

## 新潟県中越地震に伴う上越線の盛土の被災とRRR工法による復旧

JR 東日本 正会員 吉川 正治  
 JR 東日本 正会員 相沢 文也  
 JR 東日本 正会員 森島 啓行

## 1. はじめに

2004年10月23日に発生した新潟県中越地震による鉄道盛土の被害は、上越線、信越線を中心に4線区で、盛土崩壊、路盤陥没、道床流出等、新潟県中越地方の広い範囲で発生した。

本稿では、新潟県中越地震で大規模に被災した、在来線土構造区間のうち、被害の大きかった上越線の2箇所の盛土における被害とRRR工法による復旧工事について報告する。

## 2. 被災状況

今回の地震による上越線における大きな被災箇所は、震源地に近い越後川口・小千谷間に集中していた。地質は、新第三紀鮮新世から第四紀更新世前期に堆積した海成堆積物で構成され、泥岩、細粒砂岩ならびに泥岩を主体とする細粒砂岩泥岩互層が多く、少量の礫岩と礫層がある。被害箇所の多くは、盛土の切盛境界部、谷、沢等を埋め立てた集水地形、線増による腹付け盛土境界部、傾斜地盤上の盛土などの特徴と有しており、地震時崩壊の主因であった過剰間隙水圧の上昇に伴う盛土崩壊や地盤の基底破壊、側方流動に伴う盛土流出は見られなかった。崩壊した盛土材料は、細粒分を多く含む粘性土系が多い。「鉄道構造物等設計標準(土構造物)」(以下、「土構造標準」という)では、B群からD群に属するものが多く、締め固め度は高くない。

以下に、RRR工法による復旧箇所の被害状況を示す。

### (1) 上越線 220k500m 付近

崩壊箇所は、信濃川本流に面している攻撃斜面急崖部の上部に当たる。基盤は、川口層上部に当たる泥岩で信濃川へ向かって層傾斜している、いわゆる流れ盤構造となっている。その上部に不整合で第四紀更新世の浅海、河川堆積層である魚沼層が覆っている。下り線が開業線で、急崖斜面上の川口層、魚沼層および崖錘堆積層を切り土した構造となっている。上り線は複線電化で建設された区間で、下り線に平行して山岳トンネル在来工法によるトンネル(天王トンネル)とコンクリートボックスのスノーシェルターが連続している。その斜面上部を国道が通っている。

崩壊最上部は国道部の亀裂であり、崩壊幅は下り線部分で線路方向約55m、上り線ではスノーシェルターとトンネルの接続部分を中心に覆土が崩落し、一部コンクリート覆工が露出した。斜面上部には平成11年に発生した降雨災害

時に施工した現場打コンクリート格子枠工が、斜面下部には重力式の土留め擁壁が施工してあったが、崩壊土砂とともに流下した。最大崩壊深さは約7m、崩壊土量は約9,900 $\text{m}^3$ であった。

### (2) 上越線 221k000m 付近

当該箇所は、上記に述べた箇所から小千谷方に約500mに位置する。信濃川の河岸段丘上部であり、基盤は天王トンネルと同じ川口層となっている。本線の横に擁壁(h=2m)があり、上を平行して国道が走っている。この箇所は、信濃川にそそぐ石田川に面した崖錘斜面に盛土した箇所であり、盛土部を含めた斜面延長は約120mである。崩壊の上部は国道の路面であり、車道中央の舗装面が陥没し、国道と上越線の間にあった擁壁が倒壊、鉄道路盤は線路方向に65m、最大崩壊深さ12m、崩壊斜面延長120mにわたり崩壊、流失した。斜面下部約70mの位置にあった高さ4mの重力式コンクリート擁壁は、打継ぎ部分で倒壊した。崩壊土量は約13,000 $\text{m}^3$ である。当該箇所は、上下線で崩壊したため、単線復旧時においても複線同時に盛土を復旧する必要があり、単線運転での最速の復旧工程上、最もクリティカルとなった。

