

のと里山海道の復旧方針と対応

中川 英男・菊池 遼・村田 太紀・長谷部 佑太

金沢河川国道事務所 工務第二課 (〒920-8648 石川県金沢市西念4丁目23番5号)

令和6年1月1日16時10分、石川県能登地方を震源とするマグニチュード7.6、震源の深さ16kmの地震が発生した。気象庁は、令和6年1月1日の地震及び令和2年12月以降の一連の地震活動について、その名称を「令和6年能登半島地震」と命名した。地震により道路や河川、海岸堤防などの社会インフラも甚大な被害を受け、能登地方では孤立する集落が発生した。石川県が管理している「のと里山海道」においても甚大な被害を受け、復旧する上で強靱な国土づくりが求められている。

本稿では、過去の被害状況や今回被災した箇所への調査を実施したことで、被災箇所の特徴や原因を明確にし、早期に復旧・復興を目指す復旧方針や現在検討している対策などを示した。

キーワード 国土交通省、令和6年能登半島地震、のと里山海道

1. はじめに

令和6年1月1日16時10分、石川県能登地方を震源とするマグニチュード7.6、震源の深さ16kmの地震が発生した。道路や河川、海岸堤防などの社会インフラも甚大な被害を受け、地震発生直後は、高速道路や国道等で通行止めとなった。石川県が管理している「のと里山海道」においても大規模崩落による通行止めを余儀なくされ、被災地への支援や復旧に大きな支障がでた。

国土交通省は、石川県知事の要請により1月23日に「のと里山海道」の復旧・復興を直轄権限代行で実施することを決めた。その上で災害対策基本法で制定した「防災・減災」、「国土強靱化の取組の加速化・深化」を図り、災害に屈しない強靱な国土づくりが求められている。

また、近年、気候変動の影響により気象災害は激甚化・頻発化しており、南海トラフ地震、日本海溝・千島海溝周辺 海溝型地震、首都直下地震などの大規模災害の発生も切迫している。大規模災害では、住民の日常生活、経済・産業にかかせない社会インフラに対し、甚大な影響を与える可能性が高く、その被害は、災害発生後の救助活動や復旧作業、復興活動を妨げることとなる。特に、緊急輸送道路は被災地の拠点への道路ネットワークとして重要であり、今後の気象災害や大規模地震に対して、耐震化、老朽化対策を行うことが急務である。

本稿では、以上の観点を踏まえ、令和6年能登半島地震における「のと里山海道」の被災状況と、早期の復旧・復興のために新技術を用いた被災箇所での調査、平成19年の能登半島地震を踏まえた復旧方針について報告する。

2. 令和6年能登半島地震の概要

2-1 地震概要

令和6年1月1日に発生した令和6年能登半島地震では、図-1に示すとおり石川県輪島市、志賀町で震度7を観測した。死者281人、重軽傷者1326人、全壊家屋8,429棟、半壊家屋21,370棟（令和6年7月1日時点：内閣府）の被害をもたらした。

