

エレメント推進けん引工法における下床版エレメント施工時の上床版変位の計測と解析

鉄道総合技術研究所 正会員 ○仲山貴司 岡野法之
 千葉工業大学大学院 学生員 宇井仁将 高橋博樹
 千葉工業大学 正会員 小宮一仁

1.はじめに

近年、限られた土地の高度利用を目的として、線路下などを横断して構造物を構築するケースが増大している。そこでは工事による列車走行への影響を少なくし、施工期間が短く経済性の高い構造・施工方法が求められている。

このような要求を満たすため、エレメント推進けん引工法は鉄道、道路などのアンダーパスを目的として開発された。例えば、従来到達側立坑からPC鋼より線で掘削装置とエレメントをけん引することで掘削するHEP工法と、継手を有する1m程度に分割されたエレメントを、継手でつなぎ合わせながら連続して土中に設置し、延長に制約されずに構造物を構築するJES工法が提案されている(図-1)¹⁾。

同工法は近年多くの実績を上げているが、既存の鉄道等に近接した施工を行うため、工事に伴う地盤や既設構造物の挙動を合理的に予測することが必要である。

本研究は、エレメント推進けん引工法の施工過程を考慮した有限要素法解析によって下床版エレメント施工時の上床版挙動の解析を行い、現場計測値と比較を行ったものである。

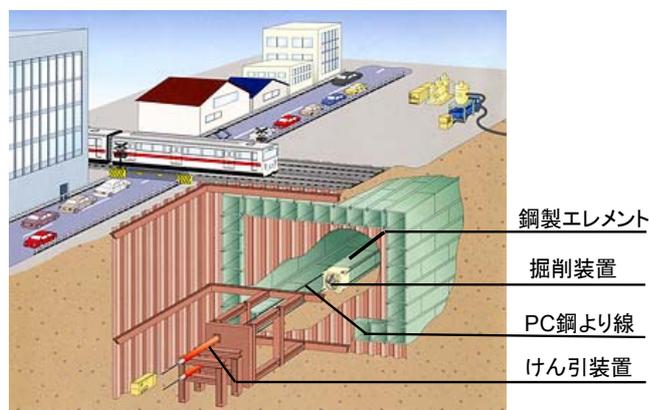


図-1 エレメント推進けん引工法の概要図

(鉄建建設(株)HPより引用)

2.現場概要

本報告の解析では、線路下に道路をアンダーパスするために新設されたこ道橋工事の現場を解析対象とした。現場の土質は図-2に示すように、埋土層、細砂層、シルト層のいずれもN値が0~2の超軟弱地盤である。この地盤に1.21mの土被りで幅23.10m高さ8.14m長さ30.00mの構造体をエレメントけん引工法によって構築した。

計測は下床版エレメントL1~2, M2~7, N2~6, O2の合計14本のエレメント施工時に実施した。構造体の変位が地表面に与える影響を計測するために、図-3に示すように上床版エレメントB10, B5, A, C5, C9の発進側と到達側の合計10箇所に変位計が設置された。

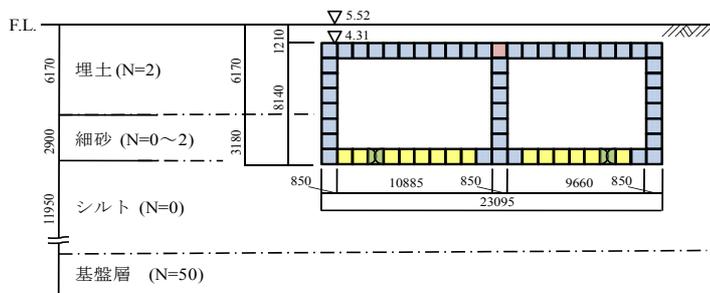


図-2 エレメント構造体と土質

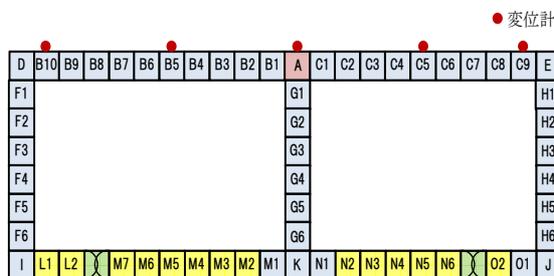


図-3 変位計設置位置

キーワード エレメント推進けん引工法, 有限要素法, 変位, 軟弱地盤, 計測
 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

表-1 解析パラメータ

土質	弾性係数 (kN/m ²)	密度 (t/m ³)	ポアソン比
埋土	5600	1.735	0.330
細砂	5600	1.786	0.330
シルト	1000	1.531	0.440

