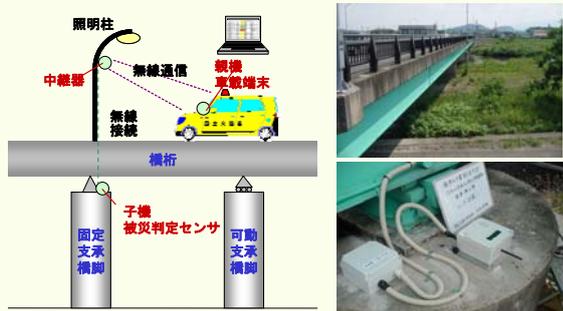


橋梁地震被災度判定システムの開発



(独)土木研究所 構造物メンテナンス研究センター
平成22年11月26日 土研新技術ショーケース 2010 in 仙台

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)



撮影: 株式会社ハスコ/国際航業株式会社
(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



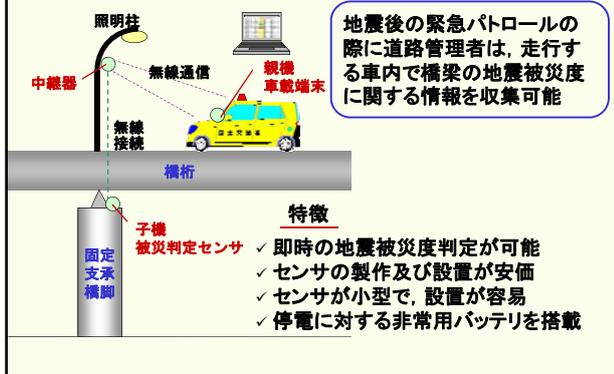
- ✓ 目視による被災の検知
→ 異常時における詳細点検による
- ✓ 被災程度の把握
- ✓ 使用性, 応急復旧の判断
→ 専門家による目視判定による

