

【論文】

岩盤構造物の性能評価における課題 — 2024年能登半島地震における山岳トンネル被害について —

亀村勝美

深田地質研究所

Some Issues on the Performance Evaluation of Rock Structures - Seismic Damage of Mountain Tunnels by the 2024 Noto Peninsula Earthquake -

KAMEMURA Katsumi

Fukada Geological Institute

要旨：2024年元日、石川県能登半島珠洲市付近を震央として発生した「2024年能登半島地震」はマグニチュード7.6の直下型地震で、観測された最大震度は輪島市門前町と羽咋郡志賀町の震度7であった。この地震では、多くの死者とともに家屋や社会インフラに甚大な被害を生じた。発生からすでに2年近くになろうとしている現在（2025.10）も、復旧・復興は半島という地形上の特性からままならない状況が続いている。特にこの地域の物流を担う道路網は、多くの斜面、橋梁、トンネルの被害により機能不全に陥り、発災直後の救助活動に支障をきたすだけでなく復旧作業にも大きな影響を及ぼした。ここでは2024年9月に著者が行った被害調査結果を紹介するとともに、国交省により公表された山岳トンネルの地震被害状況と気象庁による震度分布に基づいて地震被害と震度との関係性を評価する。そしてその結果と過去の地震における被害調査結果に基づく被害確率と比較し、その適合性を検討する。

キーワード：能登半島地震、山岳トンネル、地震被害、気象庁震度階級

Abstract: The 2024 Noto Peninsula earthquake occurred on January 1, 2024, with an epicenter near Suzu City on the Noto Peninsula of Ishikawa Prefecture. The earthquake killed many people and caused extensive damage to homes and social infrastructure. Even now, nearly two years after the earthquake (October, 2025), restoration and reconstruction work continues to be slow due to the geographical characteristics of the peninsula. In particular, the road network, which is responsible for logistics in the region, was malfunctioned due to damage to many slopes, bridges, and tunnels, which not only hindered rescue operations immediately after the disaster, but also greatly affected the restoration work.

In this paper, seismic damage of mountain tunnels from the seismic damage survey conducted by the author in September 2024 is presented, and the relationship between seismic damage and seismic intensity is evaluated based on the survey result of seismic damage of mountain tunnels published by the Ministry of Land, Infrastructure, Transport and Tourism and the seismic intensity distribution published by the Japan Meteorological Agency. Then the result is compared with the damage probability based on the results of damage surveys of past major earthquakes and consider their suitability.

Keywords: The 2024 Noto Peninsula Earthquake, mountain tunnel, seismic damage, seismic intensity

1. はじめに

2024年1月1日16時10分、石川県能登半島珠洲市の地下16kmで発生した内陸地殻内地震は、正月の穏やかな雰囲気を一変させた。「2024年能登半島地震」と命名された地震のマグニチュードは7.6で、輪島市と羽咋郡志賀町で最大震度7を観測した。東京の震度は2~3であった。

TVでは連日能登各地の被害が報道され、多くの家屋の倒壊に加えて大小さまざまな斜面崩壊や大規模な液状化、そして誰もが知っている輪島朝市の大火災はこの地震による被害の深刻さを示すものであった。

半島という地形的制約条件の中で物流の根幹を担う道路網も各所で寸断され、その機能を全く果たせない状況になった。

内閣府(2025)の防災情報のページには「令和6年能登半島地震に係る被害状況等について」として非常災害対策本部からの報告が随時掲載されている。そこには地震の概要から始まって、人的・住家被害、避難所、ライフライン、原子力施設、道路、鉄道などの被災状況、政府・各省庁の対応状況など多くの被災情報が掲載されている。

その中から能登半島の幹線道路の一つである補助国道249号(七尾市を起点とし富山湾沿いを珠洲市へ、日本海側へ抜け輪島市から金沢市に至る)における斜面崩壊、トンネル損傷などによる通行止め個所のデータについて、発災からこれまでの推移を調べてみると図1のようになる。

このように当初発生した40か所の通行止めは、最初の一月ほどで31か所(77%)が復旧している。しかし、その後の復旧スピードは極端に遅くなり、500日経た2025/5/13時点でまだ3か所が通行止めとなっている。この内、覆工コンクリートの崩落を生じた中屋トンネルについては、地震

被害からの復旧工事を終え2024年9月に開通予定であったが、開通4日前に奥能登豪雨による大規模土砂崩れが発生し開通が延期され、最終的に2025年7月17日に開通となった。

