

新潟県中越地震における木沢トンネルの被害形態と地山挙動の影響

愛媛大学大学院 学生会員 ○土谷 基大
愛媛大学工学部 フェロー 森 伸一郎

1. はじめに

2004年10月23日の新潟県中越地震（マグニチュード6.8）の際に、県道71号川口町木沢と峠の間にある木沢トンネルは、重大な被害が生じた。ここではその被害状況を明らかにするとともに被害原因を議論する。

2. トンネルの概要と被害調査方法

木沢トンネルは、南北に延びる道路トンネルであり、延長305mで、内空幅9.05m、高さ5.90mの断面を有しており、覆工厚は30～50cmである。上半先進ベンチカット工法で掘削されたトンネルで、1991年11月に竣工している。図-1に木沢トンネル周辺の地形と被害状況を示す¹⁾。トンネルの南北両坑口周辺はそれぞれ南西方向と東方向に移動すると推定されている潜在地すべり地塊¹⁾を貫通している。調査は2004年10月30日と11月12日に実施した。被害の詳細は状況とメカニズムの推定については別途報告しているが、ここでは特徴的な被害形態と地山挙動の観点から原因を議論する。

3. 木沢トンネルの被害状況

木沢トンネルは全長にわたり覆工コンクリートに亀裂が発生し、断面が変形するなどの被害が発生したが、亀裂展開図として表す¹⁾とその形態は次の4つに分類される。以下距離は原則として北側坑口を起点とする。(1)95～230mと40～80mの円周方向よりわずかに傾いた亀裂、(2)230～305mの施工目地に沿う円周方向亀裂、(3)ほぼ同じ区間における側壁の軸方向亀裂、(4)35～75mの両側壁の軸方向に低角度に斜めに生じた巨大亀裂である。図-2に(4)の35～75mにおける亀裂展開図を示すが、過去に例を見ないものであり、これに着目してその原因を議論する。

4. 巨大軸方向亀裂の被害メカニズムの考察

着目する巨大亀裂発生区間では、トンネル横断面に著しい変形が見られる。図-3に北側坑口から63m地点における横断面の変形状態を示す。西側のアーチコンクリートはトンネル内部方向への押し出しが認められるが、これは西側からの力が作用したことが原因であると考えられる。図-3において黒丸で示した巨大軸方向亀裂部分は圧挫による亀裂を示し、白丸で示した軸方向亀裂は引張による開口亀裂を示している。この圧挫状態の亀裂と開口状態の亀裂は図-2の亀裂展開図において平行に延びているのが明瞭にわかる。このような亀裂の生じ方からトンネル横断面はこの4点がヒンジのように機能して変形したことがわかる。この区間においてトンネル横断面の上半部が東

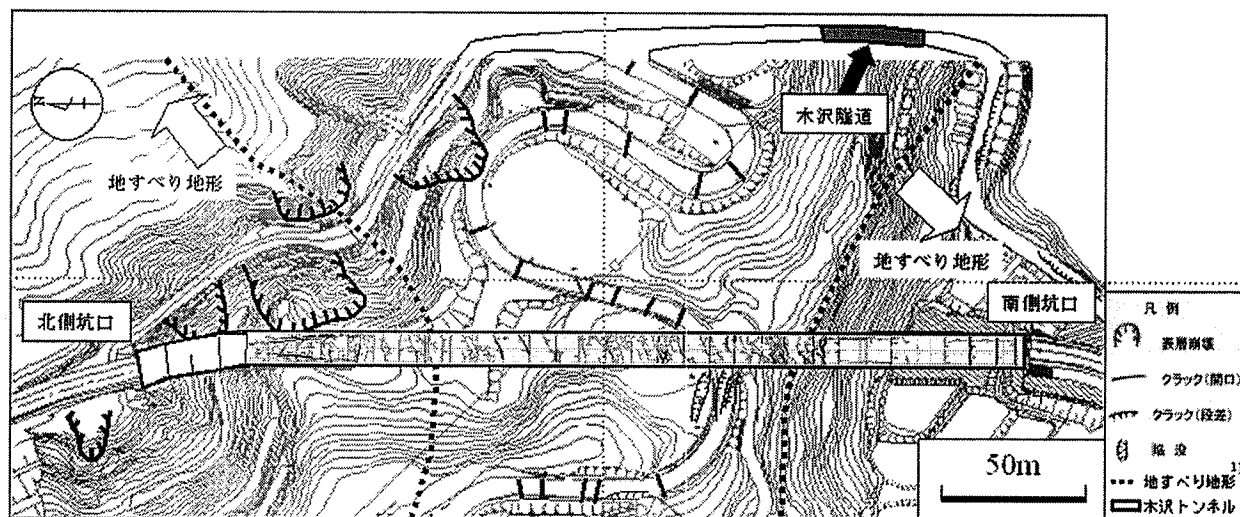


図-1 木沢トンネル周辺の地形と被害状況

キーワード：トンネル，地すべり，震害

連絡先(790-8577 松山市文京町3 FAX：089-927-9845,email：mori@dpc.ehime-u.ac.jp)

