

SIP インフラ維持・更新・マネジメント技術

「インフラ維持管理に向けた革新的先端技術の社会実装の研究開発」

## 第 1 回 現場実証試験実施計画書

～PC 橋の点検・診断に関する先端技術の実証試験～

平成 29 年 3 月

国立大学法人 長崎大学 大学院

工学研究科 インフラ長寿命化センター

## 目 次

1 概要 .....	1
2 全体工程 .....	4
3 現場で実施する研究開発技術 .....	6
3.1 SIP 開発技術：「橋梁点検ロボットカメラ等機器を用いたモニタリングシステムの創生」 .....	6
3.2 SIP 開発技術：「近接目視・打音検査等を用いた飛行ロボットによる点検システムの研究開発」 ..	9
3.3 NEDO 開発技術：「サンプリングモアレカメラを用いた構造物の変位分布計測」 .....	12
3.4 大学開発技術：「デジタルカメラを用いた橋梁たわみ計測」 .....	15
3.5 大学開発技術：「応力解放法を用いた PC 桁の現有応力測定法」 .....	17
4 事前準備と補修計画 .....	20
5 緊急時の体制・対応 .....	21
6 交通規制と安全対策 .....	22
7 環境対策 .....	26
付録 1 中戸橋の設計図面 .....	27
付録 2 道路使用許可申請書 .....	47
付録 3 海域（公有水面）占用申請書 .....	48
付録 4 近隣住民へのお知らせ .....	49
付録 5 見学者、関係者へのご案内 .....	50
付録 6 潮位（干潮時間と満潮時間） .....	51

## 1 概要

### 1.1 現場実証試験の目的

戦略的イノベーション創造プログラム（SIP）事業の一環として、現地における点検・診断技術の検証を行う。長崎県の中戸橋を対象とし、現場での実証試験を実施するとともに公共施設管理者や実務者への見学会開催を通して、実装に向けた課題の抽出や意見交換を実施する。

### 1.2 実施日時

- 1 日目：平成 29 年 3 月 26 日 日曜日 12:00～16:00 【事前準備】  
2 日目：平成 29 年 3 月 27 日 月曜日 10:30～16:00 【見学会開催・現場実証試験日】  
3 日目：平成 29 年 3 月 28 日 火曜日 9:00～16:00 【補修工事・後片付け】  
4 日目：平成 29 年 3 月 29 日 水曜日 【予備日】

### 1.3 実施場所

橋梁名称：中戸橋（県道 15 号） 【設計図面は付録 1 参照】  
住所：〒857-2427 長崎県西海市大島町 3 5 2 7（西海市立 大崎中学校付近）

### 1.4 実施者

国立大学法人 長崎大学大学院 工学研究科 インフラ長寿命化センター  
研究責任者：松田 浩 TEL：095(819)2880 FAX：095(819)2879  
住所：〒852-8521 長崎県長崎市文教町 1-14 インフラ長寿命化センター

### 1.5 管理者（提供元）

管理者：長崎県 土木部 道路維持課 TEL：095-824-1111

### 1.6 後援者

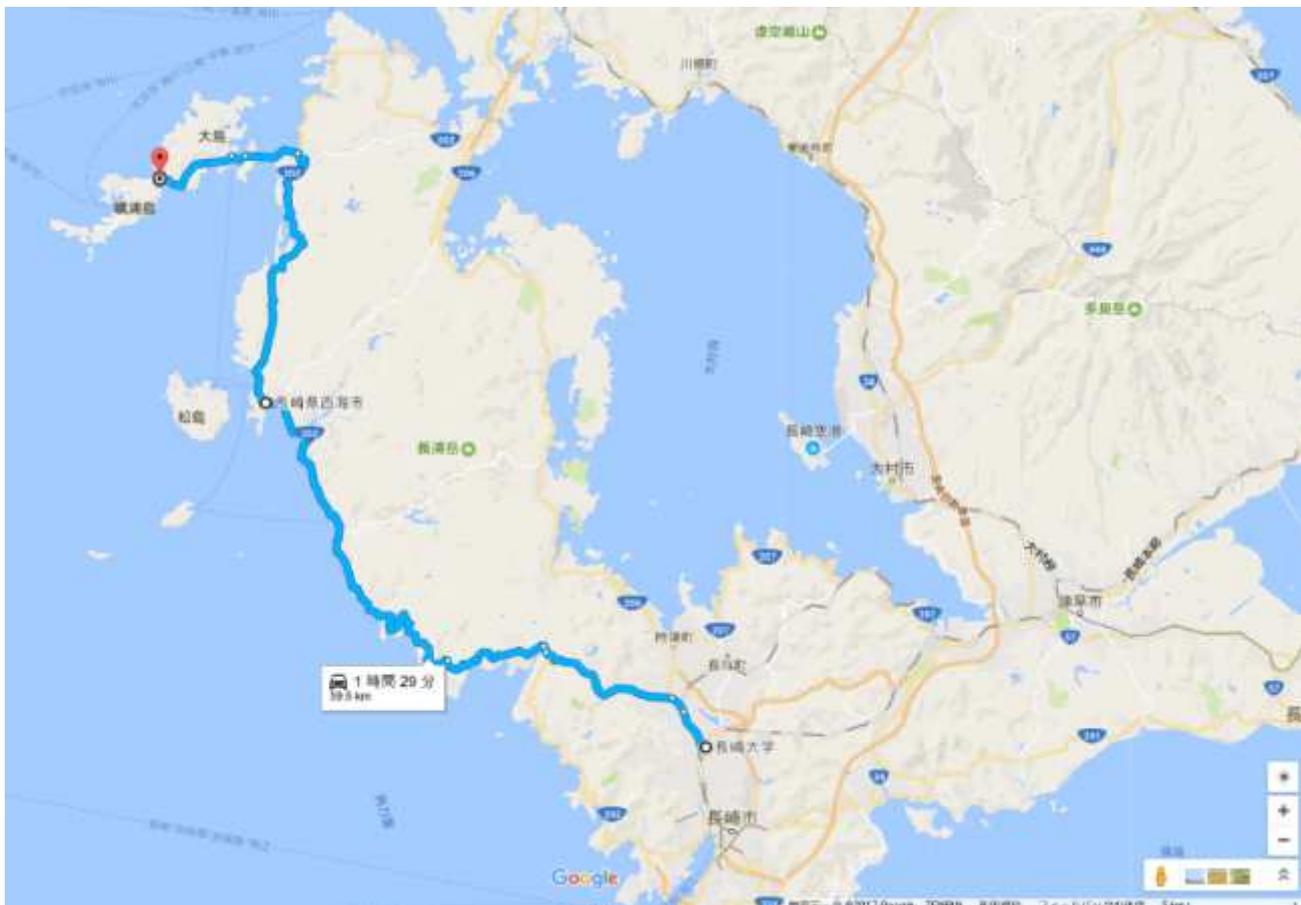
当該現場実証試験は、内閣府（管理法人：JST）の総合科学技術・イノベーション会議の戦略的イノベーション創造プログラム（SIP）の課題の一つである、「インフラ維持管理・更新・マネジメント技術」の研究開発・社会実装において、長崎大学が採択された課題である「インフラ維持管理に向けた革新的先端技術の社会実装の研究開発」の一環として、実施するものである。

## 1.7 位置図

### (1) 地図

現場近傍の住所：〒857-2427 長崎県西海市大島町3 5 7 2

長崎大学から現場まで、片道：59.6km、所要時間：1時間 29分



## (2) 現場位置図



- 現場に隣接する学校の駐車場にも普通自動車 10 台程度の駐車が可能である。事前に駐車許可を得ることができれば、この場所を駐車場とする。
- 中戸橋の長崎市側 (A2) には、幅 5.5m×延長 80mのスペースが有り、普通乗用車 11 台程度の駐車が可能である。現地集合場所は、駐車スペースとする。
- 公衆トイレは、公園に設置されているが、許可を得ることができなければ、仮設トイレを設置する。

## 2 全体工程

### (1) 工程表

日時			準備	規制	試験	備考
3月	22日	水	10:00~12:00 予告看板・掲示板等設置			
	23日	木				
	24日	金				
	25日	土				
	26日	日	12:00~16:00 機材、会場設営等、事前準備	12:00~17:00 警備員 2 人		
	27日	月		8:00~17:00 警備員 3 人	10:30~16:00 SIP 開発技術 ① 22 番: 橋梁点検ロボットカメラ等機器を用いたモニタリングシステムの創生(三井住友建設(株)) ② 51 番: 近接目視・打音検査等を用いた飛行ロボットによる点検システムの研究開発(新日本非破壊検査(株)) NEDO 開発技術 ③ サンプルングモアレカメラを用いた構造物の変位分布計測(4Dセンサー(株)) 大学開発技術 ④ たわみ・変位計測「デジタルカメラを用いた橋梁たわみ計測」 ⑤ PC 桁の現有応力測定法: 「応力解放法を用いた PC 桁の現有応力測定法」	
	28日	火	9:00~16:00 補修工事(橋梁点検車使用)、足場の撤去、掲示板・看板撤去・片付	8:00~17:00 警備員 2 人		
	29日	水	予備日			

## (2) 見学会 (27日) のタイムテーブル

開発技術別に、実証試験を実施する時間帯を黄色で塗りつぶしている。

時間	①SIP 開発技術 22 番 橋梁点検ロボット カメラ等機器を用 いたモニタリング システムの創生	②SIP 開発技術 51 番 近接目視・打音 検査等を用いた 飛行ロボットによ る点検システム の研究開発	③NEDO 開発技術 サンプリングモ アレカメラを用 いた建造物の 変位分布計測	④大学 開発技術 デジタルカメラ を用いた橋梁た わみ計測	⑤大学 開発技術 応力解放法を 用いた PC 桁の 現有応力測定 法
10:30					実施
11:00					
11:30					
12:00					
12:30					
13:00	実施				
13:30					
14:00		実施			
14:30					
15:00			実施	実施	
15:30					
16:00					

### 3 現場で実施する研究開発技術

当該現場実証試験においては、橋梁の点検・診断技術に関する SIP 開発技術、NEDO 開発技術、大学開発技術について、現場検証を実施する。

#### 3.1 SIP 開発技術：「橋梁点検ロボットカメラ等機器を用いたモニタリングシステムの創生」

番号：22

研究責任者：藤原保久（三井住友建設株式会社 土木本部 土木リニューアル推進室 室長）

共同開発者：(株) 日立産業制御ソリューションズ

研究 期間：5年 管理法人：国土交通省

##### (1) 試験内容

橋梁点検ロボットカメラ（懸垂型）を用いた橋梁の調査

##### (2) 試験方法

中戸橋の高欄に橋梁点検ロボットカメラを設置し、下方向に最大 4.5m 伸ばし、橋梁上部構造、支承部、下部構造の調査（点検）を行う。

##### (3) 使用器具・機械（準備資機材等）

機械・器具名称	仕様・型式	低騒音型	排出ガス対策型	単位	台数	用途
橋梁点検ロボットカメラ		-	-	台	1	調査
カメラ架台	懸垂型	-	-	〃	1	〃
操作端末	タブレットPC	-	-	〃	1	〃
大型ディスプレイ	25インチ以上	-	-	〃	1	見学者デモ用
マイク（拡声器）		-	-	〃	2	見学者デモ用

##### (4) タイムスケジュール

時刻	所要時間	計測者	誘導員	見学者	備考
13:45 ~14:00	0:15	試験器具準備			
14:00 ~14:15	0:15	技術概要説明		○	
14:15 ~14:30	0:15	技術の実演		○	
14:30 ~15:00	0:30	質疑応答		○	
15:00 ~15:15	0:15	片付け			

(5) 技術説明資料等（配布用）

- 研究開発項目 : 点検・モニタリング・診断技術の研究開発
- 研究開発テーマ : 橋梁点検ロボットカメラ等機器を用いたモニタリングシステムの創生
- 研究責任者 : 三井住友建設株式会社 藤原 保久
- 共同研究グループ: 株式会社日立産業制御ソリューションズ

