

報告：CAESARメンテナンス技術 交流会活動

平成24年8月30日
第5回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
上席研究員 木村嘉富

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

研究者

技術者

学

国

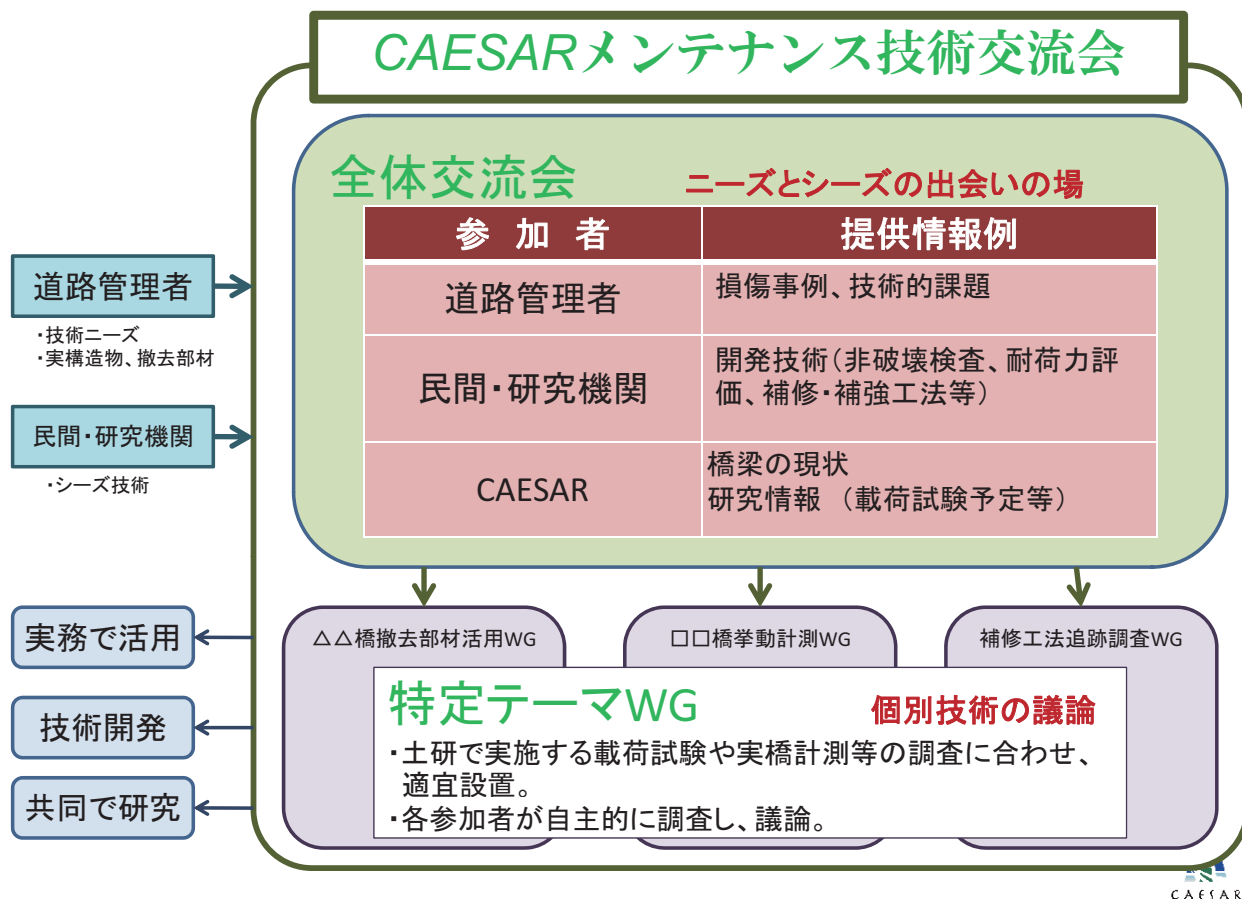
地方自治体

高速道路
会社

産

CAESAR

平成23年8月24日、道路管理者、大学、設計コンサルタント、建設会社、非破壊検査・計測機器関係会社等、幅広い分野から165名の参加を得て、CAESARメンテナンス技術交流会設立



第1回全体交流会

日 時:平成23年9月14日(水)

場 所:土木研究所

参加者:90名

議 事:

1. 道路管理者からのニーズ紹介

管理者:国交省関東地整、東京都、NEXCO東日本、首都高
各機関の管理橋梁の概要、損傷事例、技術ニーズ等

2. 技術交流会の進め方について

必要な技術:設計施工時データの活用、健全性診断・損傷発見のための非破壊検査技術、
補修後の劣化予測技術等

今後の活動:損傷橋梁の見学、非破壊検査技術の紹介←撤去橋梁部材を提供



全体交流会



撤去部材を用いた载荷試験結果を見学

技術フィールドの提供

会員が保有する各種技術の適用性検証の機会として、CAESARが実施する撤去部材の載荷試験、供用中の橋梁での計測機会を、技術フィールドとして提供。実施状況を、会員へ公開。

