

トンネルの被害

株式会社オリエンタルコンサルタンツ 正会員 ○中谷重美
株式会社オリエンタルコンサルタンツ 正会員 西川啓二

1. はじめに

2000 年 10 月 6 日 13 時 30 分、鳥取県西部を震源とする地震が発生した。この地震により、負傷者 132 人、建物損壊 5410 棟の被害を受け、幹線道路・JR 伯備線寸断にて基幹産業へも多大な被害を与えた。

本報告は鳥取県西部地震にて被災した構造物の内、地震被害を受けにくいとされているトンネルにおいて、唯一被災した一般国道 180 号内の明地トンネルについて報告するものである。

2. トンネル概要

明地トンネルは、山陰と山陽を結ぶ一般国道 180 号の鳥取県日野郡日野町～岡山県新見市の県境に跨る道路トンネルである(図-1)。

トンネル延長は 1130m(鳥取県側 547.8m、岡山県側 582.2m)、車道幅員 6.5m。鋼製支保工矢板工法(在来工法)にて昭和 49 年 3 月に築造し、27 年が経過している(図-2)。当地地質は、古生代三郡変成岩類が主体であり、鳥取県側坑口部に中生代後期貫入岩の風化花崗岩が存在し、トンネル中央部において断層と交差している。

3. 被災状況

鳥取県内トンネルの内、明地トンネルのみに被災影響が確認された。図-3 地震震源分布図及び地表部に現れた被災現象より想定された断層が本トンネルと交差しており、この断層が今回の地震で動いたため被災したと推察される(図-3,4)。今回の被災によりトンネルに生じた変状現象は以下の通りである。

- ① 地震挙動によりみずみちが変化し、トンネル全体から新たな漏水が確認された(写真-1)。
- ② 鳥取県側坑口から 10～30m 間の覆工天端部に斜め方向の亀裂が 3 箇所確認された。亀裂幅は、0.3～8.0mm に達している。原因として坑口部は土被りが浅く、風化の進んだ花崗岩内にあるため、地山の拘束力がなく、地震の強い横揺れにより、斜め方向の亀裂、打継目部の浮き剥離が発生したと推察される(写真-2)。この推察原因と同様な事例が参考文献¹⁾に報告されており、これによると本トンネル亀裂と同様亀裂が報告されている。
- ③ 鳥取県側坑口から 240～350m の箇所では、覆工コンクリート肩部に新規縦断方向亀裂が多数確認された。また、極所集中荷重作用と考えられる放射状の亀裂が 1 箇所確認された。肩部亀裂の原因は、断層破碎帯交差区間にあるため地山拘束力が不足し、地震の横揺れにより、肩部に亀裂が発生したと推察される。放射状の亀裂は、断層内の一部地層が横揺れにより、緩み域が拡大し、集中荷重として作用したと推察される(写真-3,4)。この推定原因も②と同様に参考文献¹⁾²⁾に報告されており、その中で本トンネル亀裂と同様亀裂が報告されている。