## 研究開発の目的・内容

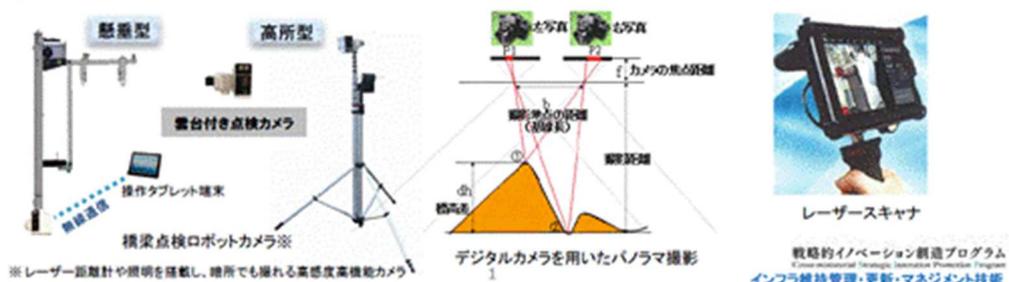


### 研究開発の目的

橋梁点検ロボットカメラ等の機器を現場に定期的に持ち込んで計測する**定期監視型モニタリング**においてシステムを構築することによって、コンクリート橋の支承部、桁端部の人が容易に近づけず**近接目視が困難な部位**に対し、損傷状況の**経年変化データ取得**を可能とする。

### 研究開発の内容

使用する機器は、橋梁点検ロボットカメラ、デジタルカメラ、レーザースキャナであり、それぞれの機器の長所を活かした**モニタリングシステムの構築**において、**位置情報連動の相互補完機能**や**雲台付きボールユニットの相互利用機能**を開発するため、実機にて技術検証を行う。



## 現状の成果①

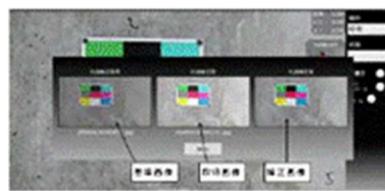


### 1. 橋梁点検ロボットカメラ撮影画像の色調補正

同一箇所を撮影した画像において、撮影日時が異なれば天候や明るさの影響を受け、損傷の経年劣化状況が正しく判断できないことがある。そのような**環境条件の差異を排除**するため、以下の**色調補正技術**を検討した。

#### (1) 色調規格パレットを用いた方式

対象表面に貼付けた規格パレットを写し込み、画像の色調補正を行なう技術の有効性を確認した。



色調規格パレットを用いた方式

#### (2) レーザーポインタ光を用いた方式

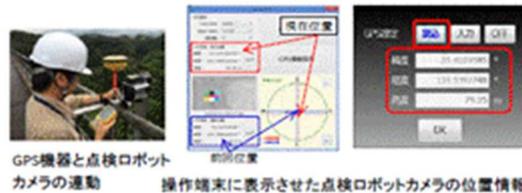
現場で規格パレットが貼れない場合に対応するため、レーザーポインタ光を用いて画像の色調補正を行った。ただし、照射部にムラが無いことが必要条件であることが分かった。



レーザーポインタ光を用いた方式

### 2. 橋梁点検ロボットカメラの位置情報の保持

撮影画像データに撮影位置を特定する情報(GPS情報(カメラ雲台座標)、パン・チルト角度、倍率)を持たせることにより、**撮影時期が異なっても、同じ位置で撮影できる**ことを確認した。具体的には、GPS機器と点検ロボットカメラを接続し連動させ、カメラ操作端末上で、位置情報が確認できることで、同一箇所でのデータ取得を実現した。



操作端末に表示させた点検ロボットカメラの位置情報

戦略的イノベーション創造プログラム  
Environmental Strategic Innovation Promotion Program  
インフラ維持管理・更新・マネジメント技術

## 現状の成果②



### 3. デジタルカメラを用いた2次元および3次元写真解析

デジタルカメラ1台で撮影した場合には2次元形状を、2台で撮影した場合（ステレオ撮影）には3次元形状を計測できることを確認した。

#### (1) 計測目盛機能を用いた非接触計測

解析する際、対象表面の基準となる目印相互の間隔（距離）が必要なため、橋梁点検ロボットカメラの計測目盛機能を用いた非接触計測の実用性を検証し、対象面がカメラに正対していない場合の精度向上が課題であることが判明した。

#### (2) 計測日時異なる画像の位置情報を利用した時系列変化を捉えるシステム

同一の対象物に対し異なる日時に撮影した画像について、重ね合わせで変化が生じた箇所を色違いで表示する機能を検証し、その技術が有効であることが確認できた。なお、撮影方向が異なっていた場合は、画像より特徴点を複数抽出して座標変換して同一方向の画像にすることで、画像の重ね合わせが可能となった。



点検ロボットカメラ操作端末に表示させた計測目盛



デジタルカメラを用いたステレオ撮影



時系列変化のあった箇所を色違いで表示



レーザーキャナによる計測画像

戦略的イノベーション創造プログラム  
Cross-ministerial Strategic Innovation Promotion Program  
インフラ維持管理・更新・マネジメント技術

### 4. レーザースキャナを用いた3次元解析

懸垂型架台に設置可能な軽量レーザースキャナの検討、架台に設置したレーザースキャナの位置制約を考慮したデータ取得の検討、屋外における計測適否を判断するための照度の評価を行い、それらの技術の適用性を確認した。



懸垂型架台に設置したレーザースキャナ

3

## 最終目標



モニタリングに使用するデバイスとして、橋梁点検ロボットカメラ、デジタルカメラ、レーザースキャナを選択できるようにすることで、桁端部・支承部のモニタリングに適した使用方法を提供可能とすることを目標としている。また、経年毎の損傷データが格納できるデータベースから成るWebシステムの構築により、現場からシステムにログインし、参照・編集可能とする。本システムの提供先(対象)としては、橋梁管理者、建設コンサルタントを想定している。

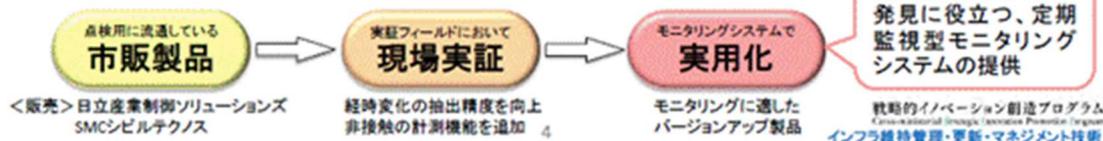


ロボットカメラ(懸垂型)を用いた桁端部のモニタリング状況

調査の経緯(実施)		
調査項目	調査日時	調査場所
調査項目	2019年10月	橋梁A
調査項目	2020年10月	橋梁A
調査項目	2021年10月	橋梁A
調査項目	2022年10月	橋梁A
調査項目	2023年10月	橋梁A
調査項目	2024年10月	橋梁A
調査項目	2025年10月	橋梁A
調査項目	2026年10月	橋梁A
調査項目	2027年10月	橋梁A
調査項目	2028年10月	橋梁A
調査項目	2029年10月	橋梁A
調査項目	2030年10月	橋梁A

調査結果の履歴(データベース化)

### モニタリングシステム実用化の流れ



### 3.2 SIP 開発技術：「近接目視・打音検査等を用いた飛行ロボットによる点検システムの研究開発」

番号：51

研究責任者：和田 秀樹（新日本非破壊検査(株) メカトロニクス部 次長）

研究 期間：5年 管理法人：NEDO

#### (1) 試験内容

桁下部の近接目視と打音検査

#### (2) 試験方法

点検ロボットを飛行させて桁下部に車輪を接触させ、車輪を駆動させて桁下部を走行。走行中に近接目視、打音検査を実施する。

#### (3) 使用器具・機械（準備資機材等）

機械・器具名称	仕様・型式	低騒音型	排出ガス対策型	単位	台数	用途
発電器	3.5KVA	-	-	台	1	
点検ロボットシステム	fir	-	-	式	1	

#### (4) タイムスケジュール

時刻	所要時間	計測者	誘導員	見学者	備考
11:00 ~12:00	1:00	機材準備			
12:00 ~12:30	0:30	昼食			
12:30 ~13:00	0:30	セッティング			
13:00 ~13:15	0:15	概要説明	○	○	
13:15 ~13:45	0:30	点検開始	○	○	
13:45 ~14:00	0:15	質疑応答	○	○	
14:00 ~15:30	0:30	機材撤去			

(5) 技術説明資料等（配布用）

■研究開発項目：ロボット技術の研究開発  
 ■研究開発テーマ：近接目視・打音検査等を用いた飛行ロボットによる点検システムの研究開発  
 ■研究責任者：新日本非破壊検査(株) メカトロニクス部 次長 和田 秀樹  
 ■共同研究グループ：名古屋大学大学院、九州工業大学大学院、福岡県工業技術センター

## 研究開発の目的・内容

### 背景

インフラ点検には多くの課題

- 特殊車輛・足場使用のコスト
- 安全対策
- 点検者技能に依存
- 技術者の不足

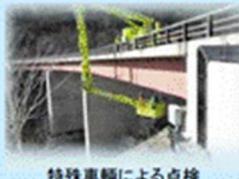
### 研究開発の目的

ドローン技術の活用とデータ解析で点検作業の効率化・低コスト化を支援

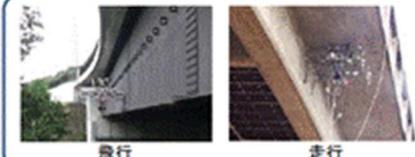
- 特殊車輛・足場費の削減
- 道路規制の低減
- 従来点検データの活用
- 変状の自動検出
- 点検調書の支援

### 研究開発の内容

- ・ドローンと駆動車輪を合わせた移動機構
- ・近接目視・打音検査を実施する点検機構
- ・画像・音響解析による変状検出システム



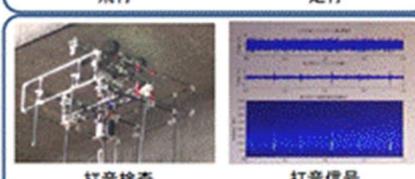
特殊車輛による点検



飛行 走行



データ収集  
点検ロボット  
操縦者  
ロボットによる点検イメージ



打音検査 打音信号

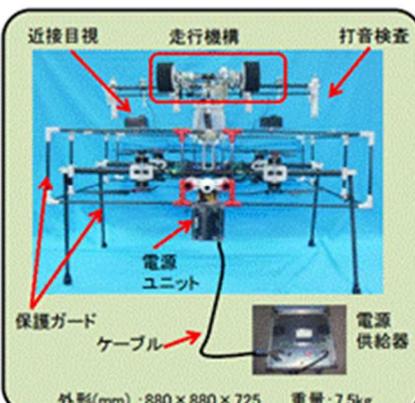
戦略的イノベーション創造プログラム  
 Cross-ministerial Strategic Innovation Promotion Program  
 インフラ維持管理・更新・マネジメント技術

1

## 現状の成果①

### 点検ロボット

ドローンの上部に駆動車輪と点検機構を搭載した点検ロボットを開発  
 車輪を押し当てて走行状態で連続点検



外形(mm) : 890 × 880 × 725 重量 : 7.5kg

**ロボットによる点検作業の代替**

- ・人が容易に近づけない箇所へ飛行
- ・車輪を押し当て、走行状態で点検

#### 飛行機構

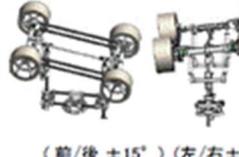
点検部への接近は小型が有利  
⇒ 小型で高出力



(二重反転式クワッド型)

#### 走行機構

点検面の傾斜に対応  
⇒ 車輪揺動



(前/後 ±15°) (左/右 ±20°)

#### フィールド試験



戦略的イノベーション創造プログラム  
 Cross-ministerial Strategic Innovation Promotion Program  
 インフラ維持管理・更新・マネジメント技術

2

## 現状の成果②



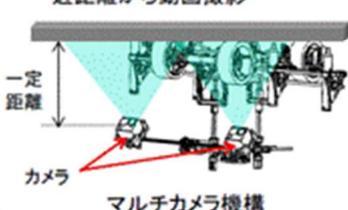
### 自動検出システム

ドローンに搭載したカメラ・打撃機構によりひびわれ、空洞等の検出を可能とした。

- ・自動記録による見落とし防止
- ・データの可視化

#### 近接目視

近距離から動画撮影



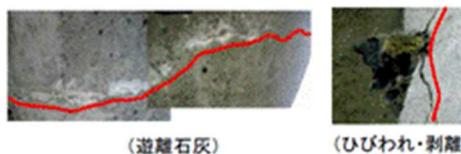
画像補正



- ・魚眼補正
- ・台形補正
- ・画像合成
- ・点検マップ作製

画像解析

- ・ひびわれ自動検出(幅0.2mm程度)
- ・ひびわれ測定(われ幅、長さ、位置)