Field-1 塩害撤去PC桁の載荷試験

Field-2 軸方向ひび割れの生じたPC橋の調査

Field-3 津波により甚大な損傷を受けた橋梁の調査

Field-4 グラウト未充填が想定されるPC桁の調査



Field-1 塩害撤去PC桁の載荷試験

橋梁概要

橋梁名	相見川（あいみがわ）海浜自転車道橋
路線名	能登海浜自転車道（管理：石川県）
架橋位置	石川県羽咋市
橋長	44.0m（支間長 19.2m+23.24m）
橋梁形式	単純PCポステンT桁橋×2連
竣工年	昭和47年（1972年）38年経過



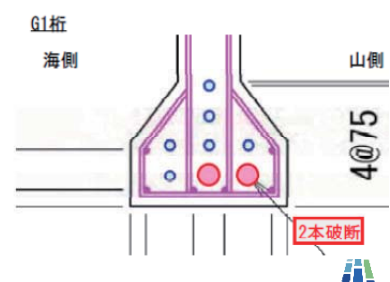
撤去前の損傷状況



塩害による鉄筋腐食により剥落



H21の調査で、PC鋼材の素線破断（8本のうち2本）



Field-1 塩害撤去PC桁の載荷試験

日 時:平成23年10月18日(火)、25日(火)、31日(月)

場 所:土木研究所構造物実験施設(30MN)

参加者:約50名(3日間合計)

1. 載荷試験見学会

塩害により鋼材腐食等の劣化が生じたPC橋の撤去桁を用いて、載荷試験(プレストレス量の評価検討を目的とした支間中央の曲げ載荷試験、損傷程度の異なる各桁端部の耐力力の確認を目的としたせん断載荷試験)を実施。各々の載荷試験で見学会。

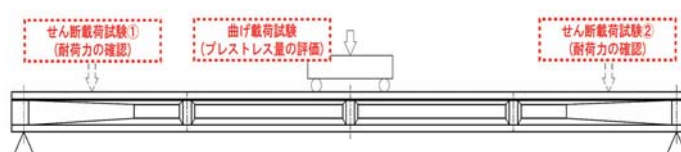
2. 非破壊検査技術・計測技術の検証の場

全視野ひずみ計測【長崎大・佐賀大】

振動計測【日本航空電子工業(株)】

レーザーを用いた変位計測【(株)ソーキ】

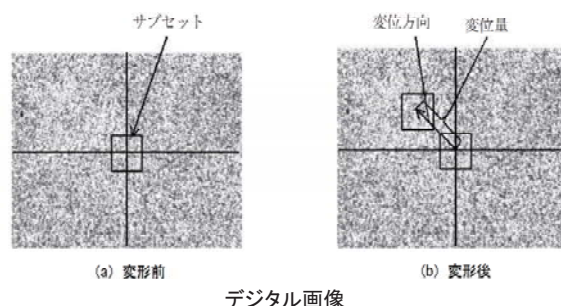
ひび割れ検知センサ【(株)東京測器研究所】



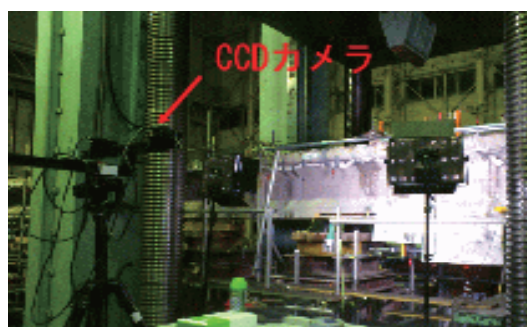
全視野ひずみ計測 【長崎大、佐賀大】

計測原理

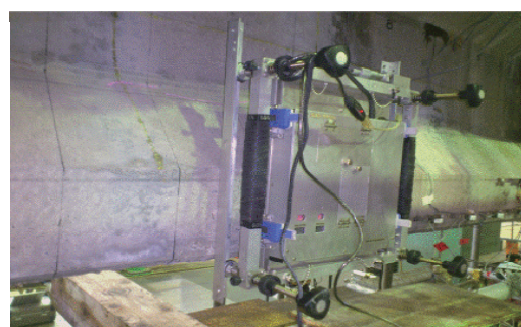
- ・計測対象物表面模様のランダム性を基にして、得られたデジタル画像の輝度値分布から、計測対象物表面の変位量と方向を分析
- ・変形後の2点間の長さの変化を求め、計測点のひずみとする解析手法



