

令和6年能登半島地震における国総研の対応

企画部

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、地震動による建築物、土木構造物等の倒壊・損壊に加え、市街地火災、津波による浸水、液状化等が発生し、道路や上下水道施設、住宅、ライフライン等に甚大な被害が発生しました。

国総研では、ただちに被災地を支援する体制を取るとともに災害対策本部会議等を実施し、（国研）土木研究所、（国研）建築研究所、（国研）海上・港湾・航空技術研究所港湾空港技術研究所と連携して被害状況調査や復旧・復興に向けた技術検討・支援を行いました。

取り組み紹介

1. 国総研災害対策本部の対応

国総研では、地震発生と同時に非常体制に入り、同日18時15分より行われた本省非常災害対策本部会議の視聴後に災害対策本部会議を実施しました。

国総研災害対策本部会議は、6月16日までに20回実施しており、国交省における対応状況を把握するとともに所内の各分野担当からの情報共有等に努めました。

また、3月には、国総研災害対策本部会議で出された初動対応や職員派遣にあたっての課題や好事例等、本地震における対応の振り返りを国総研防災・減災研究推進本部で行いました。振り返りでは、特に緊急を要する場合や現場が分散している場合に遠隔より映像や音声等を用いて技術的助言を可能とする、TEC-FORCE活動のオンライン化等が議論されました。これらの検討結果は、今後、国総研の防災業務計画や業務継続計画（BCP）等に反映していきます。



国総研災害対策本部会議（第4回本部会議）

2. 職員派遣および委員会参画等

発災翌日より、TEC-FORCEの高度技術指導班として各分野の現地対応に参画するとともに自主調査チームを編成して各種調査を実施しました。令和7年2月25日までの派遣者数は、延べ648人日ののぼります。

派遣職員は、技術基準の原案作成や研究活動で培った技術力を活かして、緊急措置や応急復旧を行うにあたって留意すべき点について技術指導等を行うとともに必要に応じて自治体の首長等への説明を行いました。また、災害復旧にかかる委員会等に各分野の専門家が参画し、本省および北陸地整と連携しながら、復旧・復興推進のための高度な技術支援を進めています。



石川県、北陸地整への説明の様子（土砂災害分野）

3. 情報発信

地震発生3日後となる1月4日に特設HPを開設し、「国総研の対応」、「現地派遣状況」、「各分野における活動状況」等の情報を随時公表しました。また、TEC-FORCEの派遣や被災状況等の調査結果について、本省、北陸地整等と連携した記者発表を随時行いました。

これらに加え、HPによる情報発信、SNS（X、Facebook）による情報発信を行うとともに本地震に関する国総研の活動等を記した紹介したパネルを作成し、所内外への情報発信に努めました。さらに、一般の方に対しても被害に関する技術的見解を適切に伝えるため、単独もしくは関係機関との共同でテレビ、新聞、雑誌等の取材に積極的に協力しました。



テレビ局への取材協力の様子

令和6年能登半島地震による ダムの被災状況と国総研の対応

河川研究部

今回の地震では能登半島を中心に広範囲のダムで揺れが観測され、特に震源に近く強い揺れを観測したダムでは異状が報告されました。国総研河川研究部では、国土交通省からの要請を受け、ダムの安全確認等を目的とした現地調査を行いました。現地では必要な対応等についてダムを管理する石川県に助言を行うとともに、現場で得られた各種データを分析して関係者と随時共有するなど継続的に技術面での支援を行いました。

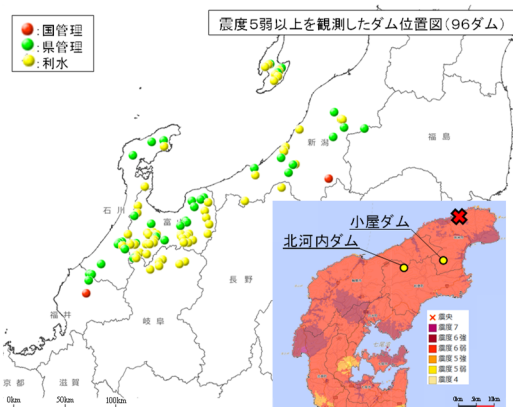
活動紹介

1. 臨時点検結果と初動対応

今回の地震時に最寄りの気象庁観測点で震度 5 弱以上を観測したダムは計 96 にのぼりました。このため、国総研では発災直後から衛星データなど遠隔での情報収集にあたりました。

一方、各ダムの管理者からは順次臨時点検の結果が報告されました。多くのダムでは異常は確認されなかったものの、石川県が管理する 2 つのダムから異状の報告がありました。

国総研では、これらのダムの安全を現地で確認する必要があると判断し、国土交通省による TEC-FORCE の派遣要請を受け、複数回にわたり現地調査を行いました。



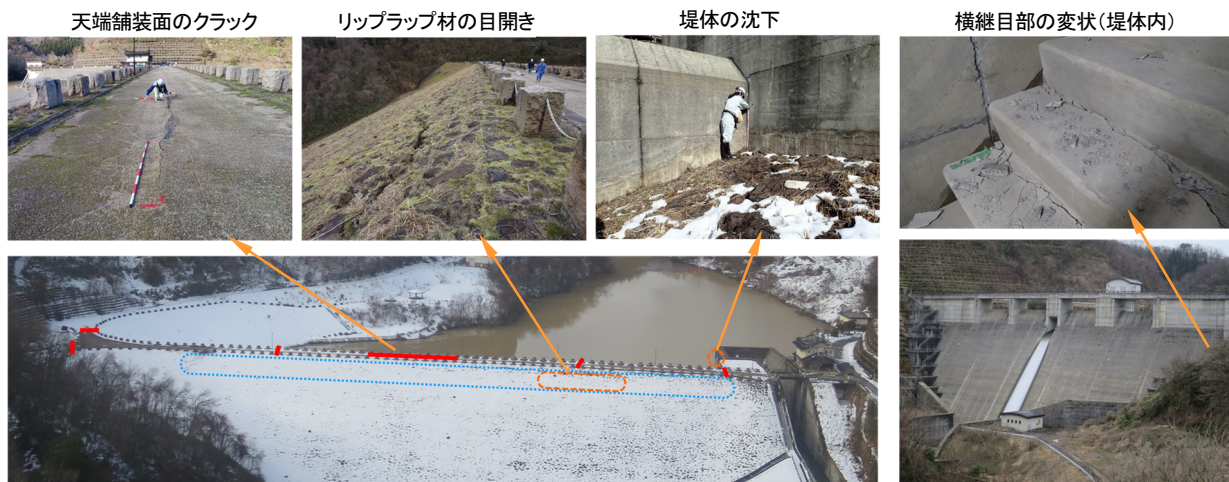
現地調査の状況(2024年1月11日、小室ダム)

震度5弱以上を観測したダムの分布と
臨時点検で異常が報告されたダムの位置

2. 現地調査で確認されたダムの変状

小室ダム（ロックフィルダム）では、堤体の沈下のほか天端舗装面のクラック、表面を保護するリップラップ材の目開き等の変状が確認され、より詳しい調査を行いダムの安全を確認する必要があると判断しました。

北河内ダム（コンクリートダム）では、堤体の横継目部に軽微な変状が確認されましたが、ダムの構造上想定されるものであることや漏水等の異常も認められないことから、安全上の問題はないものと判断しました。



小室ダム

北河内ダム

3. 安全確認のための調査

いくつかの変状が確認された小屋ダムでは、ダムの安全を確認するためさらに詳しい調査を行いました。堤体の沈下については、広範囲に及ぶものの構造基準上必要な高さは確保されていることを確認しました。