#### 打音検査

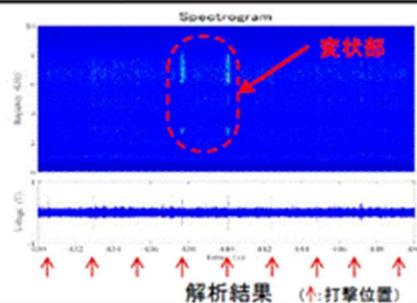
内部変状の検出



打音解析



- ・プロペラノイズ除去
- ・周波数スペクトル変動の抽出(深さ60mm空洞検出が可能)



戦略的イノベーション創造プログラム  
Cross-ministerial Strategic Innovation Promotion Program  
インフラ維持管理・更新・マネジメント技術

3

## 最終目標



### 最終数値目標

機能	目標値
ロボット	飛行範囲: 半径30m ケーブル長: 40m
近接目視	検出ひびわれ: 0.1mm 位置計測: ±10cm
打音検査	空洞検出: 深さ60mm RCひびわれ: かぶり深さ30mm
厚さ測定 (鋼橋)	超音波厚さ測定 精度: ±0.2mm
点検作業	オペレータ: 3名/ロボット 作業可能風速: 6m/秒(平均) 点検速度: 250m <sup>2</sup> /時間

### 販売・レンタル

- ・点検システム
- ・ユニット(点検ロボット、打音機構など)
- ・検出ソフト(画像処理・打音処理)
- ・オペレータ\*1、点検技術者\*1
- ・オペレータ・メンテナンス教育 (\*1: レンタルのみ)

### 社会実装のイメージ

- 点検サービス
- 販売
- レンタル

#### 点検サービス

- コンクリート橋(RC構造、PC構造)
    - 近接目視(ひびわれ、剥離、鉄筋露出)
    - 対象: 床版、桁、橋脚、支承、その他
    - 打音検査(浮き、内部われ\*2)
    - 対象: 床版、桁、橋脚、その他
  - 鋼橋
    - 近接目視(腐食、亀裂、変形)
    - 対象: 床版、主桁、横桁、支承、その他
    - 超音波検査(厚さ測定、われ)
    - 対象: 主桁、横桁、その他
  - トンネル(調査・部分点検)
    - 近接目視(ひびわれ、剥離、漏水、腐食)
    - 対象: 覆工、機器取り付け部、その他
    - 打音検査(浮き、空洞、内部われ\*2)
    - 対象: 覆工、ボックスカルバート、その他
- (\*2: 鉄筋腐食による内部ひびわれ)

戦略的イノベーション創造プログラム  
Cross-ministerial Strategic Innovation Promotion Program  
インフラ維持管理・更新・マネジメント技術

4

### 3.3 NEDO 開発技術：「サンプリングモアレカメラを用いた構造物の変位分布計測」

研究責任者：梶谷明大（4Dセンサー株式会社）

研究 期間：5年 委託先：ジェイアール西日本コンサルタンツ株式会社，株式会社共和電業，4Dセンサー株式会社，国立大学法人和歌山大学，国立大学法人福井大学

#### (1) 試験内容

光学的機器（産業用カメラ）を用いて橋脚中央部および支承部に貼付したパターン画像を撮影し、変位量およびたわみ角量を算出する。

#### (2) 試験方法

計測対象点から遠隔点（約20メートル）に光学的機器（産業用カメラ）を設置し、橋脚中央部側面および支承部側面（支承上部橋脚側面）に格子パターンを貼付し、静的載荷試験前後に撮影を行い、位相画像解析法（サンプリングモアレ法）により、変位量・たわみ角量を算出する。

#### (3) 使用器具・機械（準備資機材等）

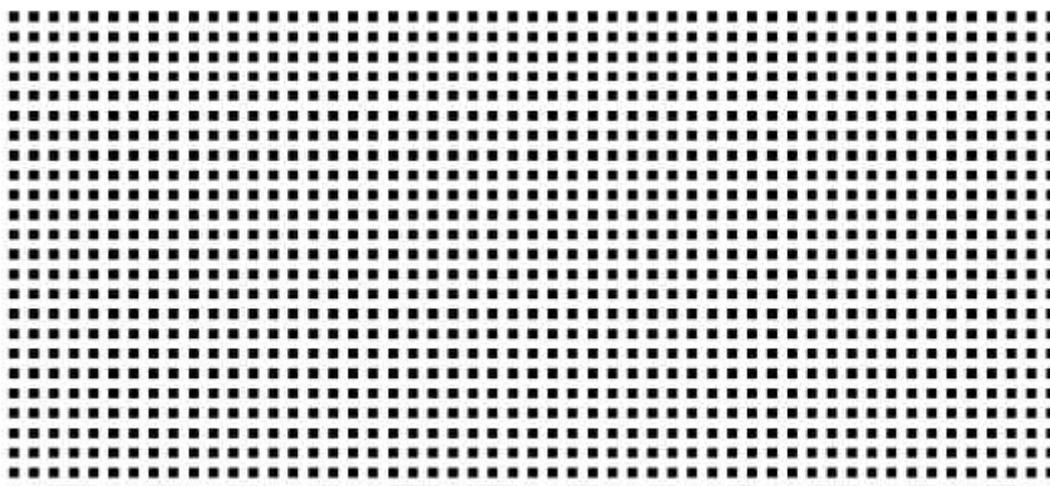
機械・器具名称	仕様・型式	単位	台数	用途
産業用カメラ	遠隔撮影用 2.3M USB3.0	台	2	試験器具
解析用PC	-	"	2	"
三脚	-	"	3	"
格子パターン	ピッチ20 [mm]程度	"	2	"
デジタルカメラ	Nikon P900	台	1	"
トランシーバ		台	3	連絡機器

#### (4) タイムスケジュール

時刻	所要時間	計測者	誘導員	見学者	備考
9:00 ~ 10:15	1:15	試験器具準備，仮撮影実験	○		
9:45 ~ 12:00	2:15	-			
12:00 ~ 13:00	1:00	昼食			
13:00 ~ 15:00	2:00	-			
15:00 ~ 16:00	1:00	撮影実験		○	
16:00 ~ 16:30	0:30	試験器具撤去		○	
16:30 ~ 17:00	0:30	片付け			

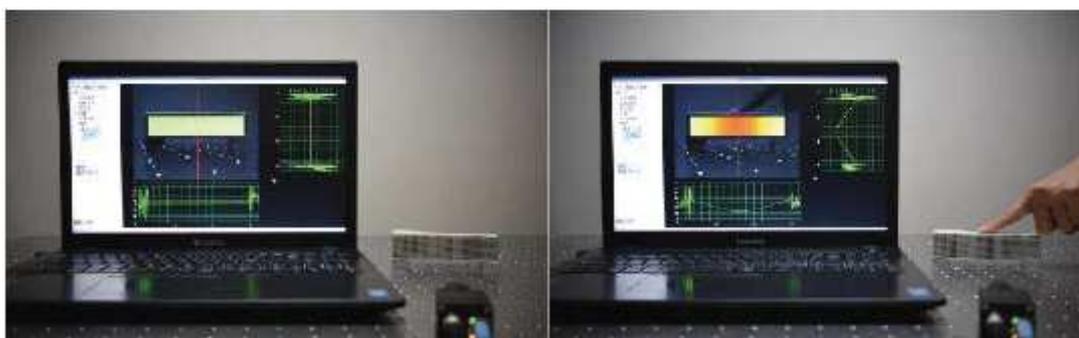
(5) 技術説明資料等（配布用）

## 格子：材料，橋梁等に取り付け



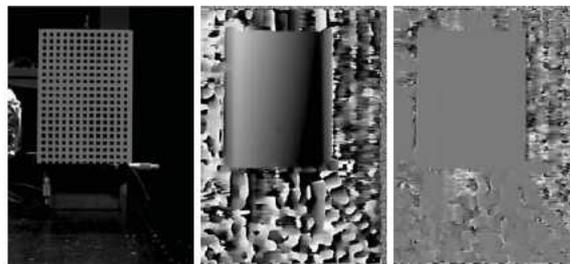
GE001-1.990MM-1508-0001, 4D SENSOR INC.

## 変形・たわみ計測装置



# サンプリングモアレ法

- ・変形前と変形後の2枚の画像から,  $x$ 方向と $y$ 方向の2次元の変位を同時に計測.
- ・変位計測分解能は, 格子ピッチの1/100から1/1000程度.
- ・計測対象側は, 格子パターンを固定するだけ.
- ・キャリブレーションが不要.
  - ・対象物に固定されているピッチが既知の格子を用いるため



撮影画像 位相分布 位相差分布

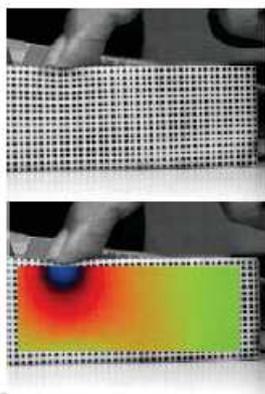
6

$$\begin{cases} d_x = \frac{p_x}{2\pi} \Delta\phi_x \\ d_y = \frac{p_y}{2\pi} \Delta\phi_y \end{cases} \quad \begin{matrix} \text{変位} & \text{ピッチ} & \text{位相差} \end{matrix}$$

非接触・高速・高精度

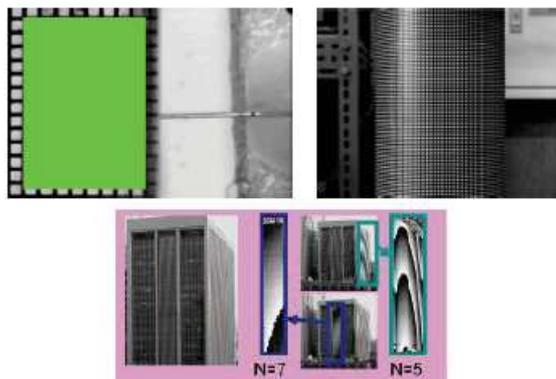
物体表面の  
格子を解析

精度 2 $\mu$ m  
速度 100fps



4Dセンサー株式会社

小さいものから大きいものまで計測



4Dセンサー株式会社

10

### 3.4 大学開発技術：「デジタルカメラを用いた橋梁たわみ計測」

(1) 橋梁のアセットマネジメント\_(1)-(a)橋梁点検の要素技術\_3)たわみ・変位計測

研究責任者：三田勝也（佐賀大学）

共同研究者：松田浩（長崎大学）、出水享（長崎大学）、木本啓介（長崎大学）、伊藤幸広（佐賀大学）

#### (1) 試験内容

橋梁に荷重車（ラフテレーンクレーン）を載荷した際の変位（たわみ）量を計測する。載荷方法は、橋の上に荷重車を静止させる静的載荷試験を行う。

#### (2) 試験方法

橋面の上に5つ（支点部直上2点、1/4点、1/2点、3/4点）の専用ターゲットを設置し、そのターゲットをデジタルカメラで撮影（無載荷時、載荷時）し、載荷前後のデジタル画像を用いて画像解析を行い、橋の変位（たわみ）量を算出する。

#### (3) 使用器具・機械（準備資機材等）

機械・器具名称	仕様・型式	低騒音型	排出ガス対策型	単位	台数	用途
ターゲット	-	-	-	台	5	計測用ターゲット
デジタルカメラ	-	-	-	”	1	計測機器

#### (4) タイムスケジュール

時刻	所要時間	計測者	誘導員	見学者	備考
14:00 ~ 15:00	1:00	試験器具準備			
15:00 ~ 15:10	0:10	概要説明			
15:10 ~ 16:20	1:10	載荷試験、ラフテレーンクレーン載荷	○	○	
16:20 ~ 16:30	0:10	片付け			
16:30 ~ 16:50	0:20	補修工事、橋梁点検車	○		

(5) 技術説明資料等（配布用）

**(1) 橋梁のアセットマネジメント** (a) 光学的計測法による橋梁点検技術

1) デジタルカメラによるたわみ計測法

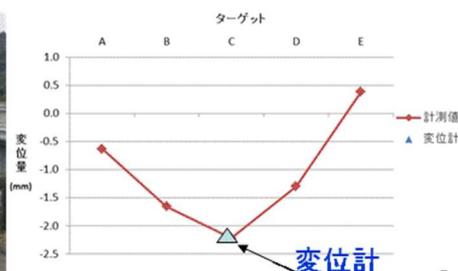
近接目視中心の定期点検では、  
材料劣化、外観変状が分かるのみ

老朽化橋梁の場合???

