

性能に基づく橋梁等構造物の 耐震設計法に関する研究小委員会 活動報告

委員数54名（大学:14名,公的機関研究所・道路会社
等:9名, 民間:31名, H28年4月1日）

委員長：矢部正明, 副委員長：秋山充良

幹事長：松崎 裕, 幹事：小野 潔, 高橋良和

1

活動概要

【経緯と目的】

平成9年8月に設立された“地震時保有耐力法に基づく耐震設計法の開発に関する研究小委員会”をスタートに続けられてきた小委員会。

橋梁構造物などの構造物を対象に性能に基づいた耐震設計技術の構築に必要とされる「入力地震動評価（構造物側からの視点）」, 「構造物の地震応答評価」, 「部材の耐力や変形能力評価」, 「耐震設計, 耐震補強設計, 免・制震設計（施工性も含む）」等に関する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, 今後の耐震設計技術の向上に資することを目的とする。

【活動等】

- 1) 性能に基づく橋梁等の耐震設計に関するシンポジウムの開催（1回／年）
- 2) 性能設計WG, 既存構造WG, 動的解析WGの3WGで活動中
- 3) 平成28年熊本地震によって被災した橋梁の分析WG（仮称）の活動を開始予定

2

性能に基づく橋梁等の耐震設計に関するシンポジウム

平成10年以降ほぼ毎年開催しており、今年度で19回目の開催

日時 平成28年7月12日(火)・13日(水)

場所 土木学会 講堂およびA・B会議室

参加費 正会員10,000円／人, 学生会員6,000円／人,
非会員15,000円／人(講演論文集代含む)

特別講演 九州工業大学 幸左先生 橋梁の耐津波設計の現状
東洋大学 鈴木先生 通信系ライフラインの
耐震設計の現状

講演申込締切 平成28年5月20日(金)

特徴

1. 地震被害分析や復旧工事から、実務事例、小委員会で議論している危機耐性も含めて広範なテーマを募集
2. 40歳以下の若手研究者・技術者を対象とした優秀講演者表彰

3

性能設計WG

1. 危機耐性を指向した橋の耐震設計

従来の経験の枠を超える事象に対して、危機耐性に配慮して今後の橋の耐震設計や耐震対策において具体的にどのように対応していくべきかについての知見及び課題をまとめる。

- ①危機耐性の向上に向けた橋の性能設計
- ②橋の危機耐性を向上させるための具体的な戦略の検討
- ③危機耐性に配慮した橋のコンセプト事例の作成

2. 維持管理にも活かすことができる橋の地震観測

橋の地震応答観測は、維持費確保が困難な背景もあり、その観測箇所数が減少している。橋において地震観測を推進し、地震工学の発展に活用できるようにしていくためには、通常の維持管理あるいは地震後の点検、損傷の早期検知等の観点からもベネフィットを打ち出していく必要がある。

- ①橋の地震応答観測に関する技術ニーズの調査・整理
- ②橋の加速度観測データの維持管理への活用に関するフィールド試験
- ③加速度計に代わる新しい地震観測技術の提案

