

メンテナンスに関する 技術的な課題と取り組み

第4回CAESAR講演会

2011. 8. 24

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長 桑原徹郎



予防保全実現の方策とCAESARの設立

道路橋の予防保全に向けた有識者会議提言，平成20年5月

《 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

地域拠点

支援
情報
研修

損傷・補修等
情報・相談

ブロック拠点

支援
情報
研修

損傷・補修等
情報・相談

全国拠点



CAESARの活動

1. 現場の支援

課題のある橋梁の診断・処方
蓄積された知見を提供
現場技術者への技術移転

CAESAR

構造物保全技術の中核的研究拠点

2. 研究開発

臨床研究に基づき
現場で活用できる技術を開発

3. 情報交流の場

最先端の技術情報が集まり
交流・発信できる場を設定

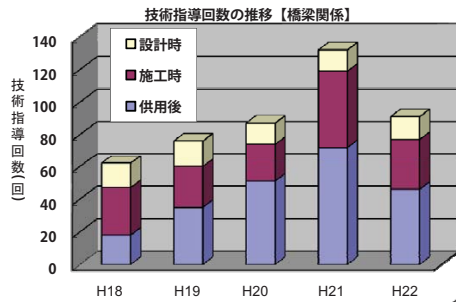


1. 現場の支援

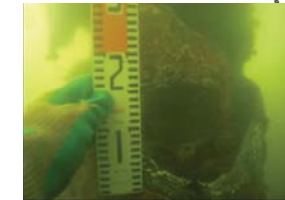
- ・課題のある橋梁の診断・処方
- ・蓄積された知見の提供
- ・現場技術者への技術移転



CAESARに寄せられた技術相談



供用中の橋に関する
相談依頼



バイルベントの腐食・断面欠損



鋼床版で発見された亀裂



ASRIによる損傷



地震による落橋



コンクリート橋におけるPC鋼線の破断

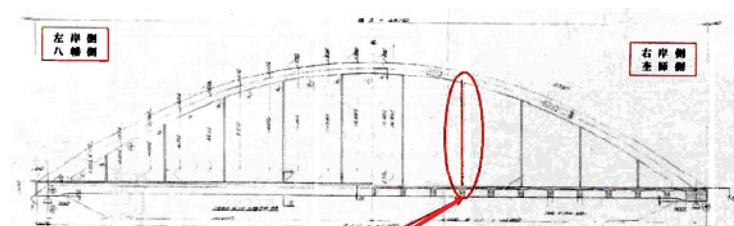


技術相談事例：アーチ橋吊り材の破断

市管理橋梁

橋梁形式：下路式PCローゼ橋
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

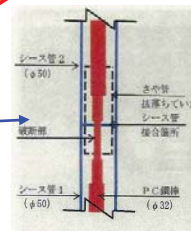
- ・異種金属接触腐食によるPC鋼棒の破断
- ・全吊材PC鋼棒をPCケーブルに交換

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：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