このように大きな被害を生じた土木構造物の復旧には多くの時間と労力を要する。しかも道路のようなシステムを構成している構造物の場合、構造物単体の復旧は必ずしもシステムとしての機能の復旧にはつながらず機能回復までの社会的損失は大きい。ここでは道路網を構成する様々な構造物の内耐震性評価手法がまだ確立されていない山岳トンネルについて、その具体的な被災状況を示したうえで耐震性の評価法について議論する。

国交省による「令和6年能登半島地震 道路構造物(橋梁、土工、トンネル)の被害分析」(国土交通省, 2024)には様々な道路構造物の被災状況が報告されている。そのうち山岳トンネルの被害調査結果として図2が示されている。

以下ではこれらの山岳トンネルの被災状況について調査を行った結果を示した上で、各トンネルにおける震度と被害状況の関係を整理する。そしてその結果が亀村(2022)の示す山岳トンネルの脆弱性曲線に対応するかを示し、この耐震性評価法の有効性を示す。

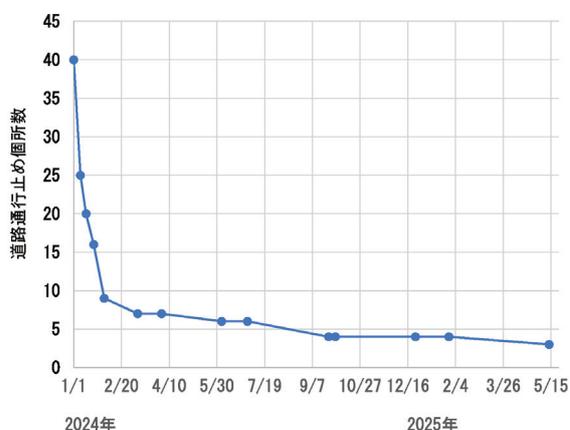


図1 補助国道249号における通行止め個所の推移



図2 トンネルの地震被害調査結果 (国土交通省, 2024)

2. 山岳トンネルの地震被害調査

山岳トンネルの被災状況が次第に明らかにされるとともに、道路網の復旧により能登半島各所を何とか巡ることができる目途が立った9月11日から3日の行程で現地調査を実施した。行程を表1に、位置を図3に示す。

以下にトンネルを主に調査した結果について説明を加える。

①宝立町鶴飼の液状化被害：見附島に近い町の河川沿いの広範囲に液状化被害。1mほどの沈下と水平移動が生じ、多くの家屋が被災している。写真1は橋の手前のマンホール。奥に見える家屋がばらばらなのはそれぞれが大きく傾斜しているため。

②-1被災直後の大谷トンネル（土木研究所、2024）：トンネル被害としていち早く公開された写真2を見ると、南側坑口より約50mの覆工コ



写真1 液状化によるマンホールの周辺の沈下



写真2 大谷トンネル被災状況（土木研究所、2024）

表1 現地調査実施行程

9月11日		解説	9月13日		解説
17:00	金沢駅集合、レンタカーにて羽咋市のホテルへ			8:00	
9月12日			8:40	巖門の状況確認後さらに北上、途中、生神、はたご、荒木の3本の隧道（多少のクラックがある程度）を経て長谷の潤隧道へ	
6:45	ホテル発 のと里山海道で穴水を経て珠洲道路へのと空港を過ぎたあたりから家屋の被害が目立ち始め		9:20	長谷の潤隧道 被害状況確認後輪島市へ	⑪
8:30	珠洲市宝立町鶴飼（見附島近く）で液状化被害確認	①	11:30	途中、熊野トンネル（損傷なし）、市ノ瀬の大規模斜面崩壊を確認 輪島市内被災状況確認	
9:30	寄り道パーキング若山の庄にて能登覆工事務所担当者と待ち合わせ		12:25	光浦トンネル	⑫
9:45~	大谷トンネル被害状況確認	②①~5	12:40	木の葉トンネル	⑬
10:30	旧道で大谷峠を越え大谷ループ橋へ		13:30	千枚田で休憩の後、逢坂トンネルへ 海岸の道路が通行止めのため内陸へ迂回する	
11:40	途中若山町畑地の地表断層を確認し、ループ橋	③①,2	14:35	逢坂トンネル西側坑口	⑭
12:40	すず塩田村	④	14:40	八世乃洞門新トンネル東坑口	⑮
13:40	ゴジラ岩を経て木ノ浦隧道へ	⑤	14:45	八世乃洞門トンネル西坑口、せつぶんトンネル	⑯
16:00	能登半島先端部の海岸道路を回り、珠洲市から珠洲道路、のと里山空港を経て西海岸の黒島漁港へ	⑥	14:55	窓岩の崩壊状況を確認後、一路金沢駅へ	⑰
17:20	赤神隧道、トトロ岩、崩壊斜面	⑦⑧⑨	18:00	金沢駅にて解散	
18:00	夕焼けを見ながら一路宝達志水町のホテルへ				

