

平成21年度 第2回 CAESAR講演会

撤去橋梁等を活用した臨床研究

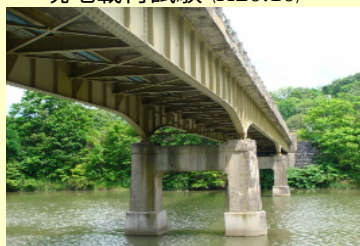
(独) 土木研究所
構造物メンテナンス研究センター (CAESAR)
上席研究員 村越 潤

平成21年8月26日

撤去橋梁を活用した臨床研究事例 (H21～H22)

1. 北海道・旭橋

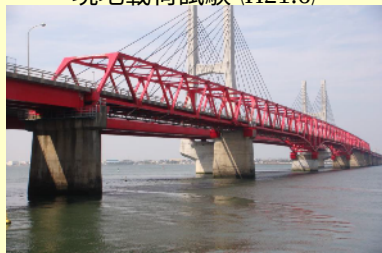
現地載荷試験 (H20.10)



- 損傷状況の調査
- 耐荷性能の調査
- 非破壊調査の適用性の調査
- 変状モニタリング

2. 千葉県・銚子大橋

現地載荷試験 (H21.6)



3. 沖縄県・辺野喜橋

変状モニタリング (H20.11-H21.7)



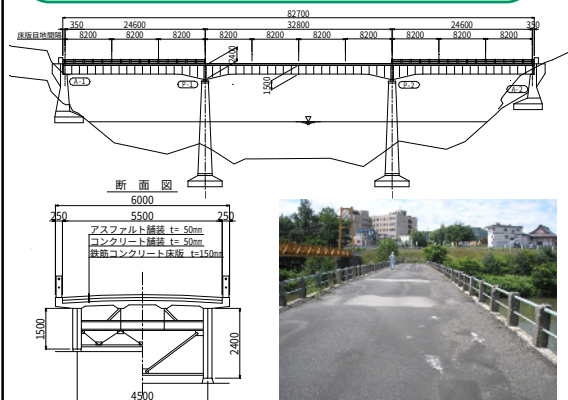
臨床研究1 ー北海道・旭橋ー



橋梁の概要

■橋梁概要

- ・路線名 : 一般国道452号
- ・位置 : 北海道芦別市
- ・構造形式 : 3径間連続非合成鋼 I 桁
- ・橋 長 : 82.7m (24.6m+34.8m+24.6m)
- ・供用年 : 昭和28年 (平成21年撤去)
(平成14年に新橋建設に伴い通行止め)
供用開始から55年



橋梁の状態

《構造的特徴と劣化状態》

- ・非合成桁、8m間隔毎に床版の目地有り
- ・床版に部分的な劣化

遊離石灰による主桁ガセットの腐食



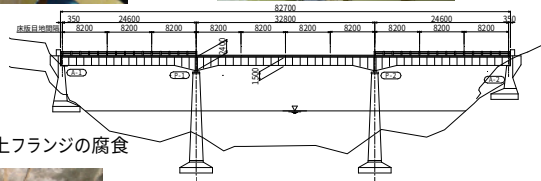
凍害による地覆コンクリートの剥落



8m毎に床版の打継ぎ目あり。
その部分から漏水・劣化損傷



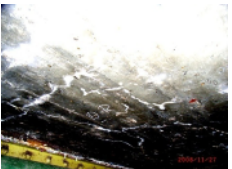
橋面上



漏水による主桁上フランジの腐食



床版のひび割れ



床版コンクリートの剥落



床版部分打替え部のひび割れ



橋面下

研究概要

■調査内容

- (1) 全体挙動の調査
 - ・床版の合成効果、目地等の影響
(構造解析と載荷試験結果との比較)
- (2) コンクリート材料への非破壊試験の適用性の調査
- (3) 鋼材料の強度・材料特性の調査

