

構造物メンテナンス研究センターの活動

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



有識者会議の提言とCAESARの設立

《 道路橋保全の現状 》

見ない

見過ごし

先送り

《 予防保全を実現する5つの方策 》

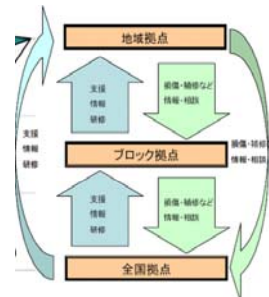
1. 点検の制度化

2. 点検・診断の信頼性確保

3. 技術開発の推進

5. データベースの構築と活用

4. 技術拠点の整備



(独)土木研究所

つくば中央研究所

寒地土木研究所

水災害・リスクマネジメント国際センター

構造物メンテナンス
研究センター
(CAESAR)

現場の支援

CAESAR

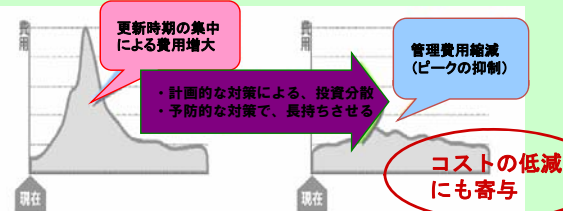
研究開発

情報交流の場

CAESARにおける研究の方向性

計画的な保全

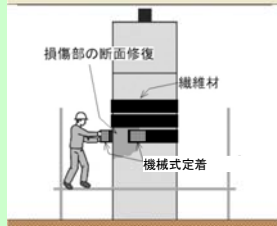
橋梁の状態を評価・予測し、適切な時期に、適切な補修を行い、長寿命化を図る。



震災時に道路としての機能を維持できるように対策（耐震補強）を行う。



損傷が生じても応急復旧で対応



【必要とされる技術】

- ・劣化状況を把握する。
- ・劣化の進行を予測する。
- ・LCCを最小にするための対策、その選定法
- ・計画的な保全のための補修技術、更新技術
- ・震災後の緊急復旧技術の開発

他

機能の保持
(通行止めさせない)

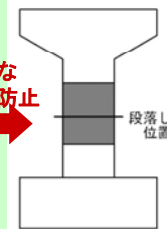
安全管理

落橋に至る致命的な損傷を見逃さない。

損傷状態を予測・評価し、交通規制等、適切な対応を行う。



落橋を防止するための耐震性能を確保。



【必要とされる技術】

- ・致命的な損傷を、事前に見つける。
- ・耐力評価に必要な情報を得る。
- ・通行規制の必要性判断のための耐力評価。
- ・落橋を防ぐための補修・補強技術
- ・破壊特性を踏まえた損傷状態の予測、評価