ンクリートが1スパン(10.5m)分完全に崩壊し、その次の1スパンは残っているものの、さらにその奥の5スパンが連続して崩壊している。地震により大きな被害を受けたこの区間は、鶴井他(1998)によると建設時に地すべり地域が確認されていたため、事前調査に基づき地すべり対策工(φ508mmのアンカー付き鋼管杭24本を延長69mにわたってトンネル孔壁より2.5mの位置に設置)を施している。この鋼管杭を含む様々な対策工によりトンネル掘削時は大きな変状もなく、工事は完了している。

しかし地震後の調査によると鋼管杭のアンカーは破断し、地表面には地すべりの跡とみられる連続した開口が確認されている。

②-2 大谷トンネル南側坑口：坑口、周辺斜面は変状もなくこの奥で大きな崩落が生じているとは思えない(写真3)。



写真3 大谷トンネル南側坑口



図3 調査実施箇所(グーグル地図に追記)

②-3 しかし、この坑口のすぐ手前の路面には道路を横断する亀裂が入り、30~40cm ほど東方向にずれている (写真4).



写真4 大谷トンネル南側坑口手前の路面

②-4 坑口からおおよそ 50m の崩壊箇所：路面の打ち継ぎ目が東南方向に 40~50cm ずれている。先程の坑口手前の変状と合わせて考えると、このおおよそ 60m 区間は地すべりにより押し出されたと考えられる (写真5).



写真5 大谷トンネル坑口から 50m 入った路面

地すべり対策工とこの変状を合わせて考えると、建設時に確認されていた地すべりブロックは、地震により崩壊には至らないものの大きなすべりを生じている。これに対し対策工部分の抵抗力で

この区間のすべり量がその前後と変化するため、大きなせん断力が作用し、変形能力の劣る無筋の覆工コンクリートが崩壊したと考えられる。

②-5 崩壊した覆工コンクリートを除いた跡はこのように一次支保である吹付けコンクリート、鋼製支保工、ロックボルトが大きな変状もなく残っている。すなわち覆工コンクリートだけが地山の変形に追従できずに崩壊したことが判る (写真6).



写真6 覆工と防水シートを除いた後の状況

③-1 大谷ループ橋：大谷トンネルから北に向かった海岸線にある大きなループ橋の本体には大きな変状は見られないが、橋台背面の地山は大きく変状し (1m ほどの沈下と 2m ほどの移動)、取り付け道路が崩壊している (写真7).



写真7 大谷ループ橋の被災状況

③ -2 変状前のループ橋：2023年9月のストリートビューと比較すると大きな変状が判る。この周辺では至る所で斜面崩壊が生じており、復旧作業が行われていた（写真8）。



写真8 被災前の大谷ループ橋（ストリートビュー）

④ すず塩田村：大谷ループ橋から西へおよそ7km行った海岸線には、日本で唯一の揚げ浜式塩田が広がっている。一見すると被害はない。数軒ある塩の製造所の内、開いていた1軒で話を聞いてみると、地震による陸の隆起で海が遠くなり、この先どうなるか分からないとのことだった（写真9）。



写真9 すず塩田村

⑤ 木ノ浦隧道：このトンネルは、1993年能登半島沖地震ではアーチ部が地山とともに崩落し閉塞している。今回の地震では大きなひび割れが生じていたということであったが、きれいになっていた。前回の地震時の復旧工事で構造的弱部がなく

なり、耐震性が向上したと考えられる（写真10）。



写真10 木ノ浦隧道坑口

⑥ 黒島漁港：漁港のある輪島市門前町付近ではおよそ4mの隆起があったとされている。黒島漁港は全体が干上がったような状況で、堤防の下に降りてみると隆起の大きさが実感できる。筆者の持つ標尺は3m（写真11）。



写真11 黒島漁港の堤防下

⑦ 赤神隧道：大きな被害の痕跡は見られない。坑口部近辺の急峻な岩盤にも崩壊などの跡は見られない（写真12）。



写真12 赤神トンネル坑口部

⑧ トトロ岩：通称トトロ岩，正式には「劔地権現岩（つるぎじごんげんいわ）」．地震により片耳が崩落している（写真13）。



写真13 トトロ岩

⑨ 崩壊斜面：トトロ岩の向かい側の柱状節理の発達した斜面が大規模な崩壊を起こしている．産総研の地質図によるとこの地質は、玄武岩質安山岩・溶岩となっている（写真14）。