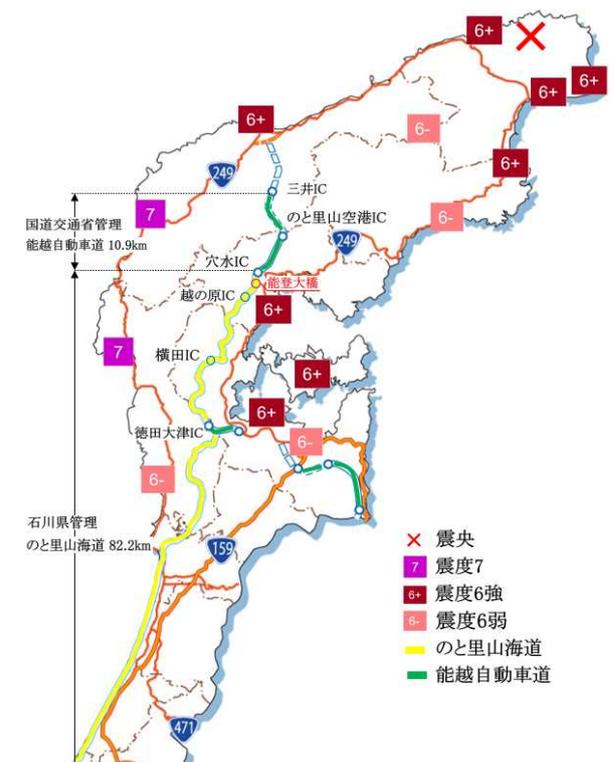


図-1 位置図

2-2 のと里山海道の概要

「のと里山海道」は石川県が管理する千鳥台から穴水 IC の 82.2km と国土交通省が管理する穴水 IC からのと三井 IC の 10.9km からなる全長約 90km で最高速度 80km/h の自動車専用道路であり、石川県民の生活や経済、産業の発展に大きな役割を担っている。また、第 1 次緊急輸送道路に指定されており、災害直後から、避難・救助をはじめ、物資供給等の応急活動のために、緊急車両の通行を確保すべき重要な路線である。

令和 6 年能登半島地震により甚大な被害を受けた七尾市に位置する徳田大津 IC からのと三井 IC までは、山岳地帯となっている。本地震による被災箇所は、丘陵地を下刻して形成された谷地形が細かく複雑に分布し、特に北部の丘陵地において谷が深くなるため、道路は高盛土（一部橋梁）により建設された箇所が多い²⁾。また、平成 19 年の能登半島地震後にまとめられた「能登半島地震災害技術報告書」³⁾によれば、「のと里山海道」周辺に分布する地層は、概ね新第三紀中新世前期の穴水累層であり、横田 IC 南側の一部では中新世後期の泥岩層が分布する。道路沿いに分布する穴水累層は、主として凝灰角礫岩であり、堆積時の高温酸化とその後の風化・変質作用の進行により赤褐色を呈しており、能登赤土と称されている。含水比は 50%前後と高く非常に脆い。

2-3 のと里山海道の被害状況

2-3-1 平成 19 年の能登半島地震

「のと里山海道」では、過去にも大規模災害が発生しており、平成 19 年 3 月 25 日最大震度 6 強の能登半島地

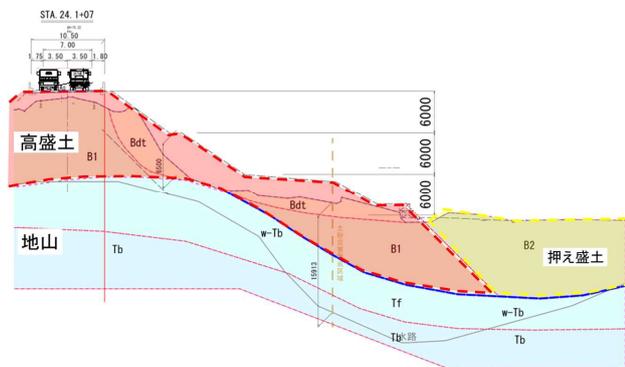


図-2 能登大橋 A1 橋台断面図

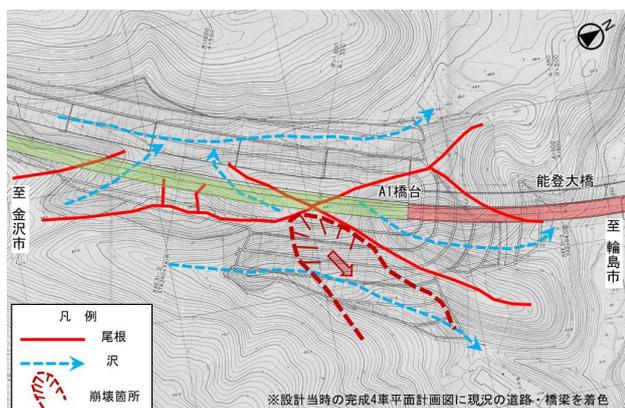


図-3 能登大橋 A1 橋台 地形図

震により、大規模崩落 11 箇所、路面の段差・クラック 37 箇所、橋梁の損傷 6 箇所と甚大な被害を受けた。

2-3-2 令和 6 年能登半島地震

令和 6 年能登半島地震では、大規模崩落 27 箇所と甚大な被害を受け、路面や橋梁においても損傷が確認された。図-2,3 のように複雑に沢地形が入り組む集水地形上に高盛土を構築していた能登大橋の橋台背面では、大規模な盛土崩壊が発生し、大きな段差を伴い道路が分断された。

2-4 地震によって明らかになった課題

能登半島は石川県北部に位置し、三方を海に囲まれている。加えて 300m 以下の稜線標高を有する山地性丘陵地で外部からの道路ネットワークが限られており、県庁所在地である金沢市や隣接する県からの移動時間を要するなど地理的な特徴がある。