ダム天端の舗装面で確認された複数のクラックについては、ダムの止水を担う堤体内のコアに達していないかを確認する目的で開削調査を行いました。その結果、クラックは表面の舗装のみにとどまり、堤体内にはクラックや緩みがないことを確認しました。

ダム下流面のリップラップの変状箇所については、その一部を撤去して背面状態を確認しました。その結果、ダムの本体（堤体ロックゾーン）にすべり等を疑わせる変状は認められませんでした。

以上の結果から、各変状はいずれもダムの安全を損なうものではないと判断しました。



ダム天端舗装面クラック箇所での開削調査（堤体内に損傷なし）



リップラップ変状箇所背面の調査（堤体のすべりを疑わせる変状なし）



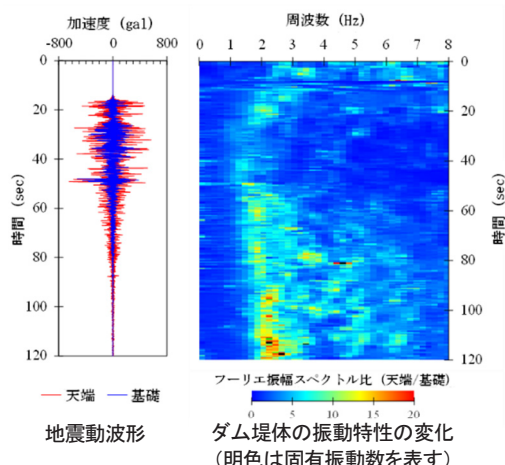
4. 各種データの分析

地震時のダムの安全確認では、現地での直接的な被災状況の確認に加え、日頃からダムの安全管理を目的として現場で取得されている各種の計測データも重要な判断材料となります。今回の地震でもこれらのデータを収集して分析し、現地で変状が確認されたダムの安全に係る判断に最大限活用しました。

例えば、小屋ダムではダムの止水機能を監視する目的で堤体や基礎の浸透量が定期的に計測されています。今回の地震でそのデータに若干の変動が認められましたが、地震前後の変化に加え、過去の貯水位上昇時や地震時の記録との比較等も行い、既往計測値の範囲内であることを確認しました。この結果と堤体や基礎地盤材料の流出を疑わせる浸透水の濁りがないこと等を踏まえ、ダムの止水機能に問題は生じていないものと判断しました。

また、同ダムの基礎部や天端に設置された地震計で記録された地震動データをもとに、堤体の健全性への影響を振動特性の変化に着目して分析しました。その結果、堤体の剛性を表す固有振動数が強い揺れを受けて一時的に低下したものの、その後回復傾向にあることがわかりました。

これらのことと現地調査の結果を踏まえ、ダムに安全に関わる構造的な損傷は生じていないものと判断しました。



小屋ダムで記録された地震動とその分析結果

今回の地震では、以上のような調査や分析によって、強い揺れを受けたダムにおいてもダム自体の安全は損なわれていないものと判断することができました。しかし、ダム管理の面では、アクセス道路や通信手段、外部からの電力供給の一時途絶、河道への土砂流入等多くの困難が生じるとともに、余震を警戒しつつ、被災した下流域の水道水源として、復旧・復興を念頭に置いたダム操作が求められました。

国総研では、このような非常時でもダムの管理者がダムの状態を適確に把握して必要な対応をとることができるよう、今回の経験や対応について広く発信してダム管理の関係者等と共有を図るとともに、技術面でのより良いバックアップのあり方についても検討を進め、次の災害への備えを強化していきたいと考えています。

☞ 関連記事はこちら（担当研究室の関連記事を紹介）

- ・ 令和6年能登半島地震土木施設被害調査等報告、国土技術政策総合研究所資料 第1320号／土木研究所資料 第4459号、令和7年3月

SfM-MVSを用いた発災直後の地形把握手法の開発

研究紹介

土砂災害研究部

1.経緯

令和6年能登半島地震では河道閉塞がいくつも確認された。河道閉塞が形成された際は、土砂災害防止法による緊急調査の着手の判断や現地への踏査ルート設定、河道閉塞氾濫シミュレーションなどのリスク情報の把握など、発災直後における地形状況の把握が重要である。

しかし、令和6年能登半島地震発生数日後の現場では、地盤変動により基準点が測位できない、主要道路の損傷によって現場への立ち入りが制限されるなど、即時的な地形情報の把握が困難であった。

そこで、国総研土砂災害研究部砂防研究室では、能登半島地震の崩壊地（輪島市市ノ瀬町）を対象に、発災直後に入手できる限られたデータのみを用いた地形情報の把握手法を検討した。

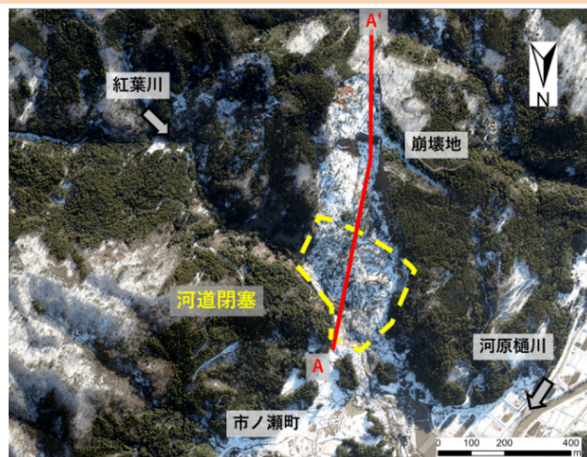


図-1. 市ノ瀬町河道閉塞箇所

2.方法

発災直後（1月2日）に北陸地方整備局が撮影したヘリ動画をキャプチャした画像を用いて SfM（Structure from Motion）解析を行い、3次元モデルを作成した。

動画からキャプチャした画像には位置情報が付随していないため、絶対座標の基準となる評定点の設定が不可欠であるが、発災直後では、現地で位置測量を行うことが困難である。

そこで、災害前の DSM（Digital Surface Model）データから災害前後のオルソを比較して見た目が変わらない箇所で X,Y,Z を推定。その地点で評定点を作成し、SfM 解析を行った。



図-2. 3次元モデル作成イメージ

3.結論

大規模な崩壊が確認された斜面を対象に作成した3次元モデルと、その後実施されたレーザープロファイラ測量成果（災害後 DEM）を縦断形状（図-1 赤線）で比較した。

局所的な誤差が認められるものの、地形は概ね一致しており、発災直後におけるリスク情報の把握に十分活用し得る可能性があることが確認できた。

本手法は、災害前の地形情報（DSM）が必要という条件付きではあるが、情報収集が制限された場面における発災直後には災害発生状況及び地形把握の一助となると考えられる。

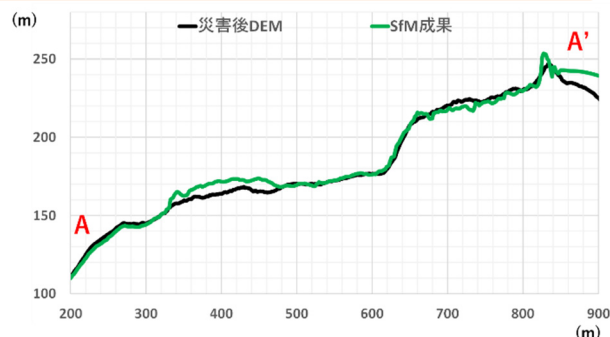


図-3. 崩壊地縦断面図

活動紹介

☞関連記事はこちら

- ・国総研資料 第1320号「令和6年能登半島地震土木施設被害調査等報告」（p8-1～p8-39）
- ・土木技術資料VOL.66 No.7「令和6年能登半島地震による土砂災害発生状況についての調査報告」
- ・土木技術資料VOL.67 No.5「令和6年9月奥能登豪雨による土砂災害発生状況についての調査報告」