■実施体制

- ・寒地土木研究所と連携して実施
- ・道路管理者(国土交通省)からのフィールド提供



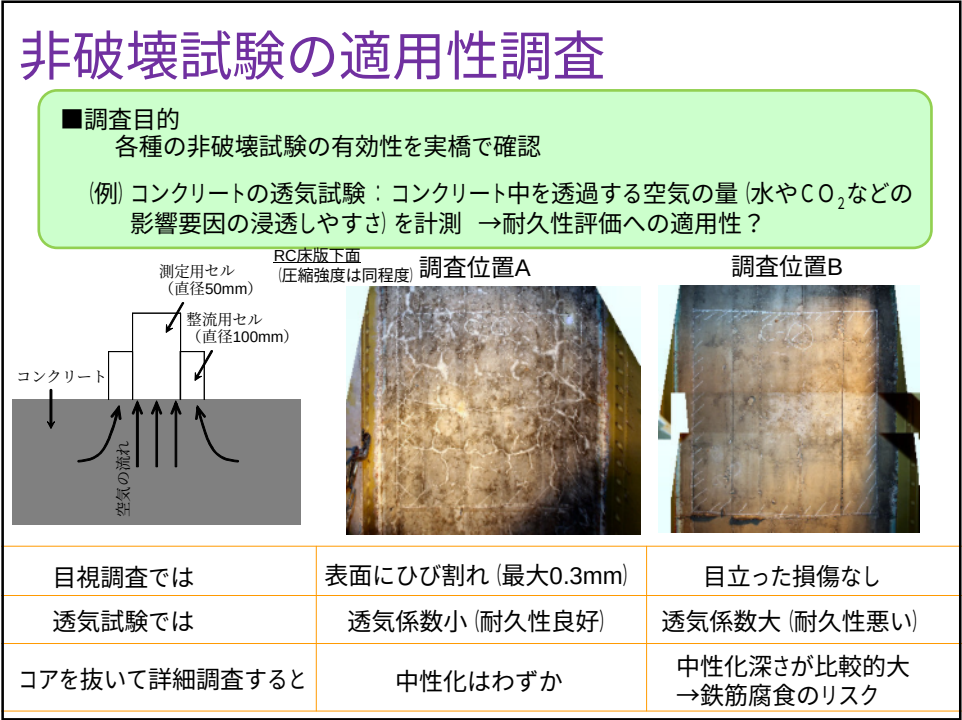
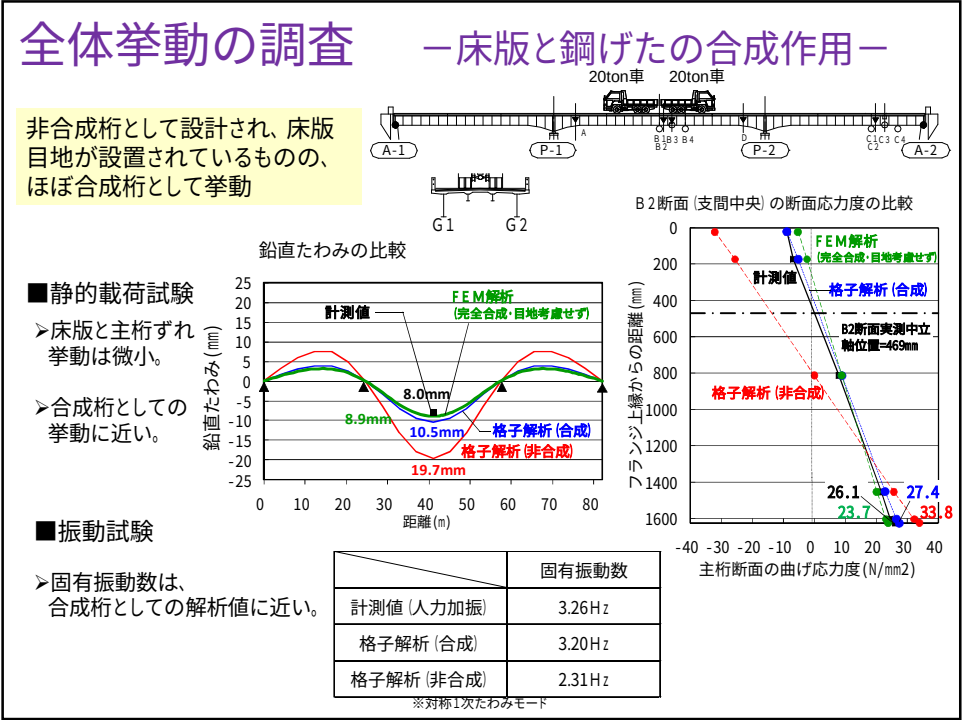
現地実橋載荷試験