計測状況



カメラ型全視野ひずみ計測【長崎大】

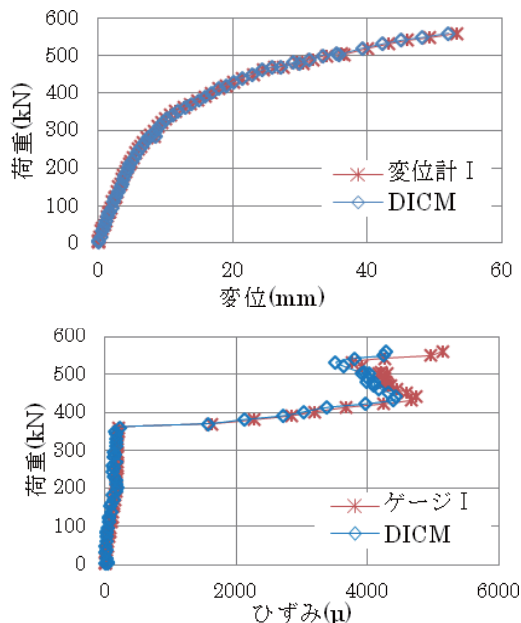


スキャナ型全視野ひずみ計測【佐賀大】

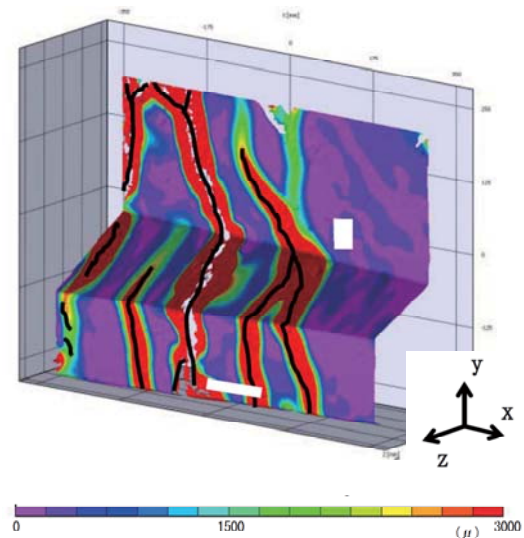


■全視野ひずみ計測結果（せん断载荷試験②）

- ・接触式変位計およびひずみゲージと概ね一致
- ・ひずみゲージではある点でしか計測できないひずみを面的に捉えることが可能



接触式変位計およびひずみゲージとの比較



ひずみ分布(载荷荷重: 520kN)
※黒線: 目視確認されたひび割れ



レーザーを用いた変位計測 【(株)ソーキ】

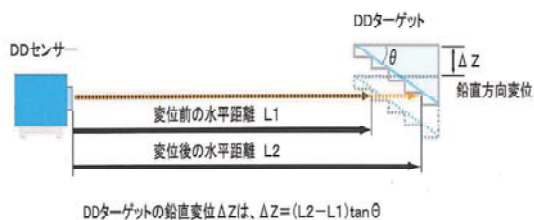
■計測状況

- ・供試体に設置したターゲットに、遠方からレーザーを照射し、変位を計測

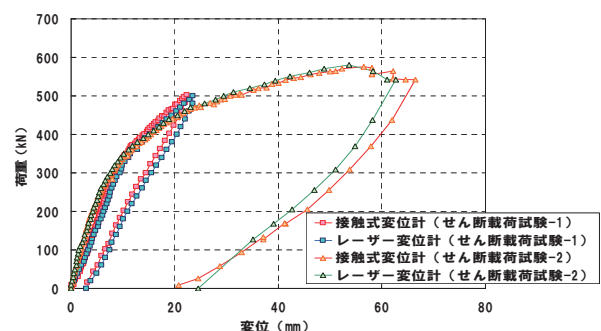


■計測原理

- ・センサーとターゲットまでの水平距離を測定し、鉛直方向変位を算出



■変位計測結果



ひび割れ検知センサ 【(株)東京測器研究所】

■概要

- ・コンクリート構造物表面に設置し、ひび割れを検知

■計測原理

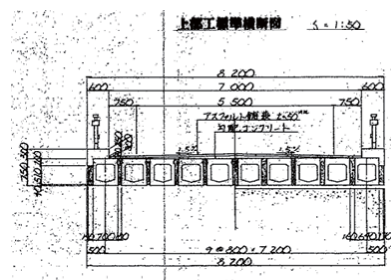
- ・ひび割れが発生した際に検出部の光ファイバーが断線し、光源の光が漏れて発光
- ・検知ひび割れ幅:0.1mm以上



Field-2 軸方向ひび割れの生じたPC橋調査

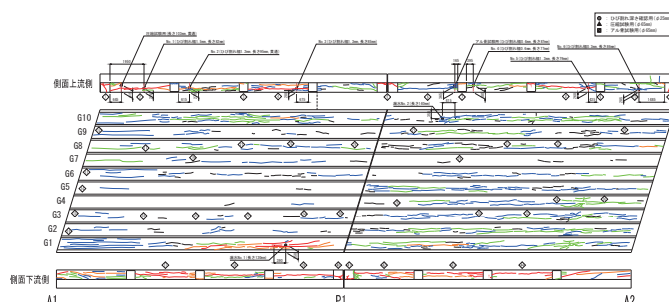
■橋梁概要

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PC7'レン中空床版橋（2連）
竣工年	1983年（昭和58年）11月 供用29年



