

地震被害原因究明と合理的な復旧のための調査データの集約と共有の重要性 —新潟県中越地震における木沢トンネルの事例—

東海旅客鉄道株式会社 正会員 ○富安 由里子
東京大学生産技術研究所 正会員 小長井 一男

1. 目的

新潟県中越地震において被災した主要地方道川口大和線木沢トンネル(以下、木沢トンネル、(図-1))はその被害が地震によって滑動した地すべりによるものであることが当初疑われた。地すべり土塊は特に融雪期に再び滑動する可能性が高いため、復旧に取り掛かる前に冬季をはさんだ長期間の動態観測が必要になったのである。そして約1年半を待って、地山が安定していることを確認した上で、ようやく本復旧工事が開始された。工事そのものはわずか2ヶ月で終了しているが、結果的には完全な復旧までに2年という歳月がかかり、この間木沢トンネルよりさらに奥の峠、塩谷地区への交通は規制され続けた。

木沢トンネルの被害は、これまでの道路トンネルの被害の中でも前例がないものであった。したがって、被害原因が当初確定できず、想定し得るケースに慎重に対応したがために結果的には復興が遅れてしまったのである。これまで報告事例のなかった被害であるだけに、復旧が実現した後もその調査と復旧の過程を振り返り、科学的な解釈を加えていくことが重要であると思われる。

本研究では、新潟県中越地震によって被災した木沢トンネル周辺の被災地をめぐる課題を中心に述べ、円滑な復旧へつなげることのできる調査の在り方を検討する。

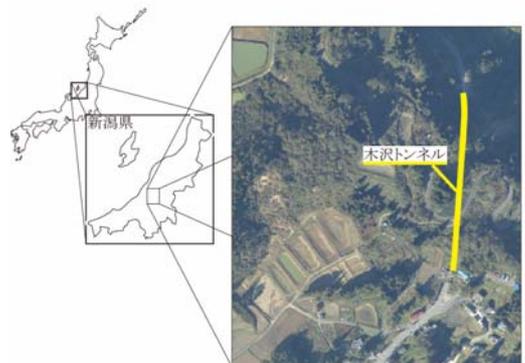


図-1 木沢トンネル

2. 調査対象

地震発生から4年目の2008年10月に木沢トンネル周辺の調査を行った結果、新たな事実を考察できた。これまでの(社)土木学会(株)応用地質)や新潟県川口町建設企業課、新潟県長岡地域振興局のボーリングデータにおいてせん断帯が確認されていたが、2008年10月に木沢地区の2箇所の井戸で調査を行った結果、せん断部となり得る変形を確認した。これら2箇所の井戸の変形は2007年早々に報告がなされていたが、今回初めて実地調査を行った。その2箇所の井戸は、木沢地区にある圓柳寺の井戸と、作業所の井戸である(図-2)。

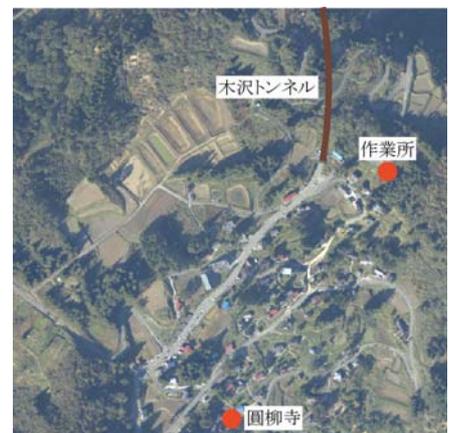


図-2 井戸の位置

3. 調査内容および結果

上記の2箇所の井戸では、地震後の2007年の修復工事の際に、途中で曲がっている変形部分が発見された。作業所の井戸については、ビデオカメラを降下させることによってその変形位置を確認した。ビデオカメラを降下した結果、作業所の井戸の変形は地表面から深度32mの位置であることがわかった。

圓柳寺の井戸については径が小さくビデオカメラをおろすことが不可能であったため、径の異なるパイプを降下することによってその変形位置およびずれ量を推定した。その変形位置については、パイプに巻尺を装着することによって計測できた。その結果、圓柳寺の井戸の変形は地表面から約20mの位置であることがわかった。また、変形ずれ量については、降下させたパイプは外径がそれぞれ60mm,50mm,30mmであり、

30mmのパイプは途中で止まることなく降下できたが、50mmのパイプは途中で止まってしまったことから、ずれ量は81-130mmと推定できる。

これら2つの井戸の変形位置の標高のデータと既存の(社)土木学会のボーリングデータ(KH17-1)をグラフにプロットすると、すべり面と仮定できる平面が存在する可能性が出てきた(図-3)。なお、各点はStrikeの方向に投影してある。