## 3. 復旧工法の選定

被害の規模から判断して、耐震、耐降雨性能を考慮した案として橋梁形式による復旧案を検討した。この工法の場合、今回報告する被害を受けた箇所は急な斜面であるため、杭打ち機のような大型装備を持ち込むことは大規模な仮設設備を必要とするため、復旧にかなりの期間がかかり、莫大な工費、工期を要することとなる。また、余震の続くなかでの復旧工事となるため、施工の安全性を考慮し、盛土構造による復旧を行うこととした。

盛土復旧の条件として、早期に復旧できること、現行の鉄道土木構造物設計標準(土構造物)によること、耐震、耐降雨性能を持つこと、などを基本方針とし、盛土構造の選定を行った。

はじめは、崩壊土砂を取り除き、規定の安定勾配で盛り立てる案を検討したが、盛土量が約10,000 $\text{m}^3$ を超え、工期が2ヶ月以上かかると想定されたため、工期に大きく影響する盛土量を最小とする構造を検討した。

検討の結果、盛土壁面を急勾配で盛り立てることで、通常ののり面勾配を有する盛土と比較して、扱い土量を大幅に削減することができ、工期短縮、工事費縮減が可能とな

キーワード 新潟県中越地震, 上越線, 被災, 復旧, RRR工法

連絡先 〒950-8641 新潟県新潟市花園1-1-1 JR東日本 新潟支社 設備部工事課 TEL025-248-5176

る補強盛土工法とした。補強盛土には曲げ剛性を有する一体の壁面工法と面状補強材（ジオテキスタイル）を用いたRRR工法を採用することとした。

#### 4. RRR工法による復旧

##### (1) 上越線 220k500m 付近

崩壊土を盛土の支持地盤とするためにセメント安定処理を行い、グラウンドアンカーにより地盤変位を抑制し、安定させる構造とした。

施工手順は崩壊土を盛土の支持地盤とするためセメント安定処理を行い、安定化を図った。その後、のり面にモルタル吹付け、グラウンドアンカーの打設を行った。また、当該箇所が集水地形であると判断したことから、盛土支持地盤の排水処理として排水フィルタおよび暗渠排水管（65）を盛土と支持地盤の境界に敷設した後、所定の高さまで順次面状補強材を敷きこみながら盛土（堤体最大高さ6.9m）の構築を行った。盛土材料には粒度調整碎石を用い、締め固め管理を行いながら盛り立てを行った。型枠支保工を設置後、壁面コンクリートの打設を行った。本工事における数量は盛土が1,767m<sup>3</sup>、壁面工が81m<sup>3</sup>となった。（図-1）