※H22年までの調査まで補修点検履歴はなし(8t規制)

■橋梁の状況



Field-2 軸方向ひび割れの生じたPC橋調査

日 時:平成24年1月12日(木)、13日(金)

場 所:茨城県常総市

1. 橋梁調査

主桁全面に橋軸方向のひび割れが確認された単純プレテンPC床版橋において、ひび割れ調査、荷重車を用いた載荷試験を実施。

2. 非破壊検査技術・計測技術の検証の場

ひび割れ計測:衝撃弾性波法【ITECS技術協会】、広帯域超音波法【(株)H&B】

磁気法による鉄筋破断【(株)四国総研】

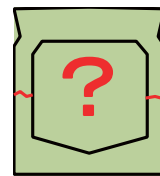
振動計測【日本航空電子工業(株)】

全視野ひずみ計測【長崎大】

デジタルカメラによるたわみ計測【佐賀大学】

サーモグラフィによる中空部滞水調査【日本赤外線サーモグラフィ協会】

* 調査について、2月11日の橋梁新聞に掲載

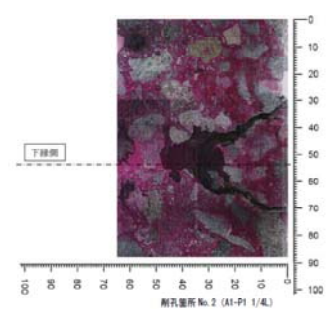
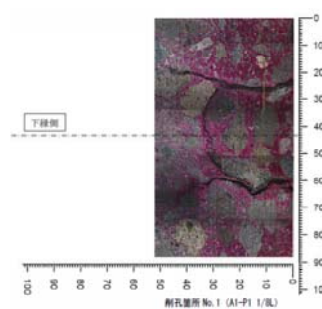


ひび割れ調査

■ コア削孔調査結果



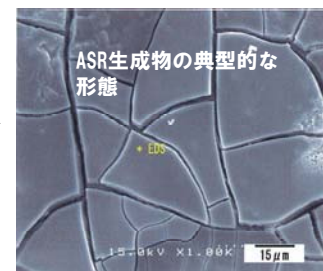
■ 棒状スキャナ撮影結果



■ SEMによるASR調査



コア観察

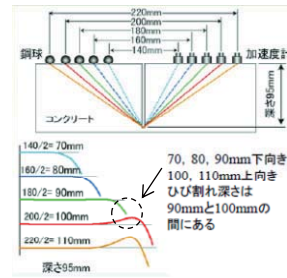
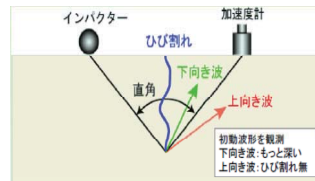


二次電子像

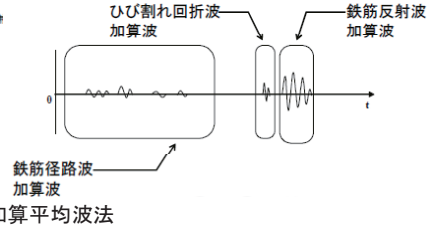
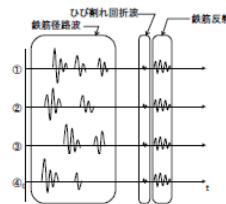
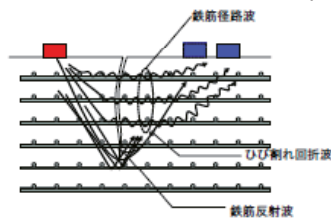


ひび割れ深さ検出【iTECS技術協会、(株)H&B】

iTECS（衝撃弾性波法）【iTECS技術協会】



UCM2000(広帯域超音波法)【(株)H&B】



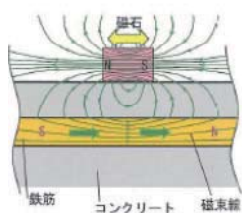
調査結果（ひび割れ深さ 単位mm）

	No.1	No.2	No.3	No.4	No.5	No.6
iTECS法	30	30	30	40	50	50
広帯域超音波法	47	38	56	42	62	60
コア削孔	52	43↑	49↑	58	47↑	52