他

CAESARの研究課題例

計画的な保全

安全管理

点検・調査

橋梁点検要領

初期品質検査技術

非破壊検査技術

主要部位の定義

安全点検要領

性能評価

耐久性評価

長期劣化予測

安全余裕度の評価

安全性評価

耐力評価

耐震性評価

補修、補強による性能の評価

長期持続性

劣化損傷の補修技術
耐震補強技術

劣化損傷の補修技術
耐震補強技術

震後の応急復旧技術

更新技術

補修・補強効果の評価

補修補強技術の開発

管理システム

BMS（国総研）

基本データの蓄積

ナレッジの蓄積

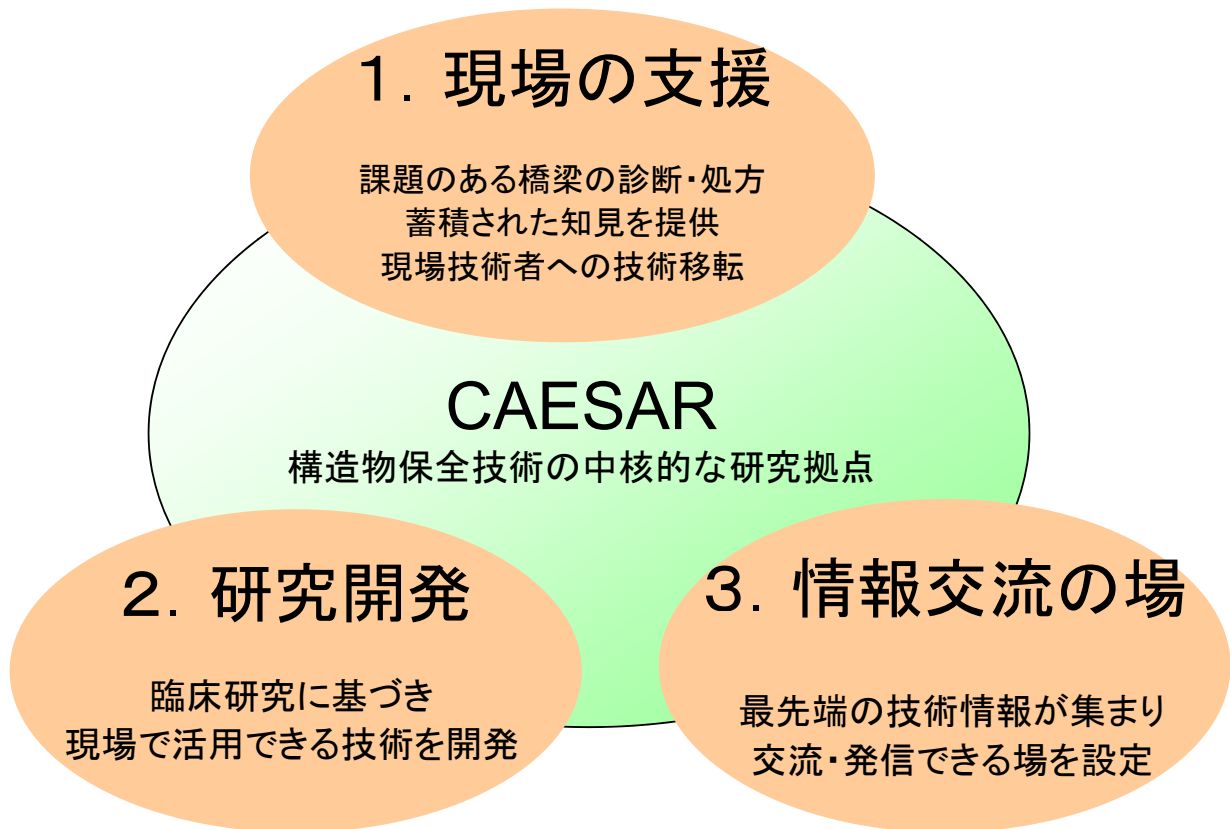
架け替え指標

要求性能の提示、評価、基準化

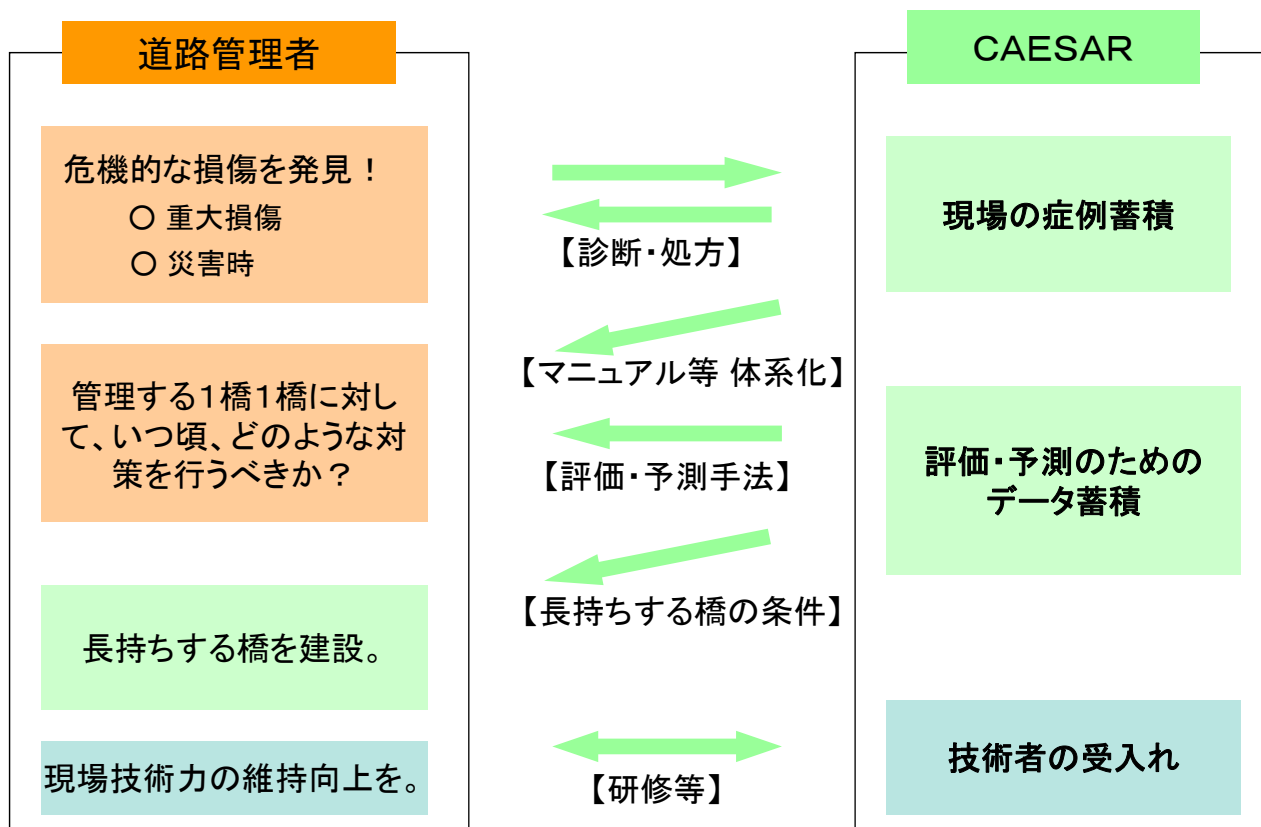
管理水準

道路の機能に応じた橋梁の要求性能の多段階化
設計者・管理者が選択可能な技術メニューの多様化

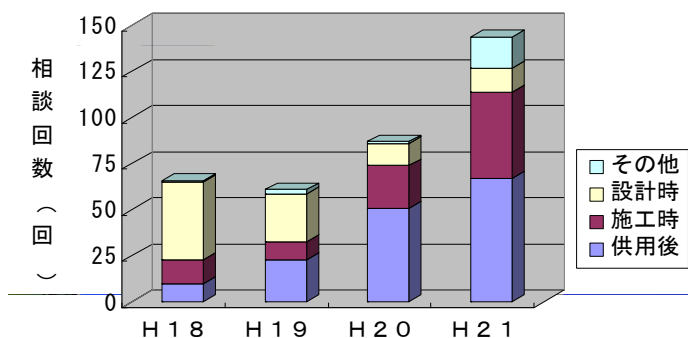
CAESARの活動



CAESARの活動－1 現場の技術支援

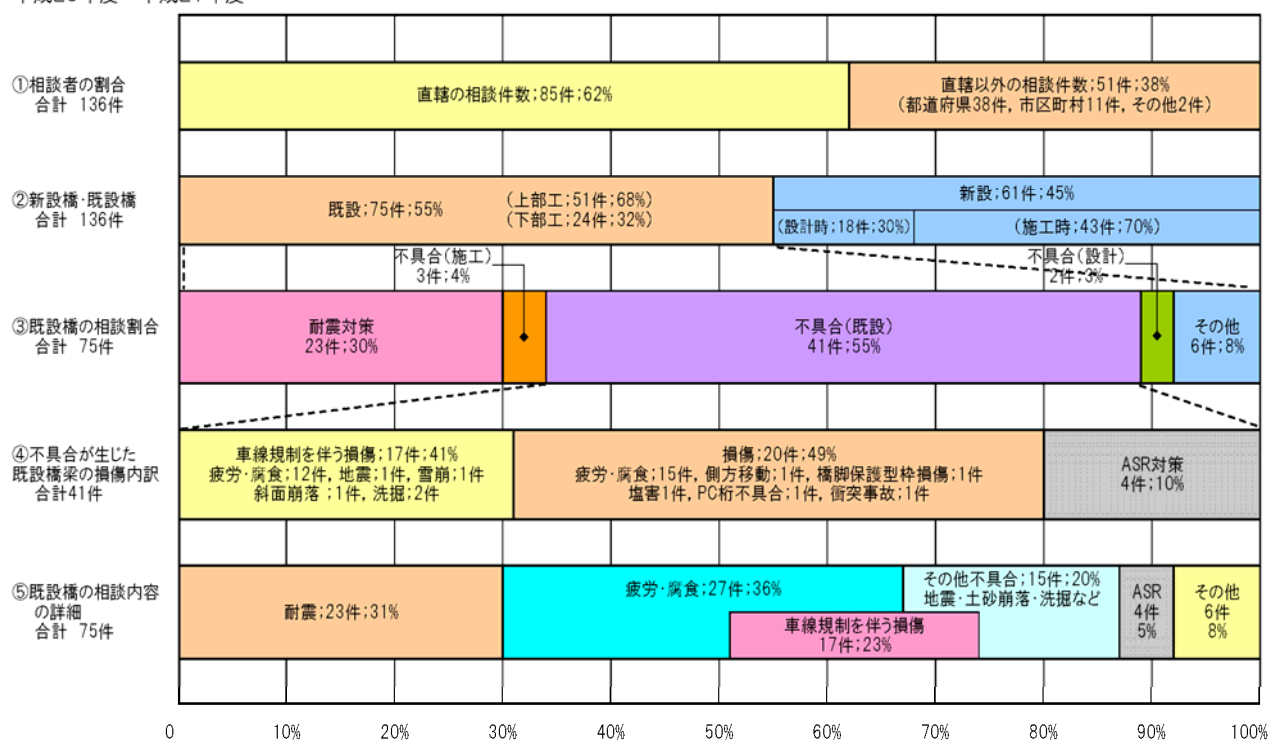


CAESARに寄せられた技術相談



CAESAR設立以降（H20～H21）の技術相談内容の割合（橋梁関係のみ）

平成20年度～平成21年度



損傷橋梁についての技術相談の活用

技術相談

損傷橋梁の技術相談

- ・損傷原因
- ・調査手法(計測、微破壊・非破壊検査)
- ・耐荷性能評価法
- ・今後の損傷進行予測法
- ・対策(交通規制、補修法)

対策後の追跡調査

- ・効果の確認(載荷試験、計測)
- ・補修工法の耐久性 等

道路管理者に対し

・重大損傷について道路管理者への注意喚起

