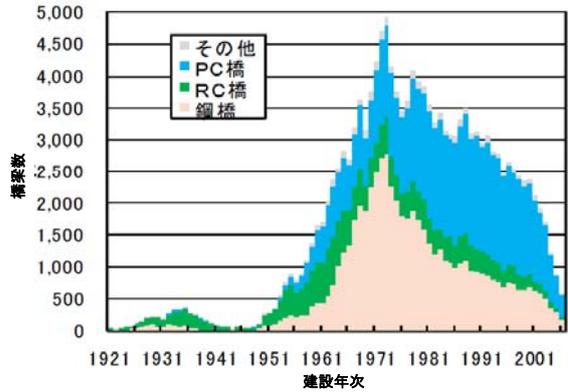


コンクリート橋の診断技術の高度化

独立行政法人 土木研究所
構造部メンテナンス研究センター

日本の道路橋



コンクリート橋での損傷事例



コンクリート橋の診断技術開発の目的

■背景

コンクリート道路橋の損傷事例が多数

- ・劣化損傷(塩害・ASR等)が生じた道路橋
- ・古い設計基準に基づいて架設された道路橋

供用可能性の判断 …このまま供用しても大丈夫か?
補修・補強計画の検討 …現状の耐力評価は?
…どこまで補修・補強すれば?

既設コンクリート道路橋の
耐力性能を診断する手法が必要

実橋(撤去橋梁)を用いた調査 ⇒ 臨床研究

- ①解体調査 損傷程度に応じた力学特性
- ②載荷試験 破壊形態・進行過程の把握・耐力評価手法
- ③非破壊検査技術の調査・開発

かぶりコンクリートの剥落

ポステンPC桁のグラウト充填不良

ASRによるひび割れ

臨床研究

CAESARの臨床研究事例

独立行政法人土木研究所
構造部メンテナンス研究センター

損傷部材の耐力評価手法

載荷試験 破壊形態・進行過程の把握
耐力評価手法

試験後の解剖調査、材料試験

撤去予定橋梁(直轄、地方自治体)

損傷状況に応じた耐力評価手法

残存断面面積、付着力の低下等

鋼材腐食による影響

橋梁概要

橋梁名	相見川(あいみがわ)海浜橋
路線、地名	能登海浜自転車道, 石川県羽咋市
橋梁形式	単純ポストテンションPCT桁橋×2連
橋長	44.0m
支間長	19.2m+23.24m
竣工年	昭和47年(1972年) 38年経過



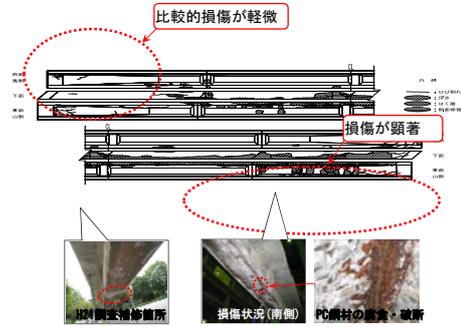
履歴

昭和47年 竣工
 (適用示方書:昭和43年PC道路橋示方書)
 平成19年 点検・調査
 平成21年 詳細調査
 平成22年 撤去
 (架設後、補修履歴はなし)

全PC鋼材8本のうち2本にて一部素線破断を確認

損傷状況

■損傷図(載荷試験前)



■曲げ載荷試験

○残存プレストレス量の検討を目的として、ひび割れ発生荷重まで載荷
 載荷方法は支間中央にて載荷(2点単純支持、2点載荷による静的載荷)



■せん断載荷試験

○せん断耐力評価を目的として、載荷方法は $a/d=3.0^*$ にて載荷(1点静的載荷)
 (せん断ひび割れが確認されるように設定)

○載荷試験実施前および載荷試験後に加振により振動特性の確認を実施

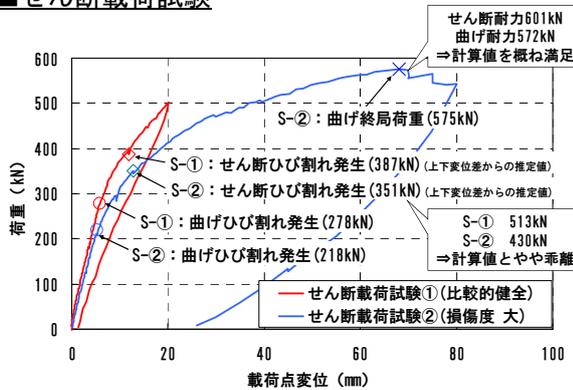
※既往研究「既設コンクリート道路橋の健全度評価に関する研究(H20~H22)」



■載荷試験状況



■せん断載荷試験



■曲げひび割れ発生荷重によるプレストレス減少量の推定値

	プレストレス(kN)			表面 損傷度
	健全※1 (計算値)	実験値	減少率	
曲げ載荷	1568	1188	24%	27%
せん断載荷①	958	906	5%	0%
せん断載荷②	970	738	24%	22%

