

技術番号	BR010092					
技術名	画像解析によるハンガーロープ表面の塗膜変状検出技術	開発者名	本四高速道路ブリッジエンジニア(株)			
試験日	2025年 11月 20日	天候	気温	°C	風速	m/s
試験場所	当社管理某吊橋ほか					
カタログ分類	画像計測技術(橋梁)	カタログ	検出項目	防食機能の劣化(塗装)	試験区分	社内試験

試験で確認する カタログ項目	計測精度(性能値)
-------------------	-----------

対象構造物の概要

装置の全体構成



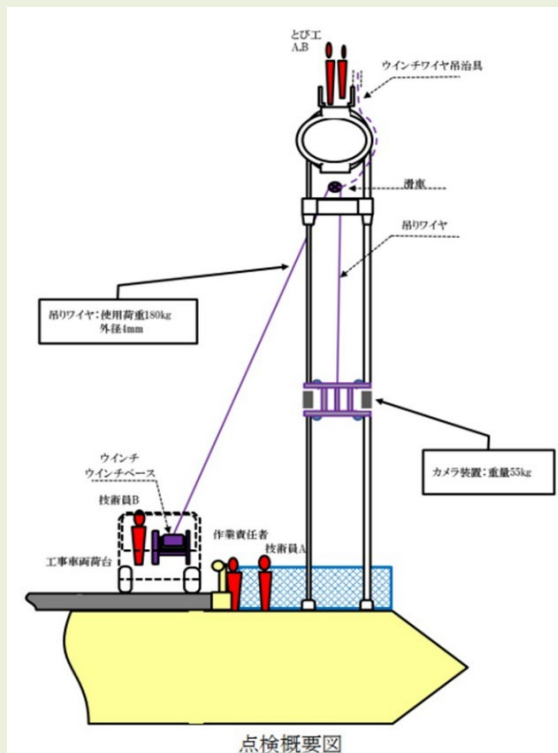
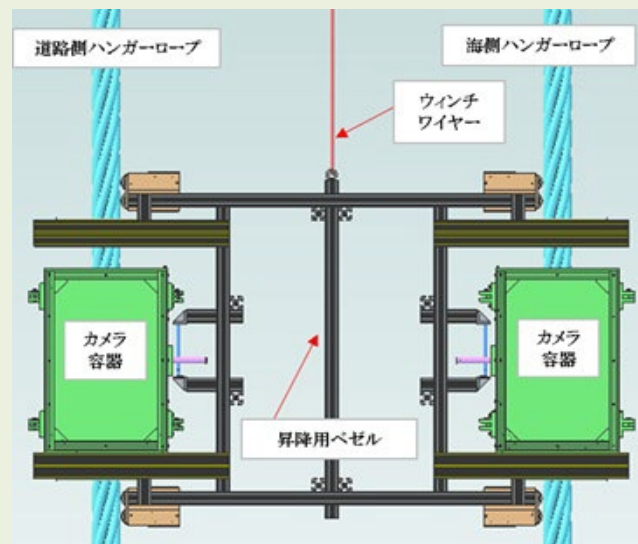
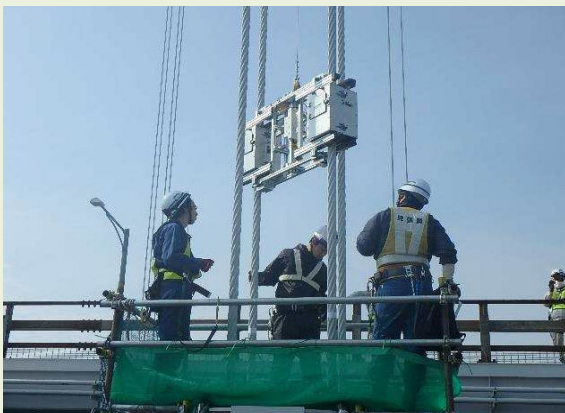
実際の検査状況



- ① ハンガーロープ定着部周辺に単管足場により、安全な作業範囲を確保し、ハンガーロープに撮影装置を設置する
- ② 別途、配置したウインチの操作により、撮影装置を上昇させながら、ハンガーロープ全周の動画撮影
- ③ 撮影した動画(ロープ1本につき4面から撮影し位置情報を含め合成)から連続画像を編集
- ④ 連続画像からAIにより、5種類の変状(塗膜割れ・ピンホール・塗膜剥がれ・塗膜剥がれ錆・錆)の位置と大まかな変状範囲を検出。AIは予め変状の画像情報を学習させておく。
- ⑤ 検出結果を技術者がチェックし、AIの検出性能を確認

開発者による計測機器の設置状況

カメラ設置イメージ

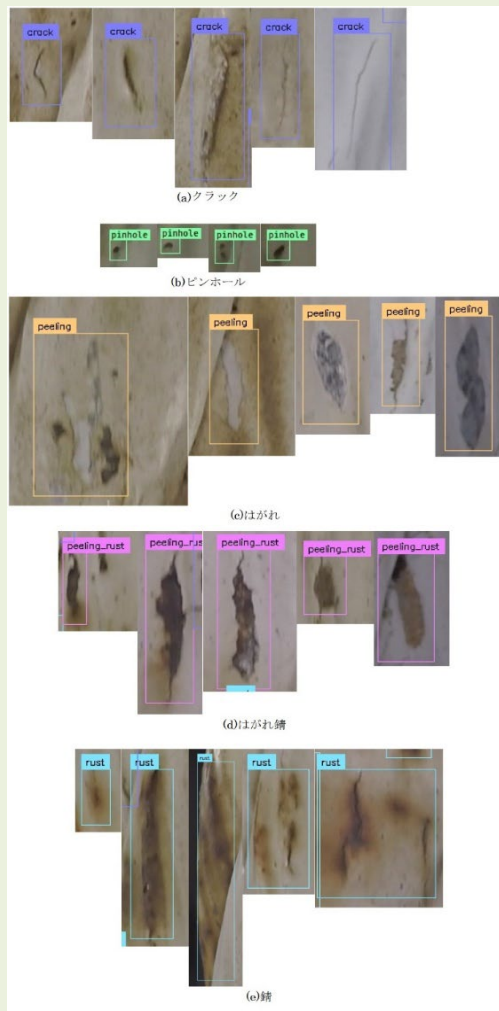


画像取得状況

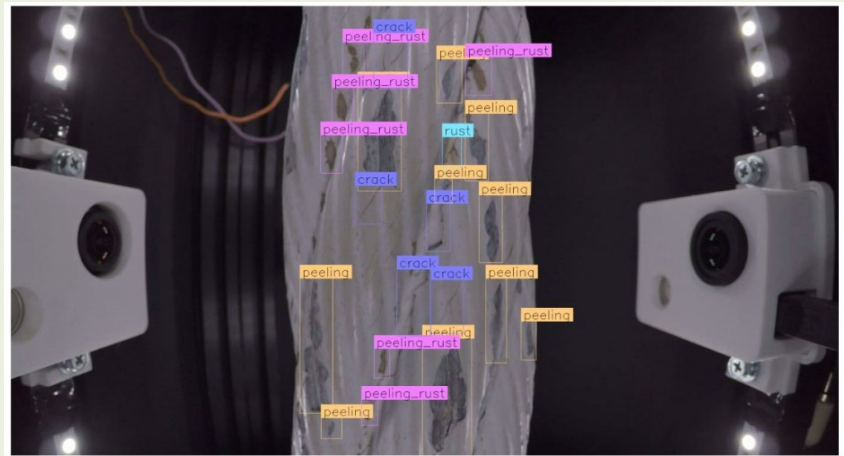


※計測結果:

教師データの例(変状の種類ごとに色分け)



教師データ確認の画像事例



教師データ確認用の画像例

計測結果(変状の種類ごとに色分け、変状の大まかな範囲を枠囲い)



※計測結果:

検出率, 的中率(変状数)

検出結果の精度を評価するための指標として検出率, および的中率を用いる

検出率, および的中率は, 変状の種類ごとに次の数を集計し, 求めることができる.

・正解を検出できた数TP (true positive) 正解は事前に人間が確認

・正解以外を検出した数FP (false positive)

・正解を検出できなかった数FN (false negative)

検出率は, 正解データをどれだけ正しく検出できたかを示す指標である.

網羅性を示す指標であり, 検出漏れが少ないと大きい値になる.

検出率 = $TP / (TP + FN)$... 正解数のうち正解検出数

的中率は, 検出したものがどれだけ正しく検出できたかを示す指標である.

正確性を示す指標であり, 誤検出が少ないと大きい値になる.

的中率 = $TP / (TP + FP)$... 検出数のうち正解検出数

※変状の範囲は今回検証の対象外

変状別正解数

動画	クラック	ピンホール	はがれ	はがれ錆	錆		
HBD96-1祝津港内	10	8	2	0	1		
HBD96-2祝津港内	21	8	1	3	19		
HBD96-3祝津港内	23	25	1	2	9		
HBD96-4祝津港内	3	32	15	0	0		
HBD96-5祝津港内	6	26	4	11	15		
HBD96-6祝津港内	4	21	4	4	0		
HBD96-7祝津港内	0	10	0	0	0		
HBD96-8祝津港内	3	22	2	0	3		
HBD96-1祝津港外	1	16	7	0	0		
HBD96-2祝津港外	26	7	2	1	2		
HBD96-3祝津港外	8	2	2	0	2		
HBD96-4祝津港外	20	8	2	1	16		
HBD96-5祝津港外	4	35	0	0	0		
HBD96-6祝津港外	0	31	1	1	0		
HBD96-7祝津港外	0	3	0	1	0		
HBD96-8祝津港外	3	34	0	1	0		
NBBD15本道1	1	0	23	0	0		
NBBD15本道2	8	0	42	0	0		
NBBD15本道3	34	1	28	59	0		
NBBD15本道4	24	0	6	21	0		
NBBD15四海5	3	0	157	0	0		
NBBD15四海6	8	6	100	0	0		
NBBD15四海7	2	0	30	0	0		
NBBD15四海8	6	0	21	0	0		
大鳴門1-1海鳴	12	0	25	25	1		
大鳴門1-2道鳴	14	0	41	23	0		
大鳴門1-3道淡	12	0	24	10	0		
大鳴門1-4海淡	10	0	18	0	0		
大鳴門2-5海鳴	4	0	16	0	0		
大鳴門2-6海鳴	16	0	50	0	0		
大鳴門2-7海鳴	6	0	11	0	0		
大鳴門2-8海鳴	6	0	24	0	0	合計	
正解数	298	295	659	163	68	1,483	
検出数	203	305	684	216	62	1,470	
正解検出数TP	126	212	573	147	45	1,103	
誤検出数(空振り)FP	77	93	111	69	17	367	
非検出数(見逃し)FN	172	83	86	16	23	380	
	298	295	659	163	68	1,483	
検出率	42%	72%	87%	90%	66%	74%	検出率 = $TP / (TP + FN)$
的中率	62%	70%	84%	68%	73%	75%	的中率 = $TP / (TP + FP)$

技術番号	BR010092					
技術名	画像解析によるハンガーロープ表面の塗膜変状検出技術	開発者名	本四高速道路ブリッジエンジニア(株)			
試験日	2025年 11月 20日	天候	気温	°C	風速	m/s
試験場所	当社管理某吊橋ほか					
カタログ分類	画像計測技術(橋梁)	カタログ	検出項目	防食機能の劣化(塗装)	試験区分	社内試験

試験で確認する カタログ項目	3-3可動範囲 4-1計測速度(撮影速度)
-------------------	--------------------------

対象構造物の概要

装置の全体構成



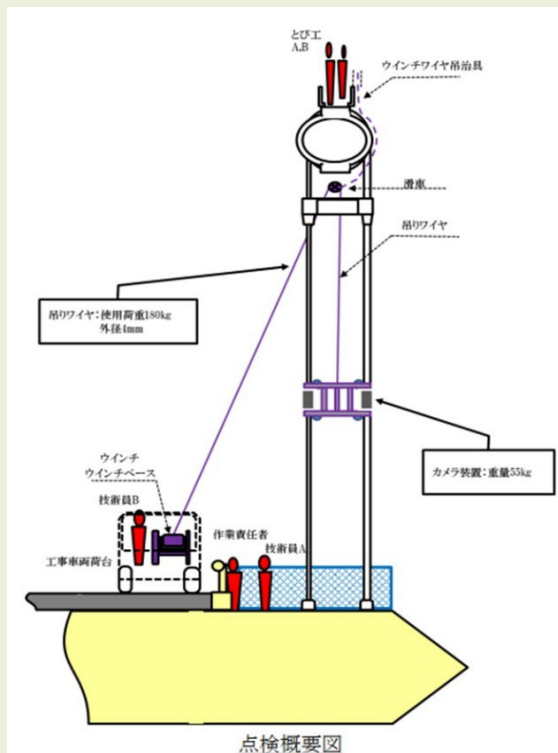
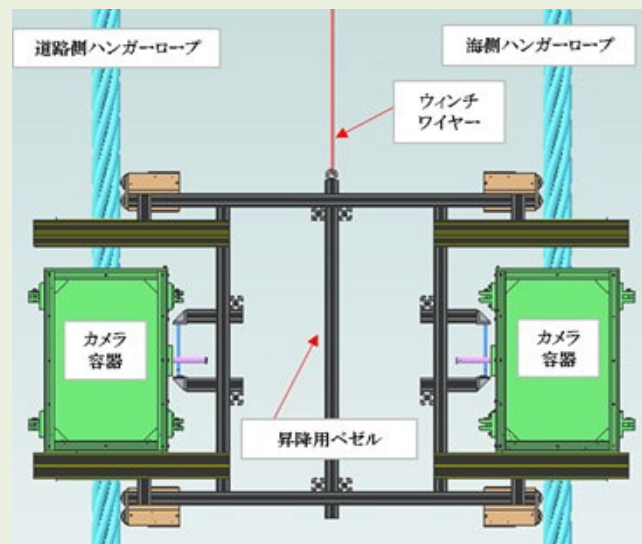
実際の検査状況(NB大橋)