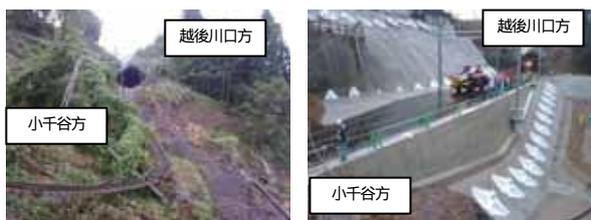


写真-1 220k500m 付近の状況

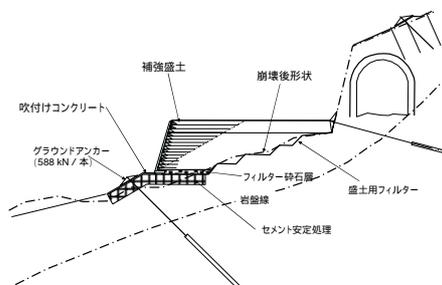


図-1 220k500m 付近復旧断面図

##### (2) 上越線 221k000m 付近

当該箇所は、壁面工基礎と支持地盤とを一体化し、壁面工に作用する水平力を支持地盤にとらせる構造とした。この構造は、非常に強い耐震性を示すこと、ネーリングが斜面上の擁壁の補強方法として効果的であると同時に、新設の補強土擁壁にも適用できるという優位性をもっている。したがってロックボルトを壁面基礎に配置するにより、斜面上の盛土および盛土基礎の安定性を向上させることができる。道路に近接して盛土を構築することから、道路に作用する荷重についても設計に盛り込んだ。施工手順としては、支持地盤となる軟岩まで崩壊土、表土を掘削、撤去し、軟岩に自穿工ロックボルト（L=2.0m, 2.0m ピッチ）を打ちこみ、補強擁壁壁面工の基礎を打設した。集水地形と想定されるため、壁面基礎付近の排水性をよくするために基礎背面にはフィルタ層を設け、基礎前面側に暗渠により導水



写真-2 221k000m 付近の状況

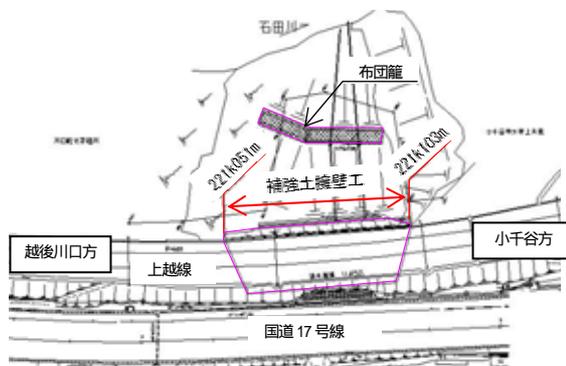


図-2 221k000m 付近復旧平面図

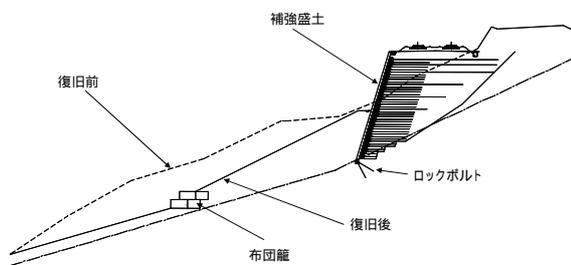


図-3 221k000m 付近復旧断面図

する構造とした。面状補強材敷き詰めながら所定の高さ（堤体最大高さ13m）まで順次盛土の盛り立てを行った。工事の総施工数量は盛土が4,000m<sup>3</sup>、壁面工159m<sup>3</sup>であった。補強盛土下方の崩壊土砂を整形して構築した盛土についても、排水性を考慮してのり尻に布団籠、のり面に排水工を設置した。（図-2、図-3）

#### 5. おわりに

今回の災害において、復旧構造としてRRR工法を採用したことにより、急勾配な支持地盤などの悪条件下においても十分な要求性能を満足する恒久対策が応急工事で実施することできた。

復旧に際し、多くの方々に、なみなみならぬご協力を頂いた関係各位に対し、感謝を申し上げる。

#### 参考文献

- 1) 谷口善則, 森島啓行: 新潟県中越地震による鉄道盛土の被害とその復旧, ジオセンティック技術情報, 2005.3
- 2) 荻原義雄, 高村圭一: 新潟県中越地震における JR 上越線盛土崩壊災害復旧報告, 鉄建建設技術研究報告, 2005.10
- 3) 北本幸義, 阿部裕, 下村博之, 森島啓行, 谷口善則: 大震災を受けた鉄道盛土の強化復旧事例, 第 8 回ジオセンティックシンポジウム, 2006.9
- 4) 相沢文也, 森島啓行: 新潟県中越地震の概要, 鉄道施設協会誌, 2005.9
- 5) 今井勉, 吉川正治: 新潟県中越地震・路盤（在来線）に被害と復旧, 鉄道施設協会誌, 2005.9
- 6) 森島啓行, 猿谷賢三, 相沢文也: 在来線鉄道の土構造区間における被害と復旧, 基礎工, 2005.10