

真空圧密工法を併用する高速道路盛土の長期沈下量に対する設計値についての一考察

株式会社ネクスコ・エンジニアリング東北 正会員 ○ 澤野幸輝  
 株式会社ネクスコ・エンジニアリング東北 法人会員 菊池慎司  
 東日本高速道路株式会社山形工事事務所 正会員 加藤真司  
 東日本高速道路株式会社東北支社 フェロー会員 永井 宏  
 中央大学 フェロー会員 太田秀樹

1. はじめに

軟弱地盤地帯を通過する高速道路盛土では、供用開始後の不同沈下により路面の平坦性の確保が維持管理上の問題となる（図1）。

高有機質土を主体とした泥炭地盤では、一般的に粘性土と同様な手法で沈下予測や供用後の長期沈下の影響を把握するのは困難と言われており、従来の計算手法で行った沈下予測結果に基づく設計では、長期沈下等により将来的な縦断線形異常等の問題が懸念される。

本稿は、従来の計算手法で求めた沈下予測と試験盛土区間で行った数値解析結果等と比較し、当該区間における高速道路盛土の設計に用いる長期沈下量の取り扱いについて一考察したものである。



図1 長期沈下による縦断線形異常例

2. 試験盛土概要

2-1. 地質概要

当該地は、地表面より高有機質土と有機質粘土が10m程度の厚さで分布し、砂質土を薄層状に挟む。また、その下位は有機質土、粘性土、砂質土が互層状に

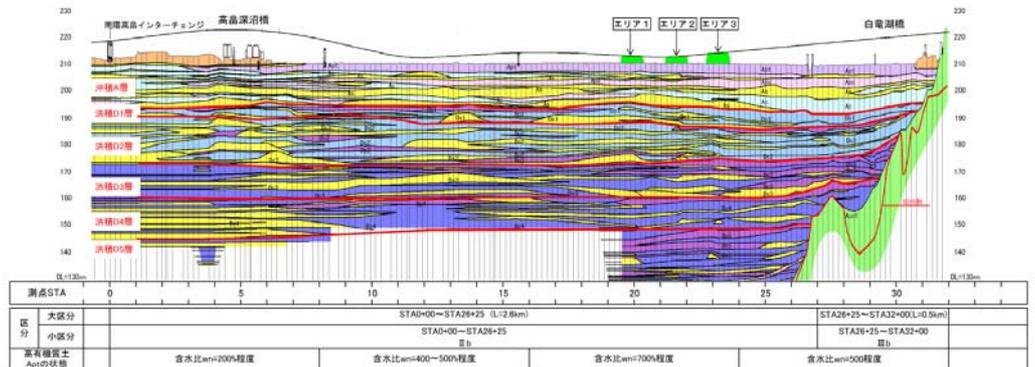


図2 当該地の地質状況

分布し、深度100m以深においても基盤岩は出現しない（図2）。表層部に堆積している高有機質土層の自然含水比は400～1000%以上、湿潤密度は1.0g/cm<sup>3</sup>に近く、強熱減量も最大90%で大きな圧縮性を示す。また、更新統の有機質土の自然含水比は45～350%、粘性土についても35～200%と比較的大きな値である。

2-2. 試験盛土の状況

当該地は山形県の米沢盆地北端に分布する軟弱地盤地帯（以下「白竜湖軟弱地盤帯」）で、高速道路建設計画地内に3つの試験盛土（計画盛土高 H=3m）を建設した。エリア1は矢板併用シート式真空圧密工法、エリア2はキャップ式真空圧密工法、エリア3はシート式真空圧密工法で支持地盤の地盤改良を行っている（図3）。（注：以下、総称し真空圧密工法という）

試験盛土名	エリア1	エリア2	エリア3
地盤改良工法	矢板併用 高真空N&H工法	真空圧密ドレーン工法	高真空N&H工法

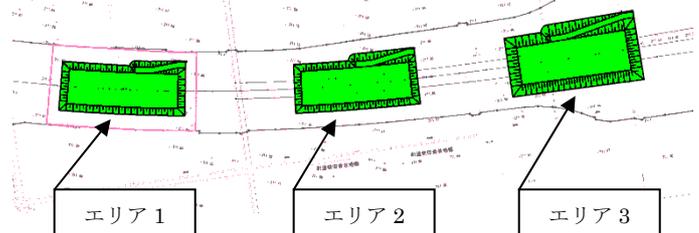


図3 試験盛土配置図

各エリアの真空載荷施設は、エリア1で2013年2月8日、エリア2で同年1月30日、エリア3で同年7月22日に停止しており、現在は放置期間となっている。なお、真空載荷施設停止後から平成25年12月までの沈下量は、エリア1で0mm（真空載荷施設停止後の沈下速度 V'=0.0mm/day）、エリア2で76mm（V'=0.2mm/day）、エリア3で0.125mm（V'=0.8mm/day）であった。

キーワード 長期沈下, 軟弱地盤, 盛土, 高速道路

連絡先 〒980-0013 宮城県仙台市青葉区花京院 2-1-65 花京院プラザ 14F TEL : 022-713-7290

3. 長期沈下量の推定

軟弱地盤帯を横断する盛土区間では、構造物の擦り付け部等で長期沈下に伴う不同沈下により路面の平坦性が損なわれ、高速道路の機能維持および管理で問題化していることから、供用開始後の維持管理性の向上を図るため、今後の本体工事に先立ち長期沈下量の検討を行った。なお、残留沈下量の設定に際し、供用開始後の路面の平坦性および維持管理性を考慮するため、従来の予測方法や FEM 解析など複数の手法により長期沈下量の推定を行った。