- ① ハンガーロープ定着部周辺に単管足場により、安全な作業範囲を確保し、ハンガーロープに撮影装置を設置する
- ② 別途、配置したウインチの操作により、撮影装置を上昇させながら、ハンガーロープ全周の動画撮影
- ③ 撮影したハンガーロープの長さ、撮影動画の収録時間から速度を算出
- ④
- ⑤

開発者による計測機器の設置状況

カメラ設置イメージ



画像取得状況



※計測結果:

実施橋梁名	ロープ径	最長ロープ長	
H大橋	44mm	51m	
NB大橋	68mm	84m	
ON橋	60mm	16m	
OS橋	48mm	35m	写真なし
RB橋	68mm	54m	

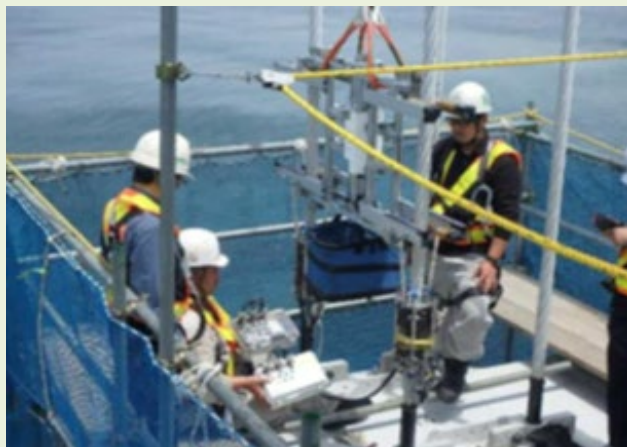
H大橋 設置状況



NB大橋 設置状況



ON橋 設置状況(カメラセット前)



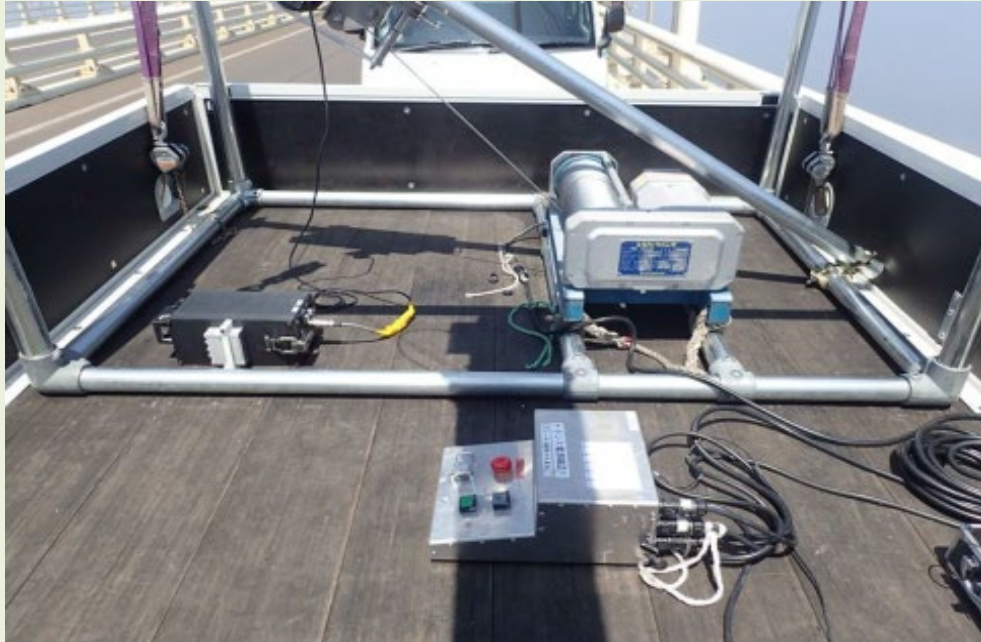
RB橋 設置状況



※計測結果:

ウインチ設置状況

ウインチ最大巻き上げ速度:15m/min → 検査(撮影)速度:10m/min



技術番号 BR010093

WRI-6_500型

技術名 浮体式撮影システム(用水路等に架かる溝橋の点検)

開発者名 株式会社東設土木コンサルタント

試験日 令和7年 12月 10日 天候 - 気温 10.5 °C 風速 - m/s

試験場所 福島ロボットテストフィールド 小水槽

カタログ分類 画像計測技術

カタログ

検出項目 ひびわれ

試験区分 標準試験

試験で確認する
カタログ項目 進入可能性能(水上部)

対象構造物の概要

■小水槽内に進入可能性能を確認するための架台を設置し、水面を模すため水深0.20 mまで注水。



写真-1 小水槽全景(架台設置・注水前)

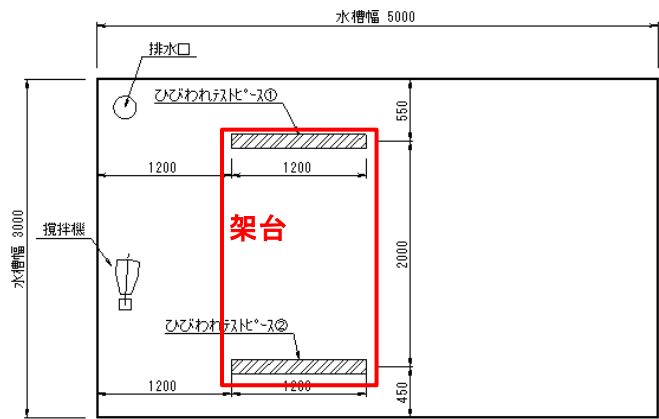


図-1 小水槽平面図

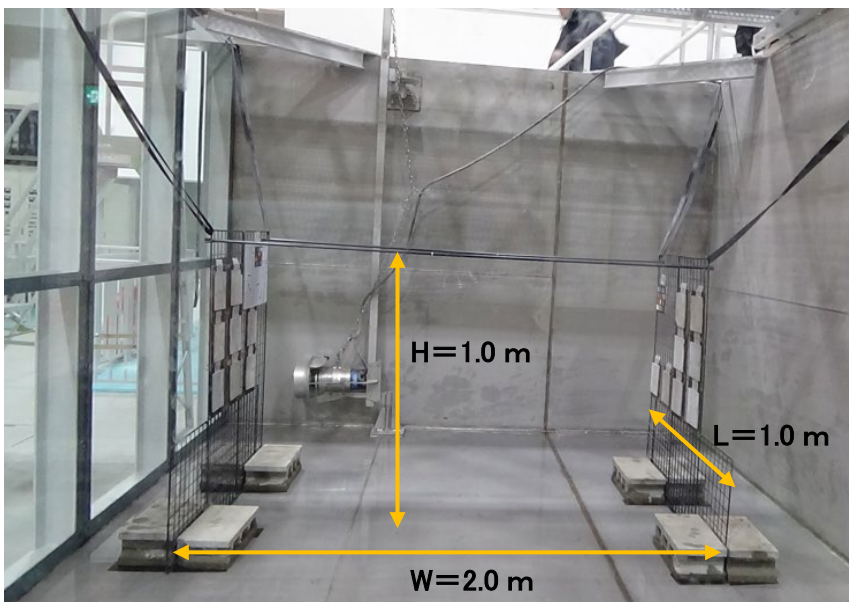


写真-2 架台の設置状況



写真-3 注水(H=0.20 m)完了

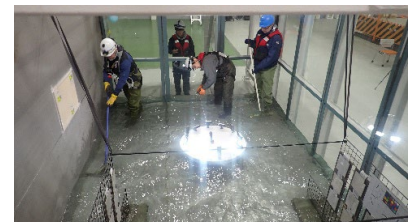


写真-4 人力(2名)で流速を再現

- ① 機器の搬入(写真-5) WRI-6.500型
(写真-6)撮影用カメラ(GoPro MAX 3機)(左上)、撮影用カメラ(GoPro MAX2 1機)(右上)、照明(LEDライト 6機)(中下)
- ② 小水槽の水面(水深H=0.20m)、架台の手前に機体を浮かべて機体前後にロープを装着、ライト点灯(写真-7)
- ③ 小水槽内の機体前後に操作者を配置し、狭小断面を想定した架台内へ進入(写真-8)
- ④ 架台内をえい航(写真-9)、架台内の最奥部まで進入した後、最初の位置まで戻る(写真-10)
- ⑤ ①～④までの試験を、流速の再現を開始、継続した状態で再度行う。