令和 6 年能登半島地震により大規模崩落が発生し道路は寸断され、沿岸では隆起により海路からの復旧が困難となり、能登地方では孤立する集落が発生した。そのため、救命救助や物資輸送が困難になっただけでなく、停電や断水、通信障害など復旧が長期化した課題がある。

3. 調査・原因分析

復旧方針を検討するにあたり、のと里山海道の被災状況（平成 19 年対策箇所含む）を詳細に把握することや、原因を分析することが必要であるため以下を実施した。

3-1 平成 19 年対策箇所の被災状況

復旧方針を検討するにあたって、前回被災箇所の対策工法の妥当性を検証するため、平成 19 年 能登半島地震の被災状況と対策工法の確認を行った。

結果、平成 19 年に被災し対策を講じた箇所では令和 6 年能登半島地震で被害が少ないことが判明した。しかし、平成 19 年の対策は崩壊箇所を局部的に実施したものであったため、対策箇所に隣接する未被災箇所については

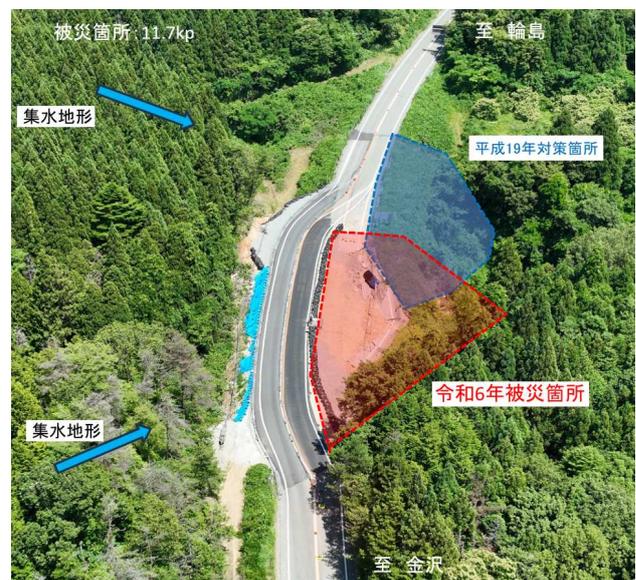


写真-1 大規模崩落箇所

令和6年に大きく崩壊し、対策箇所も崩壊の影響を受けた(写真-1)。こうした被災箇所の復旧では崩壊した局所のみ対策ではなく、盛土体全体としての対策が望ましいことがわかる。

また、能登大橋 A1 背面盛土では、平成19年の被災で盛土上部の補強材設置と盛土法肩へのH鋼杭の設置を講じたが、再度、大規模崩落した(写真-2)。盛土体は沢地形の上に構築された高盛土であり、橋台に向かって下り勾配であったため盛土体内の土中水が集中する状況であった(図-3)。

3-2 被災状況把握のための調査(土工部)

「のと里山海道」を構成する土工部の土質性状、地層、地盤強度を把握することを目的にボーリング試験、サウンディング試験を計113箇所を実施した。調査結果として、盛土部は未改良の粘性土が主体であった。

また、被災前後の地形変状の把握を目的として地形数値解析を実施した。この解析は被災前後の航空測量データを重ね合わせることで、地盤変位の大きさや向きが判断できる。結果、図4より6.0kpの豊川橋付近では地形変状が確認でき、切土崩落が現地で発生していることが確認できた。また、解析によって沢地形の把握することができるため隠れ地すべり地形を判断できる。

3-3 被災状況把握のための調査(橋梁部)

令和6年能登半島地震により能登大橋は上部工および下部工に著しい損傷が認められた。対面2車線となり、多くの車両が走行することから、新技術を用いた詳細調査等を実施し、安全の可否、復旧における補修・補強工法の検討を行った。

能登大橋 PA1 橋脚上のポステンT桁端部に主桁コンクリートの剥落が見られた。また、外観変状のみでなく、コンクリート内部のPC鋼材の状態を把握するため、国土交通省点検支援技術性能カタログ¹⁾に掲載されているSenrigaN(せんりがん)を用いた漏洩磁束法により破断の有無を調査した。漏洩磁束法は内部鋼材に着用磁石で磁場を帯びさせ、磁化した鋼材の破断部に生じる磁場変化を計測装置で捉える方式である。

