

性能に基づく橋梁の
耐震計画・設計・診断に関する
研究小委員会

活動終了報告

メンバー構成

委員長：大住 道生 国立研究開発法人 土木研究所
副委員長：藤倉 修一 宇都宮大学
幹事長：松本 崇志 (株)建設技術研究所
幹事：坂井 公俊 (公財)鉄道総合技術研究所
：佐々木智大 (株)大林組
：篠原 聖二 阪神高速道路(株)
：高橋 良和 京都大学
：党 紀 埼玉大学
：松崎 裕 東京科学大学

委員：

井上 和真、井上 貴文、植村 佳大、鵜飼 隼、大越 靖広、尾上 紘司、
恩田 駿秀、笠井尚樹、金山 亨、河原井耕介、北原 武嗣、木下 幸治、
京田 英宏、久慈 茂樹、後藤 源太、後藤 僚一、坂本 佳也、幸左 賢二、
佐藤 京、佐藤 慧、佐藤 崇、武田 篤史、田嶋 仁志、谷口 惺、崔準 祐、
千田 知弘、張 広鋒、中尾 尚史、名古屋和史、服部 匡洋、傅 斌、
馬越 一也、松原 拓朗、松村 政秀、山内 春絵、山川 糧平、山田 雄太、
山本 悠人、吉川 卓

全48名

第 I 編 耐震構造計画

- 橋梁の耐震設計における「構造計画」の考え方
- 特に、1990年代に整理された耐震構造計画の基本的思想を振り返る
- あわせて、その後の大規模地震被害や技術進展を踏まえた現在の状況と比較する

構造計画における耐震の重要性

- 構造物の設計とは、要求される機能や性能を満足する構造形態を創出する行為である
- この設計行為には、構造形式や配置を決定する「構造計画」が含まれる
- 構造計画では、上部構造形式、橋脚位置、スパン割などが決定される
- これらは設計の初期段階で決まるため、後段で変更することは容易ではない
- そのため、構造計画段階での判断が最終的な耐震性能を大きく左右する
- 一方で、構造計画の考え方は、従来の経験則が踏襲される場合も多い
- その結果、最新の地震被害や知見が十分に反映されていない可能性がある

設計地震力の増大と構造物の変化

- 構造物の**設計地震動**は、時代とともに**大きくなってきた**
- レベル2地震動や標準L2地震動では、弾性加速度応答が**1Gを大きく超える**
- こうした設計地震力の増大に対応するため、橋脚断面は徐々に大型化している
= **地震時挙動が支配的**となっている

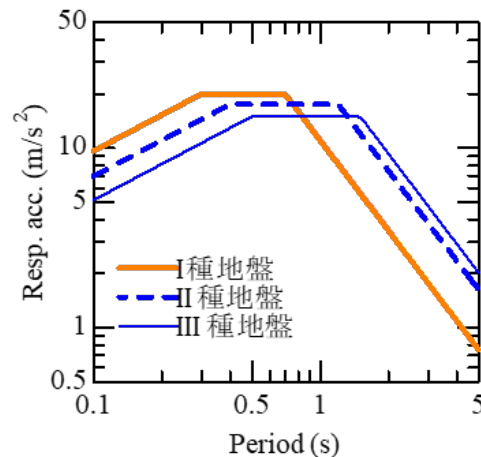


図 道路橋のレベル2地震動(タイプII)※1

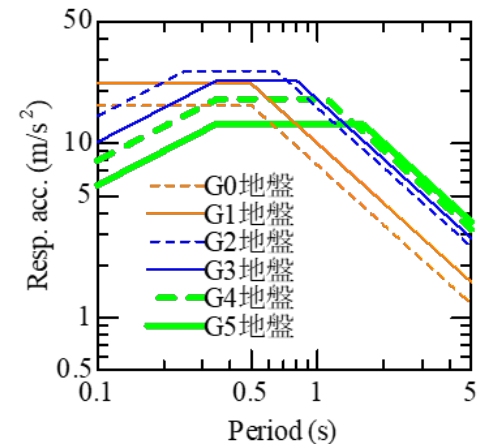


図 鉄道構造物の標準L2地震動(スペクトルII)※2

※1 日本道路協会：道路橋示方書・同解説 V 耐震設計編（平成29年11月），2017.11

※2 （公財）鉄道総合技術研究所：鉄道構造物等設計標準・同解説（耐震設計），丸善出版，2012.

