

中層混合処理工法を用いたのり面災害復旧の設計・施工

東日本高速道路(株) ○小川 徹^{※1}
(株)NIPPO 法人会員 加藤 浩之
大日本土木(株) 法人会員 三井 健司

1. はじめに

平成 23 年 3 月 11 日に発生した東日本大震災により、東北自動車道国見地区（福島飯坂 IC～国見 IC 間）は、高速道路の盛土のり面が 60m にわたって崩壊した。本復旧計画にあたっては、土質調査の結果に基づく分析及び現地施工条件等を整理・検討し、中層混合処理工法による地盤改良を採用した。

本稿は、大震災での被災状況及びのり面施工では実績が少ない「中層混合処理工法」の設計、施工状況等について報告するものである。

2. 損傷概要と応急対策

震災後の道路盛土には、①走行車線の亀裂（縦断方向に最大幅 0.8m、深さ 2.5m、クラック長約 60m）、②路面の段差（走行方向に約 20cm）、③盛土のり面の崩壊、④遮音壁・防護柵の傾き、⑤盛土のり尻の隆起（一部、液状化による噴砂）が発生した。

3 月 11 日の震災後、ライフラインの復旧・被災者への救援物資の輸送を行う上で、一刻も早い高速道路の交通確保が要求され、当箇所は延 9 日間で応急復旧工事を行った。応急復旧工事の内容を表-1 に示す。



写真-1 道路被災状況

表-1 応急復旧工事一覧

被災箇所	応急復旧工事の内容
① 走行車線の亀裂	舗装撤去、砕石充填、舗装復旧
② 路面の段差	土嚢設置、舗装すりつけ
③ 盛土のり面の崩壊	大型土嚢設置、H形鋼打ち込み、のり面整形
④ 遮音壁・防護柵の傾き	遮音壁撤去、防護柵設置
⑤ 盛土のり尻の隆起	大型土嚢設置



写真-2 応急復旧全景

3. 盛土の崩壊原因調査

盛土の崩壊を受けて、(社)地盤工学会の調査団が現地を視察した結果、「田圃等が盛り上がっている状況を踏まえると、典型的な液状化による円弧すべりである。液状化により、地盤のせん断抵抗が低下し、盛土が滑動したものの」と推定された。

本復旧にあたり実施した地盤調査では、盛土下最上位には層厚 1.0m～2.5mの表土を含む第四紀完新世堆積物の粘性土層（Ac）、その下位には第四紀更新世の段丘堆積物が分布していることがわかった。更新世第一層は粘性土層（Pc-1）を主体とし、その間に液状化する可能性のある層厚約 1.0m程度の砂礫層（Pg-1）が連続して分布している。更新世第二層は粘性土（Pc-2）・有機質土（Pp-2）・砂質土（Pcs-2、Ps-2）・砂礫（Pg-2）の互層で、砂質土層は液状化する可能性がある」と判定された。

4. 本復旧の設計および施工方法

盛土のり面の復旧は、崩壊部分の撤去と良質土による再盛土が一般的だが、施工時に高速道路の安全性を確保するための大規模な仮設土留工や車線規制及び交通切り替えをとまなうため、施工期間が長期化する。しかし、本復旧箇所は、平成 23 年 12 月 1 日から実施される東北自動車道の無料措置によって交通量の増大が予想される

キーワード 道路盛土、地盤改良、中層混合処理工法、斜面崩壊

連絡先 ※1 〒960-0231 福島県福島市飯坂町平野字前原 11 Tel 024-542-0111

中での施工となったため、高速道路利用者への影響を最小限とする対策工の選定が求められた。そこで、本線上の車線規制を要しないこと（側道からの施工）、対策範囲は斜面内であること、短工期であること等の設計・施工条件で検討した結果、のり面施工では事例の少ない中層混合処理工法（SCM 工法：Surface-Compact-Mixing）による地盤改良を適用することとした。また、車道部下の盛土地盤の乱れに対する復旧は、舗装打ち替え時に路床および路盤の改良を行うこととした。

本復旧の設計に先立ち、応急復旧断面の安定性の照査を行った。応急復旧では、段差の補修、クラックの碎石充填、のり面整形が行われたが、盛土内は乱された状態にあるものと想定されるため、粘性土の粘着力はあまり期待できないと判断された。そこで、盛土は内部摩擦角のみで評価するものとし、土質調査結果より推定した。また、Pg-1 層の土質定数は液状化の影響を考慮して、地震時に 2/3 に低減するものとした。安定照査は、円弧すべり法（修正フェレニウス法）に震度法を適用した式とし、レベル 2 地震動における設計水平震度は 0.2 として照査した結果、常時安全率が 1.17、地震時安全率が 0.75 となり、計画安全率を確保できない結果となった。

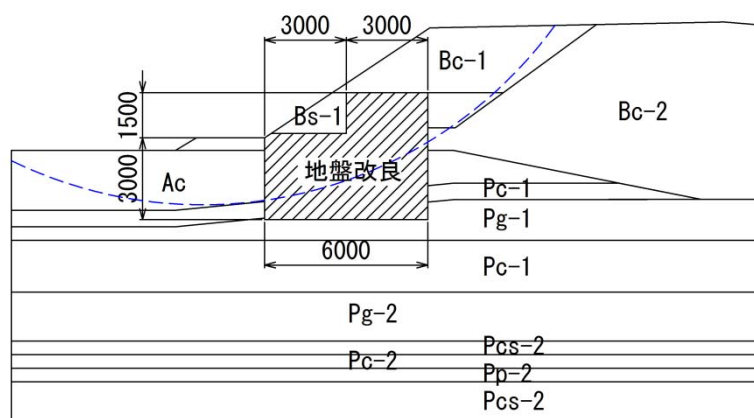


図-1 のり面安定解析結果

これより本復旧では、Ac 層および盛土の強度増加を目的とした地盤改良範囲を Ac 層の想定線より下に 50cm 以上根入れさせ、改良強度を Pc-1 層の粘着力 (37kN/m^2) 以上とすることによって、常時安全率が 1.25 以上、地震時安全率が 1.00 以上となり計画安全率を確保することができた。実施工においては、セメント添加量を室内配合試験の結果から SCM 工法の最低セメント添加量の 70kg/m^3 、水セメント比を 120% と決定し、材齢 28 日における一軸圧縮強度は現場目標強度の 83kN/m^2 以上となった。

施工順序は、施工時の斜面安定性を確保し供用中の高速道路への影響を最小限とするため、道路横断方向では道路から最も離れたのり尻部からのり肩部へと進め、道路縦断方向では連続施工を避け間隔をあけての施工を行った。また、供用車線の監視を行うため変位観測杭を設置し、盛土の安全性を確認しながら施工を行った。



写真-3 施工状況、変位観測杭



写真-4 完成のり面

5. おわりに

今回、制約条件の多い供用中の高速道路の本復旧において、短期間で確実に施工が可能である地盤改良工法として中層混合処理工法を採用した。近年、大規模地震や集中豪雨によって盛土構造物の崩壊事例が報告されているが、今後行われる盛土構造物の安定性能向上対策に本事例が参考になれば幸いである。

最後に、本工事の施工にあたり、工事に対するご理解とご協力を戴いた地元関係各位およびご指導・ご助言を頂いた方々に謝意を表します。

参考文献

1) 設計要領 第一集 土工編 平成 22 年 7 月 東日本高速道路株式会社・中日本高速道路株式会社・西日本高速道路株式会社、2) 道路土工 盛土工指針 平成 22 年 4 月 社団法人日本道路協会