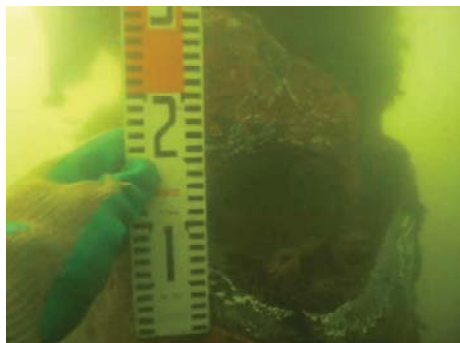
- ・汽水域における水中部の腐食
- ・コンクリート巻立てによる応急措置

情報提供

全国の橋梁管理者

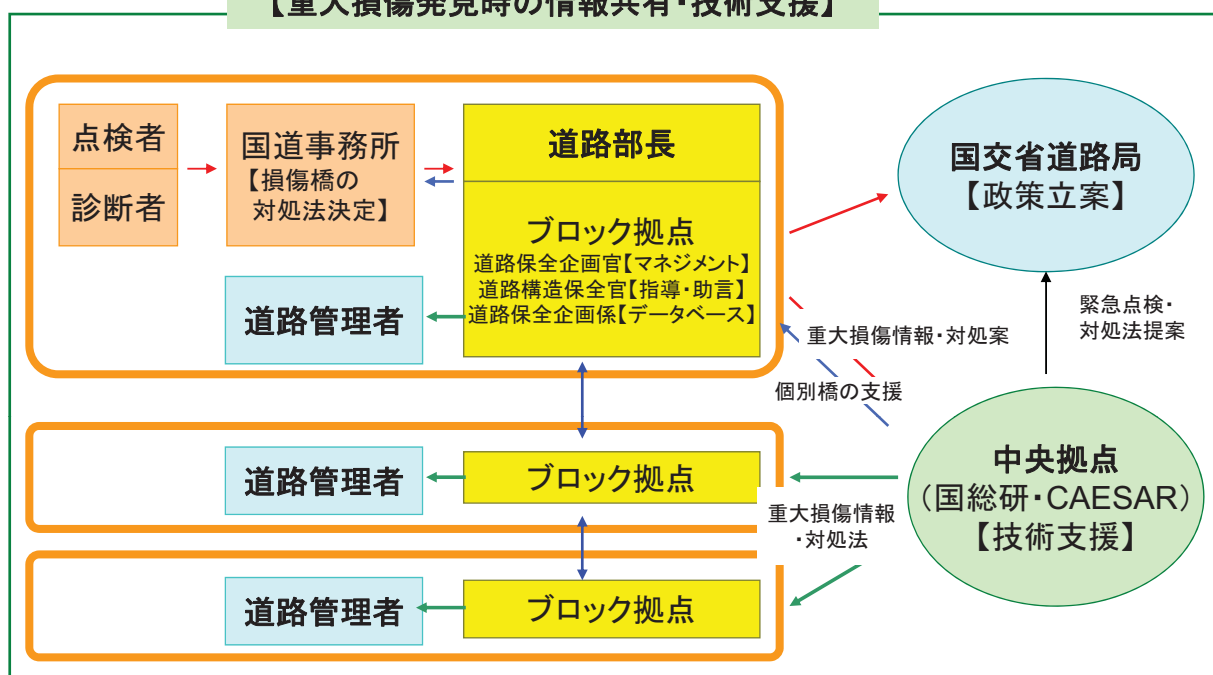
緊急点検

- ・鋼製パイルベント橋脚の水中部における断面欠損



橋梁における重大損傷情報の共有

【重大損傷発見時の情報共有・技術支援】



災害時の支援: 東日本大震災

CAESAR技術者が、被災した道路橋の調査を実施し、道路管理者へ技術的助言。

調査エリア



○調査対象橋梁(これまでに170橋)