⑩ 巖門：自然の洞窟であるが、地震による被害の痕跡は確認できない（写真15）。

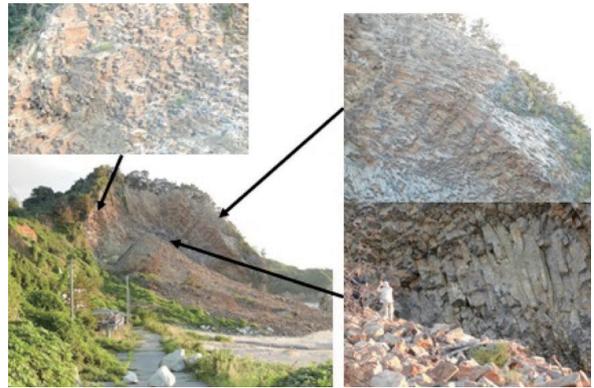


写真14 柱状節理斜面の大機微崩壊の状況



写真15 巖門

⑪ 長谷の潤隧道：両坑口には大きな変状は無いがトンネル内には規模の大きなひび割れが確認できる．側壁の大きな亀裂は幅およそ4cm，天井部の亀裂は一部剥落している（写真16）。

⑫ 光浦トンネル：大規模な圧ざとせん断ひび割れが確認できる（写真17）。

⑬ 木の葉トンネル：竜ヶ崎にある短いトンネル．トンネルに通じる道は大機微な斜面崩壊で通れない．一帯は2mほど隆起しており，海岸に降りて移動する．覆工はなく吹付けコンクリートだけで仕上げられているが，損傷は認められなかった．（写真18）

⑭ 逢坂トンネル：八世乃洞門新トンネルや逢坂ト



写真16 長谷の潤隧道の坑口と側壁（左）と天端（右）亀裂の状況

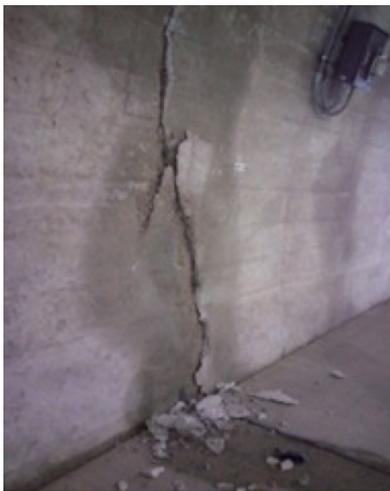


写真17 光浦トンネル側壁のせん断ひび割れ

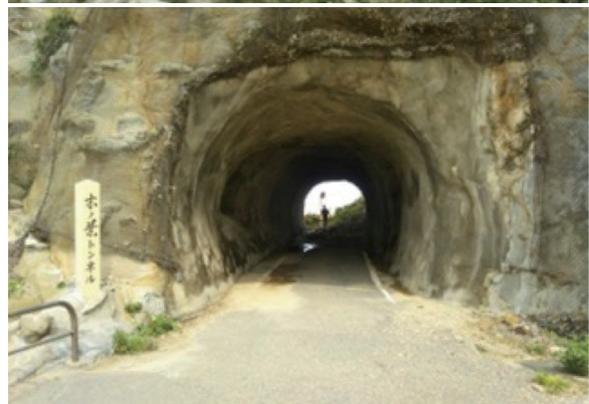


写真18 木の葉トンネルの坑口部斜面と坑口



写真19 逢坂トンネルへ至る道路の斜面崩壊

ンネルに至る海岸道路は大規模な斜面崩壊で通行不可のため、内陸部へ迂回してトンネルへ向かう。やっとたどり着いた逢坂トンネル西側坑口では大規模な斜面崩壊の復旧工事の真っ最中でトンネル内部は確認出来ない。ただし逢坂トンネル地震には大きな被害はないと報告されている。

ここから海岸沿いに輪島方向へ行くと八世乃洞門新トンネルがある（写真19）。

⑮ 八世乃洞門新トンネル東坑口。坑口付近の斜面に崩壊が見られるがトンネルには大きな被害は報告されていない。右側に見えているのは旧トンネルの坑門（写真20）。

⑯ 八世乃洞門旧トンネルの西側坑口：このトンネルのさらに海側に江戸時代の素掘りトンネルがあ



写真20 八世乃洞門新トンネル東坑口



写真22 せっぷんトンネル



写真21 八世乃洞門旧トンネルの西側坑口



写真23 窓岩の崩壊前と崩壊後

り、その一部が「せっぷんトンネル」と呼ばれている(写真21)。

せっぷんトンネル坑口付近は崩落してきた岩塊が散乱している。しかしトンネル本体には大きな変状は見られない。またトンネル内の海に開けた部分も大きな変状は確認できなかった(写真22)。