図-1 明地トンネル位置図

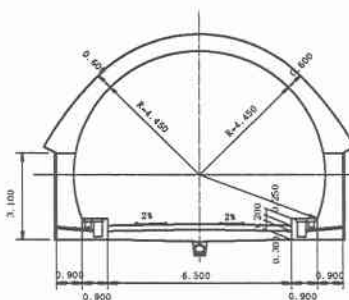


図-2 トンネル断面図

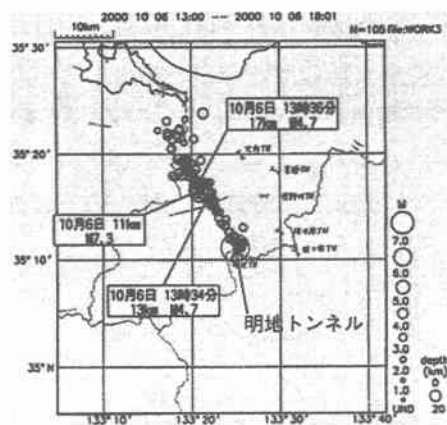


図-3 地震震源分布図

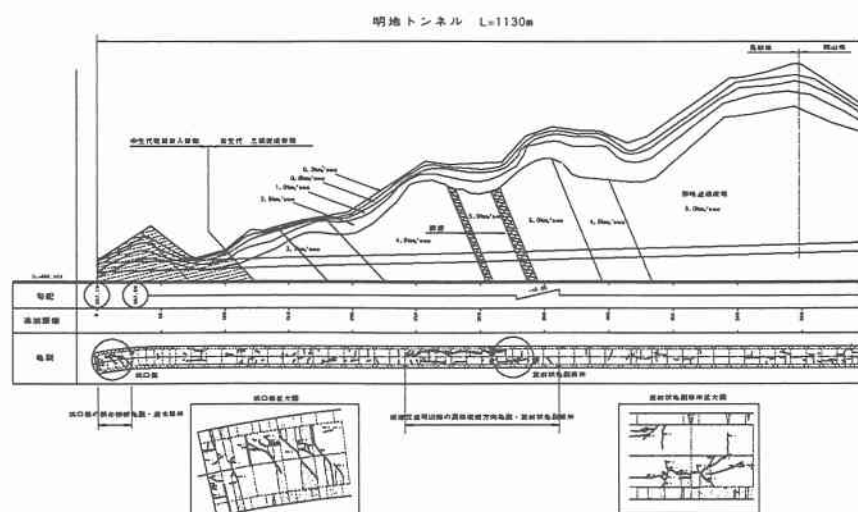


図-4 地質縦断面図と被災箇所

4. 復旧対策工

供用交通の安全確保を目的として、震災以前の健全度を確保するために、以下の復旧対策工を採用した。

① 漏水対策

明地トンネルは、中国山地の山間部に位置するため、漏水の冬季凍結等による供用交通及びトンネル本体への影響が懸念される。対策工としては、地下水位低下及び導水を目的として水抜きボーリング(2m)と導水樋工を採用し、供用交通の安全等を確保した。

② 覆工コンクリート復旧工

覆工コンクリート亀裂からの漏水防止及び覆工コンクリート断面修復を目的として、ひび割れ注入工及び浮き剥離修復工を採用し、覆工耐力の増加を図った。

③ 地山補強工

放射状亀裂発生箇所のボーリング調査により、断層破碎帯との交差が確認され、この断層交差による偏圧が変状の原因と判断した。

対策工としては、ロックボルト工とロックボルト効果補完の地山注入工を採用し、トンネル周辺地山改良によるグランドアーチ形成効果にて偏圧対策を図った。

5. まとめ

鳥取県西部地震により被災した明地トンネルは地震断層交差により、トンネル構造上の弱点箇所である坑口部及び断層破碎帯交差部に変状が発生し、山岳トンネルにおける耐震構造のあり方を再考させる貴重な事例となった。今後の山岳トンネル課題としては、新設トンネル設計時の断層交差箇所及び坑口部の耐震検討、供用トンネルの被災時重点点検箇所整備及び断層交差部等の耐震対策検討が必要であると考えられる。そのため、委員会を設立して、各検討項目の抜本的な検討手法等を確立する必要があると考える。

【参考文献】

- 1) 朝倉ら：山岳トンネルの地震被害とそのメカニズム,土木学会論文集, No659/Ⅲ・52, pp.27～38, 2000-09
- 2) 既設トンネル近接施工対策マニュアル、鉄道総研、1995



写真-1 坑口部漏水状況

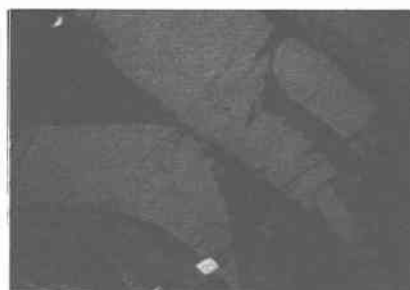


写真-2 坑口部斜め横断亀裂

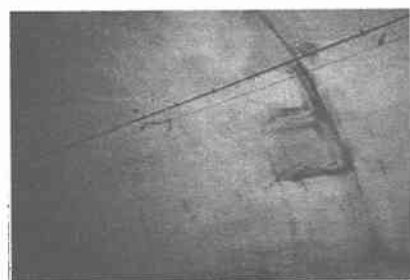


写真-3 トンネル中央縦断方向亀裂



写真-4 トンネル中央部放射状亀裂