

白竜湖軟弱地盤を克服する - 維持管理段階を見据えた道路設計 -

東日本高速道路株式会社 山形工事事務所 法人会員 平野 寛三
柴田 悠介

1. はじめに

東北中央自動車道 南陽高畠 IC～山形上山 IC間の起点側約3km区間は、腐植土を含む軟弱層が厚く堆積しており、過去からの高速道路の事例を越える長期沈下や周辺地盤等への影響が懸念されている。平成19年度に『白竜湖軟弱地盤対策検討委員会』を組織し、当該箇所における土質地質調査の結果を基に、建設はもとより維持管理の合理性をも考慮した上で最良と考えられる道路構造について技術検討を実施したので以下にその報告を行う。

2. 検討課題および設計コンセプト

当該区間を地質条件によりA～Cの3区間に分類し、当初計画時の盛土高(平均8m)に対して地盤解析を行った結果、以下の課題が抽出された(図-1参照)。

- ・盛土の沈下に伴う周辺の田面や横断道路・水路の変形(写真-1)
 - ・長期沈下に伴う本線路面の不陸(写真-2)
 - ・上記の補修工事とそれに伴う片側交互交通規制等による交通サービスの低下
- これらの課題をクリアするべく、『周辺の土地利用や環境に与える影響を最小限にするとともに、開通後のメンテナンス労力の軽減を図る』ことを設計コンセプトとした。



写真-1 C-BOXの沈下による滞水



写真-2 路面の不陸

3. 基本道路構造の検討

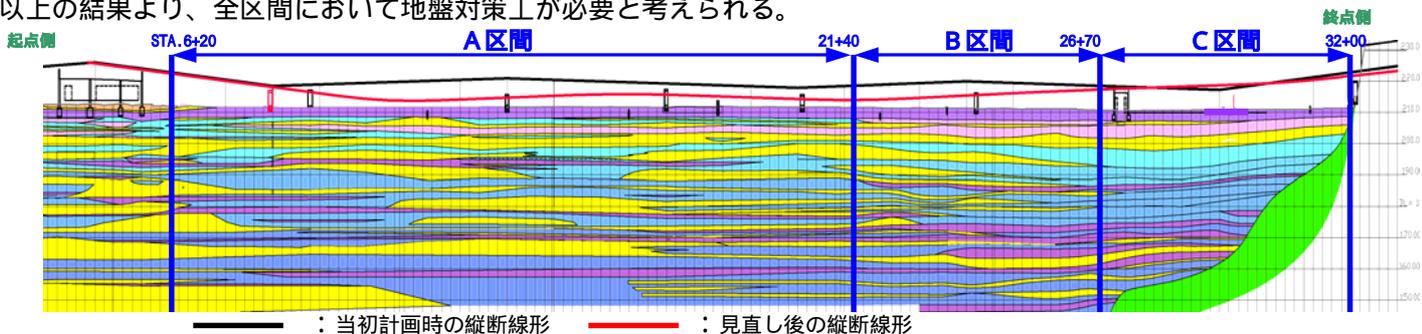
(1) 道路計画の設計見直し

設計方針として、路面の不陸の原因となる横断構造物(ボックス・パイプ)は極力排除することを第一に検討した。その結果、縦断線形を低く抑えられ、盛土荷重の軽量化によって長期沈下量も低減可能となった。

(2) 安定・沈下解析結果

検討区間A～Cにおいて、低盛土に対して安定・沈下解析を実施した結果、地盤対策工を行わなかった場合、立上り時の安全率は全区間で必要安全率($F_s = 1.1$)未満となった。圧密沈下については、A区間は盛土立上り時に概ね収束するが、B区間及びC区間(特に中間排水層のないC区間)は長期間継続する。また供用後10年間の沈下量は、3区間で最大50～150cmとなり、周辺の土地への影響も懸念される結果となった。

以上の結果より、全区間において地盤対策工が必要と考えられる。



	約10m	約20m	約40m
軟弱層厚(N値4以下)	約10m	約20m	約40m
中間砂層(圧密排水層)	多く介在	終点側に向け減少	ほぼ無し
基盤層	未確認	未確認	GL-60m以浅に確認

図-1 白竜湖軟弱地盤の区間分類

(キーワード) 軟弱地盤、道路構造、低盛土、真空圧密工法

(連絡先) 仙台市青葉区中央3-2-1 青葉通りプラザ3F, TEL022-217-1746, FAX022-217-1791

(3) 地盤対策工の検討

地盤対策工については、地盤特性を考慮し、盛土の安定が確保でき、圧密沈下の促進もしくは沈下抑制効果が高く、周辺への影響も低減可能な工法を選定するため、数種類の工法を比較検討した。(表-1 参照)。その結果、総合的に有利と判断される対策工として、A 区間及びB 区間については『真空圧密工法』を基本とし、一部高盛土箇所(橋梁部との接続箇所)については『真空圧密工法+押え盛土工法』を選定した。C 区間については『真空圧密工法+押え盛土工法』を選定した。

