技術番号	BR020001

技術名	全磁束法によるケーブル非破壊検査	開発者名	東京製綱株式会社

試験日	平成18年　6　月　　日	天候	晴	気温	ー　　℃	風速	ー　　m/s
試験場所	東京製鋼株式会社 土浦工場、各実橋						

カタログ分類	非破壊検査技術　　カタログ	検出項目	断面積 （腐食・断線）	試験区分	－

試験で確認する カタログ項目	計測レンジ

対象構造物の概要

・鋼製ロープ各種において本技術にて計測する。
吊橋：メインケーブル・ハンガーケーブル
斜張橋・エクストラドーズド橋等：斜材ケーブル・外ケーブル

写真-1　斜張橋

写真-2　吊橋

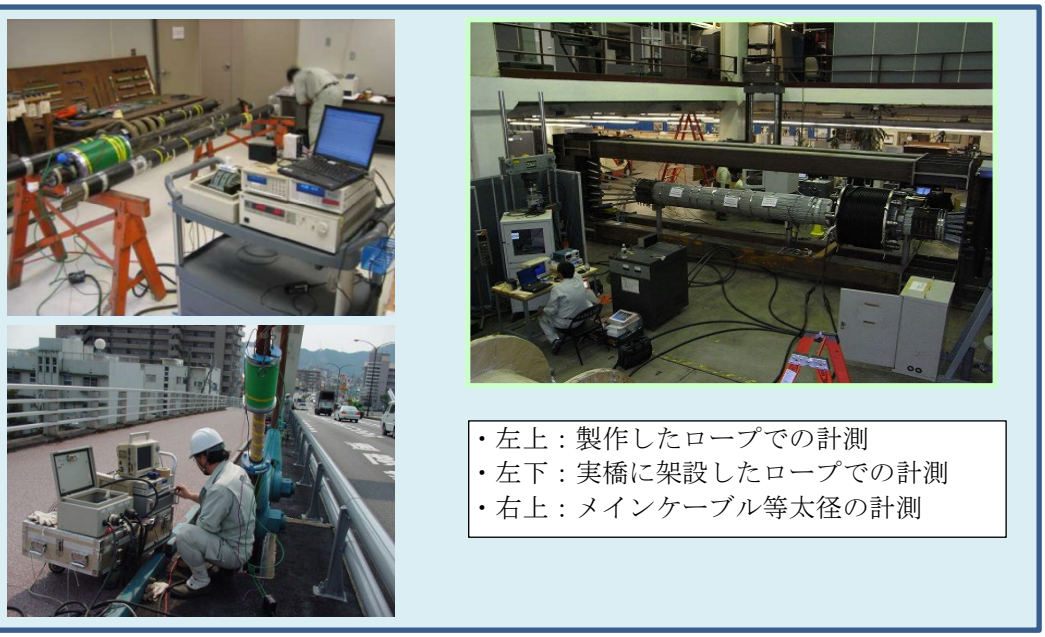
写真-3　エクストラドーズド橋

写真-4　外ケーブル

試験方法（手順）	技術番号	BR020001
①	対象を飽和領域まで磁化させ、ケーブルの計測を行う。※ケーブルは正常時（断面積変化0%）の計測	
②	各種（構成、径、断面積等）について①を繰り返す。	
③	計測値（磁束）と断面積の関係についてまとめる。	
④		
⑤		

開発者による計測機器の設置状況

・サンプル作製や実橋で計測をデータを作積する。



・左上：製作したロープでの計測
・左下：実橋に架設したロープでの計測
・右上：メインケーブル等太径の計測

図-1 各種計測状況

1. 計測結果

・磁束と断面積の関係について図2、3に示すとおり幅広いレンジで比例関係にある。

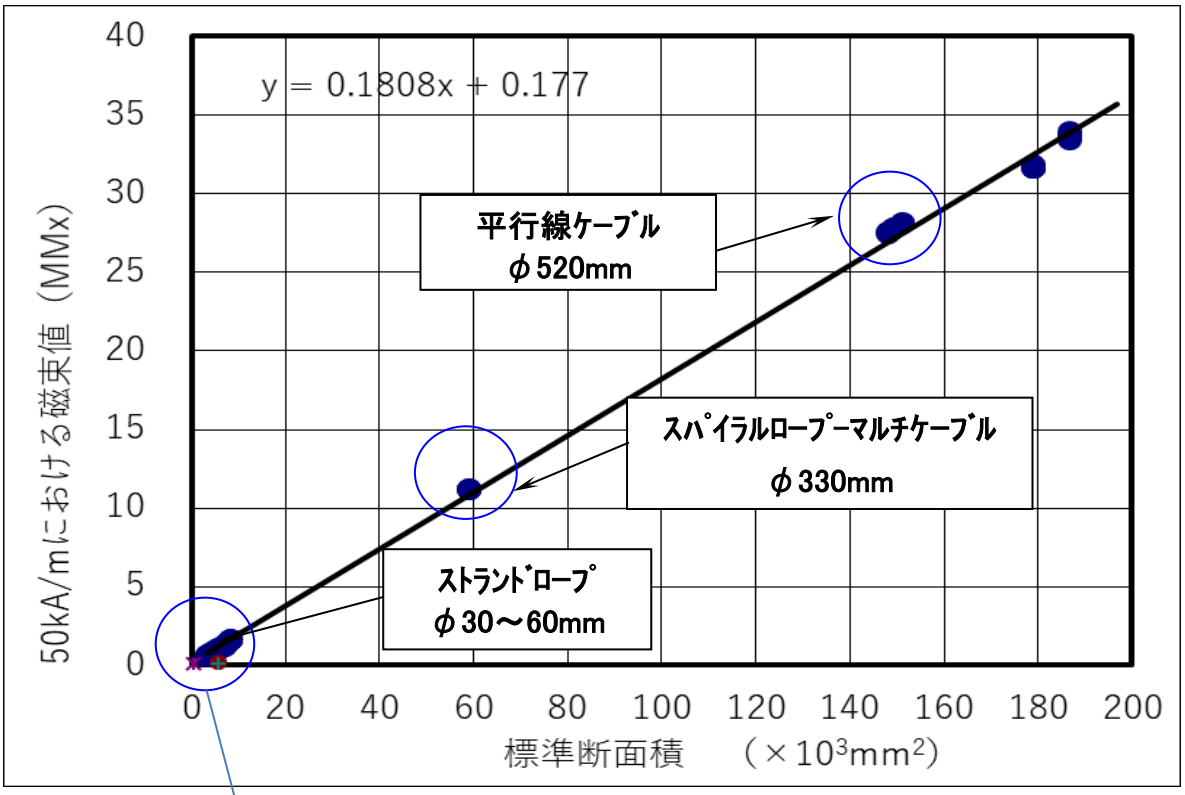


図-2 磁束-断面積関係

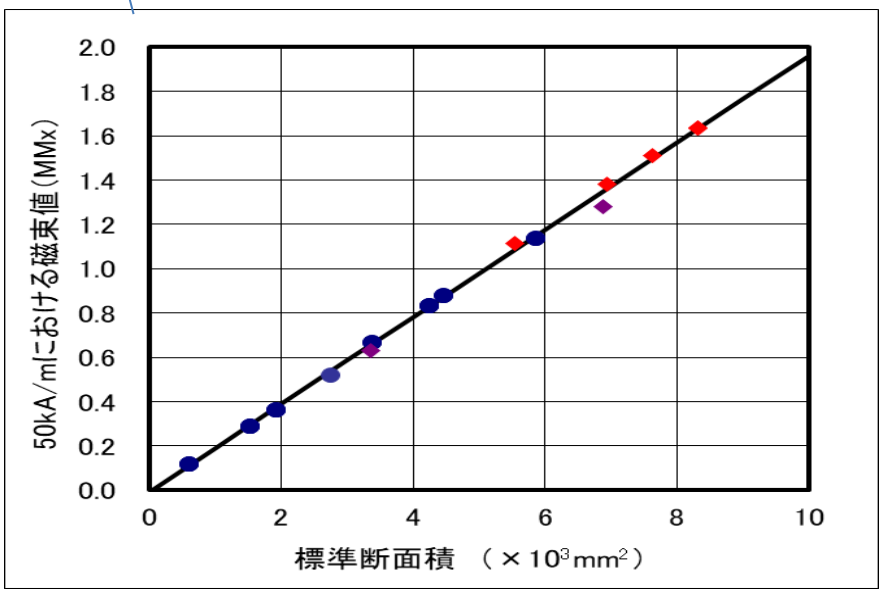


図-3 磁束-断面積関係(30～60mm)

技術番号	BR020001

技術名	全磁束法によるケーブル非破壊検査	開発者名	東京製綱株式会社

試験日	平成30年　6　月　27　日	天候	晴	気温	ー　℃	風速	ー　m/s
試験場所	徳島県　橋梁						

カタログ分類	非破壊検査技術　　カタログ	検出項目	断面積 （腐食・断線）	試験区分	－

試験で確認する カタログ項目	S/N比

対象構造物の概要

・検証はCFRCロープ　φ60一般部一部にダミーワイヤを取付け、計測する。永久磁石式とソレノイド式の両方式で計測しそれぞれのS/N比を確認する。

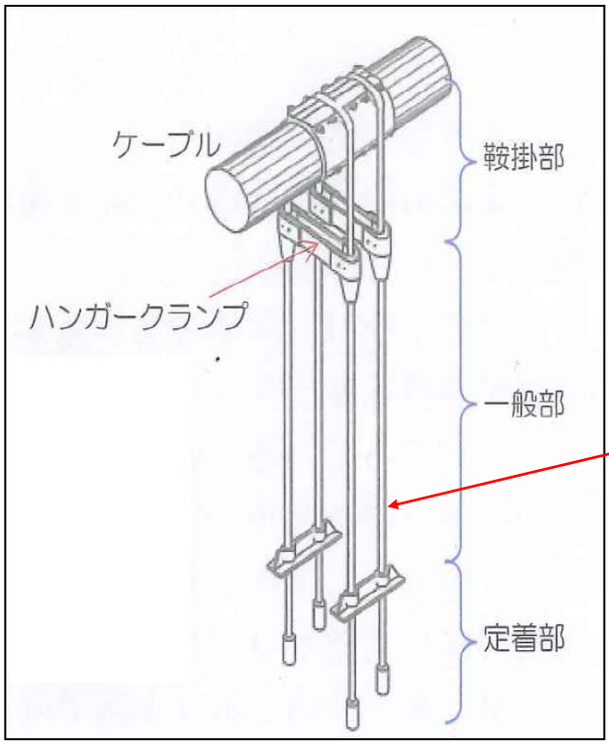


図-1　ハンガーロープイメージ図

写真-1　ダミーワイヤ取付

試験方法（手順）	技術番号	BR020001
①	ハンガーロープにダミーワイヤを取付ける。	
②	永久磁石式全磁束法で計測	
③	ソレノイド式全磁束法で計測	
④		
⑤		

開発者による計測機器の設置状況

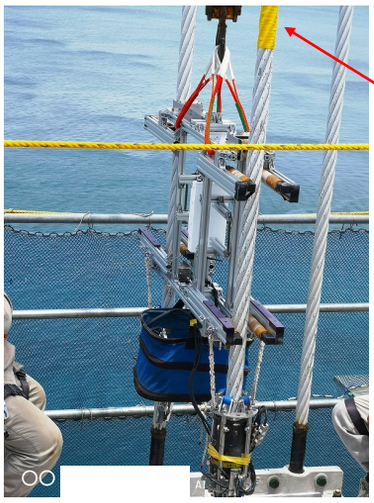


写真-2　永久磁石式 設置状況

ダミーワイヤ
断面積 3%の素線

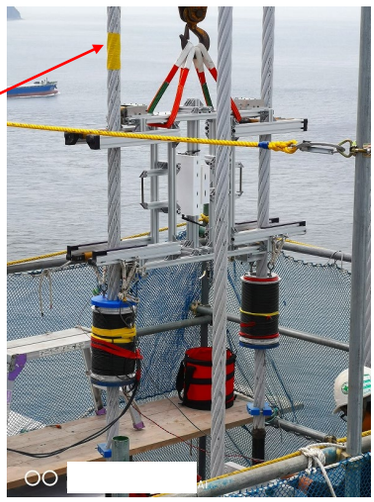
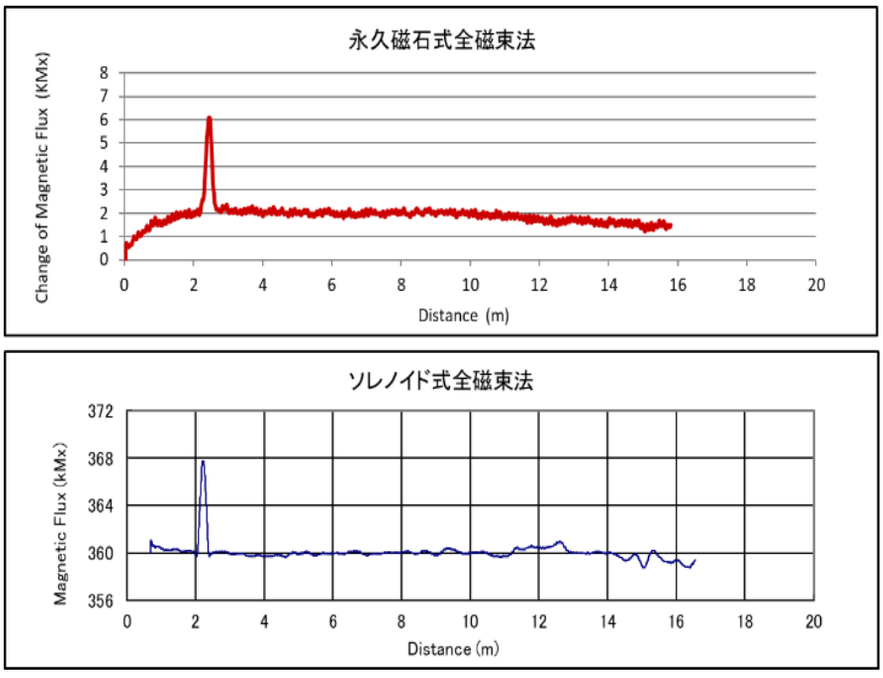


写真-3　ソレノイド式 設置状況

1．計測結果

・本技術での計測波形を図−2に、ダミー線の変化値を表-2に示す。
S（シグナル）はダミーワイヤ検知の値、N（ノイズ）は検知ピーク以外の部分の平均とする。



図−2 計測装結果

表−1 計測装結果

方式	S:変化量 (kMx)	N:ノイズ	S/N比
永久磁石式	6.1	1.75	3.5
ソレノイド式	7.8	1	7.8

※ソレノイド式のノイズ信号は360kMx付近でその平均を”1”としシグナルはそこからの変化量とする。

技術番号	BR020001

技術名	全磁束法によるケーブル非破壊検査	開発者名	東京製綱株式会社

試験日	令和2年　2　月　4　日	天候	晴	気温	ー　℃	風速	ー　m/s
試験場所	東京製鋼株式会社 土浦工場						

カタログ分類	非破壊検査技術　　カタログ	検出項目	断面積 （腐食・断線）	試験区分	－

試験で確認する カタログ項目	計測精度/計測感度/計測性能

対象構造物の概要

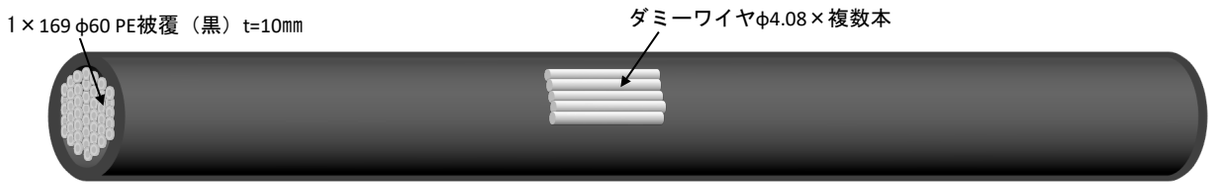


図-1　供試体イメージ

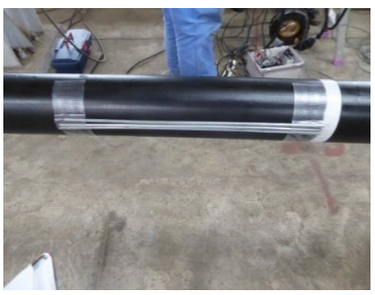


写真-1　ダミーワイヤ9本

写真-2　ダミーワイヤ17本

表-1　ダミーワイヤ本

ケース	断面変化率	ワイヤ本数	断面変化率 （理論値）
①	0%	無	0%
②	5%	9	5.32%
③	10%	17	10.1%
④	15%	25	14.8%

写真-3　永久磁石式磁化器

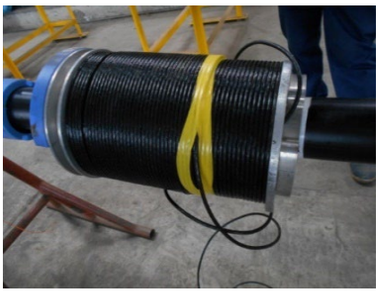


写真-4　ソレノイド式磁化器

試験方法（手順）	技術番号	BR020001
①	永久磁石式磁化器を図−1のとおりセットし、移動させる。	
②	ダミーワイヤ本数を表−1のとおりとし、（0～25本）まで増やして行った。	
③	ソレノイド式磁化器を図−1のとおりセットし、電流を流す。	
④	ダミーワイヤ本数を表−1のとおりとし、（0～25本）まで増やして行った。	
⑤		

開発者による計測機器の設置状況

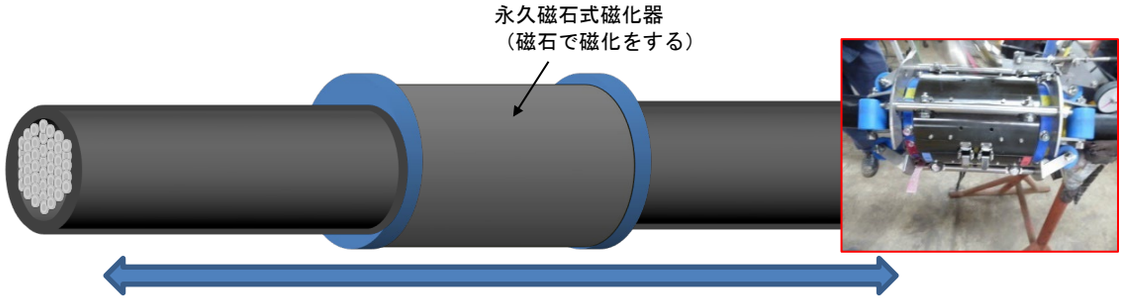


図-1 永久磁石式磁化器による測定（移動）

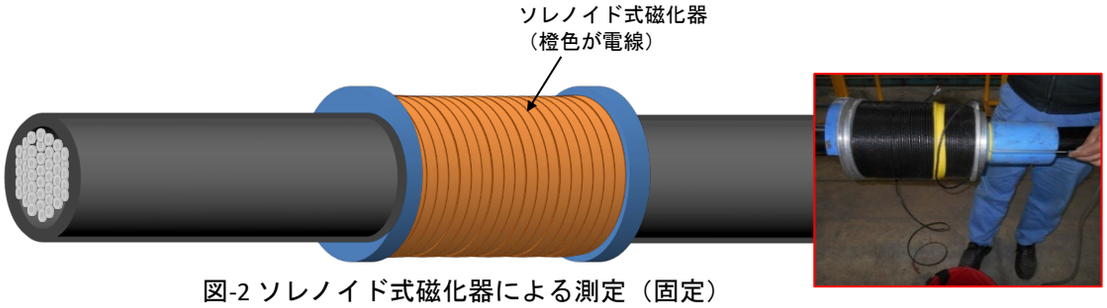
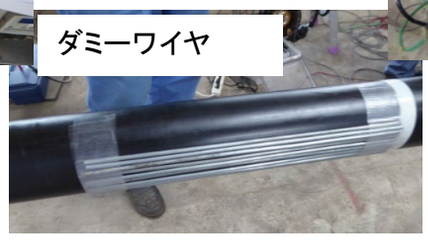
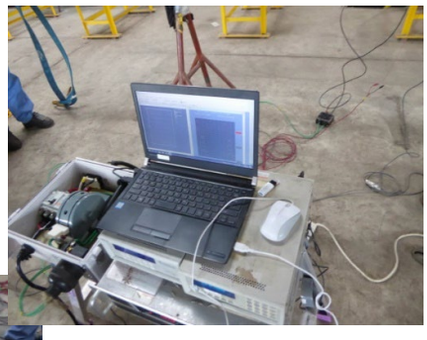


図-2 ソレノイド式磁化器による測定（固定）

比較対象を得るため、
立会者による計測機器の設置状況

永久磁石式磁化器データ収集用PC





ソレノイド式磁化器データ収集用PC

1. 計測結果

・本技術での計測値を表-2に示す。
測定精度（バラつき）と測定感度（誤差）の最大値は以下の通りとなる。

表-2 計測精度および計測感度結果

計測方法	測定精度（バラつき）	測定感度（誤差）
ソレノイド式全磁束法	0.06%	0.63%
永久磁石式全磁束法	1.88%	1.57%

表-3 各方式での計測結果

ソレノイド式 事前試験

ケースNo.（ダミーワイヤ本数）	断面変化率（理論値）	実測値 磁束測定結果（kMx） ①	②	③	測定精度（バラつき） 平均	分散	標準偏差	バラつき	測定感度（測定値の誤差） 断面変化率 ①	②	③	理論値との差 ①	②	③	誤差 max	min
0	0.00%	435.15	435.22	435.18	435.2	0.03	0.17	0.04%	—	—	—	—	—	—	—	—
9	5.32%	457.25	457.27	457.34	457.3	0.04	0.20	0.04%	5.07%	5.08%	5.09%	0.25%	0.25%	0.23%	0.25%	0.23%
17	10.06%	477.17	477.23	477.29	477.2	0.05	0.22	0.05%	9.65%	9.66%	9.68%	0.41%	0.40%	0.38%	0.41%	0.38%
25	14.79%	496.82	496.82	497.03	496.9	0.10	0.31	0.06%	14.16%	14.16%	14.21%	0.63%	0.63%	0.58%	0.63%	0.58%

永久磁石式 事前試験

ケースNo.（ダミーワイヤ本数）	断面変化率（理論値）	実測値 磁束測定結果（kMx） ①	②	③	測定のバラつき 平均	分散	標準偏差	バラつき	測定結果の精度 断面変化率 ①	②	③	理論値との差 ①	②	③	誤差 max	min
3	1.77%	13.852	13.855	13.841	13.849	0.01	0.08	0.57%	—	—	—	—	—	—	—	—
9	5.32%	17.846	17.836	17.939	17.874	0.05	0.22	1.21%	6.76%	6.74%	6.90%	-1.43%	-1.42%	-1.57%	-1.42%	-1.57%
17	10.06%	19.947	19.999	20.273	20.073	0.14	0.38	1.88%	9.95%	10.03%	10.45%	0.10%	0.02%	-0.39%	0.10%	-0.39%
25	14.79%	22.776	22.670	23.014	22.820	0.14	0.38	1.66%	14.26%	14.10%	14.62%	0.53%	0.69%	0.16%	0.69%	0.16%

※ダミーワイヤ（＋3本）を変化量の基準値とし、断面変化量に換算

検出性能　　※これまでの実績を考慮した試算による。

上記で示した「計測精度」「計測感度」はこれまでの計測においても概ね範囲内であり、以下に実績値を示す。

表-4 計測実績値

	検知基準 断面減少率	実橋物件数	キャリブレーションや実験検証等での計測回数	左記計測時の基準検知回数
ソレノイド式	1%	160件	10000回以上	10000回以上
永久磁石式	3%	9件	1000回以上	1000回以上

通常再現性の確認もあり1か所あたり2回計測を行うが、端末部近傍での計測や対象ケーブル周りの環境によっては稀に出力値に違いがでる。これらを踏まえ、ソレノイド式と永久磁石式の検出率は下記に示す通りとする。

表-5 検出率結果

検出率	
ソレノイド式	99%
永久磁石式	99%

技術番号	BR020002

技術名	鋼材表面探傷システム	開発者名	株式会社 IHI 株式会社 IHI検査計測

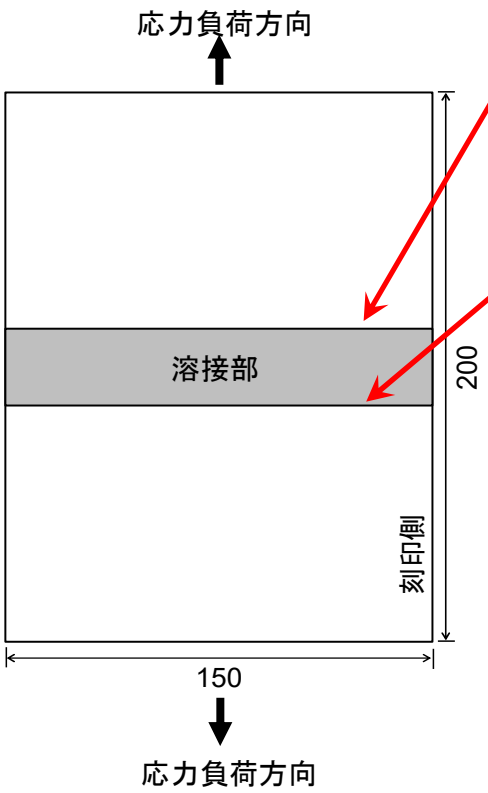
試験日	令和元年12月25日	天候	-	気温	- ℃	風速	- m/s
試験場所	株式会社IHI検査計測 福浦事業所						

カタログ分類	非破壊検査技術 カタログ	検出項目	亀裂	試験区分	標準試験

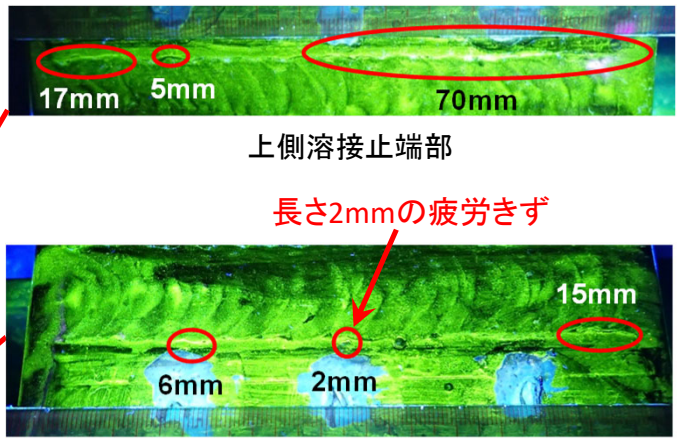
試験で確認する カタログ項目	S/N比

対象構造物の概要

※検証試験体（株式会社IHI保有）



疲労試験体の寸法概略



上側溶接止端部

下側溶接止端部

疲労試験後の溶接部における磁粉探傷試験結果

厚さ 2,000μmの塗装後の試験体外観

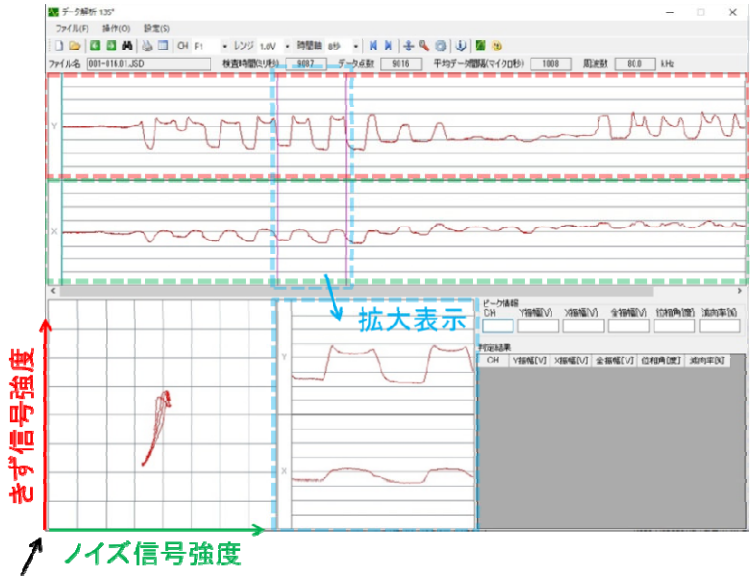
試験方法（手順）	技術番号	BR020002

①	計測機器のセット（写真-1） A.探傷器にC.プローブを取付け、B.制御用PCと探傷器はD.接続ケーブルまたはBluetoothにて同期する。
②	周波数を80kHzに設定し、人工スリット(L5mm×D1.2mm)を用いて位相及び感度を調整する。（写真-2） その後、塗膜厚さに応じた感度補正を行い、検出レベルを0.5Vと設定する。
③	疲労試験体の長さ2mmの疲労きず上をプローブ走査し、信号強度を制御用PCの画面により目視で確認するとともに、データをPCに保存する。
④	疲労試験体に対し塗装を行い、塗膜厚さ250μm，1,000μm，2,000μmの時点でデータ採取を行った。 (段階的に塗り増し)
⑤	各塗膜厚さにおける、長さ2mmの疲労きずの信号強度と健全部の信号強度の比をS/N比とし、性能を評価した。