- ・地震動の影響により被災した道路橋
- ・津波の影響を受けた道路橋
- ・液状化が生じた地盤周辺の道路橋

○調査体制

- ・国総研、土研CAESARで連携して実施



CAESAR

損傷事例の蓄積

蓄積した損傷事例を基に、**知見の周知**、**基準類の策定・改訂**、**研究開発**への反映等を実施

知見の周知

【橋梁担当者会議】

- ・鋼床版のき裂に関する留意点
- ・PC鋼材の腐食に関する留意点
- ・耐震設計基準の解釈に関する留意点など

【雑誌】

- ・土木技術資料；現場に学ぶメンテナンスシリーズ（計7編）



基準類の策定・改訂

【道路橋示方書改訂案】

- ・ケーソン基礎の先行掘削に関する留意事項
- ・側方流動の判定式に入れる盛土高の考え方についての留意点 等

【鋼道橋設計便覧改訂案】

- ・トラス橋斜材の床版への埋込部に対する配慮

研究開発

【プロジェクト研究】落橋等の重大事故を防止するための調査・診断技術に関する研究

【プロジェクト研究】道路橋桁端部における腐食対策に関する研究

【プロジェクト研究】耐久性制御による道路橋の設計技術に関する研究

【基盤研究】ひび割れ損傷の生じたコンクリート部材の性能に関する研究など

CAESAR

地方における技術者の育成

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



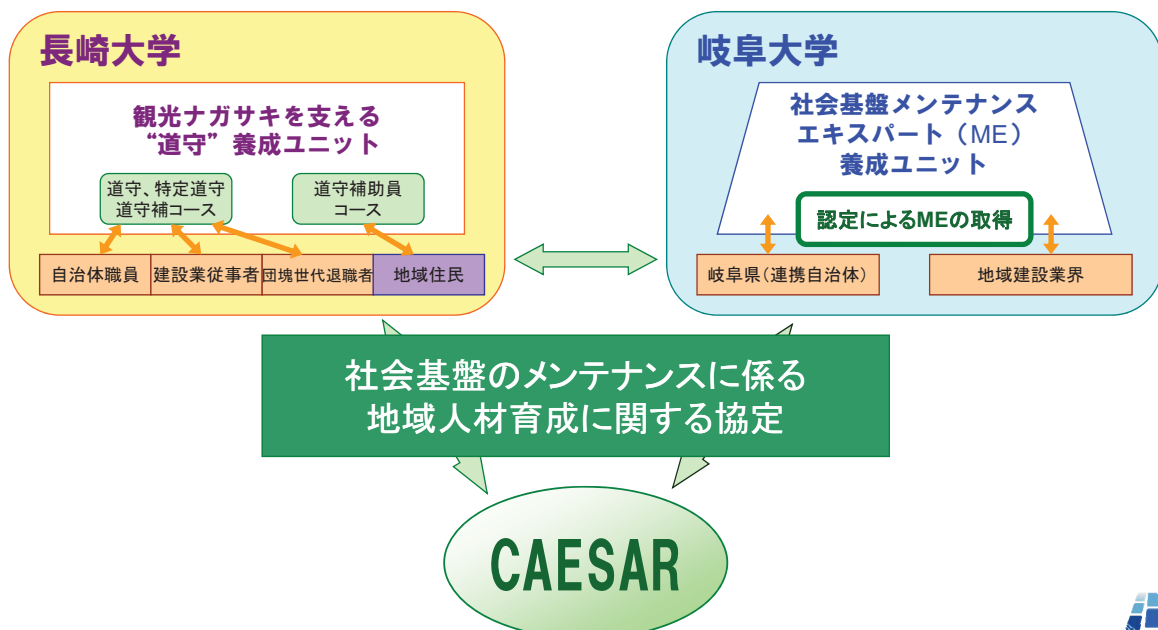
⇒ 全国10以上の高専で同様の取り組みを展開予定

〔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 等〕



地方における技術者の育成

岐阜大・長崎大との連携による地方の技術者育成



2. 研究開発

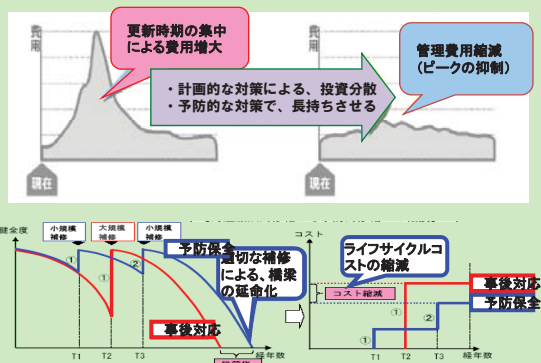
- 臨床研究に基づき、現場で活用できる技術を開発



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、適切な補修を行う。