⑰ 崩壊した窓岩：写真23左下の写真は輪島市観光協会「輪島たび結び」に掲載されていたもので、夕日が岩に開いた窓から見えている。この窓が地震で崩壊している。

以上の結果から山岳トンネルは、その建設時に地滑り地形であるとか弱層に遭遇し大規模な変状

対策工を講じたなどの特殊条件がない限り、震度6弱の地震動によってもそれほど大きな被害は生じないことが分かる。つまりかなり高い耐震性を持っていると考えられる。

一方で特殊条件があることによって地震時に大きな被害を生じた場合には、トンネルそのものの復旧に加えて被害の原因となった地滑りや弱層などに対する対策工が必要となり、多くの労力と時間を要することになる。

トンネル建設時に地山条件を把握するとともに、施工中のトンネルや地山の挙動を計測し、変状があった場合には地震リスクを考慮して十分な対策を講じておくことが地震時の社会的損失の低減にとって不可欠である。

3. 地震被害と震度の関係

3.1 地震被害調査結果に基づく山岳トンネルの耐震性評価

亀村（2022）は、山岳トンネルがどのような地震に対しどこまでその構造的安定性を保つことが出来るのか、あるいは被害を受けるとしてどのような状態になるのかなど、具体的な耐震性評価手法を明らかにする目的で、表2に示す関東地震をはじめとする7つの地震におけるトンネル被害調査結果に基づいてその被害程度と震度の関係について検討した。そして両者間に明瞭な関係を見出した。

検討対象としたトンネルを建設工法（在来工法，NATM），特殊条件の有無で分類し，それぞれの被害程度を調査した。ここで特殊条件とは，

- ①不安定地形，地質
- ②工事中の事故，災害
- ③震災前の変状
- ④施工中である

などトンネルの構造上の弱点を指すものであり，また被害程度は表3で定義される大～小とした。

一方こうした地震被害と地震との関係を議論す

るためには，トンネル位置での震度を知る必要がある。しかし1995年の兵庫県南部地震（M7.3）までは体系的な地震動の観測・評価は行われておらず，現在気象庁から公表されているような推計震度分布を得ることはできない。

そこで兵庫県南部地震までの各地震の震度分布については，建築分野で行われている建物の耐震性評価のための地震被害データに基づく震度階の評価結果を用いている。

各地震におけるトンネル被害程度と震度の関係を統合すると表4が得られる。そして工法の違いと特殊条件の有無ごとに震度に対する被害発生割合を算定すると図4のようになる。

図4 a)は特殊条件のない在来工法トンネル472本における様々な被害の発生割合と震度の関係を示したもので，震度5強からひび割れなどの軽微な被害が生じ始め，震度6強になると補修や補強を必要とする「中被害」や「大被害」が生じている。その割合はそれぞれ15%程度であり，震度7となっても増えていない。

図4 b)に示す特殊条件のないNATMトンネル85本でも同様の傾向となっており，特殊条件のないトンネルでの被害発生の傾向には工法による差

表2 検討対象地震と調査されたトンネル数

	地震名	発生日	マグニチュード	調査対象トンネル数
1	関東地震	1923.9.1	7.9	153
2	新潟地震	1964.6.16	7.5	103
3	伊豆大島近海地震	1978.1.14	7	36
4	兵庫県南部地震	1995.1.17	7.3	110
5	新潟県中越地震	2004.10.23	6.8	137
6	新潟県中越沖地震	2007.7.16	6.8	20
7	東北地方太平洋沖地震	2011.3.11	9	160

表 3 被害程度の定義

被害程度	定義	損傷のイメージ
大	改築、応急復旧後に運行可能 復旧までに長時間を要す	覆工アーチの崩壊 路盤の大変状
中	防護工、応急措置で運行可能 比較的短期間で復旧	大規模な亀裂の発生 覆工の一部崩落
小	当面无対策でも運行可能	亀裂の発生 既存亀裂の開口・進展