※1 プレストレスは各ひび割れ位置での推定値

※2 各載荷区間における上フランジを除いた桁の表面積に対する損傷(浮き・剥落)の比率

塩害環境下でPC鋼材が著しく腐食したPC橋の解体調査



グラウト充填状況確認非破壊調査

変位センサ インパクト 発信子・受信子

衝撃弾性波法

受信器 インパクト

探査範囲を格子状に計測
ITEGS法

広帯域超音波計測

計測器

探査範囲を複数線上で計測して解析
電磁波レーダー法

X線透過法によるPC桁調査

X線発生装置(300keV)

ゲージカメラ

部材厚：400mm (照射時間：約60min)

部材厚：160mm (照射時間：約30min)

PC鋼材 シース(不明瞭) スラップ

PC鋼材 シース 充填良好

未充填箇所(濃い箇所)

スラップ

軸鉄筋

新築部

標準部

透過画像のCT画像化 → 鋼材腐食量の把握

コンクリート橋の耐荷力評価

高出力X線源による橋梁非破壊検査

3. 95MeV X線源

電圧 水ポンプ 高周波発生装置

X線ビームライン

鉄筋

比較用のφ10mm鉄筋

撮影時間：1時間(従来装置)→1秒

透過画像のCT画像化 → 鋼材腐食量の把握

コンクリート橋の耐荷力評価

中性子線による橋梁非破壊検査

コンクリート中の水分挙動の可視化

可搬型中性子イメージング装置

理化学研究所との連携協定：小型中性子イメージングシステムの研究

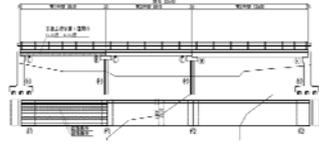
コンクリートひび割れによる影響

概要図	ひび割れによる懸念事項
<p>上フランジ</p>	<p>コンクリートの強度低下?</p>
<p>ウェブ</p>	<p>重ね梁的な挙動?</p>
<p>下フランジ</p>	<p>鋼材腐食・付着切れ?</p>

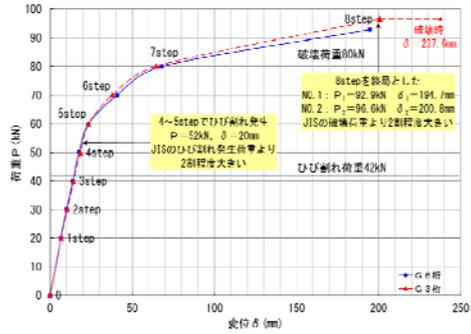
下フランジ下面のひび割れ

■ 橋梁概要

橋梁名	中川橋側道橋
路線名	国道8号
橋梁形式	単純PCプレテン床版橋(3連)
橋長・支間長	33.54m (9.57m+9.57m+13.0m)
竣工年	昭和52年(竣工後33年経過)