1990年代との比較による耐震構造計画の検討

文献（1990年代）における耐震構造計画の特徴

- 地震時の構造応答をできるだけ単純化することを重視している
 - 構造の規則性や一様性を理想的な状態としている
 - 橋梁全体系としての地震挙動に着目している
 - 当時の解析技術や設計体系を背景とした考え方である
- ➡
- 国内の設計基準，近年の大規模地震被害，解析技術の進展を踏まえて再評価する
 - 共通点，相違点，および現代的な解釈を整理する

【参考文献】 Priestley M. J. N., Seible F., Calvi, G. M.: Seismic Design and Retrofit of Bridges, John Wiley & Sons, Inc., 1996.
【日本語訳】 川島一彦監訳：橋梁の耐震設計と耐震補強，技報堂，1998.

Priestleyらによる基本的な整理

- 曲線橋は応答が複雑となるため、直線橋が望ましい
- 単純桁は落橋の可能性が高いため、連続化を図るべきとされている
- 軟弱地盤では変位が大きくなるため、良好な地盤を選定すべきとされている
- 塑性ヒンジは橋脚に形成させ、地震後の点検・補修を容易にすることが望ましい
- 構造の規則性と単純性が重視されている

国内基準における構造計画上の配慮

- 道路橋示方書では、**地盤条件の把握**や**落橋防止**が重視されている
- 鉄道耐震標準では、**冗長性**や**隣接構造物との連成効果**が重視されている
- **地震後の機能確保**も重要な設計目標とされている
- **耐震構造計画**は基準類の中で明確に位置づけられている

共通する考え方

- 曲線橋や過度に斜角の小さい斜橋は避けるべきとされている
- 単純桁よりも連続桁やラーメン構造が望ましい
- 軟弱地盤や液状化地盤に対して十分な配慮が必要
- 損傷は橋脚基部に集中させる考え方が共通している

相違点と現代的対応

- 文献では橋脚高さの統一が推奨されているが，国内では一般的ではない
- 国内では，断面調整や支承条件の工夫により荷重分担を調整している
- 支間長は耐震性よりも経済性や地形条件で決定される場合が多い
- 非線形解析の普及により，柔軟な構造計画が可能となっている

具体的な検討の観点

- 線形・平面形状に関する制約
- 幅員および将来拡幅に関する制約
- 支間および長支間に関する制約
- 斜面・渓谷部における制約
- 液状化地盤における制約
- 長大橋における制約
- 桁－橋脚の結合方式
- 桁－橋台の結合
- 橋脚形式
- 橋脚断面および基礎との接合
- 基礎形式
- 上部構造形式

第 I 編のまとめ

- 本検討では、文献「橋梁の耐震設計と耐震補強」を基に、耐震構造計画の考え方を整理した
- 文献は1990年代に整理されたものであるが、現在の国内基準と共通する考え方も多く確認された
- 具体的には、**曲線橋の回避**、**連続化の推奨**、**軟弱地盤への配慮**などが共通点として挙げられる
- 一方で、**橋脚高さの統一**や**支間短縮**など、**現在の国内実務とは異なる考え方**も確認された。これらの相違は、設計体系や解析技術の進展によるものと考えられる
- **危機耐性を考慮すると、必ずしも従来推奨されてきた構造形式が最適とは限らない**場合がある。例えば、断層変位に対しては、**単純桁構造**が合理的となる場合も考えられる
- 構造計画段階で、**想定外事象に対するシナリオ**を考慮することが重要である

第II編 橋梁の耐震解析における不確実性

- 様々な地震被害の経験や技術の蓄積を取り入れ、体系化されてきた
- 特に、1995年兵庫県南部地震では、高速道路、鉄道、港湾施設などのインフラ構造物の甚大な被害が生じた
- これを受け、塑性域における橋脚のじん性を考慮した照査を実施するなど、**構造物の非線形特性**に関する多くの知見が取り入れられてきた
- さらに、**より高度な解析手法・解析モデルが一般的に使えるツール**となってきた
- 耐震設計の新技术導入によるさらなる高度化に資する知見の収集を目的として、従来の耐震設計の枠組みの中で**陽に想定されていない事象**について整理するとともに、**解析技術を活用し、これらの事象の影響を定量的に評価**することを試みた

1. 地震動の2方向の同時作用の影響

● 背景

- ・ 実地震動は3次元同時入力（水平2成分+鉛直）であるが、橋梁などの耐震設計では、水平方向1成分ずつの独立に入力することが標準

● 課題

- ・ 水平2方向同時作用による非線形応答を定量評価する手法の整理が必要

● 2方向地震動の評価指標

- ・ 2方向応答スペクトル：従来の応答スペクトルを2方向に拡張
- ・ RotD 100, 50, 00：入力方向に依存しない強度指標
- ・ 応答スペクトルの全方位表示：2方向地震動の「大きさ」と「方向性」を同時に評価可能