- ・20年
6月 鋼製パイルベント橋脚の緊急点検 ← 出雲郷大橋歩道橋橋脚断面欠損
6月 歩道橋照明柱の緊急点検 ← 笹目南歩道橋照明柱溶接部亀裂
7月 橋脚支保工崩落事故注意喚起 ← 広島高速橋脚支保工崩落事故

今後、土技資やNews Letterとして発信

CAESARとして

・カルテ蓄積による臨床経験の共有・組織としての蓄積

・研究開発での活用

損傷事例を踏まえた対策(溶接亀裂や腐食しやすい部位・条件)

必要な事項の実橋での計測(損傷状況、補修効果の確認)

→ データ分析による一般化等

各種技術の適用性確認

技術相談事例: 鋼製パイルベント橋脚の腐食

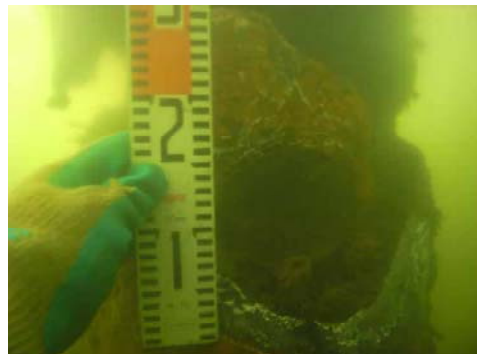
国道9号「出雲郷大橋側道橋」(直轄管理)

橋梁形式: 3径間単純鋼桁

橋長: L=54.46m 幅員: W=2m

損傷部位: 鋼製パイルベント橋脚水中部

損傷の種類: 欠損



国総研・CAESAR

損傷原因と補修対策

- ・汽水域における水中部の腐食
- ・コンクリート巻立てによる応急措置

情報提供

全国の橋梁管理者

緊急点検

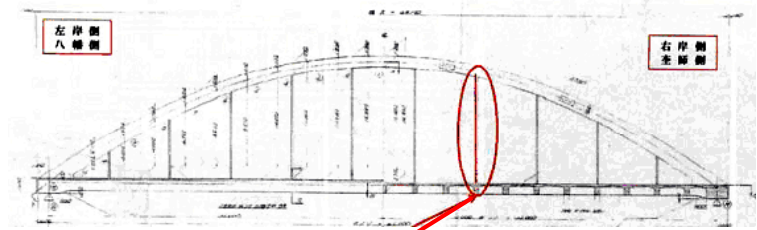
- ・鋼製パイルベント橋脚の水中部における断面欠損



技術相談事例:アーチ吊材の破断

君津市道「君津新橋」(千葉県、君津市)
橋梁形式:下路式ローゼアーチ橋
橋長:L=68.1m 幅員:W=14.0m

損傷部位:アーチ吊材(PC鋼棒)
損傷の種類:破断



側面図

国総研・CAESAR

損傷原因と補修対策

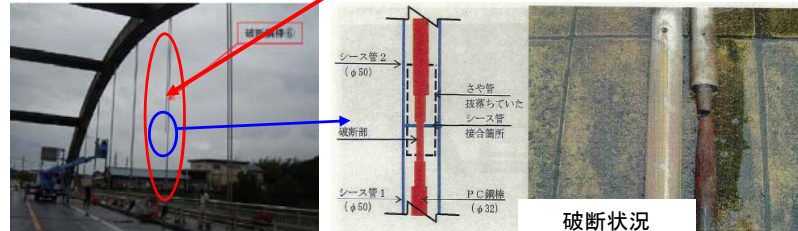
- ・異種金属接触腐食によるPC鋼棒の破断
- ・全吊材PC鋼棒をPCケーブルに交換