開発者による計測機器の設置状況

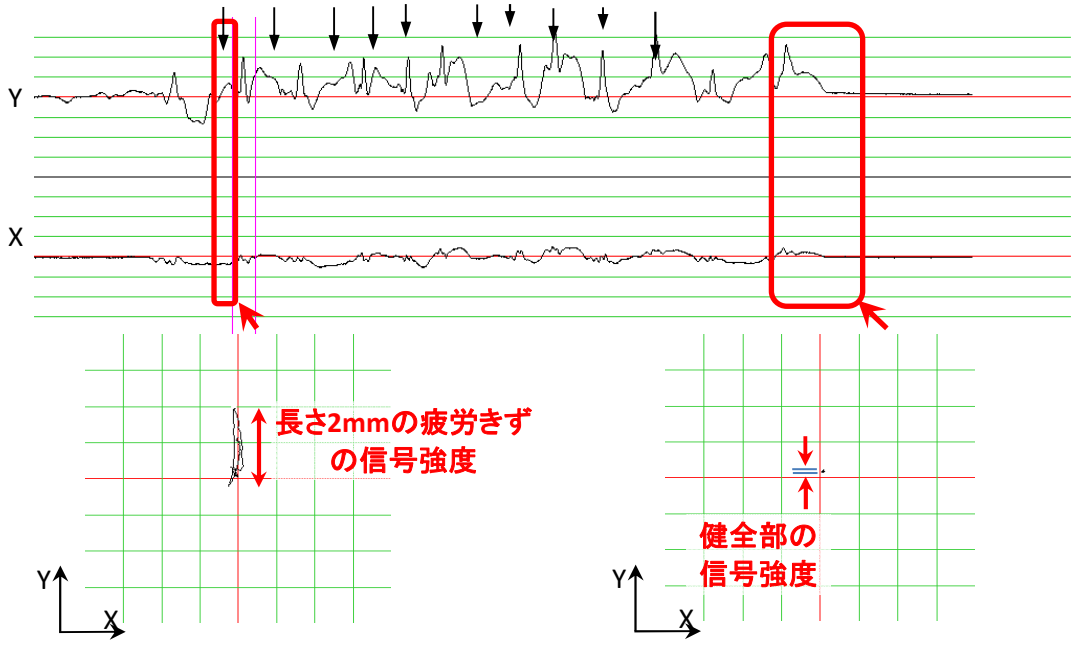
写真-1

写真-2



拡大表示された範囲のデータについて，
ノイズ信号強度に対するきず信号強度をプロットした2次元グラフ（リサージュ図形）

プローブの前後走査による、疲労きずの繰返し信号

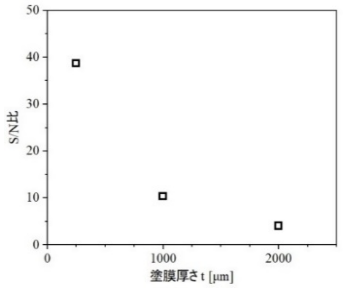


(a) 疲労きずのリサージュ図形　　(b) 健全部のリサージュ図形

塗膜厚さ250μmにおける長さ2mmの疲労きずのチャート波形とリサージュ図形

各塗装時の信号強度

塗膜厚さ t [μm]	疲労きずの信号強度 [V]	健全部信号強度 [V]	SN比
250	1.48	0.04	37.0
1,000	1.65	0.16	10.3
2,000	1.13	0.28	4.0



※塗膜厚さに応じて感度補正量G[dB]=0.0085×t[μm]を用いた感度補正後の信号強度　塗膜厚さに対するSN比

技術番号	BR020002

技術名	鋼材表面探傷システム	開発者名	株式会社IHI

試験日	令和2年　1　月 21 日	天候	晴	気温	11.7　℃	風速	ー　m/s
試験場所	土木研究所　実験棟						

カタログ分類	非破壊検査技術　　カタログ	検出項目	亀裂	試験区分	標準試験

試験で確認する カタログ項目	計測精度

対象構造物の概要

※検証試験体（土木研究所所有）

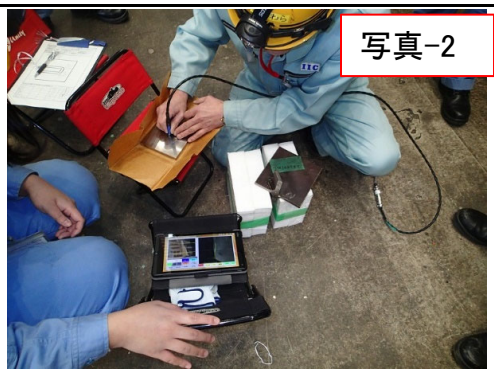
検証試験体は、以下に示す亀裂を有する鋼プレート（土木研究所所有）を用いる。

試験体①：20200121A表
試験体②：20200121A裏
試験体③：20200121B表
試験体④：20200121B裏
試験体⑤：20200121C

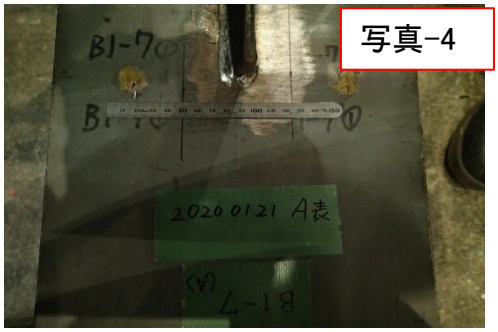
試験方法（手順）	技術番号 BR020002
①	計測機器のセット（写真−1） A.探傷器にC.プローブを取付け、B.制御用PCと探傷器はD.接続ケーブルまたはBluetoothにて同期する。
②	周波数を80kHzに設定し、人工スリット(L5mm×D1.2mm)を用いて位相及び感度を調整する。（写真−2） その後、塗膜厚さに応じた感度補正を行い、検出レベルを0.5Vと設定する。
③	試験体の計測部を拭き取り、渦電流を発生させるプローブ先端を試験体に接触させ亀裂部の渦電流の乱れおよび信号強度（5V以下）を端末の画面により目視で確認する。（写真−3）
④	渦電流の乱れが確認できた亀裂の始端と終端をマジックで試験体にマークし亀裂長さを測定する。計測箇所は試験体A表、A裏、B表、B裏、Cの5か所とする。（写真−4）
⑤	次に検証用データをMT試験を実施し亀裂の長さを測定（5ケ所）し、新技術で測定した長さとの比較を行う。

開発者による計測機器の設置状況

写真−1


写真−2

写真−3

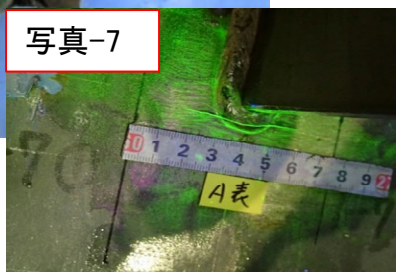


写真−4

比較対象を得るため、立会者による計測機器の設置状況

写真−5

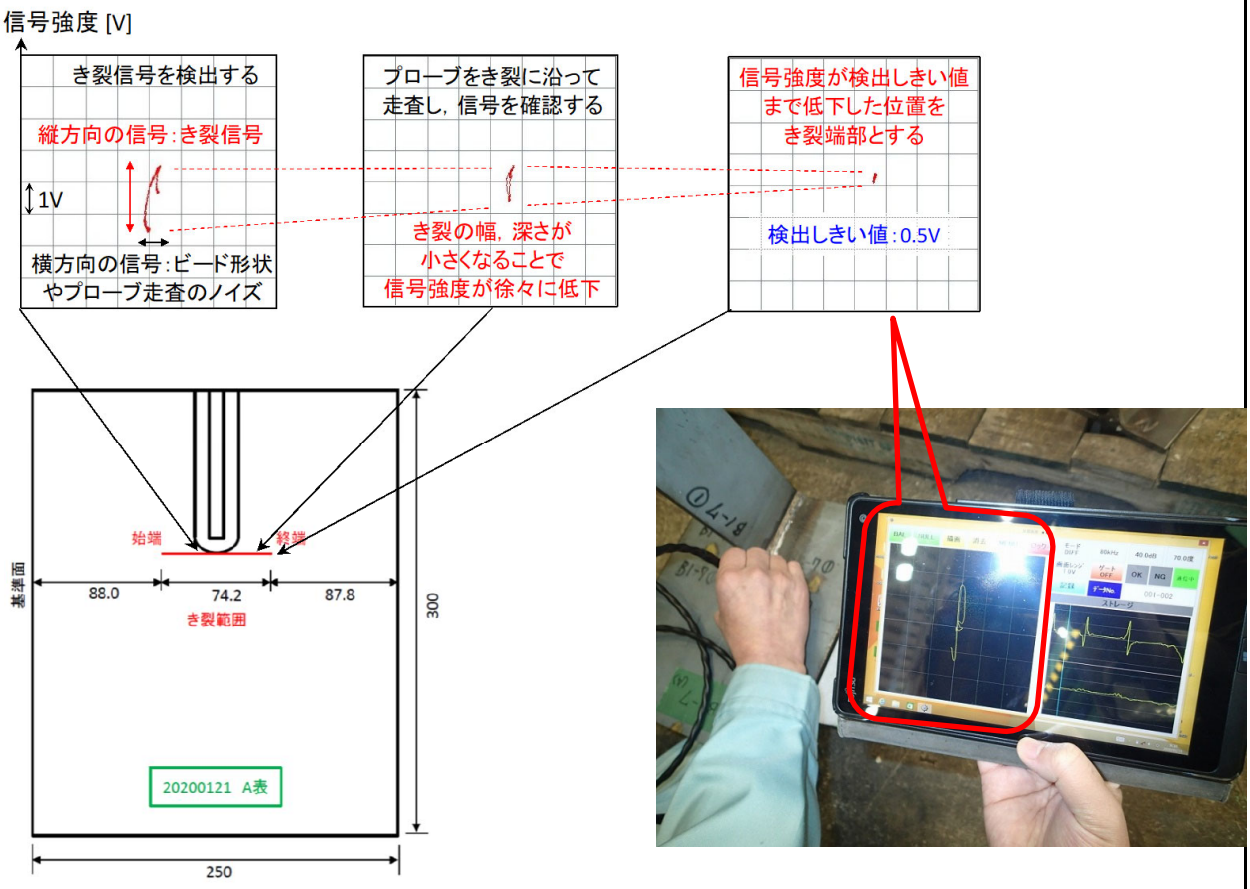
写真−6



写真−7

計測結果の比較

技術番号 BR020002



検証結果

供試体	亀裂長さ(mm)		
	磁粉探傷(MT)	本技術	検証結果
20200121A表	48	74	全て検出
20200121A裏	44	65	全て検出
20200121B表	57	63	全て検出
20200121B裏	53	62	全て検出
20200121C	6	21	全て検出

※小数点以下は四捨五入

考察

●本技術は塗膜下のき裂検出を目的とした技術であるため，探傷感度が高めに設定されており，塗膜の無い今回の供試体ではき裂指示が実き裂より長め(安全側)に検出されたと考えています。

●供試体20200121Aにおいては，罫書線がき裂指示と同一線上に存在しており，また溶接部近傍の表面に多数の研削きずが目視にて確認されました。上述のように探傷感度が高感度に設定されているため，これらの罫書線と研削きずを含めて，き裂指示範囲として認識したと考えています。

●供試体20200121Bにおいても同様に，溶接部近傍の表面に多数の研削きずが目視にて確認されました。しかし供試体20200121Aほど著しい表面きずではなかったため，MTでのき裂長さと比較的良い一致を示したと考えています。

●供試体20200121Cにおいては，溶接止端部のビード形状による指示を得ました。現場検証時のMTでも，オーバーラップと考えられる指示を確認しました。

技術番号	BR020002

技術名	鋼材表面探傷システム	開発者名	株式会社 IHI 株式会社 IHI検査計測

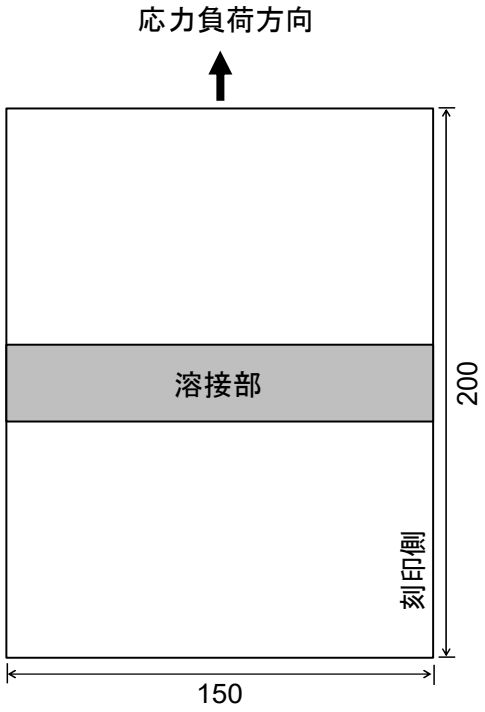
試験日	令和2年　3　月　4　日	天候	-	気温	- ℃	風速	- m/s
試験場所	株式会社IHI 横浜事業所						

カタログ分類	非破壊検査技術　カタログ	検出項目	亀裂	試験区分	標準試験

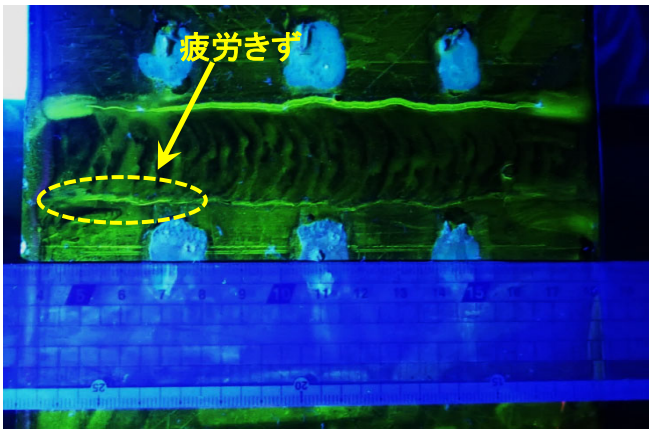
試験で確認する カタログ項目	検出性能(亀裂幅)

対象構造物の概要

※検証試験体（株式会社IHI保有）



疲労試験体の寸法概略図



疲労試験後の溶接止端部における磁粉探傷試験結果

厚さ2,000μmの塗装後の試験体外観

試験方法（手順）	技術番号	BR020002
①	計測機器のセット（写真-1） A.探傷器にC.プローブを取付け、B.制御用PCと探傷器はD.接続ケーブルまたはBluetoothにて同期する。	
②	周波数を80kHzに設定し、人工スリット(L5mm×D1.2mm)を用いて位相及び感度を調整する。（写真-2） その後、塗膜厚さに応じた感度補正を行い、検出レベルを0.5Vと設定する。	
③	塗膜厚さ2,000μmが施された疲労試験体の溶接止端部を溶接線方向にプローブ走査し、信号強度を制御用PCの画面により目視で確認するとともに、データをPCに保存する。	
④	疲労試験体のきず指示が得られた位置について切断調査を行い、亀裂幅を観察した。	
⑤		

開発者による計測機器の設置状況

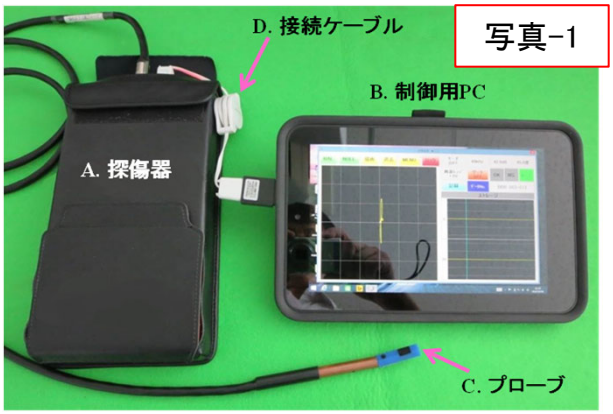
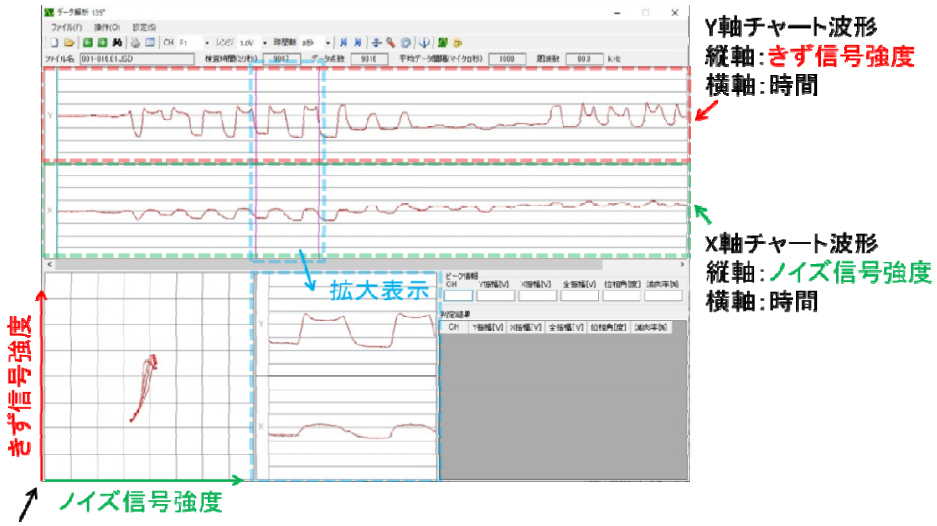
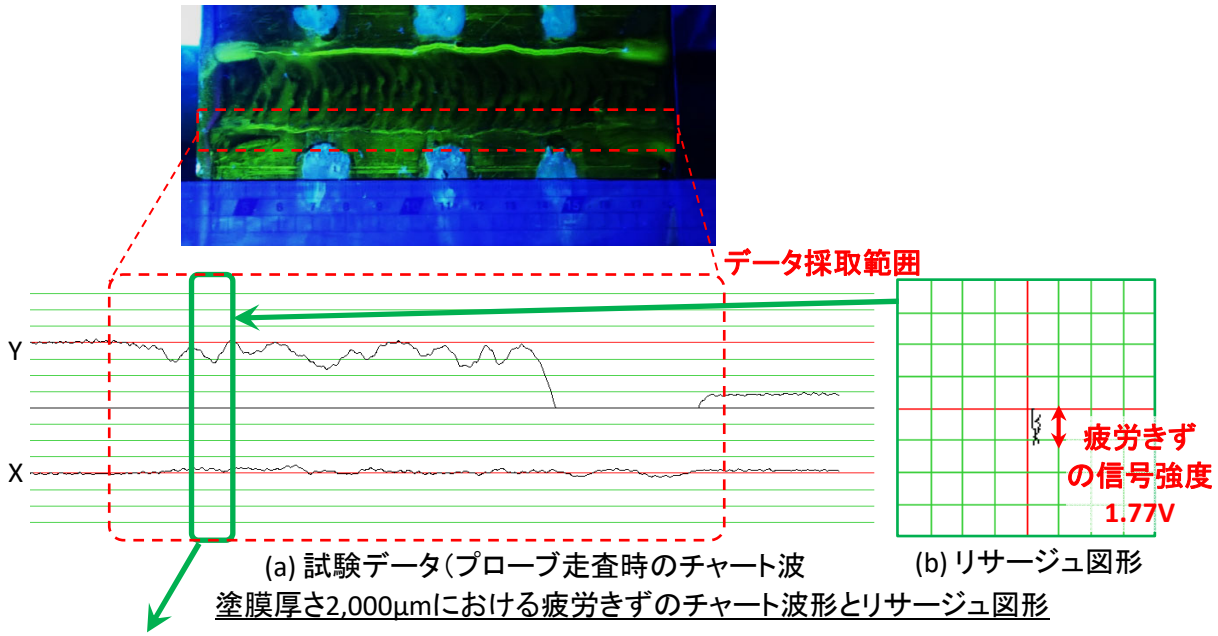


写真-1

写真-2

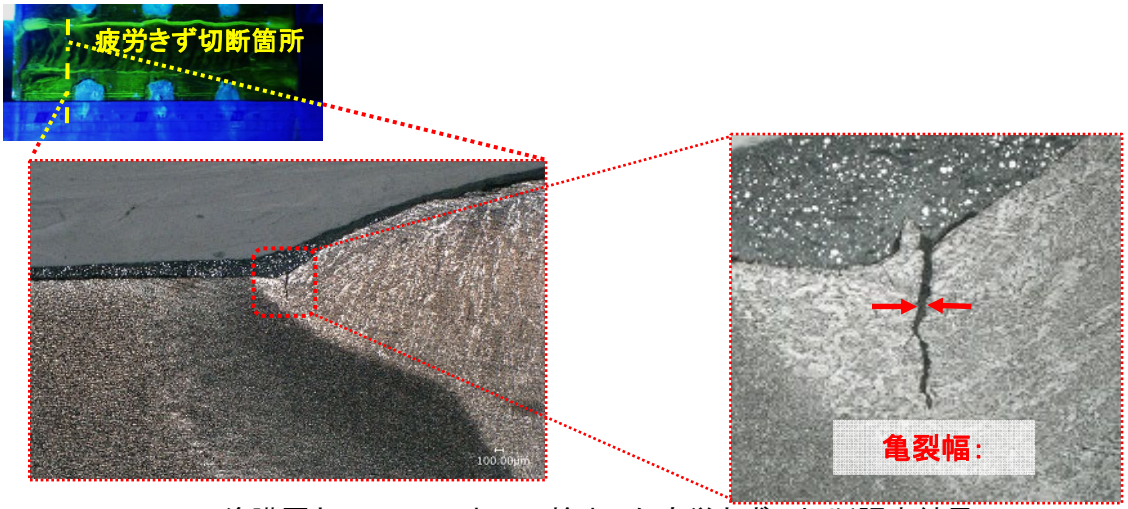


拡大表示された範囲のデータについて，
ノイズ信号強度に対するきず信号強度をプロットした2次元グラフ（リサージュ図形）



(a) 試験データ（プローブ走査時のチャート波　(b) リサージュ図形

塗膜厚さ2,000μmにおける疲労きずのチャート波形とリサージュ図形



塗膜厚さ2,000μmにおいて検出した疲労きずの切断調査結果

技術番号	BR020002

技術名	鋼材表面探傷システム	開発者名	株式会社 IHI 株式会社 IHI検査計測

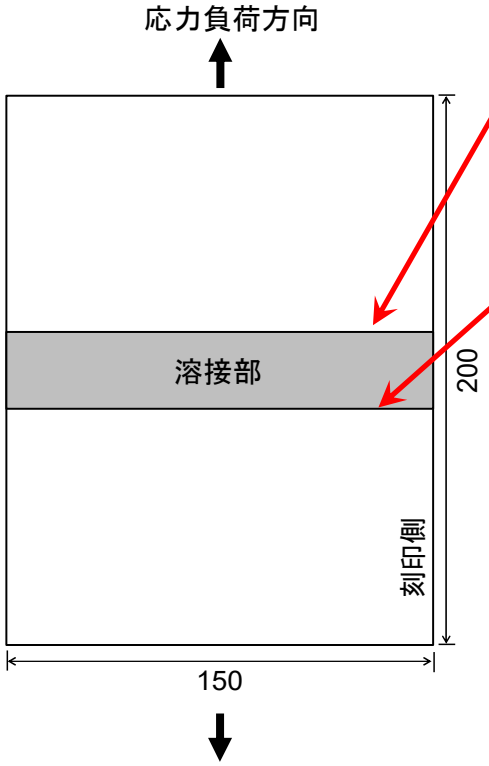
試験日	令和1年　12　月　25　日	天候	-	気温	- ℃	風速	- m/s
試験場所	株式会社IHI検査計測 福浦事業所						

カタログ分類	非破壊検査技術　　カタログ	検出項目	亀裂	試験区分	標準試験

試験で確認する カタログ項目	検出性能(きず長さ)

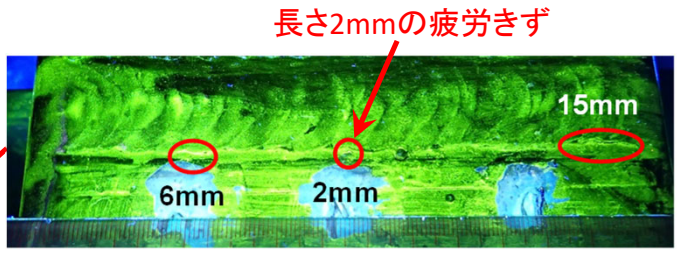
対象構造物の概要

※検証試験体（株式会社IHI保有）



疲労試験体の寸法概略図

上側溶接止端部



下側溶接止端部

疲労試験後の溶接部における磁粉探傷試験結果

厚さ2,000μmの塗装後の試験体外観

試験方法（手順）	技術番号	BR020002

①	計測機器のセット（写真-1） A.探傷器にC.プローブを取付け、B.制御用PCと探傷器はD.接続ケーブルまたはBluetoothにて同期する。
②	周波数を80kHzに設定し、人工スリット(L5mm×D1.2mm)を用いて位相及び感度を調整する。（写真-2） その後、塗膜厚さに応じた感度補正を行い、検出レベルを0.5Vと設定する。
③	疲労試験体の長さ2mmの疲労きず上をプローブ走査し、信号強度を制御用PCの画面により目視で確認するとともに、データをPCに保存する。
④	疲労試験体に対し塗装を行い、塗膜厚さ250μm，1,000μm，2,000μmの時点でデータ採取を行った。 (段階的に塗り増し)
⑤	各塗膜厚さにおける、長さ2mmの疲労きずの検出可否から、性能を評価した。

開発者による計測機器の設置状況

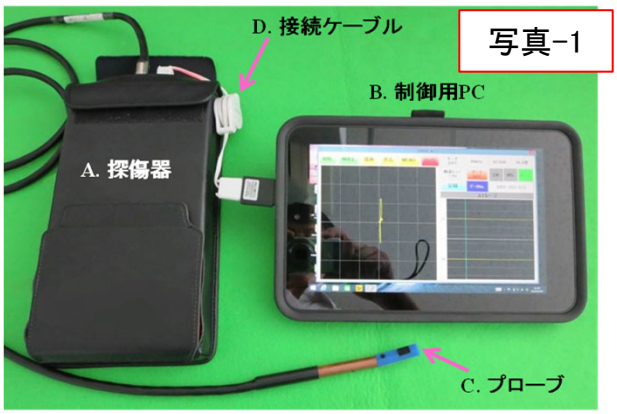
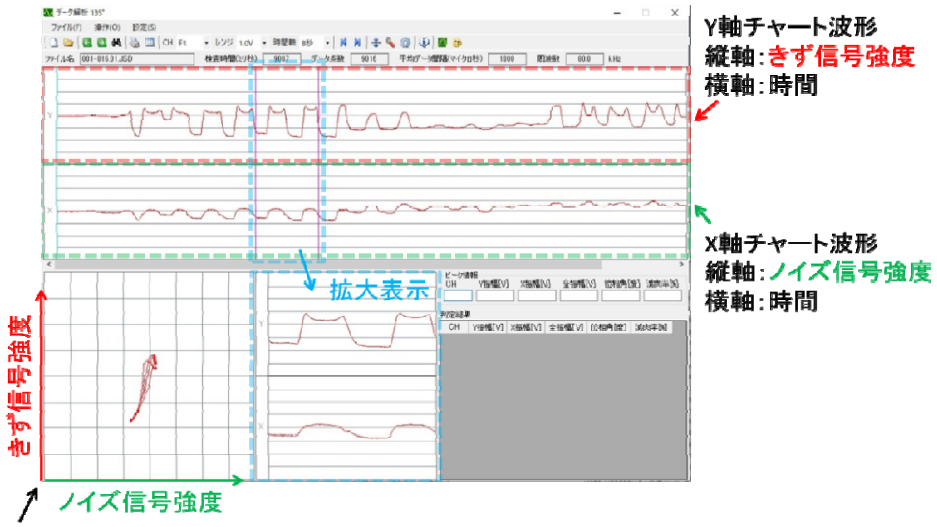
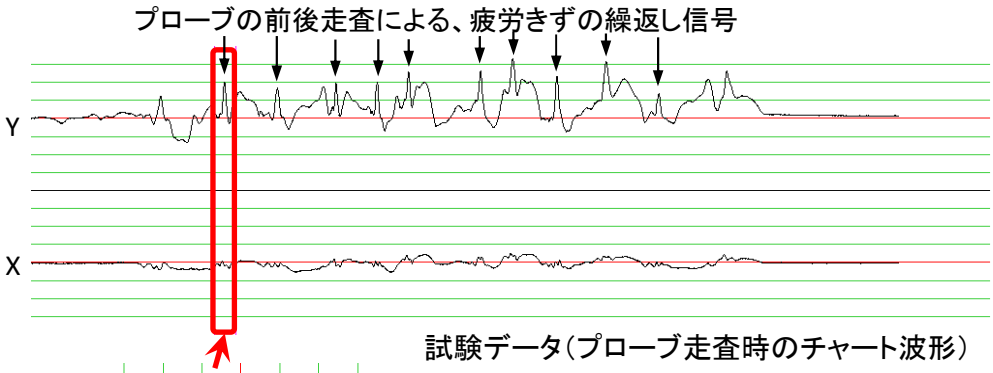