4

危機耐性を指向した橋梁の耐震設計

危機耐性＝「想定外」との訣別

設計地震動：工学的な合理性で決定
＝設計地震動以上の地震は発生しうる

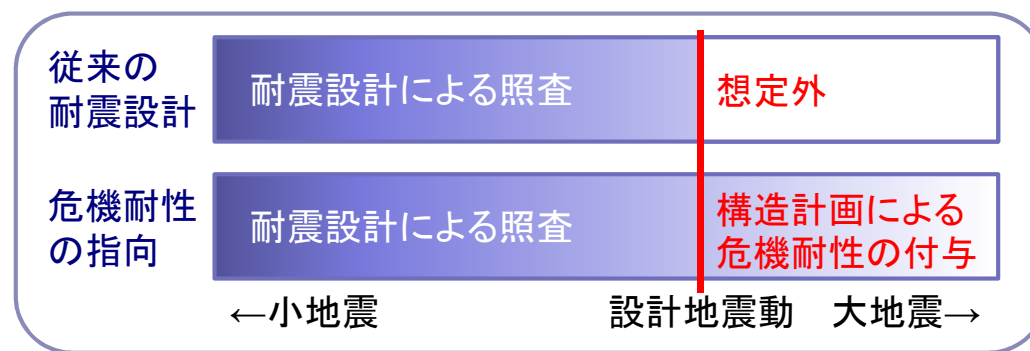
あらかじめ、設計地震動以上の地震に対して、
破滅的な被害を防ぐ準備を行う。

例えば

- ・落橋防止装置
- ・RCのせん断破壊防止

小委員会検討事項

- ・危機耐性の概念について（定義，目標・・・）
- ・危機耐性を取り入れた事例（基準類，建築，海外・・・）
- ・危機耐性導入の方策（性能，指標，定量化）
- ・導入推進への課題（コスト，インセンティブ・・・）



5

維持管理にも活かすことができる橋梁の地震観測

協力体制（通信・電力・工事）

通信・電力設備の提供、設置
・撤去工事の連携協力が可能である
みやざきインフラモニタリング研究会（MIMOS研究会，
会長：中澤隆雄宮崎大学名誉教授）と共同して約1年間の24時間連続観測を実施中。

