

既設道路トンネルの大規模な地震被害リスクを考慮した対策優先度に関する研究

山口大学大学院 学生会員 ○浦川 佳樹
山口大学大学院 正会員 林 久資
山口大学大学院 フェロー会員 進士 正人

1. はじめに

山口県が管理している道路トンネルでは、建設後50年を超えたトンネルの割合は、2014年時点では約2割であるが、20年後には5割へと増加する。同様に、全国的においてもトンネル老朽化の進行が問題となっており、従来の事後保全型から予防保全型に点検・対策方針を切り替え、長期利用を目的としてトンネルに対策を適宜行う必要がある。

一般に、覆工コンクリート（以下覆工と称す）の健全性の低下要因は、覆工のひび割れ、漏水、うき・剥離等による強度劣化が想定されており、一般的な使用状況においても経年的にも劣化すると考えられている。その一方、トンネルは地震に強い構造物といわれているものの、2016年に発生した熊本地震では俵山トンネルが地震により被害を受け、一部覆工の崩落など健全性の急激な低下を引き起こした被害が報告されている¹⁾。

本研究では、覆工の健全性を急激に低下させる地震リスクに着目し、地震によるトンネル被害の実状を被害報告書から調査した。そして、山口県に存在する活断層で大規模地震が発生した場合の被害想定と山口県道に制定されている緊急輸送道路による道路重要度を考慮し、トンネルの対策優先度を検討した。

2. 新潟中越地震におけるトンネル被害の分析

地震によるトンネルの被害報告が取りまとめられた新潟中越地震におけるトンネル被害について述べる。新潟中越地震は平成16年に新潟県中越地方で生じた震源深さ13kmでM6.8の地震である。本地震は、六日町断層帯北部の活動によると考えられている²⁾。

図-1に被害トンネルと断層面モデルの位置³⁾を、図-2に断層面からの距離・震度と被害程度別のトンネルの関係を示す。断層面モデルはJ-SHISに記載されている断層面モデル⁴⁾を参考にした。被害大は、大規模な補強・補修を必要とした被害、被害中は、被害大以外で補強・

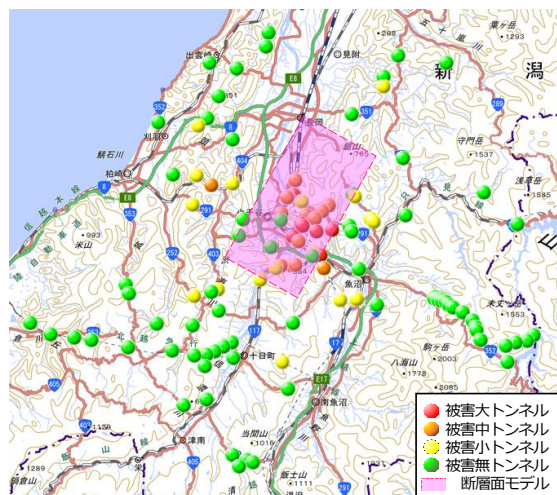


図-1 中越地震の被害トンネルと断層面の位置³⁾

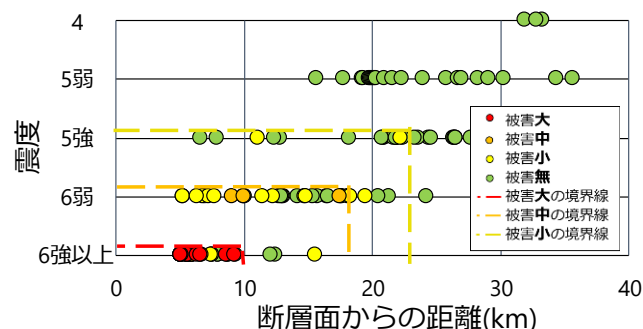


図-2 断層面からの距離・震度とトンネルの被害

補修を必要とした被害、被害小は、補強・補修を必要としなかった軽微な被害、被害無は、被害報告無しのトンネルである。被害程度別の境界線は、各被害が生じたときの最大距離、最小震度とした。各被害の大、中、小の最大距離はそれぞれ約9.3km、約17.5km、約22.2kmである。被害程度別の境界線を用いると、各被害の生じる可能性がある範囲がわかる。

3. 対策優先トンネルの選定

J-SHISの想定地震地図⁴⁾を参考に新潟中越地震とマグニチュードが同程度、もしくは若干低いマグニチュー

キーワード トンネル、地震、維持管理

連絡先 〒755-8611 山口県宇部市常盤台 2-16-1 山口大学大学院創成科学研究科 進士研究室

TEL0836-85-93

ドの地震を引き起こすと想定されている山口県内の活断層11本を検討の対象とした。そして、山口県内で地震が発生した際の地震被害リスクを考慮した対策優先度を検討した。具体的には、新潟中越地震において断層面からの距離および発生震度とトンネル毎の被害状況から得られた被害が生じる可能性がある範囲を断層別に当てはめた。その上で、物資輸送を円滑かつ確実に実施するために必要な道路である緊急輸送道路⁵⁾を合わせて考慮した。図-3に山口県内の活断層面とトンネルの位置図を示す³⁾。直線の断層面モデルは傾斜角が90度である。図-4に、例として岩国断層帯のみを対象として断層面からの距離とJ-SHISから得られたトンネル位置の想定震度を図化し、地震被害が生じる可能性がある範囲を整理した結果を示す。この図より、岩国断層帯の場合、被害「大」が生じる可能性が想定される道路トンネルはないが、被害「中」と想定されるトンネルが2本存在することがわかった。