- 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



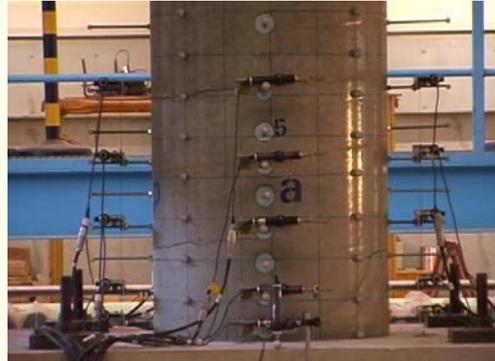
損傷する鉄筋コンクリート橋脚の応答の特徴

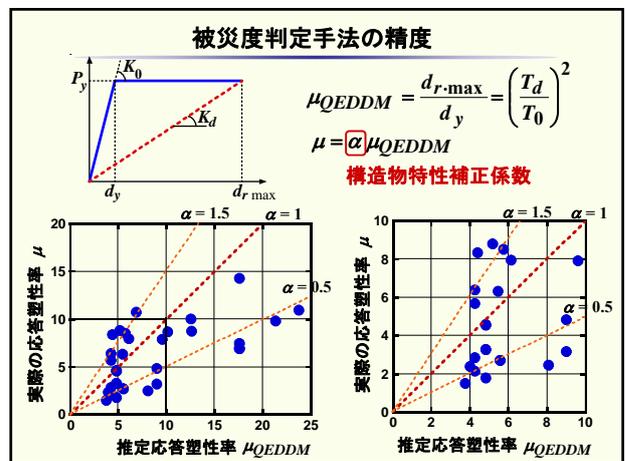
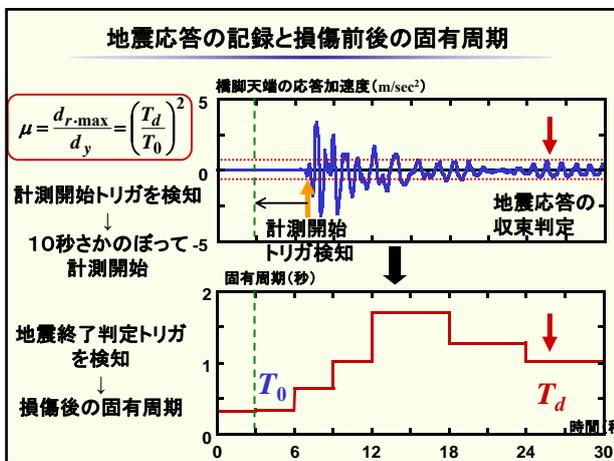
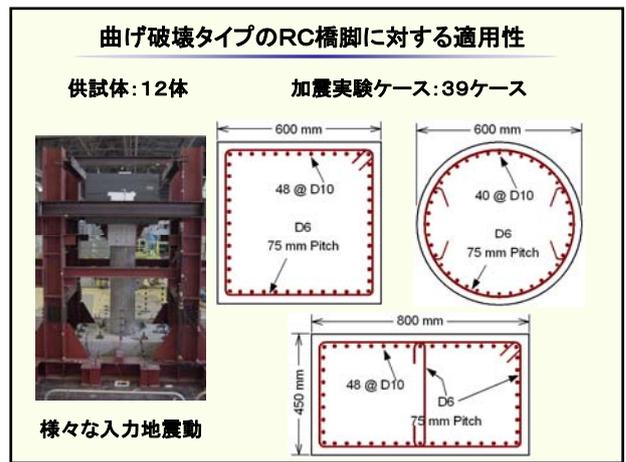
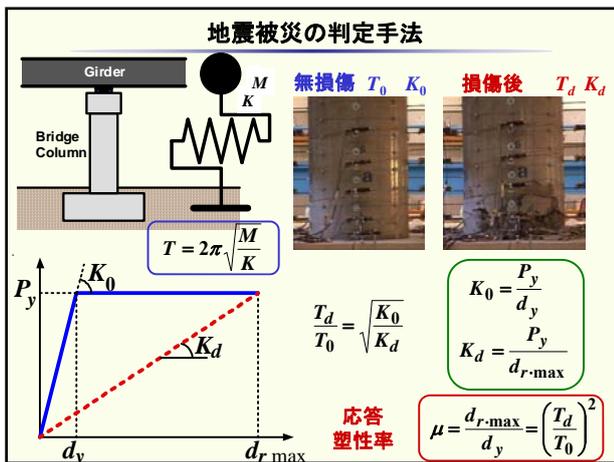
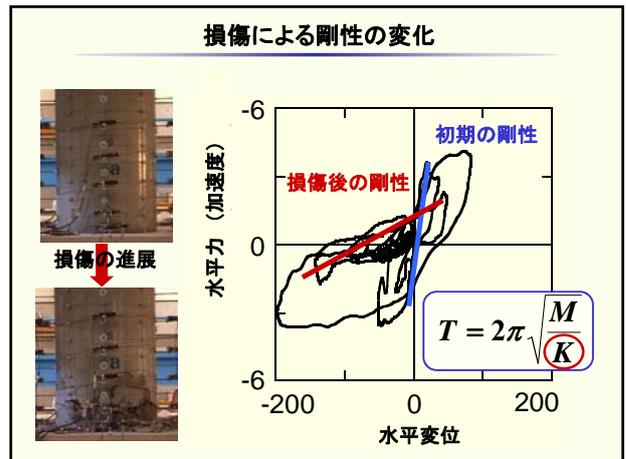
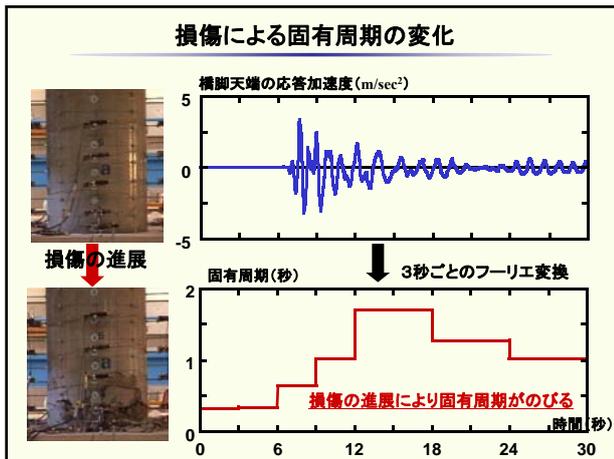
鉄筋コンクリート橋脚模型に対する振動台実験より