令和6年能登半島地震の被災地におけるETC2.0 プローブ情報を用いた経路旅行時間の算定・共有

道路交通研究部

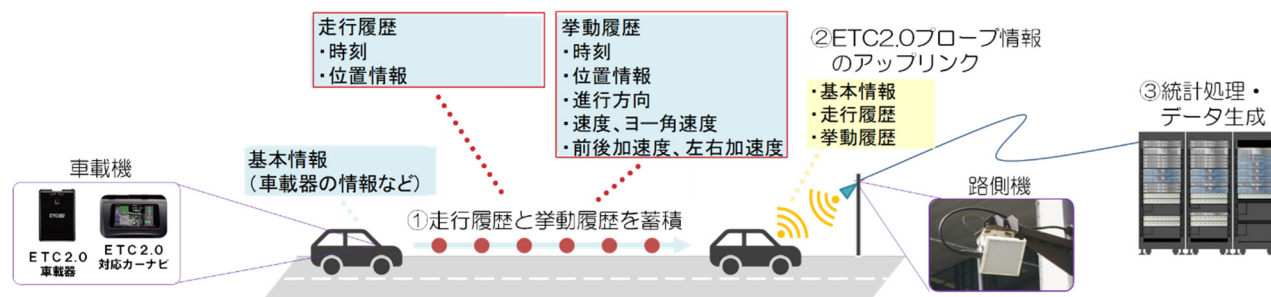
研究紹介

道路交通研究部では、ETC2.0 プローブ情報（下記参照）から道路交通状況を把握するシステムの研究開発を行っています。令和6年能登半島地震発生後、被災地における移動時間の目安として活用してもらうことなどを目的に、上記システムを用いて主要な拠点間の経路旅行時間を算定・共有する取り組みを行いました。

平常時には、地方整備局においてもETC2.0 プローブ情報の「確定処理データ（30日後に利用可能なデータ）」を用いて道路交通状況の分析を行っています。今回は特に大規模な災害であったことから、国総研においてデータの取得から経路旅行時間算定までを可能な限り最短で行う体制を整え、より速報的に旅行時間情報を提供できるようにしました。また、これまで「通行実績の有無」などの把握に用いられてきた「逐次処理データ（1～3時間後に利用可能）」を今回はじめて経路旅行時間の算定に使用したことも特徴です。

ETC2.0 プローブ情報とは

交通混雑の緩和や交通事故の削減に向け、最先端の情報通信技術を用いて人と道路とクルマとを一体のシステムとして構築するITS(Intelligent Transport Systems: 高度道路交通システム)の開発が積極的に推進されています。国総研では、道路交通に関する課題の把握や施策の検討、評価などに活用することを目的に「車両の位置情報を収集する仕組み（路側機、車載器及び路車間通信の機能など）」を車載器製造メーカーをはじめとする27者との共同研究において検討し、共通に定めるべき規格・仕様案を作成しました（2006年3月）。これにより、2009年から車載器の販売、2011年から路側機の整備が行われ、同じく2011年から「ETC2.0 車載器を搭載した車両の位置情報（ETC2.0 プローブ情報、図-1 参照）」の収集がスタートしました。現在のETC2.0 車載器の普及率は約14%です（2024年3月時点の新規セットアップ累計件数11百万/保有車両数83百万）。



- ① ETC2.0 車載器は「車両の走行履歴、挙動履歴等（ETC2.0 プローブ情報）」を蓄積しています。
- ② 道路には「ETC2.0 車載器から情報を収集する路側機」が設置されており、ETC2.0 車載器を搭載した車両が路側機を通過すると、ETC2.0 プローブ情報がアップリンクされます。
- ③ 複数の車両の ETC2.0 プローブ情報を統計処理することで、時間帯毎・区間毎の平均的な旅行時間を示すデータを生成しています。走行時間帯の差を考慮しながらこのデータを合計することで経路旅行時間を算定しています。

図-1 ETC2.0 プローブ情報のイメージ

経路旅行時間情報の算定・共有

図-2 の経路を対象に、日々12 時までのデータファイルを12 時半に取得し、13 時半ころに計算を完了させるというサイクルで経路旅行時間の算定作業を行いました。算定結果は、国土交通省ホームページ「令和6年能登半島地震道路復旧見える化マップ」に加え、省内災害対応者向けに国総研イントラにも掲載しました。七尾市ー穴水町間の経路旅行時間の例を示します（図-3、図-4）。これにより「当日夕方の復路（南向き）」と「翌朝の往路（北向き）」の移動時間の目安となる最新の情報を15 時ころに提供できるようになりました。

特集記事



図-2 旅行時間算定対象経路の例



北行き (穴水町方面)	9時台	13時台	17時台
1月18日(木)	約2時間	約1時間10分	約1時間
1月19日(金)	約2時間10分	約1時間20分	約1時間10分
1月20日(土)	約1時間30分	約1時間	約1時間
1月21日(日)	約1時間	—	—
南行き (七尾市方面)	9時台	13時台	17時台
1月18日(木)	約40分	約40分	約1時間20分
1月19日(金)	約40分	約1時間	約1時間40分
1月20日(土)	約1時間	約50分	約1時間20分
1月21日(日)	約40分	—	—

図-3 国土交通省HPでの掲載イメージ

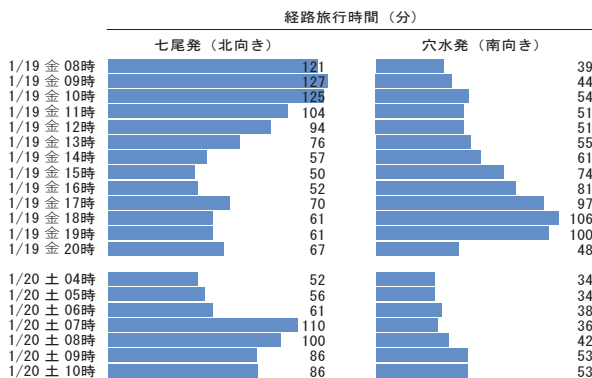


図-4 国総研イントラでの掲載イメージ



図-5 旅行時間算定対象経路の掲載イメージ

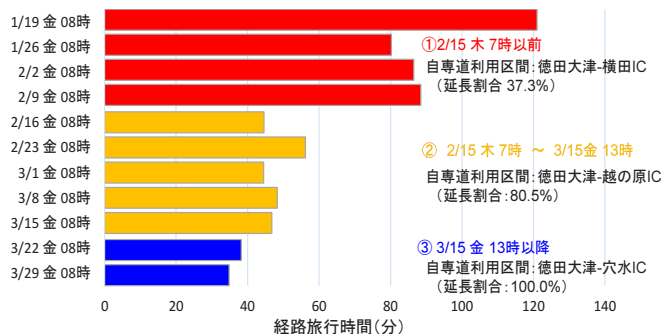


図-6 経路旅行時間の推移（金曜8時台、七尾→穴水）



図-7 国総研X（旧ツイッター）での発信例

イントラには、通行規制に合わせた変更履歴を確認できる形で算定対象経路の位置図を掲載しました。「七尾→穴水」経路の例を示します（図-5）。上記経路の旅行時間（金曜8時台）の推移を見ると、道路の復旧が進むに従って旅行時間が減少していった様子がわかります（図-6）。