● 2方向地震作用の影響の評価事例

- ・ **液状化現象に2方向入力の影響があることを確認**

2. 地震後の残存性能

- 地震後の機能回復が求められる
- 現行基準では、大地震でRC柱が損傷することを許容し、補修（元の性能に回復）や補強（性能向上）によって再利用する設計思想が基本となっている。
- 補修内容は損傷程度に応じ、ひび割れ注入、断面補修、鉄筋補修、さらに必要に応じて鋼板巻き立てなどの耐震補強も行われる。
- 構造物が複数回大規模地震動を受ける例があるが、現行設計は残留傾斜状態での被災を十分には想定していない。
- 複数回の損傷・補修を経験したRC柱の残存耐震性能について再現解析を行った結果、**残留傾斜が変形性能に影響**。

3. 橋台背面地盤の影響

- 過去の地震では橋台背面地盤の沈下が発生
- 橋台背面地盤が橋台の挙動に与える影響に関する既往研究を整理し、実際の被害分析事例を対象に橋台背面地盤を含む橋梁のモデル化について検討した。
- 橋台とその背面地盤の相互作用に関する文献のレビューで得られた知見
 - ・ 橋台背面の状況が橋台の応答に大きな影響を与える
 - ・ 橋台の応答に与える橋桁の影響は無視できない
- 東北地方太平洋沖地震で被災した橋台の再現解析で得られた知見
 - ・ 橋台周辺および直下の地盤の液状化が橋台の応答に与える影響は大きい

4. 橋梁に対する断層変位の影響

- 内陸直下型地震における大規模災害において、断層による強制変位を受け生じた地表面の変状が報告されることがある。
- 2016年熊本地震では、最大で2mを超える断層変位を受け地表面に大きな地盤変状が確認された。これらの地盤変状により構造物が被害を受けた可能性も指摘されている。
- 断層変位の影響を受ける道路橋の応答を評価する一般的な手法は確立されていない
- 既往の研究では、設計上は慣性力と断層変位を動的解析の中で同時に作用させたほうが良い可能性が示唆されているが、断層変位を作用させた後に地震動を作用させる手法も損傷の再現性はあるとされている。
- 再現解析事例では、断層変位成分を含む入力地震動を橋脚ごとに入力する手法が最も精度がよかった。

5. ゴム支承のモデル化

- 2011年東北地方太平洋沖地震，2016年熊本地震，2024年能登半島地震などの近年の巨大地震では積層ゴム支承の破断が発生している。
- 過去のFEM解析などで原因検討が行われてきたが，破断要因の特定には至っていない。
- 破断要因は複数の事象の組み合わせ，製品ばらつき，構造的要因などが絡む可能性があり，特定が難しい状況である。
- 解析的検討の結果，ゴム材料に生じる各応力に対し上載荷重，被覆ゴムの有無の影響は小さかった。また，**最大主応力と相当応力が卓越する場所は異なっていた。**

6. 解析において剛とみなす部材のモデル化

- 道路橋の1橋脚モデルで、複数の支承をそれぞれモデル化する場合の剛とみなす仮想部材のモデル化方法の違いが、解析結果（支承反力等）に与える影響を試算した。
- **仮想部材の剛性**の影響：剛性値の大きさの影響は小さいが、仮想部材（主桁部材と横部材）の剛性比を大きくすると、反力分配が均等化する。
- **支承ばねの直角方向固定条件**の影響：水平方向ばねの剛性値を小さくすると反力の偏りが解消されるが、本来の固定条件と乖離しない剛性値の設定が必要。
- 上部工仮想部材の**材端接合条件**（回転ばね）の影響：仮想部材接合部の回転剛性（本検討は回転ばね）の剛性値を小さくすることで反力の偏りが均される傾向がある。
- 実橋梁の文献調査：FEM解析でも**主桁間の反力偏り**が報告されており、均等分配を前提とした設計は危険側となり得るため、留意が必要。

第II編のまとめ

- 耐震設計の新技術導入によるさらなる高度化に資する知見の収集を目的として、従来の耐震設計の枠組みの中で陽に想定されていない事象について整理するとともに、解析技術を活用し、これらの事象の影響を定量的に評価することを試みた。
- 多方向入力、累積損傷、地盤—構造物の相互作用、断層変位、支承の材料・モデル化・経年変化といった多様な不確実性が、実際の構造応答に与える影響を定量的に評価できた。
- 本報告で得られた知見は、広く設計実務へ反映できるものとは限らないが、設計者が**解析条件を設定する際**や**結果を解釈する際に**、**モデル化の前提や適用範囲を再確認するための重要な判断材料**を提供するものである。