3-1. 従来手法

高速道路の設計では、最大排水距離と残留沈下沈下速度  $\beta$  の関係から沈下量を算出する(図4)。この手法が適用できる地盤タイプは I 型および II 型とされており、当該区間の地盤タイプは II b に該当し、従来手法が適用できる。

地盤タイプ	I 型	II 型(泥炭型)	III 型(泥炭質土も含む)
軟弱層の最大排水距離	5m未満	5m未満	5m以上
沈下特性	盛土6ヶ月でほぼ収束	盛土6ヶ月でほぼ収束の傾向	長期的に沈下が継続(試験盛土により地盤改良工の導入を検討)
安定性	比較的良好	慎重な緩速沈下性工、押入盛土、敷設工法	良好、泥炭型に同じ
管理段階での補修の大小	慎重な対応により問題はなし	積荷制限(積置期間を十分取れば、機能面で問題となることは少ない)	10年を超える長期間において、補修が必要となる。
構造的状態	I a	II a	III a
	I b	II b	III b
	満層型 上部砂層 砂層挟在	泥炭単独 泥炭+粘土 泥炭挟在	上部砂層 砂層挟在 連続 泥炭+粘土

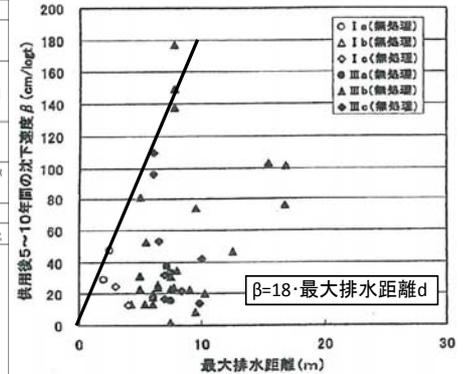


図4 最大排水距離から残留沈下量を求める方法<sup>1)</sup>

沈下量が最大となる  $\beta$  を図4からを設定した結果、各エリアにおいて供用開始10年後の沈下量は0.4m程度であった。

3-2. Mesri の提案式による方法

長期沈下では Teruzaghi の圧密理論は適用できない。そこで、含水比からひずみ速度  $\alpha$  を求め二次圧密量を算出する Mesri の提案式で計算した結果、真空圧密工法による過圧密を考慮した場合、供用開始10年後の沈下量は0.2~0.3m程度、過圧密を考慮しない場合、供用開始10年後の沈下量は0.4m程度であった<sup>2)</sup>。

3-3. 土-水連成解析による方法

土-水連成解析プログラムは DACSAR を使用した。解析結果では、エリア1およびエリア3は真空載荷施設停止と同時に沈下は収束し、長期沈下量はゼロであったが、エリア2では供用開始10年後の沈下量は0.25mとなった<sup>3)</sup>。

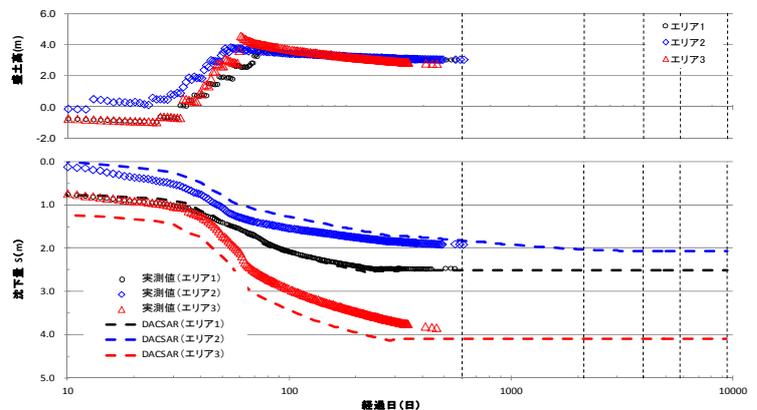


図5 各エリアの沈下量の実測結果と解析結果

4. まとめおよび一考察

供用開始10年後の沈下量は、従来手法と過圧密を考慮しない場合の Mesri の提案式で0.4m同程度の値を示し、過圧密を考慮した Mesri の提案式 (S=0.2~0.3m) と土-水連成解析 (S=0.0~0.25m) で同程度の値を示した。2013年12月までの実測値と土-水連成解析の結果を比較すると、概ねの沈下傾向は近似しており、真空圧密工法を使用した場合の残留沈下量の予測では、過圧密を考慮しない場合、残留沈下量を過大に算出する可能性があることを示唆している。ただし、エリア3の解析結果は残留沈下がゼロであるのに対し、観測値はエリア3で沈下が継続する傾向にあると推測でき、解析結果と近似しない可能性があるためエリア3は今後の挙動を注視する必要がある(図5)。

当該地の高速道路本体盛土を施工する際に設定した長期沈下量は、供用開始後の維持管理性を考慮し、沈下量が土-水連成解析よりやや大きい値を示す過圧密を考慮した Mesri の提案式の計算結果を採用した。今後、本体盛土施工に際しては、盛土材料や施工情報をフィードバックし、必要に応じて長期沈下量を再検討し、道路盛土の構築および供用開始後の維持管理の効率化を目指していきたいと考えている。

【参考文献】1) 東日本高速道路株式会社, 「設計要領第一集 土工編」, 2013.7, p5-10・p5-60

2) 東日本高速道路株式会社, 「東北中央自動車道深沼赤湯地区道路幅杭検討」, 2010.11

3) 東日本高速道路株式会社, 「平成25年度 東北中央自動車道 白竜湖軟弱地盤対策検討業務」, 2015.3