協力体制（通信・電力・工事）

地震計、データロガー
については、**白山工業(株)**
より3台貸与を受ける。

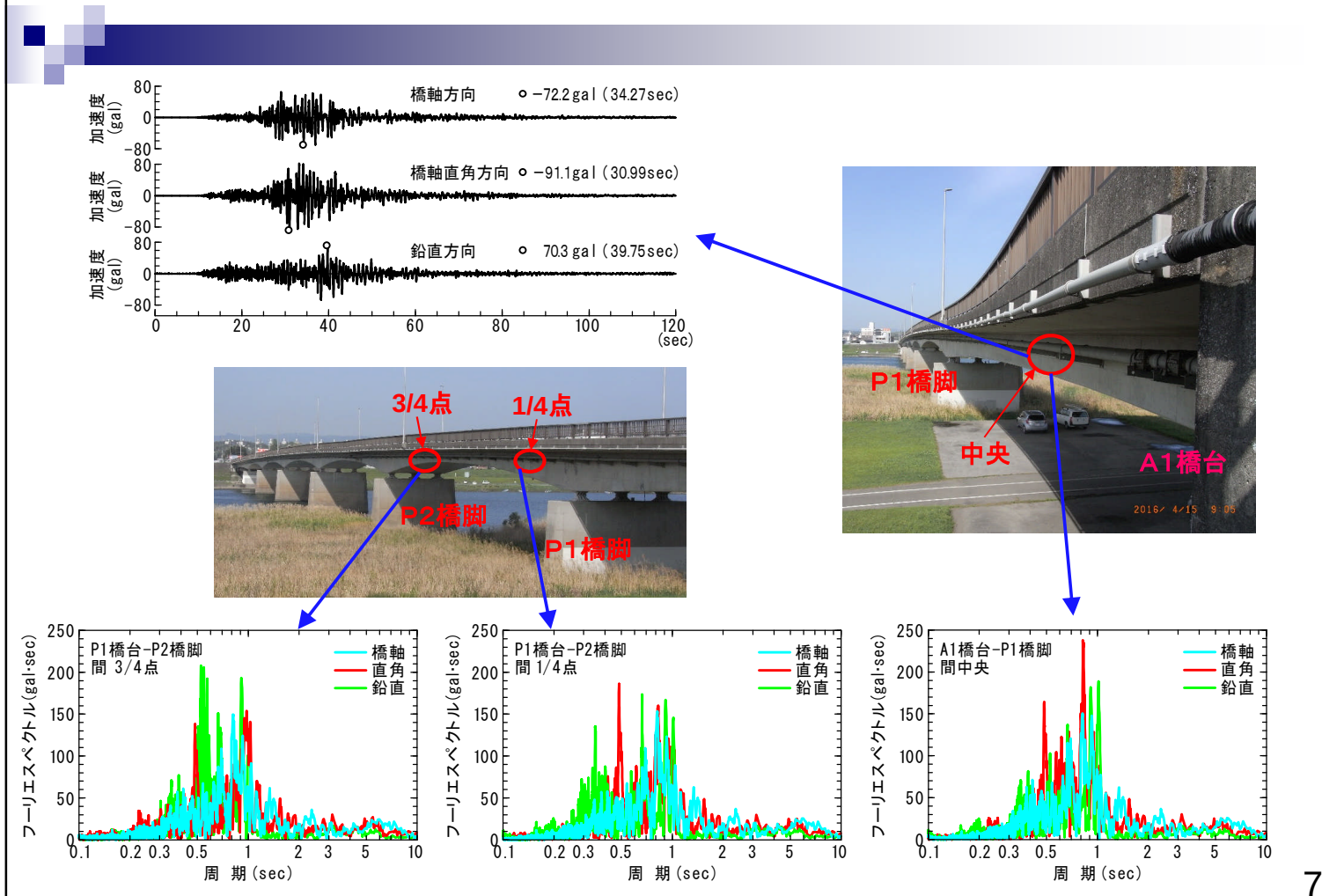


高松橋（管理：宮崎市）
PC7径間連続箱桁橋
（ゲルバーヒンジ2箇所）
架設年：1982年
橋長：444m



6

高松橋:2016年(平成28年)熊本地震本震の観測記録



7

既存構造WG

1. 材料劣化の生じた既存コンクリート・鋼構造物の耐震性能評価

- 1.1 材料劣化がコンクリートや鋼の材料特性に及ぼす影響
- 1.2 材料劣化が生じたコンクリート・鋼部材の構造性能に関する実験的研究
- 1.3 材料劣化が生じたコンクリート・鋼部材の構造性能に関する解析的研究
- 1.4 既存コンクリート・鋼構造物に生じている材料劣化の点検・検査・診断
- 1.5 既存コンクリート・鋼構造物の耐震性能評価への提言

2. 免震支承や制震装置に生じる経年劣化と耐震性能評価

- 2.1 免震支承や制震装置に生じる経年劣化とその点検・検査・診断方法の整理
- 2.2 免震支承や制震装置に生じる経年劣化が耐震性能に及ぼす影響
- 2.3 諸外国の設計基準に採用されている免震支承や制震装置の経年劣化対策

3. 施工上の制約を受ける橋梁構造の耐震補強

- 3.1 事例1: 立体交差部や桁下低空頭
- 3.2 事例2: 軟弱地盤や液状化地盤にある杭基礎
- 3.3 事例3: 変位制限装置と段差防止構造

8

ライフサイクル地震工学の必要性



竣工後数十年先の耐震性をどのように確保するのか？

問題1: 腐食ひび割れを有する構造物はどの程度
初期状態より耐震安全性が低下しているのか？

問題2: あと何年間, 耐震性を有するのか？
(余寿命は何年か？)