第III編 既設橋耐震設計・診断の目的

耐震補強実務者にとって有益情報

- 社会資本ストック数が多く設計や施工の制約条件や技術的課題が多い中小規模の既設橋の耐震性を向上するための、設計計画、設計照査法、研究・解析・設計・施工事例、危機耐性の事例や取組み状況等の整理
- 道路管理者、設計者、施工者を対象とした構造計画・設計照査・施工に関するヒアリングを通じた実態把握と問題点・課題点等の抽出
- 耐震補強した既設橋の地震後における耐荷性能の評価方法や、UAV等を活用した新しい技術による復旧方法や診断方法の取組み事例収集

第III編の報告書の内容

- SWG1 :
 - ・ あと施工アンカー
 - ・ 鋼部材の耐震補強設計
 - ・ コンクリート部材のねじり挙動
 - ・ 耐震補強事例の紹介
- SWG2 :
 - ・ 既設橋における危機耐性の評価法
 - ・ 危機耐性を高めるための具体策の事例収集
 - ・ 危機耐性の取組み実態調査(道路管理者, 鉄道管理者, 設計者, 施工者)
- SWG3 :
 - ・ 設計で一般的に考慮しない地震時挙動が橋の耐震設計と復旧性に与える影響
 - ・ 被災した橋梁の損傷度評価と復旧の実事例
 - ・ 被災した橋梁の補修効果を評価した実験に基づく補修・補強方法の調査
 - ・ 被災した橋梁の損傷度検知技術の調査
 - ・ 被災した橋梁における耐震性能評価技術とその適用事例に着目した文献調査

第2章 既設橋に対する耐震診断手法の収集整理

あと施工アンカーの設計関連資料収集

- 落橋防止構造の取付け部など、耐震補強対策で適用事例の多い接着系樹脂アンカーについて、既往の技術基準における設計手法を調査し、「適用範囲」、「構造細目」、「耐力評価式」を整理した。
- 近年の被害調査報告書をもとに被災事例を収集し、あと施工アンカーのRC製下部構造取付け部の損傷を整理した。
- アンカー一定着部を対象とし、埋込長さや縁端距離等をパラメータとした実験やあと施工アンカーの代替となる工法の実験事例を整理した。
- 設計会社や施工会社にヒアリングを通じて、標準的な構造計画例や設計計算例が整備されていないため、技術者が把握している範囲の技術図書やノウハウ等に基づいた設計施工が実施されている関係より、統一的な耐震対策に至っていない実態が明らかとなった。
- 本稿でまとめた被災事例や研究事例を参考とした設計手法の確立、既設鉄筋との干渉を最小限とする構造計画や施工時の対応を検討する余地があることが示唆された。

第2章 既設橋に対する耐震診断手法の収集整理

耐震設計における特殊な検討事例

- 既設鋼橋・鋼部材は最新の道路橋橋示方書で規定される7つの座屈パラメータの範囲を満足できないことが多い。弾性範囲に留めることは現実的でないため、**耐荷性能や変形性能に関する技術的知見の蓄積が必要**である。
- 柱や梁を構成する鋼断面の座屈パラメータだけでなく、**隅角部の耐荷性能、角部の溶接状況**を把握し、必要な対策を講じることが必要である。
- ねじりを厳密に考慮した既設橋の設計事例として、実在するRCアーチ橋のアーチリブや補剛桁に対してねじり非線形性やねじりと曲げの相関曲線を考慮した事例を収集・整理した。ねじりを厳密に考慮することにより、ねじり応答が変化するとともに、卓越周期や振動モードが変化することによる周辺部材の応答にも影響が見られることから、**ねじりの適切な評価が重要**であることが示された。
- 道路橋の耐震補強設計において工夫した事例として、**橋台1点固定の支承部補強が困難な場合**や、周辺環境により既設橋脚や基礎の補強が困難な場合の既設橋梁の対策事例を収集・整理した。