人力加振実験



コンクリートの非破壊検査技術の適用性調査



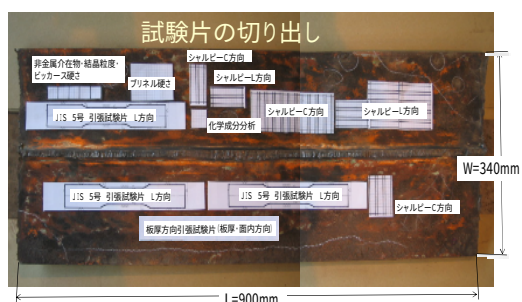
古い年代の鋼材の材料・強度特性調査

■ 調査目的

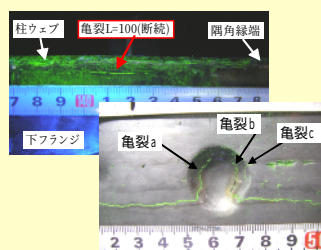
- ・年代ごとの鋼材の材料・強度特性の基礎データ蓄積
(脆性破壊移行のしやすさ、補修補強時の配慮事項等)
- ・鋼材特性把握のための調査法の整理

- ・化学成分分析
- ・引張試験
- ・板厚方向引張試験
- ・CTOD試験 (破壊靱性試験)
- ・シャルピー衝撃試験 等

大正10年代～昭和50年代にかけての撤去橋梁部材 (10数橋) に対して調査を実施中。



溶接部から発生した1mに及ぶ疲労き裂 (き裂面の一部に脆性破壊の特徴)



現場溶接部に発生したラメラティア、溶接割れ

臨床研究2 千葉県・銚子大橋一



橋梁の概要

■橋梁概要

路線名：一般国道124号
 位置：千葉県銚子市
 構造形式：鋼5径間ゲルバートラス桁
 橋長：407m（トラス部のみ）
 支間割：64.6m+85.6m+107m+85.6m+64.6m
 供用年：昭和37年

本年3月に新橋供用開始 供用開始から47年

塩害による腐食が著しく、
 昭和50年代から現在に至るまで、
 全面塗装塗替えと部材補修を実施

その後、震度5以上の地震時に全面通行止、
 車重20t以下規制という条件で供用

【位置図】



橋梁の状態

超厚膜エポキシ樹脂被覆材
 のため、外観からの腐食欠
 損の実態は不明

銚子大橋全景（手前：旧橋、奥：新橋）



主構斜材（箱断面）



上弦材格点



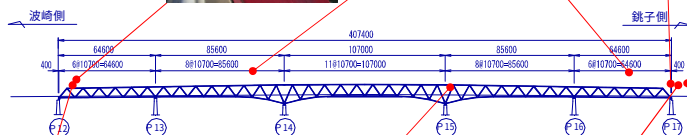
主構斜材（H断面）



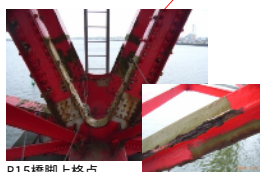
床桁-格点接合部



P17橋脚上固定支承



下弦材格点



P15橋脚上格点



主構下弦材



飯桁部端横桁

トラス橋における臨床研究の背景・目的

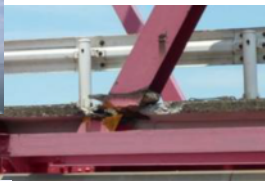
～最近の鋼橋における重大損傷の発生～

- ・一昨年、トラス橋において、橋全体の安全性に直結する主部材の腐食事例が相次いで発生
- ・米国I-35W橋の事故調査報告では、直接の原因ではないものの、格点部の腐食欠損等に対する点検・健全度評価の重要性を指摘
- ・腐食への対応の重要性は認識されつつあるが、劣化部材を含む橋の診断技術は未確立