- 劣化状況を把握
- 劣化の進行を予測
- LCCを最小にするための補修の実施時期の選定法

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。



損傷状態を評価し、交通規制等、適切な対応を行う。

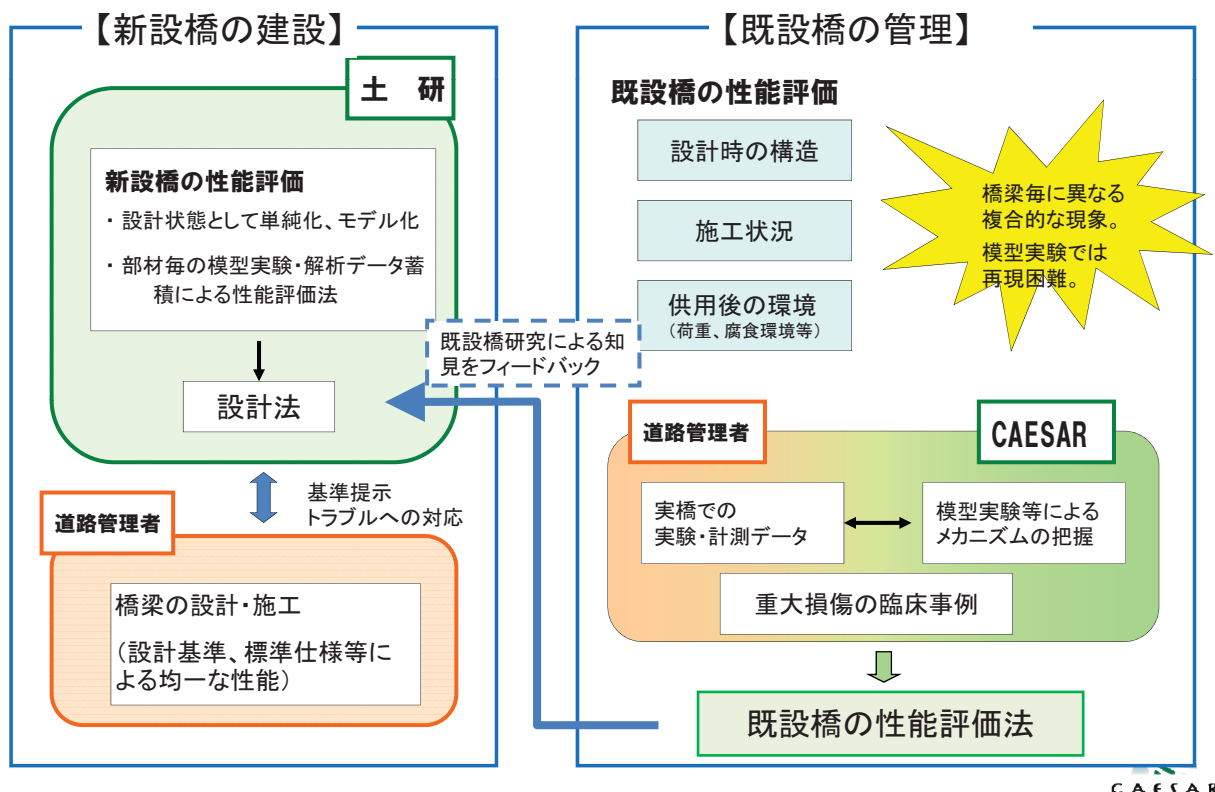
- 致命的な損傷の事前検知
- 耐荷力評価に必要な情報を調査
- 通行規制等判断のための耐荷力評価
- 構造物の性能回復法
- モニタリング

他

利用者の安全
(落橋させない)

CAESARにおける研究の方向性 ～臨床研究～

既設橋の管理技術の開発には、臨床研究が不可欠



臨床研究：損傷部位の耐荷力評価

- ・腐食劣化の著しい鋼トラス橋を対象に、橋全体系の挙動を確認するため、撤去前に、荷重車による載荷試験を行い、構造解析によるモデル化の方法について検討
- ・撤去後の腐食部材を対象に腐食状況の調査や、数値解析や載荷試験により残存耐荷力の評価方法について検討



検討対象の鋼トラス橋



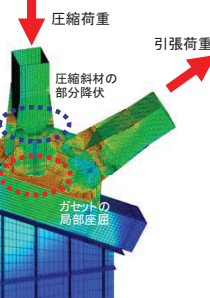
荷重車載荷試験



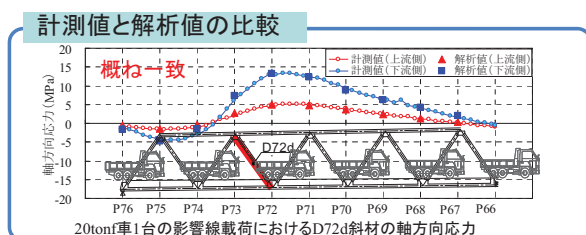
トラス格点部の腐食状況



載荷用治具に固定した供試体



実験予定のトラス格点部供試体とFEM解析結果



⇒解析により橋全体系の挙動を概ね把握できることを確認

レーザー変位計による腐食量計測

⇒今後、実部材を用いた載荷試験を実施予定

臨床研究：損傷部位の耐荷力評価

- 漏水により劣化が著しい、鋼板接着されたRC桁の載荷試験を実施
⇒劣化状況とその原因について調査を継続中

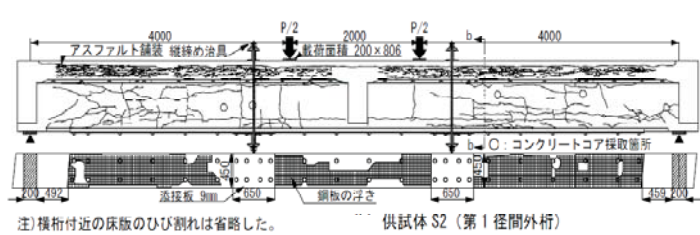


供試体 S2

対象部材の撤去前の状況
床版の補強鋼板端部からの漏水が著しく、RC主桁に無数のひび割れあり。

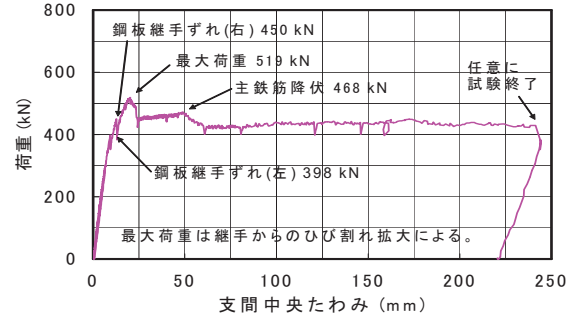


載荷試験後の破壊状況 (全景, 最大荷重53トン)