第3章 既設橋の危機耐性に関する体系的な整理

基本方針	具体方策
①冗長性を高める	<ul style="list-style-type: none"> ・ トラス構造に斜材を追加する等，部材を追加する構造系補強（一般には冗長性を付与する目的で実施されるものではないが，結果として冗長性を確保する対策とも考えられる）
②条件変化に鈍感（ロバスト）にする	<ul style="list-style-type: none"> ・ 超弾性構造 ・ 免震・制震構造の更なる技術開発（各種ダンパーの適用や，桁衝突の考慮，すべり免震支承） ・ 地震時の水平方向慣性力に最適化された構造形態の検討 ・ 早期復旧が可能となるよう配慮した構造形式の選定
③損傷後も安定性を確保する・耐余震性を高める	<ul style="list-style-type: none"> ・ 自重補償構造 ・ 落橋防止構造 ・ 落橋防止機能兼用型制振装置 ・ 上部構造を支持可能な落橋防止構造 ・ 変位拘束ケーブル
④損傷が生じたとしてもその挙動をコントロールする	<ul style="list-style-type: none"> ・ 倒壊方向制御構造 ・ 耐力階層化鉄筋 ・ 制御部材付き円形断面鋼製橋脚
⑤構造復旧性を高める	<ul style="list-style-type: none"> ・ メタボリズム柱構造 ・ 復旧性向上を目指したPC橋脚構造 ・ 地震時の損傷の確認や復旧が容易にできるように塑性化させる部位を選定

既設橋の耐震補強事例を①～⑤の観点で収集し、危機耐性を高められた
 取組み事例や設計上の工夫点を整理

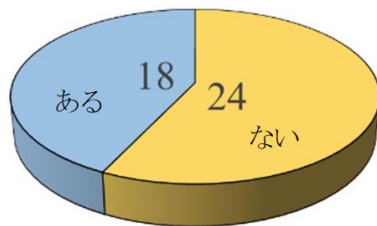
第4章 既設橋における耐震補強事業の実態調査

調査の方法と対象

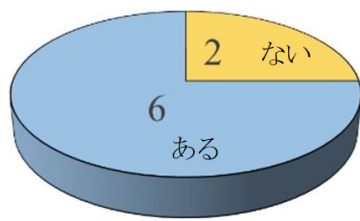
- ・道路管理者：都道府県は各自治体のHPより担当部署に直接連絡
高速道路管理者は当委員会に所属している委員から
- ・鉄道事業者：JR6者の他，高架区間を有する地下鉄の事業者
- ・設計者：回答者の設計経験に偏りが極力生じないように，幅広い建設コンサルタントに所属する設計者から意見を収集
- ・施工者：総合建設業者
- ・メーカー：鋼橋メーカー4者
支承・落橋防止メーカー10者
PCメーカー10者

4.3(4) 道路管理者を対象としたアンケート

問 3 : ネットワーク全体の耐震性向上の観点から、橋梁の特定部位の耐震補強を優先的に実施したことがあるか

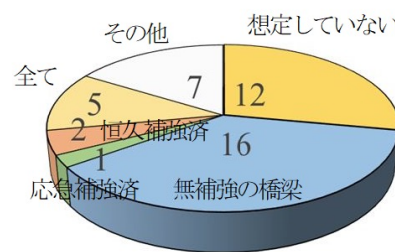


(a) 都道府県

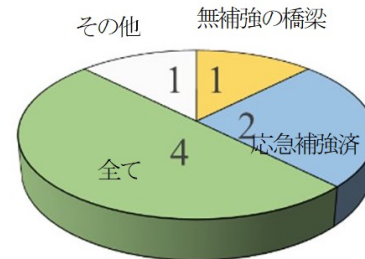


(b) 高速道路

問 5 : 地震動の作用により橋梁が損傷することで、車両の通行ができなくなることを想定されているか (複数回答可)

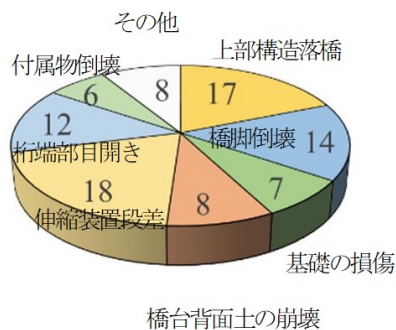


(a) 都道府県

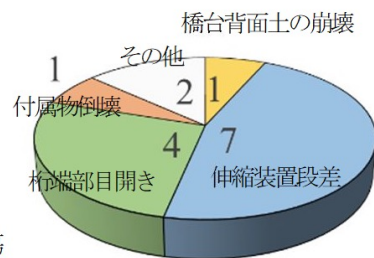


(b) 高速道路

問 6 : 問 5 で「上部構造の落橋」以外を選択された場合、どのような損傷を想定しているのか

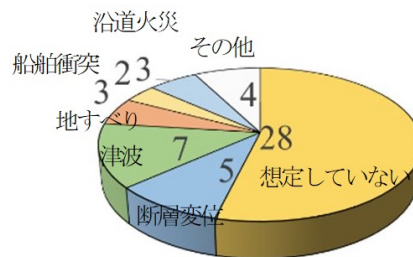


(a) 都道府県



(b) 高速道路

問 7 : 地震に起因する事象により橋梁が損傷することで、車両の通行ができなくなることを想定されているか (複数回答可)