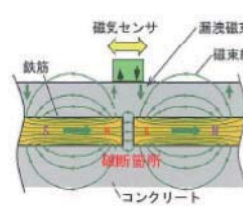


磁気法による鋼材破断調査【(株)四国総研】

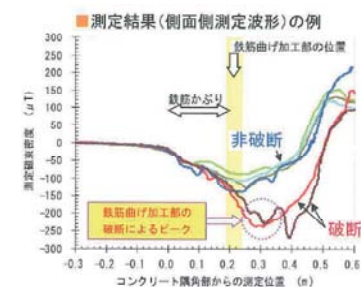
検出原理



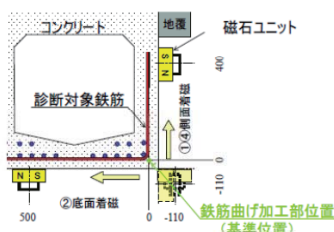
1.磁石で鉄筋を着磁



2.センサーで磁束密度測定

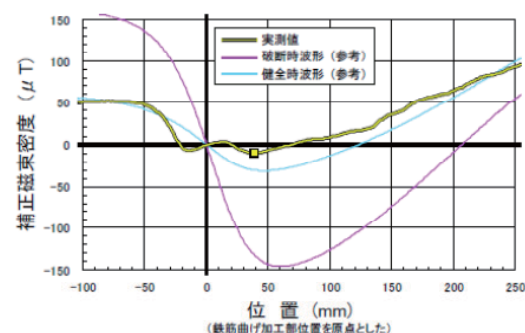


調査方法



調査結果

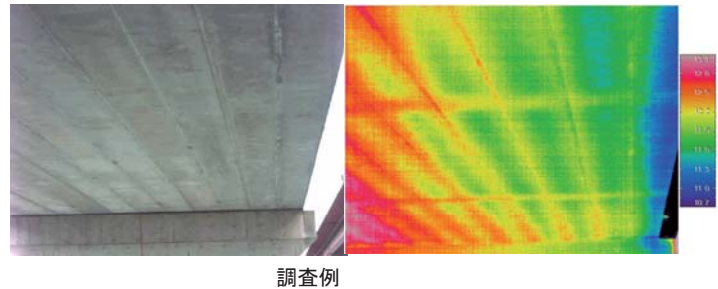
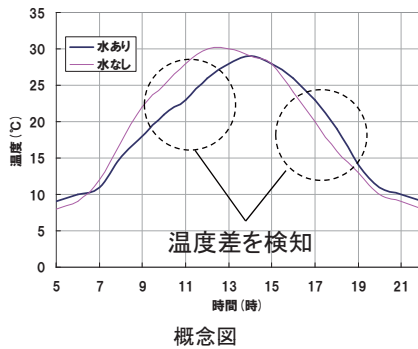
- ・調査位置での鉄筋破断は認められない。



サーモグラフィ法による中空部滞水調査

【日本赤外線サーモグラフィ協会】

■調査方法



■調査状況・結果

・滞水が懸念される検査結果は認められない。

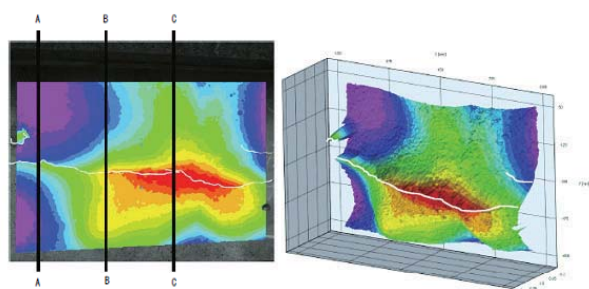


・ボイドまで貫通させたコアからは、滞水は確認できず(発泡スチロール入り)。



デジタルカメラによる計測

■全視野ひずみ計測（長崎大学）



桁表面のふくらみ

■たわみ計測（佐賀大学）

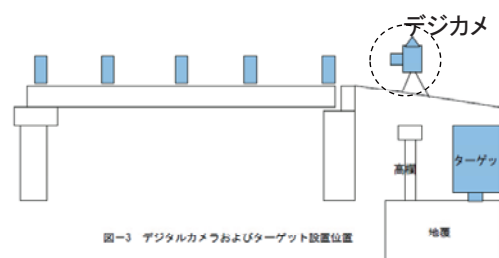


図-3 デジタルカメラおよびターゲット設置位置

計測装置設置



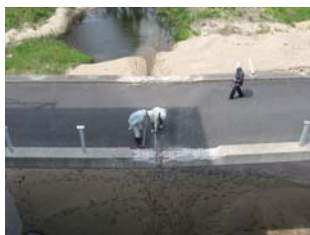
Field-3 津波により甚大な損傷を受けた PC橋の調査

■ 橋梁概要

橋梁名	普代水門管理橋
路線名	—
架橋位置	岩手県下閉伊郡普代村
橋長	100.05m（支間：22.0m×4）
橋梁形式	単純PCポストテンションT桁橋×4連
竣工年	普代水門：1984年3月（27年経過）



■ 橋梁の状況



地覆が圧壊



主桁に多くのひび割れ



Field-3 津波により甚大な損傷を受けた PC橋の調査

日 時：平成24年7月17日（火）

場 所：岩手県普代村

参加者：約50名

1. 橋梁調査

水門を越流した津波により甚大な損傷を受けたポステンPC橋において振動試験を実施し、振動性状により重篤損傷橋梁を評価する手法を検証。PC建協、日本航空電子工業(株)と共同で実施

