

鉄道盛土の被災原因の一考察

JR 東日本 正会員 ○篠田 和典
 JR 東日本 正会員 高橋 政善
 JR 東日本 正会員 江良 文靖

1. はじめに

2017年梅雨期に、北日本で梅雨前線が停滞・活発化した影響で東北地方では大雨となり、内陸部を走る地方幹線の鉄道盛土が幅約70mに渡って崩れる大きな被害を生じた。本稿では、この鉄道盛土の被災原因について考察を行ったので報告する。

2. 鉄道盛土の被災状況

被災箇所付近では、災害発生前日からの2日間で300mm以上の記録的大雨を観測している。災害発生当日、周辺は広く浸水しており、被災箇所の鉄道盛土は2m近く浸水していた。なお、列車運行は前日昼の雨量規制により運転中止となっている。この浸水は現場付近を流れる川幅数mの沢沿いに、近傍を流れる河川の水が約1km上流の当該箇所付近まで逆流したため生じたとみられる。被災後の付近の水位は、当日昼から夕方までほぼ一定であった(図1)。

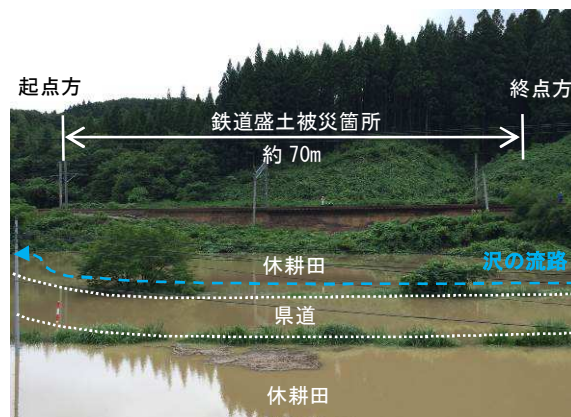


図1 被災箇所遠景(災害発生当日昼)

3. 原因の考察

災害発生翌日昼過ぎに周辺の水が引き、全体像が明らかとなった(図2)。被災箇所は、現場付近を流れる沢沿いに形成された狭隘な低地を急曲線の片切片盛で渡る盛土内側で、山側の切土は新第三系のシルト岩、盛土側は軟弱な沖積層からなる地質境界部に位置する。切土上方には面積約0.3haの集水地形が形成されており、線路勾配は終点方から起点方に約9%で下る。集水地形に常水はないが、谷口には排水こうが設置されており線路側溝に接続する。被災時、線路側溝及び排水こうとの接続点に水が溢れた形跡はなく、地表水は適切に処理されていた。集水地形下方の滑落崖は落差約2.0mで、表層のバラストが約1.0mと厚く、線路勾配に沿って路盤に水みちが形成されている可能性が示された。バラストの下は異物のない地山からなり、円礫混りの段丘堆積物が薄く0.5m前後堆積し、その下0.5mの粘土化部からわずかではあるが湧水がみられた。このことから、山側の集水地形に浸透した水が盛土側まで浸透してくる状況にあったと推察される。当該盛土は近年、のり肩のひびわれ、上部のやせ、のり尻の湿潤化などの変状が部分的に認められたため、木杭打設等の措置がとられた履歴がある。このとき、のり面内の一部に劣化した土のうや木杭跡などの古い措置履歴が確認された。その後の検査で変状は認められず、数年前にのり面工が施工され安定化が図られた。