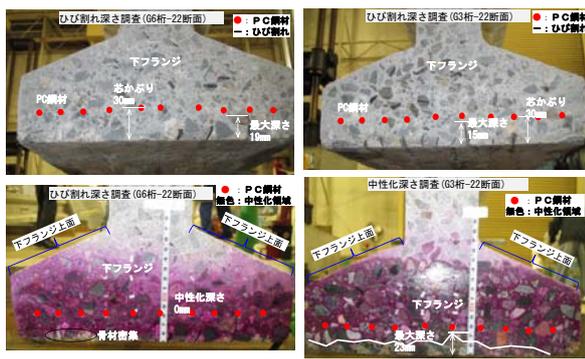


■ 載荷試験の結果



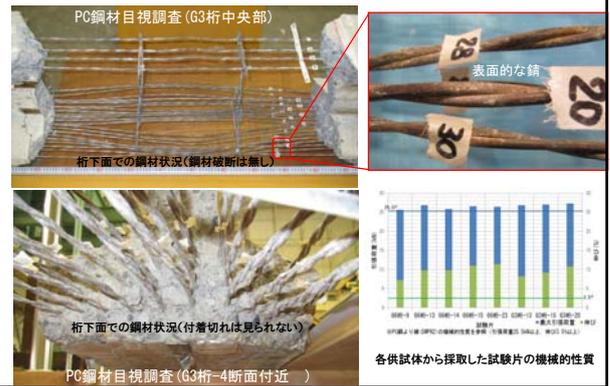
参考 軸方向ひび割れが生じたプレテン桁の載荷試験【解体調査】

■ ひび割れ深さおよび中性化深さ



参考 軸方向ひび割れが生じたプレテン桁の載荷試験【解体調査】

■ 鋼材目視調査および引張試験結果

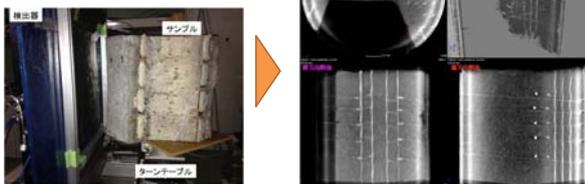


参考 高出力X線撮影装置による内部観察

■ 単純撮影



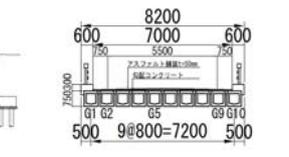
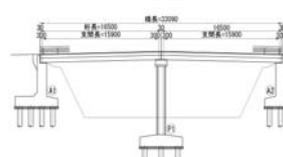
■ CT撮影



ウェブひび割れ

■ 橋梁概要

橋梁名	明(あきら)橋
路線名	市道1-0111号線(管理者:常総市)
架橋位置	常総市水海道橋本町
橋長	33.09m(支間 2×15.9m)
橋梁形式	単純PC'レテ中空床版橋(2連)
竣工年	1983年(昭和58年)11月 供用29年

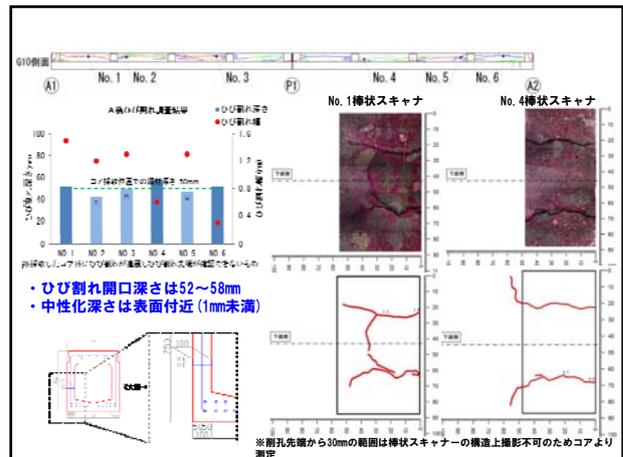


平成21年12月21日の橋梁点検

- PC桁の全体的に軸方向ひび割れ外桁側面にひび割れが多く発生
- 桁のひび割れのほかにも、桁端部から漏水や遊離石灰

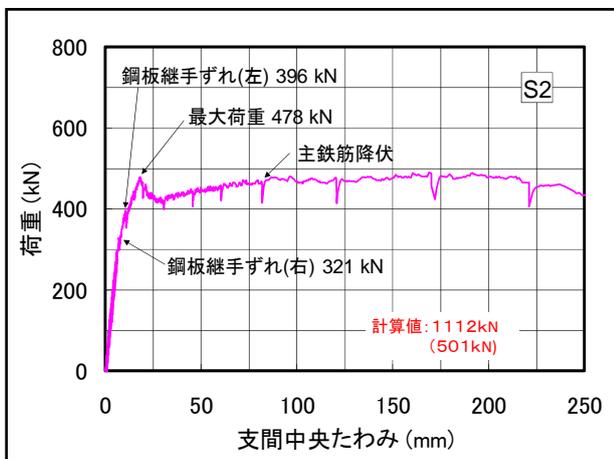
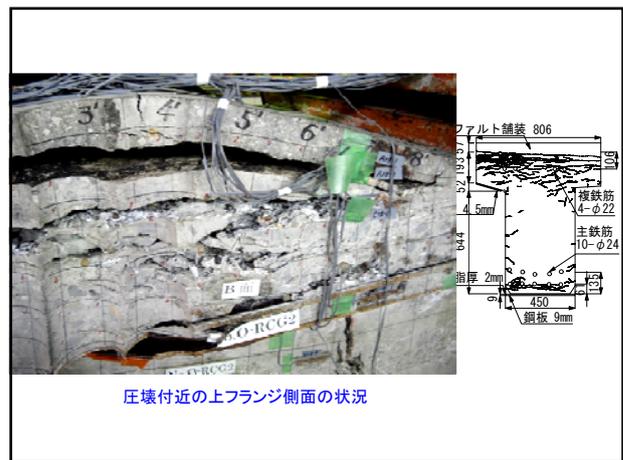