主桁の劣化によるひび割れ

荷重—たわみ



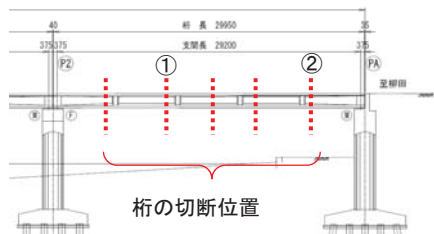
⇒添接板の破壊により、鋼板接着の補強効果が発揮されない。

臨床研究：ポステンPC橋のグラウト充填調査

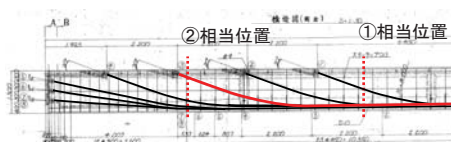
- PC橋梁撤去時に、シース内のグラウト充填状況を調査(4橋)
⇒今後、調査結果を年代別等に区分して実態を分析



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〕



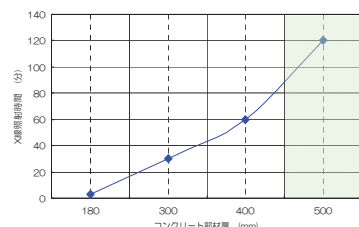
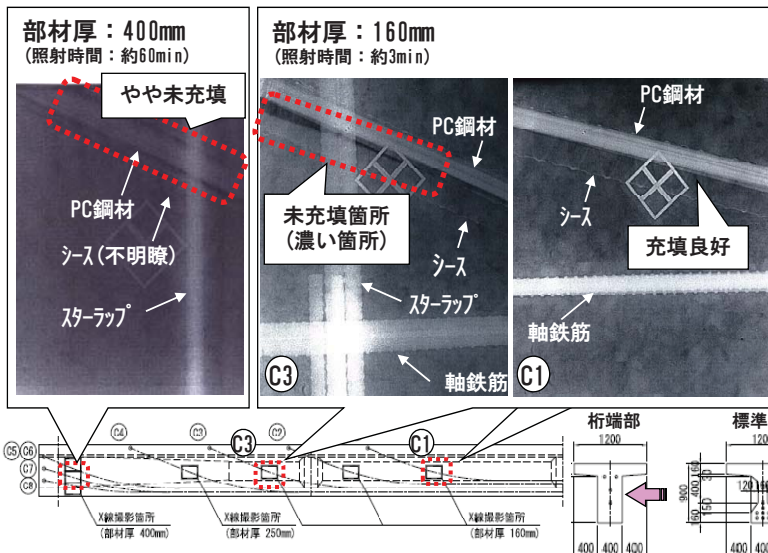
床版付近の曲げ上げ部でグラウト未充填部を確認

X線透過法によるPC桁のグラウト充填度調査

- PC桁の載荷試験に先立ち、X線透過法によりグラウト充填状況を調査



検討対象のPC橋
(手前の歩道部)



部材厚と照射時間の関係



X線発生装置(300kV)