開発者による計測機器の設置状況

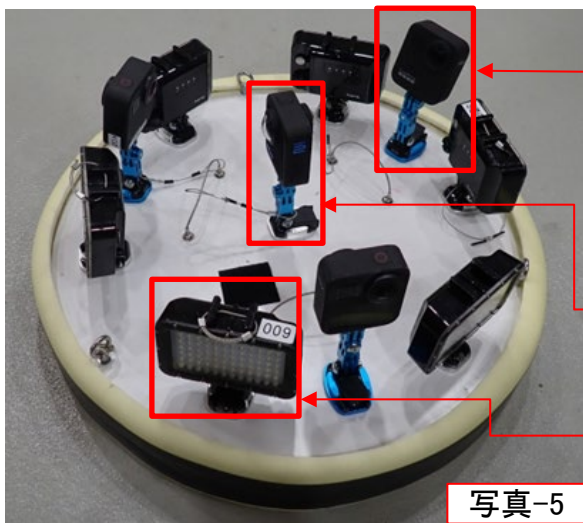


写真-5



写真-6

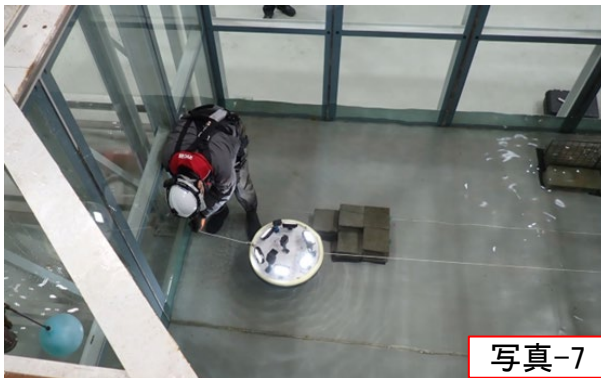


写真-7

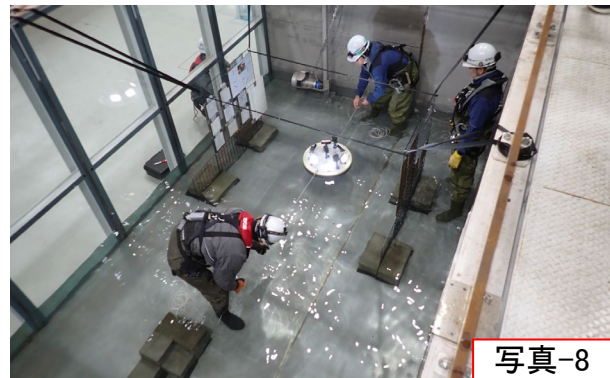


写真-8

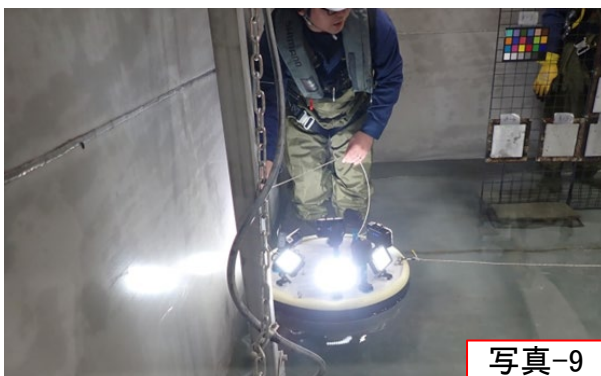


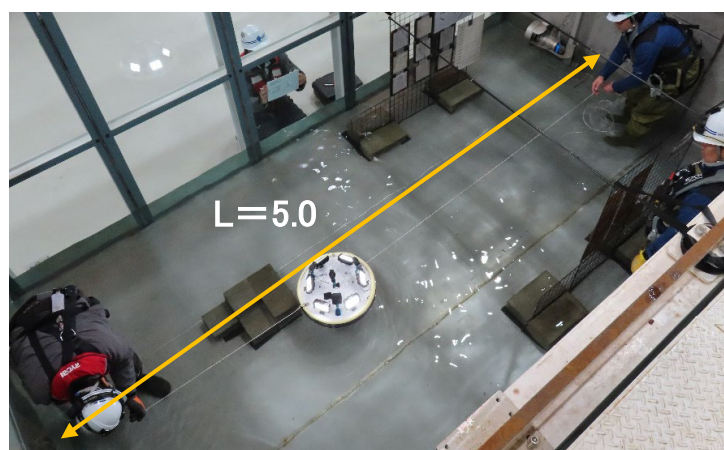
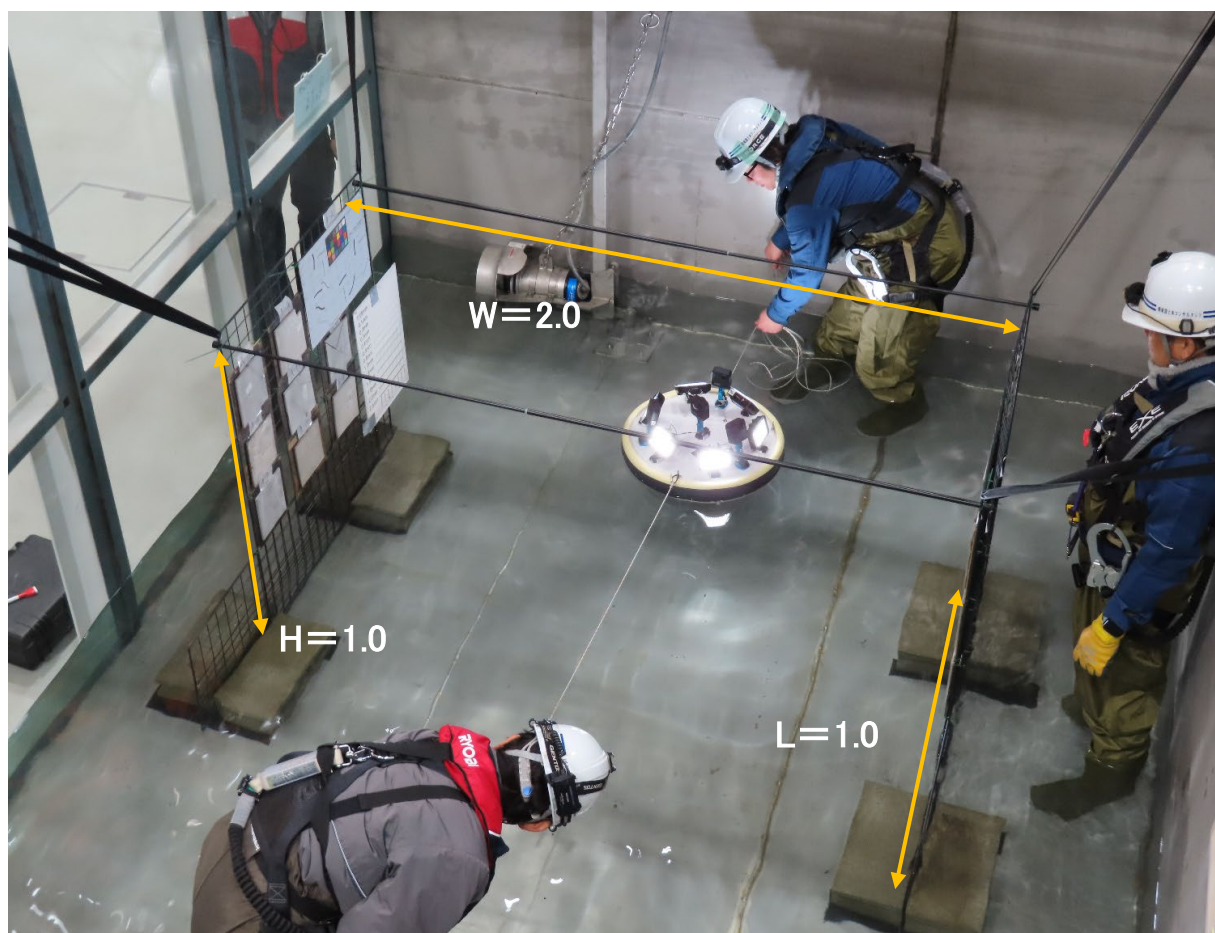
写真-9



写真-10

※進入可能性能 流速なし

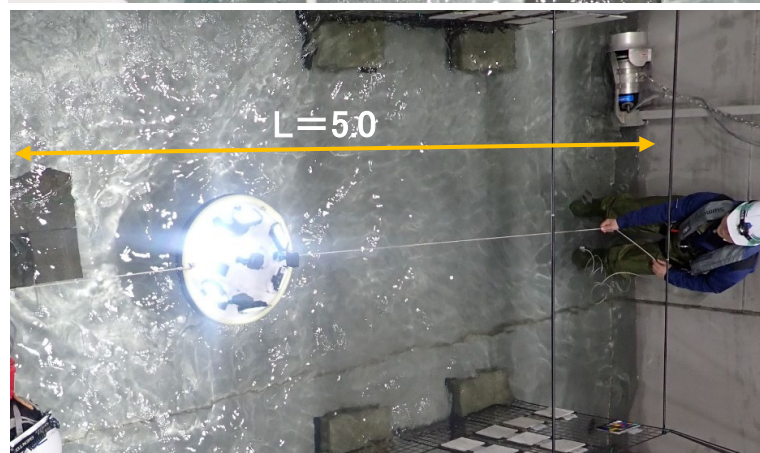
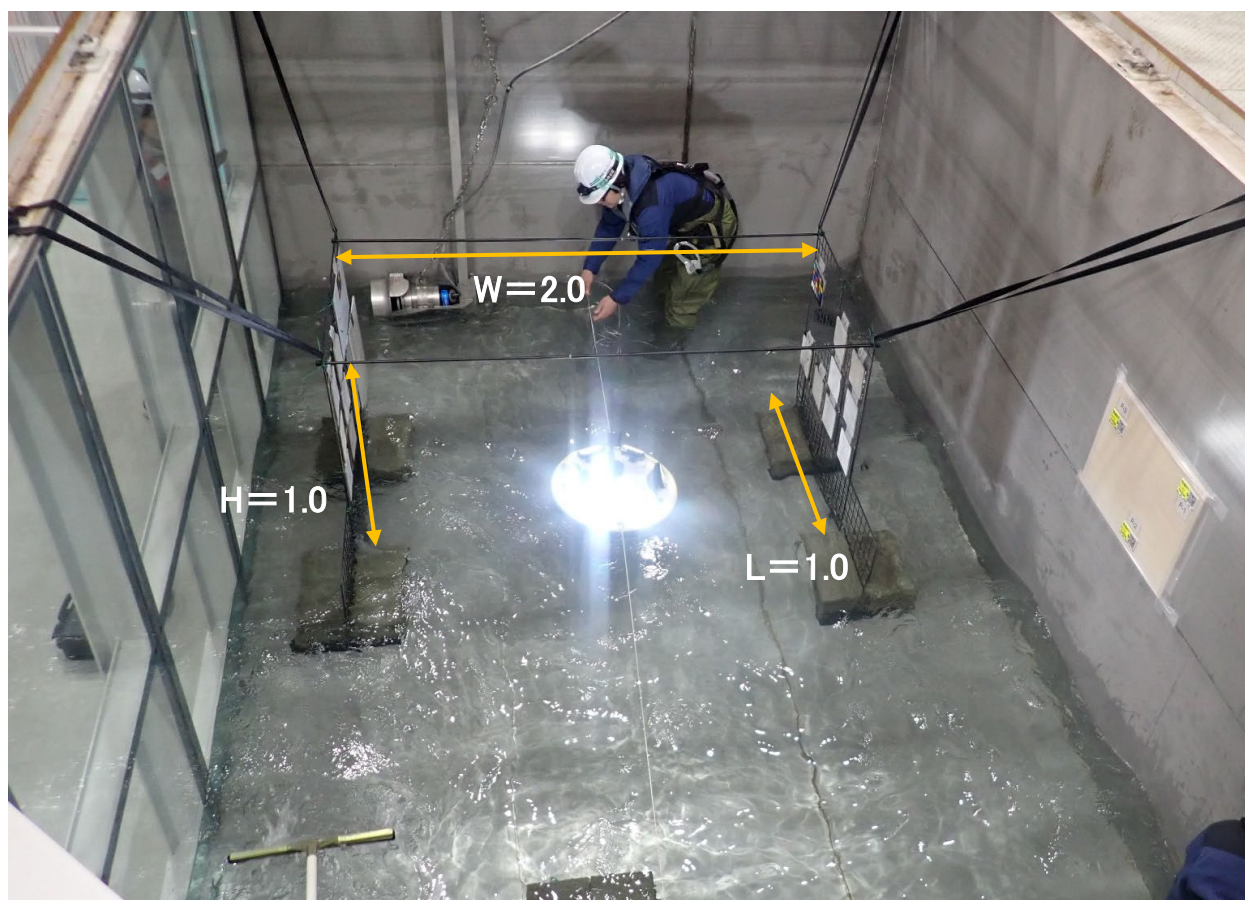
〈架台内に進入〉 W 2.4m × H 1.0m × L 1.0m の架台内に進入可能



※可動範囲 水槽内の延長 L=5.0 mを可動することが可能

※進入可能性能 流速あり

〈架台内に入進〉 W 2.4m×H 1.0m×L 1.0m の架台内に入進可能



※可動範囲 水槽内の延長 L=5.0 mを可動することが可能

技術番号 BR010093

WRI-6_500型

技術名 浮体式撮影システム(用水路等に架かる溝橋の点検)

開発者名 株式会社東設土木コンサル
タント

試験日 令和 7年 12 月 10 日 天候 - 気温 10.5 °C 風速 - m/s

試験場所 福島ロボットテストフィールド 小水槽

カタログ分類 画像計測技術

カタログ

検出項目 ひびわれ

試験区分 標準試験

試験で確認する
カタログ項目 撮影速度
最小・ひびわれ精度
色識別性能

対象構造物の概要

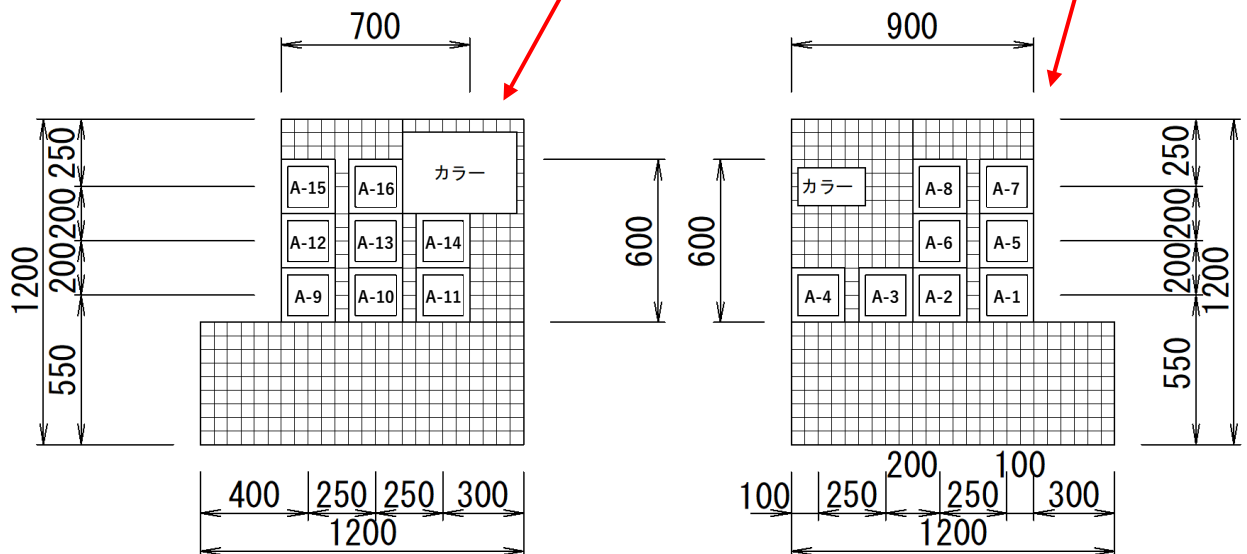
■小水槽内の架台の内側壁面(両側)に、ひびわれ供試体(16パネル)とカラーチャート(2枚)を設置。



写真-1 小水槽全景(架台設置・注水前)



写真-2 供試体とカラーチャートの設置



試験方法(手順)	技術番号	BR010093
機器の搬入(写真-3) WRI-6_500型		
①	(写真-4)撮影用カメラ(GoPro MAX 3機)(左上)、撮影用カメラ(GoPro MAX2 1機)(右上)、照明(LEDライト6機)(中下)	
②	小水槽の水面(水深H=0.20m)、架台の手前に機体を浮かべて機体前後にロープを装着(写真-5)	
③	小水槽内の機体前後に操作者を配置し、撮影画像を確認しつつ、架台内へ進入(写真-6)	
④	架台内をえい航させ、架台の内側壁面(両面)の供試体とカラーチャートをライトを照射して撮影(写真-7)	
⑤	①~④までの試験を、流速の再現を開始、継続した状態で再度行う。(写真-8)	