- ✓ 安全性は保証できるか？
- ✓ 落橋はしないだろうか？
- ✓ 通行止めのタイミングは？
- ✓ 補修or架替え、判断基準は？

→ たわみ、剛性

- 1) 通常の変位計と同程度の計測精度
- 2) 従来計測法より計測時間の大幅短縮
- 3) 装置が小型で作業性に優れ、安価
- 4) 屋外計測による精度検証と改良
  - ・ 50mの計測精度の検証
  - ・ 日照、風速等の環境条件の影響
  - ・ H鋼を用いたたわみ計測実験
- 5) 実橋によるフィールド試験



### 3.5 大学開発技術：「応力解放法を用いた PC 桁の現有応力測定法」

(1) 橋梁のアセットマネジメント\_(1)-(a)橋梁点検の要素技術\_5)PC 桁の現有応力測定法

研究責任者：伊藤幸広（佐賀大学）

共同研究者：松田浩（長崎大学）、出水享（長崎大学）、木本啓介（長崎大学）、三田勝也（佐賀大学）

表彰：第 18 回 国土技術開発賞受賞      NETIS 登録：スリット応力解放法 CG-160009-A

#### (1) 試験内容

橋梁の主桁に作用する応力（プレストレス量）を測定する。

#### (2) 試験方法

主桁下フランジにおいて応力作用方向(プレストレス作用方向)に対して直角に深さ約 20mm～30mm、幅 3 mm の溝（スリット）を切削し、応力を解放させる。光学的全視野ひずみ計測装置を用いて応力解放ひずみを計測する。そして、FEM 解析により現有応力を推定する。

#### (3) 使用器具・機械（準備資機材等）

機械・器具名称	仕様・型式	低騒音型	排出ガス対策型	単位	台数	用途
鉄筋探査器	-	-	-	台	1	鉄筋探査
表面研磨機器	-	-	-	"	1	計測面の研磨
スリット切削	-	-	-	"	1	スリットを切削
光学的全視野ひずみ計測装置	-	-	-	"	1	応力解放ひずみ計測

#### (4) タイムスケジュール

時刻	所要時間	計測者	誘導員	見学者	備考
10:00	～10:30	0:30	橋梁点検車設置、計測機取り付け	○	
10:30	～10:35	0:05	説明(長崎大 5 分、4 D センサー 5 分)	○	○
10:35	～10:45	0:10	画像計測	○	○
10:45	～11:05	0:20	スリット切削	○	○
11:05	～11:25	0:20	画像計測	○	○
11:25	～11:30	0:05	片付け	○	

(5) 技術説明資料等（配布用）

光学的全視野計測を用いた

# 応力解放法による 現有作用応力計測技術

NETIS登録番号：CG-160009-A

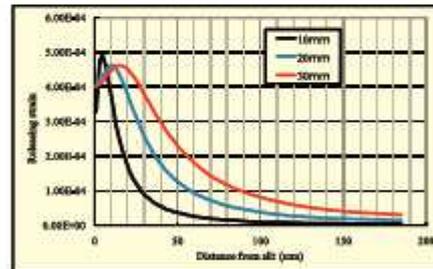
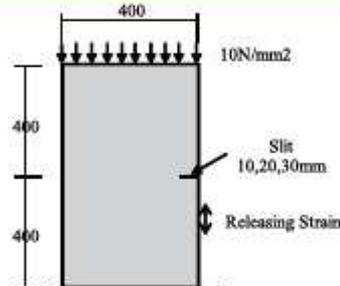
## スリット応力解放法による現有作用応力計測

一様に応力が作用しているコンクリート部材に応力方向に対して垂直にスリットを切削すると、スリット周辺に解放ひずみが発生します。この解放ひずみより現有作用応力を計測する技術です。

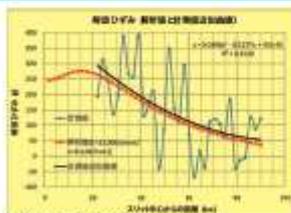


### 特 徴

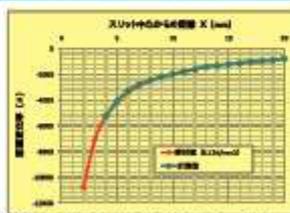
- ◆ 応力解放ひずみ計測は、ひずみ分布を計測できる光学的全視野計測法を用います。
- ◆ スリット応力解放法は、スリットを切削する前後のスリット周辺部をラインセンサタイプ全視野ひずみ計測装置で計測します。
- ◆ ラインセンサタイプ全視野ひずみ計測装置での画像をデジタル画像相関法による画像解析により解放ひずみ分布を求めます。
- ◆ 光学的全視野計測法を用いることによりスリット近傍の微小領域まで高精度なひずみ分布計測を行うことができます。また、FEM 解析による逆解析を行い、計測した解放ひずみ分布を元にしてコンクリート部材の現有応力を推定することができます。
- ◆ PC 構造物では、現有作用応力よりプレストレス量の推定ができます。また、PC 橋の復元設計の資料としても活用できます。



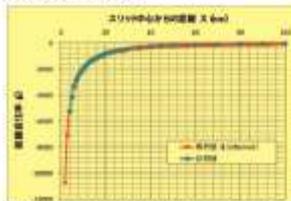
### 現有作用応力計測事例



解放ひずみ分布例



対称点間距離変化率分布例 0～20mm 区間の拡大図



対称点間距離変化率分布例 0～100mm区間

#### 解析値と計測値の比較例

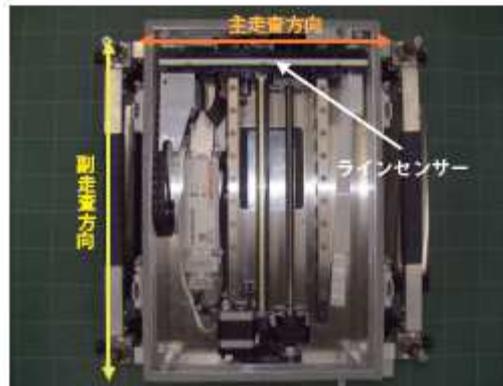
スリット中心からの距離 X (mm)	解析値 σ (N/mm <sup>2</sup> ) σ <sub>2</sub> (μ)	計測値 σ <sub>2</sub> (μ)	S 2/σ (%)
2	-1977.5	-	-
3	-3999.0	-	-
4	-5263.4	-9347.0	98.7%
5	-4159.9	-4110.0	98.8%
6	-3424.2	-3269.0	95.5%
7	-2898.1	-2784.0	96.1%
8	-2502.9	-2480.0	99.1%
9	-2195.1	-2199.0	100.2%
10	-1948.4	-1995.0	102.4%
11	-1746.3	-1808.0	103.5%
12	-1577.5	-1621.0	102.8%
13	-1434.5	-1415.0	98.6%
14	-1311.8	-1315.0	100.2%
15	-1205.3	-1221.0	101.3%
16	-1112.2	-1150.0	103.4%
17	-1020.9	-1040.0	101.9%
18	-936.9	-960.0	101.0%
19	-861.6	-816.0	102.7%
20	-833.0	-780.0	93.6%
20mm	平均値 (σ <sub>2</sub> /σ <sub>1</sub> )	-	100.0%
	標準偏差 S (σ <sub>2</sub> /σ <sub>1</sub> )	-	2.8%
作用応力 σ (N/mm <sup>2</sup> )			8.12
作用応力係数 σ/σ <sub>1</sub> (N/mm <sup>2</sup> )			0.21



## 光学的全視野計測を用いた 応力解放法による現有作用応力計測技術

### スリット応力解放法による現有作用応力計測の手順

- 1 鉄筋探査により計測位置を特定します。
- 2 ひずみ計測位置を平坦にし、洗浄液（アセトン等）で清掃し、画像取得用の模様を付けます。
- 3 スリット切削位置のマーキングを行います。
- 4 光学式全視野計測装置により、応力解放前のコンクリート表面を計測します（初期画像）。
- 5 応力作用方向に対して直角方向にコンクリートカッターでスリットを切削します。
- 6 再度、光学式全視野計測装置により、応力解放後のコンクリート表面を計測します（変形後画像）。



ラインセンサスキャナタイプ全視野ひずみ計測装置

株式会社

**K&T** こんさるたん

Knowledge & Technology Consultant

〒217-0800 千葉県船橋市東3-17-17 1F TEL: 0476-820209  
TEL: 0471-62-3714 FAX: 0471-62-3715  
E-mail: k-tida@kt-c.co.jp  
URL: http://kt-c.co.jp/

株式会社 計測リサーチコンサルタント

**KEISOKU  
RESEARCH  
CONSULTANT CO.,**

http://www.kronet.co.jp  
E-mail: kro@kronet.co.jp

品川本社 〒720-0009 広島県広島市東区下道1-1-1 TEL: 082-699-5471  
東京支社 〒125-0006 東京都足立区神保町10-1 TEL: 03-567-2700  
千葉支社 〒564-0002 千葉県市川市栄町1-10 TEL: 04-933-0101  
大阪支社 〒912-0007 新潟県新潟市東区2-25-5 TEL: 005-47-4-8206  
名古屋支社 〒462-0342 名古屋市中区栄3-10-10 TEL: 052-200-2241  
岡山支社 〒710-0076 倉敷市中央2-15-1 TEL: 086-423-0418

佐賀大学 大学院 工学系研究科 都市工学専攻 伊藤研究室  
〒842-8502 佐賀県佐賀市 TEL: 0952-26-8874 FAX: 0952-26-8660  
E-mail: itoy@cc.saga-u.ac.jp  
http://toyf1.cml.saga-u.ac.jp/toy/index.html

長崎大学 工学部 インフラ長寿化センター

〒852-8521 長崎県長崎市1-14 TEL: 095-814-3889 FAX: 095-814-3879  
http://iameng.nagasaki-u.ac.jp/

※本計測技術は国土交通省建設技術研究開発助成制度の補助による研究成果です。

## 4 事前準備と補修計画

### (1) 26 日の事前準備

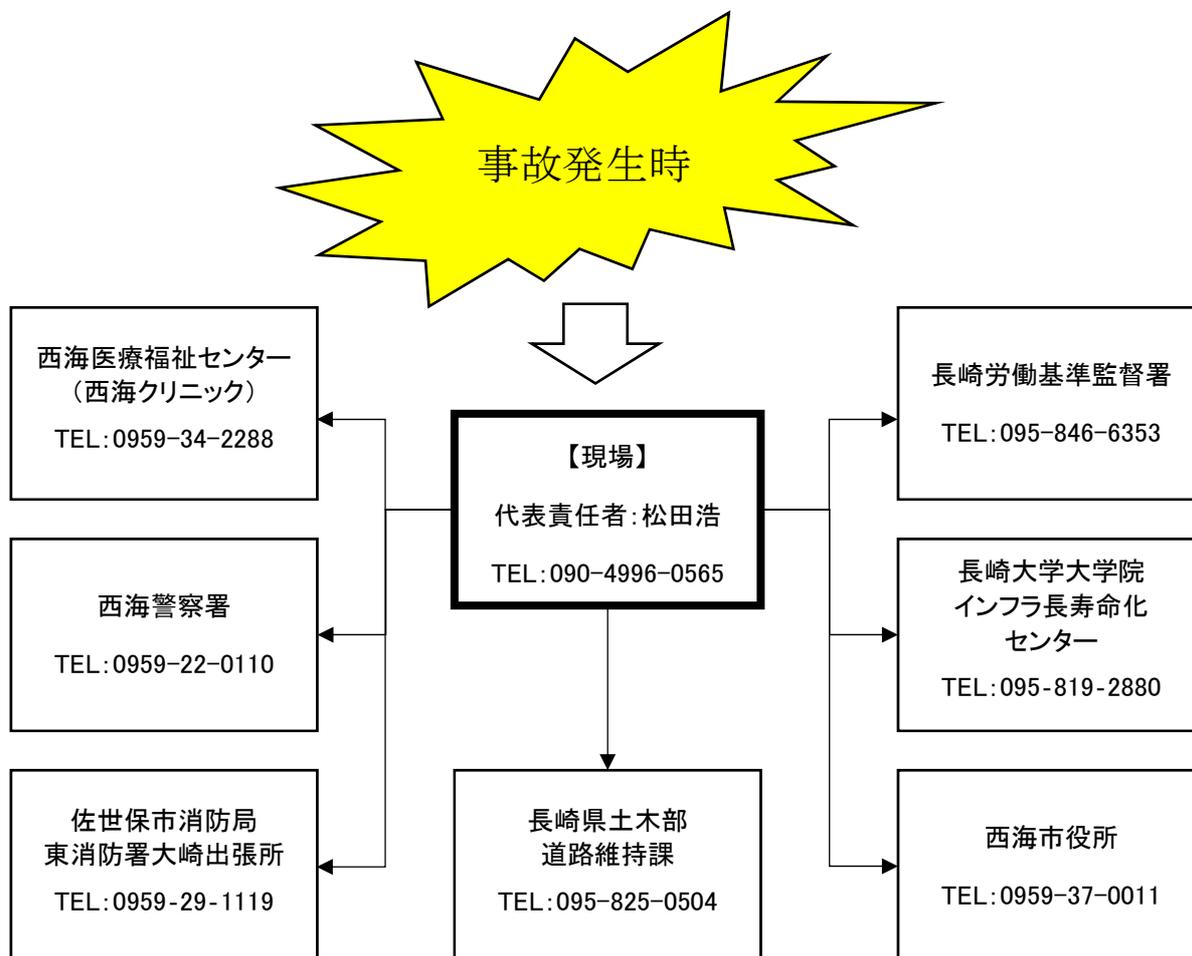
- 9:00～9:30 規制準備・開始
- 9:30～12:00 機関A, B, C、Dの準備
- 12:00～13:00 休憩
- 13:00～14:00 機関A, B, C、Dの準備
- 14:00～16:00 長崎大学チーム準備 P5-A2間（長崎側） 橋梁点検車使用  
足場架設 P5-A2間 4m2程度（長崎側）  
機関A, B, C、Dの準備 P5-A2間以外の準備は可能。
- 16:00～17:00 片付け 規制解除