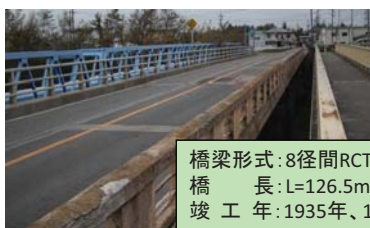


イメージングプレート

CAESAR

臨床研究：非破壊検査技術の適用性確認

- 鋼板接着により補修したRC床版が抜け落ち
⇒撤去に際し、各種非破壊検査法により調査し、解体調査で確認



橋梁形式：8径間RCT桁橋+2径間PC床版橋
橋 長：L=126.5m
竣 工 年：1935年、1985年拡幅



床版の抜け落ち



接着鋼板のため
床版の劣化状況の把握困難

撤去橋梁での各種非破壊調査



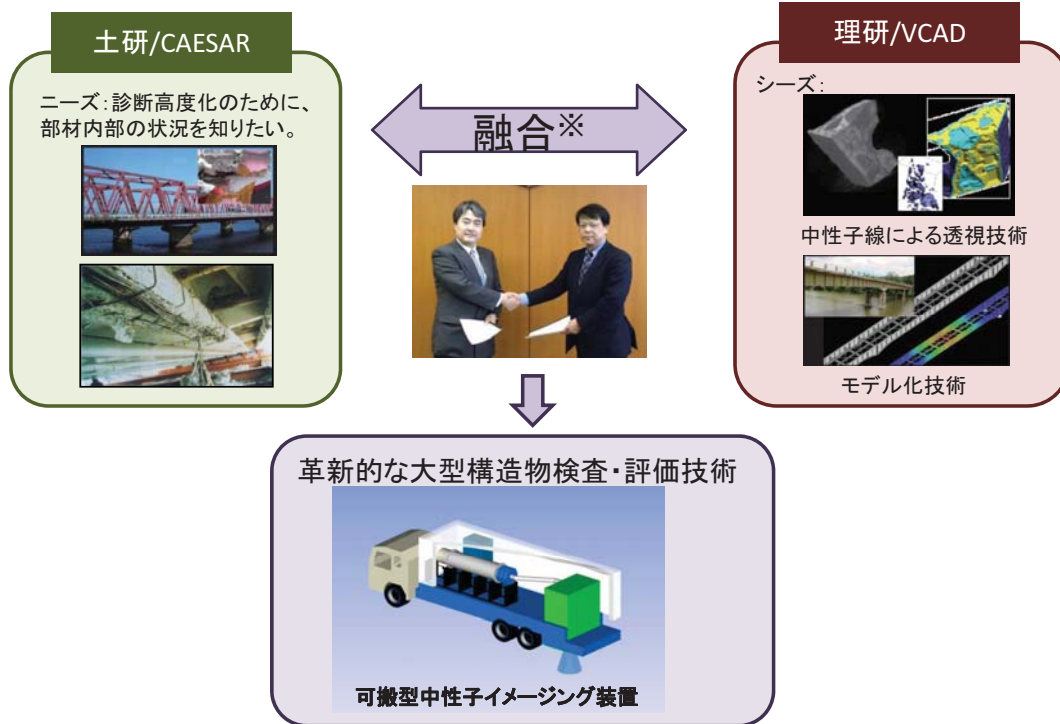
適用性
確認

解体調査：CAESAR

床版切出し → 解体調査



他分野と連携した研究開発 ～中性子線による橋梁透かし撮り～

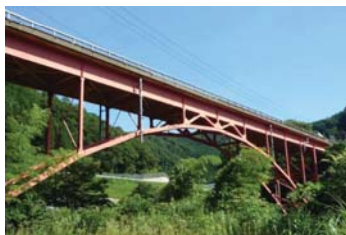


※連携協定：小型中性子イメージングシステムの研究に関する連携協力協定



臨床研究：橋梁応答の計測

・撤去予定の鋼アーチ橋において、起振機および荷重車を用いて現地载荷試験を行い、既設橋の振動特性や活荷重応答を把握



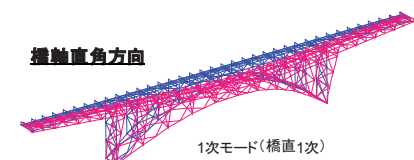
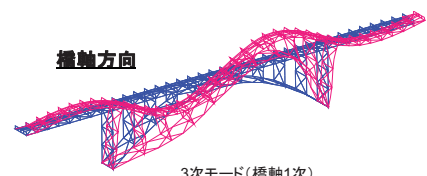
調査対象の鋼アーチ橋



起振機による振動試験



大型車を使った段差加振



橋軸および橋軸直角方向の振動モード図
（試験前に実施した事前解析より）

※現地载荷試験は近畿地方整備局の協力を得て実施

⇒構造解析手法高度化のための基礎データを得ることで、既設橋の耐震性能や耐荷性能の評価において、より合理的な評価ができる可能性



3. 情報交流

- ・最先端の技術情報が集まり、
交流・発信できる場を設定



CAESAR講演会

**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
設立記念講演会**

日 時：平成20年 8月
13:00~17:00

会 場：発明会館ホール

参加費：無料

定 員：250名

第2回 CAESAR講演会

日 時：平成21年8月26日(水)
13:30~17:30(受付開始 13:00)