表 4 7地震におけるトンネル被害と震度の関係

特殊条件なし	震度	在来工法トンネル(472)					NATMトンネル(85)				
		大被害	中被害	小被害	無被害	計	大被害	中被害	小被害	無被害	計
	5強以下	1	4	32	247	284	0	0	5	65	70
	6弱	0	3	24	77	104	0	1	4	4	9
	6強	9	10	19	23	61	1	1	2	2	6
	7	3	3	13	4	23	—				
	合計	13	20	88	351	472	1	2	11	71	85
特殊条件あり	震度	在来工法トンネル(146)					NATMトンネル(15)				
		大被害	中被害	小被害	無被害	計	大被害	中被害	小被害	無被害	計
	5強以下	2	11	5	50	68	2	0	0	12	14
	6弱	7	7	5	18	37	0	0	0	1	1
	6強	7	3	2	6	18	0	0	0	0	0
	7	15	3	4	1	23	—				
	合計	31	24	16	75	146	2	0	0	13	15

は少ないと考えられる。

一方、図 4 c) に示す特殊条件を有する在来工法トンネル 146 本では震度 5 強で「中被害」が生じ始め、震度 6 弱では「大被害」と合わせて顕著な被害がおおよそ 40% のトンネルで生じている。そして「大被害」は震度が増すごとにその割合を増加させ、震度 7 では実に 65% ものトンネルで生じている。