加えて、国総研X（旧ツイッター）において、上記ホームページでの経路旅行時間の更新情報の発信を行いました（1月23日から3月13日まで79件。図-7）。閲覧数は平均772.5/件（最大3,225/件）、平均7.1/件（最大30/件）の「いいね」、平均3.3/件（最大18/件）のリポスト（リツイート）がありました。

能登半島地震への対応 ～道路構造物に係る活動～

道路構造物研究部

道路構造物研究部では、令和6年能登半島地震の発生直後から現地に入り、道路構造物の被災状況調査を実施するとともに、復旧への助言や技術基準改定の方針の提案等を行った。本記事ではその概要を紹介する。

活動紹介

1.緊急調査と技術的評価の支援

緊急の要請に即応するため、地震発生の翌日から道路構造物の専門家職員が現地入りして調査活動を開始した。

北陸地方整備局、土木研究所等と連携し、ヘリによる上空からの調査等を通じ被害の状況を広範囲に把握するとともに、覆工が崩落した大谷トンネルなど大規模な被害が生じた各種構造物の技術的評価、二次災害の危険性等について道路管理者に助言した。



写真-1 大規模斜面崩壊個所の上空からの調査



写真-2 覆工が大規模に崩落したトンネルの調査

2.被災メカニズムや新たな課題の把握のための調査

道路構造物に及ぼす影響の観点から地震動を評価し、耐震設計基準を大きく改定した兵庫県南部地震以後に設計された橋では期待した性能が発揮されていることなどを検証した。

一方で、橋台背面の接続区間など各種構造物の特徴的な被害について被災メカニズムの分析を行い、技術基準見直しなどに関係する新たな課題を把握した。

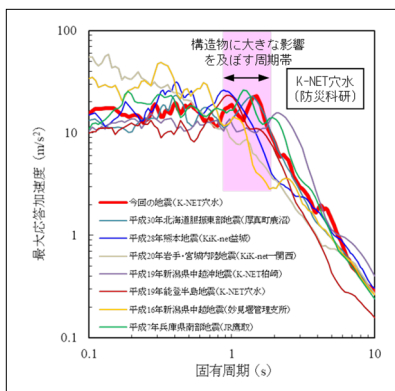


図 既往の地震との加速度応答スペクトルの比較



写真-3 橋台背面接続区間の被災メカニズムの調査

3.復旧方法の助言や技術基準改定の方針の提案

道路復旧技術検討委員会に委員として参画し、被災メカニズムを踏まえた復旧方法の助言を行うとともに、社会資本整備審議会の道路技術小委員会において被災を総括し技術基準改定の方針を提案した。



写真-4 道路復旧技術検討委員会

今後も組織に蓄積したナレッジ等を活かし、能登半島の道路復旧支援や技術基準改定を引き続き進めていく。

☞ 詳細情報はこちら

- ・土木技術資料 Vol.66 No.8 「令和6年能登半島地震における道路構造物の被害の状況と今後の取組み」
- ・第22回道路技術小委員会 資料 (https://www.mlit.go.jp/policy/shingikai/road01_sg_000688.html)
- ・国総研資料 No.1320 令和6年能登半島地震土木施設被害調査等報告

令和 6 年能登半島地震における 建築物構造被害の原因分析について

建築研究部

○令和6年能登半島地震における建築物の構造被害の原因を分析し、対策の方向性等を検討するため、国総研では、国土交通省住宅局及び建築研究所と連携し、建築構造の専門家等からなる有識者委員会「令和6年能登半島地震における建築物構造被害の原因分析を行う委員会」を設置しています。

○委員会では国総研・建築研究所による現地調査の結果に加え、様々な機関が実施している調査結果等を幅広く収集・整理し、建築物の構造種別等（木造、鉄筋コンクリート造、基礎地盤、鉄骨造、非構造部材、津波被害、免震構造）ごとの被害の原因分析を実施しており、令和6年11月1日に中間とりまとめを公表しています。<https://www.nilim.go.jp/lab/bcg/kisya/html/kisya20241101.htm>

研究紹介

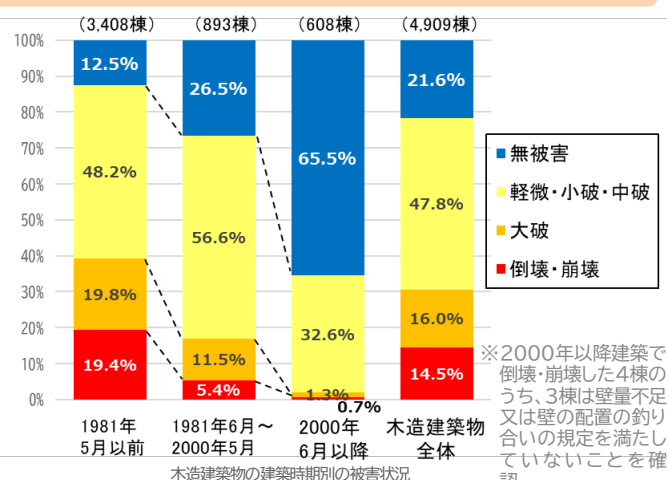
1. 木造建築物の被害の状況

建築物被害の大きかった輪島市、珠洲市、穴水町の市街地において日本建築学会と連携して実施した悉皆調査の結果を用いて、被害の傾向を分析しました。

- ・旧耐震基準の木造建築物の倒壊等の割合が、新耐震基準導入以降の木造建築物と比較して顕著に高い状況でした。新耐震基準導入以降の木造建築物では、接合部の仕様等を明確化した2000年以降の倒壊等の割合がきわめて低い状況でした。

※建築年代は、旧耐震基準の1981年以前、新耐震基準が導入された1981年以降及び現行規定が適用された2000年以降に区分。

- ・耐震改修を行った木造建築物は、耐震改修を行っていない旧耐震基準の木造建築物より被害割合が低く、耐震改修により被害が軽減されました。
- ・住宅性能表示制度により耐震等級2又は等級3を取得した住宅や長期優良住宅の認定を取得した住宅では、倒壊・崩壊又は大破した住宅はなく、大部分が無被害でした。



倒壊し道路閉塞した建築物



筋かい金物なし

<対策の方向性>

- ・耐震化の一層の促進
 - 旧耐震基準の木造建築物について「木造住宅の安全確保方策マニュアル」の周知
 - 新耐震基準の木造建築物のうち、2000年に明確化された仕様等に適合しないものを対象とした「効率的な耐震診断方法」の周知普及
 - 住宅・建築物安全ストック形成事業等による支援の実施

2. 鉄筋コンクリート造建築物の被害の状況

- ・杭基礎を有する鉄筋コンクリート造建築物について、1棟が転倒したほか、複数棟が傾斜しました。被害要因としては、地震時の杭の損傷・移動等による支持力の低下が考えられますが、現時点では明らかになっていません。
- ・旧耐震基準の鉄筋コンクリート造建築物において、柱のせん断破壊や柱はり接合部の破壊、方立壁のせん断破壊の被害が確認されました。



柱のせん断破壊



鉄筋コンクリート造建築物の転倒被害



鉄筋コンクリート造建築物の傾斜被害

<対策の方向性等>

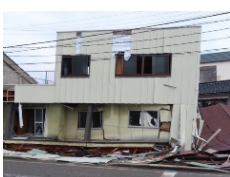
- ・旧耐震基準の建築物について、耐震化の一層の促進
- ・杭基礎である鉄筋コンクリート造建築物の傾斜・転倒被害の原因分析