### (2) 28 日の補修計画

- 9:00～9:30 規制準備・開始
- 9:30～12:00 補修工事 橋梁点検車利用
- 12:00～13:00 休憩
- 13:00～16:00 補修工事 橋梁点検車利用  
足場の撤去
- 16:00～17:00 片付け 規制解除

## 5 緊急時の体制・対応

安全管理には十分に注意を払い現場実証試験を進めていくが、万が一事故が発生した場合は下図の通り、速やかに報告し、迅速な処置・連絡を行う。



- 現場での対応スタッフ

田中徹政、小島健一、吉田裕子

- 長崎大学(インフラ長寿命化センターSIP事務局)での対応スタッフ

松永佳代子、大野朝美、村上えり、白菊珠希

## 6 交通規制と安全対策

交通規制と安全対策については、道路交通法車輛制限令に基づいて行うとともに、交通事故防止には、万全の対策を講じる。その方法は、次頁に示す通りである。

### 6.1 現場での時速規制

現場付近、試験対象橋梁の中戸橋上では、橋梁点検車、関係車両については、時速 20km 以下を制限とする。

### 6.2 橋梁点検車とラフテレーンクレーンの使用

橋梁点検車の運転資格は、高所作業車運転に係わる技能講習(10m 以上)又は特別教育(10m 未満)に該当する。したがって、橋梁点検車の使用に当たっては、有資格者を配置する。また、ラフテレーンクレーンの使用に当たっては、オペレーター付きでの契約とする。事前に免許、資格証の確認を行う。

### 6.3 現場の安全対策

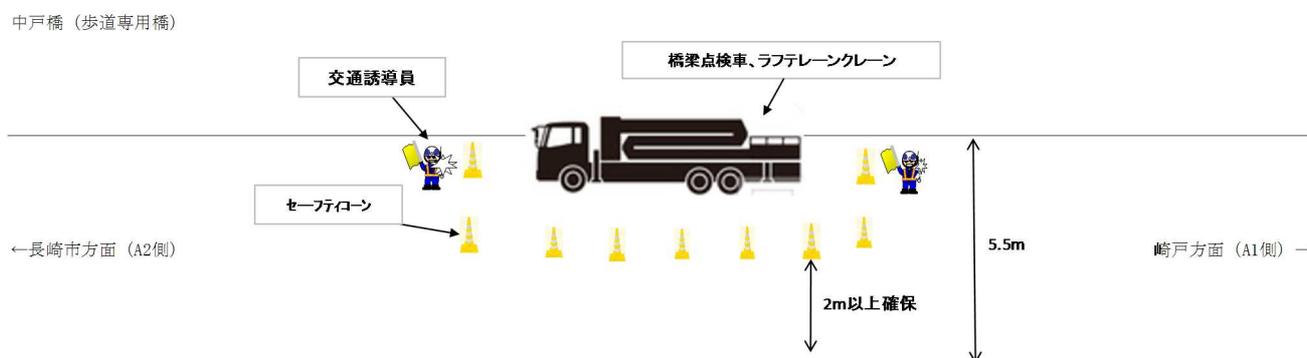
- ① 現地には、2 つの橋梁がある。長崎市内側 (A2) から崎戸方面 (A1) を望み左側の橋梁が対象橋梁の中戸橋である。当該現場実証試験で使用する中戸橋は、現在、車両通行止めとなっており、原動機付の乗り物も含め車両は進入できないように柵 (ガードパイプ) が設けられている。ただし、歩行者用の歩道となっていることから、起点側と終点側に 2 名以上の交通誘導員を設ける。歩行者が通る際は、交通誘導員が起点から終点までの区間を誘導する。一方の車両を通しての橋梁について、当該関係者は、試験器具類の設置や見学目的による使用の一切を禁止する。
- ② 現場内では、保安帽 (ヘルメット) の着用を義務付ける。
- ③ 天気予報等により悪天候が予測された場合は、現場実証試験を中止する。
- ④ 使用機械・器具等の保守点検を始業前に実施する。
- ⑤ 現場内は、整理整頓し、安全には万全を期す。
- ⑥ 機械器具設置・撤去時、橋梁点検車等、進入時には、誘導員による合図を徹底し、事故防止に努める。

### 6.4 関係機関への届出

当該橋梁は歩道として使用されているため、作業、祭礼行事を行う場合や機械類等を設置する場合は、警察署長の許可が必要となる。従って、事前に、西海警察署への道路使用許可申請手続きを行う。また、道路管理者とは、連携して事業を行っていることから、中戸橋の使用許可を得ているが、一方の、海域管理者には占有許可が必要となる。従って、事前に占有許可申請手続きを行う。【許可証は付録 2・3 参照】

## 6.5 交通管理計画

- ① 現場のすぐ傍には学校がある。当該現場実証試験期間中は、学校の春休み期間と重なることから、学生（歩行者）の登下校による交通への影響は少ない。ただし、部活動や教職員が登下校する時間帯を避けて、現場への車両運行は原則、9：00～16：00の間とする。
- ② 関係車両は、A2側(長崎市方面)からの進入とし、A1側(崎戸町方面)からの進入は禁止する。
- ③ 道路を汚損しないよう十分に配慮するとともに、万一汚損した場合は管理者である長崎県土木部道路維持課へ報告し、速やかに処置を講じる。
- ④ 橋梁点検車等の車両を使用する時は下図のように安全管理する。



橋梁点検車を使用する際の交通整理のイメージ図



試験実施中のイメージ写真

※ラフテレーンクレーンを使用した作業についても同様の方法で安全管理する。

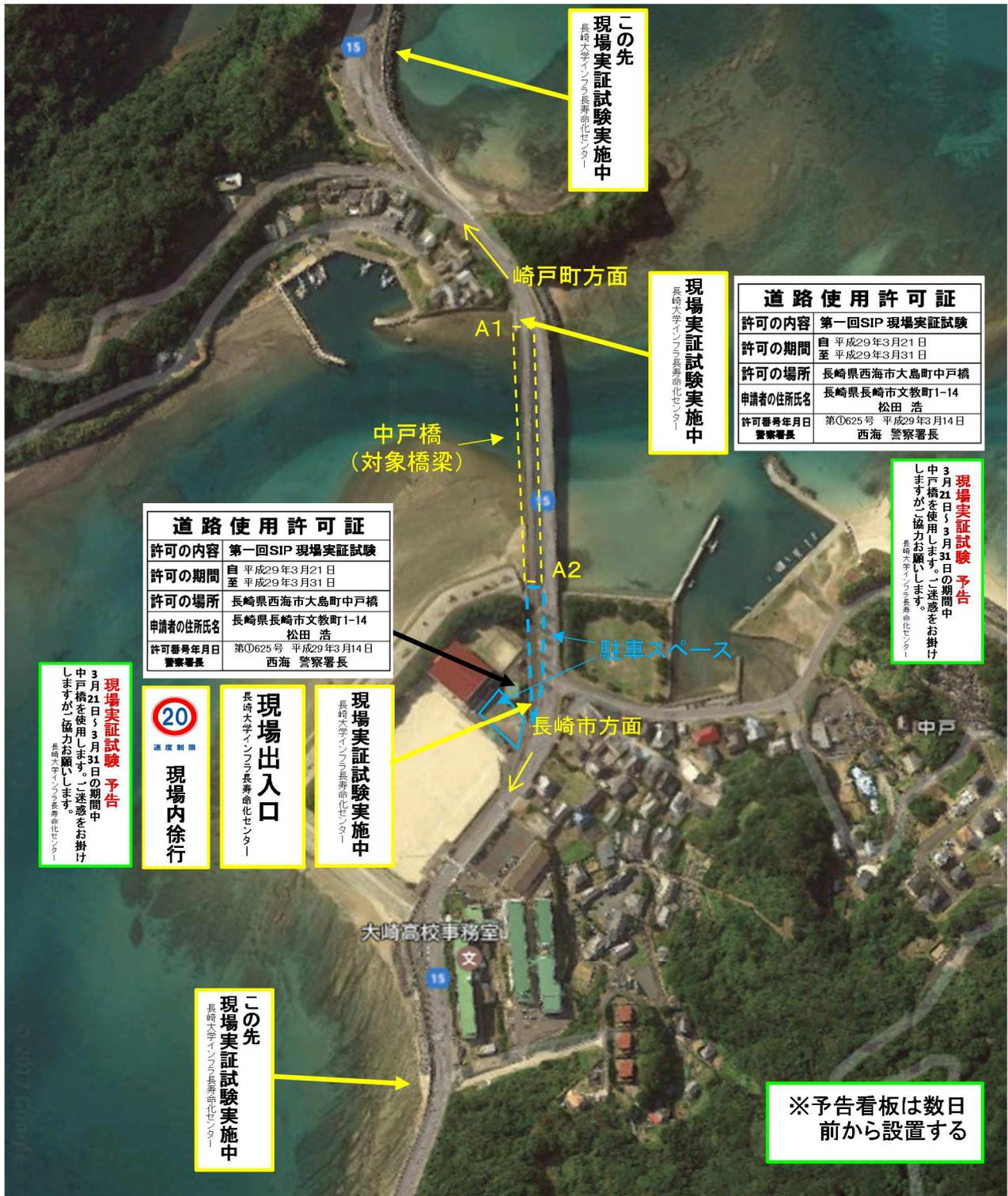
## 6.6 準備する安全用品・警備員等

交通規制及び安全対策に必要となる安全用品、警備員等を下表に示す。

No.	名称	規格	単位	数量	摘要
1	看板(中)	「現場実証試験 予告」	枚	2	購入
2	看板(小)	「この先 現場実証試験実施中」	枚	2	購入
3	看板(小)	「現場実証試験実施中」	枚	2	購入
4	看板(小)	「20km 現場内徐行」	枚	1	購入
5	看板(小)	「現場出入口」	枚	1	購入
6	許可証	ラミネート A3 サイズ	枚	2	使用・占用
7	テント	カバー付き、折りたたみ式	張	1	リース(現場渡し)
8	椅子	折りたたみ式	脚	10	リース(現場渡し)
9	長机	折りたたみ式	台	2	リース(現場渡し)
10	吸殻入れ	スタンド式	脚	1	リース(現場渡し)
11	橋梁点検車	NERC	台	1	リース(現場渡し)
12	ラフテレーンクレーン	25t	台	1	リース(現場渡し)
13	移動トイレ	軽トラ付	台	1	公園トイレの使用許可がない場合、リース(現場渡し)
14	マイクロバス	26人乗り	台	1	運転手付きチャーター
15	警備員(誘導員)	2人×3日=6人・日	人	6	警備会社契約
16	拡声器		台	1	リース(現場渡し)
17	ヘルメット		個	30	センター在庫有
18	公用車	ノア	台	1	3日間使用
19	ホワイトボード	スタンドタイプ	枚	1	購入
20	消火器		個	2	リース(現場渡し)
21	カラーコーン		本	20	リース(現場渡し)