山口県内に想定されている11本の断層帯を調査した。その結果、被害「大」の可能性のある範囲に存在するトンネルは確認できなかった。次に、被害「中」と想定される7本のトンネルに着目すると、第1次緊急輸送道路に該当するトンネルが2本存在し、対策優先度が高いと判断できる。しかし、想定震度は、実際の発生震度と乖離する可能性があるため、断層面からの距離に着目し、山口県内の11本の断層帯で断層面からの距離が新潟中越地震での被害大が生じたトンネルの断層からの最大距離である9.3km以内に存在するトンネルを調査した。調査結果を表-1に示す。表-1より、断層面からの距離がその距離内に存在し、第1次緊急輸送道路沿いにある24本は、対策優先度が高いと考えられる。

4. まとめと今後の方針

本研究では新潟中越地震におけるトンネルの地震被害調査結果から地震時被害リスクの高いトンネルの断層面からの距離および震度を解明した。その結果から、山口県の断層に着目した地震被害リスクを、被害の生じる可能性のある範囲と断層面からの距離を用いて想定し、対策優先度の高いトンネルを選定することができた。今後は、他の地震被害事例についても調査を行い、さらに地震発生前の覆工健全度なども考慮したとりまとめを行うため、クラック指数TCIなどのトンネルの健全度指標との関係も検討していきたい。

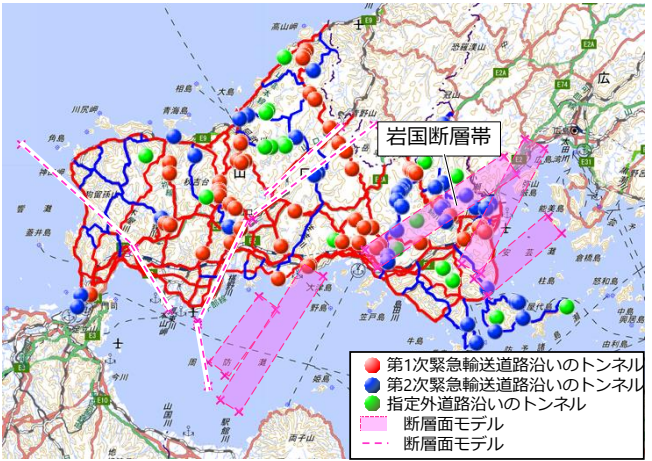


図-3 山口県内の断層面とトンネルの位置図³⁾

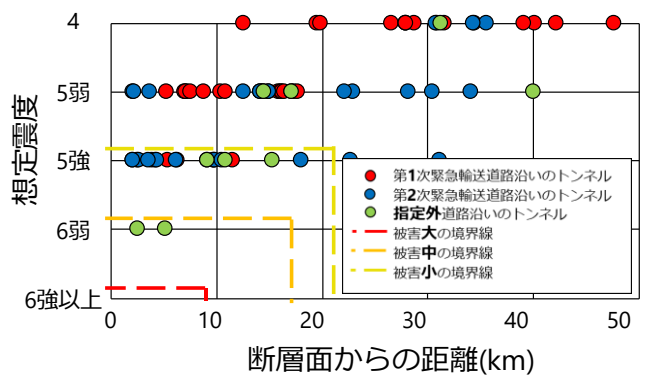


図-4 対策優先トンネルの選定例（岩国断層帯）

表-1 断層面から約 9.3km 以内のトンネル本数

	緊急輸送道路		指定外
	第1次	第2次	
断層面からの距離が約9.3km以内に存在したトンネル	24本	17本	9本

参考文献

1) 蔣宇静他：平成28年熊本地震に係る道路トンネルの被災状況緊急調査報告，2016。
2) 政府地震調査研究推進本部：六日町断層帯，
s://www.jishin.go.jp/regional_seismicity/rs_katsudan
so/f103_muikamachi/ 2019年1月21日アクセス
3) 国土地理院ウェブサイト：https://maps.gsi.go.jp 2019年1月21日アクセス
4) J-SHIS 地震ハザードステーション：http://www.j-shis.bosai.go.jp/map/ 2019年1月21日アクセス
5) 山口県土木建築部：道路整備課山口県緊急輸送道路マップhttp://www.pref.yamaguchi.lg.jp/cms/a18200/kinkyuyusoudouro/kininkyu.html 2018年11月30日アクセス