2. 非破壊検査技術・計測技術の検証

振動計測（かけや打撃、跳躍加振）【愛媛大学】、【ITECS技術協会】

ひび割れ計測：光波測量機【関西工事測量(株)】、デジタルカメラ【首都高技術(株)】

内部欠陥探査（弾性波速度測定）【ITECS技術協会】 簡易型高所用打音検査システム【首都高技術(株)】

* 調査について、NHK、岩手朝日テレビ、読売新聞、岩手日報で取り上げられる。

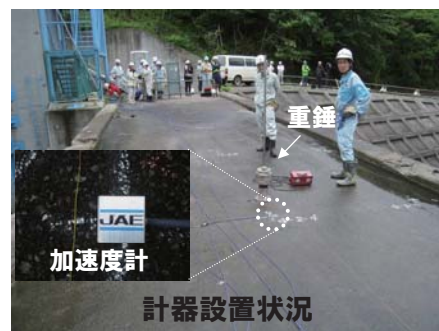
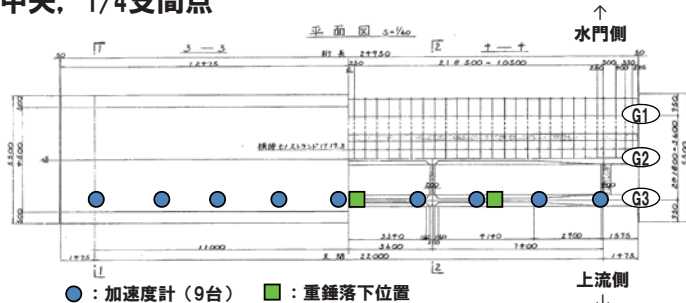


振動計測

■重錘落下法【土研、PC建協、日本航空電子工業(株)】

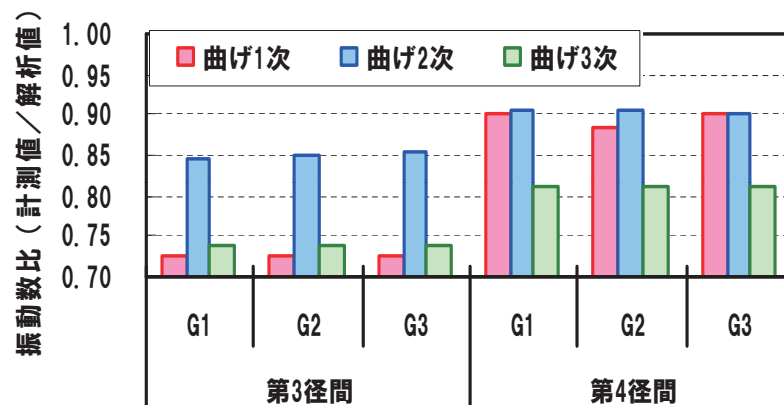
- ・ 加速度計設置位置：各主桁上8等分点に設置（曲げ3次モードを捉えるため）
- ・ 重錘落下位置：各主桁の支間中央，1/4支間点

径間	重錘落下位置	主桁番号		
		G1	G2	G3
第3径間	1/2点	●	●	●
	1/4点	●	●	●
第4径間	1/2点	●	●	●
	1/4点	●	●	●



■計測結果（速報）

- ・ 健全時の解析値（梁モデル）に対して，第3径間にて2～3割程度，第4径間にて1～2割程度の振動数の低下を確認
- ・ 第3径間の曲げ2次の低下度が曲げ1次および3次に比べ小さいのは，損傷位置が振動モードの節に該当するためと推測
- ・ 第4径間において，高次振動モードにて振動数の低下が顕著
- ・ 各主桁上の振動数にて若干差異が確認され，概ね残留曲率の大小関係との相関を確認



