地山がある範囲で緩むことが考えられた。

この結果から、図-2の解析モデル図中に示すように、管底より45°の範囲で緩み領域を設定し、その弾性係数を低減させて表-2 図-3 解析結果（基本モデル） 図-4 オランダ式貫入試験結果に示すケースの試行解析を試みた。図-5は、

各解析結果の推進管直上の位置での沈下量に着目し、実測値と比較したものである。実際のGL-1.5mの沈下量は近傍で実施された試掘工事の影響を受けて大きくなったものと推定されるため、シミュレーションの対象外としている。図にみられるように推進管通過後の管直上での沈下量は弾性係数を基本モデルの1/4～1/8としたケースの場合の解析結果と良く対応することがわかる。詳細にみると、推進管近傍の変位は1/4E（CASE-3）のケースでの、中間深度のものは1/8E（CASE-4）のケースの結果とよく対応している。

図-6はCASE-3の場合の解析結果と計測値による変位形状の比較である。全般的には先述した他の工事（試掘工事）の影響と思われる部分を除けば概ね一致しているといえ、

解析手法がほぼ妥当であったことがわかる。ただし計測範囲に制限があったことから今回の設定した緩み範囲が妥当なものであったかについては今回は検討するに至らなかった。

4. まとめ

推進工法の実工事現場における地盤計測結果のシミュレーション解析を行った結果、推進の通過前後の地盤の緩みを考慮することによるFEMの弾性解析で、地盤変状を概ね予測可能である事がわかった。しかし、当現場のゆるみ範囲に相当する土質は概ね均質な細砂で、モデル化のしやすい地盤であったとも考えられる。今後は計測事例を多く重ねることによって、他の土質における今回の解析手法の適用性やゆるみ範囲の設定のしかたに関する検討を行う予定である。

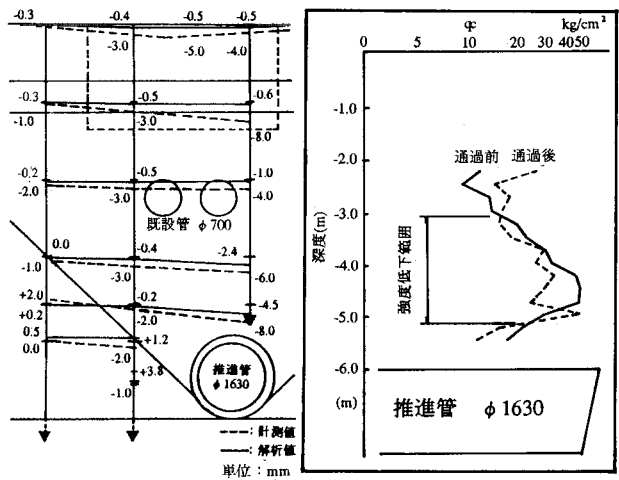


図-3 解析結果（基本モデル）

図-4 オランダ式貫入試験結果

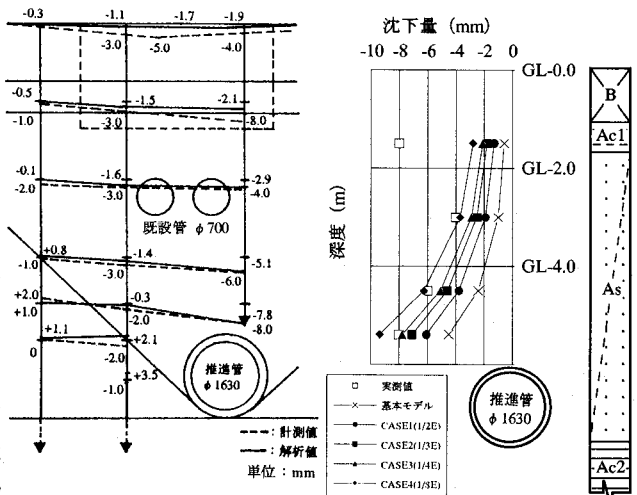


図-6 解析結果（CASE-3）

図-5 解析結果検討図