

Ⅳ－340

土石流による線路流失災害の発生機構推定と復旧工事

J R 東日本東北地域本社 正会員 大柳伸彦

J R 東日本東北地域本社 正会員 中鉢 強

平成6年9月30日、仙山線奥新川面白山高原間において台風26号に伴う豪雨により約90mにわたり線路が流失する大災害が発生した。ここに災害の状況、原因の推定、復旧工事の概要について報告する。

1 災害状況

9月30日11時06分頃、保守用車により線路巡回中の作並保線区員が35K650Mから740Mにわたり盛土が流失し線路が梯子状に約10m垂下し、その先も約40mにわたって九右衛門沢上流から流入堆積した土石流が線路上を覆っているのを発見した。さらに、土石流は沢が合流する新川川を埋め尽くし、線路と平行する新川川の凍水トンネルの入口をも閉塞させていた。また、九右衛門沢橋梁の橋桁（デッキガーダーL=10m）は土石流により押し流され、凍水トンネル入口付近に堆積した土砂の下に埋没していた。

災害発生前10日間の奥新川駅（災害地から約2KM起点方）における雨量は9月22日16時から23日12時にかけて149mm、24日19時から25日10時にかけて49mm、27日3時から30日12時にかけて283mmの降雨があった。特に、災害前日の29日22時から30日10時までの12時間は230mmの連続的な豪雨に見舞われていた。

30日1時47分に連続雨量130mm、時雨量44mmとなったため、列車の運転中止が発令されていて、事前の適切な運転規制により旅客、貨物への被害を避けることができたことは幸甚であった。

2 災害原因の推定

2.1 土石流発生域の状況

土石流の発生域は九右衛門沢の線路から約400m上流方の沢右岸の南東斜面で沢のほぼ中流部にあたり南沢林道から約80m程下った箇所である。今回の大規模な崩壊跡には、主に珪化した酸性凝灰岩が分布し1m前後の弱～中風化帯が存在するのが確認されている。

崩壊地の滑落崖の高さは約2～4m、崩壊面積は約1haあり、崩壊土量は2～4万m³と推定される。

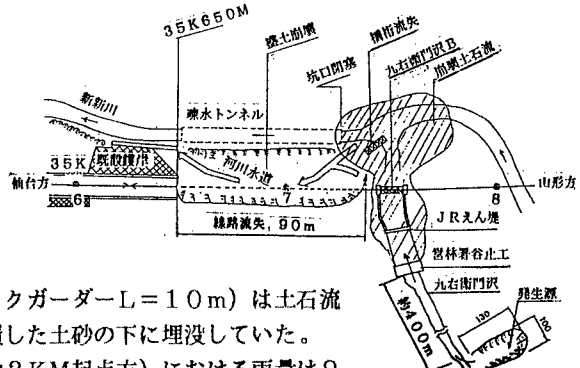
2.2 崩壊の経緯

崩壊跡の滑落崖頂部は斜面の遷急線にあたり、今回の崩壊箇所の下流側にもかなり以前に遷急線から崩壊した痕跡が認められ、今回の崩壊も自然の侵食現象によるものと考えられる。また、崩壊斜面中央部付近において湧水が確認されている。以上から、今回の崩壊機構としては表土、風化層、割れ目の発達した珪化した酸性凝灰岩の部分において、降雨の浸透による地下水圧の上昇により不安定な遷急線部分が崩壊に至ったという過程が考えられる。さらに、9月は仙台地方気象台観測以来という1箇月降水量638mmという異常降水があり山地内に多量の地下水が蓄積されていたことが主因と考えられる。

2.3 土石流の発生機構

上述の過程で崩壊した土砂は本沢に多量に堆積し沢上部からの流水を堰止め、ダムアップされ湛水した。災害発生直後の調査でも、沢左岸に流水が溢流した痕跡が認められ、溪床にも多量の土砂や約1～2mもある巨礫、巨木等の崩壊堆積物が残存しており、これらから、崩壊堆積物が一時的に崩土ダムを形成し、ダム