開発者による計測機器の設置状況

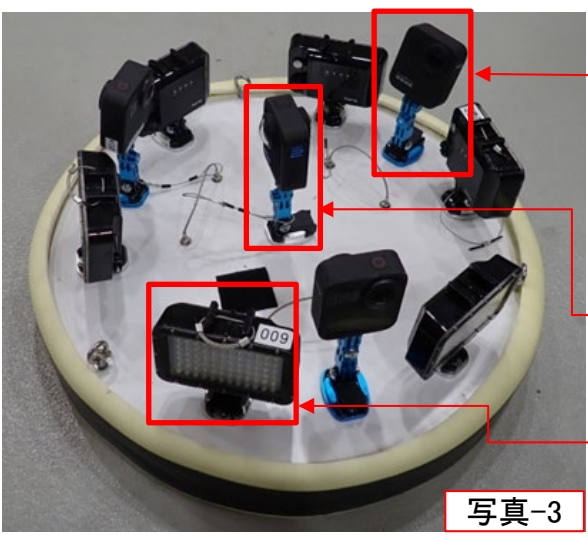


写真-3



写真-4

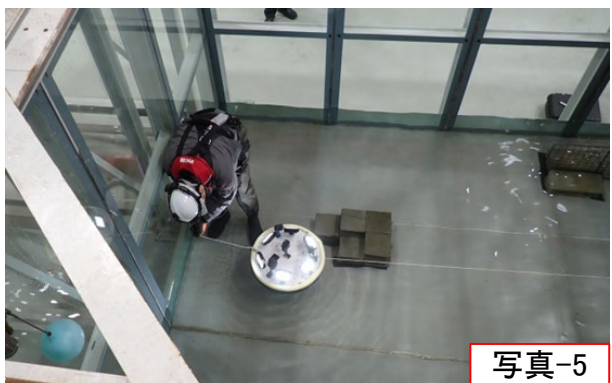


写真-5

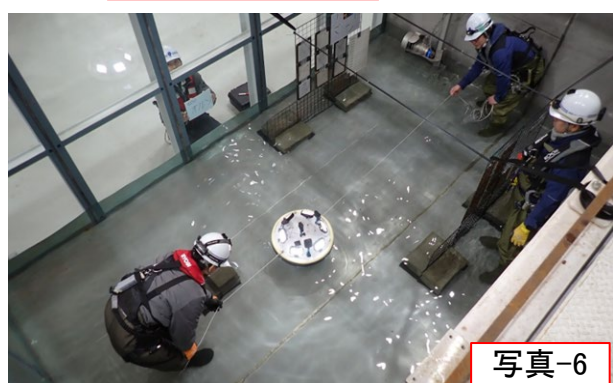


写真-6

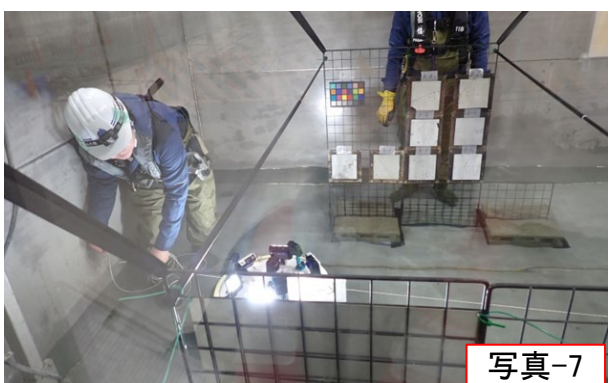
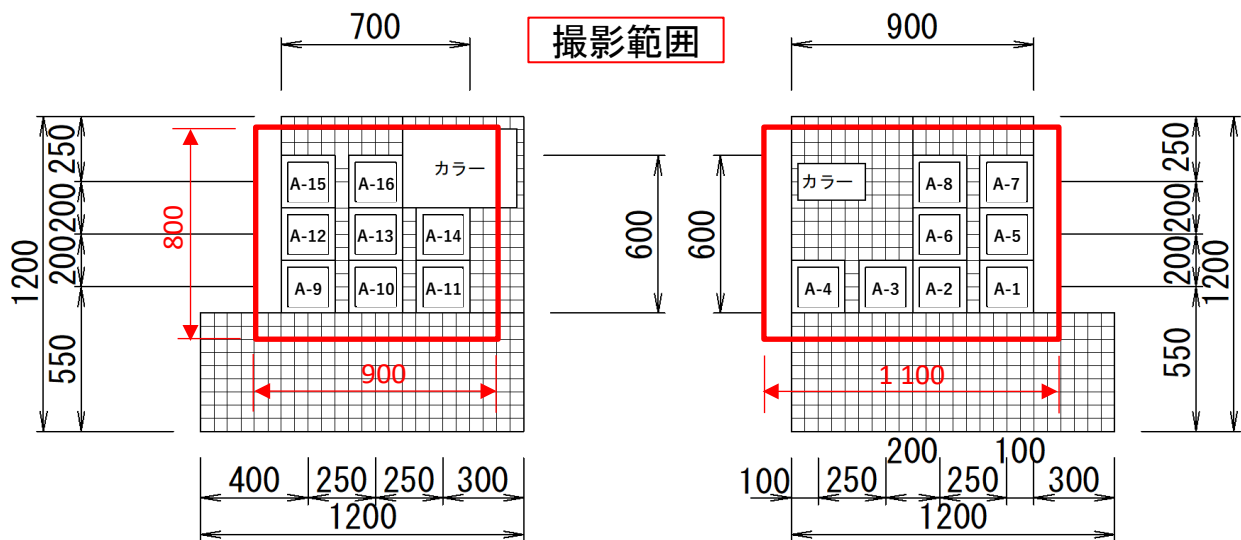
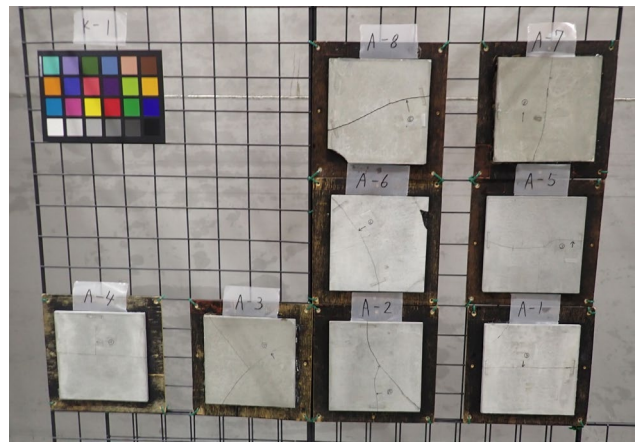


写真-7



写真-8

※撮影速度




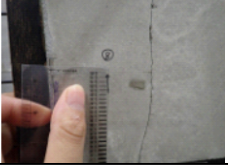

撮影面積 ($0.9 \times 0.8 + 1.1 \times 0.8 = 1.60 \text{ m}^2$) を移動して、ひびわれ幅の撮影に要した時間 (秒) を計測する。


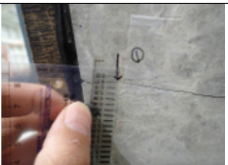

速度 (撮影速度) = $1.60 \text{ m}^2 \div \text{所要時間 (秒)}$




※最小ひびわれ幅・計測精度



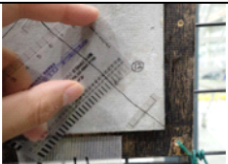
各ひびわれ幅のパネルについて、クラックスケールで計測した値を真値とする。




真値(ひびわれ幅)


チャート番号	A-10	A-7	A-3
方向	縦	横	斜
写真			
真値	0.05	0.05	0.05

チャート番号	A-2	A-12	A-16
方向	縦	横	斜
写真			
真値	0.1	0.1	0.1

チャート番号	A-4	A-5	A-6
方向	縦	横	斜
写真			
真値	0.2	0.2	0.2

チャート番号	A-9	A-1	A-14
方向	縦	横	斜
写真			
真値	0.3	0.3	0.3

チャート番号	A-13	A-15	A-8
方向	縦	横	斜
写真			
真値	1.0	1.0	1.0

チャート番号	A-11
方向	—
写真	
真値	ひびわれ無し

※色識別性能

市販の24色のカラーチャート(写真-8、写真-9)を使用する。
RGB値はカラーチャートの販売業者が提供している値を真値とする。

配置は、架台側面のうち、小水槽奥側(K-1)(写真-10)と手前側(K-2)(写真-11)の2箇所。

K-1 真 値

	R値	G値	B値
A-①	98	187	166
A-②	126	125	174
A-③	82	106	60
A-④	87	120	155
A-⑤	197	145	125
A-⑥	112	76	60
B-①	222	118	32
B-②	58	88	159
B-③	195	79	95
B-④	83	58	106
B-⑤	157	188	54
B-⑥	238	158	25
C-①	0	127	159
C-②	192	75	145
C-③	245	205	0
C-④	186	26	51
C-⑤	57	146	64
C-⑥	25	55	135
D-①	249	242	238
D-②	202	198	195
D-③	161	157	154
D-④	122	118	116
D-⑤	80	80	78
D-⑥	43	41	43

K-2 真 値

	R値	G値	B値
A-①	43	41	43
A-②	80	80	78
A-③	122	118	116
A-④	161	157	154
A-⑤	202	198	195
A-⑥	249	242	238
B-①	25	55	135
B-②	57	146	64
B-③	186	26	51
B-④	245	205	0
B-⑤	192	75	145
B-⑥	0	127	159
C-①	238	158	25
C-②	157	188	54
C-③	83	58	106
C-④	195	79	95
C-⑤	58	88	159
C-⑥	222	118	32
D-①	112	76	60
D-②	197	145	125
D-③	87	120	155
D-④	82	106	60
D-⑤	126	125	174
D-⑥	98	187	166



写真-8 K-1



写真-9 K-2

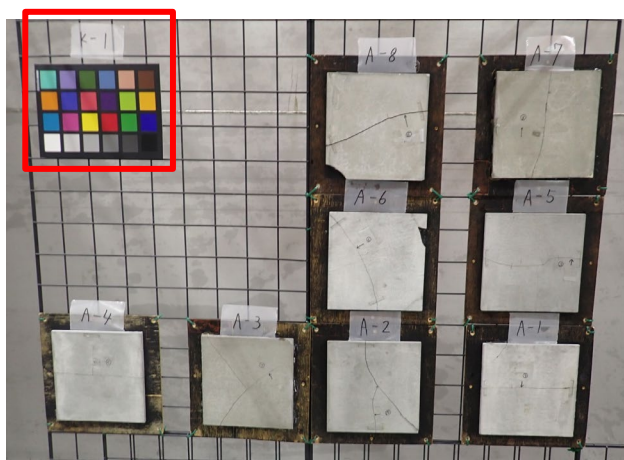


写真-10 □:K-1



写真-11 □:K-2

※撮影速度

撮影面積: 1.60 m²、撮影時間: 17秒 = 17秒(sec) 撮影速度: 1.60 / 17 = 0.094 m²/sec

※最小ひびわれ幅・計測精度

■カメラ名称: Gopro max2(1台), Gopro max1(3台)

■被写体距離: 1.0 m ■照度: 1064 Lux ■風速: — ■気温: 10.5 °C

■焦点距離: 14~26 mm ■シャッター速度: 自動

■絞り: Auto ■ISO値: 100~800 ■フォーカス: パンフォーカス

■画像Pixel数: 5700画素

最小ひびわれ・計測精度

■最小ひびわれ幅: 0.1mm

計測値

チャート番号	A-10	A-7	A-3
方向	縦	横	斜
真値	0.05	0.05	0.05
撮影画像			
計測値	ひびわれ無し	ひびわれ無し	0.1

チャート番号	A-2	A-12	A-16
方向	縦	横	斜
真値	0.1	0.1	0.1
撮影画像			
計測値	0.2	0.2	0.1

チャート番号	A-4	A-5	A-6
方向	縦	横	斜
真値	0.2	0.2	0.2
撮影画像			
計測値	0.1	0.2	0.3

チャート番号	A-9	A-1	A-14
方向	縦	横	斜
真値	0.3	0.3	0.3
撮影画像			
計測値	0.3	0.3	0.3

チャート番号	A-11
方向	—
真値	ひびわれ無し
撮影画像	
計測値	ひびわれ無し

チャート番号	A-13	A-15	A-8
方向	縦	横	斜
真値	1.0	1.0	1.0
撮影画像			
計測値	1.0	0.30	1.0

ひびわれ幅	計測精度
0.05 mm	0.05 mm
0.1 mm	0.08 mm
0.2 mm	0.08 mm
0.3 mm	0 mm
1.0 mm	0.4 mm

※色識別性能 ※流速なし

K-1:計測比較

■カメラ名称: Gopro max2(1台),Gopro max1(3台)

■被写体距離: 1.0 m

■照度: 1064 Lux

■風速: -

■気温: 10.5 °C

■焦点距離: 14~26 mm

■シャッター速度: 自動

■絞り: Auto

■ISO値: 100~800

■フォーカス: パンフォーカス

■画像Pixel数: 5700画素



立会者撮影



K-1:開発者撮影



K-1:オルソ画像

K-1:開発者撮影

	R 値		G 値		B 値	
	真 値	計測値	真 値	計測値	真 値	計測値
A-①	98	49	187	168	166	164
A-②	126	99	125	107	174	169
A-③	82	59	106	79	60	42
A-④	87	53	120	98	155	157
A-⑤	197	183	145	137	125	113
A-⑥	112	83	76	51	60	30
B-①	222	224	118	120	32	9
B-②	58	44	88	54	159	125
B-③	195	192	79	78	95	77
B-④	83	64	58	39	106	71
B-⑤	157	125	188	165	54	6
B-⑥	238	216	158	144	25	0
C-①	0	0	127	103	159	196
C-②	192	155	75	95	145	129
C-③	245	215	205	185	0	0
C-④	186	188	26	58	51	42
C-⑤	57	15	146	119	64	40
C-⑥	25	0	55	14	135	95
D-①	249	219	242	224	238	230
D-②	202	183	198	185	195	197
D-③	161	153	157	154	154	159
D-④	122	100	118	98	116	101
D-⑤	80	61	80	61	78	63
D-⑥	43	24	41	25	43	27