3.鉄骨造建築物の被害の状況

- 鉄骨造建築物のうち、旧耐震基準の建築物において、3棟が倒壊・崩壊しました。



鉄骨造建築物の2階と3階が倒壊



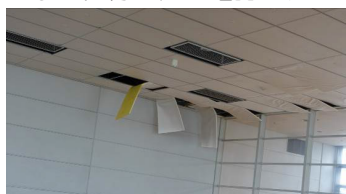
鉄骨造建築物の1階の層崩壊

<対策の方向性>

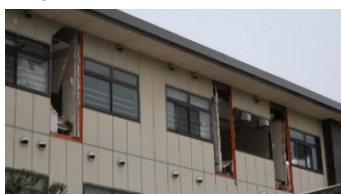
- 旧耐震基準の建築物について、耐震化の一層の促進

4.非構造部材の被害の状況、耐震改修の効果

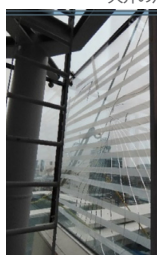
- 天井の全面的な脱落は確認されませんでした。一部の天井板の落下や鋼製下地材の外れ等が確認されました。内壁や外壁等の落下やガラスの被害が見られました。
- 耐震改修を行った建築物について、倒壊・崩壊の被害はなく、有効性が確認されました。



天井の落下被害



外壁の脱落被害



外装のガラスの割れの被害



耐震改修を行った鉄筋コンクリート造建築物（倒壊・崩壊の被害なし）

<対策の方向性>

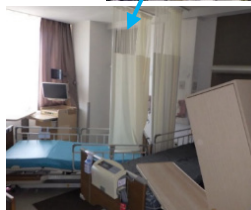
- 特定天井に該当する既存の天井について、耐震診断及び耐震改修の一層の促進
- 内壁や外壁の被害防止のため、設計・施工上の留意事項について周知

5.建築物の使用継続性

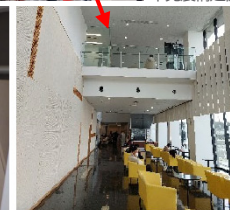
- 免震構造の建築物について、構造躯体の損傷が確認されませんでした。
- 病院の免震構造の病棟において、家具等の転倒被害がなく、地震後の機能継続が図られました。



写真：(一社)日本免震構造協会



耐震構造の病棟の地震後の状況



免震構造の病棟の地震後の状況

<対策の方向性>

- 「防災拠点等となる建築物に係る機能継続ガイドライン」の活用促進

- 大地震で大きな揺れのあった地域にある木造住宅は、損傷により構造耐力が低下している可能性があります。
- 住民等が住み続けられるか否かを判断できるよう「木造住宅の地震後の安全チェック」の周知が必要です。



「木造住宅の地震後の安全チェック」のパンフレット

ひとつでも該当する場合、市町村や専門家へ相談

6.地震地域係数と建築物被害

- 建築物の構造計算に用いる地震地域係数は、過去の地震動の大きさや頻度を踏まえて、0.7~1.0を設定しています。一方で、近年、地震地域係数の低い地域においても大きな地震が頻発しており、能登北部は地震地域係数が0.9となっています。

※地震地域係数は、建築物の構造計算を行う場合に設計に用いる地震力を算出する際に用いられる係数であり、各地域における過去の地震記録に基づき、過去の地震被害の程度や発生した地震の大きさ、頻度を踏まえて、地域ごとに0.7~1.0の数値を定めている。

- 令和6年能登半島地震において、新耐震基準導入以降に地震地域係数を用いた構造計算を行い建築されたと考えられる建築物について、地震地域係数を要因とする倒壊等の被害は確認されませんでした。

<対策の方向性>

- 地震地域係数が1.0未満の地域において大きな地震動が頻発している状況や、当該地域における地震動による建築物の被害の状況の検証、最低限の基準を定める建築基準法の趣旨等を踏まえながら、地震地域係数を用いた基準のあり方について検討

○今後も、杭基礎である鉄筋コンクリート造建築物の傾斜・転倒被害の原因分析や地震被害と継続使用性の関係の調査・分析などについて、引き続き検討を進めてまいります。

関連記事はこちら

- 令和6年能登半島地震による火災被害調査
- 2024年能登半島地震における木造建築物の被害について

(本書P.13~14)

(本書P.68~69)

令和6年能登半島地震による火災被害調査

都市研究部

〇概要

2024年1月1日に発生した令和6年能登半島地震では地震に起因する火災が新潟県、富山県、石川県の各地で合計17件発生したことが報告されています。中でも石川県輪島市河井町では顕著な被害が発生しました。

国土技術政策総合研究所及び建築研究所は、国土交通省住宅局の要請を受け、この火災の被害状況を確認するため現地調査等を実施しました。

研究紹介

1. 現地調査による被害範囲と焼け止まり状況の確認

現地調査により焼失区域を特定するとともに、焼失区域内外の建築物の状況（建物構造、地震被害、火災による変形・変色等）やその離隔距離、道路幅員、空地や樹木の状況等を確認しました（写真）。

また、現地調査と報道機関のニュース映像やSNS等の個人によるインターネット上の発信情報に基づいて、時刻別の延焼範囲の推定を行いました（図-1）。



写真 延焼区域の境界に残る建物の例

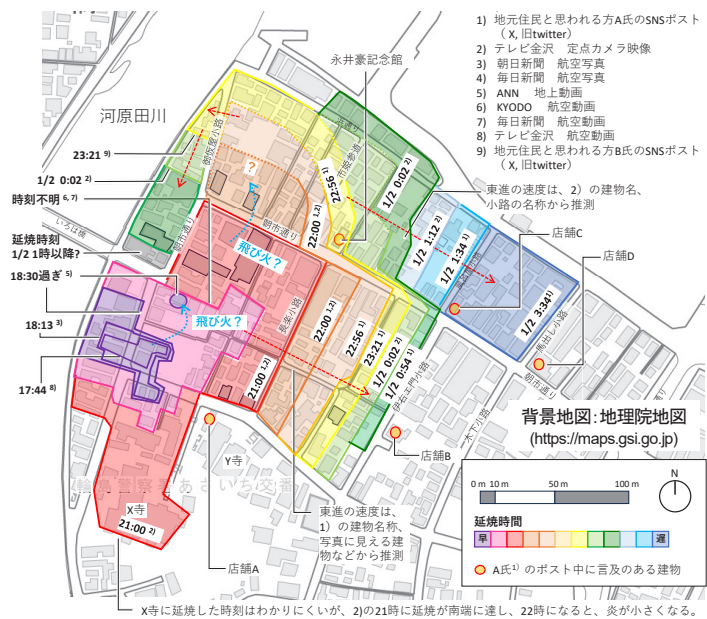


図-1 延焼動態

2. 火の粉飛散範囲の確認

火災当時の火の粉の飛散状況を確認するため、焼失区域周辺において消し炭が残る範囲を確認しました（図-2）。

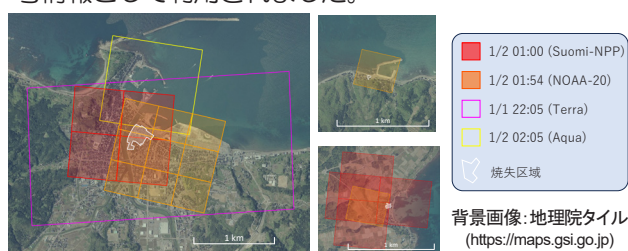
消し炭は焼失区域の北側に集中しており、現地で採取した消し炭の大きさは、焼失区域の真北の近い場所では比較的大きく、遠方では比較的小さいものや厚みが薄いものが多く採取されました。同様に北東側では比較的小さいものが多く採取されました。