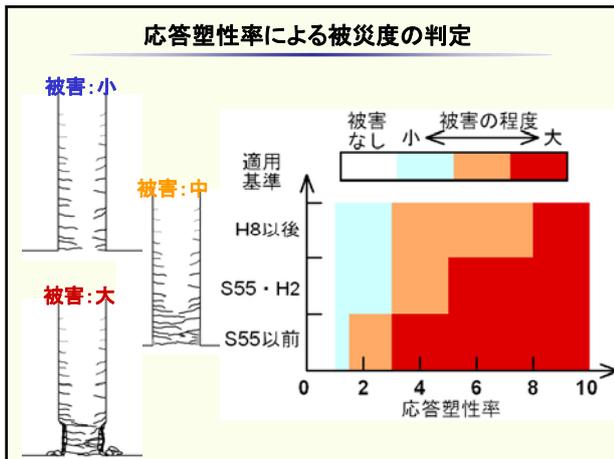


損傷する鉄筋コンクリート橋脚の破壊の様子

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 100 mm
重さ 2.9 kg
電源コード

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

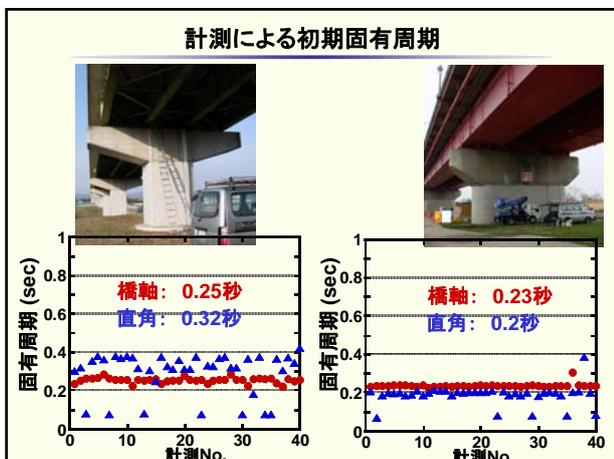
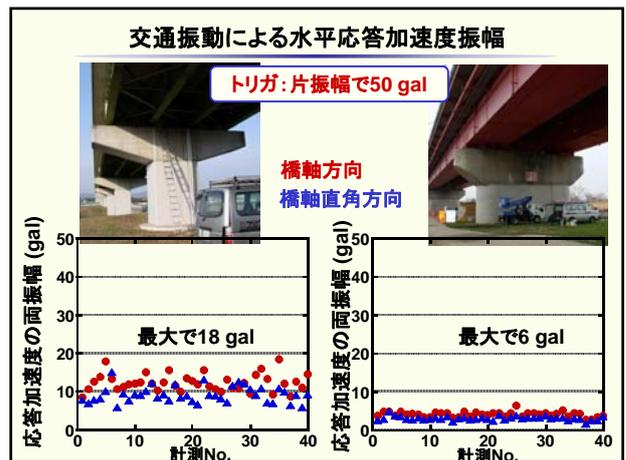
計測対象橋脚

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



固有値解析による計測結果の評価

解析モデル

全断面有効剛性の場合

柱の有効高さ	橋軸	直角
地表面より上	0.17	0.15
柱基部より上	0.24	0.19
基礎・地盤ばね	0.63	0.50

降伏剛性の場合

柱の有効高さ	橋軸	直角
地表面より上	0.29	0.29
柱基部より上	0.36	0.31
基礎・地盤ばね	0.69	0.55
計測結果	0.25	0.32

地表面

実橋梁への試験設置

国道4号 瀬上橋 (福島河川国道事務所)