健全時の解析値に対する固有振動数比（振動モード：曲げ）
 （解析値（梁モデル）：1次 4.22Hz，2次 16.88Hz，3次 37.98Hz）



■振動計測（かけや打撃） 【愛媛大学】



■振動計測（跳躍加振） 【iTECS技術協会】



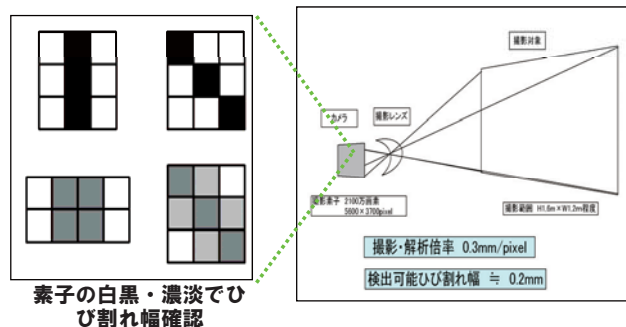
画像処理によるひび割れ計測 【首都高技術(株)】

■計測概要

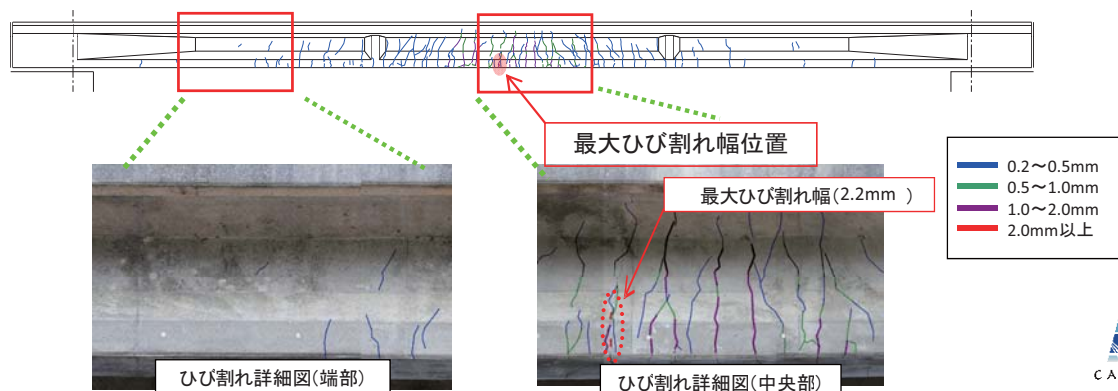
・デジタルカメラと望遠レンズを用い、
遠方よりひび割れ計測



■計測原理



■ ひび割れ計測結果（第3径間）



光波測量機によるひび割れ計測 (KUMONOS)

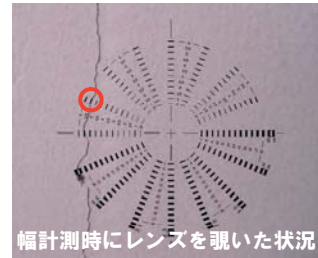
【関西工事測量(株)】

計測概要

- ・クラックスケールを内蔵した光波測量機によりひび割れ計測



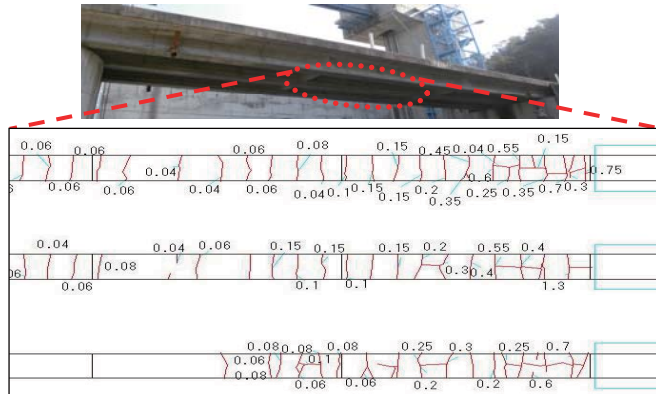
計測状況



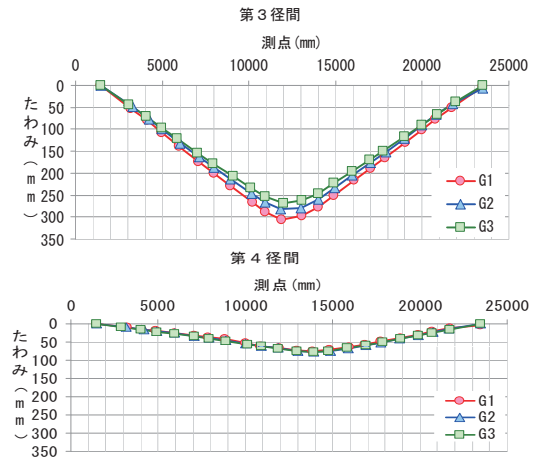
幅計測時にレンズを覗いた状況

計測結果

- ・KUMONOS設置箇所から計測対象までの距離が4m～5mと短かったため、0.04mmのひび割れを観測。ただし、視野角が狭くなることにより計測効率が低下



主桁下面ひび割れ状況(第4径間目支間中央部)



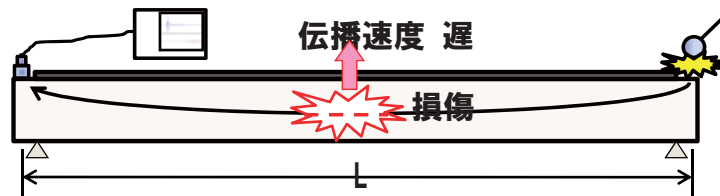
弾性波測定による内部欠陥探査 【iTECS技術協会】

計測概要

各主桁上にて弾性波速度・伝播時間を測定し、健全性（損傷範囲・程度）を確認

(1) 橋軸方向

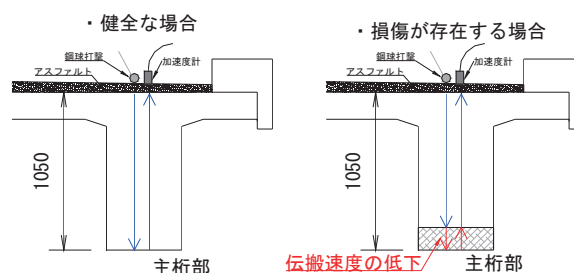
- ・桁上面（伸縮装置部コンクリート）を鉄球で打撃し、桁内部を橋軸方向に伝播する弾性波速度を測定



