軟弱地盤上における道路盛土の施工管理

中井　智宏*
Tomohiro Nakai

1. はじめに

本工事は，舞鶴若狭自動車道（小浜東 IC～敦賀 JC）建設工事区間のうち，トンネル 1 箇所，橋梁下部工 1 箇所，インターチェンジ 1 箇所を含む施工延長 3,150 m の高速道路を構築するものである．

高速道路の構築においては，盛土範囲に軟弱地盤層が存在し，その直上に盛土構造物（本線幅員 B＝12 m，盛土高さ H＝8 m～12 m）を構築するため，軟弱地盤の圧密沈下対策が課題となり，平成 13 年度より NEXCO 中日本高速道路殿で委員会が組織され，軟弱地盤対策工が検討された．

工事区間のうち，三田地区 STA454 m 付近において，本線道路盛土直下を横断するボックスカルバートが計画されていた．同地区の圧密沈下対策工（緩速盛土工法，プレロード工法，CBD 工法，真空圧密工法）は，既に前工事で施工済みであり，西松建設としては載荷盛土の撤去と函渠構築および本線道路盛土が工事内容であった．

本書は，同地区の施工における課題とその対策に関して報告する．

図－1　平面図（着色部軟弱地盤範囲）

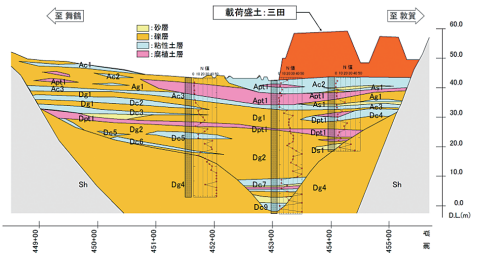
写真－1　三田地区の本線盛土完成写真

2. 工事概要

工 事 名：舞鶴若狭自動車道 上中インターチェンジ工事
発 注 者：NEXCO 中日本高速道路㈱ 名古屋支社
　　敦賀工事事務所
工事場所：福井県小浜市大谷～福井県三方上中郡若狭町三田
工　　期：平成 21 年 11 月 11 日～平成 25 年 2 月 22 日
施工形態：西松建設単独
工事内容：施工延長　L＝3,150 m
　　トンネル総延長　L＝1,405.5 m
　　土工延長　L＝1,388 m
　　橋梁下部工　L＝357 m

3. 土質概要

対象地盤は狭小な谷部の出口を沖積層が被覆した平坦面である．基盤岩は，V 谷に刻まれた丹波帯の堆積岩類に相当し，チャート・緑色岩およびこれらの混在岩等からなる．沖積層は，黒田川の下流域から鳥羽川沿いの低地に広く分布しており，沖積層の下位には全体として礫質土優勢の洪積層が厚く分布する．盛土直下の地盤は，深度 GL－10 m 付近まで極めて軟弱な沖積層の「粘性土層 Ac」と「腐食土層 Apt」が分布している．



図－2　三田地区の地層縦断図

4. 課題

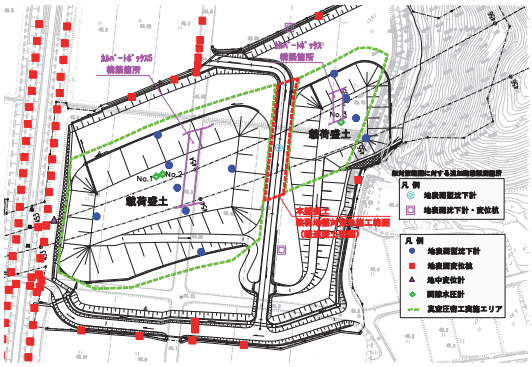
載荷盛土等（盛土高さ H＝16 m）により軟弱地盤対策工を講じた地盤上に，函渠構築（幅 B×高 H＝11.5 m×10.2 m）および本線道路盛土を造成するに際して，下記課題を検討する必要があった．

(1)　他業者が行った軟弱地盤対策の効果確認と載荷盛土撤去時期の検討
(2)　載荷盛土撤去による地盤のリバウンドに伴う函渠の上げ越し検討と長期沈下対策

5. 課題に対する対応

(1)　軟弱地盤対策の効果確認と載荷盛土撤去時の検討

前工事の施工業者より計測工および計測データを引き継ぎ動態観測を行い（**図－3，写真－2** 参照），計測データから「双曲線法」を用いて圧密沈下量 Sc，「log t 法」を用いて長期沈下量 Ss を予測した．発注者と協議を行い，『圧密度 90％以上』，『供用後 5 年間の沈下速度が 5 cm/年』に達した時点で載荷盛土の撤去を行った．