問題3: どのような点検・検査結果が得られた場合が
倒壊の危険信号か？

問題4: 適切な補修・補強の実施時期は？

医療の現場

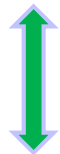
誕生

成長・青年期

老化の進行

発病・悪化

死亡



膨大なサンプルの蓄積
⇒点検・検査に基づき, 患者の
状況に応じた適切な診断



インフラ構造

竣工・健全

潜伏期

劣化の顕在期

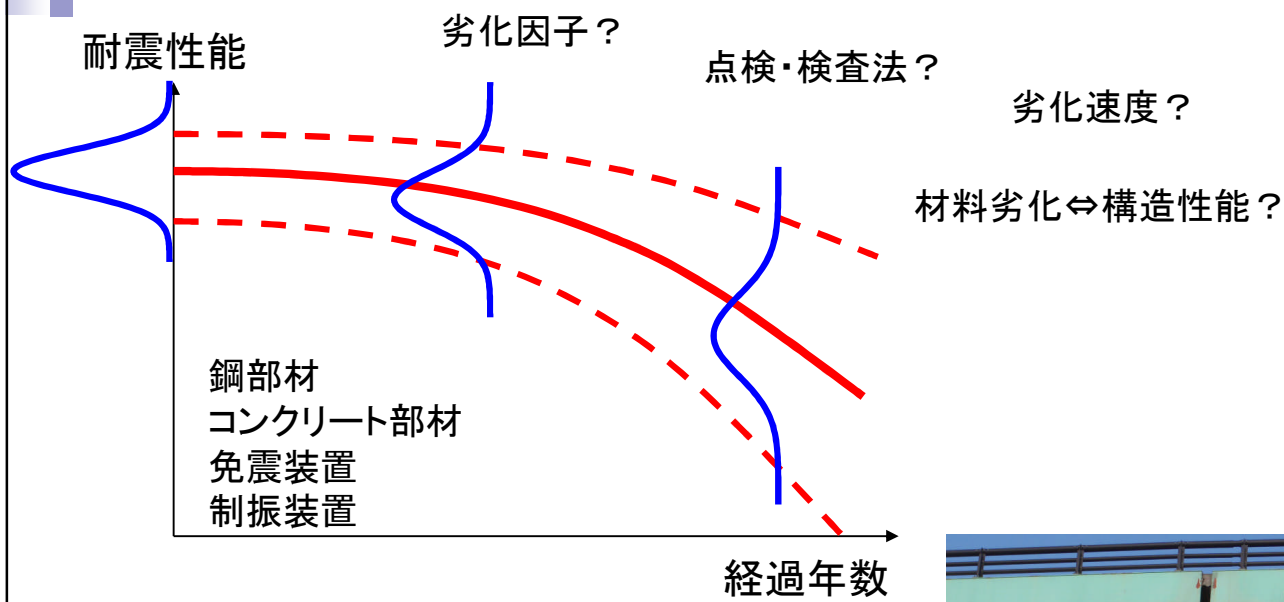
損傷・倒壊

架け替え

竣工から倒壊までの劣化の変状をモニターした事例が皆無
⇒点検・検査に基づきインフラ構造の余寿命評価が現時点で困難

9

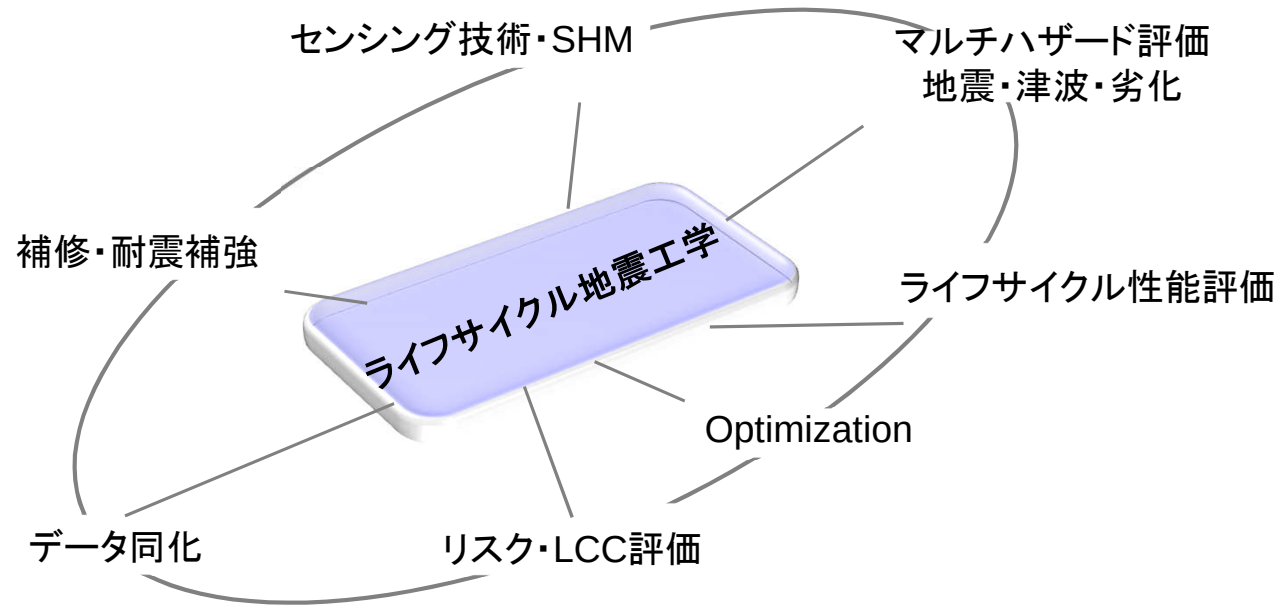
ライフサイクル地震工学の必要性