ここで特殊条件を有する NATM トンネルについては、被害事例が少なく信頼性に欠けるため震度と被害の関係図を省略した。

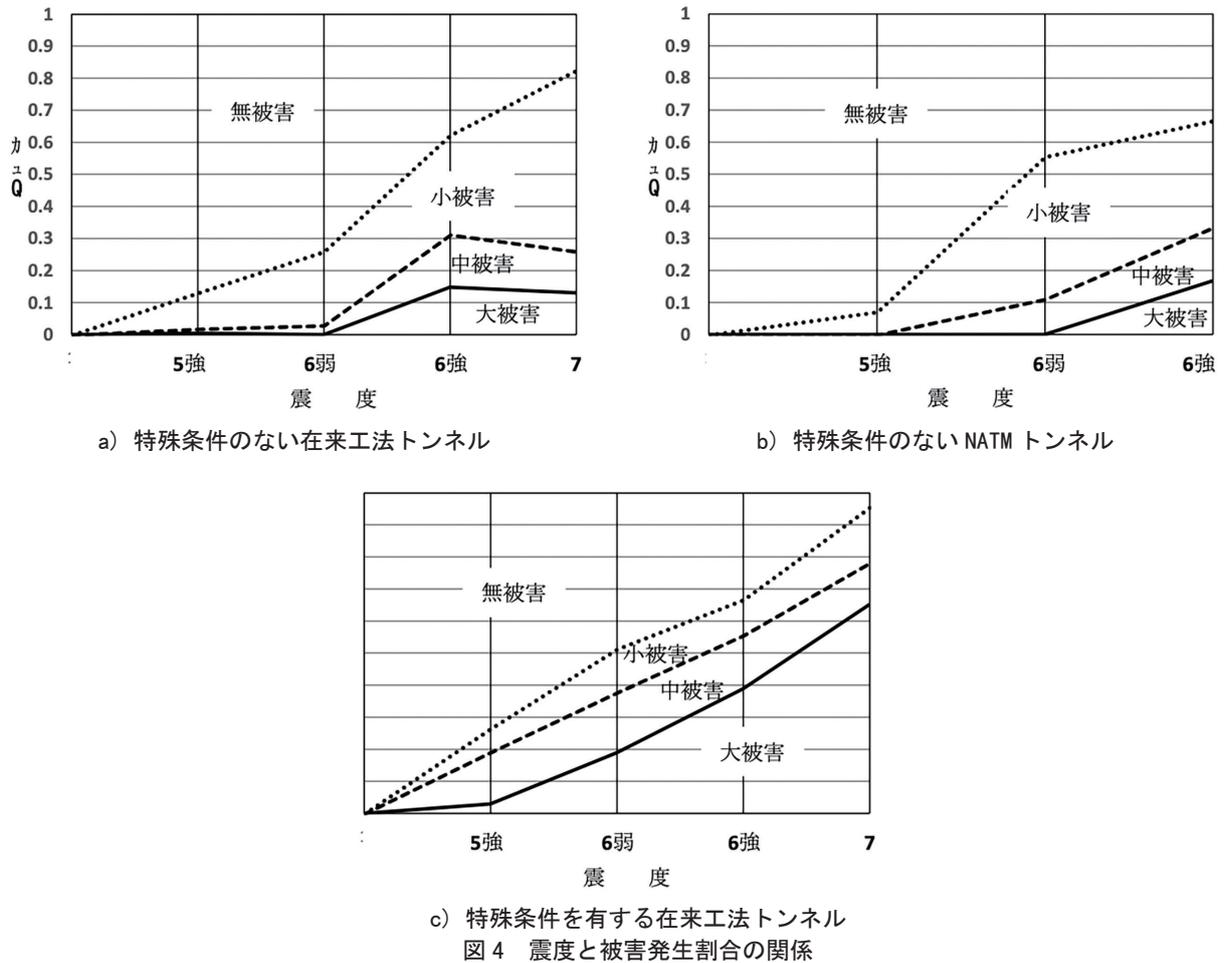
このように特殊条件の有無が山岳トンネルの耐

震性に大きな影響を与えることは明確であり、今後のトンネルの耐震性を考える上では、この特殊条件に対しどう対処するかが重要となる。

3.2 能登地震によるトンネル被害の評価

能登地震による山岳トンネルの被害については、国交省の道路技術小委員会により図 2 が示されている。調査対象は震度 6 弱以上の市町のトンネルで、トンネル位置図を基に各トンネルにおける震度を気象庁の示す震度分布（図 5）と重ね合わせ推定すると震度とトンネルの被害程度の関係

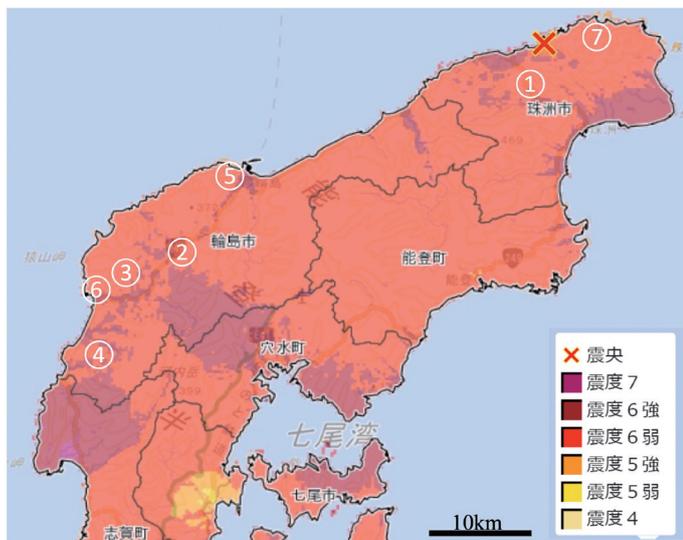
岩盤構造物の性能評価における課題
 —2024年能登半島地震における山岳トンネル被害について—



が得られる。表5に比較的大きな被害の7トンネルについて震度と被害程度を示す。ここにおいて被害程度は、覆工崩落を「大」、覆工塊の落下/圧ざ/せん断ひび割れ/規模の大きなひび割れを「中」と評価した。

このような被害状況が前節で示した過去の地震被害に基づき求めた震度と被害発生割合の関係に整合するのかを検討する。

能登地震による被害調査の対象となった59本のトンネルについては位置情報は得られるもののトンネルの属性に関する



るデータは無い。また被害程度についても「軽微～なし」と評価された52本（内3本は震度6強と評価されている）については詳細な情報は得られず、「小被害」と「なし」の区別もできない。

そこでここでは全トンネルが、特殊条件なしの在来工法トンネル：特殊条件なしのNATMトンネル：特殊条件ありのトンネル＝4:4:2の比率で構成されていると仮定し、それらを合わせた震度と被害割合の関係を表4に基づいて新たに評価した。結果を図6に示す。

表5 被害の大きいトンネルと推定震度と被害程度

	トンネル名	確認された被害	震度	被害程度
①	大谷トンネル	覆工崩落	6弱	大
②	中屋トンネル		6強	
③	おさよトンネル	覆工塊の落下	6弱	中
④	椎木北浦トンネル		6強	
⑤	光浦トンネル	圧ざ/せん断ひび割れ	6弱	
⑥	長谷の潤隧道		6弱	
⑦	木ノ浦隧道		6弱	

表6 トンネルの被害程度と震度の関係

被害程度	6弱		6強		計
大	1	1.9%	1	20.0%	2
中	4	7.4%	1	20.0%	5
小	16	29.6%	1	20.0%	17
なし	33	61.1%	2	40.0%	35
計	54		5		59