G1 桁ウェブ外面(58面)、G6 桁ウェブ外面(59面)、PA1 橋脚上端横桁(15面)で計測した結果、すべて破断なしであった(図-5)。

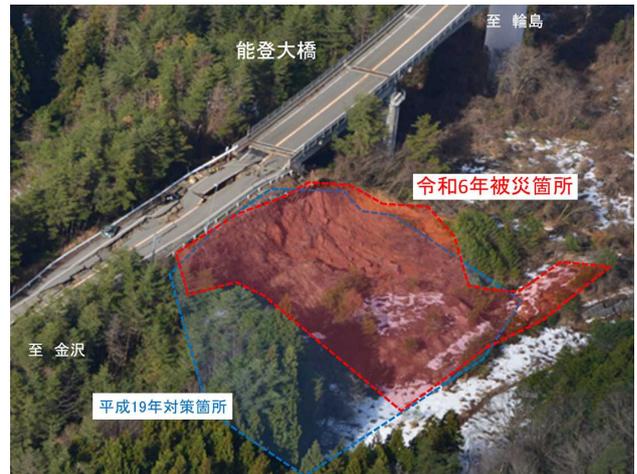


写真-2 能登大橋 大規模崩落箇所

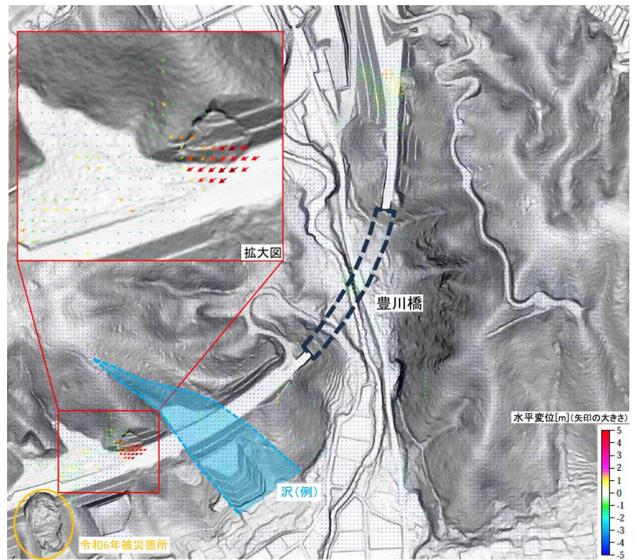


図4 地形数値解析

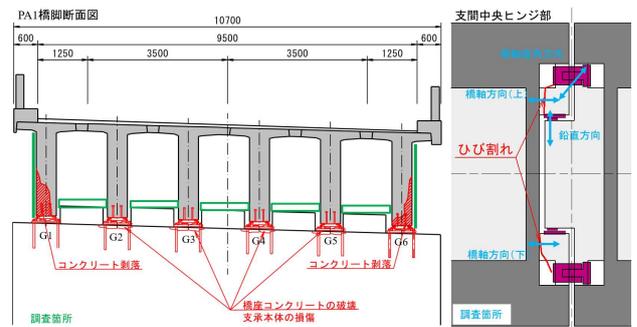


図5 調査箇所(左: PA1 断面図, 右: 支間中央ヒンジ部)