10

ライフサイクル地震工学の必要性

ライフサイクル地震工学の構築に向けて
様々な要素技術のインテグレーション



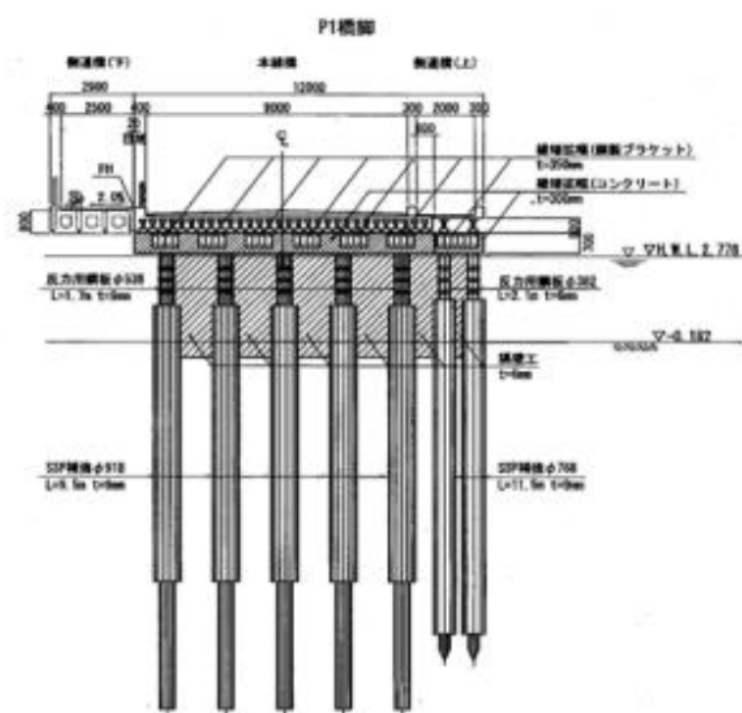
100年先の耐震安全性を確保する仕組み作り

11

施工上の制約を受ける橋梁の耐震補強



良い事例集・最新技術の紹介



12

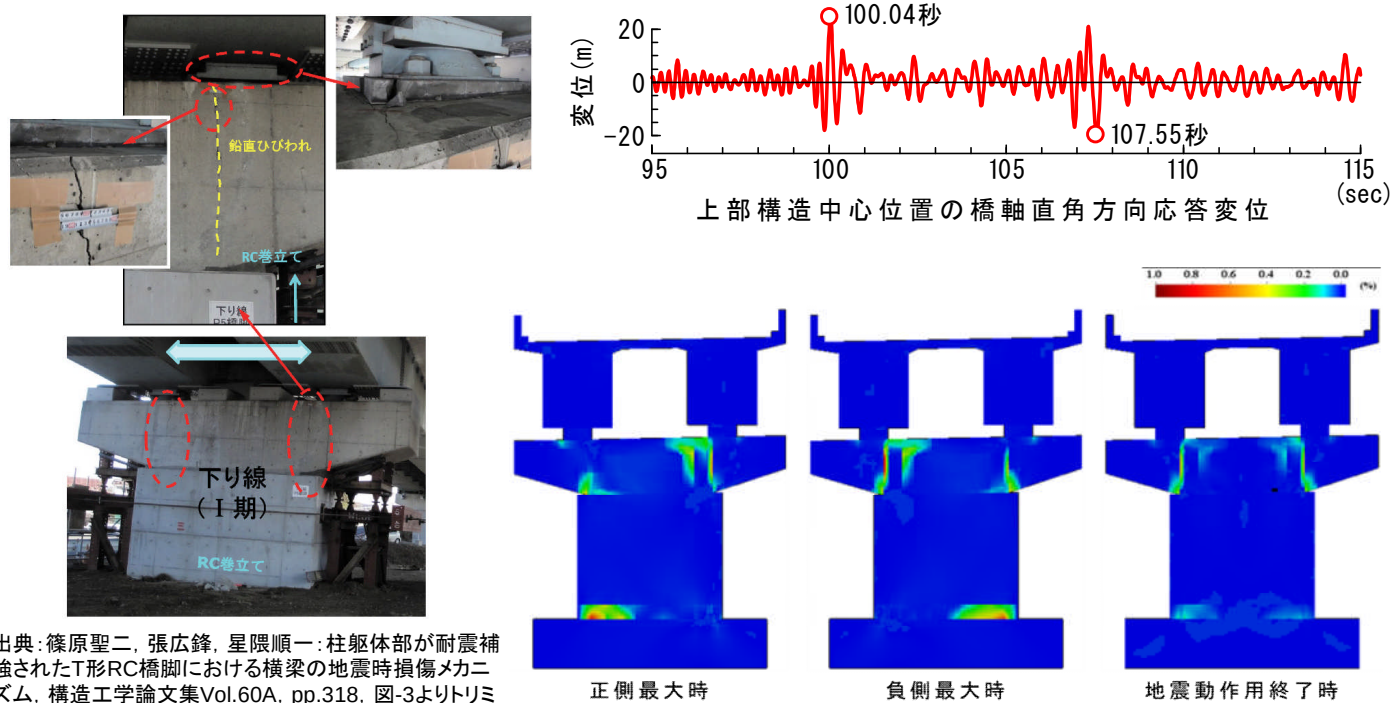
動的解析WG

1. 動的解析（シミュレーション技術）の実力と有効性
 - 1-1. 地震応答の再現性
 - 1-2. 地震によって橋に生じた損傷の再現性
 - 1-3. 実大模型を用いた3次元震動破壊実験の再現性
 - 1-4. 模型地盤内に設置された地中構造物の正負交番載荷実験の再現性