## 6.7 看板・掲示物配置計画

看板及び掲示物は、一般車両及び歩行者の通行に支障のない場所を選定し、かつ現場関係者及び第三者が見やすい所に配置する。また、安全を第一に考え、第三者への注意喚起のために徐行規制看板等、試験実施中であることを明示する。道路使用許可証も公道等、公衆から視認できる所に掲示する。



## 7 環境対策

当該現場実証試験に伴って予想される公害の影響要因に応じた対策を図ることで現場周辺への生活環境の保全に努める。

### 7.1 学校・近隣住民に対して

- ① 事前に、試験の概要・全体計画・工程表を示して、学校や近隣住民への理解と協力をお願いし、トラブル等が起こらないように努める。具体的には、学校や自治会長（又は区長）へ現場実証試験実施のチラシを配布し、事前のお知らせをする。加えて、数日前から予告看板を設置する。

【チラシ（お知らせ）は付録4参照】

- ② 作業時間は原則、9：00～16：00 とする。交通規制（準備・片付含む）は、8：00～17：00 とする。

### 7.2 自然環境に対して

- ① 現場で発生した一般のゴミについてはすべて持ち帰り、長崎大学で処理する。
- ② 喫煙場所を指定し、吸殻入れと消火器を設置する。また、現場内での火気使用禁止の徹底を図る。

### 7.3 水質汚濁対策

- ① 作業に伴う各種油脂類の取扱いについては、保管方法及び海への流れ込みに十分注意し作業を行う。
- ② 発電機使用の際は燃料タンクの漏れ防止のために、設置は水平な場所に設置する。給油が必要な場合は機械を停止し、火気の無い所で行う。

### 7.4 騒音・振動対策

- ① 公害対策基本法、騒音規制法及び振動規制法について十分理解しておく。
- ② 作業待ち時間には、機械等のエンジンを出来る限り停止する等、騒音・振動・二酸化炭素の排出を抑制する。
- ③ 騒音規制法の規制の対象となる機械を用いる場合は、特定建設作業区域に指定されているか否かを関係機関（西海市）に確認する。指定区域であれば、現場実証試験の開始7日前までに届出し、許可を得る。

### 7.5 その他、衛生環境等

現場のすぐ傍には、公園がありトイレが設けられている。事前に、公園管理者（西海市）に使用許可を得る。許可を得ることができなかった場合は、レトル・リース会社からレトルし、仮設トイレを設置する。

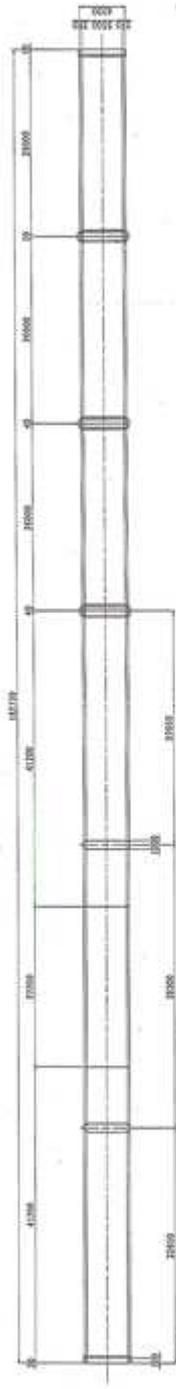
## 付録 1 中戸橋の設計図面

# 中戸橋 全体一般図

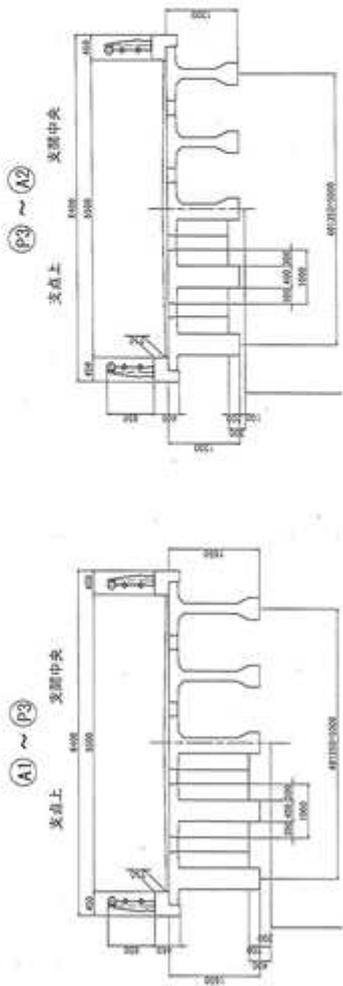
側面図 S=1:300



平面図 S=1:300



横断面図 S=1:40



2/35

存在

変更

番 号	2-1 橋梁設計 第1-3号
工 事 名	一般国道4号大島市街地改良事業 建設工事(大島市街地改良)
作 業 区 間	西新街 大島街
図 面 種 別	中央橋 支間一般図
種 別	標準
図 面 番 号	標準
長崎県橋北線第四号	



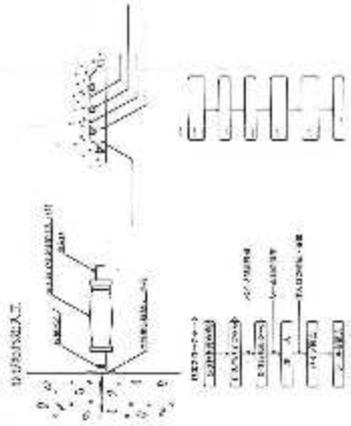
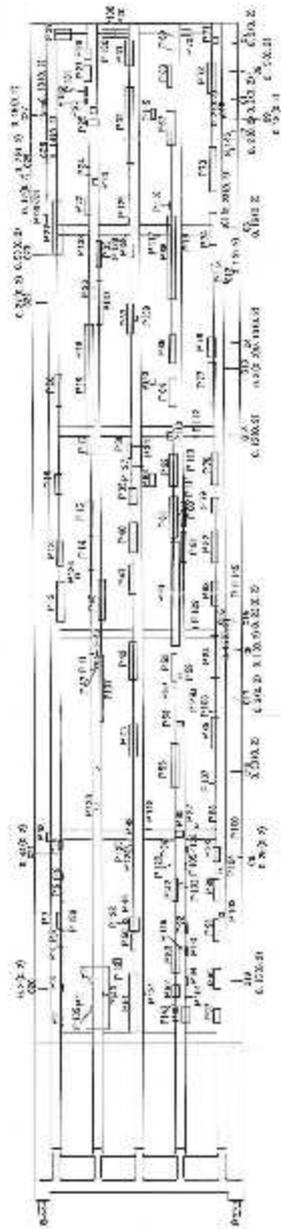








中戸橋 補修図 (その3)  
桁下 (P2-P3)



材料表

品名	単位	数量	規格
鉄筋	kg	1000	SD35
鋼材	kg	2000	SS41
コンクリート	m <sup>3</sup>	10	強度25

桁下	部材	長さ	断面積	重量	材料	規格	数量	単位	重量
P2-P3	上弦	10000	10000	10000	鉄筋	SD35	1000	kg	10000
	下弦	10000	10000	10000	鉄筋	SD35	1000	kg	10000
	腹筋	10000	10000	10000	鉄筋	SD35	1000	kg	10000
	縦筋	10000	10000	10000	鉄筋	SD35	1000	kg	10000
	横筋	10000	10000	10000	鉄筋	SD35	1000	kg	10000
	斜筋	10000	10000	10000	鉄筋	SD35	1000	kg	10000
	鋼材	10000	10000	10000	鋼材	SS41	2000	kg	20000
	コンクリート	10000	10000	10000	コンクリート	強度25	10	m <sup>3</sup>	10000
	その他	10000	10000	10000	その他				
	合計								

変更  
更正

35

設計者	監理者	製図者
承認者	検査者	材料者
作成日	承認日	製図日







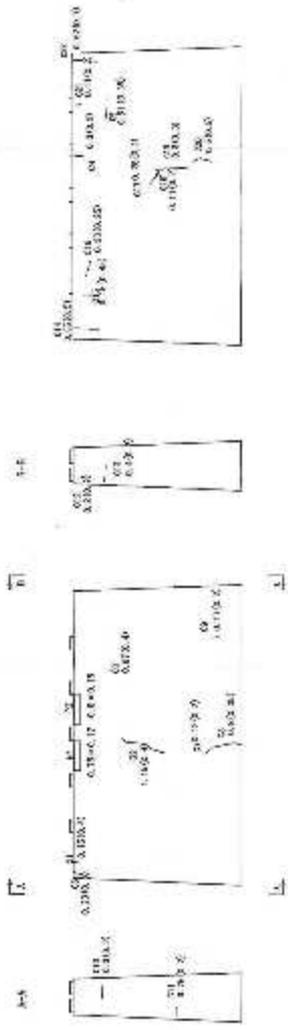
中戸橋 軸透図 (その8) 1:50

P1標図

記点側

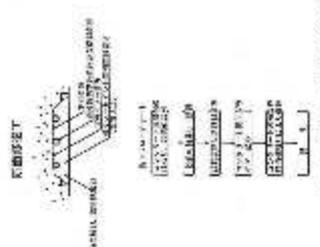
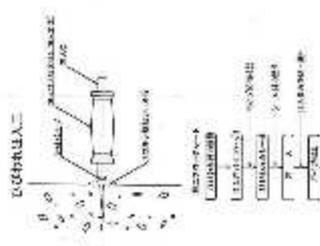
終点側

図面番号	1-35
図名	中戸橋 軸透図 (その8)
縮尺	1:50



配筋表

部材	長さ	筋径	本数	総長
1	1.50	φ10	2	3.00
2	1.50	φ10	2	3.00
3	1.50	φ10	2	3.00
4	1.50	φ10	2	3.00
5	1.50	φ10	2	3.00
6	1.50	φ10	2	3.00
7	1.50	φ10	2	3.00
8	1.50	φ10	2	3.00
9	1.50	φ10	2	3.00
10	1.50	φ10	2	3.00
11	1.50	φ10	2	3.00
12	1.50	φ10	2	3.00
13	1.50	φ10	2	3.00
14	1.50	φ10	2	3.00
15	1.50	φ10	2	3.00
16	1.50	φ10	2	3.00
17	1.50	φ10	2	3.00
18	1.50	φ10	2	3.00
19	1.50	φ10	2	3.00
20	1.50	φ10	2	3.00
21	1.50	φ10	2	3.00
22	1.50	φ10	2	3.00
23	1.50	φ10	2	3.00
24	1.50	φ10	2	3.00
25	1.50	φ10	2	3.00
26	1.50	φ10	2	3.00
27	1.50	φ10	2	3.00
28	1.50	φ10	2	3.00
29	1.50	φ10	2	3.00
30	1.50	φ10	2	3.00
31	1.50	φ10	2	3.00
32	1.50	φ10	2	3.00
33	1.50	φ10	2	3.00
34	1.50	φ10	2	3.00
35	1.50	φ10	2	3.00
36	1.50	φ10	2	3.00
37	1.50	φ10	2	3.00
38	1.50	φ10	2	3.00
39	1.50	φ10	2	3.00
40	1.50	φ10	2	3.00
41	1.50	φ10	2	3.00
42	1.50	φ10	2	3.00
43	1.50	φ10	2	3.00
44	1.50	φ10	2	3.00
45	1.50	φ10	2	3.00
46	1.50	φ10	2	3.00
47	1.50	φ10	2	3.00
48	1.50	φ10	2	3.00
49	1.50	φ10	2	3.00
50	1.50	φ10	2	3.00
51	1.50	φ10	2	3.00
52	1.50	φ10	2	3.00
53	1.50	φ10	2	3.00
54	1.50	φ10	2	3.00
55	1.50	φ10	2	3.00
56	1.50	φ10	2	3.00
57	1.50	φ10	2	3.00
58	1.50	φ10	2	3.00
59	1.50	φ10	2	3.00
60	1.50	φ10	2	3.00
61	1.50	φ10	2	3.00
62	1.50	φ10	2	3.00
63	1.50	φ10	2	3.00
64	1.50	φ10	2	3.00
65	1.50	φ10	2	3.00
66	1.50	φ10	2	3.00
67	1.50	φ10	2	3.00
68	1.50	φ10	2	3.00
69	1.50	φ10	2	3.00
70	1.50	φ10	2	3.00
71	1.50	φ10	2	3.00
72	1.50	φ10	2	3.00
73	1.50	φ10	2	3.00
74	1.50	φ10	2	3.00
75	1.50	φ10	2	3.00
76	1.50	φ10	2	3.00
77	1.50	φ10	2	3.00
78	1.50	φ10	2	3.00
79	1.50	φ10	2	3.00
80	1.50	φ10	2	3.00
81	1.50	φ10	2	3.00
82	1.50	φ10	2	3.00
83	1.50	φ10	2	3.00
84	1.50	φ10	2	3.00
85	1.50	φ10	2	3.00
86	1.50	φ10	2	3.00
87	1.50	φ10	2	3.00
88	1.50	φ10	2	3.00
89	1.50	φ10	2	3.00
90	1.50	φ10	2	3.00
91	1.50	φ10	2	3.00
92	1.50	φ10	2	3.00
93	1.50	φ10	2	3.00
94	1.50	φ10	2	3.00
95	1.50	φ10	2	3.00
96	1.50	φ10	2	3.00
97	1.50	φ10	2	3.00
98	1.50	φ10	2	3.00
99	1.50	φ10	2	3.00
100	1.50	φ10	2	3.00