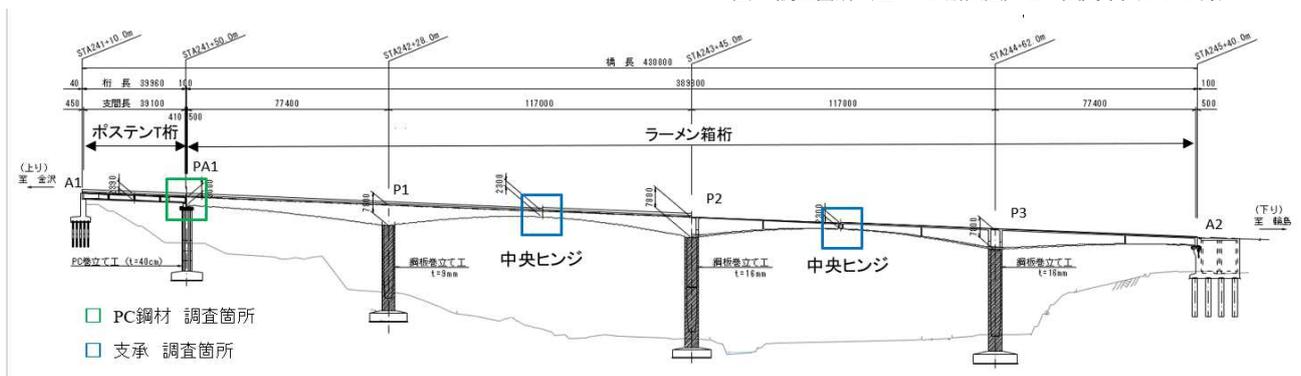


図6 能登大橋 調査箇所

また、ラーメン箱桁部において機能上重要な支間中央のヒンジ支承付近にもひび割れなどの損傷が見られたため、P1-P2間:1地点4箇所、同様にP2-P3間の計16箇所各支承に変位変換器を取付け、車両通行時の挙動を計測した(図-5.6)。

調査結果として、全ての支承でヒンジとしての回転機能を確認できたため、緊急的な対策は不要である。

さらに、3-2で記述した地形数値解析を橋梁部においても実施した。対象橋梁は豊川橋と小牧橋で、構造物を含めた広い範囲の地盤の視覚化や構造物の変状原因が周辺地形の移動や崩落なのか、構造物単独の移動なのかの把握を行った。図-4は豊川橋の結果であるが、豊川橋では橋梁箇所の地盤変動が確認されないことから、構造物単独の損傷と判断できる。

3-4 被災の原因

以上より、大規模崩落の発生した箇所は沢地形や高盛土であり、地震動により盛土が大きく揺さぶられ安定性が失われたこと、盛土内の過剰間隙水圧が上昇し、せん断抵抗が低下したことが原因として考えられる。

4. 方針・対策

4-1 方針・対策検討のための組織体制

大学教授や国土技術政策総合研究所より技術的な検討・助言を道路復旧技術検討委員会で議論し、分野ごとの個別課題に対する検討の場としてはワーキンググループを設置することで適切な方針の検討を実施した。復旧の設計に関しては、全ての業務関係者を集めた連絡会議を定期的開催し、課題・問題点を逐次共有することで、迅速な復旧・復興に取り組む。

4-2 復旧方針

令和6年能登半島地震の被害を受けて、明らかになった課題を未然に防ぐため、また、今後の大規模災害が発



写真3 II期線用地活用箇所

生した際の減災のため、委員会等で議論し検討した復旧方針を以下のとおりとする。

- ① 本復旧にあたっては、地震発生時における被災を最小限にして通行機能を迅速に回復できるような構造を目指す。なお、本震で被災した場合、地震発生後の余震時においても通行機能の維持、迅速な回復ができるような構造を目指す。
- ② 応急復旧時においても、地震発生後の余震時において、当面の通行が安全に確保できるような構造・対策を実施する。
- ③ 被災が大規模で原形復旧が著しく困難又は不適当な場合は、復旧の費用や期間などを総合的に比較検討し、従前の効用を復旧するために既存の道路用地を最大限活用するなどしてルートを選定も含めて検討する。

令和6年能登半島地震の被災箇所の復旧については、被災を最小限にして通行機能を迅速に回復できる構造にすることや、今後の地震等で被災した際、どのような被害を受けるかも踏まえて検討することが重要である。その上、地域特有の地形を把握し、大規模崩落が連続(写真-3)、集水地形の要対策箇所もあるため、I期線側で本復旧するか、II期線用地を活用し復旧するかの判断が求められる。

4-3 本復旧での対策

被災状況の調査により平成19年の能登半島地震で対策を講じた箇所は被害が少なかったことから、大規模崩落箇所においては同様の対策を基に検討し、道路構造の強靱化を図る方針とした。なお、平成19年の能登半島地震における対策は以下のとおりである(図-7)。

- ① 改良土による路体盛土とジオテキスタイルを用いた補強盛土工(写真-4)
 - ・路体盛土は崩土を改良し再利用
 - ・盛土下部から法尻までの靱性を向上させるジオテキスタイルを用いた補強盛土工
 - ・盛土基礎地盤が軟弱な場合は、排水性を考慮して栗石により置き換え
 - ② 暗渠排水工等による地表水・地下水の排出(写真-5)
 - ・暗渠排水や水平排水材により盛土内の地下水を排出し、盛土の不安定化を抑制
 - ・集水地形や湧水箇所による地表水・地下水の排水
 - ③ 押え盛土やふとんかごによる盛土法尻部の安定化(写真-6)
 - ・法尻部に崩落土砂を押え盛土として有効活用し、法尻には排水性を考慮して大型ふとんかごを設置
- 今回の復旧では盛土勾配は被災状況に応じて設定することとし、地震時の影響も安定計算の検討条件とする予定である。

