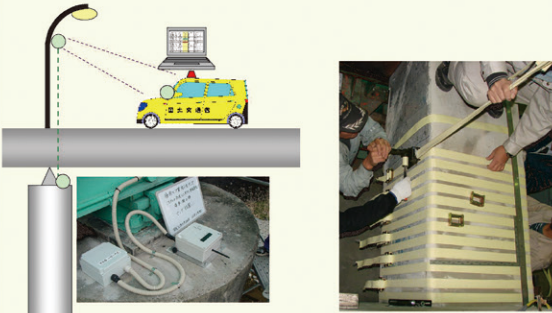


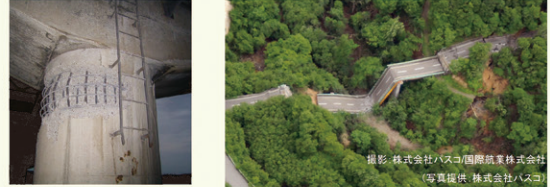
橋の地震損傷を早期に検知、復旧する技術



(独)土木研究所 構造物メンテナンス研究センター
平成23年9月30日 土研新技術ショーケース 2011 in 東京

頻発する大規模な地震と道路橋の被害

- 2003年宮城県北部地震 (M6.4, 震度6強)
- 2003年十勝沖地震 (M8.0, 震度6弱)
- 2004年新潟県中越地震 (M6.8, 震度7)
- 2005年福岡県西方沖地震 (M7.0, 震度6弱)
- 2007年能登半島地震 (M6.9, 震度6強)
- 2007年新潟県中越沖地震 (M6.8, 震度6強)
- 2008年岩手・宮城内陸地震 (M7.2, 震度6強)
- 2011年東北地方太平洋沖地震 (M9.0, 震度7)



撮影: 株式会社ハスコ/国際産業株式会社
(写真提供: 株式会社ハスコ)

道路橋の点検・復旧の重要性

災害時道路ネットワークの確保

地震直後の救急救命活動, 被災者の避難, 救援物資輸送等の震後対応において極めて重要



安全性, 供用性に影響する橋脚の被害

落橋, 道路面の大きな沈下等の明らかな被害



安全性, 供用性に影響する橋脚の被害

路上走行による点検では分からない被害



道路橋の点検における現状の課題



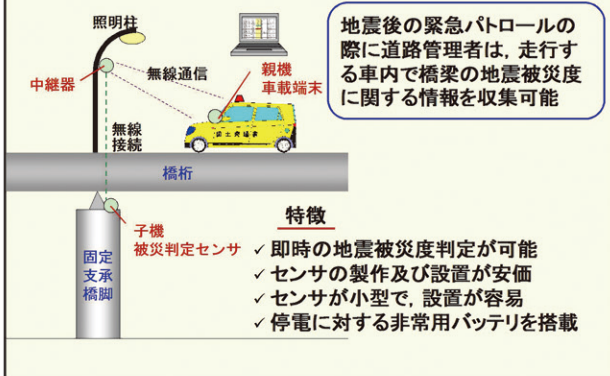
- ✓ 目視による被災の検知
→ 異常時における詳細点検による
- ✓ 被災程度の把握
- ✓ 使用性, 応急復旧の判断
→ 専門家による目視判定による

- 被災程度の定量的な判断基準がない
- 目視による判定が困難(水中の構造物, 夜間)
- 全体の被災度の把握に時間がかかる



構造物の損傷を迅速かつ客観的に検知・判定できる技術の開発

橋梁の地震被災度判定システムの要求性能



対象構造物

既往の地震被害

鉄筋コンクリート橋脚の被害が多い



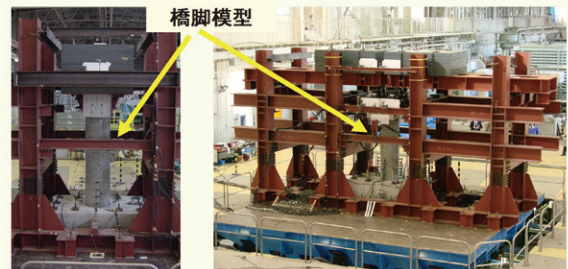
研究のアプローチ

- ・ 鉄筋コンクリート橋脚模型に対する振動台加震実験結果の分析
- ・ 被災度判定センサの試作と実橋梁における測定実験
- ・ 数値解析による適用性に関する検討