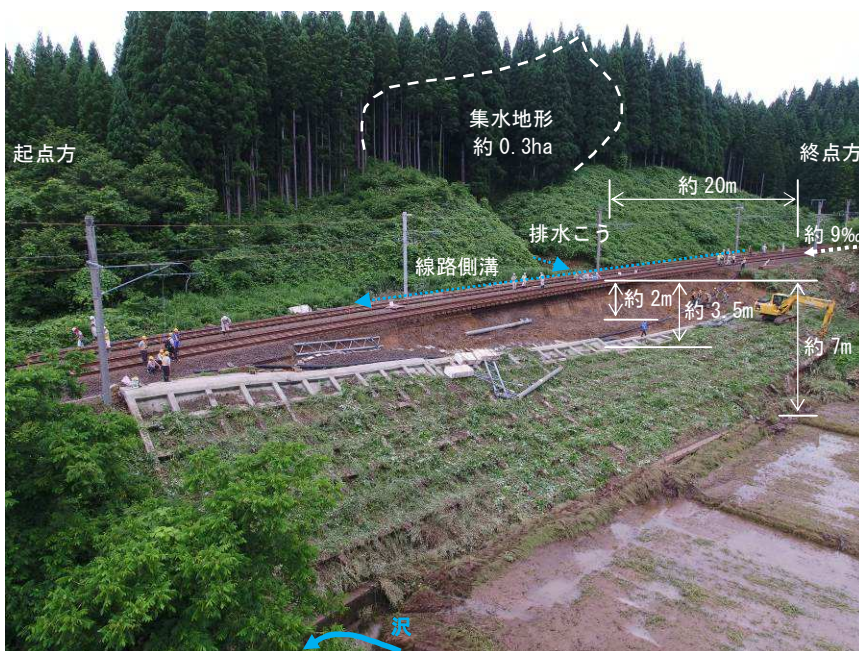


図2 被災箇所全景(災害発生2日目昼:ドローンによる空撮)

キーワード 大雨, 鉄道盛土, 浸水, のり面工, 基準水面法, 安全率

連絡先 〒151-8512 東京都渋谷区代々木二丁目2番6号 東日本旅客鉄道(株) TEL03-6276-1251

上記事項を次の①～⑤に整理し、当該盛土のり面が被災に至る経過を考察する（図3）。

① のり面工施工前に発生した変状は、当該箇所のある地形地質的素因を背景に緩慢に進行し、梅雨期等を契機に顕在化した現象であると推察される。

② その後の措置を経て、数年前にのり面工が施工され安定化が図られたものの、2017年梅雨期に発生した大雨の影響で盛土内の間隙水圧が上昇した。

③ 2日間にわたる大雨により、近傍を流れる河川が氾濫し、当該箇所付近まで浸水した影響により、のり尻の基礎地盤表面の強度が低下するとともに、盛土下部に「水没による浮力」が発生し、末端の押さえ荷重が減少した。

④ さらに、のり尻から1.8m（発生当日）の高さまで水位が上昇したことで、盛土の強度が低下するとともに、盛土内の排水条件が悪化し、「地下水位の堰上げ」が生じたと考えられる。

⑤ 2日間にわたる大雨に加えて、約1km下流の河川が氾濫し盛土が浸水した影響で、盛土内の間隙水圧が著しく上昇して大きな円弧すべりが発生したと推察される。

次に、浸水時の盛土の安定度について、国土交通省「貯水池周辺の地すべり調査と対策に関する技術指針（案）・同解説」に示される「基準水面法」を参考に考察した。ここで、基準水面法とは、水没水位と等しい基準水面を設定し、水没部の影響を取り扱う斜面安定解析方法である。すべり面形は、被災前後の断面形の比較より、滑落崖直下からのり面工基礎底部をすり抜け、のり尻の休耕田を押し上げる形状の円弧すべりを想定した。これが浸水により、のり尻の水位が1.8m上昇した時点ですべりの発生時と仮定して推定安全率 $F=1.00$ を与える（図3④）。この土質条件で、河川氾濫・浸水開始時の推定安全率を求めると $F=1.06$ と試算される（図3③）。同様に、大雨時の想定地下水位を滑落崖直下の湧水箇所とのり尻を結ぶ直線で与えると推定安全率は $F=1.08$ となる（図3②）。このように想定ではあるが、浸水時の盛土の安定度について定量的な評価を試みた。なお、のり面工の影響について、のり枠の重さを上載荷重として加算し、比較計算したところ、のり枠を載せた状態の方が、0.5%程度安全率が上昇する試算結果を得た。このことから、のり枠の重さがすべり発生の要因になった可能性は低いと考えている。