橋梁部における復旧方針については、能登大橋を例に示す。今回の地震により能登大橋のA1橋台ではひび割れや橋台背面沈下が発生した。また、高盛土の沢状地形

であり、降雨や地下水などの盛土内浸透や、長期間にわたる乾湿繰り返し風化により盛土を脆弱化させるような地形であることから、被災した橋台などの復旧する上で地盤変位が生じる箇所を避けることも含め、下部工の施工の復旧案として検討している。

なお、参考までに地質状況を踏まえて橋台位置をずらした過去の事例を紹介する。平成 20 年の岩手・宮城内陸地震での祭時大橋や平成 28 年の熊本地震での阿蘇大橋は地盤変状の影響を受け橋台位置の見直しを行っている。路線計画の検討段階において地滑りや断層変位のような地盤変状のリスクがある地点に橋を架橋するような計画にしないことが重要である⁴⁾。

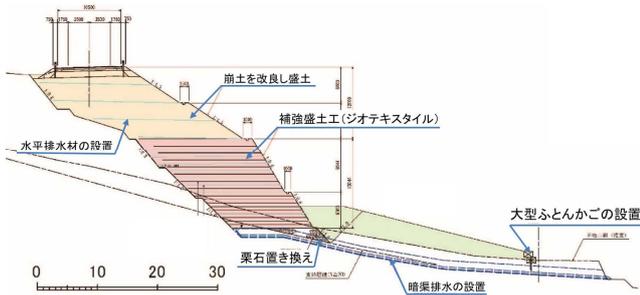


図-7 平成 19 年対策箇所 平面図



写真4 ジオテキスタイル・縦排水の敷設状況²⁾



写真5 水平排水材の敷設状況²⁾



写真6 栗石による基礎置換²⁾

以上より、令和 6 年能登半島地震では過去の被災、調査を踏まえて、被災箇所毎に地形や地質条件など今後の大規模災害に備えた復旧方法を検討し取り組んでいく。

5. 今後に向けて

本稿では令和 6 年能登半島地震における被災状況と復旧方針を示した。のと里山海道では高盛土で建設された箇所や沢地形で大規模崩落が発生したことから、今回被害がなかった箇所においても高盛土や沢地形の箇所、排水対策工が未実施な箇所では予防的な対策が重要である。

本稿で示した復旧方針はあくまでも現形復旧を基本としたものであるが、今後の大規模災害に向けて、より強靱な社会インフラ整備のために抜本的な対策も検討していくことが重要である。現状 4 車線で供用している箇所については、大規模崩落が発生しても被災箇所が小さい方の 2 車線を使用し、交通開放が実施できている。また、地域特有の地形により、道路の線形など厳しい箇所も多くあり、のと里山海道を検討していくことで、災害に強い国土づくりへつながる。

謝辞：令和 6 年能登半島地震の復興にあたり、ご尽力いただいている一般社団法人日本建設業連合会、一般社団法人建設コンサルタント協会、一般社団法人石川県建設業協会並びに行政機関、他災害協定により支援いただきました関係者皆様に感謝申し上げます。

出典

- 1) 国土交通省：国土交通省点検支援技術性能カタログ
- 2) 石川県土木・石川県道路公社：平成 19 年 3 月 25 日 能登半島地震 能登有料道路 復旧工事記録誌

参考文献

- 1) 内閣府：令和 6 年能登半島地震による被害状況について
- 2) 為重誠，川村國夫，駒田秀一，宮村雅之，埴原強，室井辰盛：能登半島地震による能登有料道路の被災と復旧 盛土の被害と対策工事について
- 3) 地盤工学会北陸支部，石川県建設コンサルタント協会，石川県測量設計業協会，石川県地質調査業協会：能登半島地震災害技術報告書
- 4) 星隈順一，今村隆浩，宮原史，西田秀明：新阿蘇大橋の性能に及ぼす地盤変状の影響を小さくするための構造的な配慮と工夫