- ・どの程度の供用に耐えられるのか？
- ・腐食による耐力低下はどの程度か？
- ・どの程度の交通を通せるか？
- ・致命的損傷を防ぐために、どのような事象に留意して、供用、対処の判断をすべきか？



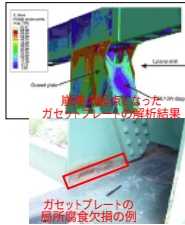
23号木曽川大橋
トラス斜材の腐食・破断
(交通規制)



7号本荘大橋
トラス斜材の腐食・破断
(交通止め)



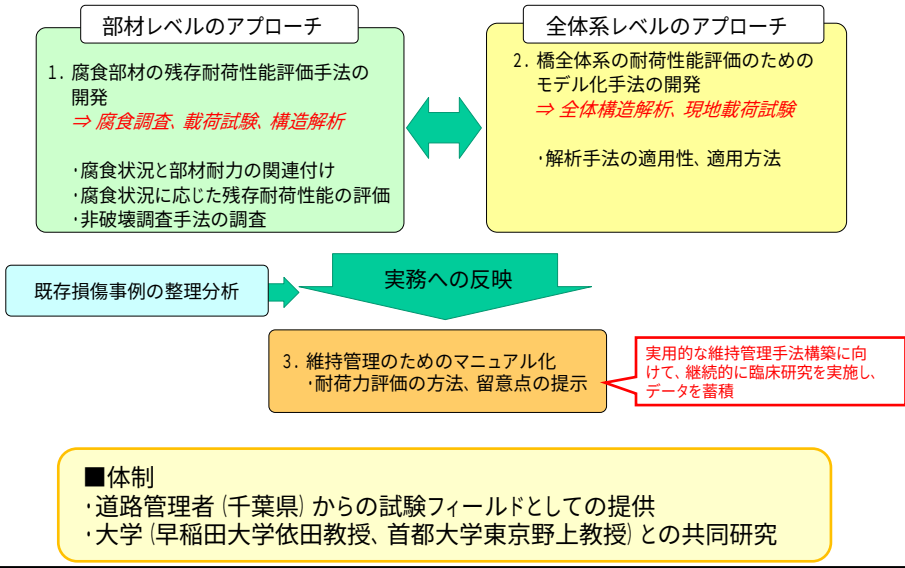
米国I-35W橋
トラス橋の崩落



出典：NTSB Highway Accident Report Collapse of I-35W Highway Bridge

研究概要

－全体概要－



研究概要 一個別テーマー

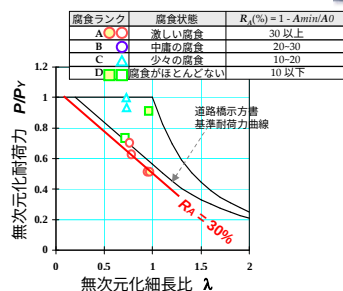
1. 腐食部材の残存耐荷性能評価手法の検討

- ・撤去部材の錆除去による腐食欠損量の精密計測
- ・大型荷重試験装置による実大荷重試験
- ・試験体レベルのFEMシミュレーション解析

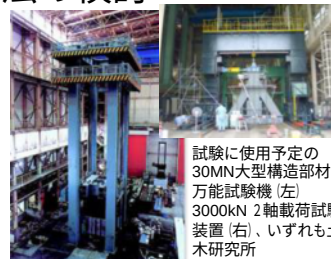
腐食部材の耐荷性能評価



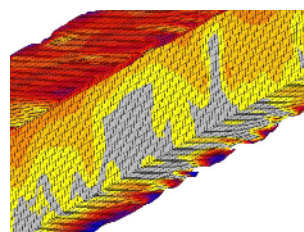
レーザー式変位計 (首都大学東京)



腐食圧縮部材の耐荷力実験例 (首都大学東京)