写真-1

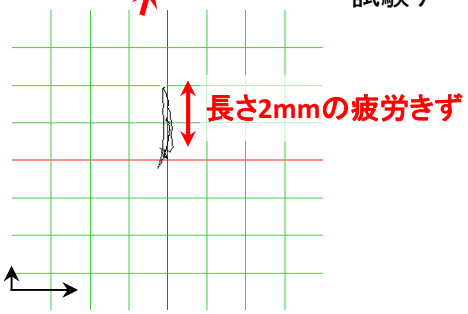
写真-2



拡大表示された範囲のデータについて，
ノイズ信号強度に対するきず信号強度をプロットした2次元グラフ（リサージュ図形）



試験データ（プローブ走査時のチャート波形）



疲労きずのリサージュ図形

塗膜厚さ250μmにおける長さ2mmの疲労きずのチャート波形とリサージュ図形

各塗膜厚さにおける長さ2mmの疲労きずの信号強度と検出可否

塗膜厚さ t [μm]	長さ2mmの疲労きずの信号強度 [V]	検出可否（基準信号強度 ： ≧0.5V）
250	1.48	○
1,000	1.65	○
2,000	1.13	○

※塗膜厚さに応じて感度補正量 G[dB]=0.0085×t[μm]を用いた感度補正後の信号強度

技術番号	BR020002

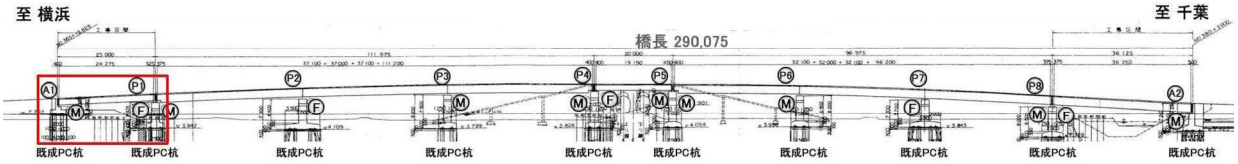
技術名	鋼材表面探傷システム	開発者名	株式会社IHI

試験日	令和2年　1　月　22　日	天候	晴れ	気温	5.7　℃	風速	1　m/s
試験場所	実橋						

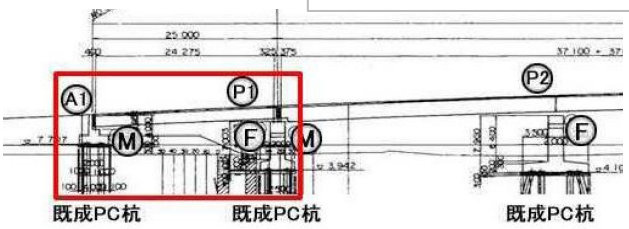
カタログ分類	非破壊検査技術　　カタログ	検出項目	亀裂	試験区分	現場試験

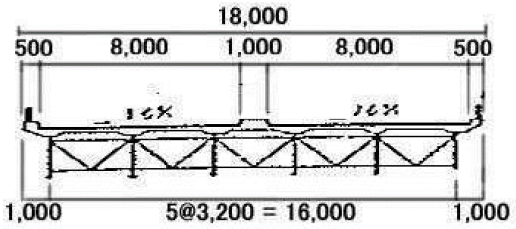
試験で確認する カタログ項目	動作確認 (精度以外)

対象構造物の概要

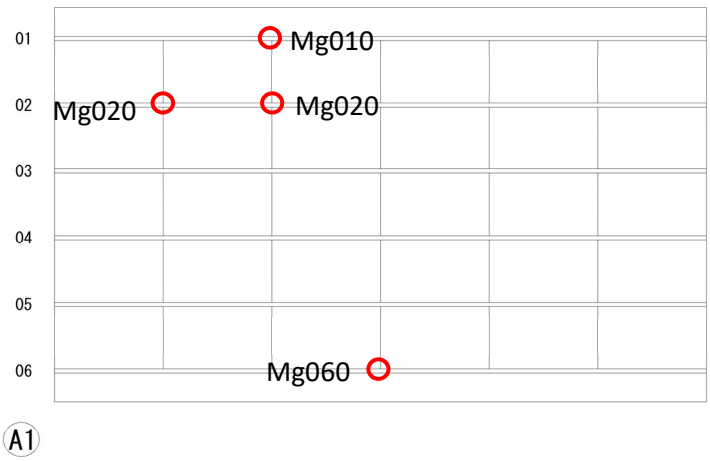


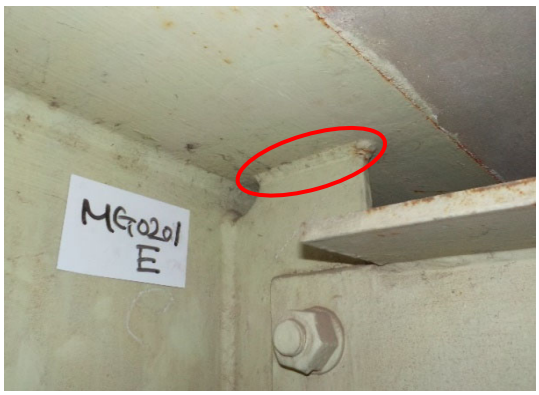
対象径間:第1径間　　第1径間長:24.275m





主桁 Mg（部材番号図）





計測対象部材位:垂直補剛材上端(赤枠:4箇所)

試験方法（手順）	技術番号	BR020002
①	機材搬入（渦電流探傷装置、探傷プローブ、タブレットPC等）（写真-1）	
②	機器の動作確認（塗膜割れのない箇所）（写真-2）	
③	点検箇所の塗膜割れの確認（写真-3）	
④	計測作業（探傷プローブを走査させ、亀裂の位置を確認）（写真-4）	
⑤	波形、電圧振幅から亀裂位置を確認し記録する。	

開発者による計測機器の設置状況

写真-1

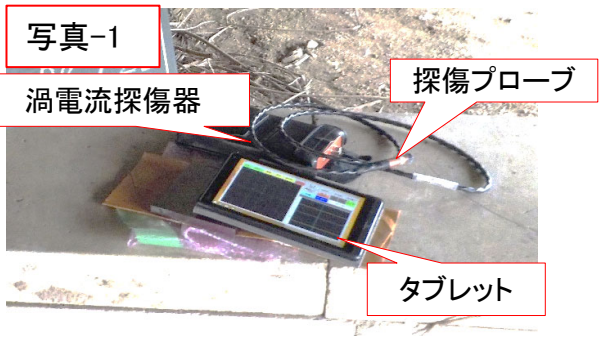


写真-2

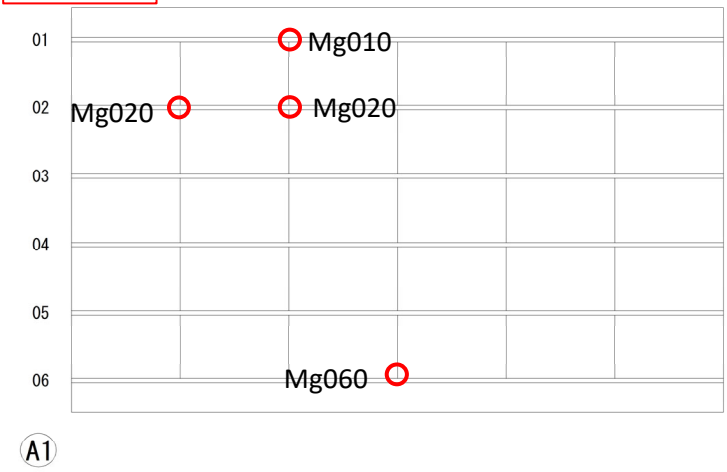
写真-3

写真-4

比較対象を得るため、立会者による計測機器の設置状況

図-1

主桁 Mg（部材番号図）

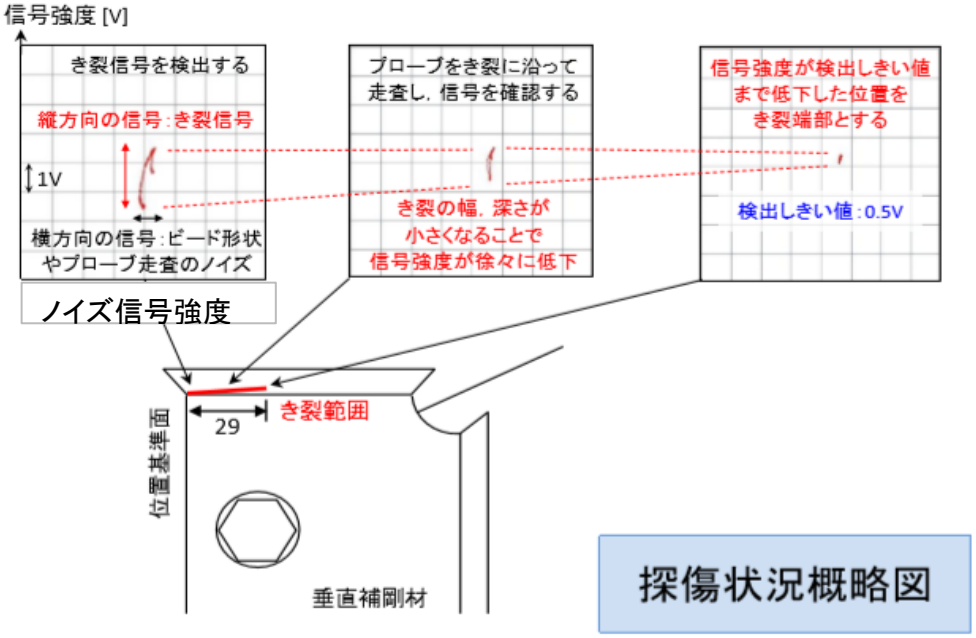


※塗膜割れが見られる箇所の亀裂有無を確認する。（確認箇所：図-1　赤丸）

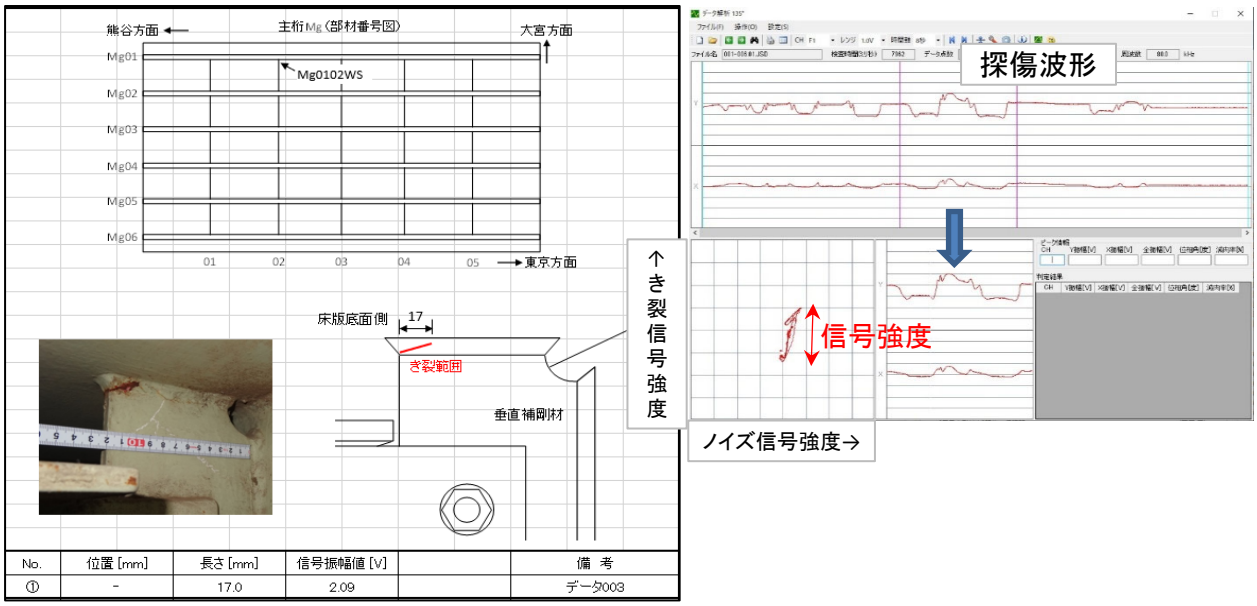
■計測結果

き裂長さ算出手法

① プローブを走査し，き裂信号を検出する。
② プローブをき裂に沿って走査し，信号強度が検出しきい値（0.5V）まで低下する位置をき裂端部とする。
③ 基準面からき裂端部までの長さをスケールにて測定し，き裂長さとする。

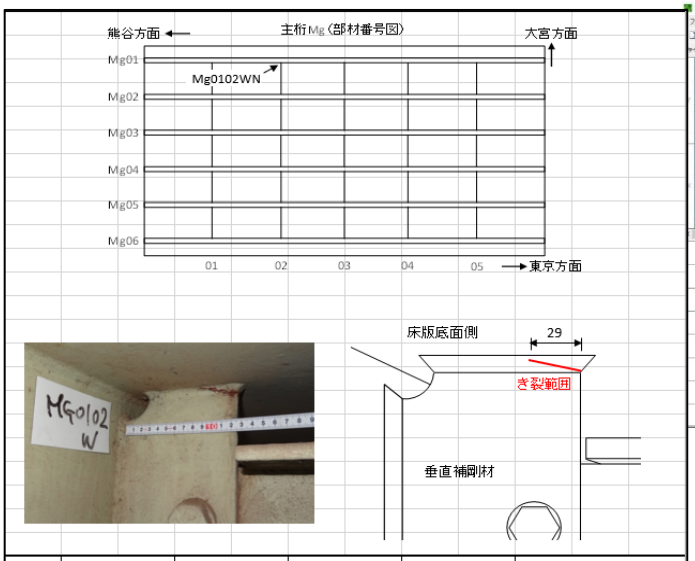


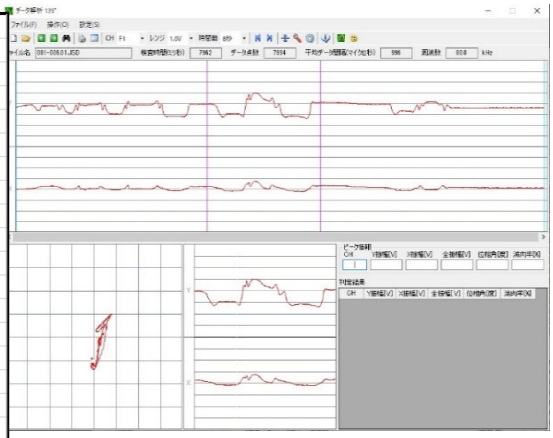
Mg0102WS



No.	位置 [mm]	長さ [mm]	信号振幅値 [V]		備　考
①	-	17.0	2.09		データ003

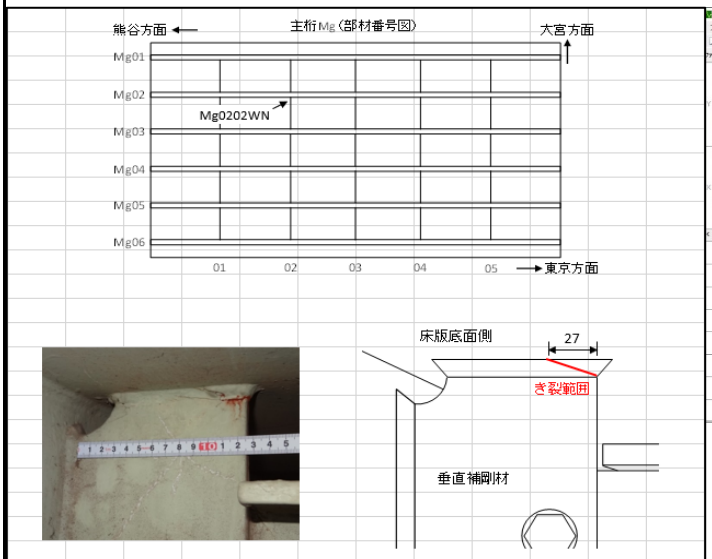
Mg0102WN

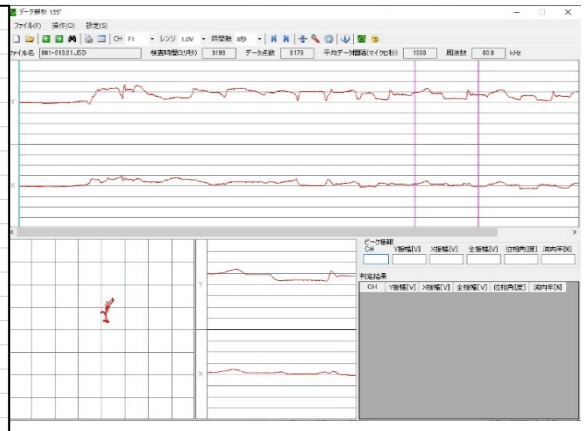




No.	位置 [mm]	長さ [mm]	信号振幅値 [V]		備 考
①	-	29.0	1.94		データ006

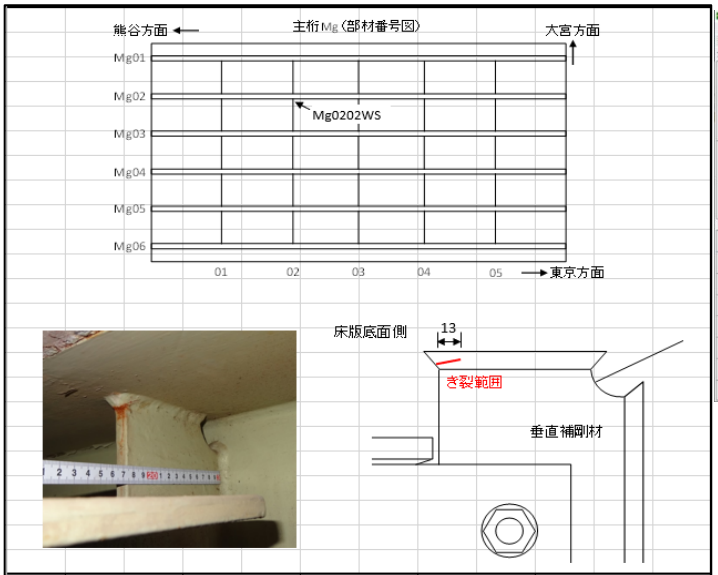
Mg0202WN

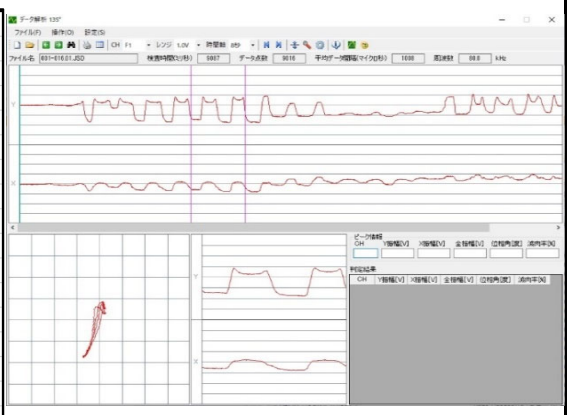




No.	位置 [mm]	長さ [mm]	信号振幅値 [V]		備 考
①	-	27.0	1.66		データ013

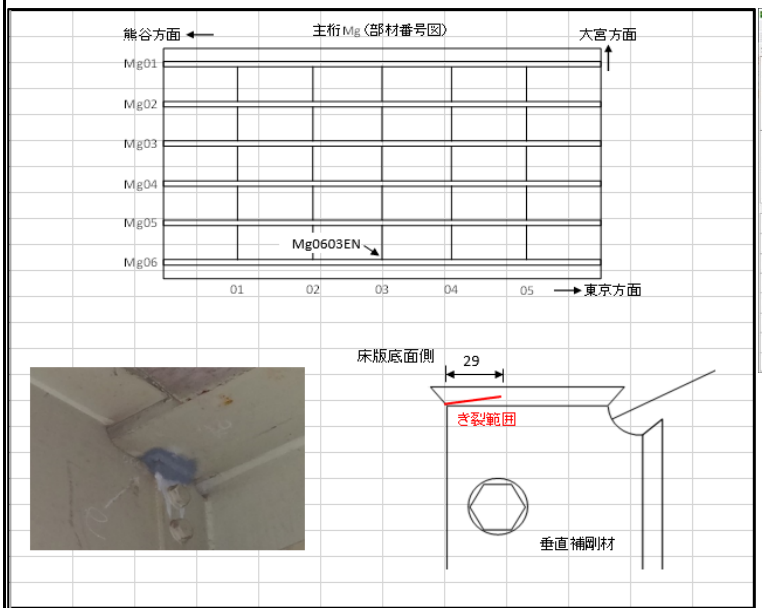
Mg0202WS

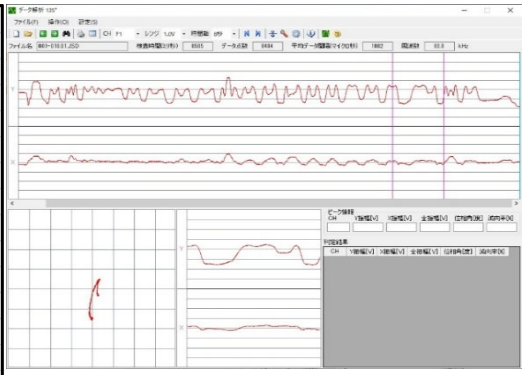




No.	位置 [mm]	長さ [mm]	信号振幅値 [V]		備 考
①	-	13.0	2.55		データ016

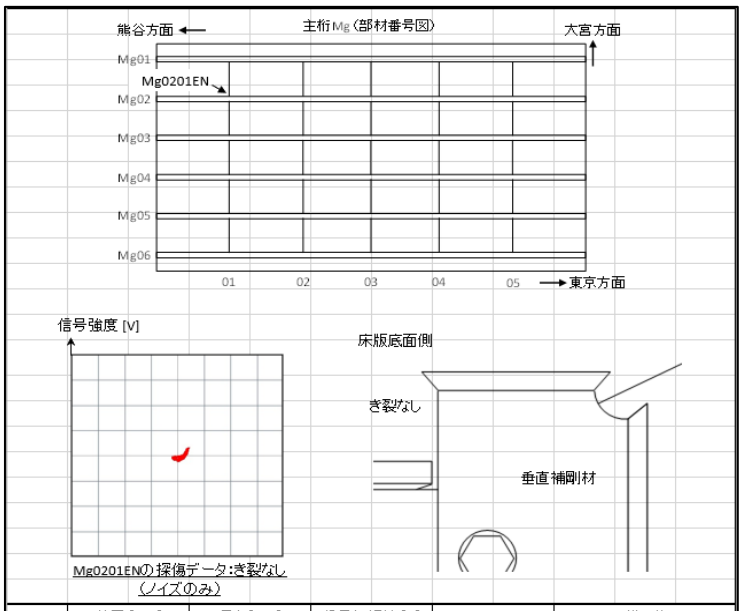
Mg0603EN





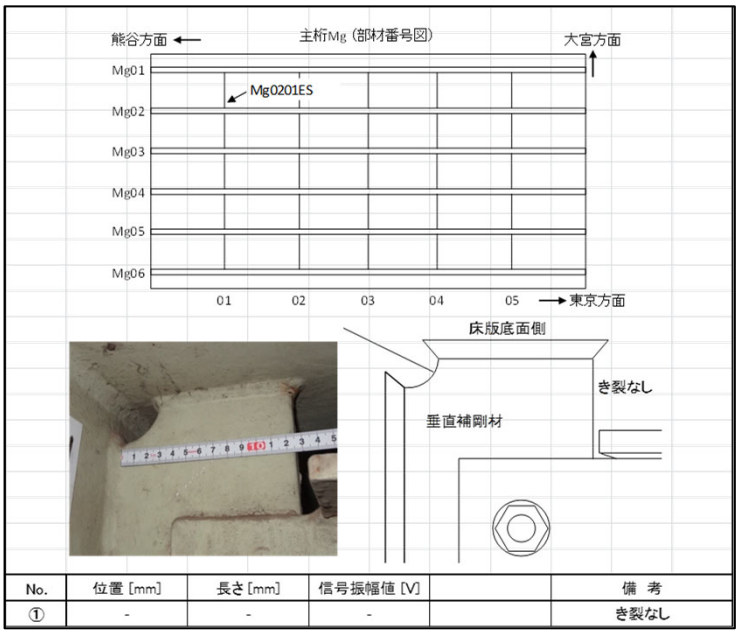
No.	位置 [mm]	長さ [mm]	信号振幅値 [V]		備 考
①	-	29.0	2.01		データ010

Mg0201EN



No.	位置 [mm]	長さ [mm]	信号振幅値 [V]		備 考
①	-	-	-		き裂なし

Mg0201ES



No.	位置 [mm]	長さ [mm]	信号振幅値 [V]		備 考
①	-	-	-		き裂なし

技術番号	BR020003

技術名	デジタル打音検査とデジタル目視点検の統合システム（うき）	開発者名	原子燃料工業株式会社

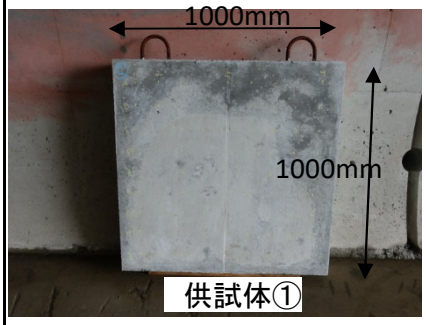
試験日	令和2年　1　月　22　日	天候	曇り	気温	6.4　℃	風速	m/s
試験場所	施工技術総合研究所						

カタログ分類	非破壊検査技術　　カタログ	検出項目	うき	試験区分	標準試験

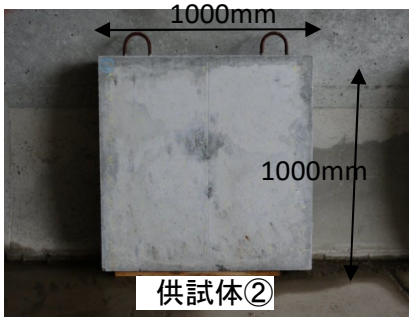
試験で確認するカタログ項目	計測精度

対象構造物の概要

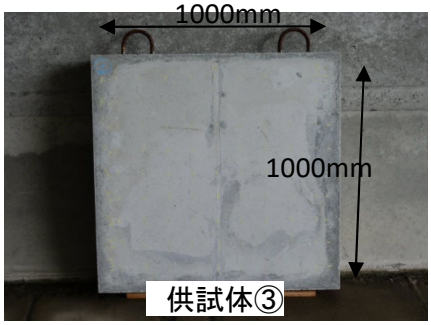
※検証試験体



最小かぶり30mm



最小かぶり50mm



最小かぶり70mm

試験方法（手順）	技術番号	BR020003

①	供試体に10cmメッシュに打音箇所をチョーキングを行う。（写真-1）
②	チョーキング箇所にAEセンサを押し付け、近傍を打音する。（写真-2、写真-3）
③	AEセンサから取得したデータを記録者がタブレット端末にて、確認。（写真－4）
⑤	後日、取得したデータよりうきの箇所を検出

開発者による計測機器の設置状況

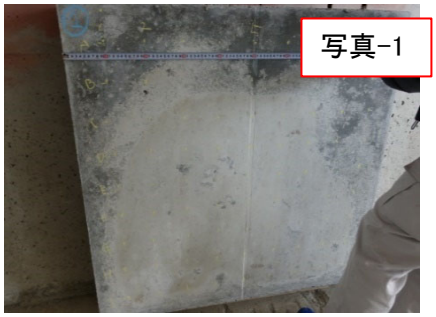


写真-1

写真-2

写真-3

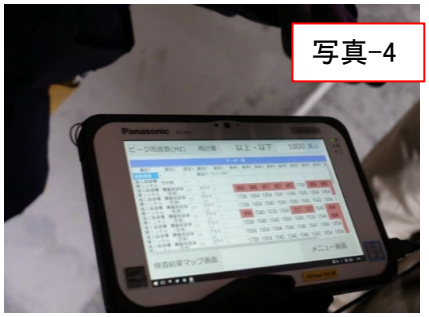
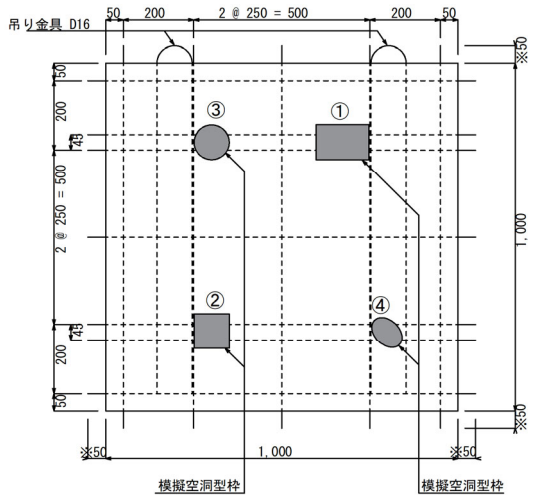