側に変形していることが確認できる。

5. 地すべり地塊とそのすべり方向の推定

延長 305 m について両側壁の SL 上における開口幅の差から求められる剛体変形角増分を積分し、延長に対するトンネル軸線の水平変位を推測した。この結果を図-4 に示す。北側坑口で変位、変位角をゼロとして積分すると、50 m 付近から東方向の水平変位が出現し 200 m 付近まで増加し、最大 1.86 m にも達している。すなわち、この変形状態から北側坑口を基準とすると 50 m より南の地山が東側に移動したと推測できる。

また、図-1 から木沢トンネル南側坑口から東方に木沢隧道が位置している。このトンネルではクラウンコンクリートの崩落、路面の変状、断面の変形など大きな被害を被った。写真-1 に木沢隧道の西側覆工のせり出し路面が圧縮されている状況を示す。トンネル西側の土圧が増加したことを意味している。木沢トンネルの軸線の変形状態と木沢隧道の西側側壁の変形状態、更には周辺地域の亀裂の生じ方から、木沢トンネルの北側坑口を起点として 50~230 m 区間（図-1 では地すべり地形上に含まれていない部分）の土塊が東方向へ移動したと推測される。

6. 結論

- (1) 北側坑口を起点として 35~75 m 区間に生じた巨大軸方向亀裂とそれに伴う横断面図の変形は、トンネル上半部に位置する土塊が西から東方向へ移動したために生じたものと考えられる。
- (2) 北側坑口を不動点と考えると、木沢トンネルの SL 高さにおける軸線の変形は南側坑口では約 2 m にも達する。
- (3) 50~230 m 区間においてトンネル軸線の変形と木沢隧道の西側側壁の変形状態から西から東に向ける地すべり性の挙動が生じたと考えられる。

謝辞

新潟県土木部にはトンネルに関する資料を提供して頂きました。応用地質の高柳朝一氏には木沢トンネル周辺の被害に関する情報を提供して頂きました。ここに記して感謝します。

参考文献

- 1) 森伸一郎，土谷基大：新潟県中越地震における木沢トンネルの被害とそのメカニズム，土木学会
- 2) 国土地理院：2万5千分の1 都市圏活断層図 小千谷 国土地理院技術資料 D・1-No.388

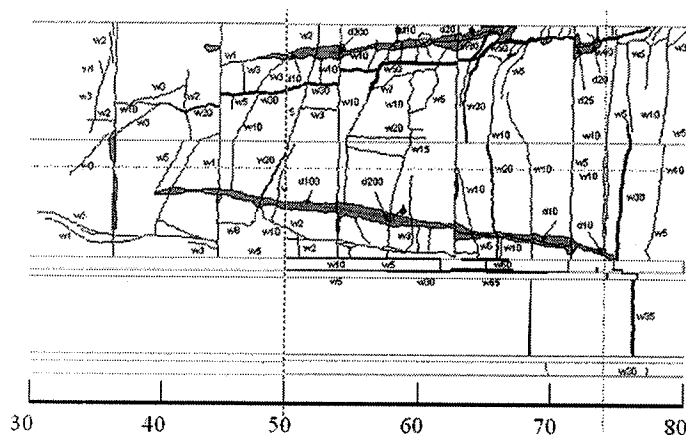


図-2 北側坑口から 30~80 m 区間に生じる巨大軸方向亀裂のある亀裂展開図

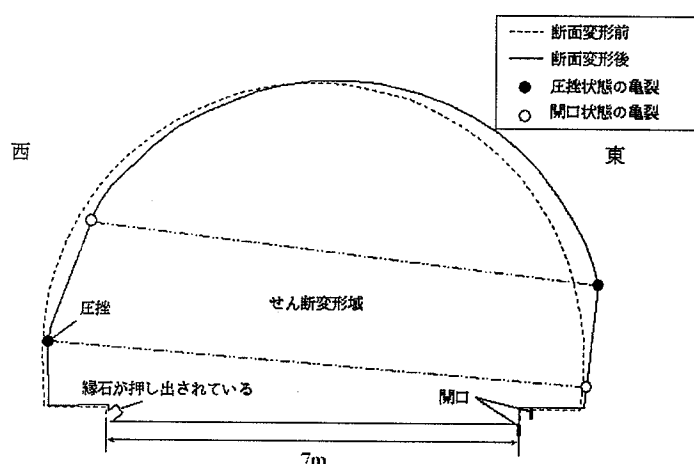


図-3 北側坑口を起点として 63 m 地点における横断面図

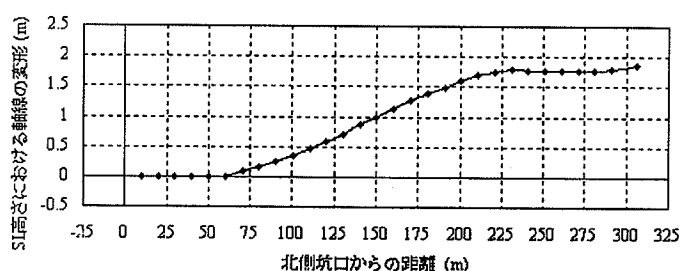


図-4 SL 高さにおけるトンネル軸線の変形



写真-1 木沢隧道における西側側壁の変形及び路盤の圧縮