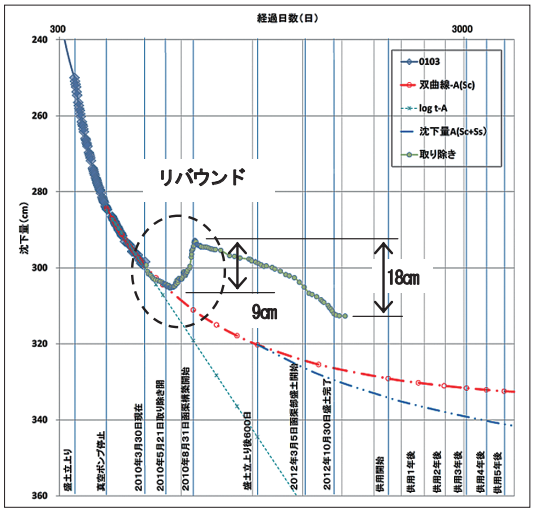
図－3　三田地区の計測工

* 西日本（支）上中 IC（出）

(1)　沈下計

(2)　変位計

写真－2　計測工



図－4　沈下計測値と予測解析値の比較

(2)　地盤のリバウント対策および長期沈下対策

載荷盛土取り除きを開始してから約 2 週間経過した時点で，計測データはリバウンドを示し始め，掘削を停止した時点（設計床付け＋50 cm まで掘削）では，最大 9 cm のリバウンドが計測された（**図－4** 参照）．

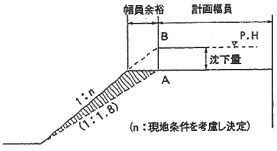
現状は，プレロード荷重に対して約 90％の沈下量と考えられ，盛土部および函渠構築部ともに，荷重として評価した場合，プレロード荷重より小さい．単純に荷重比のみを考慮した場合，圧密沈下は停止することも考えられるが，これまでの計測データより，必ずしも荷重の大きさだけで沈下挙動を判断することは難しいため，安全側にプレロード荷重による残留沈下量を予測値として，函渠の上げ越し及び長期沈下対策工を検討した．

残留沈下量が函渠および本線盛土の舗装に及ぼす影響を考慮し，下記事項の対策工を講じることとした．なお，函渠内の建築限界に余裕があったため，函渠内の道路天端レベルを変更するなどの必要は無かった．

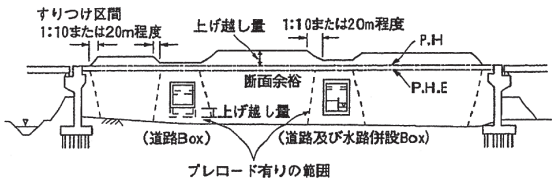
① 函渠はリバウンドを考慮して 10 cm 上げ越して施工する

② 盛土は 30 cm から 50 cm の幅員余裕を確保する（**図－5**）

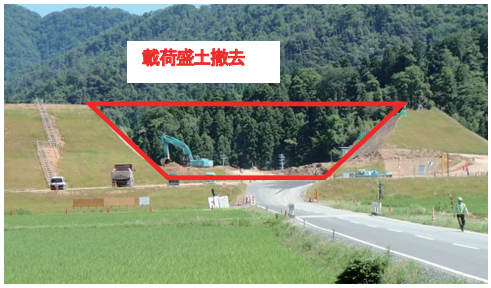
③ 函渠内に設置する下水管（圧力管）において，函渠出入り口部の取り合いには可とう継手（許容変位量 13 cm 以上）を設ける



図－5　幅員余裕の考え方
(NEXCO 設計要領
第 1 集より抜粋)



図－6　上げ越しの考え方
(NEXCO 設計要領 第 1 集より抜粋)



写真－3　三田地区の載荷盛土撤去写真

写真－4　三田地区の函渠施工状況写真

6. おわりに

当該地区は，平成 24 年 10 月 30 日に本線盛土が完了し，3 ヶ月後の平成 25 年 1 月 31 まで動態観測を行った．9 cm のリバウンド後の函渠の沈下量は 18 cm であり，双曲線で想定した沈下量とほぼ同程度であった．

当該工事において軟弱地盤対策範囲と規定されたエリアの盛土工事は，盛土の安定性の問題から緩速施工（3 cm/日）となっていた．当該地区は冬季になると積雪により，盛土工事が中止となるため，工程遅延のための対策工が必要となった．対策工としては，試験盛土および動態観測（日常管理方法：S～δ 法，S～δ/S 法，ΔH/$\Delta\delta$～H 法，δ/Δt～t 法）を行いながら，盛土高さ 1.5 m 毎に盛土立上がり速度を 3 cm/日から 5 cm/日，10 cm/日へと変更して工期短縮を図った．

軟弱地盤上の盛土および函渠構築において，動態観測によるリアルタイムの計測値は最も重要な施工管理指標であり，計測値は工期短縮や設計協議などの様々な検討を行う際のベースとなる資料となった．

今後の類似工事において，今回の工事が少しでも参考になれば幸いです．

謝辞：本工事の施工にあたり，ご指導していただきました NEXCO 中日本㈱をはじめ，関係各位の皆様，とりわけ本社土木設計部の皆様には深く感謝し，お礼を申し上げます．