会 場：発明会館ホール
東京港区虎ノ門2-9-14

参加費：無料

定 員：250名

PROGRAM

13:00 主催者挨拶
坂本 忠彦(独)土木研究所
13:10 基調講演 構造物のメン
テナンス 高橋 浩氏(独)関西電力株式会
14:00 講演 German Appro
Current Stat
(Dr. Peter Hecker) (ドイツ連邦
14:50 休憩
15:05 講演 「道路橋の予防保
修」 田嶋 忠行氏(独)日本高速
道路橋の予防保
15:55 講演 鉄道構造物の建
設 石橋 忠良氏(独)土木研究
16:45 講演 構造物メンテナ
ンス研 大石 龍太郎氏(独)土木研究
17:00 終了

主催：独立行政

第4回 CAESAR講演会

「直面する危機への対応」

これからの日本のために。

2011.8.24 WED
13:00~17:00

一橋記念講堂
千代田区一橋2-4-2 学術総合センター2F 定員500名様

PROGRAM

13:00~13:05 主催者挨拶
土木研究所理事長 高木 健人
13:05~14:10 基調講演 「インフラの維持・更新の最前
線」 大石 龍太郎氏(独)土木研究
14:10~15:10 講演 橋のメンテナ
ンス 橋本 大蔵氏(独)土木研究
15:10~15:45 講演 橋のメンテナ
ンス 橋本 大蔵氏(独)土木研究
15:45~16:15 講演 橋のメンテナ
ンス 橋本 大蔵氏(独)土木研究
16:15~16:45 講演 橋のメンテナ
ンス 橋本 大蔵氏(独)土木研究
16:45~17:00 講演 橋のメンテナ
ンス 橋本 大蔵氏(独)土木研究

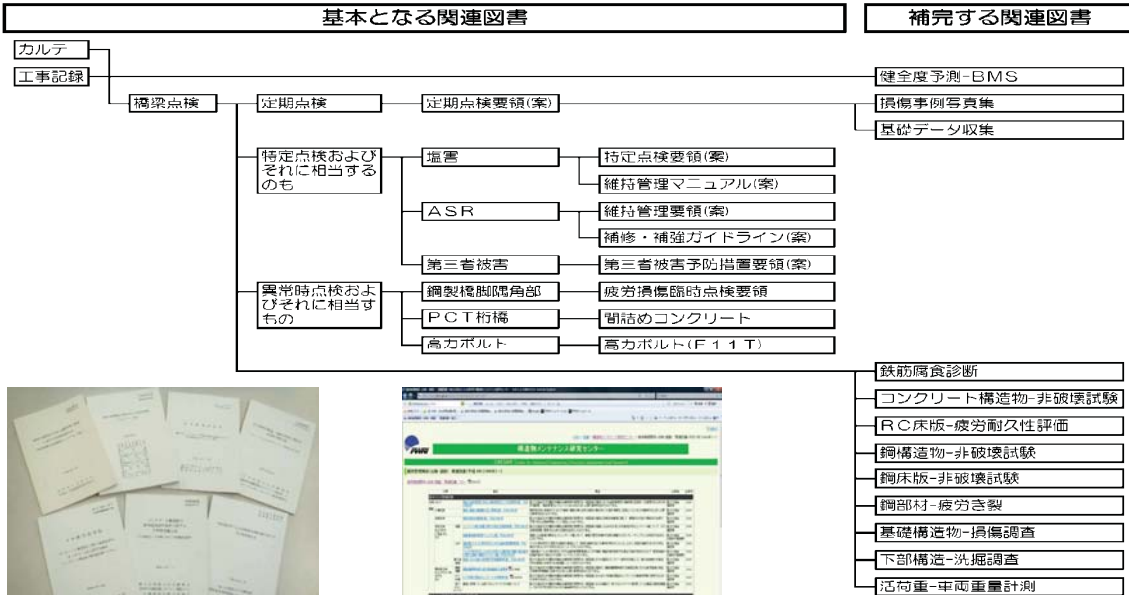
主催：独立行政法人土木研究所 構造物メンテナンス研究センター(CAESAR)