情報提供

全国の橋梁管理者

緊急点検

- ・吊材の緊急点検



破断状況



関連部位の損傷



技術相談事例:PC橋プレテン桁に生じたひび割れ

市管理橋

橋梁形式:プレテンション方式
PC中空床版橋

橋長:L=33.1m

損傷部位:桁側面のひび割れ、遊離石灰

地方整備局道路保全
企画官を経由して
技術相談

国総研・CAESAR

損傷状況調査と当面の措置

- ・遮水対策(床版防水含む)
- ・ひびわれの詳細調査と定期観察



PC桁側面部のひび割れ



PC桁下面部の遊離石灰

国土交通省TEC—FORCEへの貢献

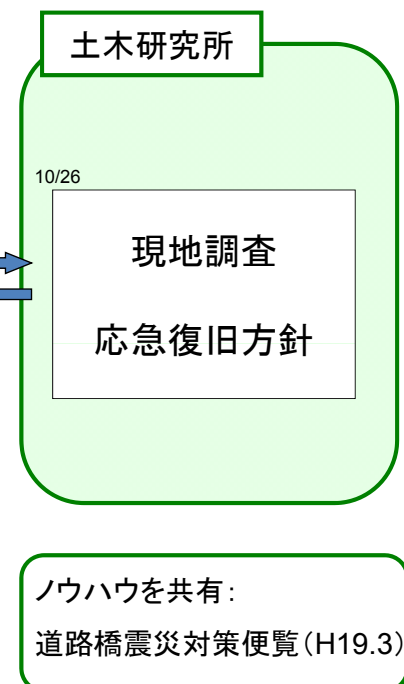
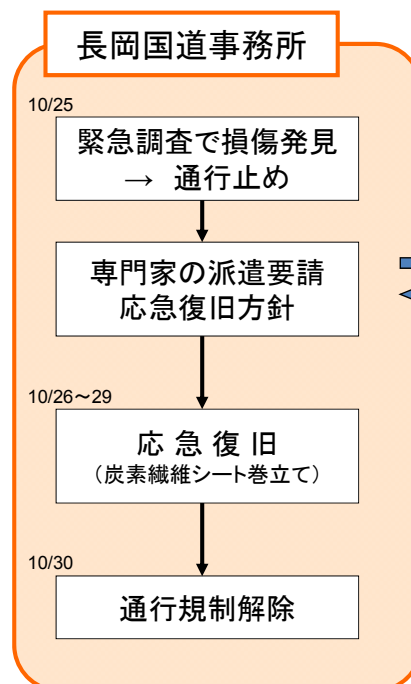


平成20年6月14日岩手宮城内陸地震
祭時(まつるべ)大橋の落橋被害

- ・当日の現地への派遣
- ・被災調査と被災メカニズムの検討
- ・調査結果の岩手県への報告(18日)

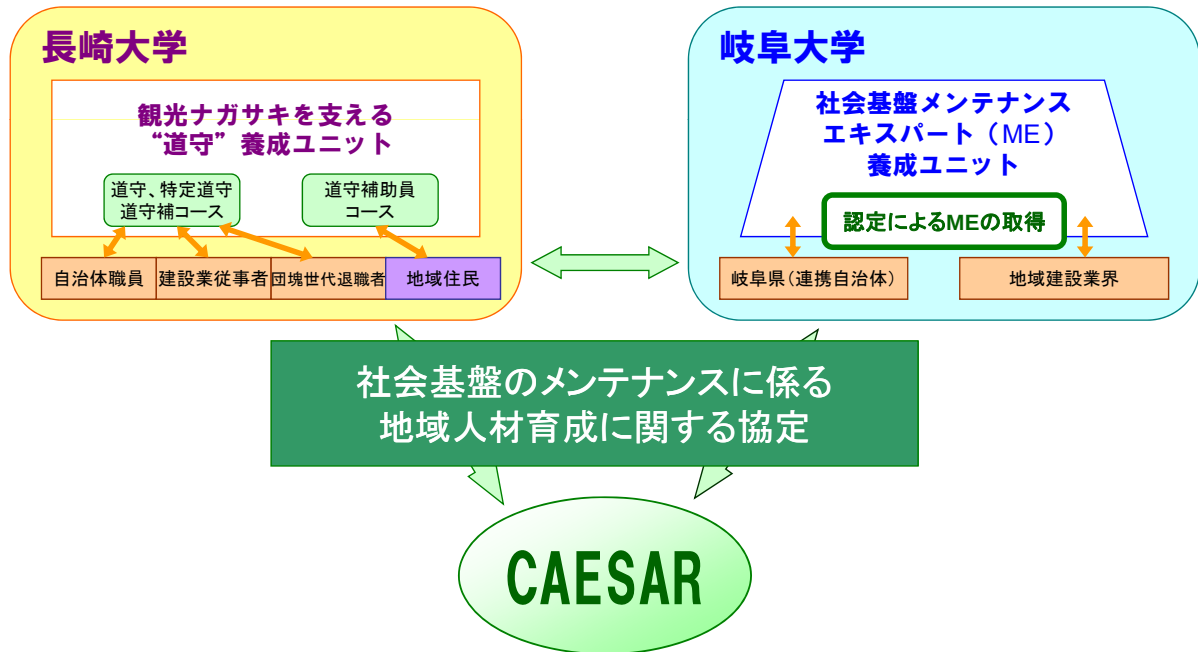


新潟県中越地震における応急復旧への支援



地方での構造物管理強化活動の支援

岐阜大・長崎大との連携による地方の技術者育成



地方における技術者育成の取り組み

市町の道路管理技術者を対象とした実践的橋梁維持管理講座（香川高専）

実践的橋梁維持管理講座 現地研修日程表

	開講日	開催場所	担 当	内 容
第2回	平成20年 10月2日	橋梁現地	丸亀市	・丸亀市が管理する橋梁（2橋）の現地視察
第4回	11月21日	橋梁現地	三豊市	・三豊市が管理する橋梁（3橋）の現地視察
第6回	平成21年 2月6日	橋梁現地	綾川町	・綾川町が管理する橋梁（3橋）の現地視察
第8回	4月24日	橋梁現地	高松市	・高松市が管理する橋梁（3橋）に対する現地調査
第10回	6月26日	橋梁現地	観音寺市	・観音寺市が管理する橋梁（3橋）に対する現地調査
第12回	8月21日	橋梁現地	東かがわ市	・東かがわ市が管理する橋梁（3橋）に対する現地調査
第14回	10月30日	橋梁現地	坂出市	・坂出市が管理する橋梁（3橋）に対する現地調査
第16回	12月18日	橋梁現地	香川県	・香川県が管理する橋梁（3橋）に対する現地調査
第18回	平成22年 2月26日	橋梁現地	さぬき市	・さぬき市が管理する橋梁（3橋）に対する現地調査