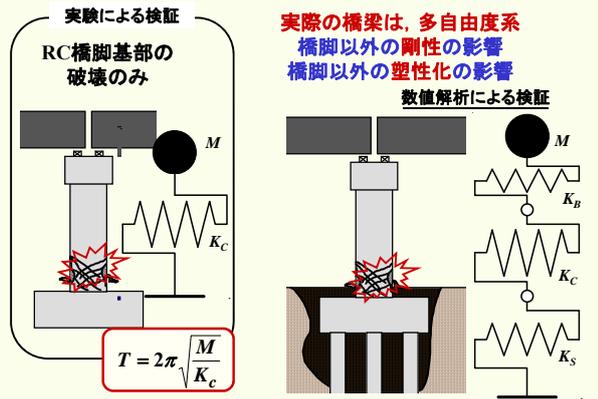
- 運用上の課題点の抽出
- 実地における無線通信試験

国土技術政策総合研究所地震防災研究室と共同で設置

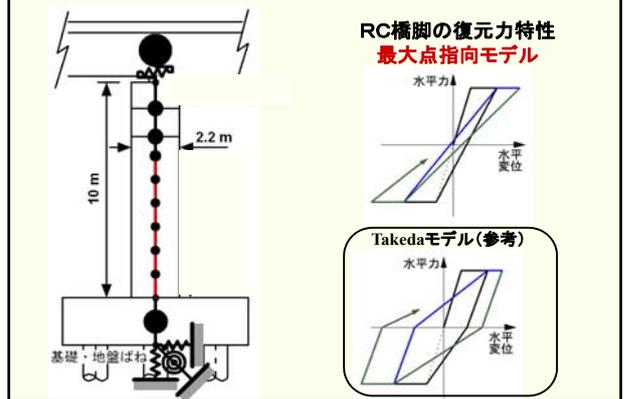
実橋梁における無線通信実験



実橋梁への適用性の検証



解析モデル

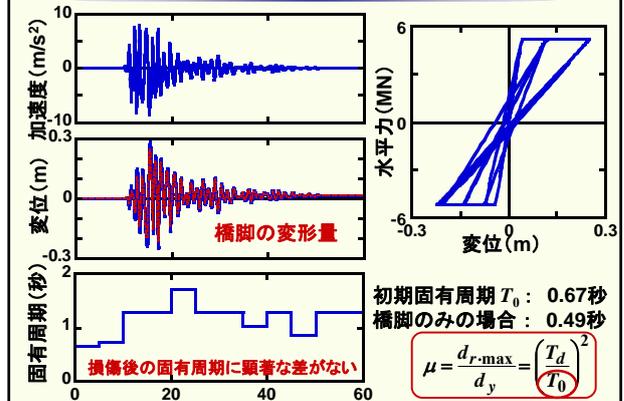


入力地震動

地震	観測点	成分	地盤種別
内陸直下タイプ 1995年兵庫県南部地震	神戸海洋気象台	NS	I種
	JR西日本鷹取駅構内	EW	II種
		NS	III種
東神戸大橋	HB	III種	
2004年新潟県中越地震	K-NET小千谷	EW	I種
1993年北海道南西沖地震	七峰橋	HA	I種
1994年北海道東方沖地震	温根沼大橋	HB	II種
1983年日本海中部地震	津軽大橋	LG	III種

応答塑性率が2, 3, 4, 5, 6, 7, 8となるよう
加速度振幅を調整

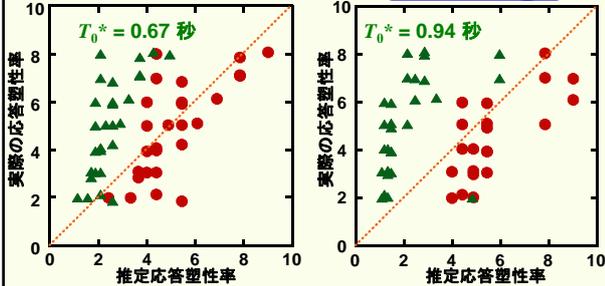
基礎・地盤の剛性を考慮する場合の応答



基礎・地盤系の剛性の影響

橋脚のみを考慮 $T_0 : 0.49$ 秒
 基礎・地盤系を考慮 T_0^*

$$\mu = \frac{d_{r,max}}{d_y} = \left(\frac{T_d}{T_0} \right)^2$$



実橋の計測による初期固有周期：地表面より上の構造系

まとめ

- ・ 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。
- ・ 実橋梁に対する計測実験より、初期固有周期の推定精度を検証。計測トリガの合理的な設定に関する検証。
- ・ 数値解析による検討から、基礎・地盤系の剛性の影響、塑性化の影響を評価。これらの影響を排除できることを確認。

本研究に関する研究レポート

土木研究所報告 第213号

堺淳一, 運上茂樹
 インテリジェントセンサを用いた橋梁地震被災度判定手法の開発に関する研究
 2009.3

土木研究所資料 第4135号

運上茂樹, 堺淳一
 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に基づく橋梁地震被災度判定手法の開発,
 2009.3

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