K-1:オルソ画像

	R 値		G 値		B 値	
	真 値	計測値	真 値	計測値	真 値	計測値
A-①	98	49	187	167	166	164
A-②	126	107	125	113	174	175
A-③	82	60	106	80	60	43
A-④	87	48	120	94	155	157
A-⑤	197	184	145	138	125	113
A-⑥	112	83	76	51	60	30
B-①	222	221	118	116	32	9
B-②	58	44	88	54	159	125
B-③	195	192	79	78	95	77
B-④	83	63	58	38	106	66
B-⑤	157	125	188	165	54	7
B-⑥	238	215	158	143	25	0
C-①	0	0	127	103	159	195
C-②	192	155	75	93	145	130
C-③	245	215	205	185	0	0
C-④	186	186	26	57	51	44
C-⑤	57	15	146	119	64	40
C-⑥	25	0	55	14	135	95
D-①	249	219	242	224	238	230
D-②	202	183	198	185	195	197
D-③	161	152	157	154	154	159
D-④	122	101	118	100	116	102
D-⑤	80	60	80	61	78	63
D-⑥	43	24	41	25	43	27

※色識別性能 ※流速なし

K-2: 計測比較

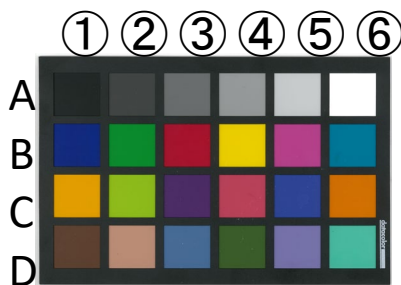
■カメラ名称: Gopro max2(1台),Gopro max1(3台)

■被写体距離: 1.0 m ■照度: 1064 Lux ■風速: - ■気温: 10.5 °C

■焦点距離: 14~26 mm ■シャッター速度: 自動

■絞り: Auto ■ISO値: 100~800 ■フォーカス: パンフォーカス

■画像Pixel数: 5700画素



立会者撮影



K-2:開発者撮影



K-2:オルソ画像

K-2:開発者撮影

	R 値		G 値		B 値	
	真 値	計測値	真 値	計測値	真 値	計測値
A-①	43	74	41	82	43	95
A-②	80	89	80	94	78	97
A-③	122	123	118	118	116	125
A-④	161	145	157	143	154	148
A-⑤	202	165	198	160	195	166
A-⑥	249	187	242	184	238	193
B-①	25	56	55	75	135	134
B-②	57	71	146	129	64	91
B-③	186	148	26	88	51	80
B-④	245	185	205	165	0	32
B-⑤	192	135	75	98	145	115
B-⑥	0	46	127	113	159	165
C-①	238	191	158	148	25	70
C-②	157	136	188	159	54	81
C-③	83	86	58	74	106	110
C-④	195	158	79	99	95	101
C-⑤	58	65	88	75	159	137
C-⑥	222	175	118	123	32	84
D-①	112	112	76	92	60	91
D-②	197	167	145	144	125	136
D-③	87	83	120	105	155	152
D-④	82	82	106	104	60	83
D-⑤	126	109	125	113	174	158
D-⑥	98	84	187	149	166	151

K-2:オルソ画像

	R 値		G 値		B 値	
	真 値	計測値	真 値	計測値	真 値	計測値
A-①	43	75	41	82	43	96
A-②	80	88	80	93	78	96
A-③	122	123	118	118	116	125
A-④	161	145	157	143	154	148
A-⑤	202	166	198	161	195	167
A-⑥	249	185	242	182	238	193
B-①	25	55	55	72	135	136
B-②	57	70	146	127	64	91
B-③	186	147	26	89	51	83
B-④	245	185	205	165	0	35
B-⑤	192	133	75	96	145	110
B-⑥	0	44	127	111	159	163
C-①	238	191	158	149	25	74
C-②	157	136	188	157	54	80
C-③	83	87	58	74	106	110
C-④	195	154	79	98	95	99
C-⑤	58	64	88	75	159	137
C-⑥	222	175	118	124	32	83
D-①	112	112	76	92	60	91
D-②	197	167	145	144	125	136
D-③	87	88	120	113	155	160
D-④	82	82	106	104	60	83
D-⑤	126	109	125	113	174	157
D-⑥	98	87	187	153	166	154

※撮影速度 ※流速あり

撮影面積: 1.60 m²、撮影時間: 17秒 = 17秒(sec) 撮影速度: 1.60 / 17 = 0.094 m²/sec

※最小ひびわれ幅・計測精度

■カメラ名称: Gopro max2(1台), Gopro max1(3台)

■被写体距離: 1.0 m ■照度: 1078 Lux ■風速: - ■気温: 10.5 °C

■焦点距離: 14~26 mm ■シャッター速度: 自動

■絞り: Auto ■ISO値: 100~800 ■フォーカス: パンフォーカス

■画像Pixel数: 5700画素

■最小ひびわれ幅: 0.1mm

最小ひびわれ・計測精度

計測値

チャート番号	A-10	A-7	A-3
方向	縦	横	斜
真値	0.05	0.05	0.05
撮影画像			
計測値	ひびわれ無し	ひびわれ無し	0.1

チャート番号	A-2	A-12	A-16
方向	縦	横	斜
真値	0.1	0.1	0.1
撮影画像			
計測値	0.2	0.2	0.1

チャート番号	A-4	A-5	A-6
方向	縦	横	斜
真値	0.2	0.2	0.2
撮影画像			
計測値	0.1	0.2	0.3

チャート番号	A-9	A-1	A-14
方向	縦	横	斜
真値	0.3	0.3	0.3
撮影画像			
計測値	0.3	0.3	0.3

チャート番号	A-11
方向	-
真値	ひびわれ無し
撮影画像	
計測値	ひびわれ無し

チャート番号	A-13	A-15	A-8
方向	縦	横	斜
真値	1.0	1.0	1.0
撮影画像			
計測値	1.0	0.3	1.0

ひびわれ幅	計測精度
0.05 mm	0.05 mm
0.1 mm	0.08 mm
0.2 mm	0.08 mm
0.3 mm	0 mm
1.0 mm	0.4 mm

※色識別性能 ※流速あり

K-1:計測比較

■カメラ名称: Gopro max2(1台),Gopro max1(3台)

■被写体距離: 1.0 m

■照度: 1078 Lux

■風速: -

■気温: 10.5 °C

■焦点距離: 14~26 mm

■シャッター速度: 自動

■絞り: Auto

■ISO値: 100~800

■フォーカス: パンフォーカス

■画像Pixel数: 5700画素



立会者撮影



K-1:開発者撮影



K-1:オルソ画像

K-1: 開発者撮影

K-1: オルソ画像

	R 値		G 値		B 値	
	真 値	計測値	真 値	計測値	真 値	計測値
A-①	98	60	187	164	166	167
A-②	126	107	125	107	174	171
A-③	82	54	106	76	60	38
A-④	87	48	120	90	155	150
A-⑤	197	178	145	140	125	121
A-⑥	112	78	76	46	60	33
B-①	222	209	118	121	32	11
B-②	58	23	88	51	159	150
B-③	195	187	79	78	95	84
B-④	83	46	58	33	106	79
B-⑤	157	126	188	159	54	16
B-⑥	238	211	158	140	25	0
C-①	0	0	127	100	159	194
C-②	192	187	75	79	145	139
C-③	245	215	205	183	0	0
C-④	186	186	26	60	51	48
C-⑤	57	25	146	114	64	46
C-⑥	25	0	55	8	135	125
D-①	249	217	242	220	238	229
D-②	202	181	198	185	195	196
D-③	161	155	157	154	154	160
D-④	122	97	118	100	116	109
D-⑤	80	57	80	57	78	57
D-⑥	43	24	41	22	43	27

	R 値		G 値		B 値	
	真 値	計測値	真 値	計測値	真 値	計測値
A-①	98	60	187	164	166	167
A-②	126	106	125	105	174	170
A-③	82	54	106	73	60	38
A-④	87	47	120	90	155	150
A-⑤	197	178	145	139	125	120
A-⑥	112	78	76	46	60	33
B-①	222	210	118	121	32	11
B-②	58	23	88	50	159	149
B-③	195	189	79	80	95	86
B-④	83	48	58	35	106	80
B-⑤	157	126	188	160	54	14
B-⑥	238	211	158	141	25	0
C-①	0	0	127	100	159	194
C-②	192	186	75	80	145	140
C-③	245	215	205	183	0	0
C-④	186	186	26	58	51	47
C-⑤	57	26	146	116	64	49
C-⑥	25	0	55	10	135	128
D-①	249	216	242	219	238	228
D-②	202	181	198	185	195	196
D-③	161	154	157	153	154	159
D-④	122	98	118	101	116	110
D-⑤	80	57	80	57	78	57
D-⑥	43	24	41	22	43	27

※色識別性能 ※流速あり

K-2:計測比較

■カメラ名称: Gopro max2(1台),Gopro max1(3台)

■被写体距離: 1.0 m

■照度: 1078 Lux

■風速: -

■気温: 10.5 °C

■焦点距離: 14~26 mm

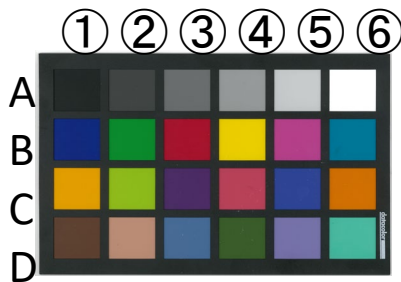
■シャッター速度: 自動

■絞り: Auto

■ISO値: 100~800

■フォーカス: パンフォーカス

■画像Pixel数: 5700画素



立会者撮影



K-2:開発者撮影



K-2:オルソ画像

K-2:開発者撮影

	R 値		G 値		B 値	
	真 値	計測値	真 値	計測値	真 値	計測値
A-①	43	76	41	84	43	102
A-②	80	85	80	92	78	102
A-③	122	119	118	118	116	126
A-④	161	151	157	145	154	157
A-⑤	202	167	198	168	195	173
A-⑥	249	187	242	183	238	197
B-①	25	61	55	71	135	140
B-②	57	71	146	127	64	90
B-③	186	146	26	86	51	88
B-④	245	184	205	168	0	20
B-⑤	192	150	75	93	145	128
B-⑥	0	51	127	105	159	151
C-①	238	194	158	154	25	67
C-②	157	147	188	159	54	83
C-③	83	97	58	81	106	112
C-④	195	156	79	104	95	106
C-⑤	58	53	88	72	159	149
C-⑥	222	180	118	125	32	71
D-①	112	111	76	96	60	101
D-②	197	167	145	147	125	138
D-③	87	74	120	103	155	145
D-④	82	90	106	101	60	93
D-⑤	126	111	125	115	174	162
D-⑥	98	88	187	152	166	152

K-2:オルソ画像

	R 値		G 値		B 値	
	真 値	計測値	真 値	計測値	真 値	計測値
A-①	43	79	41	85	43	101
A-②	80	87	80	91	78	102
A-③	122	120	118	119	116	127
A-④	161	154	157	147	154	160
A-⑤	202	165	198	168	195	173
A-⑥	249	186	242	182	238	196
B-①	25	61	55	71	135	140
B-②	57	74	146	128	64	92
B-③	186	147	26	87	51	89
B-④	245	185	205	168	0	27
B-⑤	192	150	75	93	145	128
B-⑥	0	51	127	105	159	149
C-①	238	194	158	153	25	69
C-②	157	146	188	158	54	82
C-③	83	96	58	81	106	110
C-④	195	158	79	104	95	105
C-⑤	58	51	88	70	159	149
C-⑥	222	179	118	125	32	70
D-①	112	111	76	96	60	103
D-②	197	167	145	147	125	138
D-③	87	80	120	109	155	153
D-④	82	89	106	100	60	92
D-⑤	126	109	125	116	174	163
D-⑥	98	101	187	155	166	160

技術番号	BR010093						
技術名	浮体式撮影システム(用水路等に架かる溝橋の点検)	開発者名	株式会社東設土木コンサルタント				
試験日	令和 7年 12月 10日	天候	—	気温	10.5 °C	風速	— m/s
試験場所	福島ロボットテストフィールド 小水槽						
カタログ分類	画像計測技術	カタログ	検出項目	ひびわれ	試験区分	標準試験	

試験で確認する
カタログ項目

長さ計測精度
位置精度

対象構造物の概要

※検証試験体

- ・小水槽内の奥側コンクリート壁面にボードを固定し、3箇所にマーカーを貼り付ける。(写真-1、写真-2)
- ・P1の座標(0, 0)を基準(原点)とし、P3を既知点とし P2の座標(X, Y) 及び P1-P2間の距離を計測する。