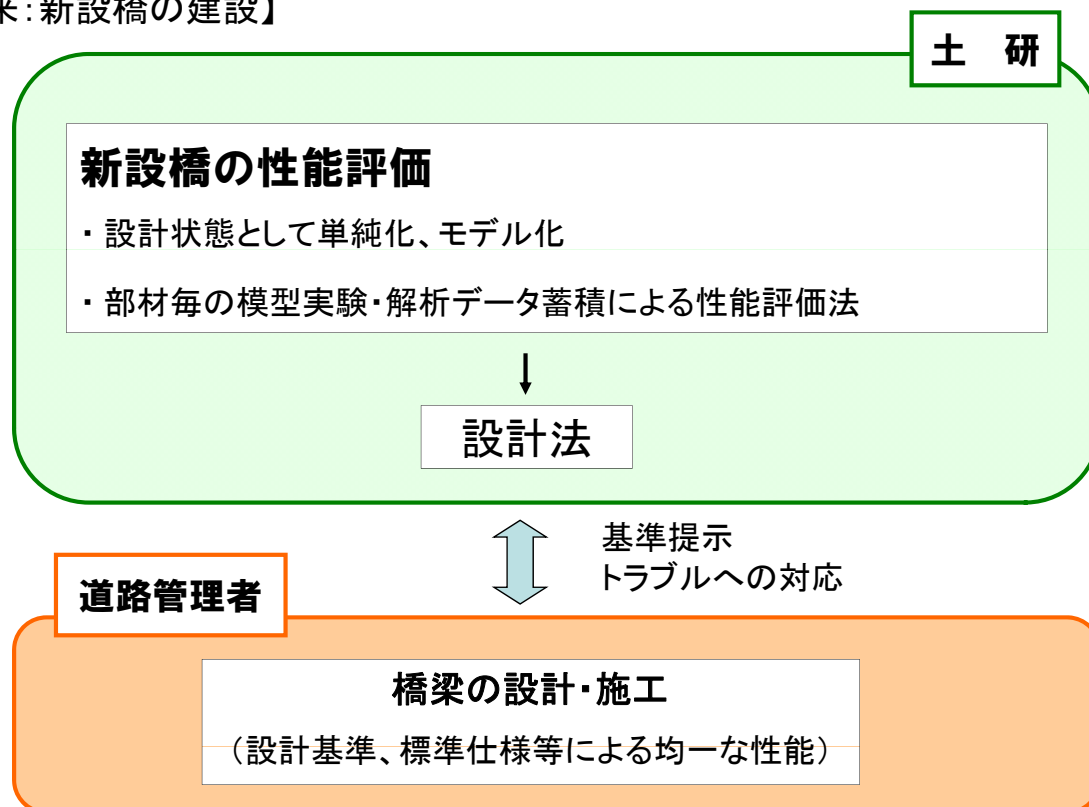
⇒全国10の高専で同様の取り組みを展開予定

〔福島高専、群馬高専、福井高専、舞鶴高専、
和歌山高専、徳山高専、呉高専、阿南高専、
高知高専、熊本高専〕



CAESARの活動－２ 臨床研究に基づく研究開発

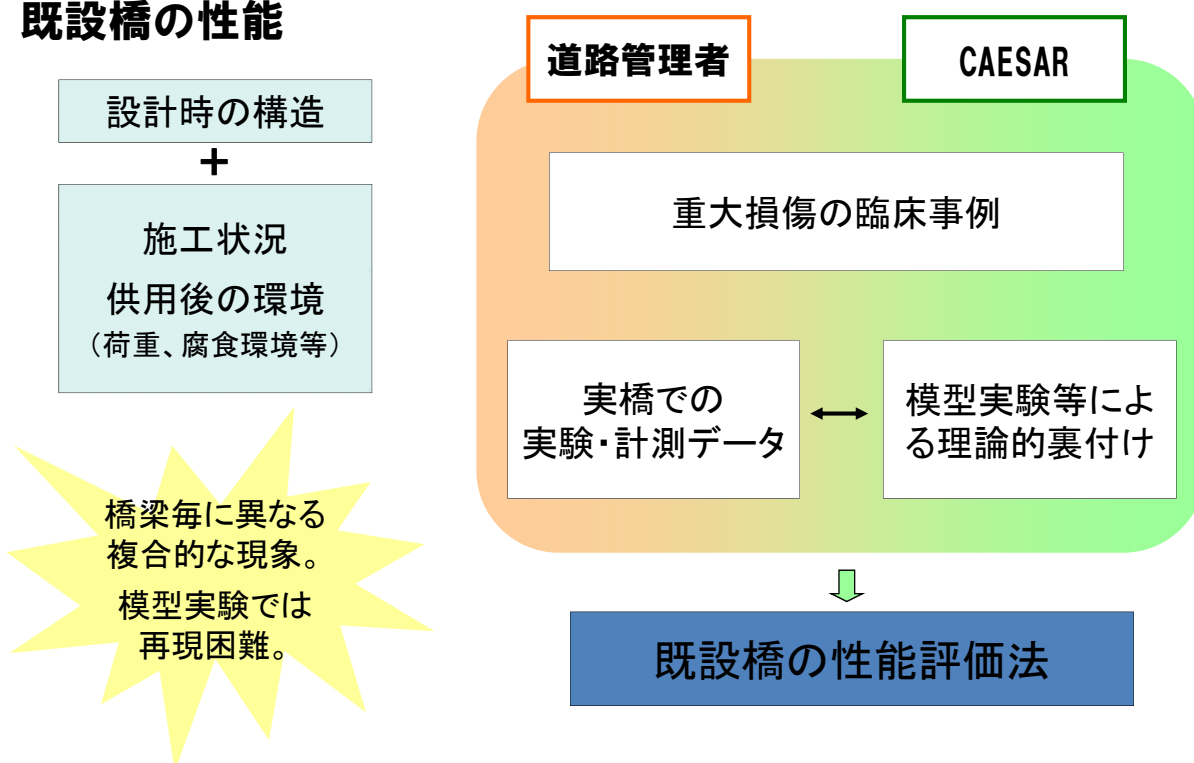
【従来：新設橋の建設】



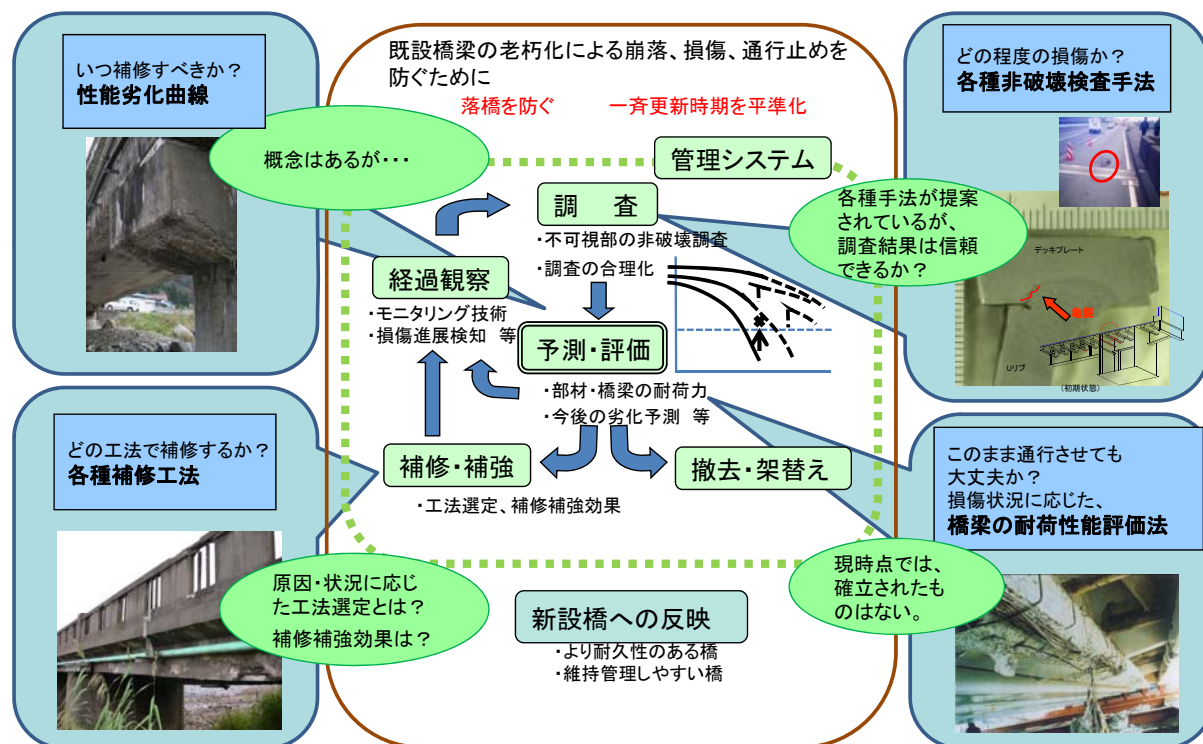
CAESARの活動－２ 臨床研究に基づく研究開発

【今後：既設橋の管理】

既設橋の性能



橋梁の維持管理に必要な技術開発：臨床研究



撤去橋梁等を活用した臨床研究事例



- ・ 載荷試験による耐力評価技術の開発
- ・ 腐食部材の残存耐荷性能評価手法の検討
- ・ 解剖調査による損傷状況把握
- ・ 非破壊検査技術の適用性調査
- ・ 損傷監視のための遠隔モニタリング

撮影：琉球大 下里助教

撤去橋梁調査; 腐食損傷橋梁の調査 (銚子大橋)

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 **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

本年3月に新橋供用開始 旧橋撤去



研究項目(銚子大橋)

1. 腐食部材の残存耐荷性能評価手法の検討

- 腐食状況調査、載荷試験、構造解析
- ・ 腐食状況と部材耐力の関連付け
- ・ 腐食状況に応じた残存耐荷性能の評価
- ・ 腐食状況の調査手法の提示

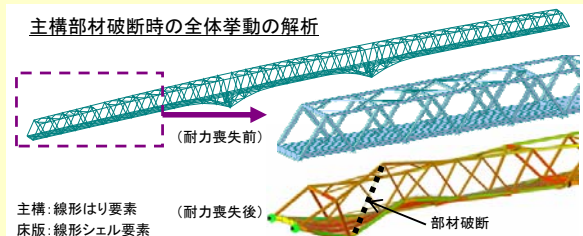


30MN試験機による載荷試験
(年度内予定)

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

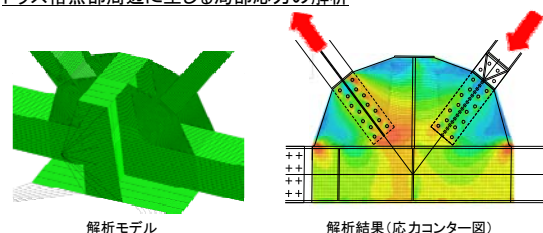
- 実橋計測、全体構造解析
- ・ 全体挙動の把握
- ・ 部材耐力喪失前後の耐荷性能の評価
- ・ 実務レベルモデルの適用性評価