1. 本図は、橋脚の基礎部分の配筋を示すものである。配筋は、コンクリートの強度と橋脚の安定性を確保するために必要である。

2. 配筋は、設計条件に基づき、適切な径と本数で実施される。配筋の位置は、設計図面に示す通りである。

3. 配筋の施工は、設計条件に基づき、適切な方法で行われる。配筋の位置は、設計図面に示す通りである。

4. 配筋の施工は、設計条件に基づき、適切な方法で行われる。配筋の位置は、設計図面に示す通りである。

1. 本図は、橋脚の基礎部分の配筋を示すものである。配筋は、コンクリートの強度と橋脚の安定性を確保するために必要である。

2. 配筋は、設計条件に基づき、適切な径と本数で実施される。配筋の位置は、設計図面に示す通りである。

3. 配筋の施工は、設計条件に基づき、適切な方法で行われる。配筋の位置は、設計図面に示す通りである。

4. 配筋の施工は、設計条件に基づき、適切な方法で行われる。配筋の位置は、設計図面に示す通りである。

12-35

変更 更正

図面番号	1-35
図名	中戸橋 軸透図 (その8)
縮尺	1:50
設計者	〇〇〇
校核者	〇〇〇
承認者	〇〇〇
作成日	〇〇/〇〇/〇〇
更新日	〇〇/〇〇/〇〇

1. 本図は、橋脚の基礎部分の配筋を示すものである。配筋は、コンクリートの強度と橋脚の安定性を確保するために必要である。

2. 配筋は、設計条件に基づき、適切な径と本数で実施される。配筋の位置は、設計図面に示す通りである。

3. 配筋の施工は、設計条件に基づき、適切な方法で行われる。配筋の位置は、設計図面に示す通りである。

4. 配筋の施工は、設計条件に基づき、適切な方法で行われる。配筋の位置は、設計図面に示す通りである。

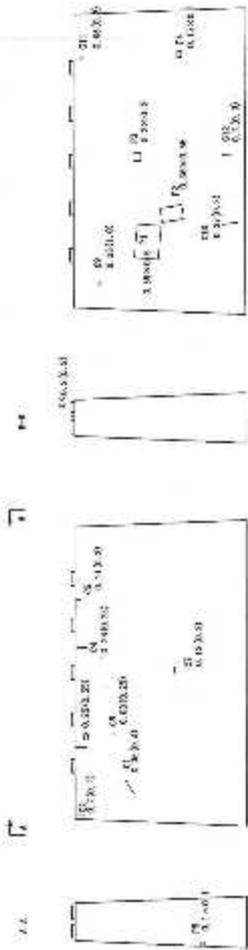
中戸式 補修図 (その9) 1:50

図名	中戸式 補修図 (その9)
図番	13/35
縮尺	1:50

P2棟図

起点側

終点側



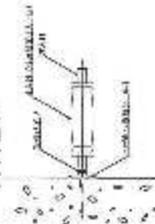
釘留め工事

品名	単位	数量
釘	kg	0.5
ビス	kg	0.5
その他	kg	0.5
合計	kg	1.5

釘留め工事

品名	単位	数量
釘	kg	0.5
ビス	kg	0.5
その他	kg	0.5
合計	kg	1.5

釘留め工事



品名	単位	数量
釘	kg	0.5
ビス	kg	0.5
その他	kg	0.5
合計	kg	1.5

釘留め工事  
1. 釘留め工事の範囲は、図面に示す通りとする。  
2. 釘留め工事の範囲は、図面に示す通りとする。  
3. 釘留め工事の範囲は、図面に示す通りとする。

釘留め工事



品名	単位	数量
釘	kg	0.5
ビス	kg	0.5
その他	kg	0.5
合計	kg	1.5

釘留め工事  
1. 釘留め工事の範囲は、図面に示す通りとする。  
2. 釘留め工事の範囲は、図面に示す通りとする。  
3. 釘留め工事の範囲は、図面に示す通りとする。

13/35

変更 更正

図名	中戸式 補修図 (その9)
図番	13/35
縮尺	1:50
作成者	〇〇〇
承認者	〇〇〇
作成日	〇〇/〇〇/〇〇
承認日	〇〇/〇〇/〇〇



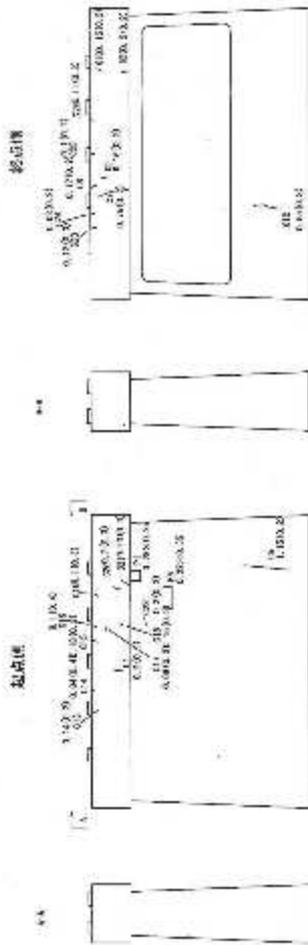


中戸構 補修図 (その1.2) 1:50

凡 例

○	新設
□	撤去
△	変更

90°

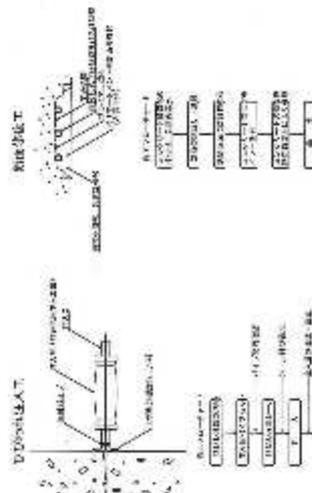


材料表

品名	単位	数量	備注
鉄骨	kg	100	
鉄骨	kg	50	
鉄骨	kg	20	
鉄骨	kg	10	
鉄骨	kg	5	
鉄骨	kg	2	
鉄骨	kg	1	
鉄骨	kg	0.5	
鉄骨	kg	0.2	
鉄骨	kg	0.1	

材料表

品名	単位	数量	備注
鉄骨	kg	100	
鉄骨	kg	50	
鉄骨	kg	20	
鉄骨	kg	10	
鉄骨	kg	5	
鉄骨	kg	2	
鉄骨	kg	1	
鉄骨	kg	0.5	
鉄骨	kg	0.2	
鉄骨	kg	0.1	



1. 本図は、中戸構の補修工事の施工図を示す。2. 本図は、中戸構の補修工事の施工図を示す。3. 本図は、中戸構の補修工事の施工図を示す。4. 本図は、中戸構の補修工事の施工図を示す。5. 本図は、中戸構の補修工事の施工図を示す。6. 本図は、中戸構の補修工事の施工図を示す。7. 本図は、中戸構の補修工事の施工図を示す。8. 本図は、中戸構の補修工事の施工図を示す。9. 本図は、中戸構の補修工事の施工図を示す。10. 本図は、中戸構の補修工事の施工図を示す。

1/5

更正

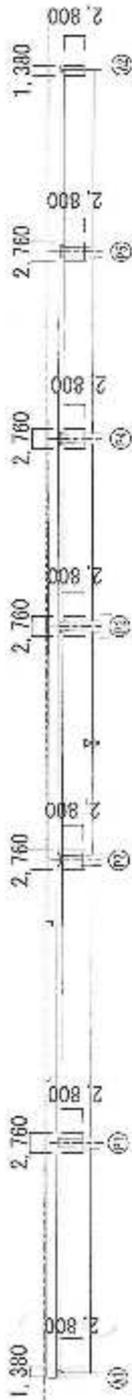
1	1000mm
2	1000mm
3	1000mm
4	1000mm
5	1000mm
6	1000mm
7	1000mm
8	1000mm
9	1000mm
10	1000mm