損傷する鉄筋コンクリート橋脚の応答の特徴

鉄筋コンクリート橋脚模型に対する振動台実験

1/4~1/5の縮小模型に対する実験



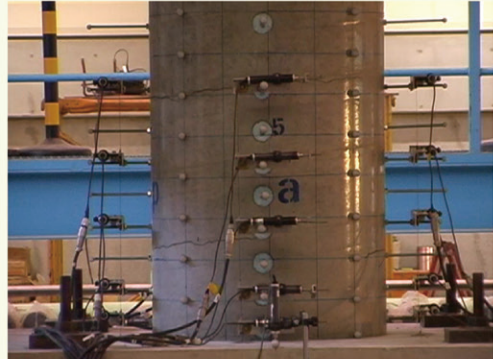
損傷する鉄筋コンクリート橋脚の応答の特徴

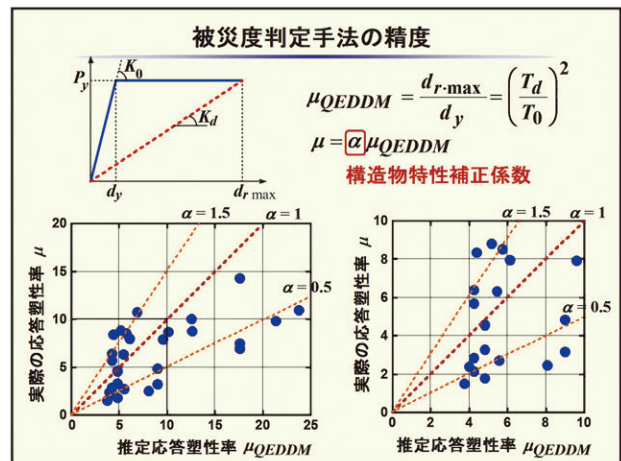
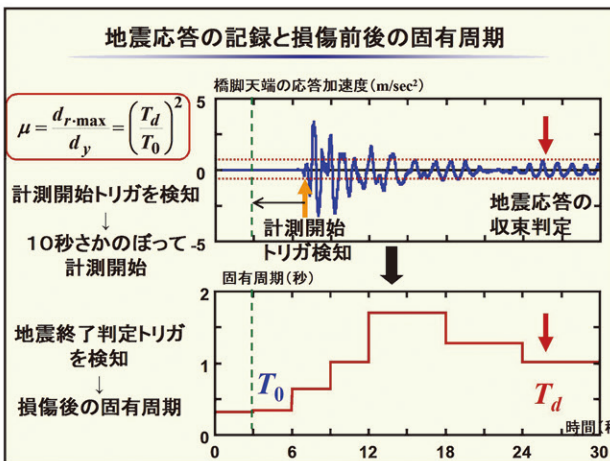