試験に使用予定の30MN大型構造部材万能試験機 (左) 3000kN 2軸荷重試験装置 (右)、いずれも土木研究所



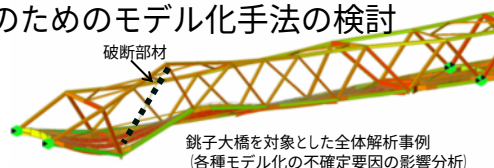
腐食した引張斜材を対象とした解析例

研究概要 一個別テーマー

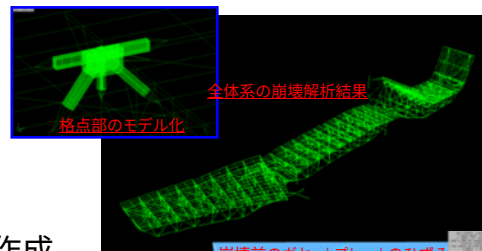
2. 橋全体系の耐荷性能評価のためのモデル化手法の検討

- ・実務レベル構造解析による検討
 - ・モデル化の影響の把握 (実挙動データとの比較)
- ・弾塑性解析による検討
 - ・実務レベルモデルの適用性、適用条件の把握
 - ・部材耐力喪失時の安定性評価

解析手法の適用性、適用方法

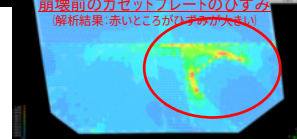


銚子大橋を対象とした全体解析事例 (各種モデル化の不確定要因の影響分析)



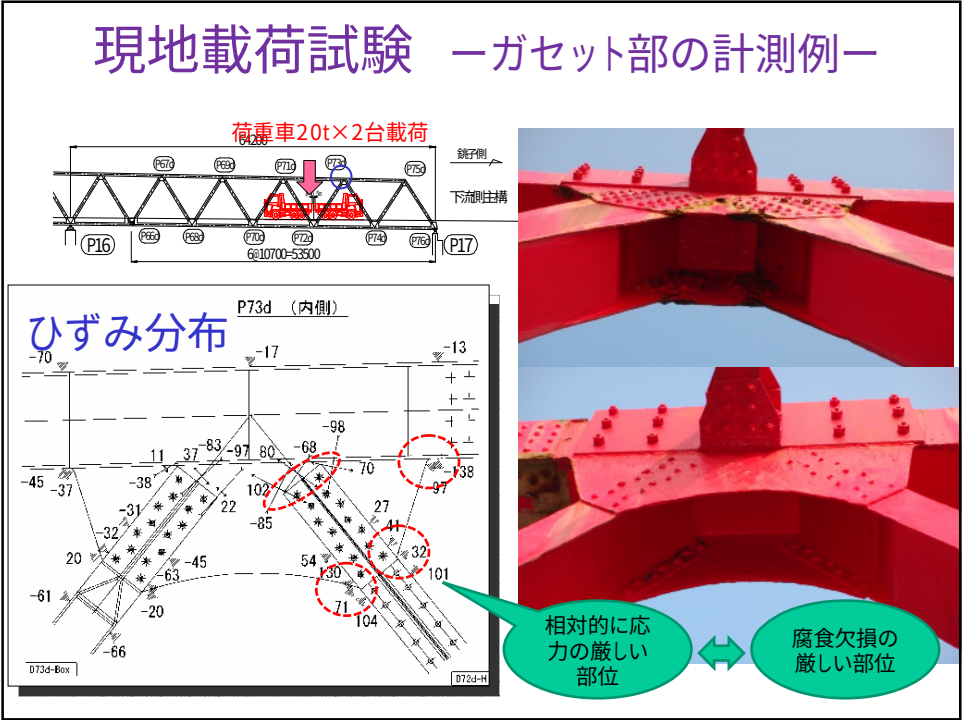
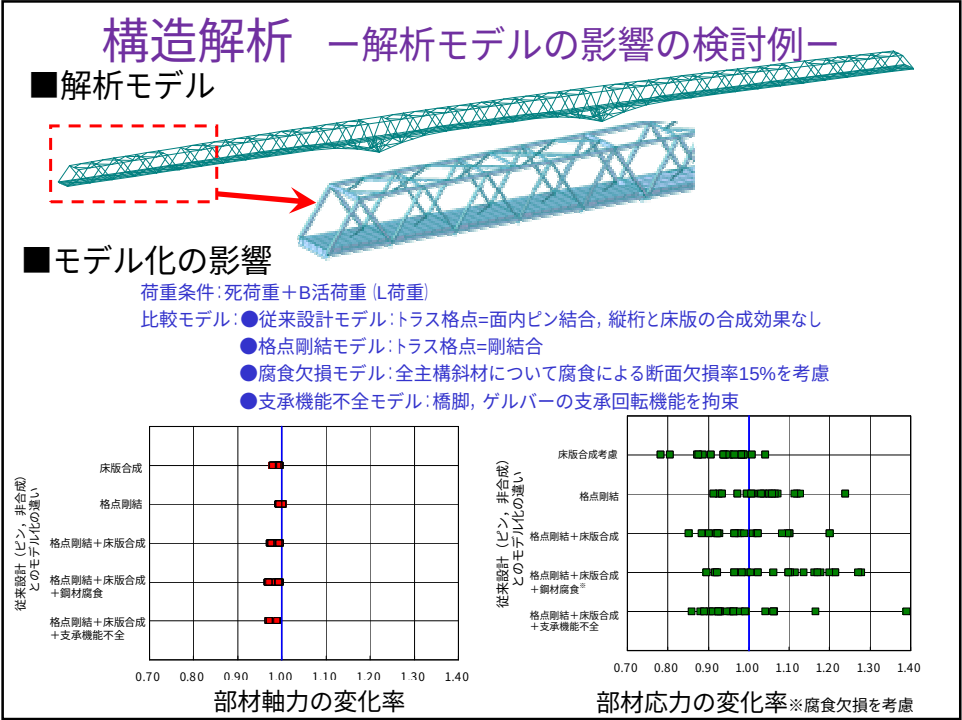
3. 維持管理のための技術資料作成