維持管理関係マニュアル類

- 橋梁の維持管理において参考とすべきマニュアル類を整理・分類
⇒CAESARのホームページで公開

維持管理関係（点検・調査） 関連図書 平成 8 年（1996 年）～



維持管理関係マニュアル類



CAESARのホームページで公開



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



海外機関との協力による調査

《活動例》

東北地方太平洋沖地震(2011年3月11日, マグニチュード9.0)に関する調査

- ・連邦道路庁(FHWA)を中心とした米国の技術者と合同で東北及び関東地方の被害橋梁調査を実施(2011.6.3~6.6)



CAESAR ～情報交流の場としての機能～

CAESAR メンテナンス技術交流会

構造物メンテナンスに関する
各種技術開発を促進させるために、
交流会を設立。

施設管理者

国

地方自治体

高速道路
会社

技術者

産

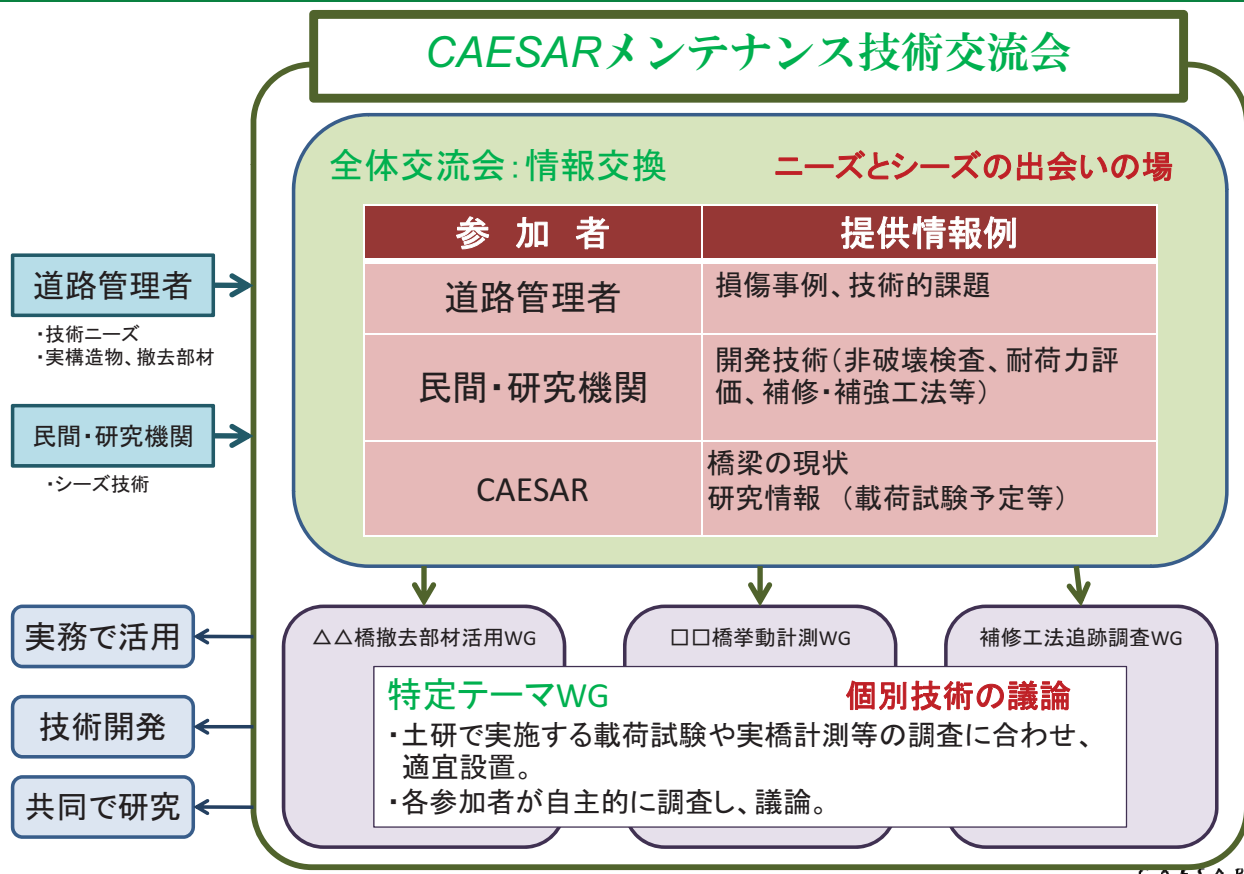
研究者

学

CAESAR



CAESAR ～情報交流の場としての機能～



CAESARは
構造物保全技術の中核的研究拠点を
目指します。