写真-4

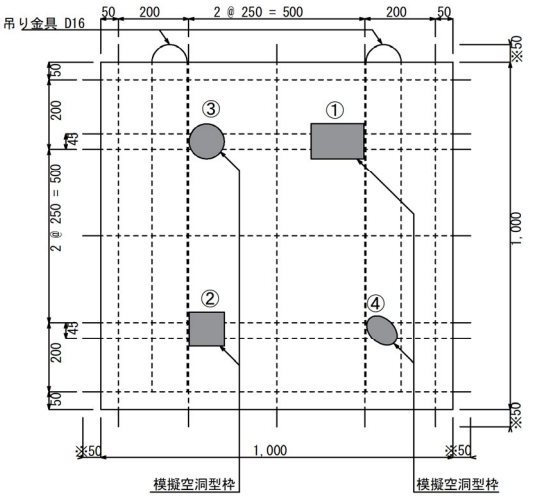
比較対象を得るため、
立会者による計測機器の設置状況

技術番号	BR020003

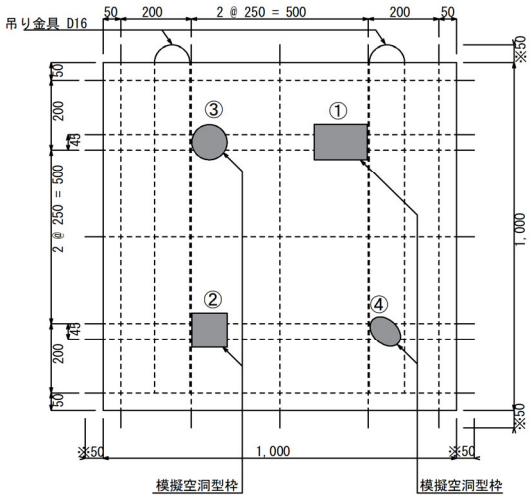
計測精度



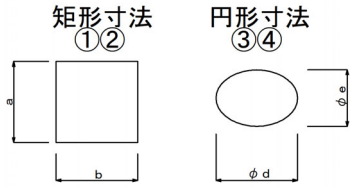
供試体①



供試体②



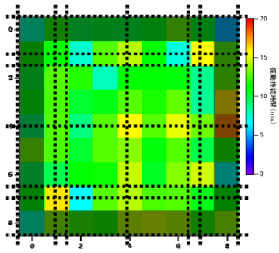
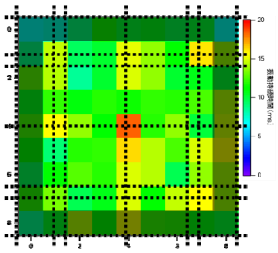
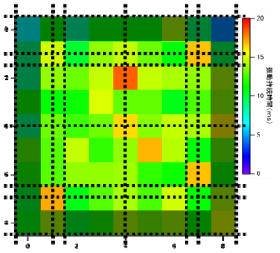
供試体③



(mm)

空洞型枠 No.	a	b	φd	φe
①	100	150	—	—
②	100	100	—	—
③	—	—	100	100
④	—	—	100	70

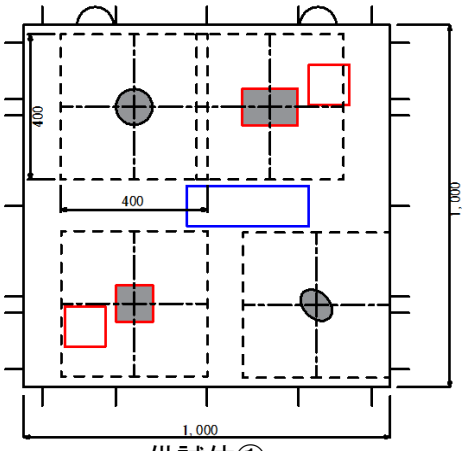
うきの総個所数　12箇所

供試体No.	試験体No.1（かぶり30mm）	試験体No.2（かぶり50mm）	試験体No.3（かぶり70mm）
振動持続時間 コンター図			

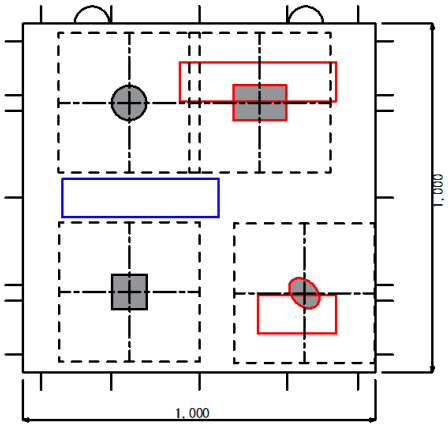
■考察
・本製作条件における供試体において、表面近傍で見られる明確な“うき/剥離”の傾向は見られず。
・うき/剥離のある個所は健全部と比較して振動持続時間が長くなる傾向がある。本検査技術は、打音検査結果の振動持続時間、周波数分布等によりコンクリート内部状態を診断するが、今回は振動持続時間のコンター図から判定した。
・“うき”の判定基準は振動持続時間15ms以上とした。ただし、供試体の最外周はへりあきによる影響を考慮し、評価から除いた。

■計測時間
試験体3体：15分

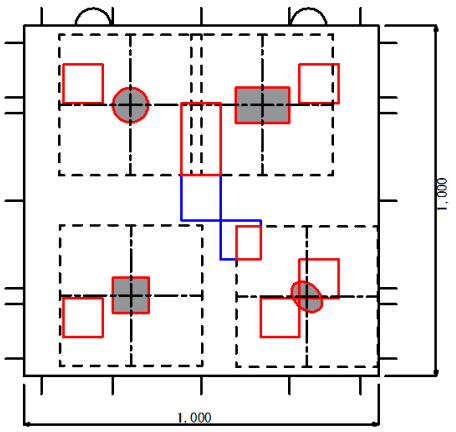
計画結果の比較



供試体①



供試体②



供試体③

検出率=8箇所／12箇所＝0．67

的中率＝8箇所／11箇所=0．73

供試体のうきと当該技術が検出したうきが同様の箇所

当該技術のみが検出したうきの箇所

技術番号	BR020003

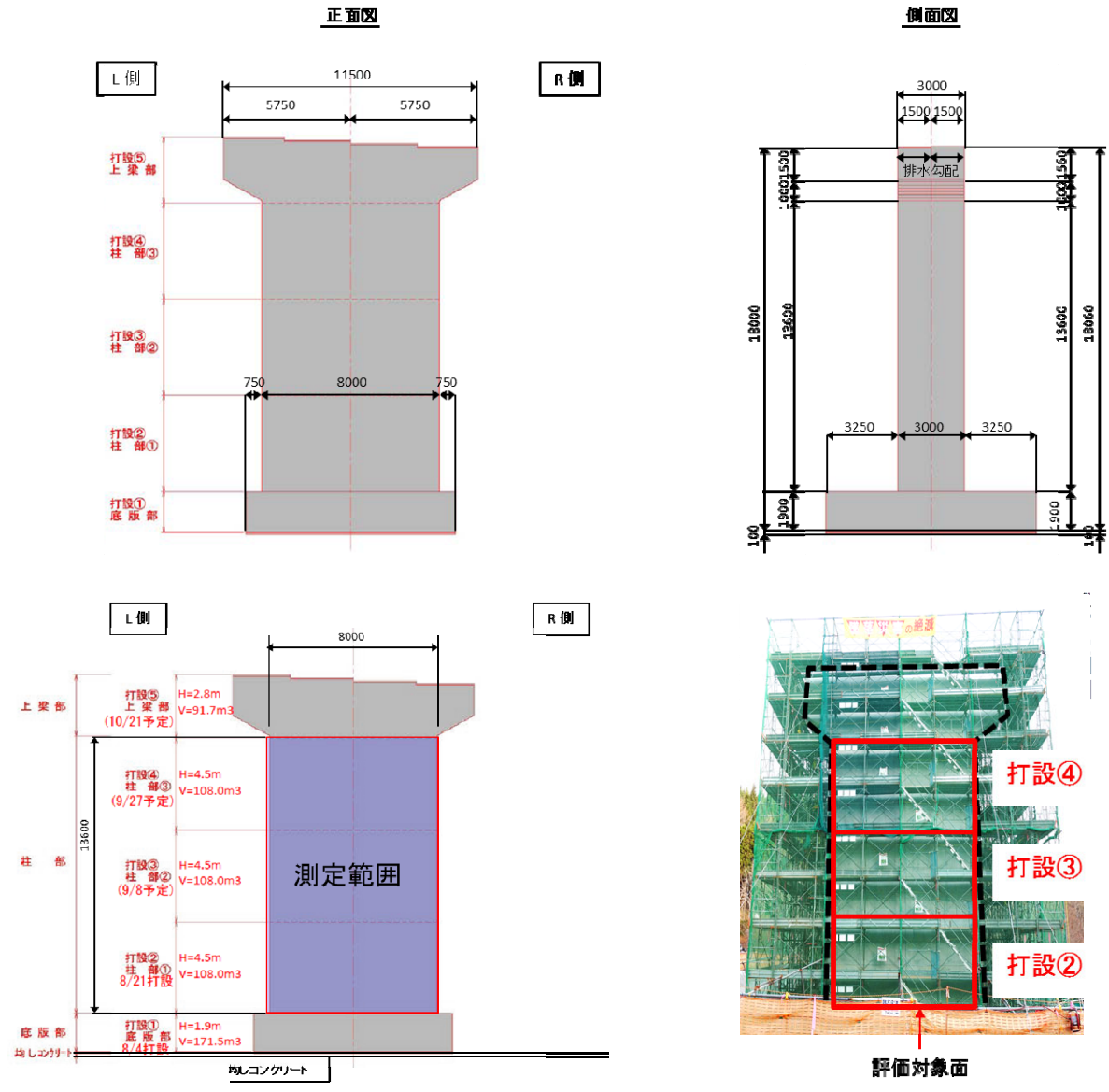
技術名	デジタル打音検査とデジタル目視点検の統合システム(うき)	開発者名	原子燃料工業株式会社

試験日	平成29年 11 月 20 日	天候	晴れのち雪	気温	−3 ℃	風速	− m/s
試験場所	橋脚建設現場						

カタログ分類	非破壊検査技術 カタログ	検出項目	寒冷地凍害抑制のための表面性状	試験区分	−

試験で確認するカタログ項目	計測速度

対象構造物の概要



試験方法（手順）	技術番号	BR020003

①	機材搬入（PCタブレット（波形処理装置）、計測ハードウェア、AEセンサー）（写真-1）
②	AEセンサー、ハンマー等の作動確認
③	計測作業（橋脚部）（写真-2）
④	後日、計測した波形よりコンクリート施工品質を検出する。

開発者による計測機器の設置状況

■計測結果

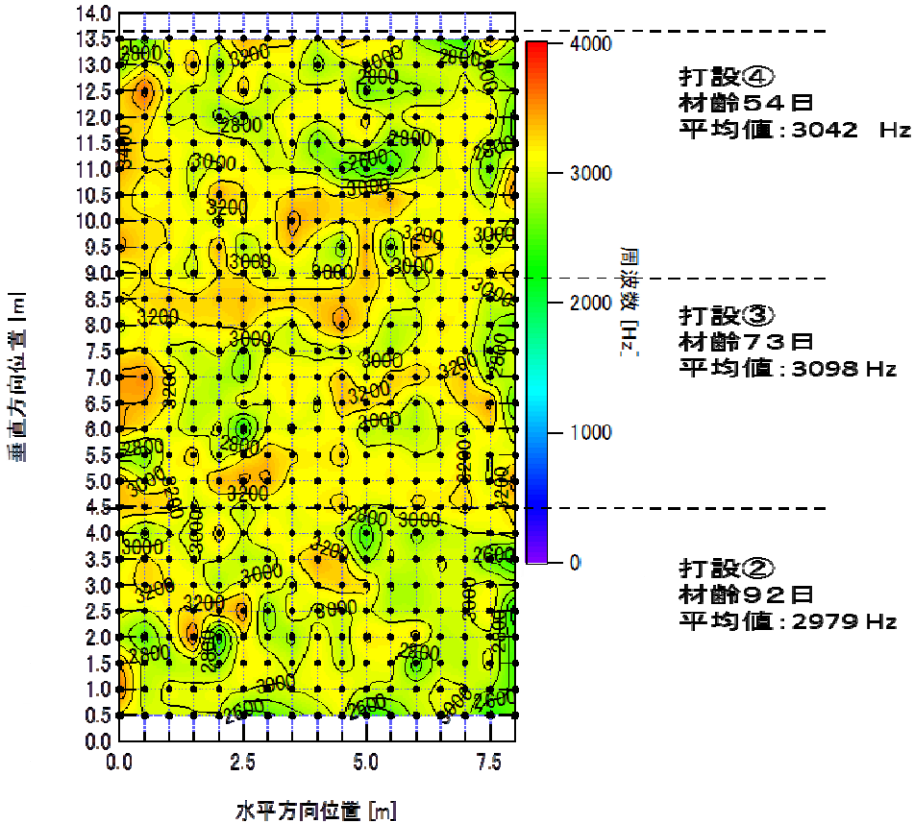


図-1　橋脚部の固有振動ピークコンター図

測定範囲および測定方法

・測定範囲は、水平方向：0～8mを0.5m間隔で17点

垂直方向：0.5m～13.5 mを0.5m間隔で27ライン（計459点）

・測定方法は、測定点にセンサを押し当てて、点検用ハンマーで打撃

■結果（図-1）

・ 橋脚全面を測定した結果では、打設③、④の平均的な評価ピーク周波数は打設②より高い値となった。

・ 打設③、④は、打設方法を改善しており、改善効果が振動測定で定量的に評価している可能性がある。

・ 高さ9.0×横4.5m付近の面的測定結果より、穴が多く密集している領域では、評価ピーク周波数が若干低く、表面性状を定量評価しうる結果が得られた。

・ 測点面積：108m2（橋台H：13.5m、B：8mの場合）調査・解析時間：300分

技術番号	BR020003

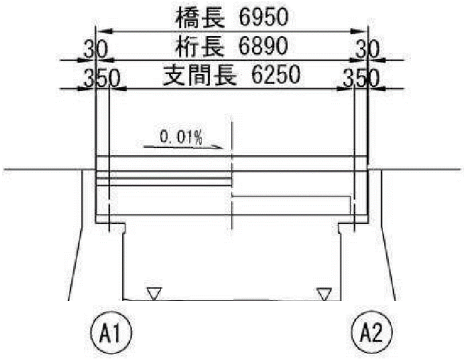
技術名	デジタル打音検査とデジタル目視点検の統合システム(うき)	開発者名	原子燃料工業株式会社

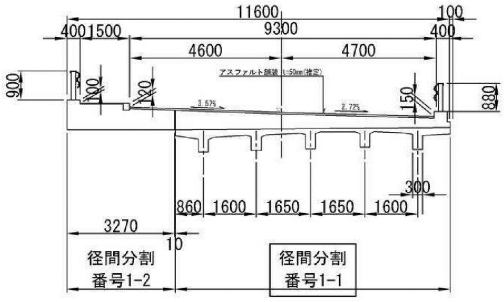
試験日	令和2年　1　月　31　日	天候	晴れ	気温	8.8　℃	風速	1　m/s
試験場所	実橋						

カタログ分類	非破壊検査技術　　カタログ	検出項目	うき	試験区分	現場試験

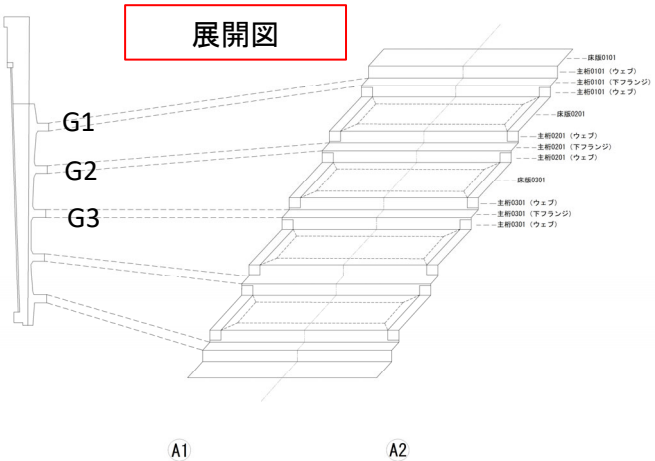
試験で確認するカタログ項目	動作確認(精度以外)

対象構造物の概要





展開図



計測対象部材

主桁:G1、G2、G3

横桁:端横桁(G1-2間、G2-3間)

床版:G1-G2間

試験方法（手順）	技術番号	BR020003
①	機材搬入（PCタブレット（波形処理装置）、計測ハードウェア、AEセンサー等）（写真-1）	
②	AEセンサー、ハンマー等の作動確認（鉛直打音面用：写真-2、水平打音面：写真-3）	
③	計測作業（床版部）（写真-4）	
④	計測作業（主桁ウエブ部）（写真-5）（写真-6：写真-5の拡大写真）	
⑤	後日、計測した波形よりうきを検出する。	

開発者による計測機器の設置状況

写真-1

写真-2

写真-3

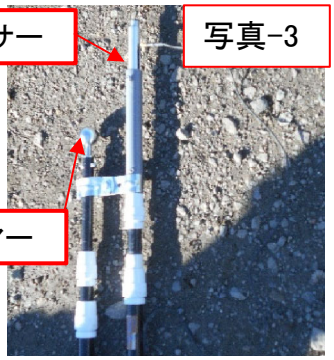


写真-4

写真-5

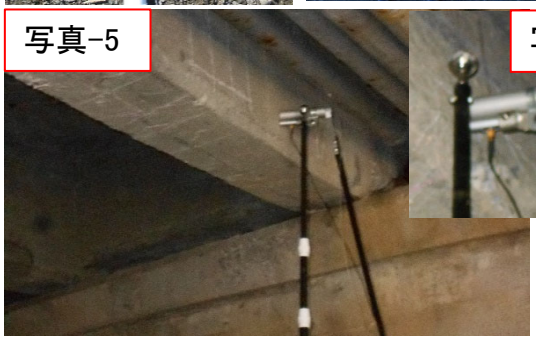
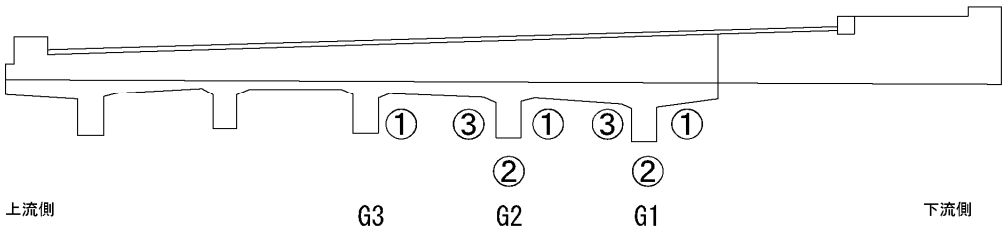


写真-6

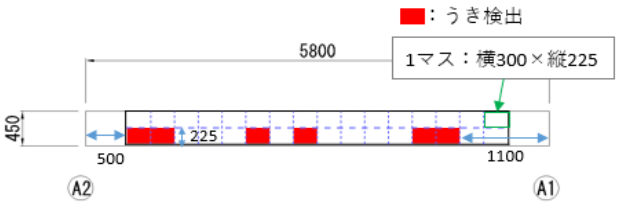
■計測結果

断面図

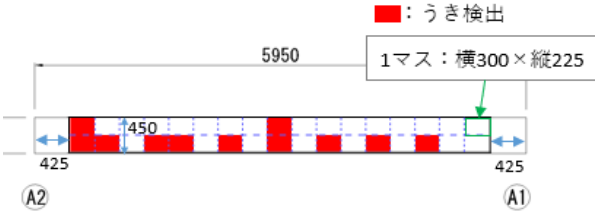


主桁

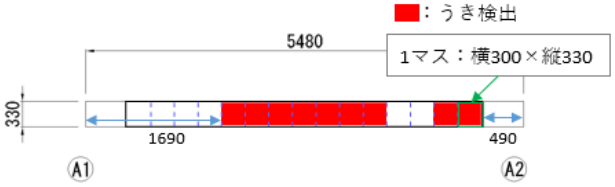
G1-①（ウェブ下流側）



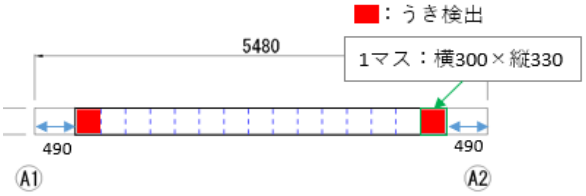
G2-①（ウェブ下流側）



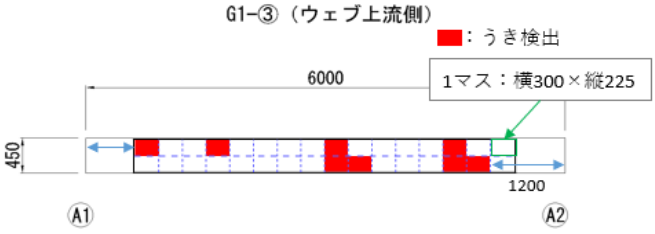
G1-②（主桁下面）



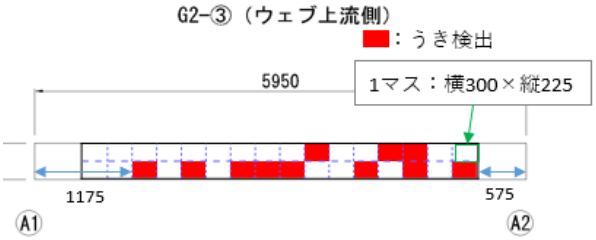
G2-②（主桁下面）



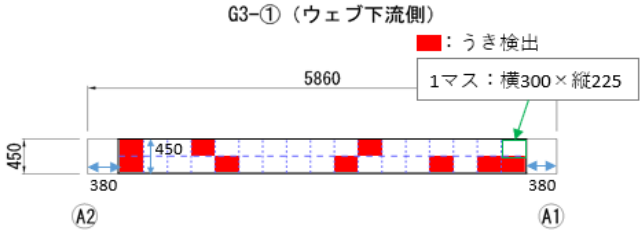
G1-③（ウェブ上流側）



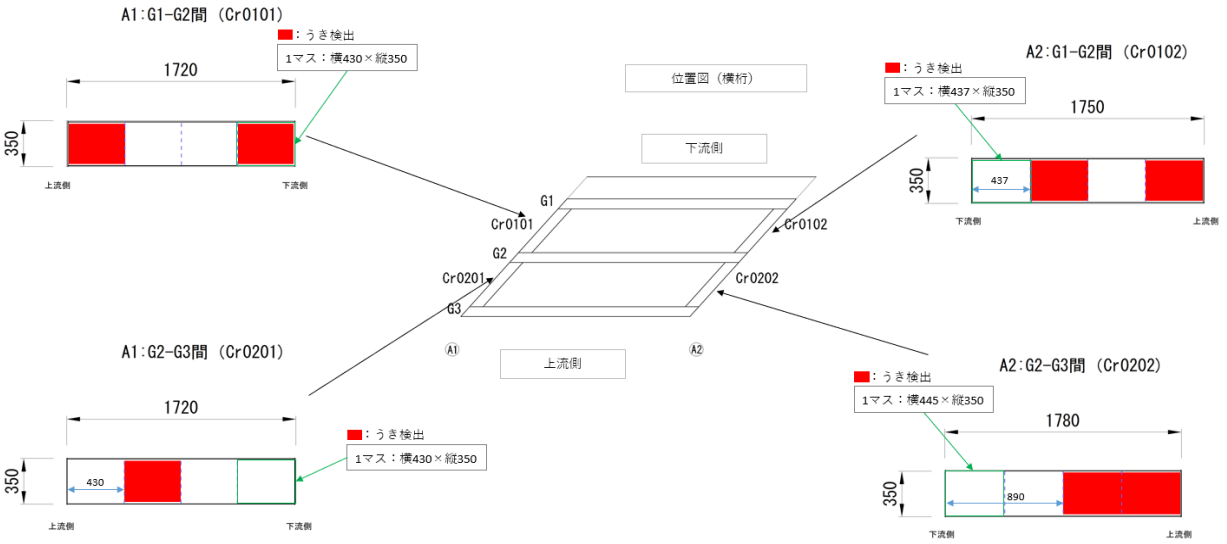
G2-③（ウェブ上流側）



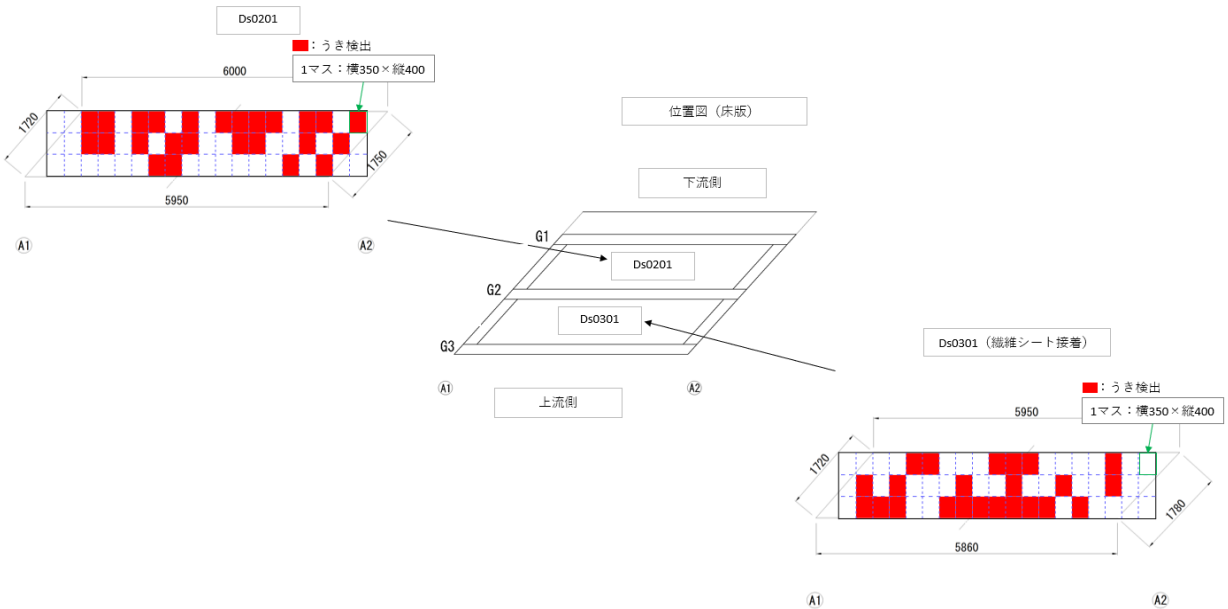
G3-①（ウェブ下流側）



横桁


A1:G1-G2間（Cr0101）
■：うき検出
1マス：横430×縦350
1720
350
上流側
下流側
位置図（横桁）
下流側
G1
G2
G3
Cr0101
Cr0102
Cr0201
Cr0202
A1
A2
上流側
A2:G1-G2間（Cr0102）
■：うき検出
1マス：横437×縦350
1750
350
437
下流側
上流側
A1:G2-G3間（Cr0201）
1720
350
430
■：うき検出
1マス：横430×縦350
上流側
下流側
A2:G2-G3間（Cr0202）
■：うき検出
1マス：横445×縦350
1780
350
890
下流側
上流側

床版


Ds0201
■：うき検出
1マス：横350×縦400
6000
1720
1750
5950
A1
A2
位置図（床版）
下流側
G1
G2
G3
Ds0201
Ds0301
A1
A2
上流側
Ds0301（繊維シート接着）
■：うき検出
1マス：横350×縦400
5950
1720
1780
5860
A1
A2

技術番号	BR020004

技術名	赤外線調査トータルサポートシステム Jシステム	開発者名	西日本高速道路エンジニアリング四国(株)

試験日	平成22年 9 月 13 日	天候	晴れ	気温	－ ℃	風速	－ m/s
試験場所	某橋梁(香川県)						

カタログ分類	非破壊検査技術 カタログ	検出項目	うき・剥離	試験区分	－

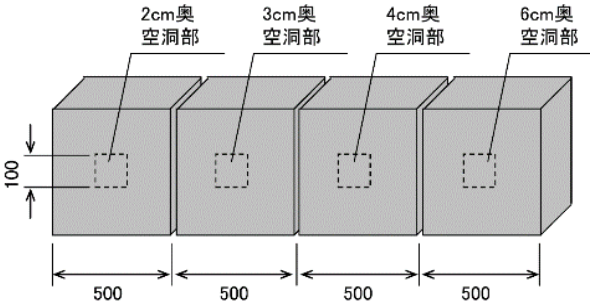
試験で確認するカタログ項目	計測性能(感度)

対象構造物の概要

検証に用いた赤外線カメラの概要を示す。

	カメラB	カメラC	カメラD
表示画素数	640×512	320×480	640×480
検知素子	InSb	QWIP	μボロメータ
検知波長帯	3～5μm	8～9μm	8～13μm
NETD(25℃)	25mK以下	25mK以下	60mK以下
フレームレート	125Hz	60Hz	30Hz
重量	4.5Kg	3.2Kg	1.7Kg