- ・重要点検部位
- ・耐荷性能評価法
- ・調査・診断・対策時の留意事項



(自重+工事死荷重+初期曲げ変形) 時

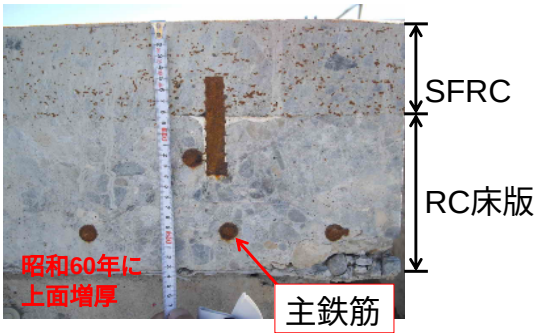
I-35W 橋を対象とした部材破断時全体解析と格点部解析事例 (早稲田大学)



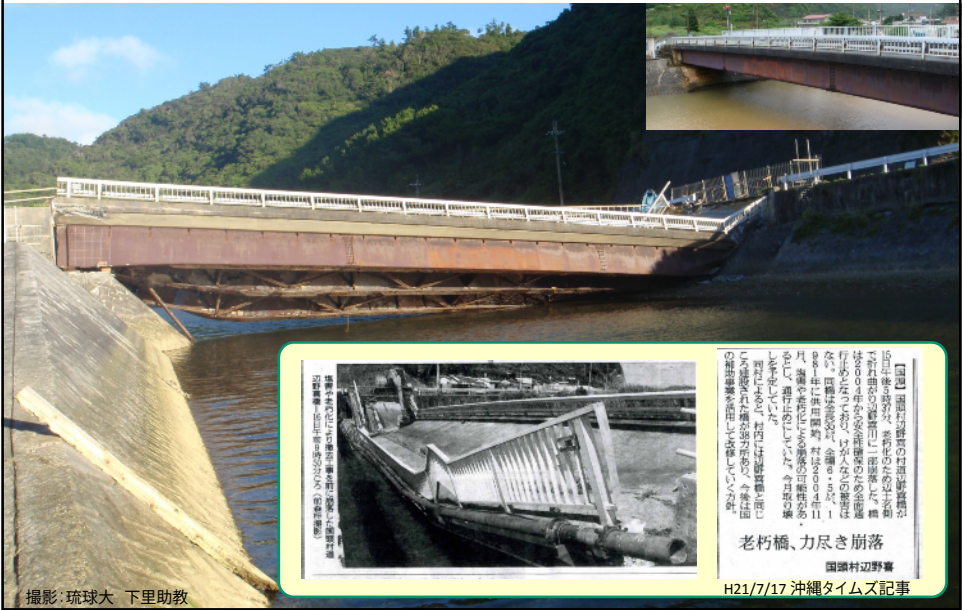
SFRCにより増厚されたRC床版の状態調査

■調査項目

- 1. SFRCとコンクリートの界面の
付着状況
(材料強度、界面の強度試験等)
- 2. RC床版の損傷状況
- 3. SFRC損傷箇所の詳細調査



臨床研究3 一沖縄県・辺野喜橋一



撮影：琉球大 下里助教

橋梁の概要

■橋梁概要

- ・位 置： 沖縄県国頭村 (村管理)
海岸線より50m
- ・諸元等： 単純RC桁橋 (3主桁, 支間長40m)
耐候性鋼材使用
- ・橋梁形式： 鋼単純合成桁橋 (3主桁)
- ・橋 格： TL-14 幅員： 6.5m
- ・床版形式： 鉄筋コンクリート床版 (16cm)
- ・架設年次： 1981年 (昭和56年)
供用開始から28年



海側からの全景



桁下の状況



海側の状況 (現道の奥が海岸線)

モニタリング概要

■経緯

- 2004.11 落橋の危険性のため、全面通行止
- 2008.10 県・琉球大・CAESARにて、現地調査
周辺住民への周知、早期撤去準備