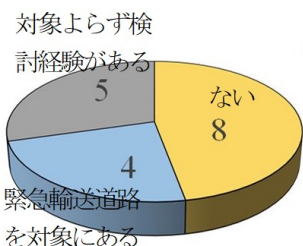
(a) 都道府県



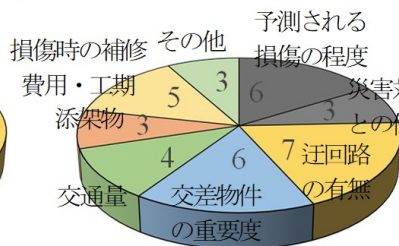
(b) 高速道路

4.3(6) 設計者を対象としたアンケート

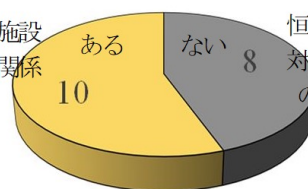
問1：交通ネットワーク全体の耐震性の向上の観点から、耐震補強の優先順位を決めた経験、優先順位に応じて耐震補強等の設計を行った経験



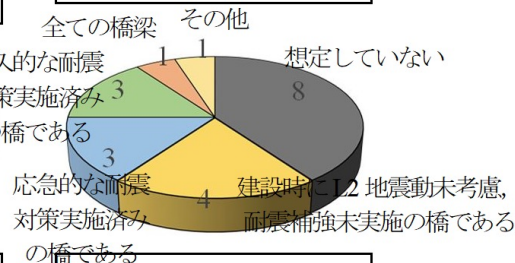
問2：問1で「ある」を選択された場合、橋梁の耐震補強の優先度を定める上で考慮した要因



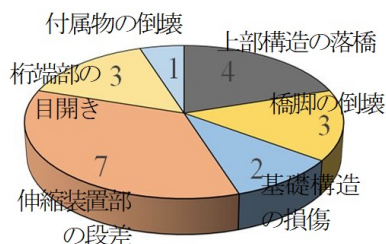
問3：ネットワーク全体の耐震性向上の観点から、橋梁の特定部位の耐震補強を優先的に実施する設計を行った経験



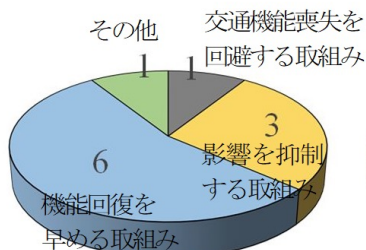
問5：地震動の作用により緊急輸送道路の橋梁が損傷することで、車両の通行ができなくなることを想定した防災対策を検討する業務の経験



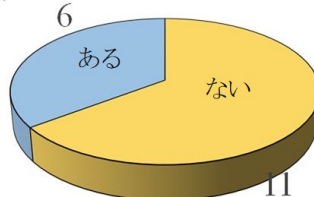
問6：問5で想定している選択肢を回答された場合、どのような損傷を想定しているか



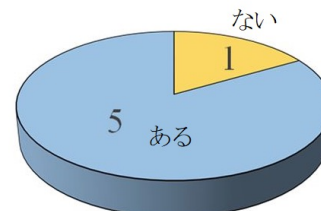
問7：問5で想定している選択肢を回答された場合、交通機能が失われることに対してどのような取り組みを検討したか