検証時の計測対象であるコンクリート試験体と橋梁壁高欄の概要を示す。

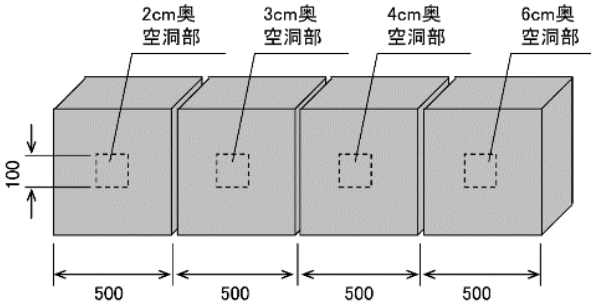


異常部を設けたコンクリート試験体

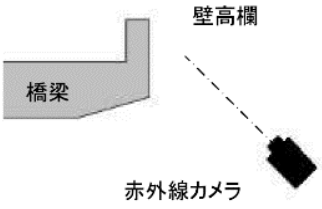
壁高欄(健全コンクリート)

試験方法（手順）	技術番号	BR020004
①	夜間時、熱環境が調査に適していることが確認された時間帯に計測対象の熱画像を撮影する。	
②	撮影した熱画像の見え方を各カメラ（検出波長帯）で比較する。	
③	試験体撮影では異常部が問題なく検出できるかを確認する。	
④	壁高欄撮影では健全コンクリートを天空反射の影響を受けることなく、健全と判定できるかを確認する。	

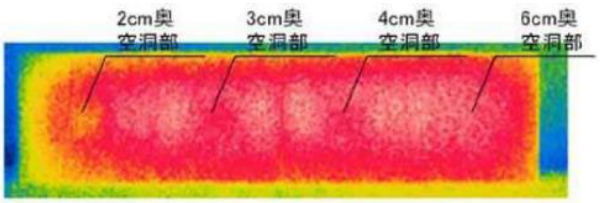
開発者による計測機器の設置状況



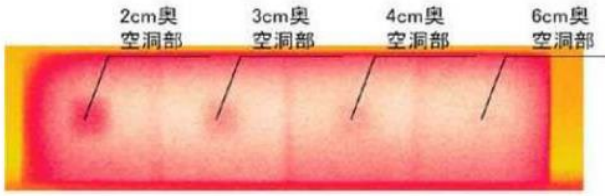
試験体と正対して撮影
異常部を設けたコンクリート試験体の撮影



壁高欄（健全コンクリート）の撮影

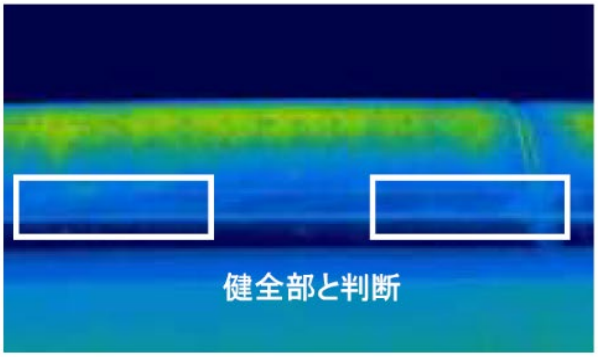


カメラDの熱画像
（日格差10℃、23時撮影）

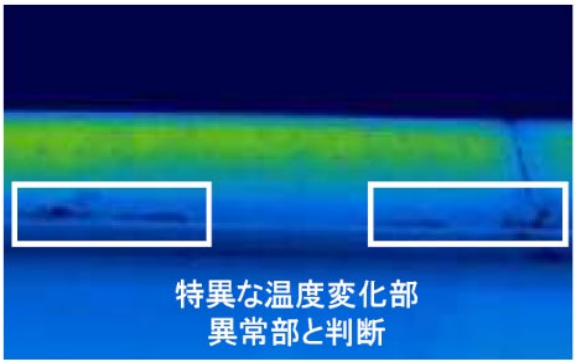


カメラB、Cの熱画像
（日格差10℃、23時撮影）

カメラB、Cは、ノイズが少なく、試験体の異常部を明確に確認できる。



カメラBの熱画像
（日格差10℃、23時撮影）



カメラCの熱画像
（日格差10℃、23時撮影）

カメラCは、天空反射の影響を受けず、誤判定がない。健全コンクリートを健全と正しく判定できる。

以上の検証より、カメラB「検知素子：インジウムアンチモン（InSb）」、「検知波長帯：3～5μm」を採用。

最小検知温度差：0.025℃はカタログ値（NETD）のとおり。

⇒実際はコンクリート表面温度の表示分解能は0.01℃単位で可能であることを確認。

（確認シート「計測性能（計測レンジ、分解能）」を参照）

技術番号	BR020004

技術名	赤外線調査トータルサポートシステム Jシステム	開発者名	西日本高速道路エンジニアリング四国(株)

試験日	平成30年4月～平成31年3月 (上記期間の調査実績より検証)	天候	晴れ	気温	－ ℃	風速	－ m/s
試験場所	某橋梁(香川県、徳島県、愛媛県、高知県)						

カタログ分類	非破壊検査技術　　カタログ	検出項目	うき・剥離	試験区分	－

試験で確認するカタログ項目	計測性能(計測レンジ、分解能)

対象構造物の概要

四国全域の調査結果実績から検証を行ったものであるため、代表写真を以下に示す。

試験方法（手順）	技術番号	BR020004

①	夜間時、熱環境が調査に適していることが確認された時間帯に対象橋梁の熱画像を撮影する。
②	撮影した熱画像に表示される温度値を読み取る。

開発者による計測機器の設置状況

通常撮影

※実際の調査は夜間に実施

計測結果の比較

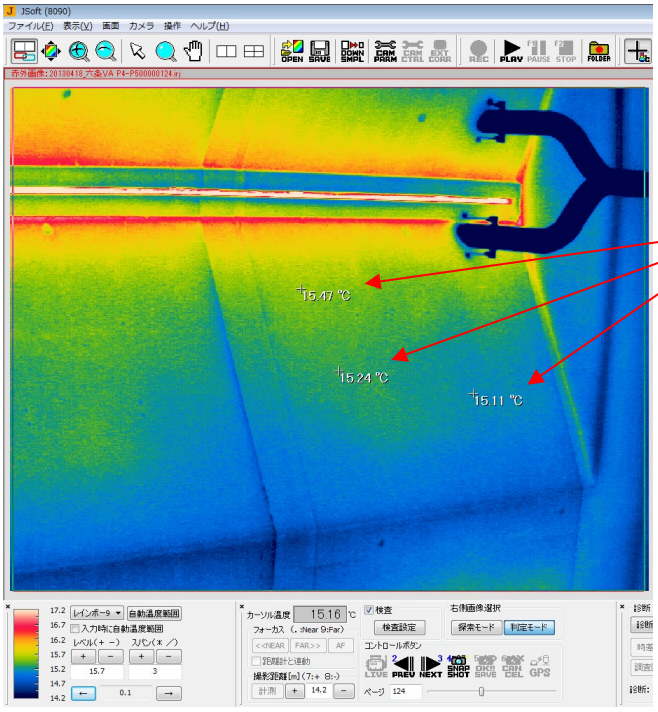
平成30年4月～平成31年3月の赤外線調査実績をもとに、温度分解能を検証

上記調査実績において確認された計測レンジ

→最低温度値：-5℃（冬季のコンクリート）

→最高温度値：45℃（夏季のコンクリート）

コンクリート表面温度の表示分解能 ： 0.01℃単位



代表点3箇所の温度値を表示
このように、ソフトウェア上で0.01℃単位の温度値を確認するこが可能

熱画像解析ソフト「Jsoft」より

技術番号	BR020004

技術名	赤外線調査トータルサポートシステム Jシステム	開発者名	西日本高速道路エンジニアリング四国(株)

試験日	平成27年 10 月 26 日 ほか	天候	晴れ	気温	15.9 ℃	風速	1.5 m/s
試験場所	某橋梁(香川県ほか)						

カタログ分類	非破壊検査技術 カタログ	検出項目	うき・剥離	試験区分	−

試験で確認する カタログ項目	計測精度(うき・剥離)

対象構造物の概要

試験方法（手順）	技術番号	BR020004

①	昼間時、調査前の準備として対象橋梁のコンクリート躯体に熱環境測定装置を設置する。
②	昼間時、対象橋梁の可視画像を撮影する。
③	夜間時、熱環境が調査に適していることが確認された時間帯に対象橋梁の熱画像を撮影する。
④	現地撮影画像から専用ソフトで画像解析を行い、うき・剥離と思われる個所を抽出する。
⑤	打音点検結果と比較し、検出率を検証する。

開発者による計測機器の設置状況

写真-1

調査状況（※実際の調査は夜間に実施）

写真-2

熱環境測定装置設置状況

計測結果の比較	技術番号	BR020004

○計測精度（うき・剥離）

平成30年3月29日　国土交通省 「コンクリート構造物のうき・剥離を検出可能な非破壊検査技術」

次世代社会インフラ用ロボット技術の検証結果より引用

■コンクリート構造物のうき・剥離を検出可能な非破壊検査技術の評価「Jシステム」

適用条件			・天候が雨天でないこと。 ・調査対象部位が湿潤状態でないこと。 ・亜鉛を含む防錆スプレーなど、金属系の塗料をコンクリート表面に塗布した部位でないこと。 ・熱環境測定装置に検出可能な温度差が発生すること。 ・調査対象に対する対象面角度の最小角度が30°以上確保できること。 ・撮影箇所から調査対象部位の視通が確保できること。 ・調査時間帯は原則として夜間とする。 ・コンクリート表面から4cm奥までのうき・剥離 ・日較差（1日の最高気温と最低気温の差）7℃以上が望ましい。 ・撮影距離約50m未満（ただし、レンズや、距離計の変更により80m程度まで対応可能）
検証結果	①精度	検出率※5※7※10	100%　※ただし、分母は検証対象部位・部材に限る （うき：52箇所／52箇所、剥離：38箇所／38箇所）
	②効率性	ヒット率※6※7※10	26% （90箇所／350箇所）
	検証対象部位・部材		主桁（フランジ、ウエブ）、横桁（フランジ）、床版下面、地覆側面、壁高欄

※5　検出率＝（従来方法による点検で把握された損傷のうち、当該技術で検出できた損傷数）／（従来方法による点検で把握された損傷数）
※6　ヒット率＝（当該技術で異常が検出された箇所数のうち、従来方法による点検で損傷が把握された箇所数）／（当該技術で異常が検出された箇所数）
※7　うき・剥離箇所数は、各技術が点検を実施した範囲の箇所数
※10　このデータは、平成29年11月時点。ただし、Jシステムの検証結果については、平成27年10月から平成28年2月に実施した現場検証データである。

技術番号	BR020004

技術名	赤外線調査トータルサポートシステム Jシステム	開発者名	西日本高速道路エンジニアリング四国(株)

試験日	平成30年4月～平成31年3月 (上記期間の調査実績より検証)	天候	晴れ	気温	－ ℃	風速	－ m/s
試験場所	某橋梁(香川県、徳島県、愛媛県、高知県、岡山県)						

カタログ分類	非破壊検査技術 カタログ	検出項目	うき・剥離	試験区分	－

試験で確認するカタログ項目	計測性能(計測速度、位置精度)

対象構造物の概要

四国全域の調査結果実績から検証を行ったものであるため、代表写真を以下に示す。

試験方法（手順）	技術番号	BR020004

①	夜間時、熱環境が調査に適していることが確認された時間帯に対象橋梁の熱画像を撮影する。
②	調査範囲と調査時間から、計測速度を算出する。
③	車載撮影においては、GPSで位置情報を連動させた熱画像より、真値との位置ズレを確認する。

開発者による計測機器の設置状況

通常撮影

台車撮影

車載撮影

※実際の調査は夜間に実施

計測結果の比較	技術番号	BR020004

平成30年4月～平成31年3月の赤外線調査実績をもとに、計測速度を検証

調査場所	調査数量（㎡）	撮影手法
NEXCO四国支社管内　高松市内区間以外	183,403	通常撮影
NEXCO四国支社管内　高松市内区間	32,793	車両撮影　＋　通常撮影
瀬戸中央自動車道	15,307	台車撮影　＋　通常撮影

上記調査場所から計測速度の検証結果

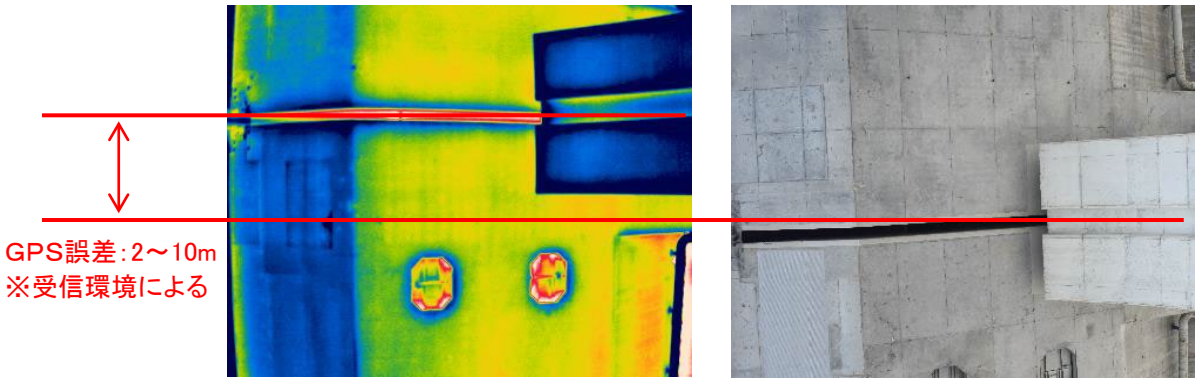
→通常撮影：0.2m/s（床版1ブロックL=17mの径間⇒計測時間85s　算定式：17m/85s=0.2m/s）

→台車撮影：0.5m/s（床版1ブロックL=40mの径間⇒計測時間80s　算定式：40m/80s=0.5m/s）

→車載撮影：60km/h（床版1ブロックL=33.5mの径間⇒計測時間2s　算定式：33.5m/2s=60km/h）

位置精度の検証

連続撮影画像データより確認（60km/h走行撮影）



熱画像　　可視画像

代表画像例

技術番号	BR020004

技術名	赤外線調査トータルサポートシステム Jシステム	開発者名	西日本高速道路エンジニアリング四国(株)

試験日	令和5年 12 月 7 日	天候	晴れ	気温	20.7 ℃	風速	5.5 m/s
試験場所	福島ロボットテストフィールド						

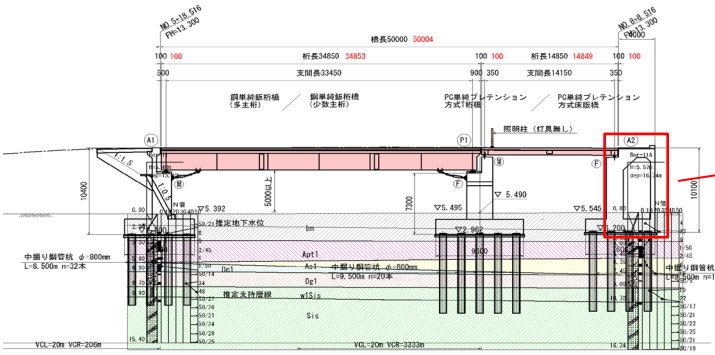
カタログ分類	非破壊検査技術 カタログ	検出項目	うき	試験区分	標準試験

試験で確認するカタログ項目	計測精度

対象構造物の概要

※検証試験体

全体一般図



A2橋台背面

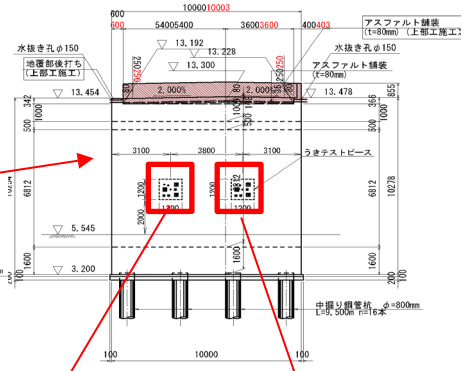


写真-1 A2橋台背面

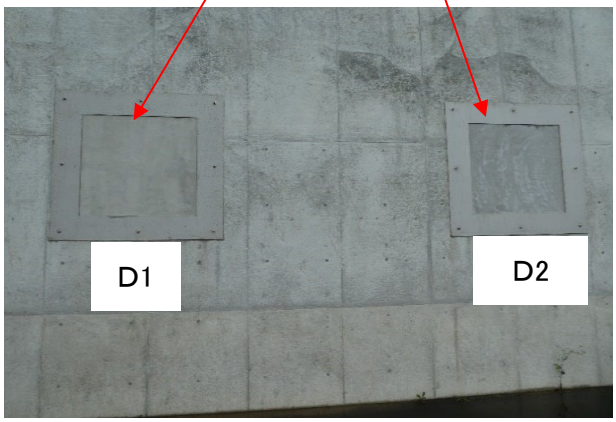


写真-2 検証試験体

※検証試験体

D1：かぶり30mm、寸法1050×1050mm

D2：かぶり10mm、寸法1050×1050mm

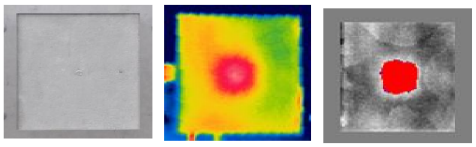
試験方法（手順）	技術番号	BR020004

①	機器の搬入（赤外線カメラ、PC、EM（S））（写真−3）
②	熱環境測定装置（EM（S）t＝2cm）の測定結果（（写真−4）
③	移動手段の台車に赤外線カメラを乗せD1、D2の順で測定（写真−5）
④	赤外線カメラを手持ちしD1、D2の順で測定（写真−6）
⑤	取得したデータよりうきの箇所を検出する。

開発者による計測機器の設置状況

写真−3

【熱環境測定装置「EM(S) t=2cm」】



可視画像　熱画像　解析画像

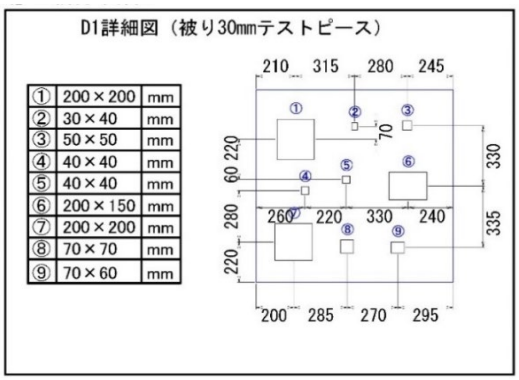
写真−4

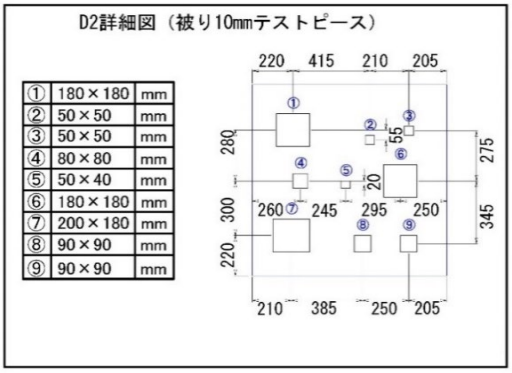
写真−5

写真−6

比較対象を得るため、立会者による計測機器の設置状況

※検証供試体





うきの総箇所数：18箇所

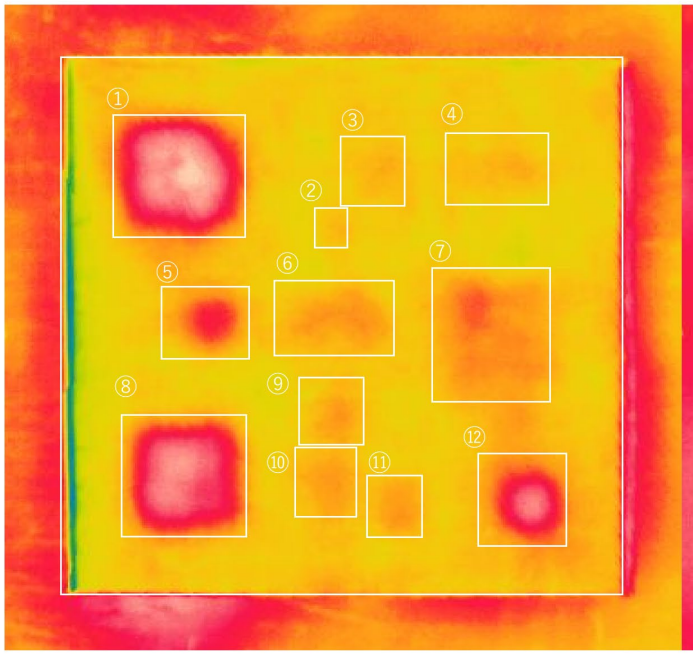
計測結果の比較	技術番号	BR020004

※計測結果

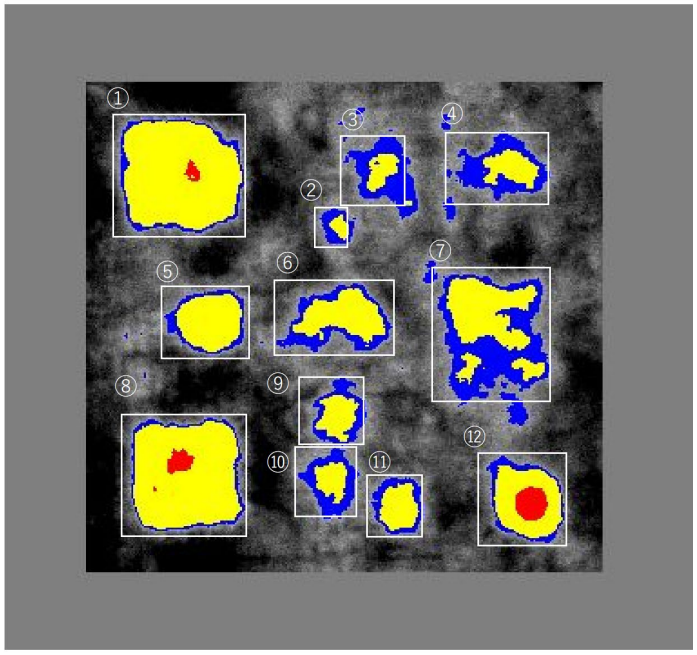
■撮影手段(移動手段):台車、徒歩、車両　　■撮影距離:台車4.5m、徒歩4.5m、車両11.5m

なお、撮影手段の違いによる計測結果の違いは無かった。

D1



D1　熱画像

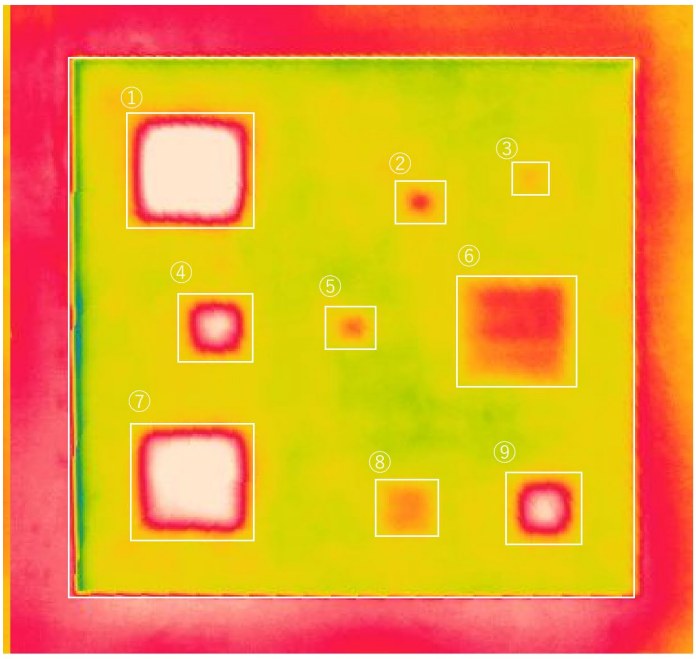


D1　解析画像

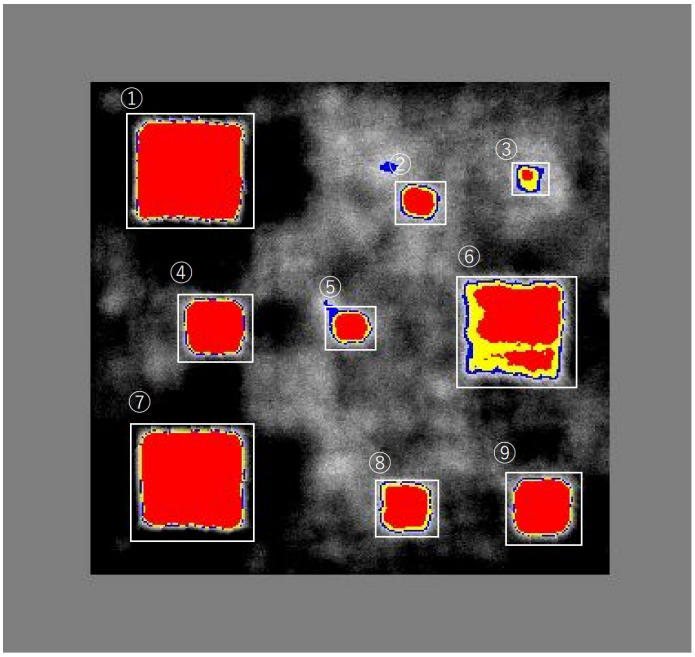
計測結果の比較	技術番号	BR020004

※計測結果

D2



D2　熱画像



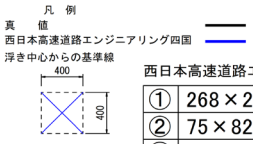
D2　解析画像

【凡例】

- 0～2cm奥に変状有り
- 2～3cm奥に変状有り
- 3～4cm奥に変状有り

計測結果の比較	技術番号	BR020004

検出率＝正解個数のうち技術で検出できた個数／打音異常の正解個数
的中率＝当該技術で検出した打音異常のうち正解個数／当該技術で検出した個数（誤検出数含む）

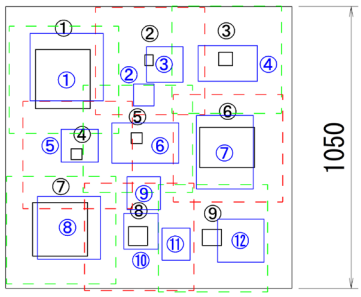


A2橋台-図番D 浮き合わせ図
（西日本高速道路エンジニアリング四国 （台車、徒歩、車両））

西日本高速道路エンジニアリング四国

①	268×251	mm
②	75×82	mm
③	133×133	mm
④	217×133	mm
⑤	136×122	mm
⑥	245×150	mm
⑦	207×275	mm
⑧	231×234	mm
⑨	122×122	mm
⑩	126×133	mm
⑪	102×119	mm
⑫	170×160	mm

D1詳細図（被り30mmテストピース）

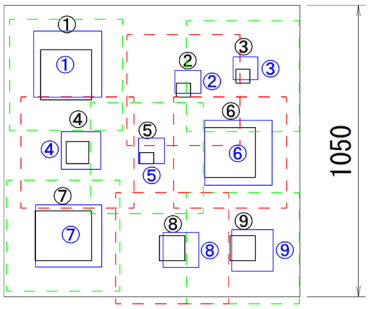


	真 値	
①	200×200	mm
②	30×40	mm
③	50×50	mm
④	40×40	mm
⑤	40×40	mm
⑥	200×150	mm
⑦	200×200	mm
⑧	70×70	mm
⑨	70×60	mm

西日本高速道路エンジニアリング四国

①	241×238	mm
②	92×82	mm
③	88×82	mm
④	139×136	mm
⑤	92×92	mm
⑥	238×234	mm
⑦	234×224	mm
⑧	126×126	mm
⑨	146×150	mm

D2詳細図（被り10mmテストピース）



	真 値	
①	180×180	mm
②	50×50	mm
③	50×50	mm
④	80×80	mm
⑤	50×40	mm
⑥	180×180	mm
⑦	200×180	mm
⑧	90×90	mm
⑨	90×90	mm

D1

真値番号	異常の正解個数	計測値番号	検出正解個数	的中正解個数	備考
①	1	①	1	1	
②	1	③	1	1	
③	1	④	1	1	
④	1	⑤	1	1	
⑤	1	⑥	1	1	
⑥	1	⑦	1	1	
⑦	1	⑧	1	1	
⑧	1	⑩	1	1	
⑨	1	⑫	1	1	
		②	0	0	
		⑨	0	0	
		⑪	0	0	
計	9	12	9	9	

D2

真値番号	異常の正解個数	計測値番号	検出正解個数	的中正解個数	備考
①	1	①	1	1	
②	1	②	1	1	
③	1	③	1	1	
④	1	④	1	1	
⑤	1	⑤	1	1	
⑥	1	⑥	1	1	
⑦	1	⑦	1	1	
⑧	1	⑧	1	1	
⑨	1	⑨	1	1	
計	9	9	9	9	