- 2008.11 琉球大・CAESARにて、変状モニタ
リングを共同実施
- 2009.6～7.15 モニタリング中に変状進行、崩落

■モニタリング目的

地震、強風、常時微動等の外乱により、予定されていた撤去前に崩壊する可能性



- ・崩壊前兆の監視、崩落までの挙動把握
- ・汎用技術による実用的な計測技術の
仕様検討、課題抽出

昨年10月現地調査時の状況

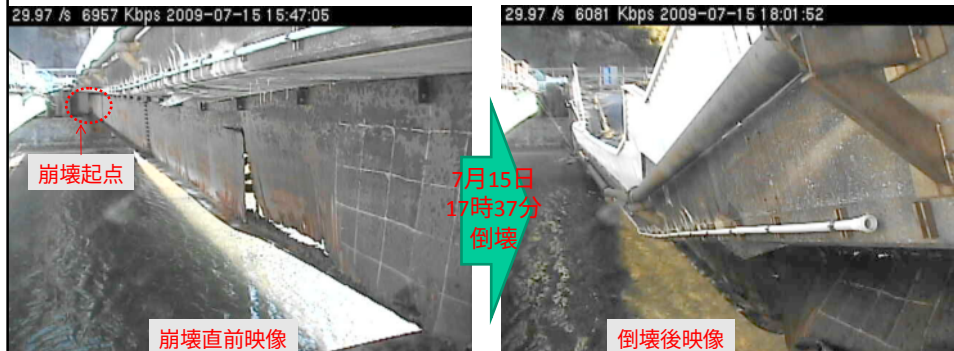


外桁の状況 (フランジ・ウェブ間破断、座屈)



中桁の状況 (下フランジ破断)

モニタリング状況 ー成果と課題ー



特定の変状・損傷監視へのモニタリング技術（カメラ映像）を有効活用
⇒崩落過程を把握
管理者にも現地画像を配信。変状進行を察知、その後の対応に反映

《課題》

- (1) 遠隔地での監視やデータ記録・確認のための情報通信の性能に応じたシステム構築
- (2) 過酷な環境条件で、記録機器を安定作動するための設置場所確保、設置方法検討
- (3) 使用環境、用途に対応したセンサ・計測機器の仕様検討
(耐環境性、自動露出機能、遠隔地からのカメラ操作機能に配慮)

維持管理技術に必要な技術の開発に向けて

- ・ 必要な実橋データを収集・蓄積
 - ・ 材料、構造、損傷等に関する基礎データ
 - ・ 損傷橋梁の載荷実験、損傷部材の破壊試験
- ・ 各種調査に際して、他分野を含め、関係機関と連携