図-2 火の粉の飛散状況

3. 人工衛星による広域火災発生地域の検出

大規模地震発生時には被害の全容把握が困難となることから、人工衛星による広域的な観測情報が有効です。今回の地震では、赤外センサーを搭載するNASA及びNOAAの衛星（Terra、Aqua、Suomi-NPP及びNOAA-20）による観測データに基づく火災地域の検出を試みました。その結果、1月2日未明の早い段階で輪島市河井町、輪島市名舟町及び能登町白丸周辺での大規模火災が発生している可能性があることが確認され、これらの情報は現地調査の実施において参考情報として利用されました。



左：輪島市河井町、右上：輪島市名舟町、右下：能登町白丸

図-3 衛星赤外データによる火災検出結果

また、衛星SAR（合成開口レーダー）による火災地域の検出についての検討を行いました。衛星SARは能動的に雲を透過する電波を地表に照射してその反射強度を計測するため、夜間や雲がかかっている状況でも地表の観測が可能です。輪島市河井町の大規模火災地域を対象に、JAXAの衛星ALOS-2によって観測された地震前後の画像を用いて深層学習手法を適用した結果、現地調査で確認した焼失区域とほぼ一致した推論結果が得られ、衛星SARによる詳細な火災範囲把握の可能性が確認されました。



背景画像：ALOS-2による地震前（2021/10/19）の観測データを赤バンドに、地震後（2024/1/9）の観測データを緑及び青バンドに割り当てて作成した疑似カラー画像

*JAXA: <https://www.eorc.jaxa.jp>

図-4 衛星SARデータによる焼失区域の推論結果

4. 出火傾向の分析

令和6年能登半島地震における地震関連火災の発生頻度が、過去の地震と比較してどの程度であったのかを確認しました（図-5）。ここでは、揺れの強さの指標であるPGV（Peak Ground Velocity: 最大地動速度）と建物の単位床面積あたりの出火件数（出火率）を比較しています。比較した地震の中では、1995年兵庫県南部地震の出火率が特に高くなっていることが確認できます。これは、1995年兵庫県南部地震において、揺れによる建物倒壊被害が特に顕著であったことに関係しているものと考えられます。これに対し、令和6年能登半島地震のデータ点の分布は、過去の地震のデータ点の分布から大きく乖離していません。多数の建物倒壊被害が出ているという共通点はあるものの、出火率の観点からは、1995年兵庫県南部地震と令和6年能登半島地震は異なる特徴を有していることが伺えます。

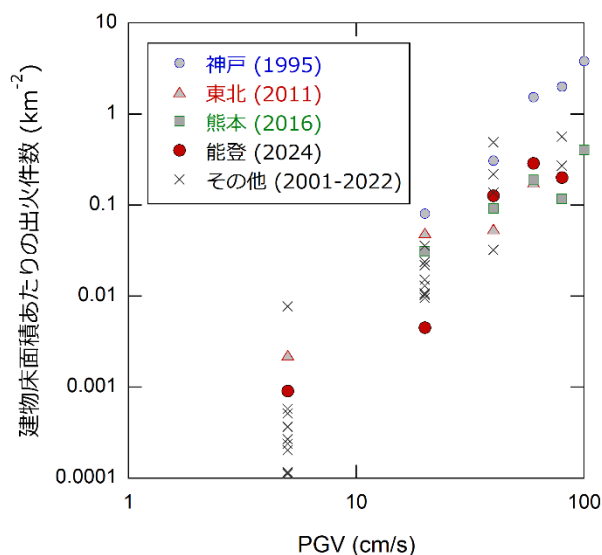


図-5 PGVと単位床面積あたりの出火件数の関係

〇まとめ等

2024年1月1日に輪島市河井町で発生した市街地火災について、同年1月4日に実施した現地調査を中心に、延焼動態の分析、人工衛星データの解析及び過去の地震と比較した出火傾向の分析結果を紹介しました。

今回の地震およびその後の火災により被害にあわれた方々には心よりお見舞いを申し上げます。

🔗 関連記事はこちら

- 令和6年能登半島地震建築物被害調査等報告（速報）、国総研資料 第1296号（P.6-1～P.6-27）

インフラ分野におけるカーボンニュートラルの推進

社会資本マネジメント研究センター

○ 地球温暖化対策が世界的な喫緊の課題となっている昨今、我が国の建設分野においても対策の要請が高まっている。その取組の一助とすべく国総研では令和6年6月、「インフラ分野における建設時のGHG*排出量算定マニュアル案」を策定、公表した。本項では、マニュアル案策定の背景や目的、内容や今後の展開等について紹介する。

*GHG：Greenhouse Gas(温室効果ガス)

研究紹介

1. インフラ分野における現状と課題

我が国のCO₂排出量(2022年度)は約10.4億t-CO₂、このうちインフラ分野から排出される二酸化炭素(CO₂)は、建設機械の燃料消費など建設現場からの直接的な排出量が約0.7%、鉄鋼、セメントなど主要な建設材料の生産や建設関連貨物の輸送を含めた間接的な排出量が約13%を占めるものと推計されている(図¹⁾)。これは統計資料に基づき試算されたものであり、個別の建設現場からの排出量を算定するには別の手法が必要となる。製品の製造・使用や企業活動など個別の対象からのGHG排出量を算定する手法については、国際的基準であるGHGプロトコルや、これを踏まえて環境省と経済産業省が策定した「サプライチェーンを通じた温室効果ガス排出量算定に関する基本ガイドライン²⁾」(以下『基本ガイドライン』とする。)が存在する。基本ガイドラインではGHG排出量を算定するに当たっての基本的な考え方を示しており、具体的な算定方法や算定範囲は規定されていない。

このように建設分野の技術や工法に関するCO₂排出量の定量的、統一的な評価手法は確立されておらず、適切な評価基準が不足していることが、建設分野全体のGX化の障壁となっている。そこで、公平で共通の物差しづくりを行う必要があった。

- 1) <https://www.mlit.go.jp/policy/shingikai/content/001749146.pdf>
2) https://www.env.go.jp/earth/ondanka/supply_chain/gvc/estimate_04.html