検出率＝　18箇所／18箇所＝1.00

的中率＝　18箇所／21箇所＝0.86

技術番号	BR020004

技術名	赤外線調査トータルサポートシステム Jシステム	開発者名	西日本高速道路エンジニアリング四国(株)

試験日	令和5年 12 月 7 日	天候	晴れ	気温	19.3 ℃	風速	5.5 m/s
試験場所	福島ロボットテストフィールド						

カタログ分類	非破壊検査技術 カタログ	検出項目	うき	試験区分	現場試験

試験で確認するカタログ項目	動作確認(精度以外)

対象構造物の概要

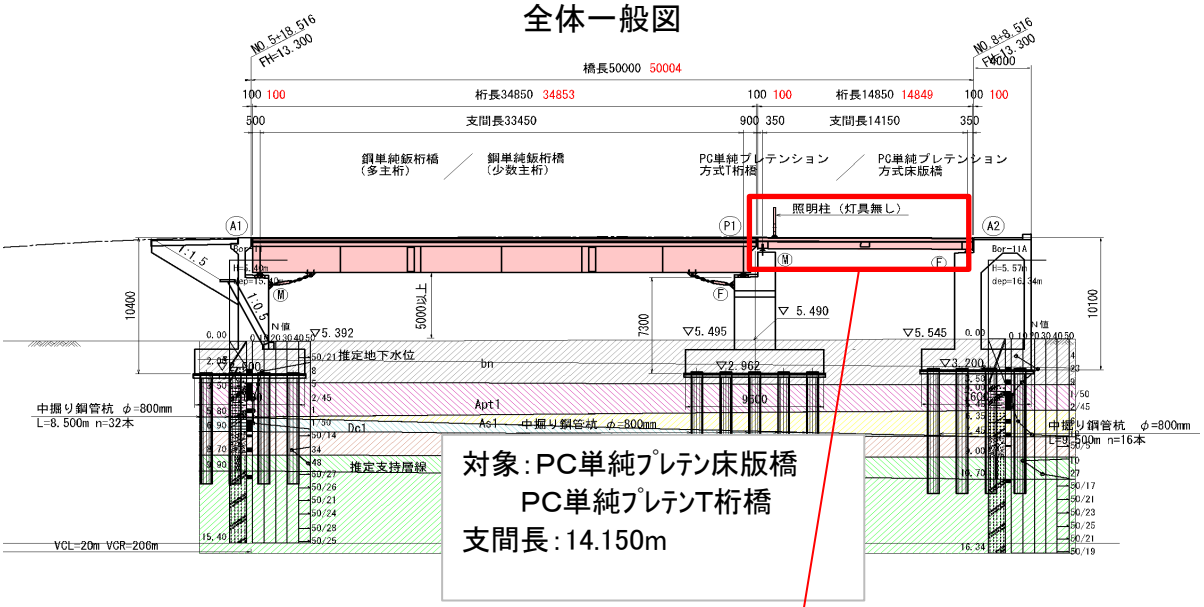
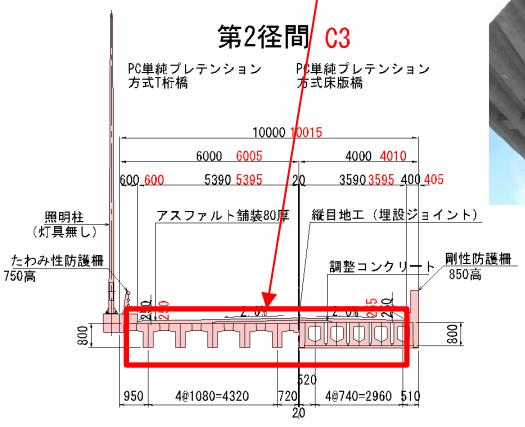


写真-1 全体写真



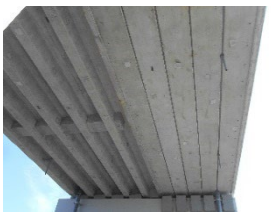


写真-2

対象径間:第2径間　　計測対象部材:高欄(左右)、T桁桁下面、床版橋下面

試験方法（手順）		技術番号	BR020004
①	機器の搬入（赤外線カメラ、PC、EM（S））（写真-3）		
②	PCモニターで測定結果を確認（（写真-4）		
③	赤外線カメラを手持ちしPC橋下面を測定（写真-5）		
④	赤外線カメラを手持ちしPC橋下面を測定（写真-6）		
⑤	取得したデータよりうきの箇所を検出する。		

開発者による計測機器の設置状況

写真-3

写真-4

写真-5

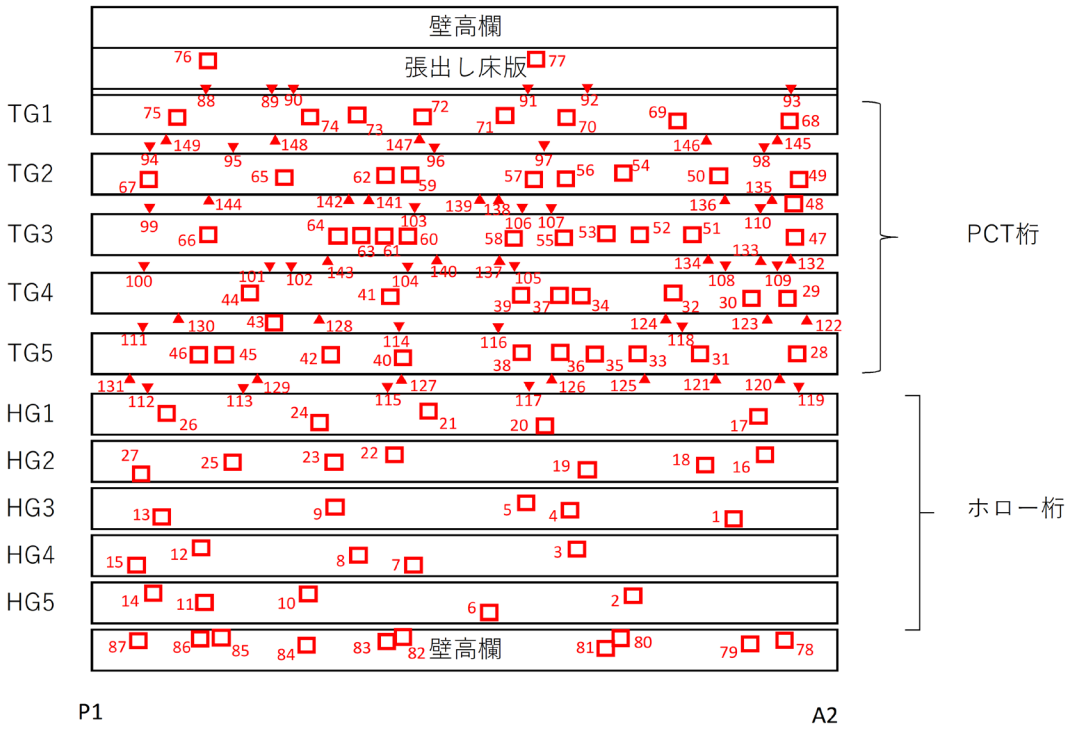
写真-6

計測結果の比較	技術番号	BR020004

※計測結果

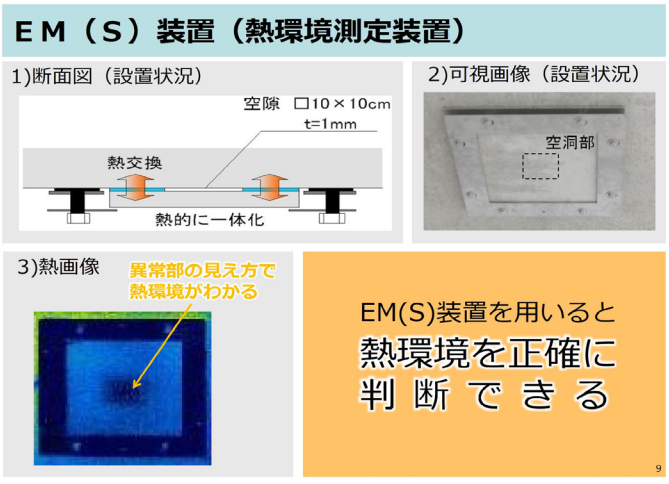
■移動手段：徒歩　　■撮影距離：6m

位置図



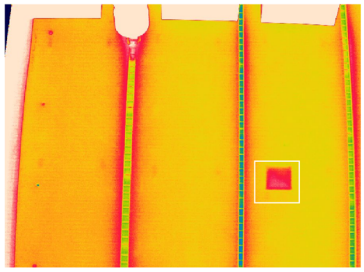
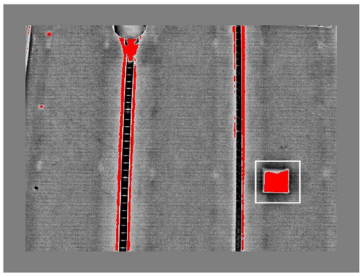
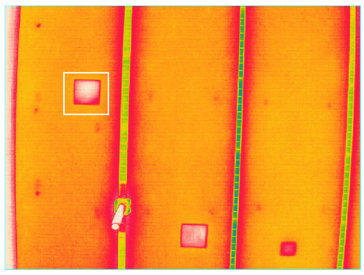
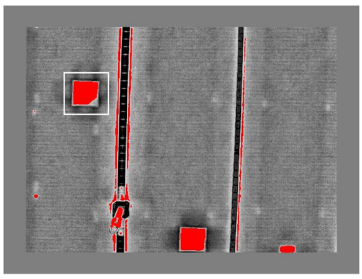
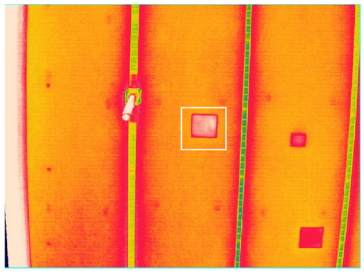
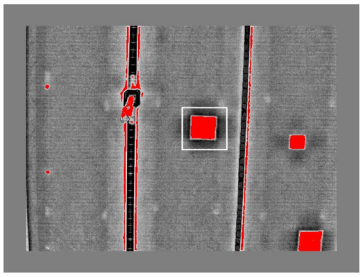
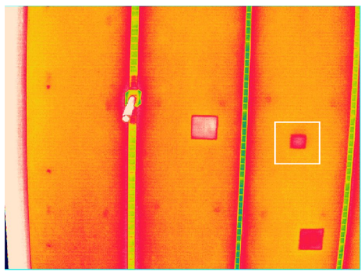
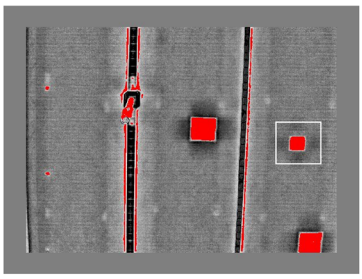
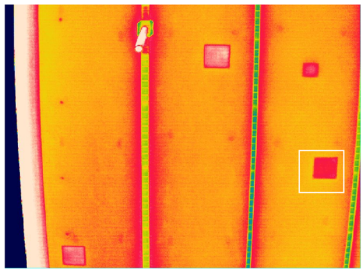
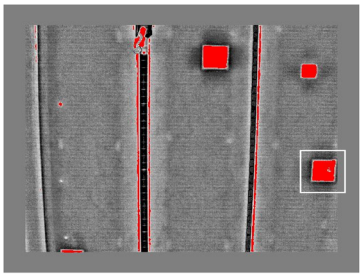
※１　上部工の調査可否を判定する熱環境測定装置（EM（S））を設置していないため調査可能深さ4cmまでの異常部を検出できていない可能性がある。

※２　検出した異常部のサイズは100㎜×100㎜以上のを検出しています。
（年津環境測定装置の疑似異常部は100㎜×100㎜で設定しており、
これを調査可否判断としているため）

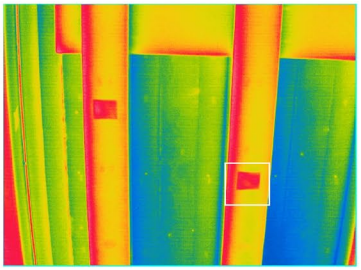
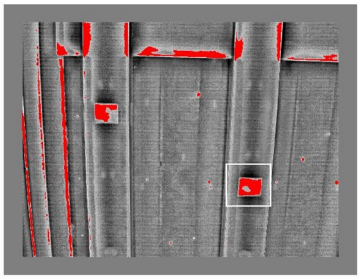
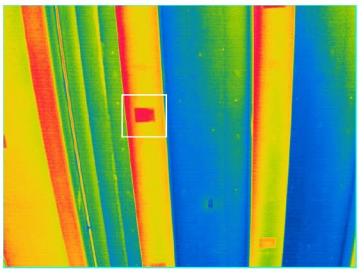
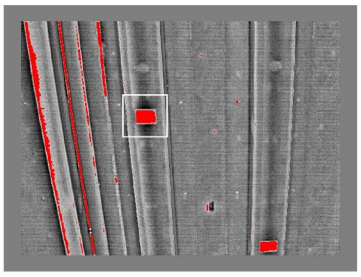
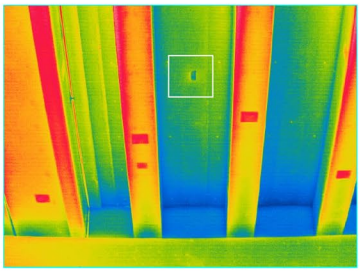
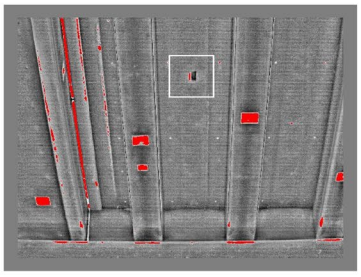
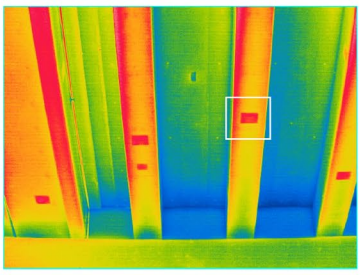
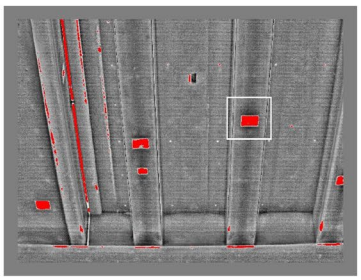
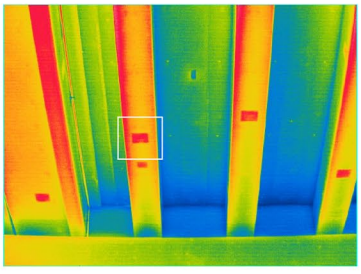
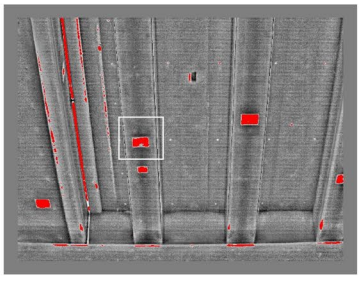


計測結果の比較	技術番号	BR020004

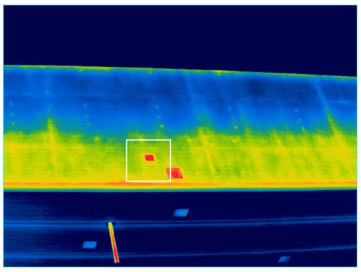
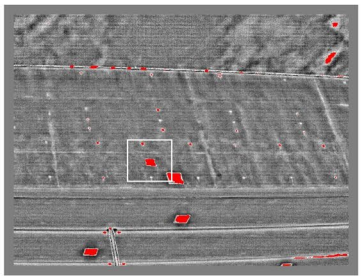
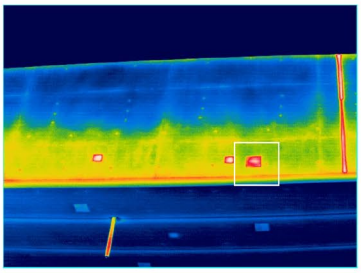
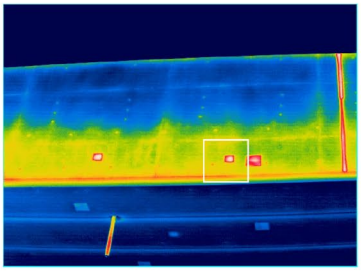
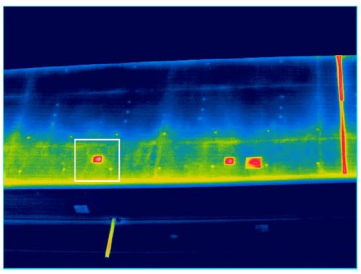
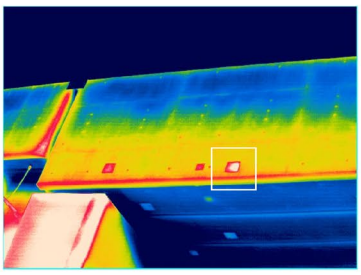
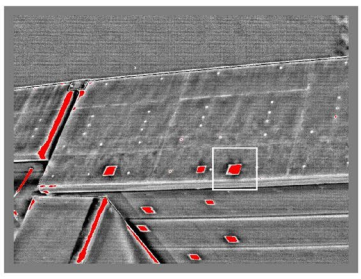
①PCホロー桁橋下面

No	熱画像	解析画像
1		
2		
3		
4		
5		

②PCT桁下面（抜粋）

No	熱画像	解析画像
41		
42		
43		
44		
45		

③壁高欄(左:起点側)(抜粋)

No	熱画像	解析画像
81		
82		
83		
84		
85		

技術番号	BR020006

技術名	橋梁点検支援ロボット+橋梁点検調書作成支援システム(うき)	開発者名	ジビル調査設計株式会社

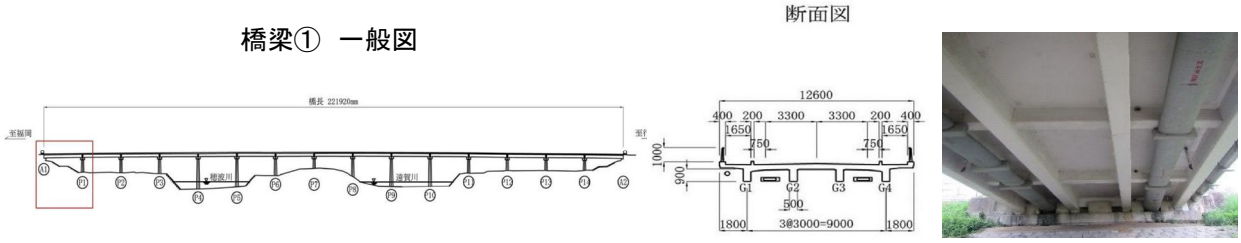
試験日	平成29年 10 月 23 ～ 27 日	天候	晴	気温	17 ℃	風速	5 m/s
試験場所	某橋梁(福岡県、熊本県)						

カタログ分類	非破壊検査技術 カタログ	検出項目	うき、剥離	試験区分	-

試験で確認する カタログ項目	うき・剥離検出精度

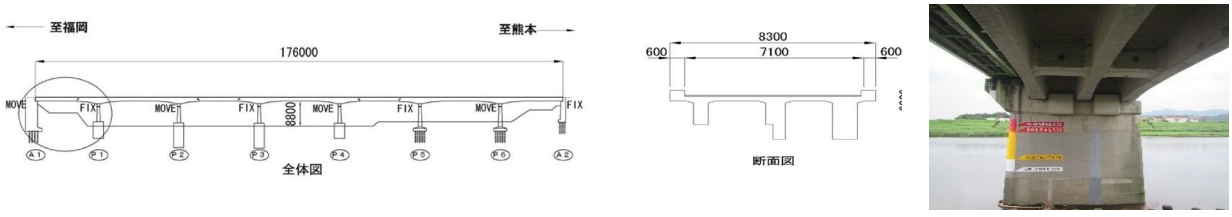
対象構造物の概要

橋梁① 一般図



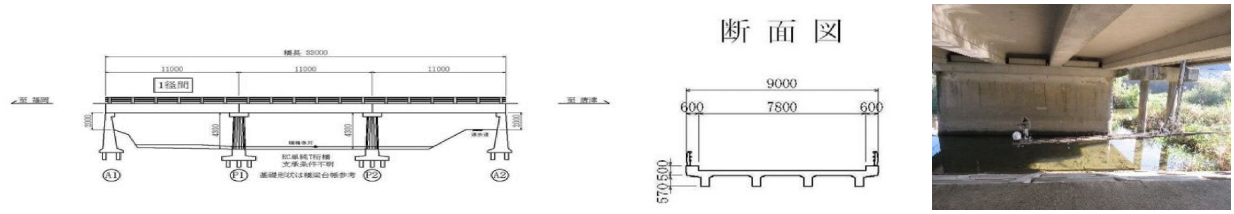
計測部位:主桁・横桁・床版・地覆

橋梁② 一般図



計測部位:主桁・横桁・床版

橋梁③ 一般図



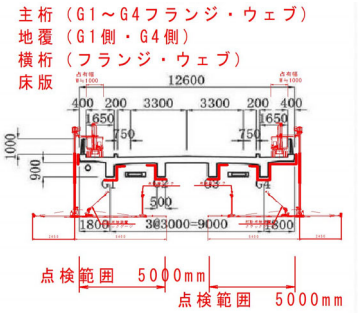
計測部位:主桁・横桁・床版

試験方法（手順）	技術番号	BR020006

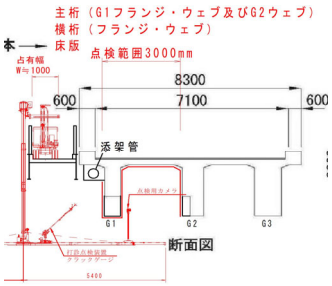
①	多機能カメラ台車を用いて橋梁下面対象部位の変状箇所を抽出する。。
②	赤外線サーモグラフィを用いて熱画像より温度異常部を抽出する。
③	可視画像と熱画像よりうきが疑われる個所を抽出する。
④	③で抽出された個所を回転式打診機構で直接打診を行う。
⑤	打診音はマイクロホンで集音され操作台車のスピーカーより発生する音を点検員が聴きうきの有無を判断する。

開発者による計測機器の設置状況

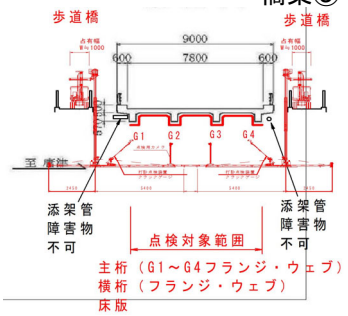
橋梁①　第13、14、15径間　検証面積454.7㎡



橋梁②　第1、6、7径間　検証面積453㎡



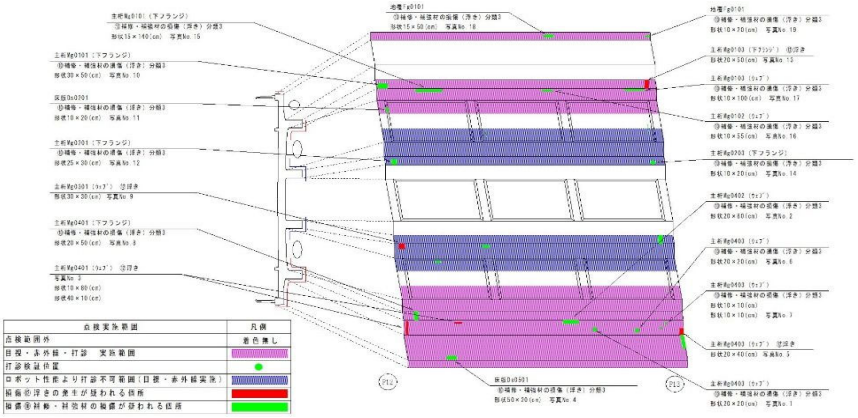
橋梁③　第1、2、3径間　検証面積293.7㎡



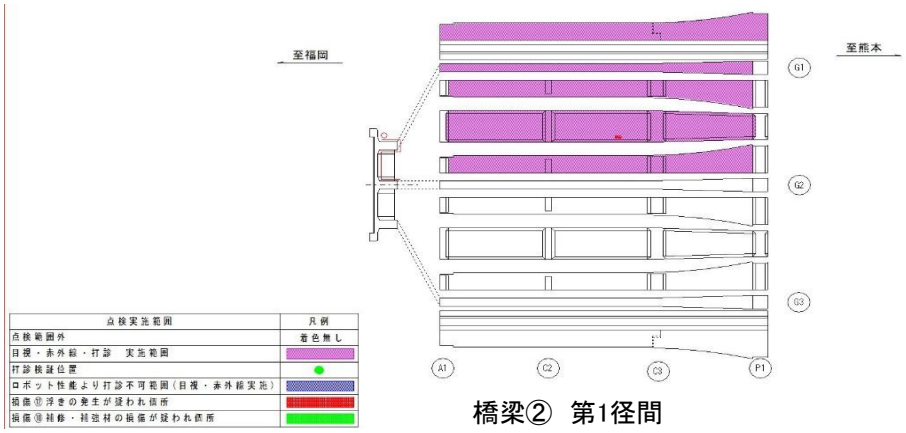
比較対象を得るため、 立会者による計測機器の設置状況	技術番号	BR020006

平成28年度に実施された定期点検で確認したうき・剥離との比較検証を実施する。

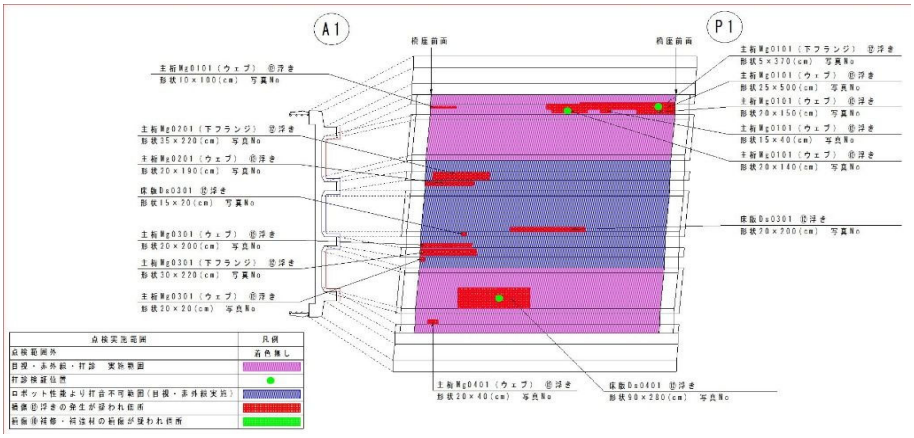
以下に本技術で確認されたうき・剥離損傷図を貼付する。



橋梁① 第13径間



橋梁② 第1径間



橋梁③ 第1径間

計測結果の比較

技術番号	BR020006

損傷評価精度分析表(コンクリート部材:うき・剥離)

H28定期点検結果	検証対象橋梁名	橋梁①											
	対象径間	13径間			14径間			15径間			合計		
	点検面積(㎡)	298.1			298.1			295.4			891.6		
	損傷種類	うき	剥離	計	うき	剥離	計	うき	剥離	計	うき	剥離	計
	損傷箇所数	29	2	31	23	5	28	40	2	42	92	9	101

No	技術名称 [技術分野]	開発者	ロボット点検結果	橋梁①											
				13径間			14径間			15径間			合計		
3	橋梁点検 支援ロボット	ジビル調査設計 株式会社	点検面積(㎡)※打音・赤外線	166.1			166.1			122.5			454.7		
			点検面積比率 (新技術点検面積/定期点検面積)	55.7%			55.7%			41.5%			51.0%		
			新技術での検出損傷箇所数(全数) 【C】	23			29			15			67		
				うき	剥離	計	うき	剥離	計	うき	剥離	計	うき	剥離	計
			新技術点検範囲内の定期点検損傷箇所数 【A】	20	1	21	15	3	18	13	1	14	48	5	53
			上記の損傷を新技術で検出できた箇所数 【B】	11	1	12	5	2	7	3	1	4	19	4	23
			検出率	57%			39%			29%			43%		
			ヒット率	52%			24%			27%			34%		

検出率 43(%)＝正解個数のうち技術で検出できた個数 23個所
異常の正解個数 53個所

的中率34(%)＝当該技術で検出した異常のうち正解個数 23個所
技術で検出した個数(誤検出を含む) 67個所

点検実施日の気象データ

点検実施日　気象データ

■実施日時・実施橋梁
□実施日時　平成 29 年 10 月 25 日
□点検時間　午前 10：00～午後 14:00
□実施橋梁　橋梁①
□実施径間　第 13 径間　第 14 径間　第 15 径間
■天気：晴
■風速
□点検時間（AM9:00～PM11：00）内の平均風速
□平均風速　2.7m　＜　点検適用条件 7 m／S　（点検可能）
■日中気温日格差（AM7:00～PM17:00）
□最高気温　19.3℃（PM13:00）
□最低気温　9.3℃（AM9:00）
□気温日格差　10.0℃　＞　気温日格差 7 ℃　（赤外線調査可能）