橋梁点検における損傷図（第2径間）



上フランジの層状ひび割れ

橋梁名	神戸(ごうど)橋
路線、地名	松本環状高家線、長野県松本市
橋梁形式	単純RC桁橋(一部PC橋)
橋長	127m
支間長	8@10m (RC桁部)・2@21m
竣工年	昭和10年(1935年)

モニタリング技術

社会資本の維持管理・更新に関し当面講ずべき措置
(国土交通省、平成25年3月21日)

課題	主な対応
IT等を活用した維持管理イノベーション	モニタリング技術等について、平成25年度から維持管理等に対するニーズを踏まえたIT等の先端技術の適用性等の検討を行い、インフラでの実証等により検証

モニタリングの位置づけ

- 損傷橋梁のモニタリング**
 (次の行動のタイミング)
 - 損傷進行
 - 対策後の再劣化
- ヘルスマニタリング**
 (定期点検の目視を補完、代替する手法)
 - 多くの橋の中から異常な橋を見つける。定期点検の拡充
 ←何を計測すべきか? 閾値の設定は? 大量のデータ分析が必要
 - 状態の変化を見つける
 ←長期連続監視は必要か?

力学的損傷を大きく受けたPC橋での振動計測

橋梁名	音代水門管理橋
地名	岩手県下閉伊(しもへい)郡音代村
橋梁形式	単純ポストテンションPCT桁橋×4連
橋長	100.05m
支間長	22.0m×4
竣工年	昭和59年(1984年)27年経過



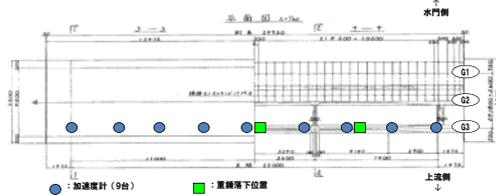
地覆部の圧壊



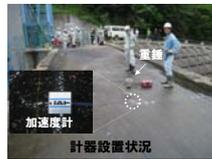
主桁のひびわれ、たわみ

振動計測

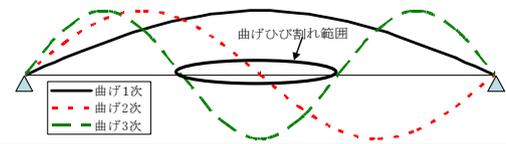
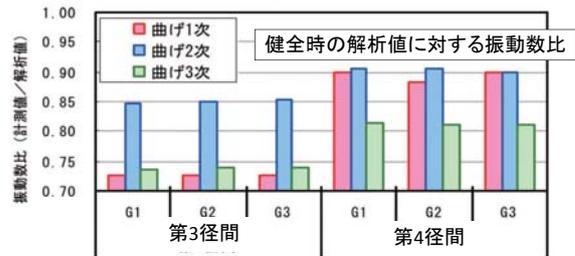
■重錘落下法【土研、PC建協、日本航空電子工業(株)】



重錘落下法による加振



計器設置状況



コンクリート橋の維持管理技術の開発

安全管理:

- 落橋に至る致命的な損傷を見逃さない。
- 損傷状態を評価し、交通規制等、適切な措置を行う。
 - ・致命的な損傷の検知技術
 - ・通行規制等判断のための耐荷性能評価法
 - ・耐荷性能の回復法
 - ・変状モニタリング手法

計画的な保全:

- 橋梁の状態を評価・予測し、適切な時期に、適切な補修を行う。
 - ・劣化状況の調査技術
 - ・劣化の進行予測手法
 - ・適切な補修工法

コンクリート橋の診断技術の高度化