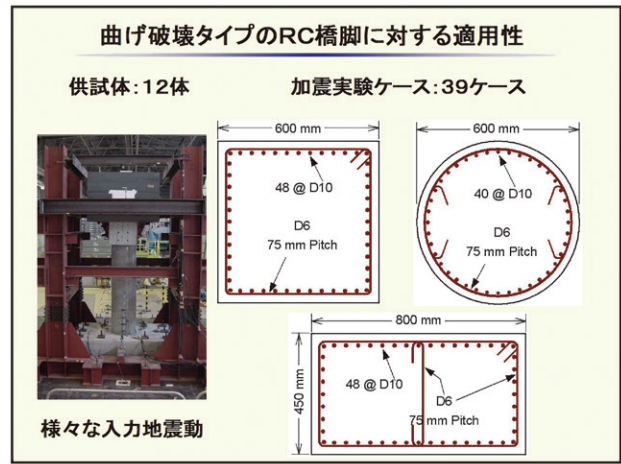
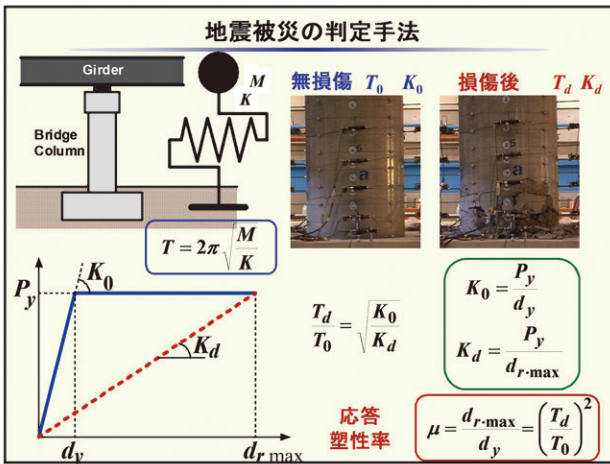
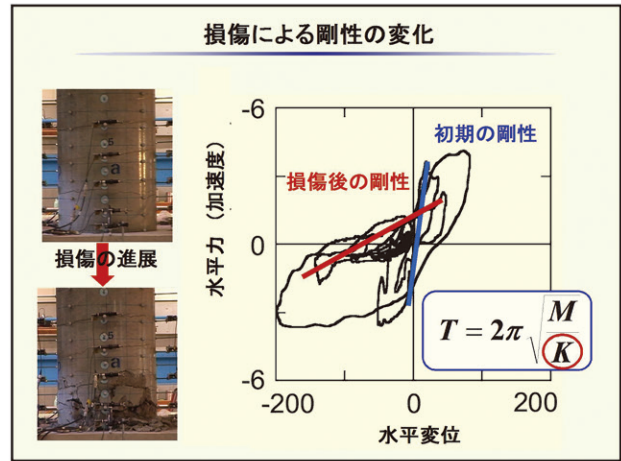
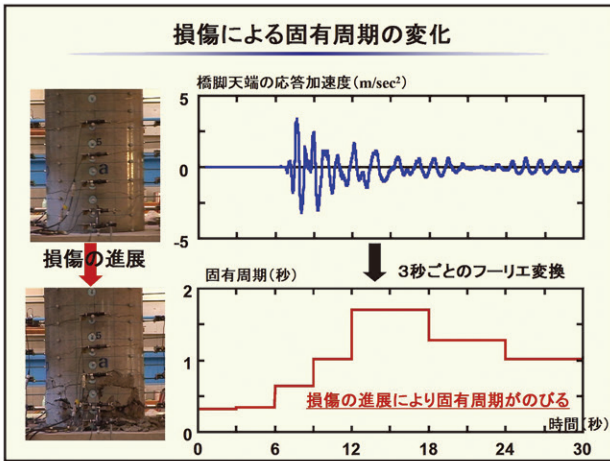
鉄筋コンクリート橋脚模型に対する振動台実験より