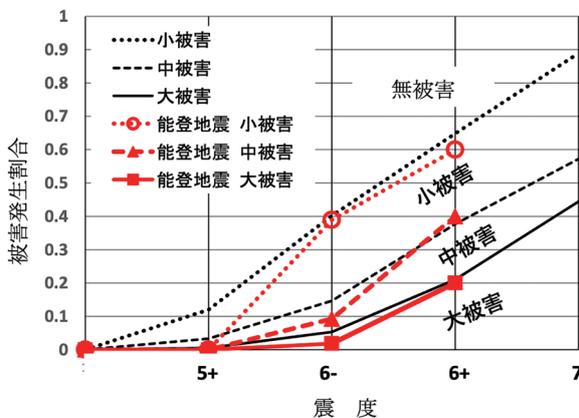


図6 既往の地震被害に基づく山岳トンネルの被害程度と震度の関係と能登地震の結果

一方「小被害」と「なし」については、その比を1:2と仮定し最終的に表6の被害程度と震度の関係を得た。

図6中に表6の結果を併せて示す。結果にはトンネル工法や特殊条件の有無が反映されていないため誤差は大きくなっているが、震度と被害発生確率との関係は整合しており、前節で示したトンネルの被害程度と震度との関係によって山岳トンネルの耐震性を評価出来ることが判る。

4. まとめ

社会基盤施設として重要な役割を果たしている山岳トンネルに地震により大きな被害が生じ機能損失が長期間にわたる場合、その社会的損失は構造的損害を大きく上回る可能性がある。したがって地震被害を低減させるための耐震補強などの事前対策が重要となるが、一方で稀にしか発生しない大地震に対してどこまでの対策を講ずるかを的確に判断することは難しい。ここに確率論的手法を用いて山岳トンネルの地震被害を狭義のリスク、すなわち被害の発生確率と被害が発生した時の損害の積として定量化し、地震リスクマネジメント手法により対策工の優先度評価を行う手法の重要性がある。

しかしこれまで山岳トンネルの地震による被害の発生確率は、具体的に評価されたことはなかった。これは他の構造物と異なり山岳トンネルの地震時挙動の評価手法が未だ明確に示されていないことによる。

これに対し過去の地震による多くの山岳トンネル被害の調査結果に基づいて求めた被害割合と震度の関係は、地震動の評価が震度であるものの被害確率と地震との関係を示すものでリスクの評価に用いることが出来る。

具体的には検討対象とするトンネルの位置と想定する地震から地震ハザード曲線（地震の強さと発生確率の関係）を求める（例えば防災科学技術研究所が提供する J-SHIS 地震ハザードステーション）。一方、検討対象とするトンネルについては施工記録により建設工法や特殊条件の有無を確認し、3.1 で示した関係に基づき地震被害発生確率を設定する。同時に、被害が発生した場合の損失コスト（物損の他、営業損、社会的損失を含む）を評価し、この二つから地震損失曲線を求める。そしてハザード曲線と損失曲線から共通する地震動の大きさを消去することで地震リスク曲線を得る。これによって様々なリスク対応策の効果を評価することが出来、それらを比較することにより具体的な方策を決定することが出来る。

今回の地震では、社会インフラ施設（電気、ガス、上下水道、通信、物流など）の耐震性が課題として浮かび上がった。しかしインフラ施設を構成する個々の構造物の耐震性の検討に対し、それらが有機的に連結し、ある機能を果たしているシステムとしての耐震性については、余り議論されていないのが現状であろう。その地域の社会的、経済的そして地形・地質的特性を考慮した地震リスクの評価は、今後の地震対策を進めて行く上で有用である。

文献

- 内閣府（2025）：令和6年能登半島地震による被害状況等について、
<https://www.bousai.go.jp/updates/r60101notojishin/r60101notojishin/index.html>
（2025年10月1日参照）
- 国土交通省（2024）：令和6年能登半島地震 道路構造物（橋梁, 土工, トンネル）の被害分析.

社会資本整備審議会道路分科会 道路技術小委員会第22回審議会資料.

亀村勝美（2022）：岩盤構造物の性能評価における課題—地震被害に基づく山岳トンネルの耐震性評価—, 深田地質研究所年報, 第23号, 55-77.

土木研究所（2024）：令和6年能登半島地震 道路構造物の被災に対する専門調査結果（中間報告）, 国立研究開発法人土木研究所.

鶴井秀樹・今井洋・金田登志昭・甘利哲夫（1998）：能登半島の地すべり地帯を NATM で貫く 国道249号大谷トンネル, トンネルと地下, 第29巻4号, 15-21.

気象庁（2024）：地震の活動状況 推計震度分布, 気象庁 HP（2024年2月13日参照）