写真-1

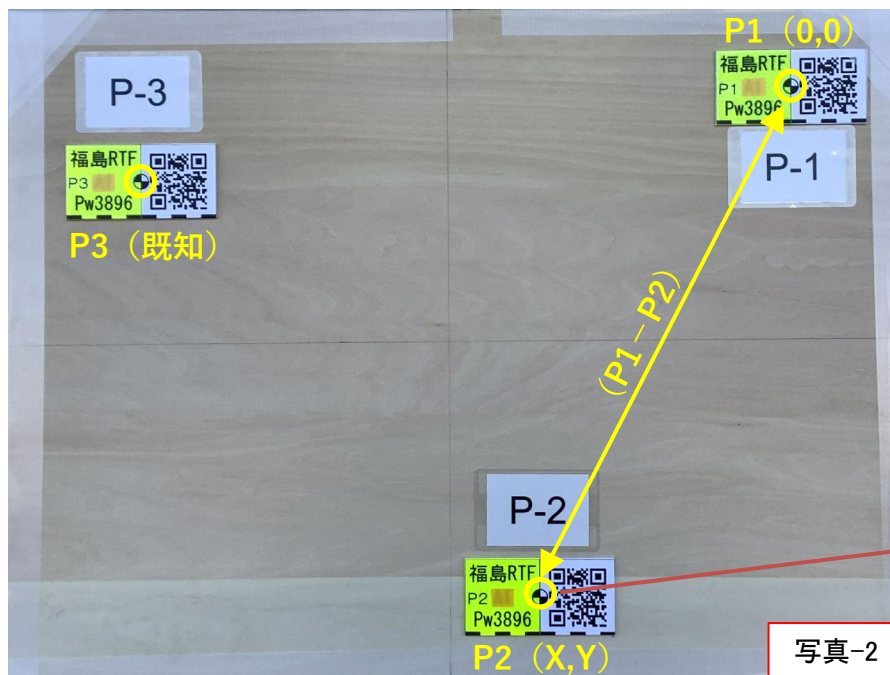


写真-2

マーカー座標



中心座標

- ① 機器の搬入(写真-3) WRI-6_500型
(写真-4)撮影用カメラ(GoPro MAX 3機)(左上)、撮影用カメラ(GoPro MAX2 1機)(右上)、照明(LEDライト6機)(中下)
- ② 小水槽の水面(水深H=0.20m)、ボードの手前に機体を配置、機体前後に操作者を配置(写真-5)
- ③ 小水槽の水面をえい航させ、ボード近くで停止し、ボードにライトを照射して撮影(写真-6)
- ④ ①～③までの試験を、流速の再現を開始、継続した状態で再度行う。(写真-7、写真-8)
- ⑤ 後日、撮影画像からオルソ画像を作成しマーカーの座標値を求め、マーカーの座標値から長さ(P1-P2間)を求める。

開発者による計測機器の設置状況

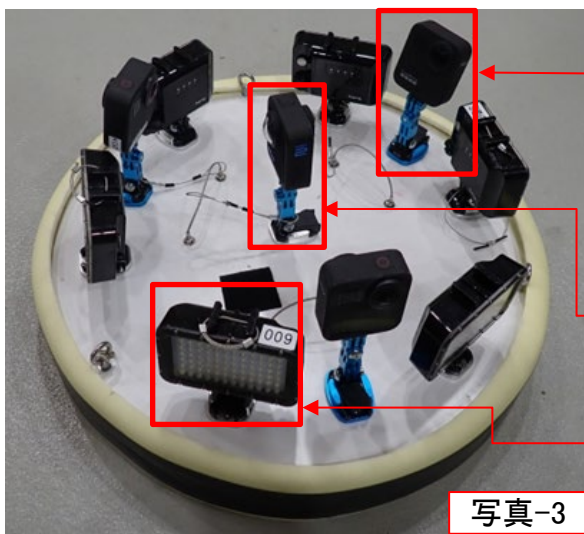


写真-3



写真-4

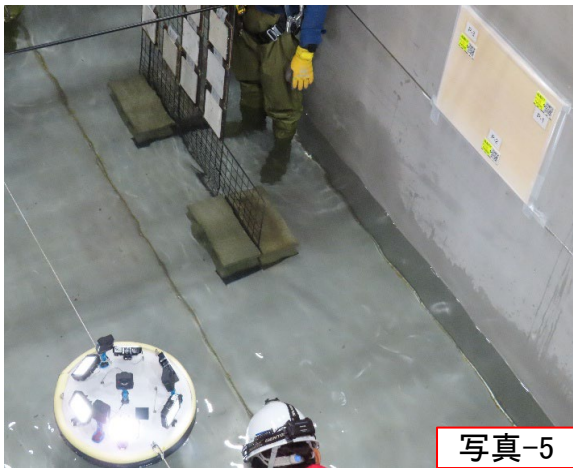


写真-5



写真-6



写真-7



写真-8

※長さ計測精度/位置精度

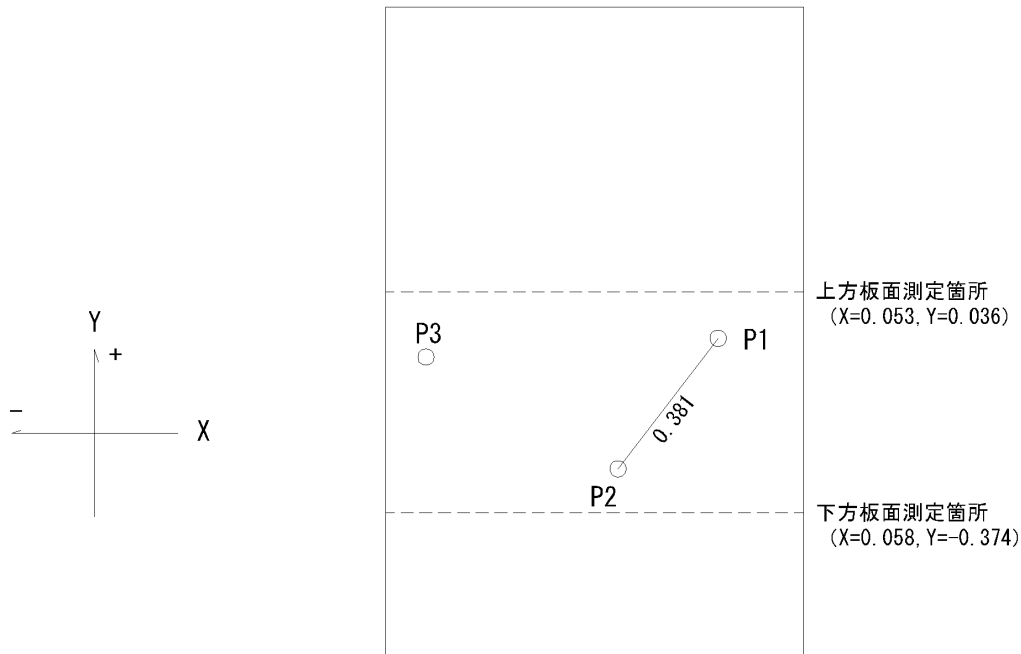
立会者によりP1(0, 0)を基準点とし、P2、P3をトータルステーションにて測量した座標値を真値とする。

ボード平面図



※X軸は下方壁面方向を基線とする。

ボード側面図



※P1-P2は平面長及び斜辺長共に同じ寸法値

ボードマーカース座標値

点名	X座標	Y座標	Z座標
P1	0.000	0.000	0.000
P2	-0.171	-0.341	-0.001
P3	-0.440	-0.062	-0.002

※長さ計測精度/位置精度 ※流速なし

■カメラ名称: Gopro max2(1台),Gopro max1(3台)

■被写体距離: 1.7 m ■照度: 995.0 Lux ■風速: - ■気温: 10.5 °C

■焦点距離: 14~26 mm

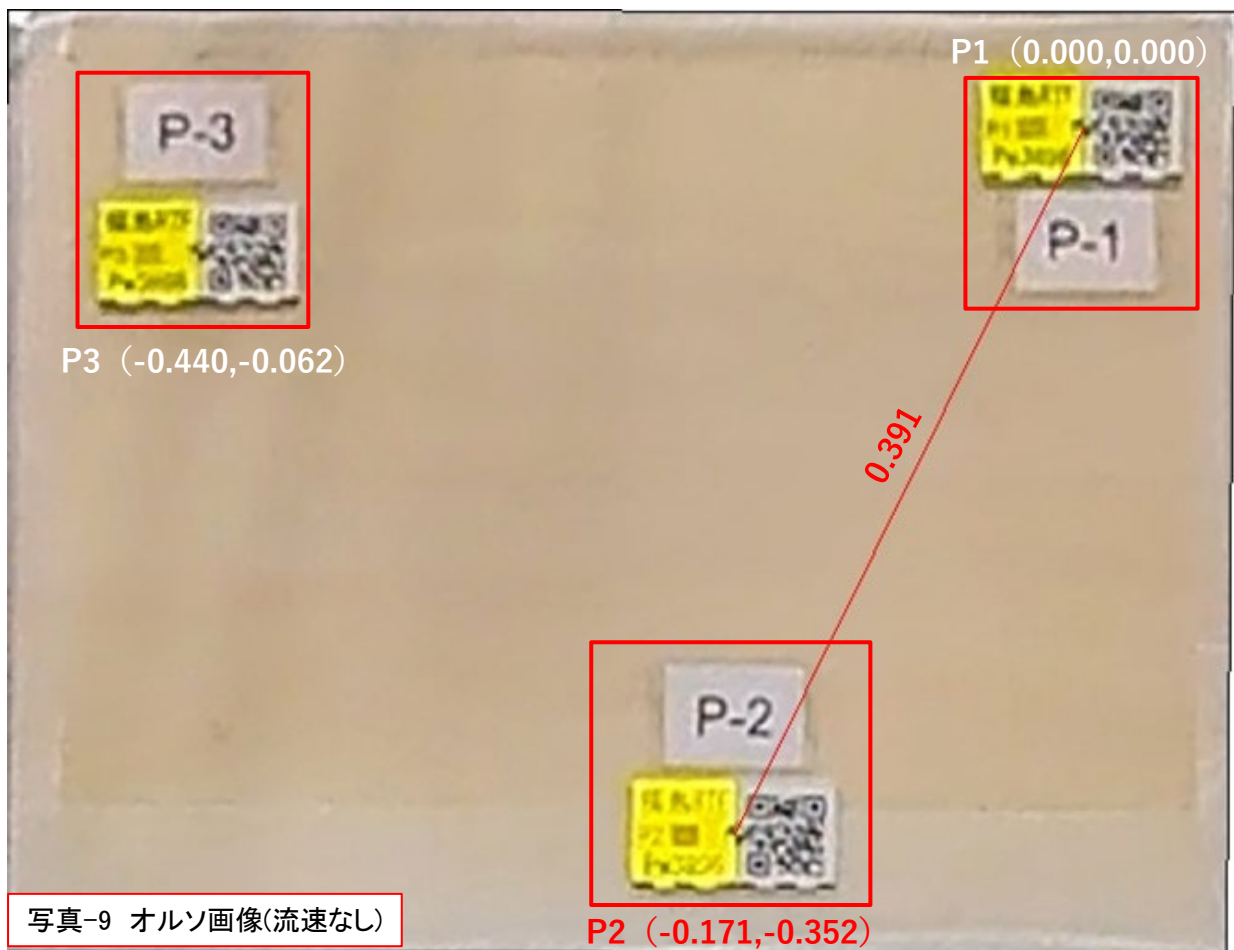
■シャッター速度: 自動

■絞り: Auto

■ISO値: 100~800

■フォーカス: パンフォーカス

■画像Pixel数: 5700画素



ボードマーカース座標値

点名	X座標			Y座標			Z座標	距離 (P 1 - P 2)		
	真値	計測値	精度	真値	計測値	精度		真値	計測値	精度
P 1	0.000			0.000			0.000			
P 2	-0.171	-0.173	0.002	-0.341	-0.352	0.011	-0.001	0.381	0.392	102.89%
P 3	-0.440			-0.062			-0.002			

※長さ計測精度/位置精度 ※流速あり

■カメラ名称: Gopro max2(1台),Gopro max1(3台)