■実施日時・実施橋梁
□実施日時　平成 29 年 10 月 26 日
□点検時間　午前 9：00～午後 14:00
□実施橋梁　橋梁①
□実施径間　第 13 径間　第 14 径間　第 15 径間
■天気：晴
■風速
□点検時間（AM9:00～PM14：00）内の平均風速
□平均風速　1.7m　＜　点検適用条件 7 m／S　（点検可能）
■日中気温日格差（AM7:00～PM17:00）
□最高気温　21.3℃（PM14:00）
□最低気温　7.9℃（AM7:00）
□気温日格差　13.4℃　＞　気温日格差 7 ℃　（赤外線調査可能）

計測結果の比較

技術番号	BR020006

損傷評価精度分析表(コンクリート部材:うき・剥離)

	検証対象橋梁名	橋梁②														
	対象径間	1径間			5径間			6径間			7径間			合計		
H28定期点検結果	点検面積(㎡)	386.7			496.3			502.5			380			1,765.5		
	損傷種類	うき	剥離	計	うき	剥離	計	うき	剥離	計	うき	剥離	計	うき	剥離	計
	損傷箇所数	6	2	8	6	3	9	30	2	32	24	1	25	66	8	74

No	技術名称 [技術分野]	開発者	ロボット点検結果	橋梁②														
				1径間			5径間			6径間			7径間			合計		
3	橋梁点検 支援ロボット	ジビル調査設計 株式会社	点検面積(㎡)※打音・赤外線	130.6						202.8			119.6			453.0		
			点検面積比率 (新技術点検面積/定期点検面積)	33.8%						40.4%			31.5%			35.7%		
			新技術での検出損傷箇所数(全数) 【C】	2						30			27			59		
				うき	剥離	計				うき	剥離	計	うき	剥離	計	うき	剥離	計
			新技術点検範囲内の定期点検損傷箇所数 【A】	1	0	1				14	0	14	8	0	8	23	0	23
			上記の損傷を新技術で検出できた箇所数 【B】	1	0	1				11	0	11	7	0	7	19	0	19
			検出率	100%						79%			88%			83%		
			ヒット率	50%						37%			26%			32%		

検出率　83(%)＝正解個数のうち技術で検出できた個数　19個所
異常の正解個数　23個所

的中率　32(%)＝当該技術で検出した異常のうち正解個数　19個所
技術で検出した個数（誤検出を含む）　59個所

点検実施日の気象データ

点検実施日　気象データ

■実施日時・実施橋梁
　□実施日時　平成 29 年 10 月 23 日
　□点検時間　午前 10：00～午後 15:00
　□実施橋梁　橋梁②
　□実施径間　第 1 径間・第 6 径間
■天気：晴
■風速
　□点検時間（AM10:00～PM15：00）内の平均風速
　□平均風速　4.6m　＜　点検適用条件 7 m／S　（点検可能）
■日中気温日格差（AM7:00～PM17:00）
　□最高気温　19.6℃（PM13:00）
　□最低気温　15.3℃（AM7:00）
　□気温日格差　4.3℃　＜　気温日格差 7 ℃未満　（赤外線調査での精度確保困難）

■実施日時・実施橋梁
　□実施日時　平成 29 年 10 月 24 日
　□点検時間　午前 9：00～午後 11:00
　□実施橋梁　橋梁②
　□実施径間　第 7 径間

■天気：晴
■風速
　□点検時間（AM9:00～PM11：00）内の平均風速
　□平均風速　2.7m　＜　点検適用条件 7 m／S　（点検可能）
■日中気温日格差（AM7:00～PM17:00）
　□最高気温　21.5℃（PM14:00）
　□最低気温　11.5℃（AM7:00）
　□気温日格差　10.0℃　＞　気温日格差 7 ℃　（赤外線調査可能）

計測結果の比較

技術番号	BR020006

損傷評価精度分析表(コンクリート部材:うき・剥離)

	検証対象橋梁名	橋梁③											
H28定期点検結果	対象径間	1径間			2径間			3径間			合計		
	点検面積(㎡)	149.2			149.2			149.2			447.6		
	損傷種類	うき	剥離	計	うき	剥離	計	うき	剥離	計	うき	剥離	計
	損傷箇所数	17	1	18	10	1	11	13	0	13	40	2	42

No	技術名称 [技術分野]	開発者	ロボット点検結果	橋梁③											
				1径間			2径間			3径間			合計		
3	橋梁点検 支援ロボット	ジビル調査設計 株式会社	点検面積(㎡)※打音・赤外線	97.9			97.9			97.9			293.7		
			点検面積比率 (新技術点検面積/定期点検面積)	65.6%			65.6%			65.6%			65.6%		
			新技術での検出損傷箇所数(全数) 【C】	15			10			8			33		
				うき	剥離	計	うき	剥離	計	うき	剥離	計	うき	剥離	計
			新技術点検範囲内の定期点検損傷箇所数 【A】	13	0	13	8	0	8	8	0	8	29	0	29
			上記の損傷を新技術で検出できた箇所数 【B】	13	0	13	8	0	8	8	0	8	29	0	29
			検出率	100%			100%			100%			100%		
			ヒット率	87%			80%			100%			88%		

検出率 100(%)＝正解個数のうち技術で検出できた個数 29個所
異常の正解個数 29個所

的中率 88(%)＝当該技術で検出した異常のうち正解個数 29個所
技術で検出した個数(誤検出を含む) 33個所

点検実施日の気象データ

点検実施日 気象データ

■実施日時・実施橋梁
□実施日時 平成 29 年 10 月 27 日
□点検時間 午前 9：00～午後 14:00
□実施橋梁 橋梁③
□実施径間 第 1 径間 第 2 径間 第 3 径間
■天気：晴
■風速
□点検時間（AM9:00～PM14：00）内の平均風速
□平均風速 2.4m ＜ 点検適用条件 7 m／S （点検可能）
■日中気温日格差（AM7:00～PM17:00）
□最高気温 24.6℃（PM16:00）
□最低気温 15.0℃（AM7:00）
□気温日格差 9.6℃ ＞ 気温日格差 7℃ （赤外線調査可能）

No	技術名称 [技術分野]	開発者	ロボット点検結果	全体(3橋)		
				合計		
3	橋梁点検 支援ロボット	ジビル調査設計 株式会社	点検面積(㎡)※打音・赤外線	1,201.4		
			点検面積比率 (新技術点検面積/定期点検面積)	46.10%		
			新技術での検出損傷箇所数(全数) 【C】	159		
				うき	剥離	計
			新技術点検範囲内の定期点検損傷箇所数 【A】	100	5	105
			上記の損傷を新技術で検出できた箇所数 【B】	67	4	71
			検出率	68%		
			ヒット率	45%		

検出率 68(%)＝正解個数のうち技術で検出できた個数 71個所
異常の正解個数 105個所

的中率 45(%)＝当該技術で検出した異常のうち正解個数 71個所
技術で検出した個数(誤検出を含む) 159個所

技術番号	BR020006		スタンダード
技術名	橋梁点検支援ロボット(視る診る・スタンダード・ハイグレード・mini)＋橋梁点検調書作成支援システム(ひびわれ)	開発者名	ジビル調査設計(株)

試験日	令和6年　7　月　2　日	天候	晴れ	気温	27.7　℃	風速	4.0　m/s
試験場所	福島ロボットテストフィールド						

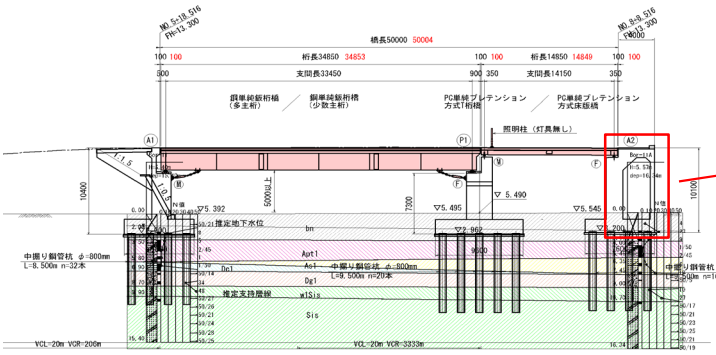
カタログ分類	非破壊検査技術　　カタログ	検出項目	うき	試験区分	標準試験

試験で確認するカタログ項目	計測精度

対象構造物の概要

※検証試験体

全体一般図



A2橋台背面

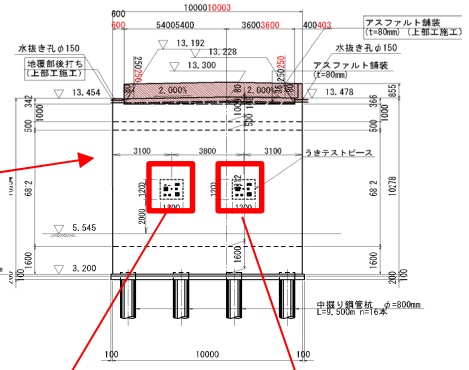


写真-1　A2橋台背面

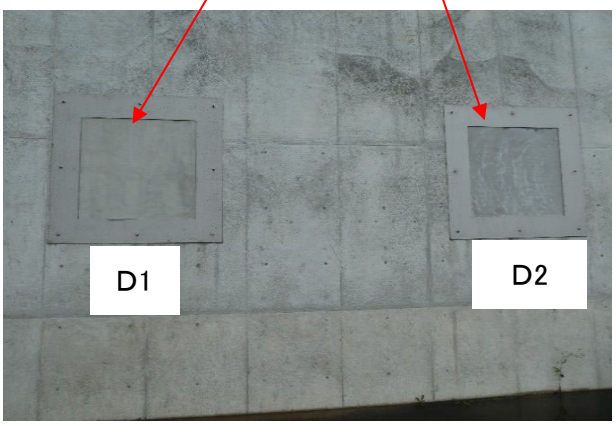


写真-2　検証試験体

※検証試験体

D1：かぶり30mm、寸法1050×1050mm

D2：かぶり10mm、寸法1050×1050mm

試験方法（手順）	技術番号	BR020006

①	機器の搬入（橋梁点検支援ロボット(視る診る・スタンダード）：赤外線サーモカメラ、打診棒、集音マイク等）（写真-3）
②	取得したデータをモニターで確認（（写真-4）
③	打診棒で試験体D1を打診（写真-5）
④	打診棒で試験体D2を打診（写真-5）（写真-6）
⑤	後日、取得したデータよりうきの箇所を検出する。

開発者による計測機器の設置状況

写真-3

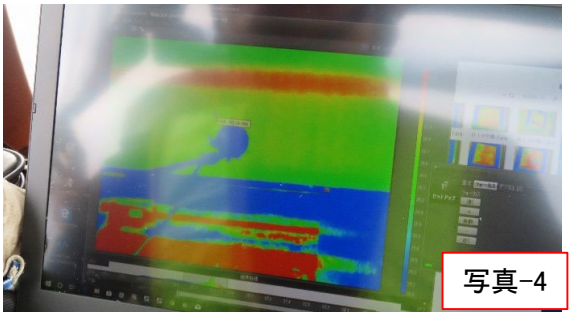


写真-4

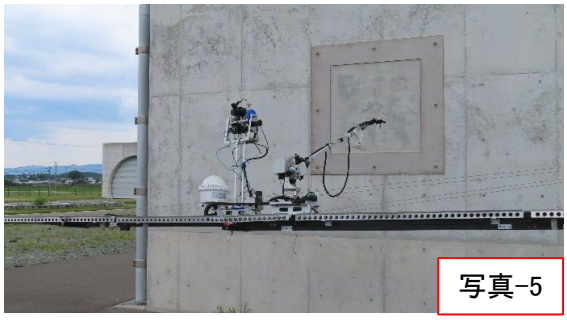


写真-5

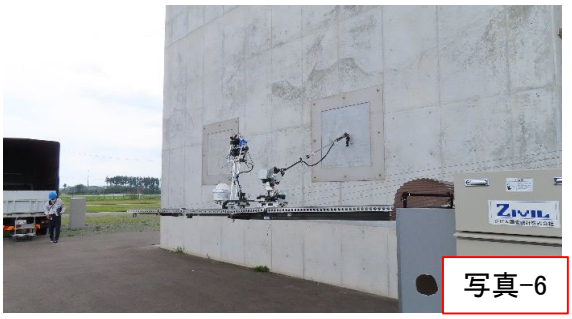
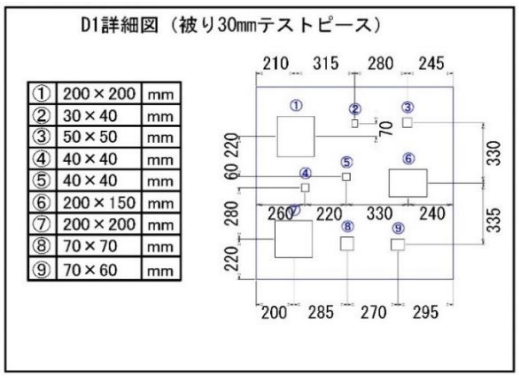
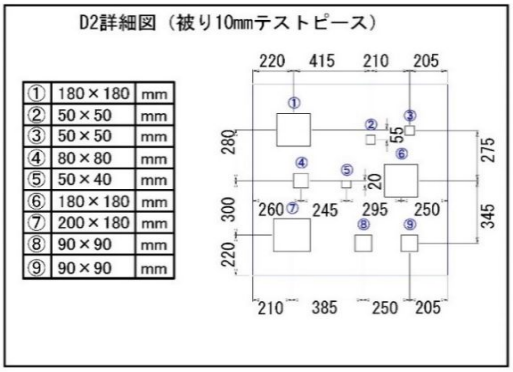


写真-6

比較対象を得るため、立会者による計測機器の設置状況

※検証供試体



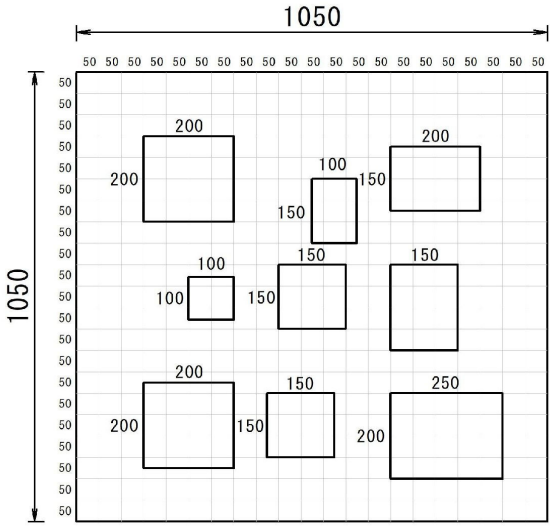


うきの総箇所数：18箇所

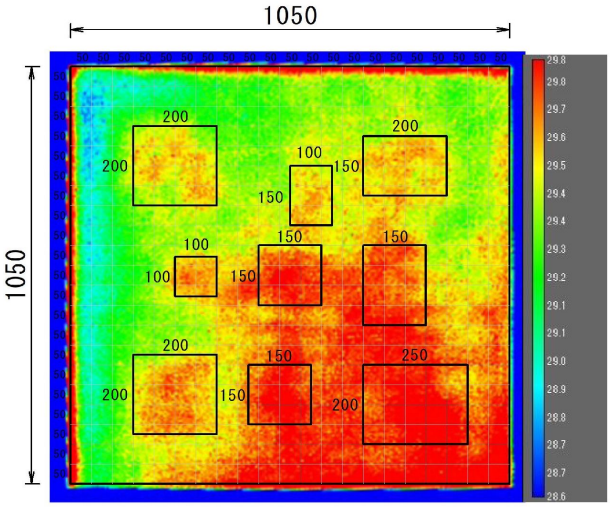
計測結果の比較	技術番号	BR020006

※計測結果

D1

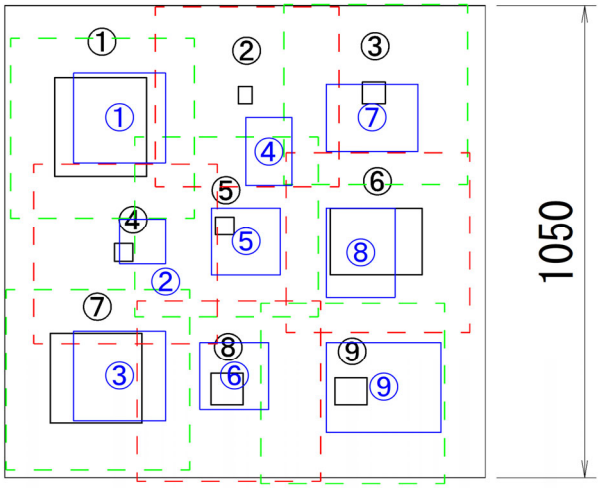


D1計測結果



D1計測結果熱画像

D1詳細図（被り30mmテストピース）

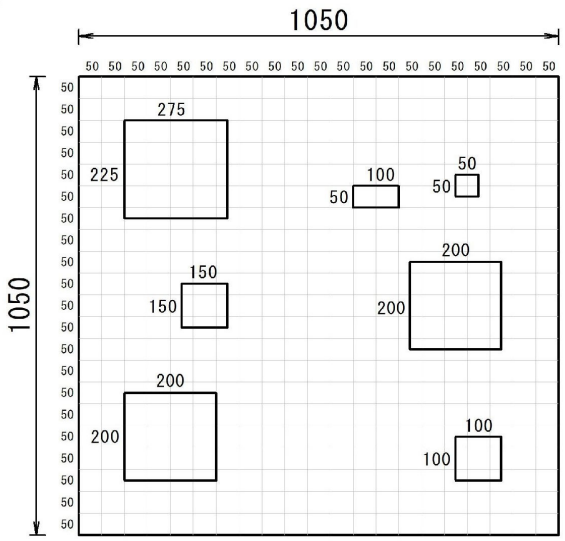


黒線:真値、青線:本技術

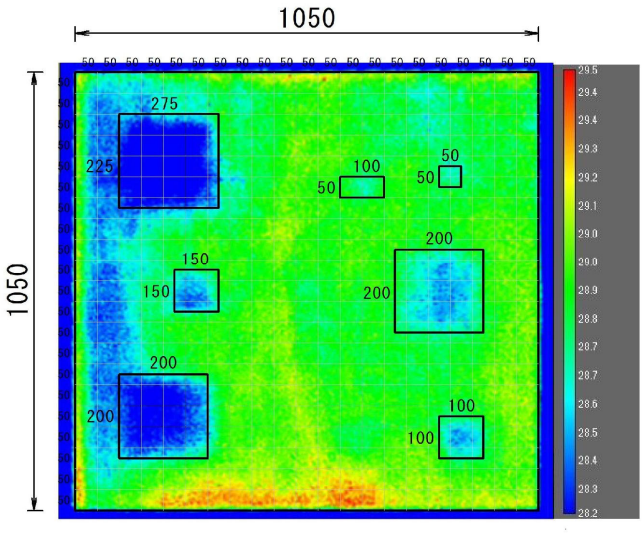
計測結果の比較	技術番号	BR020006

※計測結果

D2

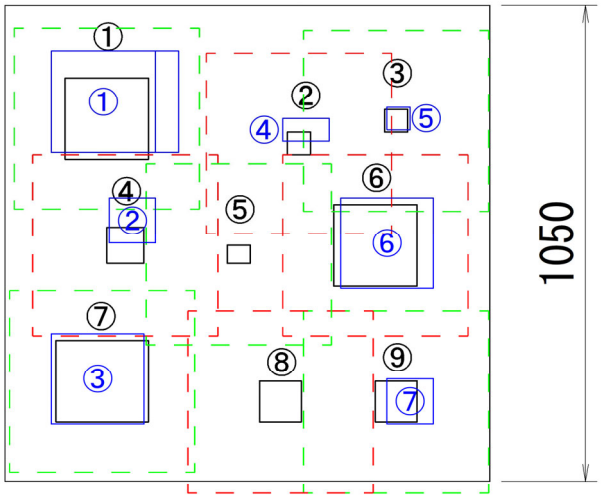


D2計測結果



D2計測結果熱画像

D2詳細図（被り10㎜テストピース）

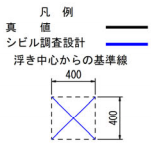


黒線：真値、青線：本技術

計測結果の比較	技術番号	BR020006

※検出率、的中率

検出率＝正解個数のうち技術で検出できた個数／打音異常の正解個数
的中率＝当該技術で検出した打音異常のうち正解個数／当該技術で検出した個数（誤検出数含む）

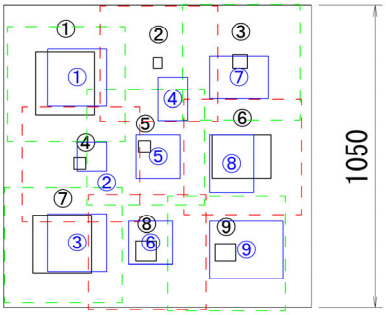


A2橋台-図番D　浮き合わせ図（シビル調査設計）　（スタンダード）

シビル調査設計計測値

①	200×200	mm
②	100×100	mm
③	200×200	mm
④	100×150	mm
⑤	150×150	mm
⑥	150×150	mm
⑦	200×150	mm
⑧	150×200	mm
⑨	250×200	mm

D1詳細図（被り30mmテストピース）



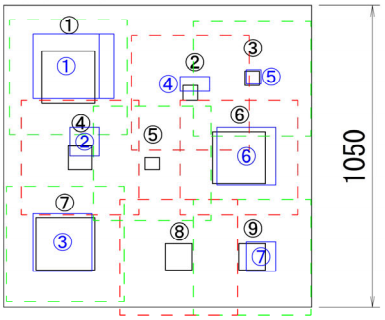
真　値

①	200×200	mm
②	30×40	mm
③	50×50	mm
④	40×40	mm
⑤	40×40	mm
⑥	200×150	mm
⑦	200×200	mm
⑧	70×70	mm
⑨	70×60	mm

シビル調査設計計測値

①	275×225	mm
②	100×100	mm
③	200×200	mm
④	100×50	mm
⑤	50×50	mm
⑥	200×200	mm
⑦	100×100	mm

D2詳細図（被り10mmテストピース）



真　値

①	180×180	mm
②	50×50	mm
③	50×50	mm
④	80×80	mm
⑤	50×40	mm
⑥	180×180	mm
⑦	200×180	mm
⑧	90×90	mm
⑨	90×90	mm

D1

真値番号	異常の正解個数	計測値番号	検出正解個数	的中正解個数	備考
①	1	①	1	1	
②	1				未検出
③	1	⑦	1	1	
④	1	②	1	1	
⑤	1	⑤	1	1	
⑥	1	⑧	1	1	
⑦	1	③	1	1	
⑧	1	⑥	1	1	
⑨	1	⑨	1	1	
		④			誤検出
計	9	9	8	8	

D2

真値番号	異常の正解個数	計測値番号	検出正解個数	的中正解個数	備考
①	1	①	1	1	
②	1	④	1	1	
③	1	⑤	1	1	
④	1	②	1	1	
⑤	1				未検出
⑥	1	⑥	1	1	
⑦	1	③	1	1	
⑧	1				未検出
⑨	1	⑦	1	1	
計	9	7	7	7	

検出率＝　15箇所／18箇所＝0.83

的中率＝　15箇所／16箇所＝0.94

技術番号	BR020006

スタンダード

技術名	橋梁点検支援ロボット(視る診る・スタンダード・ハイグレード・mini)＋橋梁点検調書作成支援システム(ひびわれ)	開発者名	ジビル調査設計(株)

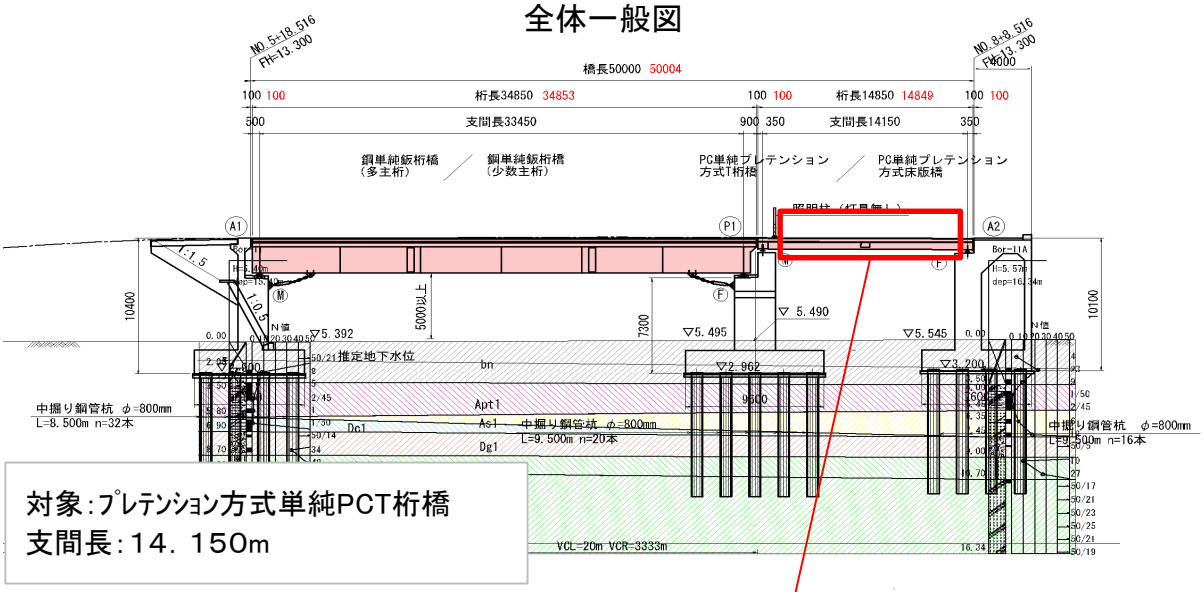
試験日	令和6年　7　月　2　日	天候	晴れ	気温	27.7　℃	風速	4.0　m/s
試験場所	福島ロボットテストフィールド						

カタログ分類	非破壊検査技術　　カタログ	検出項目	うき	試験区分	現場試験

試験で確認するカタログ項目	動作確認(精度以外)

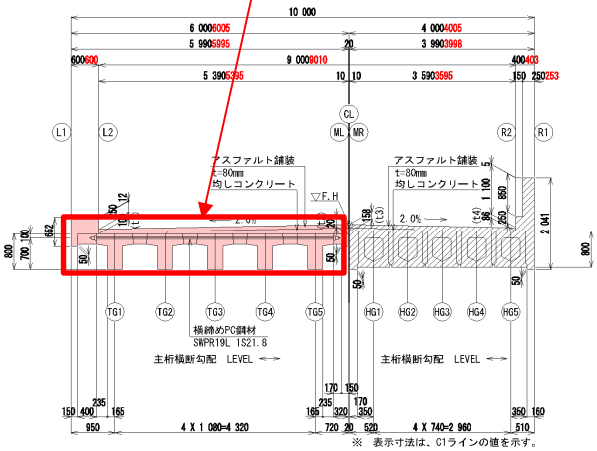
対象構造物の概要

全体一般図



対象:プレテンション方式単純PCT桁橋
支間長:14．150m

写真-1　全体写真



対象径間:第2径間　　計測対象部材:床版下面(上記　赤色内)

試験方法（手順）	技術番号	BR020006

①	機器の搬入（橋梁点検支援ロボット(視る診る・スタンダード）：赤外線カメラ、モニター等　）（写真-2）
②	撮影状況：橋面より、打診棒・赤外線カメラでPCT桁橋G1桁を打音及び撮影（写真-3）
③	撮影状況：橋面より、打診棒・赤外線カメラでPCT桁G1桁側面を打音及び撮影（写真-4）
④	撮影状況：橋面より、打診棒・赤外線カメラでPCT桁G1桁下面を打音及び撮影（写真-5）
⑤	取得した熱画像や打診棒による打音からうきの箇所を検出する。