エレメント要素	弾性係数 (kN/m ²)	密度 (t/m ³)	ポアソン比
	4.50E+07	2.3	0.29

掘削要素	弾性係数 (kN/m ²)	密度 (t/m ³)	ポアソン比
	5.60E+03	1.786	0.33

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+04	1.00E+06

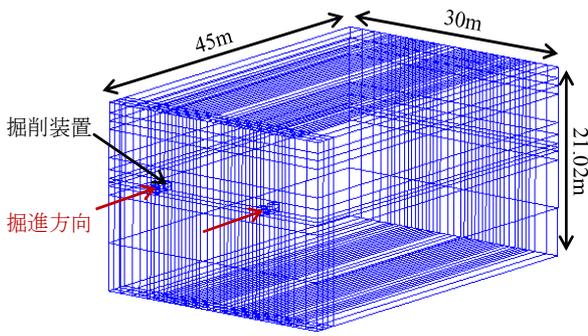


図-4 有限要素法解析モデル

3.有限要素法解析によるシミュレーション

本研究では、小宮が開発したシールド工法の施工過程を考慮した三次元有限要素法プログラムを用いて、当該現場のシミュレーション解析を行った。エレメント推進けん引工法における掘削装置のけん引力を外力とし、切羽での掘削は掘削要素と有限要素のリメッシュを組合わせた方法²⁾でモデル化した。解析範囲は図-4に示すように構造体全体と地表面から基盤層を含む、幅(Y軸)30.00m、高さ(Z軸)21.02m、長さ(X軸)45.00mの領域である。表-1は解析に用いたパラメータである。既設エレメントにはコンクリートが充填されているので、エレメント要素の密度は一般的な普通コンクリートの密度とした。

エレメントの掘進は現場の施工と同じ順序で解析したが、掘進開始時刻が異なっても掘進終了前に次のエレメントの掘進が開始された場合、すなわち施工期間が重なっているエレメントは同時に掘進した。エレメントの掘進順序は(L1,N2)→N3→(L2,M2)→(M3,N4)→(M4,N5)→M5→(N6,M6)→(M7,O2)であり、このうち(括弧)は解析で同時掘進したエレメントである。

4.解析結果と考察

図-5は上床版の変位量の解析値と実測値の比較を示したものである。図から解析値と計測値のいずれも下床版エレメントの施工が進むにつれ、上床版エレメントの沈下量が大きくなっている。沈下量についてみると解析値は比較的精度よく計測値をとらえている。しかし、分布形状をみると計測値は下床版エレメント掘進の度に上床版中央付近の沈下量が大きくなり、下床版構築後には大きく下に凸の沈下分布なのに対し、解析値では下床版構築後、上床版中央付近の沈下量が小さく、両端の沈下量が大きいという上に凸の沈下分布を示した。この分布形状を表現することが今後の課題である。また、右側の下床版エレメント掘進の際には、上床版の右側の沈下量が大きくなり、左側の下床版を掘進した時は上床版の左側の沈下量が大きい。このように、エレメント推進けん引工法における下床版掘進時には、掘進位置直上の上床版エレメントの変位が大きくなる。

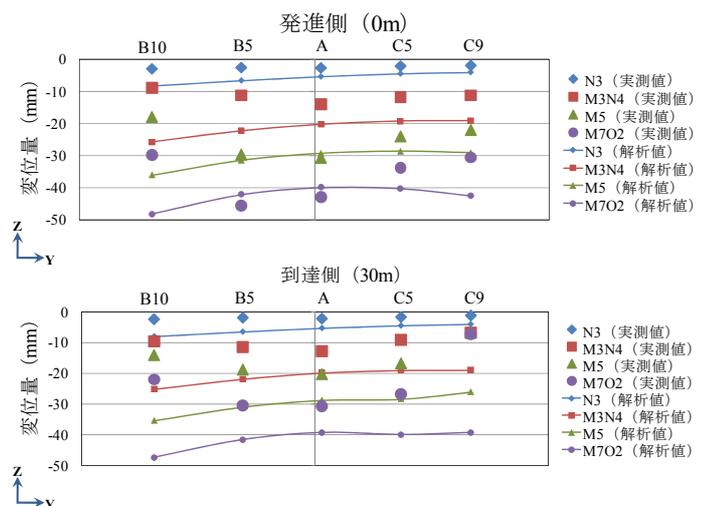


図-5 上床板変位の計測値と解析値

参考文献

- 1) 清水満, 森山智明, 木戸素子, 桑原清, 守山泰明: 鋼製エレメントを用いた線路下横断トンネルの設計法, トンネル工学研究論文. 報告集, vol.8, pp.407-412, 1998.
- 2) K. Komiya et al. : Finite element modeling of excavation and advancement processes of a shield tunneling machine, Soils and Foundations, Vol.39, No.4, p.37-52, 1999.