■被写体距離: 1.7 m ■照度: 996.4 Lux ■風速: - ■気温: 10.5 °C

■焦点距離: 14~26 mm

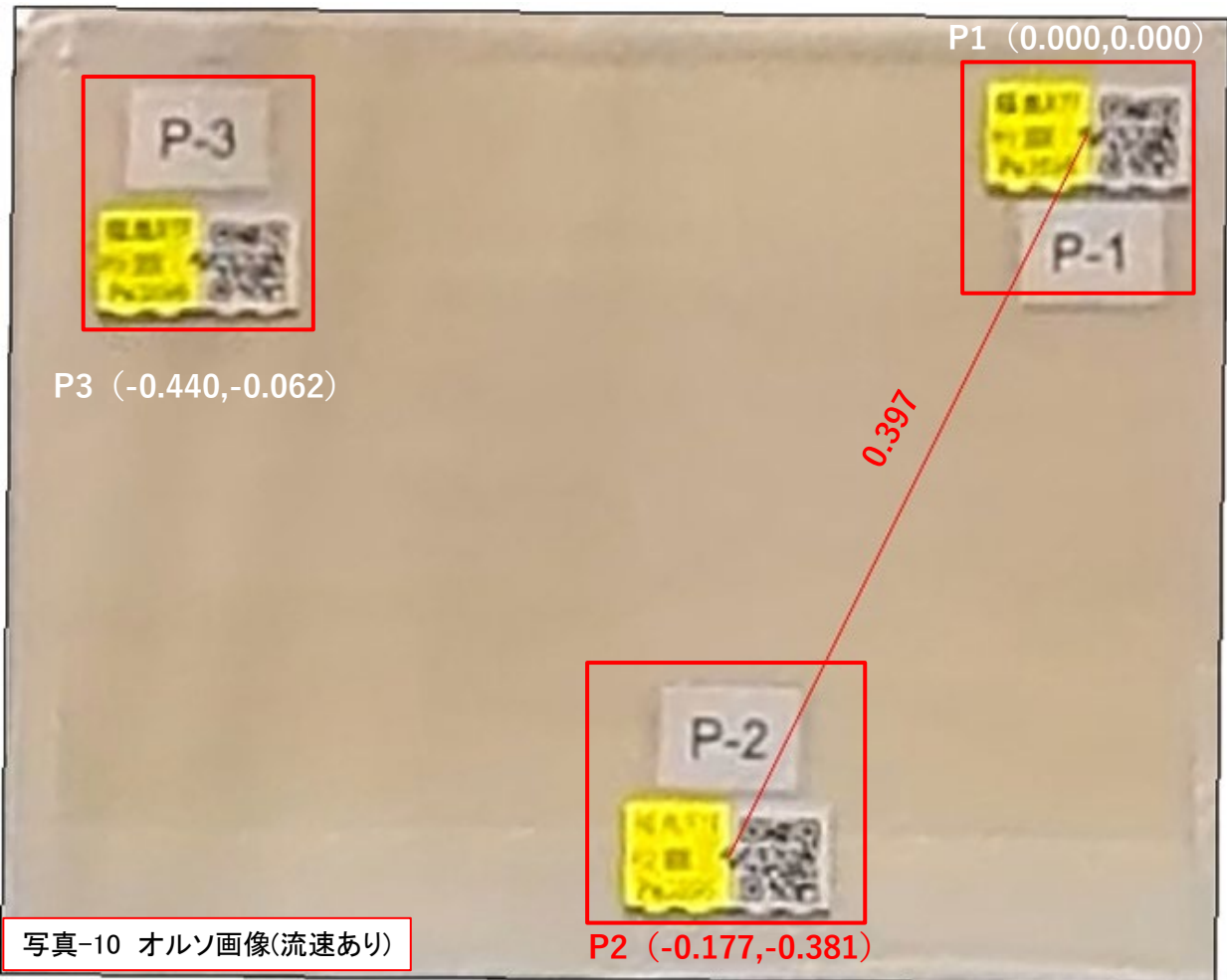
■シャッター速度: 自動

■絞り: Auto

■ISO値: 100~800

■フォーカス: パンフォーカス

■画像Pixel数: 5700画素



ボードマーカース座標値

点名	X座標			Y座標			Z座標	距離 (P 1 - P 2)		
	真値	計測値	精度	真値	計測値	精度		真値	計測値	精度
P 1	0.000			0.000			0.000			
P 2	-0.171	-0.177	0.006	-0.341	-0.355	0.014	-0.001	0.381	0.397	104.20%
P 3	-0.440			-0.062			-0.002			

技術番号 BR010093

WRI-6_900型

技術名 浮体式撮影システム(用水路等に架かる溝橋の点検)

開発者名 株式会社東設土木コンサルタント

試験日 令和7年 12月 10日 天候 ー 気温 10.5 °C 風速 ー m/s

試験場所 福島ロボットテストフィールド 小水槽

カタログ分類 画像計測技術

カタログ

検出項目 ひびわれ

試験区分 標準試験

試験で確認する
カタログ項目 進入可能性能(水上部)

対象構造物の概要

■小水槽内に進入可能性能を確認するための架台を設置し、水面を模すため水深0.20 mまで注水。



写真-1 小水槽全景(架台設置・注水前)

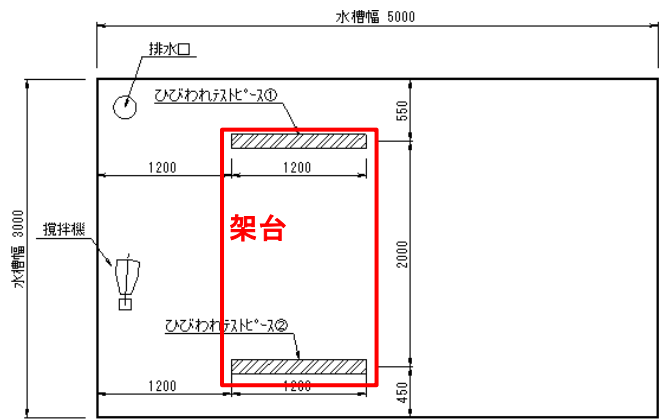


図-1 小水槽平面図

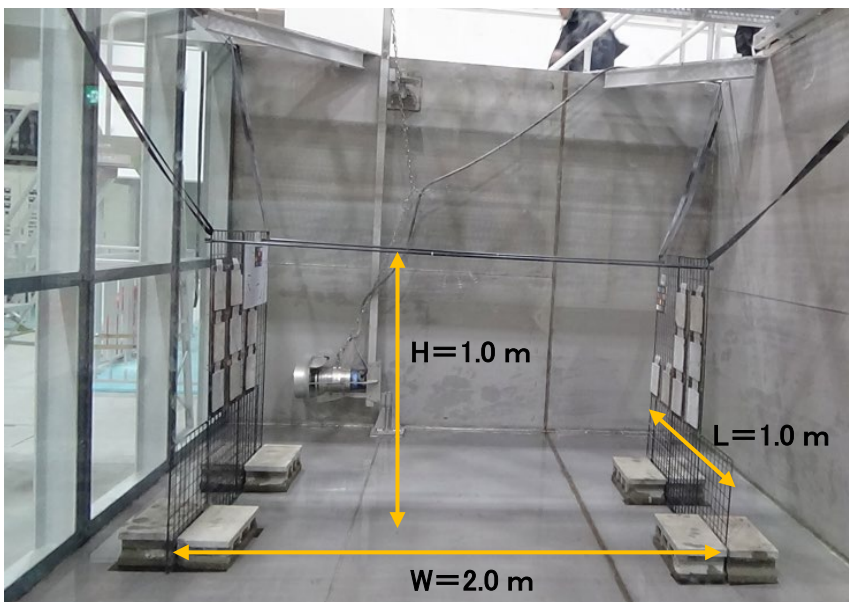


写真-2 架台の設置状況



写真-3 注水(H=0.20 m)完了

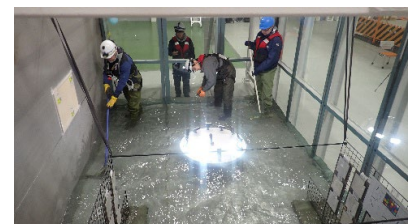
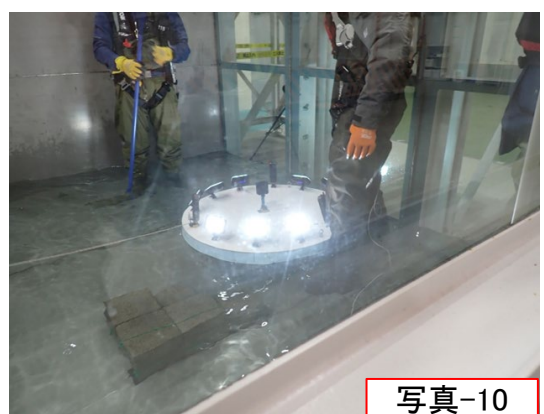
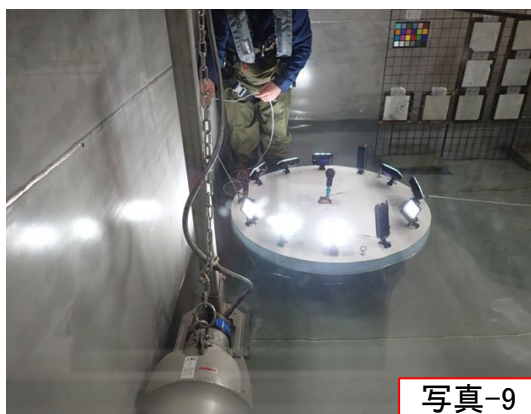
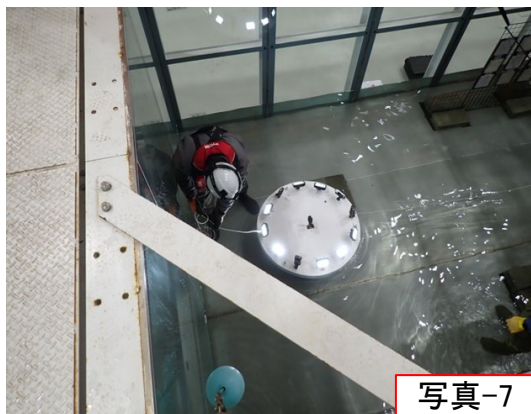


写真-4 人力(2名)で流速を再現

- ① 機器の搬入(写真-5) WRI-6.900型
 (写真-6)撮影用カメラ(insta 360 X4 3機)(左中)、撮影用カメラ(GoPro MAX2 1機)(右上)、照明(LEDライト 9機)(右下)
- ② 小水槽の水面(水深H=0.20m)、架台の手前に機体を浮かべて機体前後にロープを装着、ライト点灯(写真-7)
- ③ 小水槽内の機体前後に操作者を配置し、狭小断面を想定した架台内へ進入(写真-8)
- ④ 架台内をえい航(写真-9)、架台内の最奥部まで進入した後、最初の位置まで戻る(写真-10)
- ⑤ ①~④までの試験を、流速の再現を開始、継続した状態で再度行う。

開発者による計測機器の設置状況



※進入可能性能 流速なし

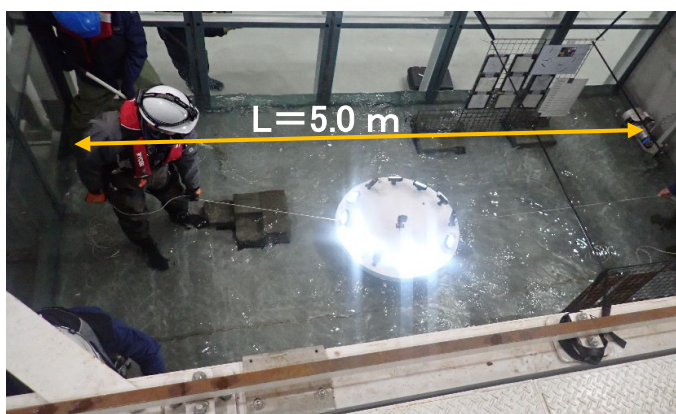
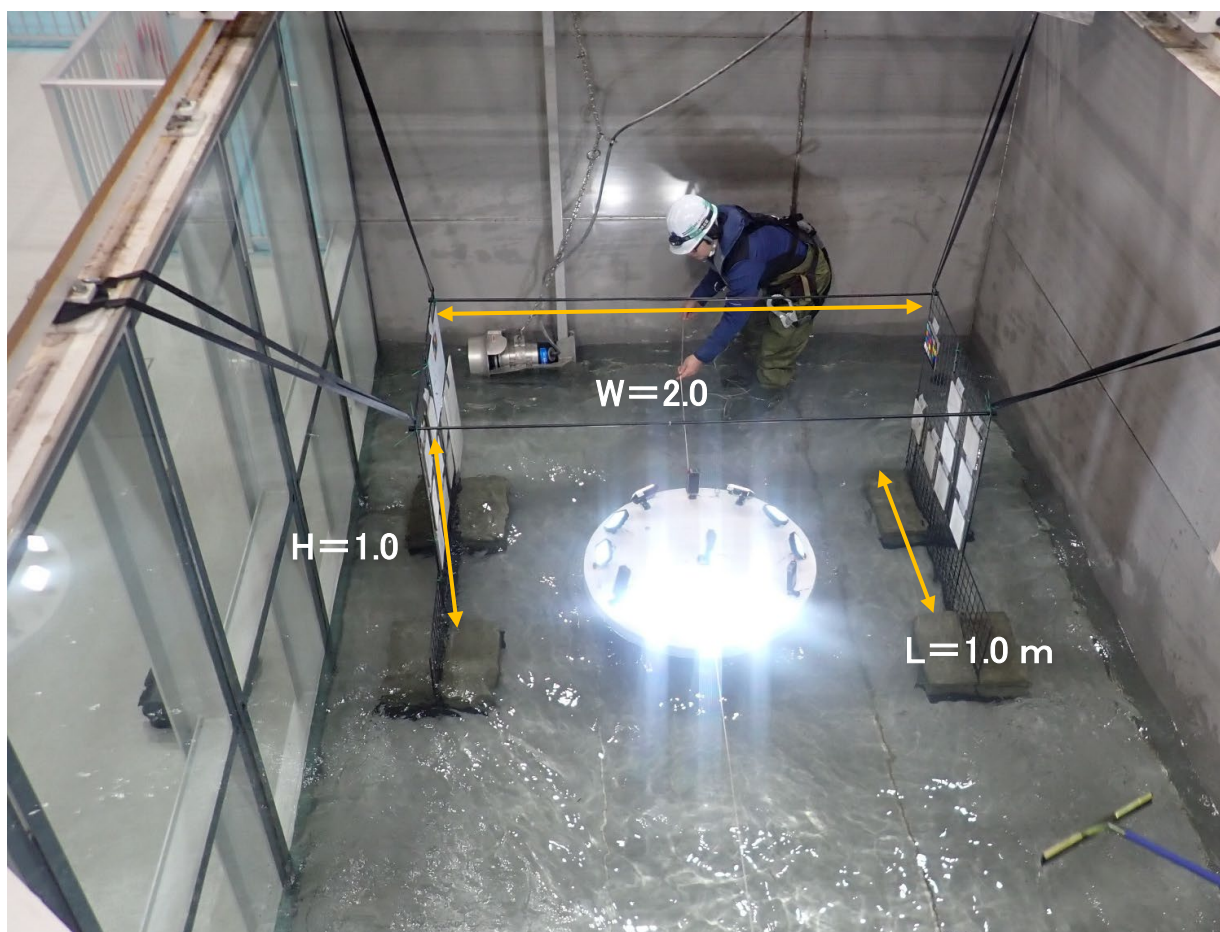
〈架台内へ進入〉 W 2.4m × H 1.0m × L 1.0m の架台内へ進入可能