この平面はトンネルが断面横ずれを起こした位置(図-3の水色の線)や木沢トンネル東側の町道で確認された地層の層境界(図-3の黄色の線)とも重なっている。

地中構造物や基礎などは地盤の動きにほぼ追従するため、道路舗装の亀裂をマッピングすることで地盤の動きの全体像をつかむことができる。新潟県長岡地域振興局(2006)は、木沢トンネル直上を通る町道の舗装部分に現れた亀裂情報を収集した。これらの亀裂の多くが図-4で示すように左横ずれか右横ずれの変位を示した。左横ずれと右横ずれの変位の集合はそれぞれ、およそ北東東から南西西にかけてと、およそ北北西から南南東にかけての配置となっている。これはこの地域が北西から南東方向へ圧縮された可能性を示しており、その最大主応力方向はトンネルの南部分の220mから260mのセグメントがシフトした方向と一致している。さらに図-4より、北東東から南西西にかけての左横ずれの集合とトンネルのシフト方向、作業場の井戸の変形方向のいずれもが整合することがわかる。

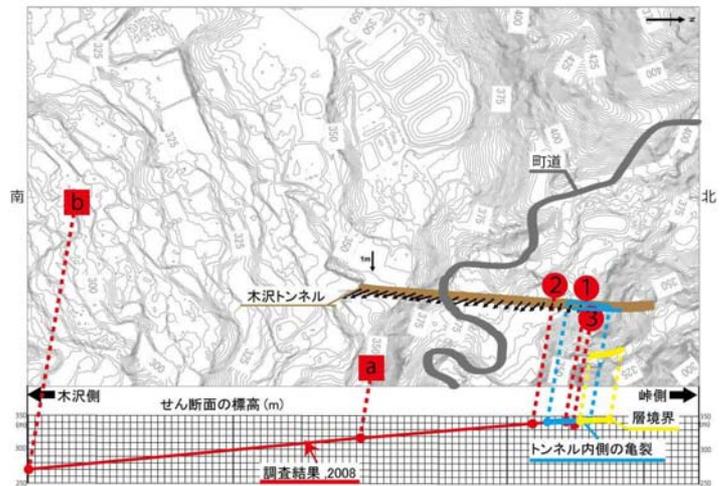


図-3 推定せん断平面

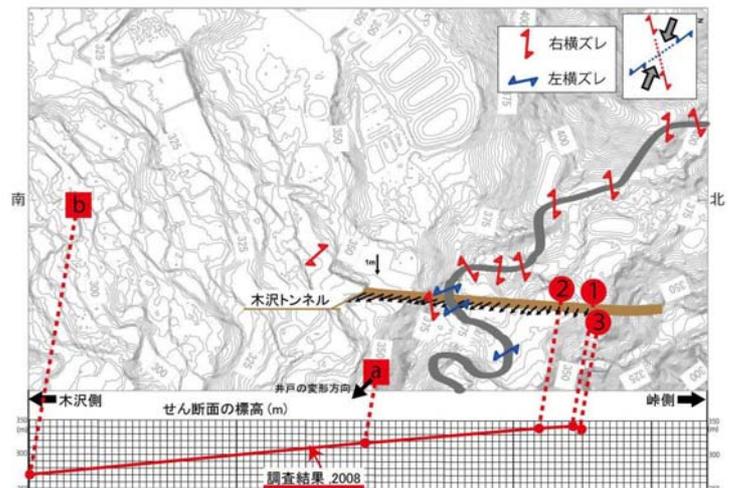


図-4 推定せん断平面と町道の亀裂の比較

4. まとめ

地震から4年を経た2008年10月の調査で、井戸の変形を調査したことにより、

- これまでに推定していたすべり面よりも大きい広がりを持ったすべり平面が存在する可能性があることがわかった
- 地震発生から随時更新されてきた“想定されるすべり破壊面”の大きさや位置はどれも同一ではなく、情報量の増加とともに被害原因の解釈が時々刻々と変化していることがわかった
- 作業所の井戸の変形方向およびトンネルのシフト方向が南東方向であったこと、すべり面と仮定した平面の傾斜方向が南南西方向であったことを考慮すると、トンネルは地山が圧縮された北西-南東方向にずれており、地すべりではない可能性も疑える

謝辞

本調査を行うにあたり、(株)応用地質、(株)基礎地盤コンサルタント、(社)土木学会、新潟県柏崎地域振興局、また新潟県北魚沼郡川口町の星野ボーリングの皆様から資料提供等のご協力を戴きました。ここに深く感謝の意を表します。