表-1 地盤対策工比較表(B区間の代表例)

B 区間 (STA. 25+60)			
軟弱地盤対策工法	カードボードドレーン+押え盛土工法	真空圧密+押え盛土工法	深層混合処理工法
対策概要図			
対策仕様	カードボードドレーン工 ・ドレーン打設間隔0.8m ・L=37.5m 押え盛土工 ・幅9.0m ・高さ2.5m 盛土施工期間354日(3cm/day)	真空圧密工 ・ドレーン打設間隔1.0m ・L=35.5m ・真空載荷期間289日 押え盛土工 ・幅7.0m ・高さ2.5m 盛土施工期間78日(15cm/day)	深層混合処理工(粉体攪拌) ・改良率46.7% ・L=37.5m
(1) 供用後の周辺への影響	ほぼ無し	ほぼ無し	無し
(2) 供用後の長期沈下量	32cm	16cm	ほぼ0cm
(3) 想定される補修	段差修正1箇所×5回/10年	段差修正1箇所×1回/10年	0回
(4) 施工期間	約1300日	約600日	約1100日
(5) 建設コスト	1.0	0.9	3.3
総合評価			

表-2 『土工構造』と『橋梁構造』の比較表(C区間の代表例)

C 区間 (STA. 26+70 ~ STA. 32+00)		
基本道路構造	土工	橋梁(支持杭)
軟弱地盤対策工法	真空圧密+押え盛土工法	-
対策仕様	真空圧密工 ・ドレーン打設間隔1.0m ・L=33.6m 押え盛土工 ・幅6.0m ・高さ2.5m	支間長50m 上部構造 ・PC床版・連続2主鉄桁 下部構造 ・鋼管杭 1000 ・L=58.0m ・N=16本 表層安定処理(3~5m)
(1) 供用後の周辺への影響	ほぼ無し	無し
(2) 供用後の長期沈下量	22cm	0cm
(3) 想定される補修	段差修正 3箇所×1~2回/10年 (通常のオーバーレイで対応可能)	通常の塗装・ジョイント補修
(4) 施工期間	約25ヶ月	約35ヶ月
(5) 建設コスト	1.0	0.9
(6) 供用後の懸案事項	変状が生じた場合でもその対応は容易であり、供用後の問題は小さい	不同沈下等の変状が生じる可能性は低く、供用後の問題は小さい

(4) 『土工構造』と『橋梁構造』の比較

前記までの検討の視点を変え、基本構造の異なる橋梁に着目し、先に選定した地盤対策工を含めた『土工構造』と『橋梁構造』を比較検討した(表-2 参照)。その結果、A・B 区間では長期沈下量が土工構造が20cm前後に対し橋梁構造はほぼ0cmとなり、供用後のメンテナンスは軽減されるが、支持層が未確認であるため摩擦杭での施工となり、供用後に不同沈下が生じる可能性がある。その場合の対応は非常に困難であること、建設コストが土工構造に対し2~3倍となること等から土工構造を選定した。対してC 区間は支持層が確認されているため、支持杭による施工が可能であり、不同沈下が生じる可能性も低く供用後の問題が少ないこと、建設コストも土工構造以下に抑えられること等から橋梁構造が有利となった。また、C 区間の先の区間についてはTNが計画されており、供用後の残留沈下による段差修正工が生じた場合、TN部を含む長距離での片側交互交通規制を伴うこととなるため、残留沈下量がほぼ0cmに抑えられる支持杭での橋梁構造は理想的な構造であると考えられる。

4. まとめ

当該区間の基本道路構造は『土工構造』及び『橋梁構造』とし、地盤対策工については『真空圧密工法』及び『真空圧密工法+押え盛土工法』を選定した(表-3 参照)。今後これらの検討結果を基本に詳細検討を進めるとともに、周辺環境への影響や供用後のメンテナンスの更なる低減を図るべく、十分な議論と検討を重ねる必要がある。特に土工構造における長期沈下量のさらなる低減及び、橋梁構造における深度約60mの傾斜が著しい支持基盤への支持杭の施工性及び所定の支持力確認が今後の課題と考えられる。

今後は、地域の方々や関係者のご理解・ご協力を得ながら道路設計を進め、白竜湖軟弱地盤の克服へ向け努めてまいります。

表-3 白竜湖軟弱地盤の道路構造と地盤対策工(案)

区 間	A 区間 (STA . 6+20 ~ 21+40)	B 区間 (STA . 21+40 ~ 26+70)	C 区間 (STA . 26+70 ~ 32+00)
基本道路構造	土工	土工	橋梁(支持杭)
軟弱地盤対策工	真空圧密工法 (橋梁部に近接する高盛土は押え盛土を併用)	真空圧密工法 (橋梁部に近接する高盛土は押え盛土を併用)	無し