

傾斜基盤上の軟弱地盤に構築した高速道路盛土の変状要因の推定
と対策工事計画の一事例

(株)ネクスコ東日本エンジニアリング 正会員 ○西村 光司

(株)ネクスコ東日本エンジニアリング 奥村 欣司

東日本高速道路(株)関東支社 加賀 学

(株)ネクスコ東日本エンジニアリング フェロー 永井 宏

1. はじめに

上信越自動車道黒姫地区では、傾斜基盤上の軟弱地盤に高さ約 13 m の盛土が構築されている。当該盛土は、建設時に地盤改良や押え盛土等の軟弱地盤対策が実施され、供用開始から約 20 年が経過している。供用後は、盛土の変位が収束したものの、盛土内に構築されたカルバートボックス（以下、「C-Box」という）の継目部からの土砂噴出、供用中の路面および保護路肩部分への変状が断続的に発生し対応を行ってきた。

本稿は、これらの変状に対する要因の推定と応急対策工事の計画について報告するものである。

2. 現地地形と地盤構造

当該地区の盛土は、山間に盛土を行って造成したもので、下り線沿いの山地からの表流水が盛土内に流入する地形となっている。原地形は、C-Box 付近が最も低く、山地からの表流水や地下水が集水しやすい地形条件である。

基盤は高速道路の横断方向に傾斜し、自然含水比 $w_n=200\%$ 、湿潤密度 $\rho_t=1.2\text{ g/cm}^3$ 程度の粘性土が上位に約 6 m、その下位に自然含水比 $w_n=400\%$ 、湿潤密度 $\rho_t=1.05\text{ g/cm}^3$ に達する有機質土層が深度 14 m 程度まで堆積した軟弱地盤になっている（図-1）。

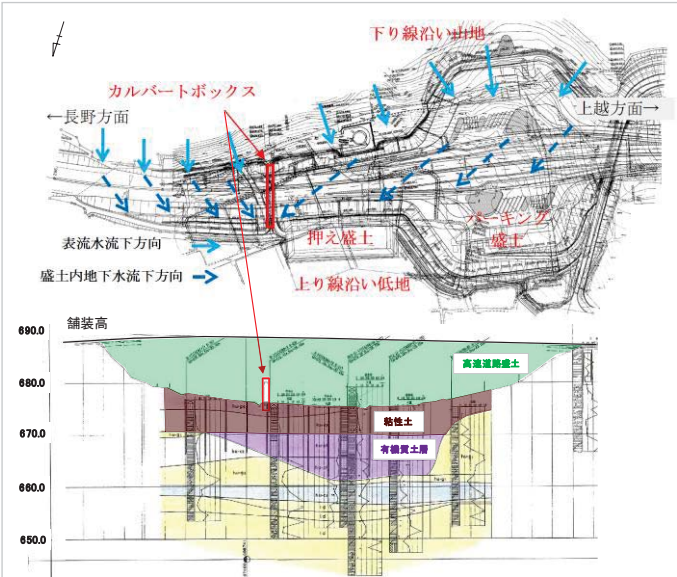


図-1 地形・地質図（縦断図）

3. 既設軟弱地盤対策工の概要

当該地区の C-Box および高速道路盛土の施工は、盛土の安定解析の結果より、緩速載荷のみでは所要の安全率の確保が困難であることが判明したため、軟弱層の基盤が傾斜していることを考慮し「深層混合処理工（以下、「DJM」という）＋サンドドレーン工法（以下、「SD」という）＋敷網工」を採用し施工を開始した。しかし、盛土高約 8m 付近で水平変位が観測され、地盤の不安定化が進行する兆候が認められたため、上り線側に高さ 4 m、幅 25 m の押え盛土を検討実施した。対策工法の概要を表-1、対策工の平面・断面配置を図-2 に示す。

表-1 軟弱地盤対策工（既設）

対策工	目的	施工箇所	仕様
DJM	安定対策	上り線側のり尻部	φ 1.0m 1.2×0.95接円配置 (ap=68.7%)
DJM	安定対策	C-Box下	φ 1.0m 1.2×1.2 (ap=54.5%)
DJM	安定対策	補強土壁工基礎	φ 1.0m 1.2×1.0 (ap=50.3%)
SD	沈下対策	盛土部 (DJMより山側)	バックレーン d=12cm 打設間隔 1.2m×0.8m
敷網工	盛土補強	盛土部	ひし形金網 (φ 5.0×50×50) JIS G 3552 亜鉛メッキ 2段
押え盛土工	盛土補強	上り線側 C-Box～PA間	高さ4m 幅25m

4. 供用後の変状と変状要因の推定

供用後の主な変状は、建設時の盛土の変位で開いた C-Box 継目部における土砂噴出、沈下を伴う路面の亀甲クラック、および保護路肩部の陥没であり、それらの発生時期は概ね融雪期の 3 月下旬～4 月であった（写真-1）。これらの変状は、いずれも建設時に軟弱地盤対策を実施した上り線側の C-Box 付近で発生していたことから、これ

キーワード 軟弱地盤、地下水、盛土、高速道路

らの対策工の配置と盛土内水の流れに着目して変状の要因を推定した。

建設時の検討資料等による既存資料調査の結果、上り線のり尻部の DJM および高速道路のり面に密着した押え盛土工は、下り線側の山地から盛土内に流入した表流水や地下水の流れを阻害させやすい配置であることが判明した。また、C-Box より上越側に施工されたサンドマットの末端部は、押え盛土に接しており盛土外への排水機能の低下が懸念された。このような状況から、現地形の凹部に構築された C-Box と押え盛土で囲まれた付近では盛土への流入水がダムアップされやすい構造になっていた。