災害概況平面図



アップした後、その水圧により決壊した。吸水流動体化した土砂の上にこれらの巨礫、巨木が乗る形で土石流と化して、沢兩岸の表土を削剥、樹木を薙ぎ倒し、一気に400m下流まで流下したものと推定される。

2.4 流下域及び堆積域の状況

通常、溪床堆積物の移動による土石流は溪床勾配 14° 以上のところで発生すると言われているが、九右衛門沢の平均溪床勾配は 20° 、最大 40° と急勾配となっており、過去にも数回溪床堆積物の移動による土石流災害が発生している。平成元年8月にも集中豪雨による土石流が線路下を横断する伏び入口を埋没させ、線路上に土砂が流入する災害が発生している。そのため、鉄道側では伏びを橋梁化し、林野側では谷止工6基を設置し、土石流対策を講じていたが、今回の土石流は発生形態は異なるが、下流域の谷止工2基を乗り越え、九右衛門沢橋梁の鉄桁をも押し流してしまった。

沢の下流域で線路から約60mの上流部には比較的新鮮なひん岩、花崗岩が露出した滝状の急な溪床があり、兩岸の表土には土石流が激しく流下した痕跡が残っていて、この部分でエネルギーを得て、加速流下したものと推定される。

2.5 盛土流失箇所付近の状況

河床堆積物が疎水トンネル上部からその北側の盛土流失した下部の所まで分布しているのが見られることから、線路建設前の新新川は比較的広い河床で流れていたが、その後河川南側斜面の表層崩壊により流路が北側に寄り狭くなった。その河道上に盛土を建設することになり、河道を疎水トンネルにより付け替えたと考えられる。そして今回、土石流堆積物が疎水トンネル入口を閉塞したため、新新川の流水が盛土部分に廻り、盛土を崩壊流失させたものと考えられる。盛土流失土量は約8千 m^3 と推定される。

3 復旧工事

仙山線は県都仙台市、山形市を結ぶ都市間旅客輸送線区であるとともに、石油、セメント等の貨物輸送をも担う重要線区であることから、早期復旧が要請された。しかし、①災害現場は山間部で線路以外の搬入路がない箇所、必要な機材等は奥新川、山寺両駅からの保守用車による運搬となること、②今回のような数百年に1回程度の大規模な土石流に対しては運転規制等のソフト面に対応することとし、中小規模の土石流を想定した対策工とすることなどを基本にして経済性、施工性等の面から復旧計画を検討した。

3.1 築堤部分の復旧

①橋梁を新設する案 ②別ルートでトンネルを新設する案 ③線路右側に別線を敷設する案 ④盛土で築堤を復旧する案等について検討したが、流入土砂が盛土資料として良好であり、大量に堆積しており、工期、工事費とも有利であることから、④盛土案で復旧することとした。

現場の土砂は盛土資料としては適しているが、施工場所が狭隘で、十分な締固めが出来ないこと、急速施工が要求されることなどから、セメント系固化剤による改良を行った。また、盛土のり尻に設ける土留工は軽量で施工性も早く現地の岩礫を活用出来る網製自在枠による土留工を採用した。これは一種の重力式擁壁であるが、鉄道構造物としての施工事例がないため、仮設構造物として扱い、後で前面にコンクリート土留壁を施工した。

3.2 九右衛門沢橋梁の復旧

土石流に対しての抵抗力を増加させるためコンクリート桁や橋台と一体化してボックスカルバートにする計画案等が検討されたが、どの程度の土石流エネルギーを想定するかで橋台まで失う可能性があること、橋桁は流されたものの橋台は桁座補修程度で使用出来ること、一部加修すれば直ぐ使用可能な運用桁が確保できコストダウンも図れること、林野側でも沢部の安定化対策が実施されることから鉄桁による復旧とした。