 - 1-5. 動的漸増解析を用いた設計地震動を超えた領域の挙動追跡の試行
2. 耐震設計に用いる地震応答値算出法の高品質化
 - 2-1. 積層ゴム系免震支承に生じる地震応答の評価
 - 2-2. 免震支承とRC橋脚がともに非線形化する免震橋の粘性減衰のモデル化
 - 2-3. 曲線橋の粘性減衰のモデル化
 - 2-4. 減衰に関する実証的な研究の整理（減衰の振幅依存性）
3. 入力地震動に対する構造側からの検討
 - 3-1. 履歴モデルのパラメータの違いが設計地震動による地震応答に与える影響
 - 3-2. 各種地震応答指標

13

地震によって橋に生じた損傷の再現性

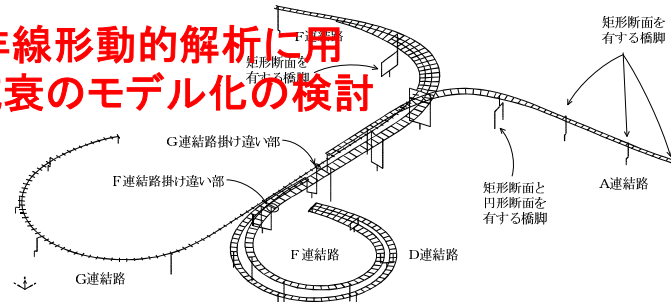
余震観測結果を用いた本震の推定シミュレーション
非線形有限要素法による動的シミュレーション