問9：地震後の道路事業者の対応を支援する体制を構築しているか



問11：問9で「構築している」を選択された場合、事業者との事前の取り決め等はあるか



第5章 地震後における橋梁の性能評価方法に関する事例調査

- 既設道路橋を耐震補強する主たる目的は、大規模地震発生後において、**橋を含む道路ネットワークの速やかな機能復旧**にある。
- 一方で予算や設計・施工の複雑さの都合で**耐震補強が後回しとなっている事例**もあり、緊急輸送道路上の橋梁の耐震補強進捗率は令和6年3月時点で82%（耐震性能2：速やかな機能回復が可能な性能を目指す対策）である。
- 未だに対策が完了していない橋梁が存在する中で、既設橋の耐震性能を見据えた、**地震後における構造や部材の性能評価と診断・復旧方法を検討し、有事に備えた図書を準備しておくことは重要**である。
- そこで、橋梁構造物の地震後の健全性・供用性・復旧性の評価に関わる項目として以下の観点で文献調査を行った。本章では各節にてこれらの結果を報告する。
 - ① **設計で一般に考慮しない地震時挙動が橋の耐震性と復旧性に与える影響**
 - ② **被災した橋梁の損傷度評価と復旧の実事例**
 - ③ **被災した橋梁の補修効果**を評価した実験に基づく補修・補強方法の調査
 - ④ **被災した橋梁の損傷度検知技術**の調査
 - ⑤ **被災した橋梁における耐震性能評価技術とその適用事例**

5.2 設計で一般的に考慮しない地震時挙動が橋の耐震性と復旧性に与える影響

(2) 過去の大規模地震による実際の損傷事例から、設計で考慮していないことにより損傷を**助長**させたと考えられる事例や、反対に損傷を**軽減**させたと考えられる事例を紹介する。

設計で一般的に考慮しない事象により**損傷**したと思われる過去の事例

天王橋（2011年東北地方太平洋沖地震）



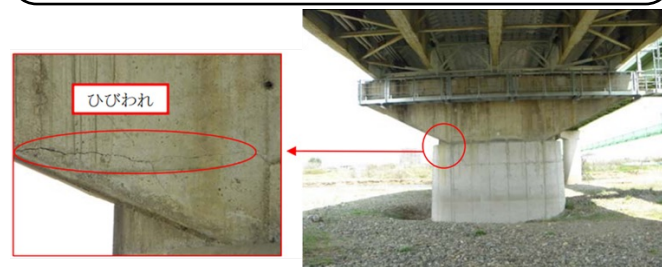
部材同士を接続するガセット部のボルトとガセットプレートの**破断**

白濁橋（2024年能登半島地震）



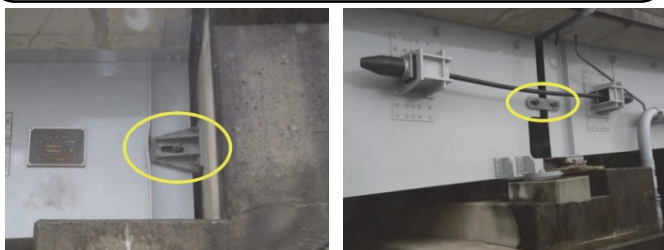
支点部の主桁における下フランジとウェブの**座屈**

名取大橋（2011年東北地方太平洋沖地震）



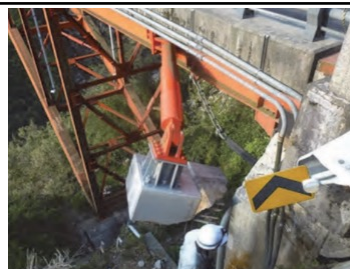
橋脚柱部のRC巻立て補強により、橋脚柱部が大きな地震時保有水平耐力を有した結果、柱と梁の**接合部等に損傷**

阿蘇口大橋（2016年熊本地震）



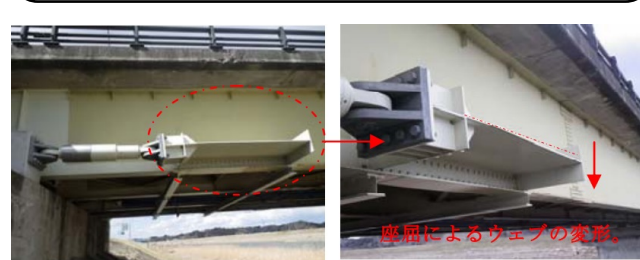
現行基準を満たしていない落橋防止構造や設置位置の配慮不足によって主桁を損傷（左写真）。新旧基準の落橋防止構造が混在している影響により**新基準では期待していない旧基準の落橋防止構造が作動**（右写真）

南阿蘇橋（2016年熊本地震）



異なる機能を有する装置が接続部を兼用する場合、一方の装置によって接続部が損傷すると、もう片方の装置の役割が発揮できなくなる。

鳴瀬大橋（東北地方太平洋沖地震/2011）



上下部構造間や上部構造同士に装置を設ける場合に設置する鋼製ブラケット等の設計は、想定される事象（例えば**座屈**）を考慮した応力度照査や鋼製ブラケットの変形を考慮して行う必要がある