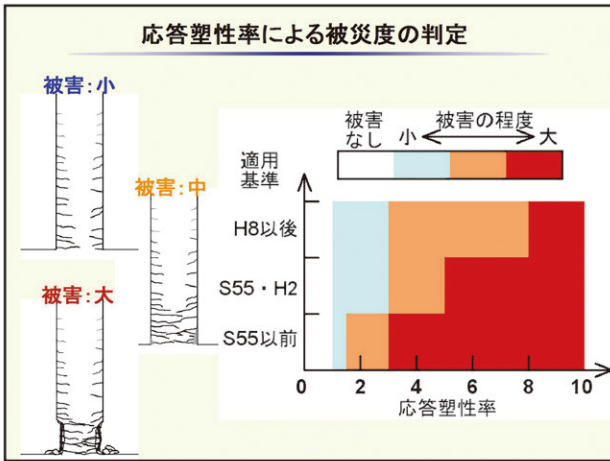


損傷する鉄筋コンクリート橋脚の破壊の様子

鉄筋コンクリート橋脚模型に対する振動台実験より







被災度判定センサの試作と実橋における計測

通信用アンテナ
表示部
高さ 100mm
重さ 2.9kg
電源コード

200 mm
200 mm

バッテリー
各種基盤
サーボセンサ

- トリガの合理的な設定
計測開始トリガ
地震終了判定トリガ
- 固有周期の推定精度

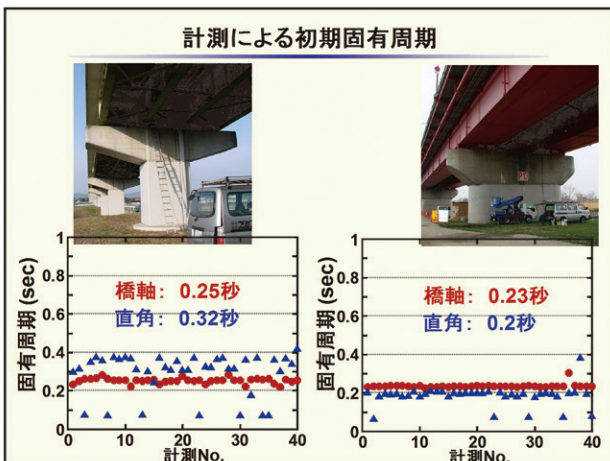
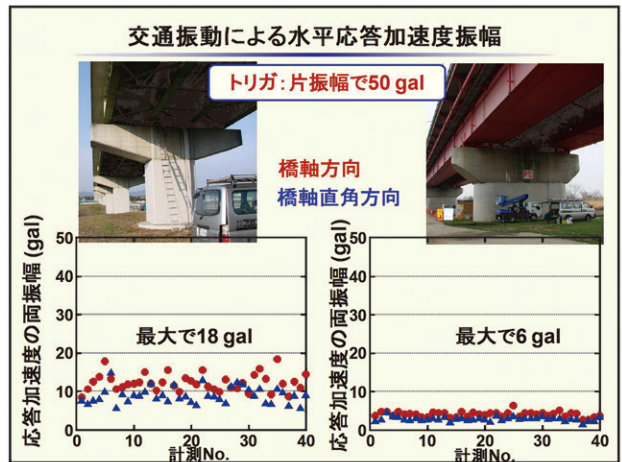
計測対象橋脚

3径間連続橋
固定橋脚
長方形断面
杭基礎
鋼板巻立て補強

3径間連続橋
固定橋脚
小判型断面
ケーソン基礎
RC巻立て補強

3径間反力分散橋
中間橋脚
円形断面
鋼管矢板基礎
軟らかい地盤上

橋脚天端において交通振動による応答加速度を計測



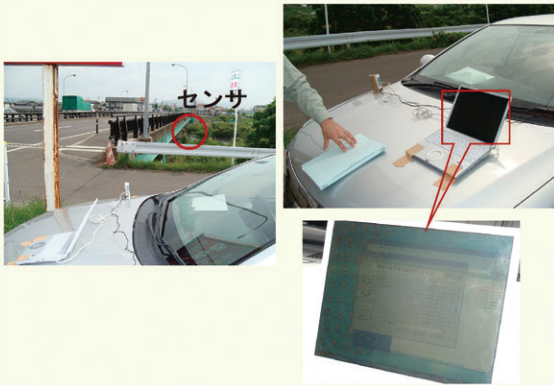
実橋梁への試験設置

橋脚
被災度判定センサ

- 運用上の課題点の抽出
- 実地における無線通信試験

国土技術政策総合研究所地震防災研究室と共同で設置

実橋梁における無線通信実験



震災後に応急復旧した橋の監視対策への適用

東北地方太平洋沖地震により下部構造に被災が生じた橋



震災を受けた道路橋の応急復旧技術の必要性

地震後の橋の安全性の確保, 道路の機能の回復



- ① 被災箇所の早期発見
→ 記憶型検知センサを用いた地震被災度の推定手法の開発
- ② 被災箇所の迅速な応急復旧
→ 震災を受けた道路橋の応急復旧技術の開発
- 2004年中越地震: 1週間