4. おわりに

今回、鉄道盛土が被災した主要因は、記録的な大雨に加えて、河川の氾濫による盛土の浸水という特殊な条件が大きく影響したと考えている。また、被災箇所特有の地形地質的素因や過去の履歴も背景としてあることが分かった。近年厳しさを増す傾向にある気象環境を念頭に、今後の災害発生防止に向けて、周囲と異なる地形地質条件や過去の履歴等を考慮した現場毎の個別検討の重要性を改めて認識したところである。

参考文献

- 1) 気象庁, <http://www.jma.go.jp/jma/index.html>, 2018年2月
- 2) 国土交通省河川局治水課, 貯水池周辺の地すべり調査と対策に関する技術指針(案)・同解説, 2009年7月
- 3) 財団法人国土技術研究センター, 改訂新版 貯水池周辺の地すべり調査と対策, 2010年12月20日

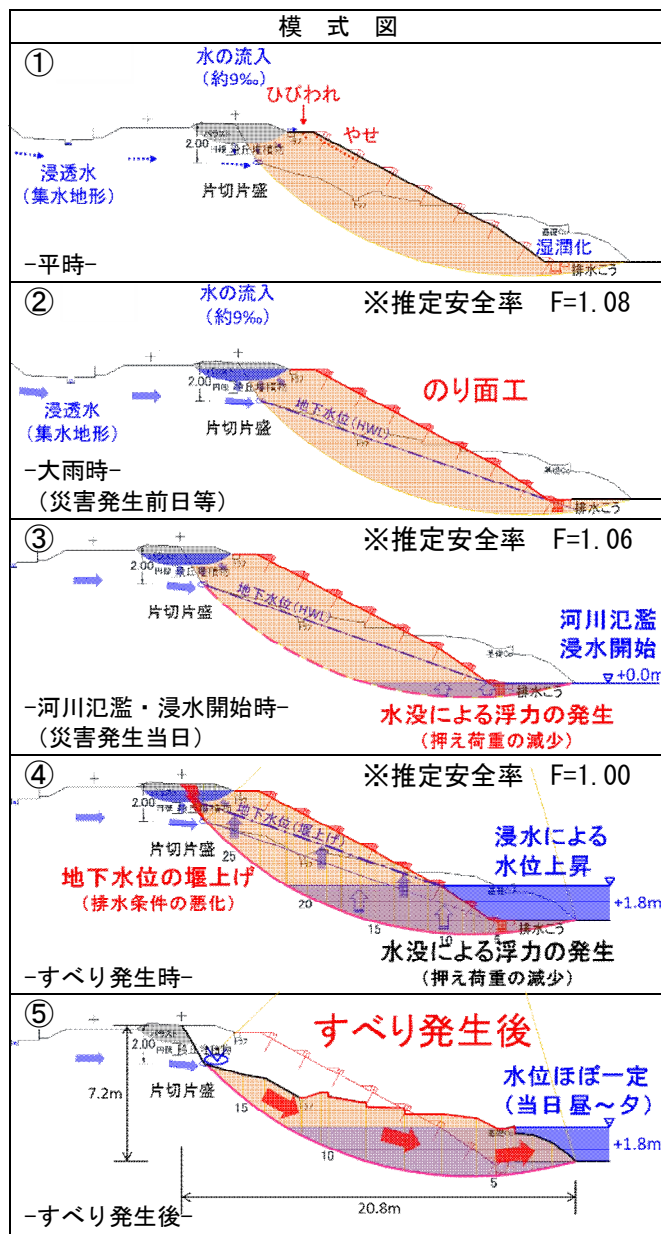


図3 盛土のり面が被災に至る過程

この土質条件で、河川氾濫・浸水開始時の推定安全率を求めると $F=1.06$ と試算される（図3③）。同様に、大雨時の想定地下水位を滑落崖直下の湧水箇所とのり尻を結ぶ直線で与えると推定安全率は $F=1.08$ となる（図3②）。このように想定ではあるが、浸水時の盛土の安定度について定量的な評価を試みた。なお、のり面工の影響について、のり枠の重さを上載荷重として加算し、比較計算したところ、のり枠を載せた状態の方が、0.5%程度安全率が上昇する試算結果を得た。このことから、のり枠の重さがすべり発生の要因になった可能性は低いと考えている。