鉄球による打撃

(2) 鉛直方向

- ・橋面上にて鉄球で打撃し、桁内部・地覆部を鉛直方向に伝播する弾性波往復を測定



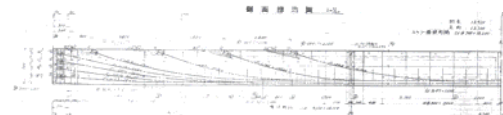
受信センサー

Field-4 グラウト未充填が想定される

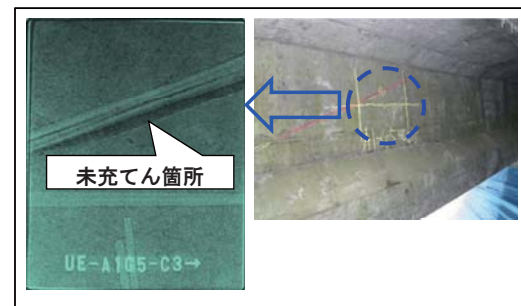
PC桁の調査

■ 橋梁概要

橋梁名	植苗橋
路線名	植苗停車場道線
橋長	38.0m
橋梁形式	2径間単純ポステンT桁橋 (プレキャストブロック工法)
支間長	18.3m+18.3m
竣工年	昭和36年(1961年)



■ 橋梁の状況



Field-4 グラウト未充填が想定される

PC桁の調査

日 時:平成24年8月、9月

場 所:土木研究所 臨床研究用撤去部材保管施設

1. 撤去桁解体調査

シースに沿ったひび割れ・遊離石灰が認められるポステンPC桁について、撤去部材を解体調査。グラウトの充填状況やPC鋼材の状況を確認。PC建協と共同で実施

2. 非破壊検査技術の検証

グラウト未充填:衝撃弾性波【(株)国際建設技術研究所】、【ITECS技術協会】

広帯域超音波法【(株)日本ピーエス、(株)H&B】

内部欠陥探査:局所振動計測定【東北大学】

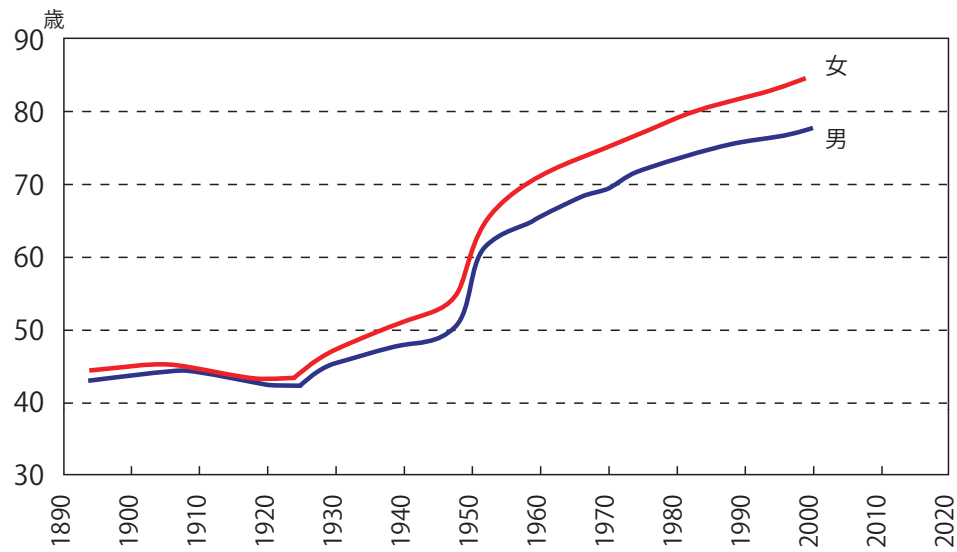
音響トモグラフィー【JFEシビル(株)】

電磁波レーダー【ジオ・サーチ(株)】

* 調査結果については、解体した桁の観察も併せ、10月に技術交流会を開催予定



日本人の平均寿命



(資料) 日銀「明治以降本邦主要経済統計」
国立社会保障・人口問題研究所「人口統計資料集」
Statistical Abstract of the United States 2002 (1970 年～)
Historical Statistics of the United States (～ 1965 年)

出典: 社会実情データ図録 (<http://www2.ttcn.ne.jp/honkawa/index.html>) を加工