応急復旧工法開発のポイント

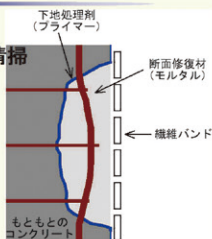
- a) 余震に対する応急的な安全性の確保
脆性的な破壊を防止, 短期的なせん断耐力を確保
- b) 1日程度で復旧作業が完了
- c) 重機等による施工, 熟練の技術を必要としない
- d) 資材はある程度の長期間, 備蓄可能

- ・速乾性材料(MMA)を用いたCFS巻立て工法
- ・機械式定着による繊維バンド巻立て工法

要求性能	速乾性材料 CFS巻立	機械式定着 繊維バンド巻立
a) 短期的なせん断耐力の確保	優れる	やや劣る??
b) 1日程度で復旧を完了	優れる	特に優れる
c) 重機を要しない	優れる	優れる
d) 長期の備蓄可能	劣る	優れる

機械式定着繊維バンド巻立て工法

1. 損傷したコンクリートの除去, 修復部の清掃
2. 下地処理剤(プライマー)の塗布
3. モルタル等による断面修復
4. 機械式定着による繊維バンドの巻立て

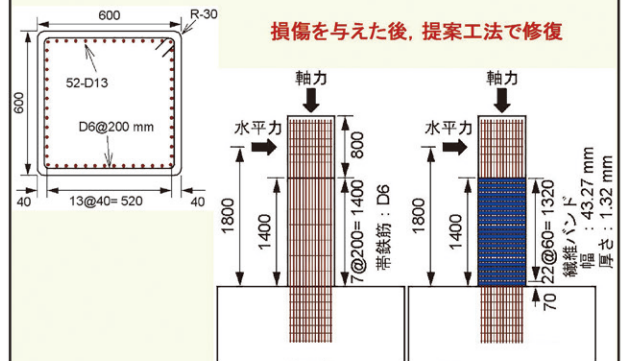


実働5時間程度(実験模型)で補修を完了

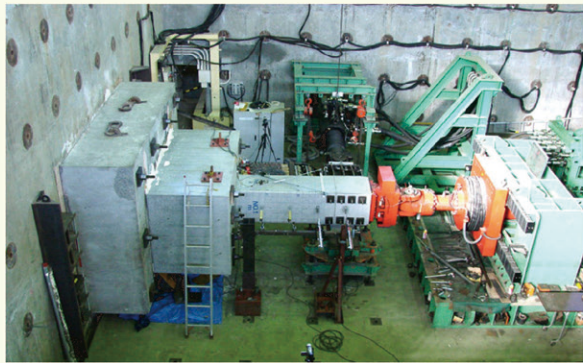


実験橋脚模型

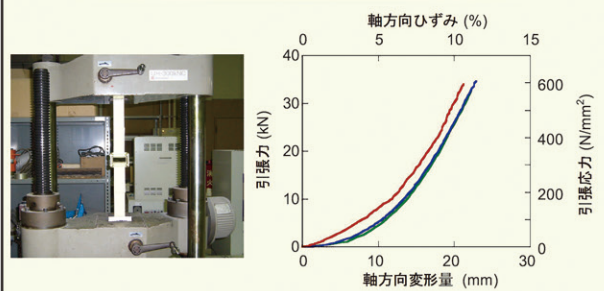
損傷を与えた後, 提案工法で修復



実験セットアップ

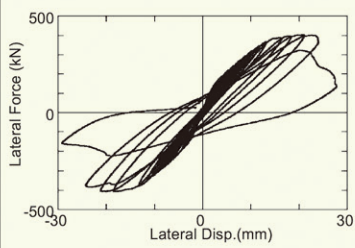


バンドの力学的特性



バンドの繊維がしまっていくので、徐々にハードニング
変形量が小さいレベルでは、ほとんど引張力が生じない