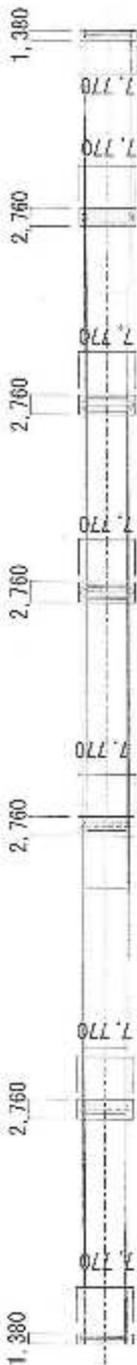


中戶溝 足場梁設図

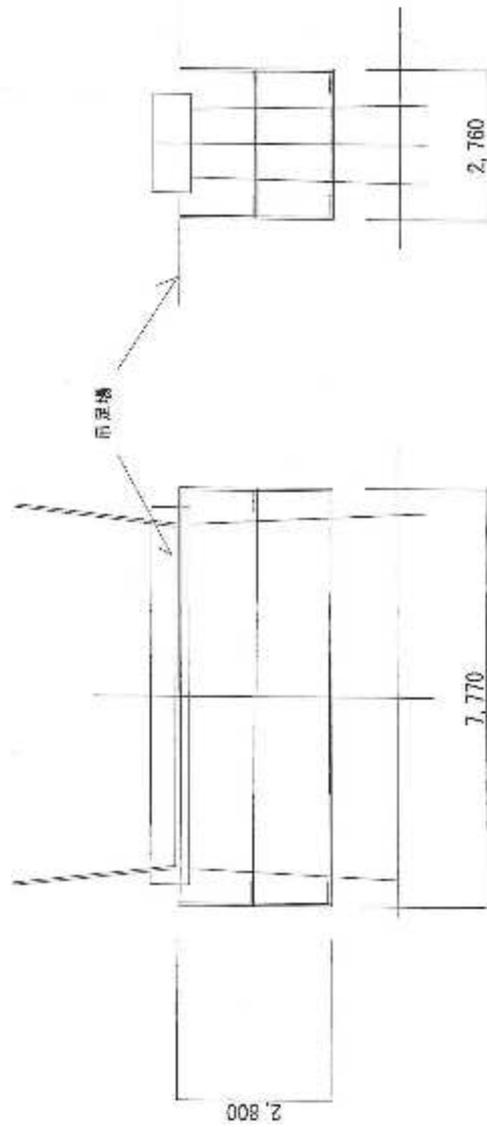
立面図 S-1:300



平面図 S-1:300



横断面図 S-1:40



19/35

図名	中戸溝足場梁設図
図番	S-1
縮尺	1/300
設計	佐藤 隆夫
校核	佐藤 隆夫
承認	佐藤 隆夫
作成	佐藤 隆夫
日付	19/35
枚数	1/1

中戸橋 瓦構架設図

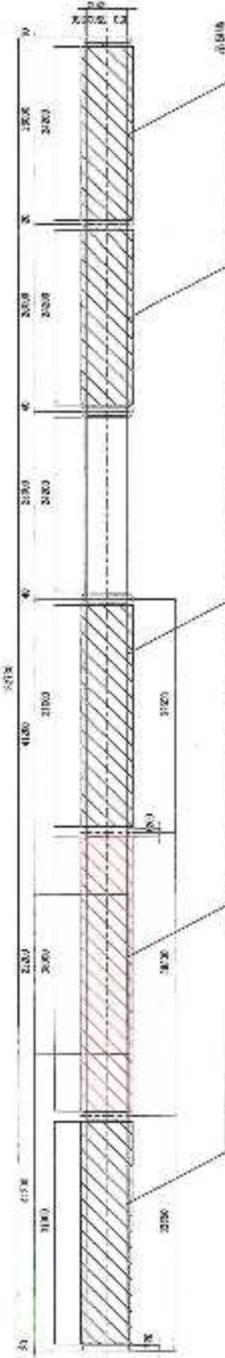
側面図

1-12 1-12  
88.0 x 1.4-243.2m

S=1:300

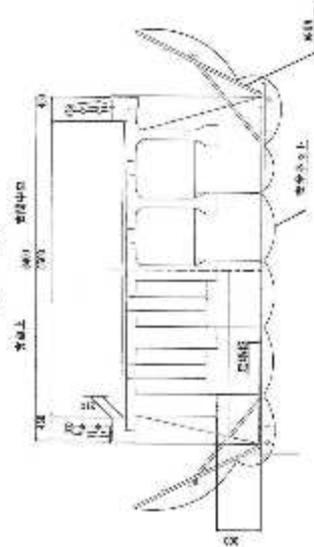


寸法図 S=1:300

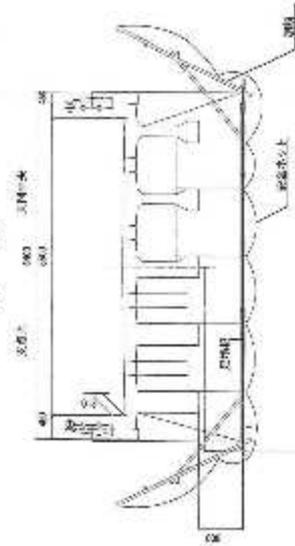


横断面図 S=1:40

(A) ~ (B)



(C) ~ (D)



設計者	21世紀建築設計
施工者	1991年12月13日
監理者	1991年12月13日
承認者	1991年12月13日
備考	
図名	
図番	
縮尺	
製図者	
承認者	
製図日	

付録2 道路使用許可申請書

別記様式第六(第十条関係)

道路使用許可申請書			
西海 警察署長 殿		平成29年 3月 30日	
住所 長崎県長崎市文教町1-14		印	
申請者 長崎大学大学院工学研究科インフラ長寿命化センター長 松田 浩		印	
TEL095-819-2880		FAX095-819-2879	
道路使用の目的	第一回 SIP現場実証試験		
場所又は区間	長崎県西海市大島町(西海市立 大崎中学校付近) 県道15号		
期 間	平成 29年 3月 21日 から 平成29年 3月 31日まで 作業時間については毎日 9時00分から 16時00分まで		
方法又は形態	昼間交通整理員による誘導(9:00~16:00)		
添付書類	実施内容・位置図・工程・交通管理計画・その他資料		
現場	住所	長崎県長崎市文教町1-14	
責任者	氏 名	松田 浩	電 話 (センター)095-819-2880 (携帯)090-4996-0565
第①625号			
道 路 使 用 許 可 証			
上記のとおり許可する。ただし、次の条件に従うこと。			
条件	別紙のとおり		
平成 29 年 3 月 14 日			
西海 警 察 署 長 印			

備考

- 1 申請者が法人であるときは、申請者の欄には、その名称、主たる事務所の所在地及び代表者の氏名を記載すること。
- 2 申請者は、氏名を記載し及び押印することに代えて、署名することができる。
- 3 方法又は形態の欄には、工事又は作業の方法、使用面積、行事等の参加人員、通行の形態又は方法等使用について必要な事項を記載すること。
- 4 添付書類の欄には、道路使用の場所、方法等を明らかにした図面その他必要な書類を添付した場合に、その書類名を記載すること。
- 5 用紙の大きさは、日本工業規格A列4番とする。

付録3 海域（公有水面）占用申請書

長崎県指令28 県北振建大第820号

許 可 書

申請人 住所 長崎県長崎市文教町1-14  
氏名 長崎大学  
松田 浩

平成29年3月3日付けで申請のあった公有水面の占用については、長崎県海域管理条例（平成16年長崎県条例第50号）第3条の規定に基づき下記条件を附して許可する。

平成29年 3月 6日

海域管理者

県北振興局長 松尾 英紀



記

1. 占用の場所 西海市大島町3468番地先（申請書添付位置図のとおり）
2. 占用の目的 橋の耐荷力試験
3. 占用の数量 4㎡
4. 占用期間 平成29年3月26日～平成29年3月29日
5. 占用料 100円

## 付録4 近隣住民へのお知らせ

平成 29 年 3 月 3 日

近隣住民の皆様へ

### 現場実証試験に伴う交通規制のお知らせ

長崎大学大学院工学研究科インフラ長寿命化センター  
センター長 松田 浩

拝啓 時下ますますご清祥のこととお喜び申し上げます。

この度、当センターにおきましては、中戸橋（歩道専用部）を対象として、下記の通り現場実証試験を行うこととなりました。

つきましては、試験実施中に、橋梁点検車や試験器具・機械類等を使用しますので、その間、通行規制させていただきます。また、安全管理上、交通誘導員を2名以上配置しますが、大学関係者や見学者等、多くの方の来場が予想されますので、通行の際は、十分にご注意ください。

試験実施期間中、近隣の皆様方には何かとご迷惑をおかけすることと存じますが、何卒ご理解とご協力を賜りますようお願い申し上げます。

敬具

#### 記

1. 場 所：中戸橋（県道 15 号）、長崎県西海市大島町 3527（大崎中学校付近）  
※詳細な試験実施場所（橋梁規制区間）は、別添位置図参照。
2. 日 時：1 日目：平成 29 年 3 月 27 日 月曜日 10:00～16:00  
2 日目：平成 29 年 3 月 28 日 火曜日 10:00～16:00  
3 日目：平成 29 年 3 月 29 日 水曜日 10:00～16:00  
※27 日に、見学者等、多くの方の来場が予想されます。
3. 試験内容：橋の点検・診断に関する先端技術の実証試験です。
4. 交通規制：資機材搬入出時や関係車両の通行の際は、速度規制を必ず守るように指導徹底します。また、看板を設け注意喚起する等の処置や必要に応じてカラーコーン等で歩行者と試験機械、車両との分離措置を行います。ただし、中戸橋を渡る歩行者の方は、その都度、対応しますので、配置されている警備員の誘導に従ってください。
5. 実施者：国立大学法人長崎大学大学院工学研究科インフラ長寿命化センター  
責任者：松田浩 TEL：095(819)2880 FAX：095(819)2879  
E-mail: ilemjimu@ml.nagasaki-u.ac.jp  
住所：〒852-8521 長崎県長崎市文教町 1-14
6. 管理者：長崎県土木部道路維持課 担当者：田中和幸 TEL：095-824-1111

以上

## 付録5 見学者、関係者へのご案内

平成29年3月3日

公共土木施設の維持管理に携わる皆様へ

### 現場見学会開催のご案内 ～インフラ維持管理における点検・診断技術の現場実証試験～

長崎大学大学院工学研究科インフラ長寿命化センター  
センター長 松田 浩

拝啓 時下ますますご清祥のこととお喜び申し上げます。

この度、当センターにおきましては、戦略的イノベーション創造プログラム（SIP）事業の一環として、現地における先端的点検・診断技術の検証を行います。公共土木施設管理者や実務者への見学会開催を通して、実装に向けた課題の抽出や意見交換を実施することを目的とします。

つきましては、長崎県の中戸橋を対象として、下記の通り現場実証試験を行いますので、是非ご参加くださいますようお願い申し上げます。

敬具

#### 記

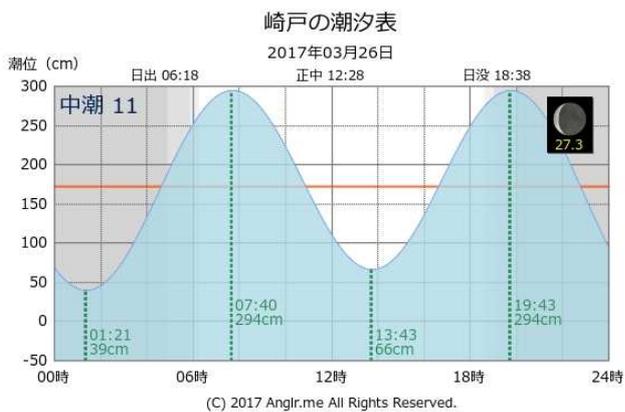
1. 場 所：中戸橋（県道15号）、長崎県西海市大島町3527（大崎中学校付近）  
※詳細な試験実施場所（橋梁規制区間）は、別添位置図参照。
2. 日 時：平成29年3月27日（月） 10:00～16:00（現地集合とします。）
3. 試 験 内 容：PC橋の点検・診断に関する先端技術の実証試験です。
4. 定 員：30名（参加費なし。先着順とさせていただきます。）
5. 実 施 者：国立大学法人長崎大学大学院工学研究科インフラ長寿命化センター  
責任者：松田浩
6. お申込方法：参加ご希望の方は、3月15日（水）までにメールにて、インフラ長寿命化センターSIP事務局宛（[p-yama@nagasaki-u.ac.jp](mailto:p-yama@nagasaki-u.ac.jp)）にお申込みください。電話でのお申込みの場合は、問い合わせ先の番号にご連絡ください。
7. 申込締切日：平成29年3月15日（水）（定員30名の先着順。参加費は不要です。）
8. 問い合わせ先：長崎大学大学院工学研究科インフラ長寿命化センター SIP事務局  
TEL：095(819)2880 FAX：095(819)2879  
E-mail：[p-yama@nagasaki-u.ac.jp](mailto:p-yama@nagasaki-u.ac.jp) 担当者：大野

以上

## 付録6 潮位（干潮時間と満潮時間）

長崎県 西海市 崎戸

26日

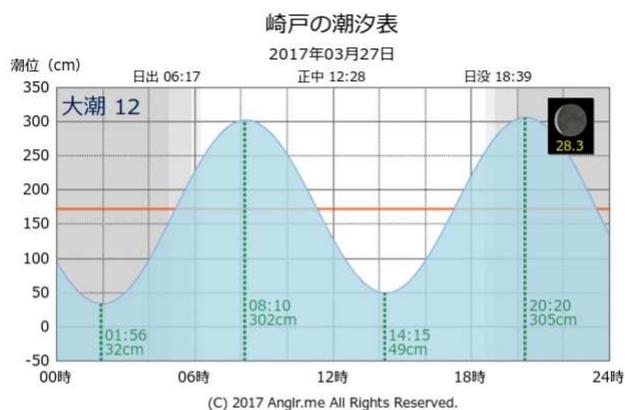


### 潮情報

#### 中潮

潮時	01:21	07:40	13:43	19:43
潮位	39cm	294cm	66cm	294cm

27日

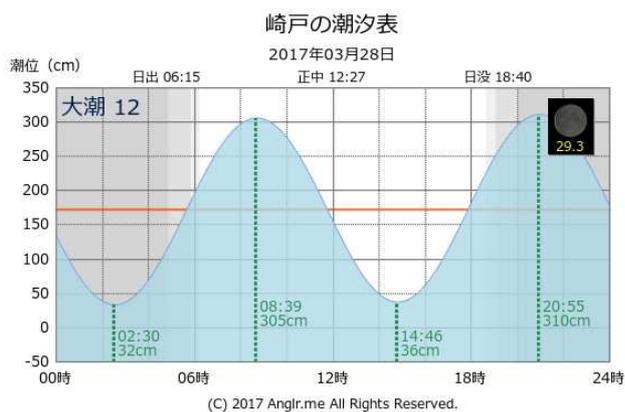


### 潮情報

#### 大潮

潮時	01:56	08:10	14:15	20:20
潮位	32cm	302cm	49cm	305cm

28日



### 潮情報

#### 大潮

潮時	02:30	08:39	14:46	20:55
潮位	32cm	305cm	36cm	310cm