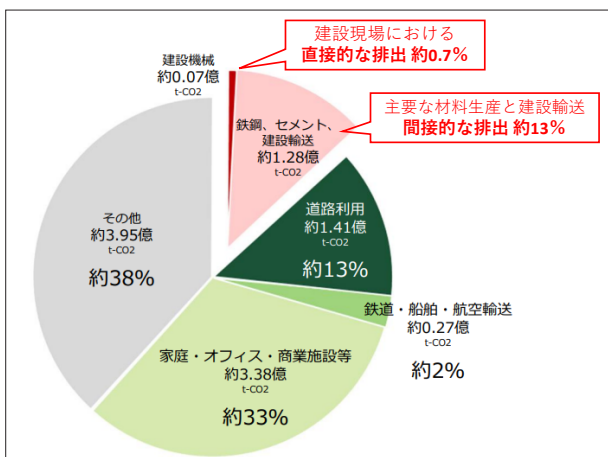


図 我が国のCO₂排出量（2022年）

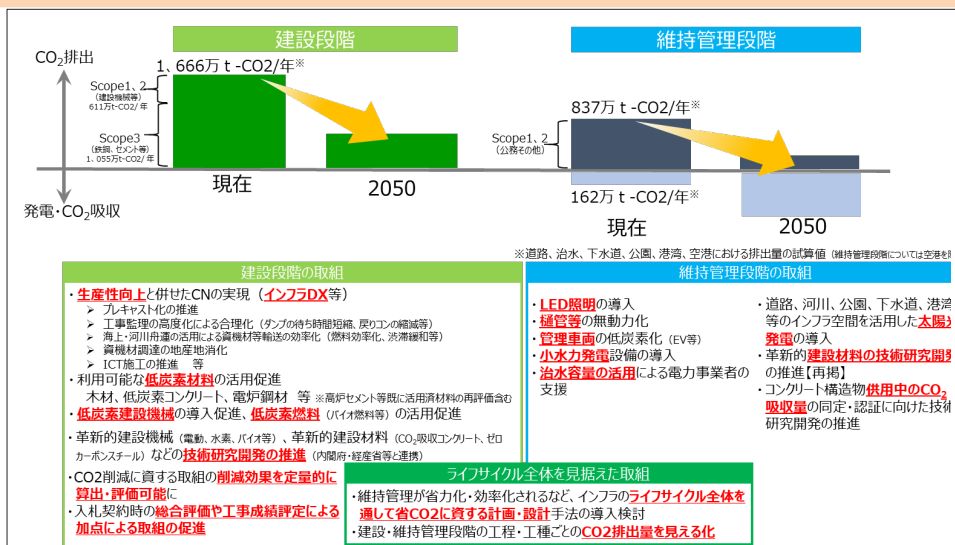
このため国総研では、「インフラ分野における建設時のGHG排出量算定マニュアル案³⁾」(以下「算定マニュアル案」という。)を策定し、令和6年6月に公表した。現在は各地方整備局の直轄工事現場を対象にGHG排出量の試算を行い算定マニュアル案の検証や、排出原単位の策定ルール、排出原単位データベースの検討など、本格運用(※令和8年度以降に予定)に向けての検討や整備を行っている

- 3) <https://www.nilim.go.jp/lab/pgc/result.html>

2. インフラ分野における2050年カーボンニュートラル化のイメージ

インフラ分野においては建設段階と維持管理段階、各段階での対応が必要となる。

本検討では建設段階を対象としたGHG算定手法の確立を目指しているが、供用段階も含むホールカーボン排出量を把握する算定手法の検討も引き続き行う予定である。



<https://www.mlit.go.jp/policy/shingikai/content/001493862.pdf>

3. インフラ分野における建設段階の GHG 排出量算定マニュアル(改定案)

算定マニュアル案の策定に当たっては国の基本ガイドラインの考え方を踏襲しているが、インフラ分野のおかれた状況を踏まえた内容に一部変更している。

● 基本算定式



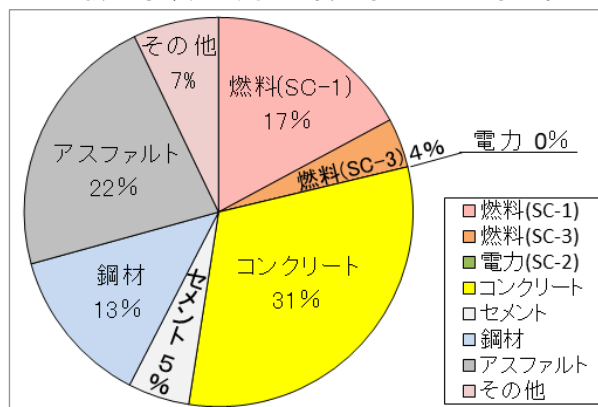
基本の算定式は世界標準「GHG プロトコル」に準拠。国のガイドラインもこれに準拠した考え方とっており、国内外の算定方法と整合している。

● 算定マニュアル(改定案)の特徴

- ① 建設段階を対象とする
ライフサイクル全体のうち建設段階の排出を対象とする。計画設計段階・供用管理段階については令和7年度以降に検討予定。
- ② 「標準」と「脱炭素技術適用後」を示す。
標準的な材料や工法で排出される量「標準排出量」と、脱炭素技術適用した際の「脱炭素技術適用後排出量」の算定方法を定めることで、その差である「排出削減量」を定義した。
- ③ 工事積算の考え方を活用
公共事業に関わる受発注者に広く浸透した統一的な工事積算は工事に関する諸活動を網羅している。積算数量で「活動量」を把握することとした。

④ 事例を元に算定範囲・算定方法を決定

R6 年度試行工事の試算結果から主要 6 品目について積算数量から物量ベースでの積み上げ式で算定。「その他」の素材や活動については金額ベースでの排出原単位を用いて算定することとする。



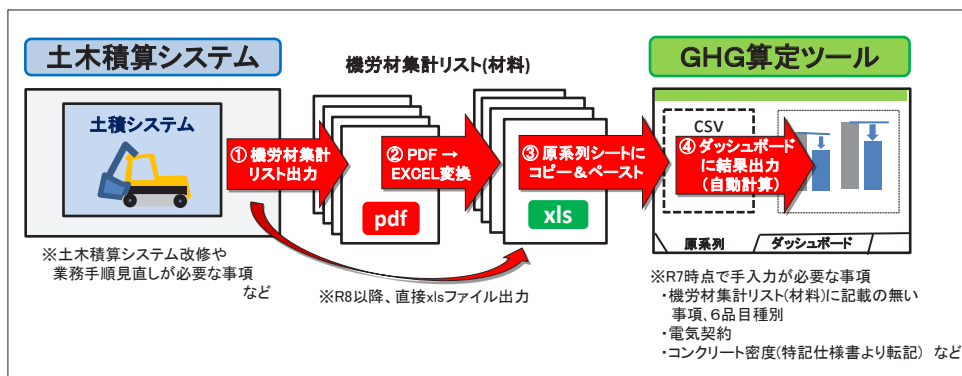
R6試行工事からのGHG排出量試算結果から

⑤ 排出原単位の整備

標準排出量の算定には LCA データベース IDEA の利用を基本とする。また、脱炭素新技術の排出原単位の策定ルール、データベースを整備中である。

4. 算定ツール(試作版)

R6 試行工事を対象に GHG 排出量を国総研で試算したところ作業量が複雑かつ膨大であった。全国の直轄工事において算定を実施するには作業の大幅な迅速化、負担軽減が必要と考えられる。このため、算定を簡便かつ迅速に行うための算定ツール（試作版）を作成した。土木積算システムから出力した積算データを用いて工事からの GHG 排出量を汎用表計算ソフトで計算する算定ツール（試作版）である。現在の土木積算システムは GHG 排出量の算定に必要なデータを PDF 形式でしか出力出来ないなど機能の制約があるため、など算定ツールに直接読み込めるデータ形式で出力できるようなシステム改修を R7 年度にシステムの改良を行う予定である。将来的には土木積算システムからシームレスに GHG 排出量が算定されるのが理想形と考えている。



○まとめ等

国土交通省直轄工事における GHG 排出量算定マニュアルや算定ツール、データベース等を令和8年度以降の本格運用までに取り揃える予定。別途検討される排出削減に対するインセンティブの付与と相まってインフラ分野のカーボンニュートラル実現に寄与していく。

☞ 関連記事はこちら 『時代の潮流と建設生産・管理システムの変革（安原センター長記事）』

☞ 関連Webはこちら 建設経済・環境研究室HP <https://www.nilim.go.jp/lab/pcg/result.html>

能登空港再開に向けた技術支援

空港研究部

活動紹介

1.被害の概要

令和6年能登半島地震により、震源近くに位置する能登空港の滑走路に最大15cm程度の段差が発生した(図-1・図-2)。能登空港の滑走路はアスファルト舗装であり、アスファルト混合物による表・基層の下に粒状路盤が設けられている舗装構成であった。