主構部材破断時の全体挙動の解析



→ 部材破断が橋全体系の耐荷性能に与える影響を把握

トラス格点部周辺に生じる局部応力の解析



→ 局部応力の解析値と計測値は概ね一致すること、また、局部応力の卓越部位は、腐食が著しい部位と対応しており、構造的弱点となり得る可能性を確認

撤去橋梁調査;ASR損傷橋脚の調査(旧神戸橋)

路線名：一般国道9号
位置：島根県出雲市
構造形式：単純鋼合成箱桁橋（5径間）
橋長：258m（5@51.5m）
竣工年：昭和39年 供用開始後45年

治水事業による道路の付け替えにより、今年度から撤去。

側道橋設置時に継ぎ足した橋脚はり部分に、アルカリ骨材反応（ASR）と疑われる損傷



橋脚はり部のひび割れ状況

研究項目(旧神戸橋)

1. 解剖調査による劣化状況把握

- ・橋脚はり部のひび割れ部分の解体調査
ASRによる劣化状況（コンクリート内部の亀裂、鉄筋の腐食・破断）
- ・コンクリート劣化部分の材料・強度特性の把握



橋脚部分のひび割れ

2. 状態評価のための非破壊検査技術の適用性

- ・非破壊試験によるASRの影響の定量的評価可能性の検討
例) 超音波伝搬速度測定、衝撃弾性波伝搬速度測定
- ・非破壊試験による鉄筋破断部分の検知可能性の検討

3. 室内載荷試験による劣化部材の性能把握

- ・ASRひび割れ部に施工したあと施工アンカー筋の性能の把握



あと施工アンカーの引抜き試験

塩害による損傷橋梁のモニタリング(辺野喜橋)

■ 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)

モニタリング状況(辺野喜橋)



崩壊起点

崩壊直前映像

7月15日
17時37分
倒壊



倒壊後映像

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

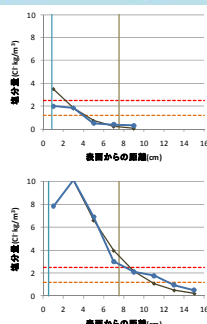
《課題》

- (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)