帯筋補強模型の履歴特性と損傷状況



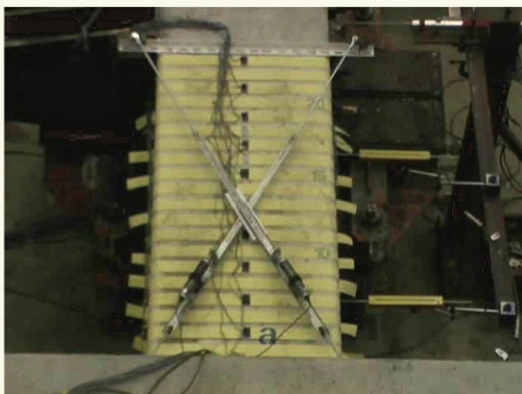
変位が30 mm弱の段階で
せん断破壊



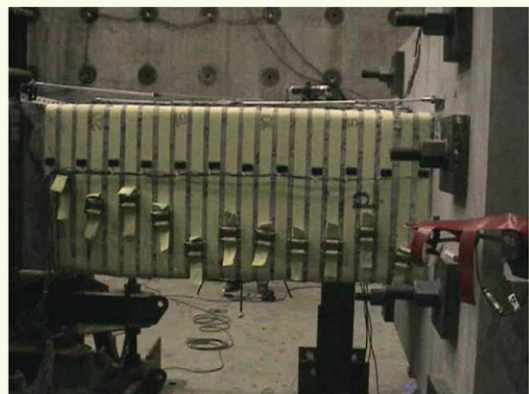
応急修復の状況



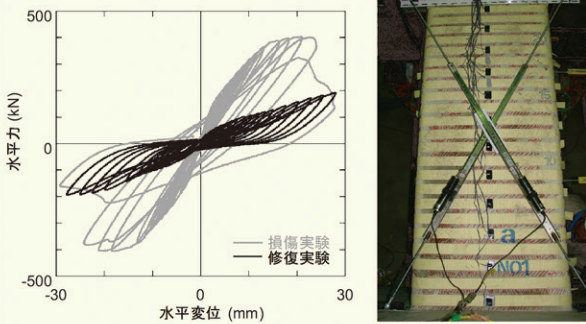
修復後の実験における損傷の進展



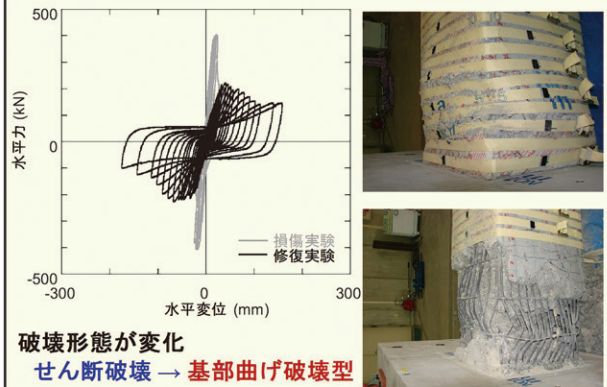
修復後の実験における損傷の進展 ー大変位領域ー



帯筋補強模型の補修後の履歴特性と損傷状況



帯筋補強模型の補修後の履歴特性と損傷状況



破壊形態が変化
せん断破壊 → 基部曲げ破壊型

まとめ

【橋梁地震被災度判定システム】

- ・ 橋梁の地震被災度判定システムを開発。
- ・ 橋梁の地震被災度判定手法を鉄筋コンクリート橋脚模型に対する振動台実験結果をもとに確立。
- ・ 地震被災度判定センサを試作し、実橋梁へ適用

【鉄筋コンクリート橋脚の早期復旧工法】

- ✓ 地震後のRC橋脚の損傷を1日程度で修復できる機械式定着繊維バンド巻立て工法を提案。
- ✓ 提案工法によって修復すると破壊形態は曲げ破壊に変化
- ✓ バンドの高い伸び性能により内部のコンクリートが激しく損傷した状態でも脆性的な破壊は生じず、安定した変形性能を確保

お問い合わせ先

独立行政法人 土木研究所
構造物メンテナンス研究センター
橋梁構造研究グループ

TEL: 029-879-6773
E-Mail: caesar@pwri.go.jp