ヘリコプターの運航には支障がなかったため、地震翌日の1月2日より救援ヘリコプターの受入が行われたが、自衛隊固定翼機の離着陸のためには滑走路の段差を解消する必要があった。段差の解消は加熱合材による復旧が基本であるが、能登空港近傍のアスファルト合材工場は、停電等により早期復旧の可能性が低かったことから、自衛隊固定翼機対応として常温合材による応急復旧が実施された。

常温合材による応急復旧の後、1月12日に自衛隊固定翼機の離着陸が開始された(図-3)。その後、アスファルト合材工場から加熱合材の入手が可能となり、加熱合材による切削打ち換え等が実施された後、1月27日に民間航空機の離着陸が開始された。



図-1 滑走路の最大段差



図-3 1月12日に着陸した自衛隊固定翼機

2.技術支援の概要

国総研空港研究部は、地震発生当日から国土交通省航空局と連絡体制を構築し、WEB会議ツールにより被害情報の共有を開始した。

その後、空港管理者である石川県の職員や、航空局から派遣された TEC-FORCE 隊員からの詳細情報も共有された。滑走路・誘導路・エプロン等の舗装の早期復旧に向けた関係者によるWEB会議が連日開催され、国総研は同会議において舗装復旧のための技術支援を実施した。

1月6日～9日に、空港研究部空港施設研究室から TEC-FORCE 隊員として2名が能登空港に派遣された。石川県職員及び航空局から派遣された TEC-FORCE 員と合流し、前述の段差の応急復旧に関する技術支援を実施した。

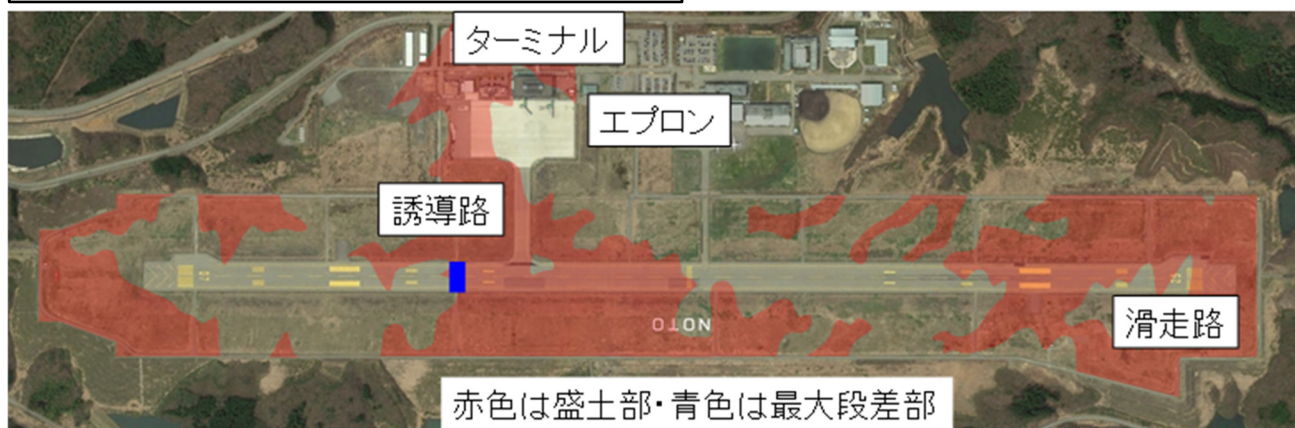


図-2 能登空港の平面図

令和6年能登半島地震における港湾施設の被害とその対応

港湾・沿岸海洋研究部

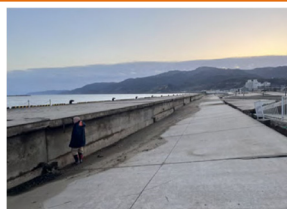
本稿では、令和6年能登半島地震の発災直後に行った港湾施設の利用可否判断、およびその後の施設の暫定供用や応急復旧に向けた動きについて紹介する。

研究紹介

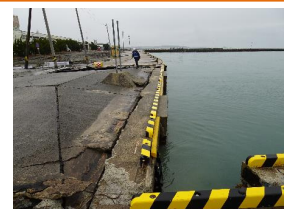
1. 港湾施設の代表的な被害事例

令和6年度能登半島地震においては、港湾施設の被害、特に、係留施設への甚大な被害が確認された。輪島港においては、重力式岸壁の背後に最大2m程度の段差が生じた箇所があった。飯田港においては、矢板式岸壁が大きくはらみ出した箇所があった。七尾港においては、栈橋の上部工と背後地盤を結ぶ渡版に変状があり、栈橋本体の接岸・係留にかかる耐力に影響が生じていると推定される事例があった。

そのほか、宇出津港、穴水港、金沢港などにおいても港湾施設の被害が多数確認されており、係留施設以外では、地盤隆起に伴う水深の減少、地震・津波等による防波堤の滑動・沈下などの被害も確認された。



輪島港マリンタウン岸壁の被災状況



飯田港物揚場(4.0m)の被災状況



七尾港矢田新栈橋(第一西)の被災状況



TEC-FORCEによる金沢港御供田1, 2号岸壁の被災状況調査

2. 現地調査による利用可否判断・技術支援

港湾施設の被災状況の把握のため、国総研からの TEC-FORCE 派遣等による現地調査を実施した。係留施設の現地調査では、岸壁上部工の傾斜や背後地盤のひび割れ幅などから岸壁変位量等を推定し、構造形式等を考慮した上で、係留施設の利用可否判断を実施した。利用可否判断にあたっては、被災状況に併せて、接岸時や上載荷重などに制限付きの運用を提案するなど、その対応を検討した。

また、金沢港御供田1号岸壁については、被災状況を踏まえた応急復旧方法として、仮設係船柱の設置に関する技術支援を実施した。



金沢港御供田1号岸壁の仮設係船柱(ブロック)の設置に関する技術支援

3. 迅速かつ正確な利用可否判断に資する取組

係留施設のうち、水中部・地中部などの目視確認ができない箇所の部材については、現地調査のみで被災の程度を判断することは困難であった。このような係留施設については、構造断面および地震動を再現した地震応答解析を実施し、各部材の残存耐力を推定し、一部の施設については、利用制限の緩和が可能と判断した。

また、今後の余震時に係留施設の岸壁変位量を早急に計測できるようにするため、Berth Surveyor^{*1}を現地に整備した。

4. 今後の課題解決に向けて

今後の利用可否判断の体系化・迅速化に向けては、必要な情報を事前に整理しておくように、ガイドラインの作成を進めている。また、係留施設について、地震後の性能の定量的な評価方法の標準化、施設の即時利用や応急復旧の難易度の評価方法の検討などを取り入れることを視野に、係留施設の新たな耐震設計法の開発に取り組んでいる^{*2}。技術的な検討と併せて、広域災害で研究所職員が TEC-FORCE 派遣できない場合を想定して、各地整と国総研による現地 Web カメラを用いた遠隔での利用可否判断の防災訓練も実施している。

☞ 関連ページはこちら

*1: RTK-GNSS を用いた地震後の係留施設の変位量計測・安定性評価支援システムの開発

<https://www.pari.go.jp/2020/03/TECHNICALNOTE1370.html>

*2: 係留施設の地震後の即時利用や容易な応急復旧を可能とする新たな耐震設計法の開発

<https://www.nilim.go.jp/lab/bcg/hyouka/R6/r6index.htm>