沖縄県離島架橋100年耐久性検証プロジェクト

既設橋

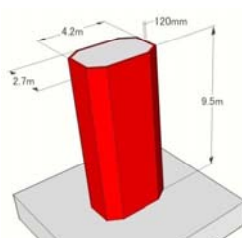
既往の多数の実橋梁に関する実態データの集積と分析



既設橋脚の塩分濃度を高さ方向に調査

新設橋(伊良部大橋)

コンクリート中への塩分浸透状況や鋼材の腐食状況を長期計測(建設時に、測定装置を設置)



将来のサンプリング用にかぶりを厚くした橋脚



現地暴露用供試体(181体)
実際の下部工に使ったコンクリートと同じ材料・同じ配合

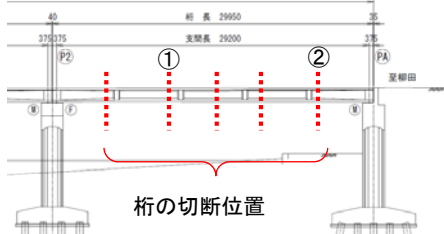
塩害橋の予防診断手法の高度化

撤去橋梁を活用した調査事例

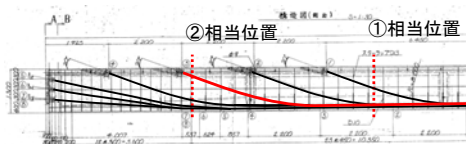
- PC橋梁撤去時にシース内のグラウト充填状況を調査



手前の主桁2本が撤去対象



桁の切断位置



②相当位置 ①相当位置

〔①断面の調査結果〕



下フランジのグラウトは良好

〔②断面の調査結果〕



床版付近の曲げ上げ部でグラウト未充填部を確認

実橋を用いた非破壊検査技術の適用性確認調査

撤去橋梁での調査:開発者



- ・各種非破壊検査技術による調査
- ・民間へ、実橋での調査機会提供

非破壊検査による調査項目例

- ・コンクリート部材中の鋼材の配置、腐食状況
- ・鋼部材の残存鋼材料

適用性 確認

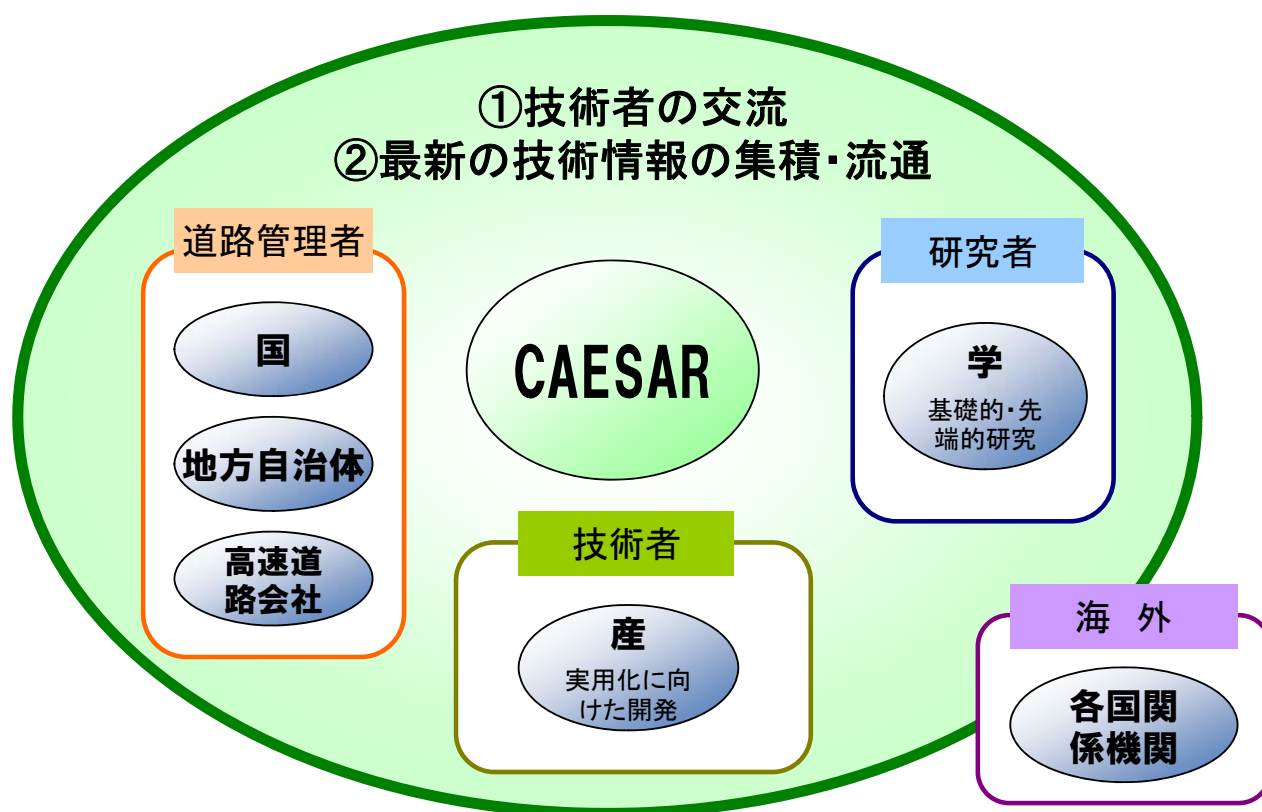
解剖調査:CAESAR



鋼材の配置、腐食状況



CAESARの活動－3 情報交流の場



CAESARからの情報発信

《 CAESAR講演会》

第1回;2008年8月6日 (設立記念講演会)

第2回;2009年8月26日

第3回;2010年8月24日

⇒橋梁の維持管理を取り巻く国内外の最新の状況・取り組みや、CAESARの活動内容・成果等について紹介



CAESARへの期待(アンケートより)

- 引き続き、講演会を始め情報提供を期待する。
- リーダーシップを持った研究への取組を期待する。
- 劣化メカニズムなど科学的な現象解明、劣化予測手法、健全性評価手法の開発に期待する。
- 維持管理分野の体系的な整理やロードマップの提示を期待する。
- 建設業界も維持管理の関わりに苦慮しており、ビジョンの提示に期待する。

→講演資料はCAESARウェブ上に掲載 (<http://www.pwri.go.jp/caesar/index-j.html>)