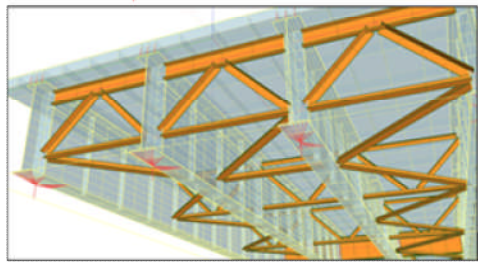
14

動的解析WGでの検討対象の一例

曲線橋の非線形動的解析に用
いる粘性減衰のモデル化の検討



積層ゴム系免震支承に
生じる地震応答の評価



2011.3.11東北地方太平洋沖地震で
免震支承が損傷した旭高架橋の損
傷の再現性



15

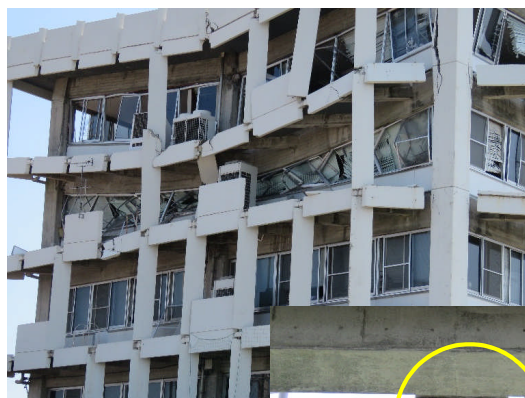
平成28年熊本地震による被災橋梁の分析WG（仮称）

京都大学高橋良和先生撮影



16

宇土市役所・新幹線高架橋（宇城市）



4階の四隅の柱は健全，中央の柱が崩壊し5階部分の鉛直支持能力が低下



点検用の側道橋(?)と本橋が橋軸直角方向に衝突

17

新幹線高架橋（宇城市）



橋脚の脚柱基部(根入れが?)付近に曲げクラック生じている橋脚が複数ある。損傷としては大きくない。



18

益城町 第一畑中橋（昭和36年3月竣工）

パイルベントの柱頭部が圧壊，圧壊の発生状況が？



帯状ゴム支承のせり出し

19

益城町 寺迫橋（昭和47年 3 月竣工）



橋台中央部付近に縦
方向に大きなクラック

20

たぐち橋（昭和43年10月完成）



21

熊本城 行幸橋（みゆきはし）・厩橋（うまやはし）



22

九州自動車道 木山川橋



23

九州自動車道 秋津川橋



橋台中央部付近に縦方向に大きなクラック

24

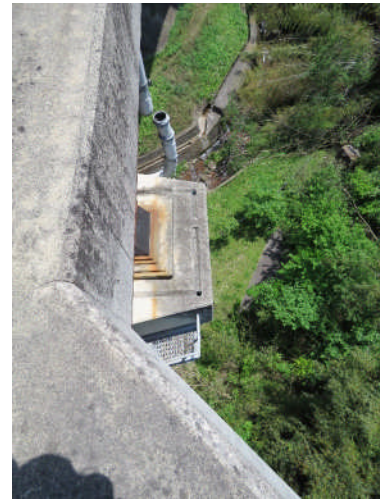
県道28号 大切畑大橋（おおきりはたおおはし）



P1橋脚と積層
ゴム系支承



積層ゴム系支承が破
断していないP2橋脚

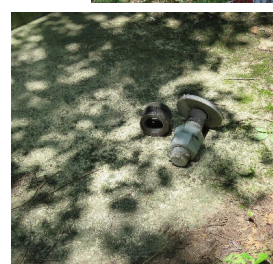


25

県道28号 桑鶴大橋



支間長が
短いA2橋
台側で浮き
上がり



26

県道28号 扇の坂橋



両端の桁端の横方向移動方向が逆

27

県道28号 扇の坂橋



A1橋台部の積層ゴム系支承の変形

P1橋脚上の積層ゴム支承の変形

28

県道28号 すすきの原橋



29

県道28号 俵山大橋

橋台上積層ゴム支承変形



中間橋脚上積層ゴム支承変形



中間橋脚上積層ゴム支承変形

30

県道28号 俵山大橋



31

ご清聴を感謝します。

32