開発者による計測機器の設置状況

写真-2

写真-3

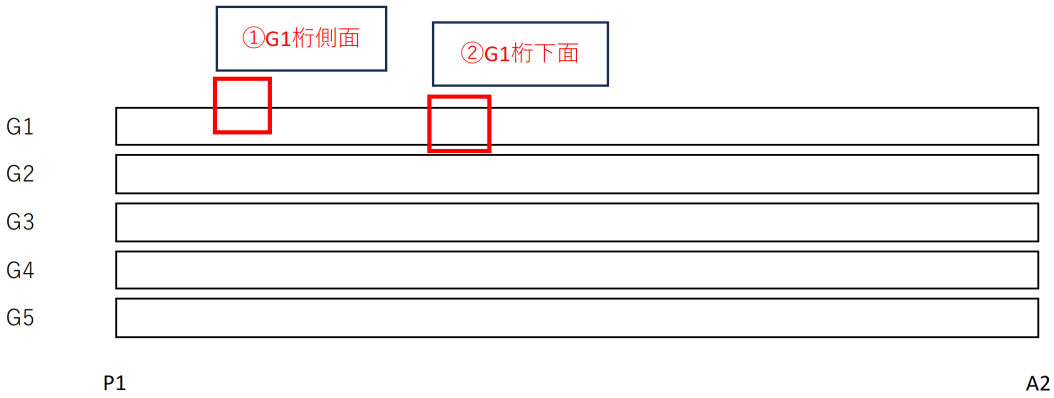
写真-4

写真-5

比較対象を得るため、
立会者による計測機器の設置状況

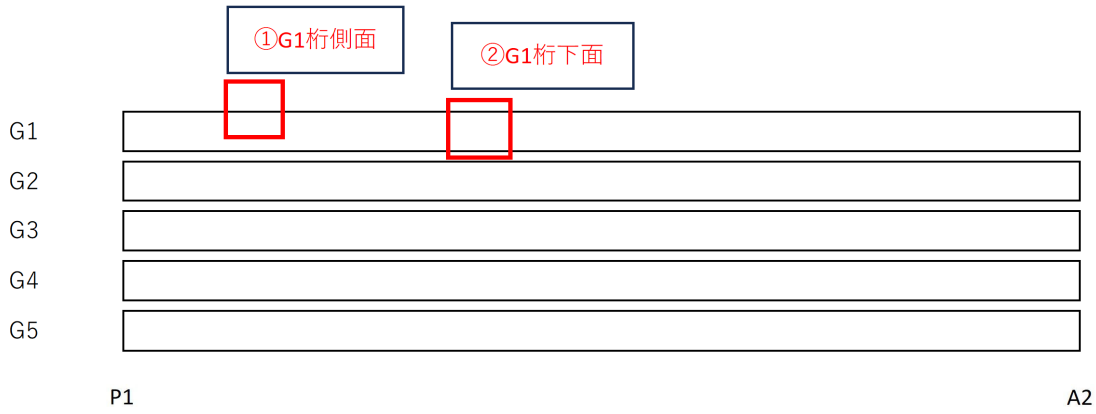
写真-6

PCT桁（写真左半分）（写真-6）

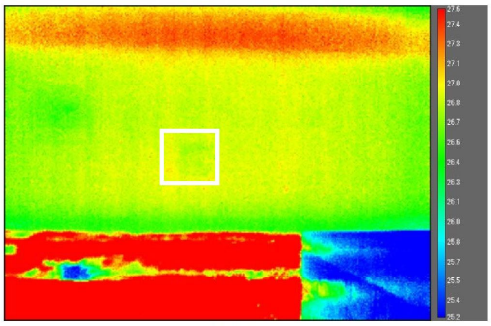


※取得した熱画像や打診棒による打音からうきの箇所を検出する。（写真-6）　検出箇所

※計測結果



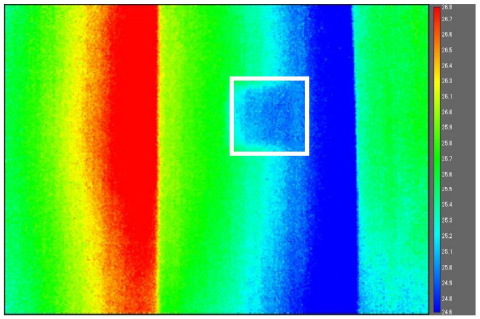
①PCT桁橋　G1桁側面



熱画像

可視画像

②PCT桁橋　G1桁下面



熱画像

可視画像

技術番号	BR020006

ハイグレード

技術名	橋梁点検支援ロボット(視る診る・スタンダード・ハイグレード・mini)＋橋梁点検調書作成支援システム(ひびわれ)	開発者名	ジビル調査設計(株)

試験日	令和6年　7　月　2　日	天候	晴れ	気温	25.4　℃	風速	2.6　m/s
試験場所	福島ロボットテストフィールド						

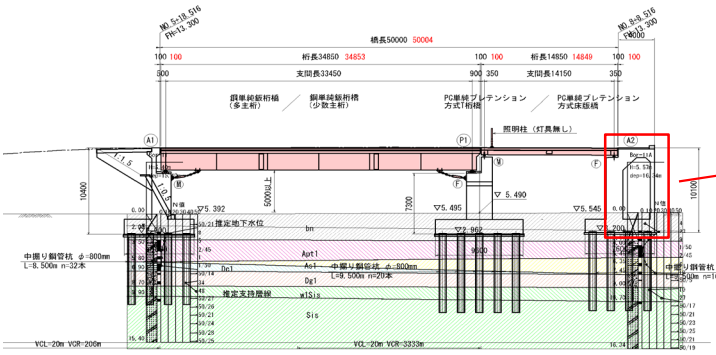
カタログ分類	非破壊検査技術　　カタログ	検出項目	うき	試験区分	標準試験

試験で確認するカタログ項目	計測精度

対象構造物の概要

※検証試験体

全体一般図



A2橋台背面

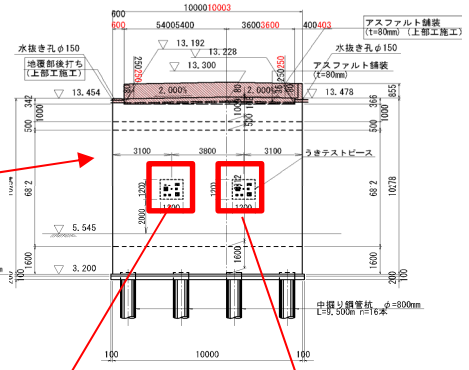


写真-1　A2橋台背面

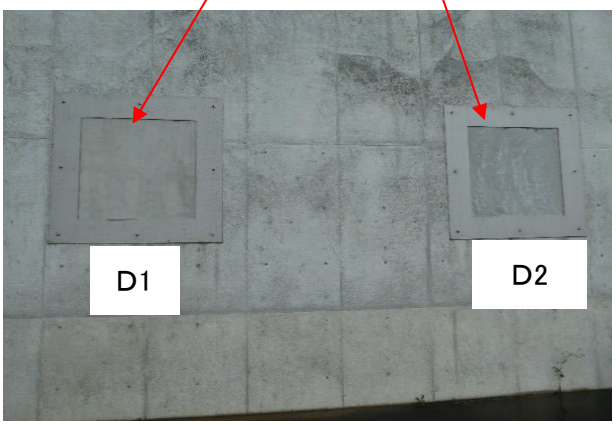


写真-2　検証試験体

※検証試験体

D1：かぶり30mm、寸法1050×1050mm

D2：かぶり10mm、寸法1050×1051mm

試験方法（手順）	技術番号	BR020006

①	機器の搬入（橋梁点検支援ロボット(視る診る・ハイグレード）：赤外線カメラ、打診棒、付属集音マイク等）（写真-3）
②	取得したデータをモニターで確認（（写真-4）
③	打診棒で試験体D1を打診（写真-5）
④	打診棒で試験体D2を打診（写真-5）（写真-6）
⑤	後日、取得したデータよりうきの箇所を検出する。

開発者による計測機器の設置状況

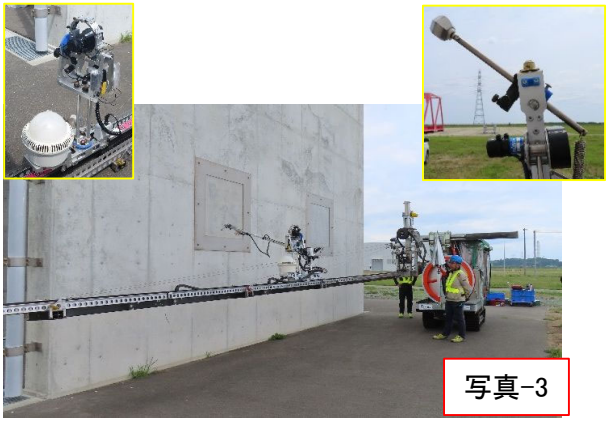


写真-3

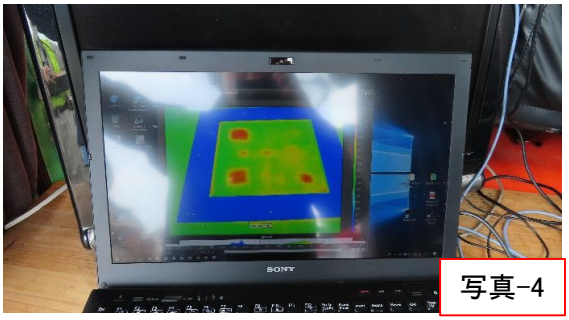


写真-4

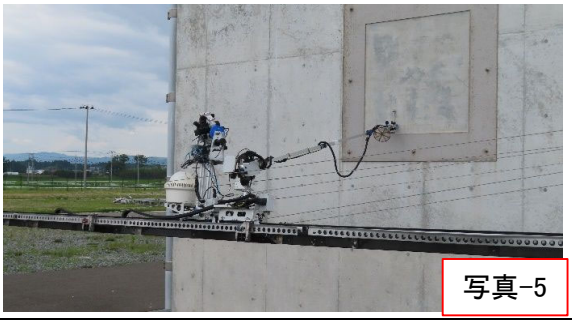


写真-5

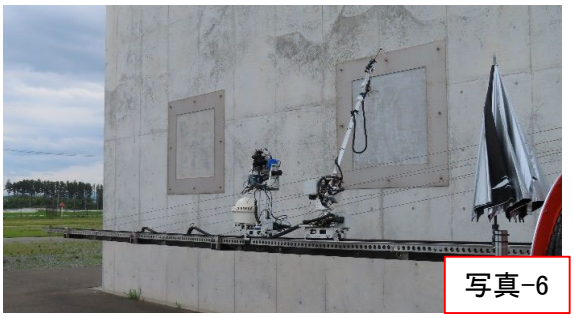


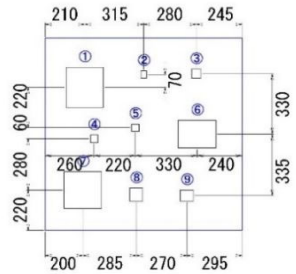
写真-6

比較対象を得るため、立会者による計測機器の設置状況

※検証供試体

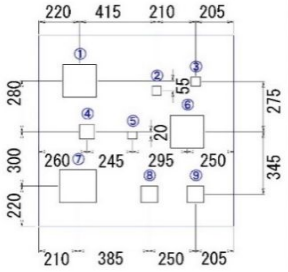
D1詳細図（被り30mmテストピース）

①	200×200	mm
②	30×40	mm
③	50×50	mm
④	40×40	mm
⑤	40×40	mm
⑥	200×150	mm
⑦	200×200	mm
⑧	70×70	mm
⑨	70×60	mm



D2詳細図（被り10mmテストピース）

①	180×180	mm
②	50×50	mm
③	50×50	mm
④	80×80	mm
⑤	50×40	mm
⑥	180×180	mm
⑦	200×180	mm
⑧	90×90	mm
⑨	90×90	mm

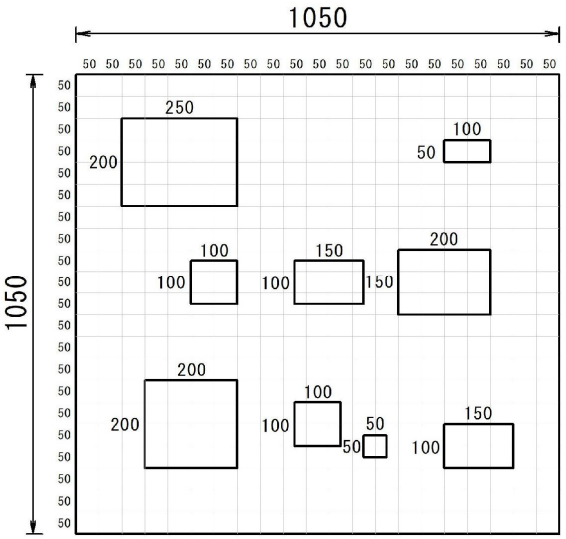


うきの総箇所数：18箇所

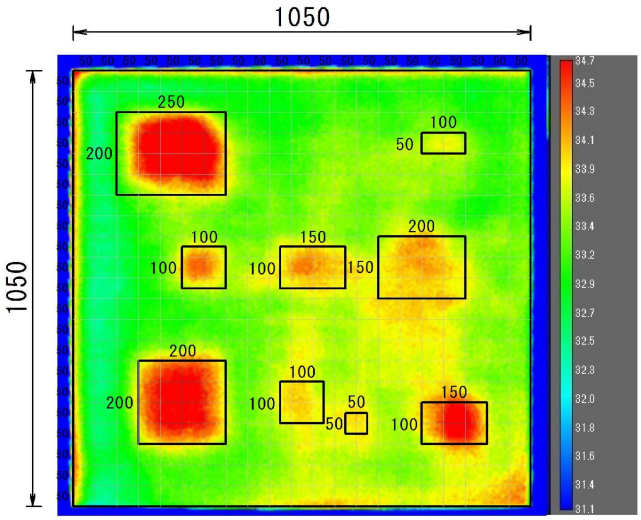
計測結果の比較	技術番号	BR020006

※計測結果

D1

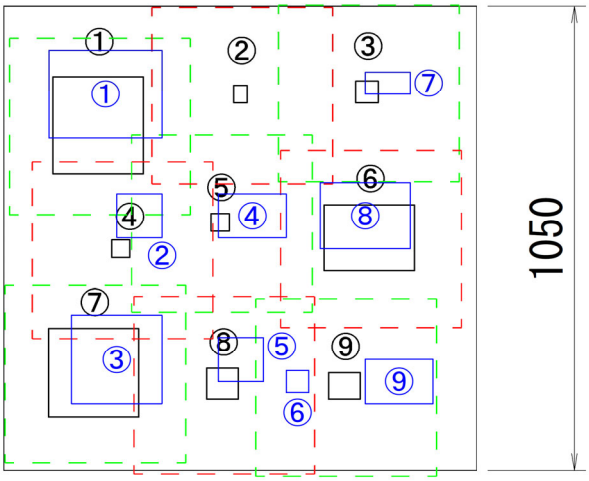


D1計測結果



D1計測結果熱画像

D1詳細図（被り30㎜テストピース）

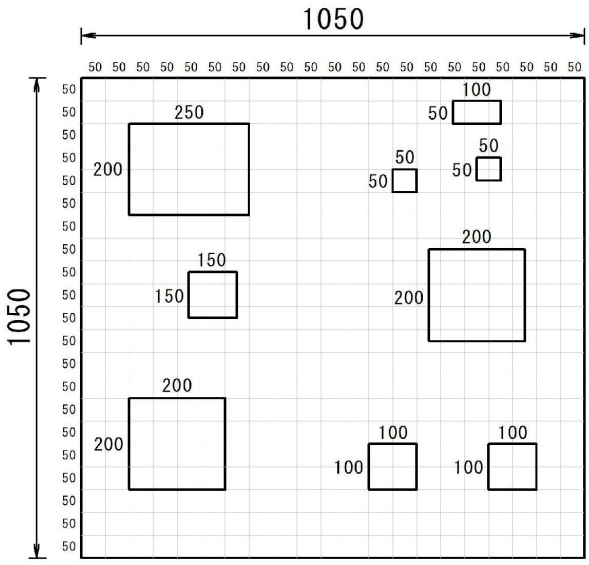


黒線：真値、青線：本技術

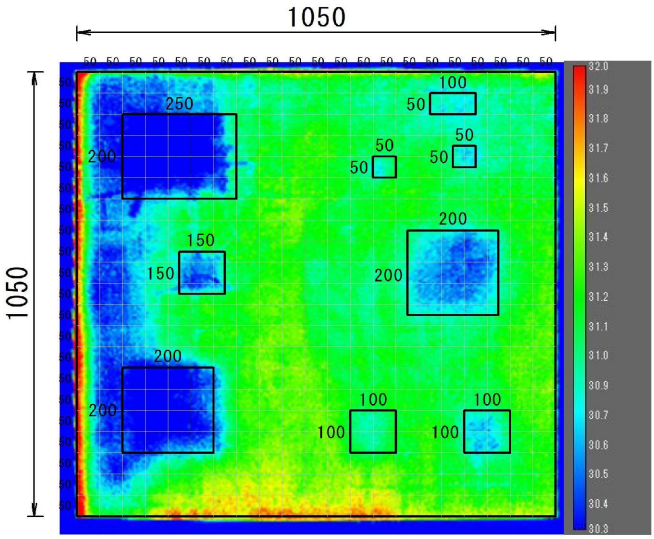
計測結果の比較	技術番号	BR020006

※計測結果

D2

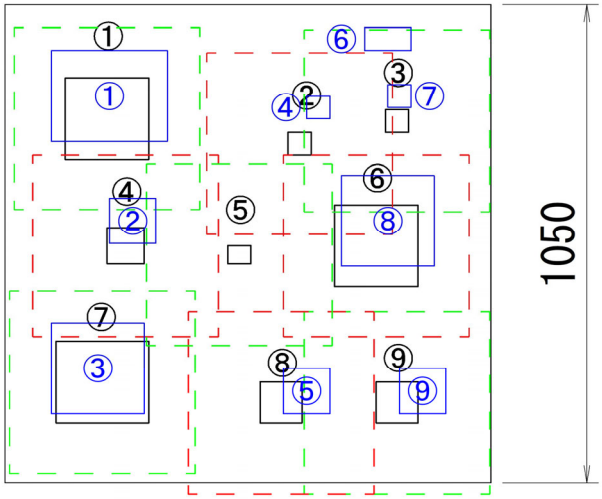


D2計測結果



D2計測結果熱画像

D2詳細図（被り10㎜テストピース）

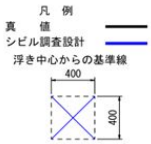


黒線：真値、青線：本技術

計測結果の比較	技術番号	BR020006

※検出率、的中率

検出率＝正解個数のうち技術で検出できた個数／打音異常の正解個数
的中率＝当該技術で検出した打音異常のうち正解個数／当該技術で検出した個数（誤検出数含む）

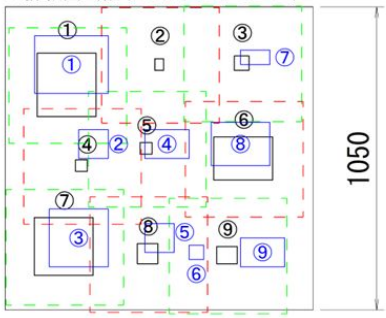


A2橋台-図番D　浮き合わせ図（シビル調査設計）　（ハイグレード）

シビル調査設計計測値

①	250×200	mm
②	100×100	mm
③	200×200	mm
④	150×100	mm
⑤	100×100	mm
⑥	50×50	mm
⑦	100×50	mm
⑧	200×150	mm
⑨	150×100	mm

D1詳細図（被り30mmテストピース）



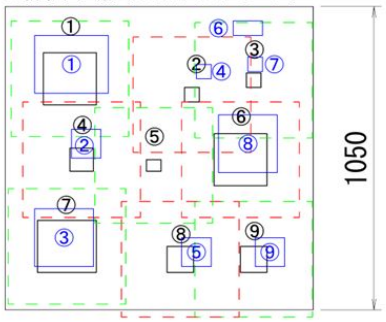
真　値

①	200×200	mm
②	30×40	mm
③	50×50	mm
④	40×40	mm
⑤	40×40	mm
⑥	200×150	mm
⑦	200×200	mm
⑧	70×70	mm
⑨	70×60	mm

シビル調査設計計測値

①	250×200	mm
②	100×100	mm
③	200×200	mm
④	50×50	mm
⑤	100×100	mm
⑥	100×50	mm
⑦	50×50	mm
⑧	200×200	mm
⑨	100×100	mm

D2詳細図（被り10mmテストピース）



真　値

①	180×180	mm
②	50×50	mm
③	50×50	mm
④	80×80	mm
⑤	50×40	mm
⑥	180×180	mm
⑦	200×180	mm
⑧	90×90	mm
⑨	90×90	mm

D1

真値番号	異常の正解個数	計測値番号	検出正解個数	的中正解個数	備考
①	1	①	1	1	
②	1				未検出
③	1	⑦	1	1	
④	1	②	1	1	
⑤	1	④	1	1	
⑥	1	⑧	1	1	
⑦	1	③	1	1	
⑧	1	⑤	1	1	
⑨	1	⑨	1	1	
		⑥			誤検出
計	9	9	8	8	

D2

真値番号	異常の正解個数	計測値番号	検出正解個数	的中正解個数	備考
①	1	①	1	1	
②	1	④	1	1	
③	1	⑦	1	1	
④	1	②	1	1	
⑤	1				未検証
⑥	1	⑧	1	1	
⑦	1	③	1	1	
⑧	1	⑤	1	1	
⑨	1	⑨	1	1	
		⑥			誤検出
計	9	9	8	8	

検出率＝　16箇所／18箇所＝0.89

的中率＝　16箇所／18箇所＝0.89

技術番号	BR020006

ハイグレード

技術名	橋梁点検支援ロボット(視る診る・スタンダード・ハイグレード・mini)＋橋梁点検調書作成支援システム(ひびわれ)	開発者名	ジビル調査設計(株)

試験日	令和6年　7　月　2　日	天候	晴れ	気温	25.9　℃	風速	5.8　m/s
試験場所	福島ロボットテストフィールド						

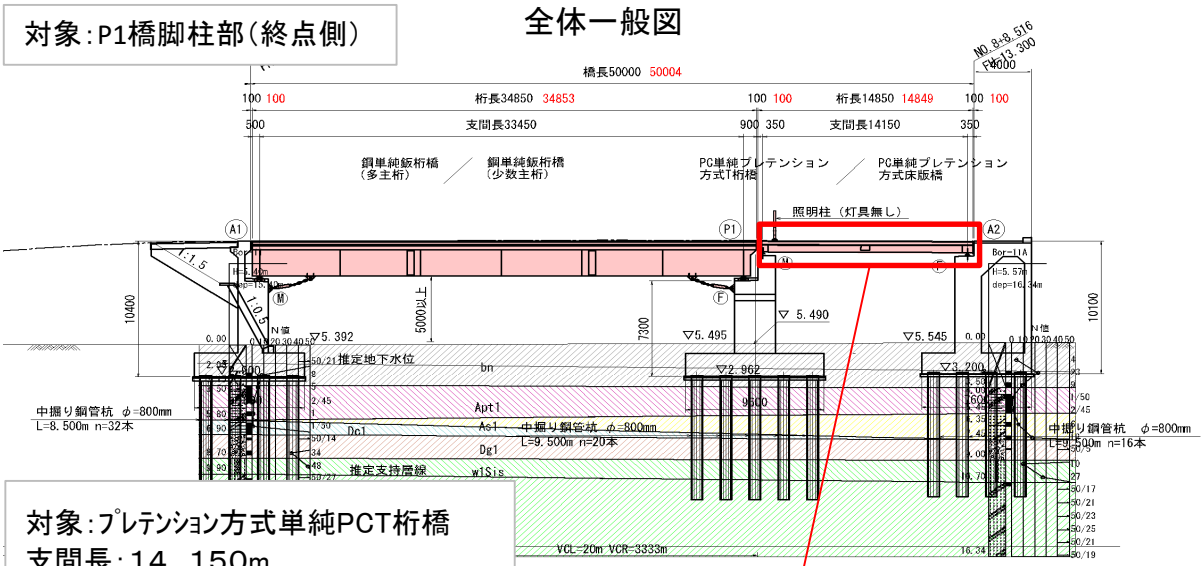
カタログ分類	非破壊検査技術　　カタログ	検出項目	うき	試験区分	現場試験

試験で確認するカタログ項目	動作確認(精度以外)

対象構造物の概要

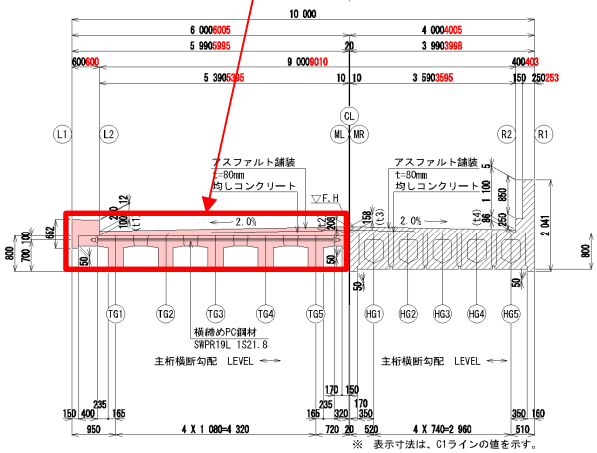
対象:P1橋脚柱部(終点側)

全体一般図



対象:プレテンション方式単純PCT桁橋
支間長:14.150m

写真-1　全体写真



対象径間:第2径間　　計測対象部材:床版下面(上記　赤色内)

試験方法（手順）	技術番号	BR020006

①	機器の搬入（橋梁点検支援ロボット(視る診る・ハイグレード）：赤外線カメラ、打診棒、付属集音マイク等）（写真-2）
②	撮影状況：橋面より、打診棒・赤外線カメラでPCT橋を打音及び撮影（写真-3）
③	撮影状況：橋面より、打診棒・赤外線カメラでPCT桁G1桁側面を打音及び撮影（写真-4）
④	撮影状況：橋面より、打診棒・赤外線カメラでPCT桁G1桁下面を打音及び撮影（写真-5）
⑤	取得した熱画像や打診棒による打音からうきの箇所を検出する。

開発者による計測機器の設置状況

写真-2

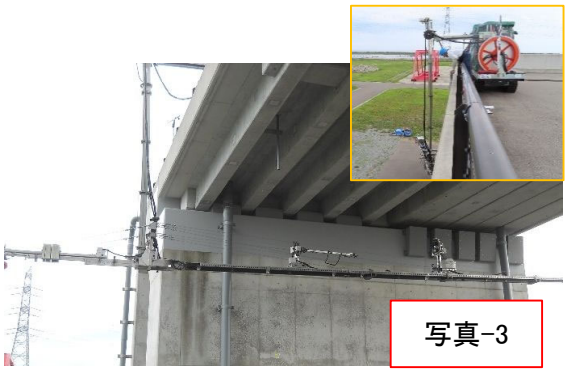


写真-3

写真-4

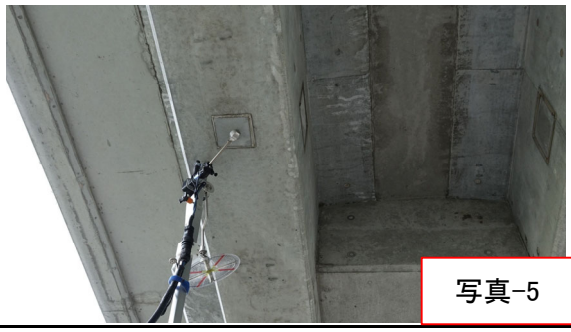
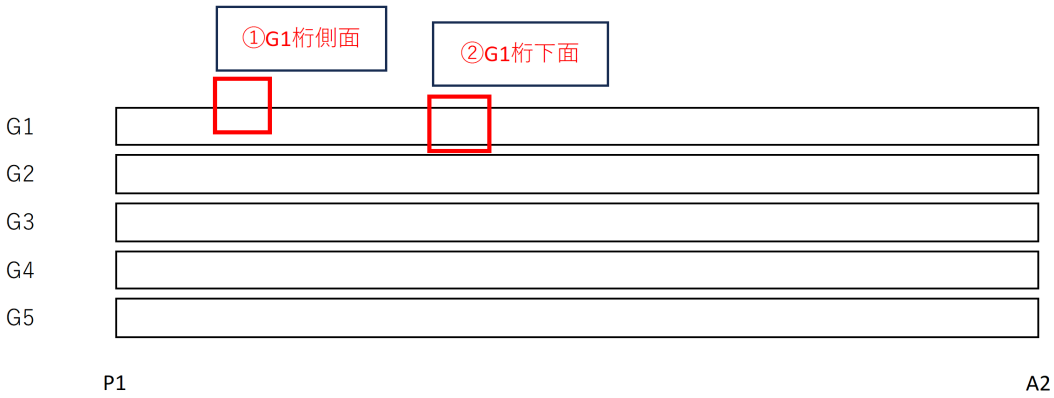


写真-5

比較対象を得るため、
立会者による計測機器の設置状況

写真-6

PCT桁（写真左半分）（写真-6）

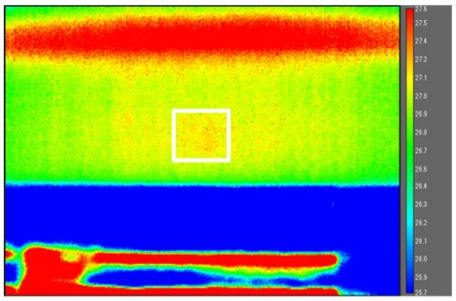


※取得した熱画像や打診棒による打音からうきの箇所を検出する。（写真-6）

検出箇所

※計測結果

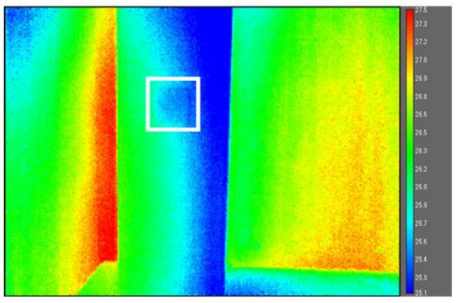
①PCT桁橋　G1桁側面



熱画像

可視画像

②PCT桁橋　G1桁下面



熱画像

可視画像