他機関と連携した技術研究と情報発信

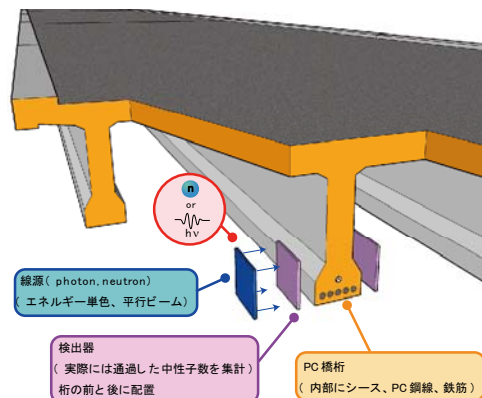
《 理化学研究所/土木研究所 合同シンポジウム》

中性子による橋の透視への挑戦

—大型構造物の予防保全に向けた革新的な検査・評価技術—
と題して 2010年6月30日 に開催

⇒橋梁をはじめとした大型構造物の内部状況を非破壊で検査・評価する技術として開発が期待される、小型中性子イメージングシステム等新しい手法に関する取り組みを紹介。

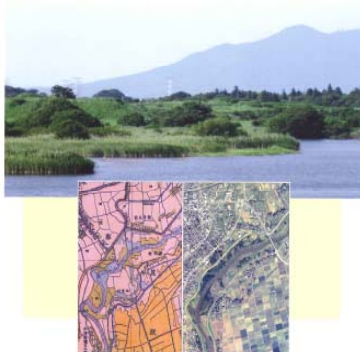
橋梁の構造・維持管理等に関する知見を有する土研CAESARと、中性子に関する知見を有する理化学研究所の連携による取り組みを実施。



→講演資料はCAESARウェブ上に掲載 (<http://www.pwri.go.jp/caesar/index-j.html>)

土木技術資料を通じた損傷情報の発信

土木技術資料 CIVIL ENGINEERING JOURNAL



現場に学ぶメンテナンス 鋼トラス橋のコンクリート埋込み部材の腐食へ

1. はじめに

鋼部材をコンクリートや地中に埋込んだ境界部や直下の埋設部では、潮水などによる劣化的腐食環境によって断面欠損を生じるような激しい腐食を生じることが用材や構造など知られている。橋本体でも鋼トラス橋やアーチ橋の鋼材等の鋼部材が床版等のコンクリートに埋込まれた場合、埋込み境界部での潮水やコンクリート内部への雨水等の浸入により著しい局部腐食が進行することがある。最近では平成19年6月に国道23号水巻川大橋、平成19年8月には国道7号本庄大橋といずれも大規模な鋼トラスで突然の鋼材破断事故を生じた。幸い落橋には至らなかったものの、同種事故を防止するため国土交通省では全国の管理官へ注意喚起を行った。また、国土技術政策総合研究所と土木研究所は報告のあった同種事例に対して技術支援を進捗して行ってきた。本文は、これらの経験をもとめたコンクリート埋込み部材腐食への対応の事例について紹介する。

2. 富山県砺波大橋の補修事例

2.1 概要



図1 概要



図2 劣化部材の損傷状況を調査するための調査結果を示す。図3 調査・施工フロー

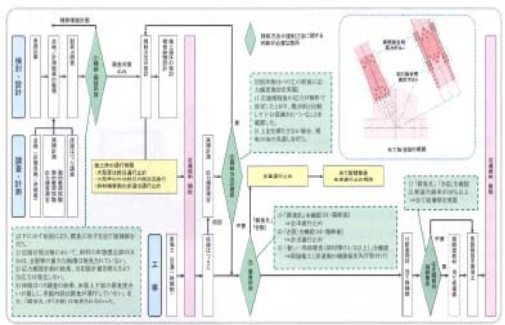


図3 調査・施工フロー

【現場に学ぶメンテナンス】

- 鋼トラス橋のコンクリート埋込み部材の腐食 (H21.8)
- 鋼部材の疲労亀裂(その1)主桁 (H21.10)
- " (その2)鋼製橋脚 (H21.12)
- 吊材破断時の安全対策—PCアーチ橋の事例— (H22.7)

全である保証がなかった。その後の調査や補修

研究大橋の鋼材補修工事は平成20年6月より開始され、無事故で同年12月にはほぼ終了した。

3. おわりに

水巻川大橋や本庄大橋のように既設橋梁で鋼材などの主部材が破断すると、落橋に至らなくても応力の再配分により構造系は破断前と異なる応力状態となる。それらの影響も適切に評価して対策を進めなければ不測の事故を招くことになるため、適切な検討が必要である。また、アーチ橋やララス橋では、埋込み部材の腐食以外に、垂直上下端部や橋脚部の腐食、風や自動車荷重に起因する疲労破断が報告されている。特に、本稿の事例における引張部材のように橋梁の安全性に重大な影響を与える可能性が高い部材に対しては、点検時から留意し、健全性の判定や補修補強の検討にあたって橋の使用条件や部材特性、損傷形態、補修方法、工事等に伴う状態変化等の広範な条件に対して十分な検討を行い、重に対処することが重大な事故を防ぐためには重要である。

国土交通省土木技術政策総合研究所研究開発部 建設部土木技術政策研究センター 橋梁部 橋梁技術開発グループ 橋梁部 橋梁技術開発グループ 橋梁部 橋梁技術開発グループ 橋梁部 橋梁技術開発グループ

維持管理関係マニュアル類

わが国の既設橋梁の維持管理における、点検・調査等に関するマニュアル類については、これまで個別に提示されてきました。その結果、全容が見えにくく、維持管理において参考とすべきマニュアル類が分りづらくなっていました。そこで、今回、これらのマニュアル類を、今後、既設橋梁の維持管理を実施するに当たり、有効活用して頂けるよう、以下のとおり、整理・分類しました。

これらのマニュアル類につきましては、土木研究所 構造物メンテナンス研究センター（CAESAR）のホームページより入手することが出来ます。



橋梁の維持管理関係マニュアル類の例



国際的な情報収集・連携

○日本の技術を発信するとともに、海外の機関との情報交換を行う、わが国のポータルサイトとして活動

《最近の活動例》

- ・2009年1月 国際橋梁管理者会議(英国)
- ・2009年5月 天然資源の開発利用に関する日米会議
耐風・耐震構造専門部会(つくば)
- ・2009年10月 第25回日米橋梁ワークショップ(つくば)
- ・2010年3月 Forum for Bridge Engineering(台湾)



35

海外調査・国際協力活動

《活動例》

チリ地震(2010年2月27日, マグニチュード8.8)に関する調査・支援

- ・土木学会調査団の一員として、被害橋梁の調査を実施(2010. 3.28~4.5)
- ・日本の耐震設計基準を紹介、チリの基準に反映



36