5.2 設計で一般的に考慮しない地震時挙動が橋の耐震性と復旧性に与える影響

設計で一般的に考慮しない事象が損傷を軽減したと考えられる事例

阿蘇長陽大橋（2016年熊本地震）



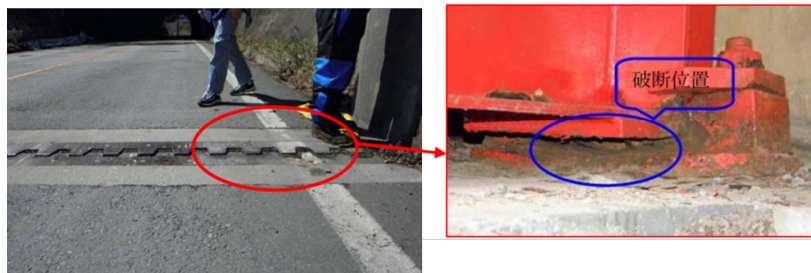
風化地盤が地震により崩れて橋台が大きく沈下したが、中間支点部が剛構造であり不静定構造であったことに加え、張出し施工に伴う張出しケーブルが機能し、上部構造の損傷より先に支承部が破断したことで落橋を免れたと著者らは写真より推察する。

小牧橋（2024年能登半島地震）



トラス構造のガセット部や上下部接続部の塑性化によりエネルギー吸収された影響によって、上部構造の損傷を軽減させた可能性がある

水海大橋（2011年東北地方太平洋沖地震）



高さが低い支承が損傷しても、橋座部が健全な状態であれば路面に大きな段差は生じないと考えられる。

5.2（2）の図の引用元：

- ・川島一彦，西岡勉，高橋良和，秋山充良，渡邊学歩，古賀裕久，松崎裕：土木学会東日本大震災被害調査団 緊急地震被害調査報告書，土木学会地震工学委員会，2011。
- ・古屋知真：宮城県内（国道45号沿い）の橋梁の被害，東日本大震災被害調査報告，2011。
- ・日本橋梁建設協会：熊本地震橋梁被害調査報告書，2016。
- ・公益社団法人土木学会 地震工学委員会・耐震基準小委員会：被害分析WG活動報告書，2024.5。
- ・国土技術政策総合研究所，土木研究所：令和6年能登半島地震土木施設被害調査等報告，国総研資料 第1320号，令和7年3月
- ・国土交通省道路局国道・技術課：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，2024。
- ・財団法人海洋架橋・橋梁調査会：平成23年東北地方太平洋沖地震による道路橋被害の事例，2011.7。

第III編のまとめ

- 既設橋梁の耐震補強事業に携わる道路・鉄道管理者や設計者・施工者の技術者が抱える様々な課題点や問題点を調査し、危機耐性を含めた構造計画や設計照査にあたって参考となる基礎資料を作成した。
- 地震の作用を受けて被災した橋の損傷度評価方法と復旧事例、また、被災した橋を補修・補強したことによる効果の研究事例も収集し整理した。
- 道路ネットワークの機能を早期に回復するため、地震後に行う緊急点検を効率的に行うことが期待できる、あるいは、期待することができそうな技術の収集と、耐震性を評価するための調査方法について整理した。

本小委員会のまとめ

- 本小委員会は、**橋梁の耐震計画、設計、診断**を合理的、効果的に行うための学術的な研究課題について、専門領域を超えて研究・技術情報の交流を図り、現実存在する更なるニーズへの対応を新たな技術等も活用して解決する方法を整理、提案することを目的とするために設置された。
- 耐震性能の構造物に対する付与は、**不確かさとの戦い**である。橋が地震の影響に対してできるだけ効果的・効率的に、かつ信頼性を確保しつつ耐えるためには、様々な不確かさによる地震被害のリスクを考慮して、**構造計画、設計、診断等の全ての段階において真摯に、そして謙虚に対応**することが重要である。
- 本小委員会の**成果の多くは、まだ研究途上**にあるが、その内容が多く**の橋梁技術者や研究者の参考**になり、わが国の橋梁の地震に対する安全性・地震後の復旧性・使用性の向上に少しでも貢献することを祈念するものである。

後継小委員会と成果報告会

- 2026年4月より、「持続可能な橋梁の対地震構造計画・設計に関する研究小委員会」（藤倉修一 委員長）として活動を開始している。
- 本研究小委員会の詳細な活動内容は、
2026年7月22日（水）～23日（木）に開催される
「第29回橋梁等の対地震シンポジウム」にあわせて、土木学会
会場およびオンラインのハイブリッド形式で報告する予定
詳細は <https://committees.jsce.or.jp/eec241/node/8> で。