このことから長年にわたる高い盛土内水位により盛土材が脆弱化し、融雪時期等にみられる大きな水位変動とともに、開いた C-Box 継目部から土砂が噴出し、密度低下が生じた盛土付近の路面や保護路肩に変状を発生させたものと推定した。

5. 変状対策工事の計画

当現場では、前述した変状要因の推定を基に舗装面から高密度表面波探査を実施し、密度が低下していると推定された盛土範囲のうち、変状が集中した上り線 C-Box 周辺の盛土を良質材に置換える応急対策工事を計画した。工事は、交通への影響を考慮し、通行止めを伴わない 2 分割施工とした(図-3)。そのため置換え材料には、盛土掘削時の土留めとして自立可能で、現状の盛土重量を超えない軽量盛土材を選定した。

施工の手順は、はじめに中央分離帯側を土留め工を併用し軽量盛土材料で置換え、舗装まで復旧し、通行車線を切替えたのちに、先行して構築した軽量盛土を土留めとして、のり面側を掘削し同材料で置換える計画である。

DJM と C-Box、押え盛土によりダムアップが推定された盛土内水に対しては、押え盛土を一時的に掘削し、高速道路盛土ののり尻に碎石縦排水工を施工することにより盛土内水位の低下と排水促進を図る計画とした。

6. おわりに

本稿では、傾斜地盤上の軟弱地盤に構築した高速道路盛土の変状について C-Box の位置、軟弱地盤対策工の種類と配置、現地形による表流水・地下水の流下経路の相互関係から、その要因の推定と応急対策工事計画について報告した。今後は、供用路線の安全・安心を確保するために、応急対策工事を速やかに実施し、あわせて、長期的な盛土の安定を図るため、盛土内への地下水流入と盛土内水位低下に対する対策工を検討実施していく予定である。

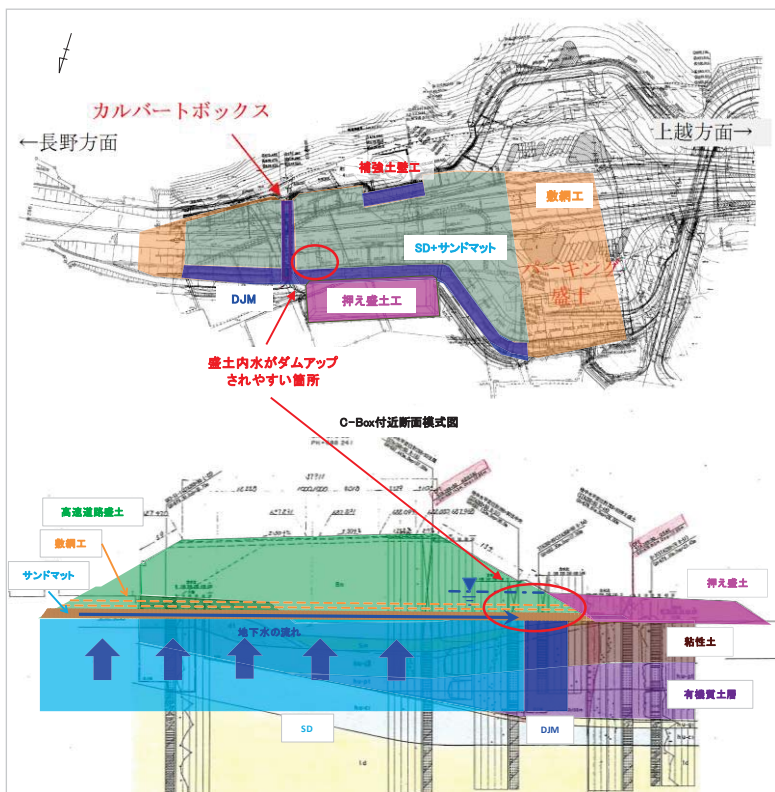


図-2 対策工平面・断面図 (C-Box 付近模式図)



写真-1 C-Box 継目部の土砂噴出(左), 路面亀甲クラック(右)

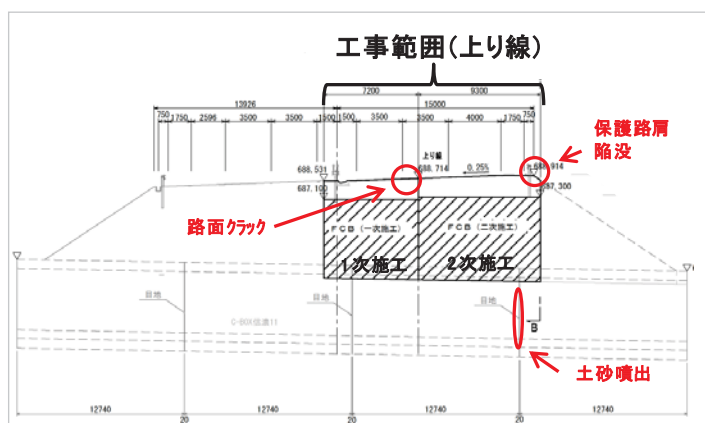


図-3 応急対策工事 工事範囲