※可動範囲 水槽内の延長 L=5.0 mを可動することが可能

※進入可能性能 流速あり

〈架台内に進入〉 W 2.4m×H 1.0m×L 1.0m の架台内に進入可能



※可動範囲 水槽内の延長 L=5.0 mを可動することが可能

技術番号 BR010093

WRI-6_900型

技術名 浮体式撮影システム(用水路等に架かる溝橋の点検)

開発者名 株式会社東設土木コンサル
タント

試験日 令和 7年 12 月 10 日 天候 - 気温 10.5 °C 風速 - m/s

試験場所 福島ロボットテストフィールド 小水槽

カタログ分類 画像計測技術

カタログ

検出項目 ひびわれ

試験区分 標準試験

試験で確認する
カタログ項目 撮影速度
最小・ひびわれ精度
色識別性能

対象構造物の概要

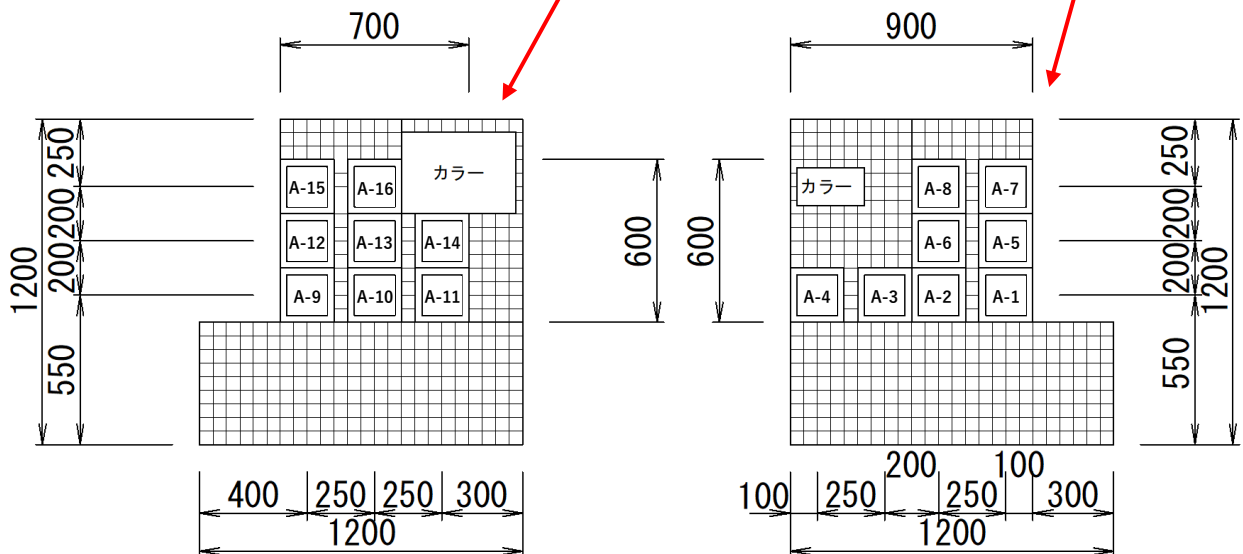
■小水槽内の架台の内側壁面(両側)に、ひびわれ供試体(16パネル)とカラーチャート(2枚)を設置。



写真-1 小水槽全景(架台設置・注水前)

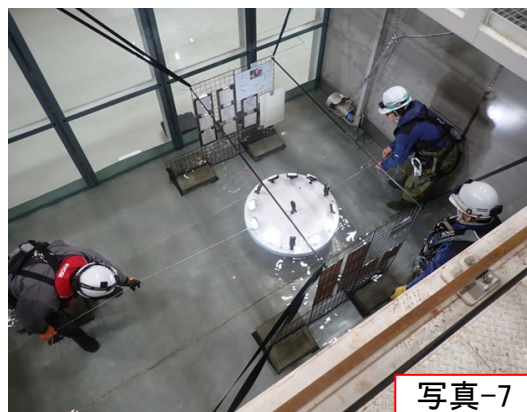
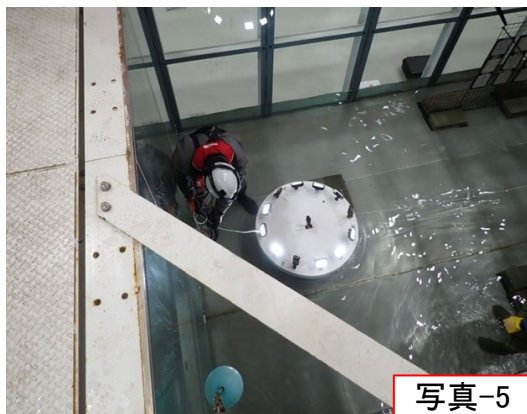


写真-2 供試体とカラーチャートの設置

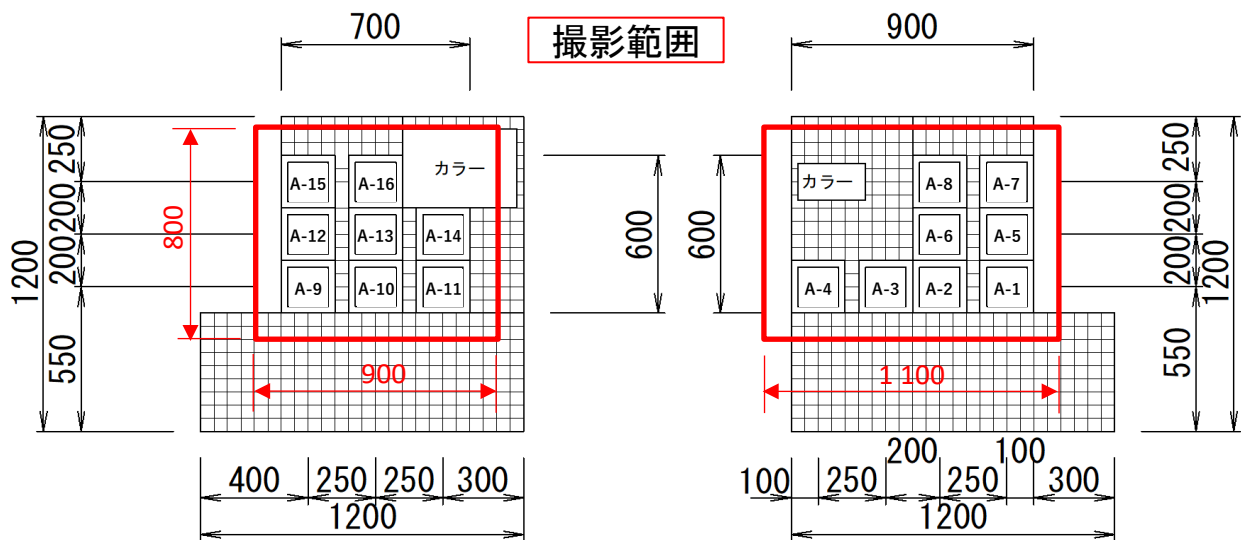
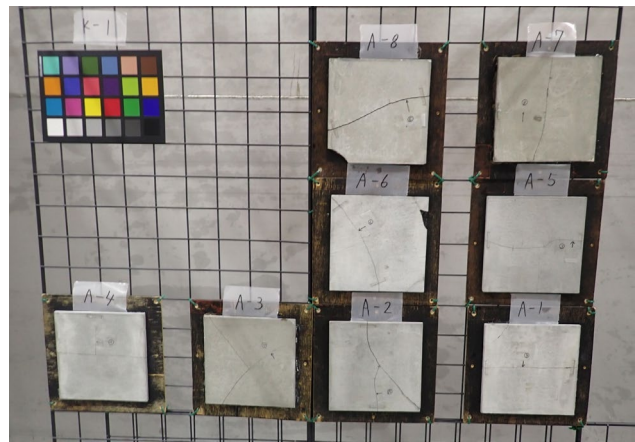


- ① 機器の搬入(写真-3) WRI-6.900型
 (写真-4)撮影用カメラ(insta 360 X4 3機)(左中)、撮影用カメラ(GoPro MAX2 1機)(右上)、照明(LEDライト 9機)(右下)
- ② 小水槽の水面(水深H=0.20m)、架台の手前に機体を浮かべて機体前後にロープを装着(写真-5)
- ③ 小水槽内の機体前後に操作者を配置し、撮影画像を確認しつつ、架台内へ進入(写真-6)
- ④ 架台内をえい航させ、架台の内側壁面(両面)の供試体とカラーチャートをライトを照射して撮影(写真-7)
- ⑤ ①~④までの試験を、流速の再現を開始、継続した状態で再度行う。(写真-8)

開発者による計測機器の設置状況



※撮影速度




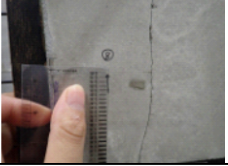

撮影面積 ($0.9 \times 0.8 + 1.1 \times 0.8 = 1.60 \text{ m}^2$) を移動して、ひびわれ幅の撮影に要した時間 (秒) を計測する。




速度 (撮影速度) = $1.60 \text{ m}^2 \div \text{所要時間 (秒)}$




※最小ひびわれ幅・計測精度



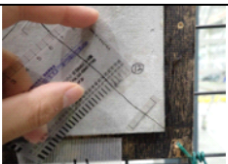
各ひびわれ幅のパネルについて、クラックスケールで計測した値を真値とする。




真値(ひびわれ幅)


チャート番号	A-10	A-7	A-3
方向	縦	横	斜
写真			
真値	0.05	0.05	0.05

チャート番号	A-2	A-12	A-16
方向	縦	横	斜
写真			
真値	0.1	0.1	0.1

チャート番号	A-4	A-5	A-6
方向	縦	横	斜
写真			
真値	0.2	0.2	0.2

チャート番号	A-9	A-1	A-14
方向	縦	横	斜
写真			
真値	0.3	0.3	0.3

チャート番号	A-13	A-15	A-8
方向	縦	横	斜
写真			
真値	1.0	1.0	1.0

チャート番号	A-11
方向	—
写真	
真値	ひびわれ無し

※色識別性能

市販の24色のカラーチャート(写真-8、写真-9)を使用する。
RGB値はカラーチャートの販売業者が提供している値を真値とする。

配置は、架台側面のうち、小水槽奥側(K-1)(写真-10)と手前側(K-2)(写真-11)の2箇所。

K-1 真 値

	R値	G値	B値
A-①	98	187	166
A-②	126	125	174
A-③	82	106	60
A-④	87	120	155
A-⑤	197	145	125
A-⑥	112	76	60
B-①	222	118	32
B-②	58	88	159
B-③	195	79	95
B-④	83	58	106
B-⑤	157	188	54
B-⑥	238	158	25
C-①	0	127	159
C-②	192	75	145
C-③	245	205	0
C-④	186	26	51
C-⑤	57	146	64
C-⑥	25	55	135
D-①	249	242	238
D-②	202	198	195
D-③	161	157	154
D-④	122	118	116
D-⑤	80	80	78
D-⑥	43	41	43

K-2 真 値

	R値	G値	B値
A-①	43	41	43
A-②	80	80	78
A-③	122	118	116
A-④	161	157	154
A-⑤	202	198	195
A-⑥	249	242	238
B-①	25	55	135
B-②	57	146	64
B-③	186	26	51
B-④	245	205	0
B-⑤	192	75	145
B-⑥	0	127	159
C-①	238	158	25
C-②	157	188	54
C-③	83	58	106
C-④	195	79	95
C-⑤	58	88	159
C-⑥	222	118	32
D-①	112	76	60
D-②	197	145	125
D-③	87	120	155
D-④	82	106	60
D-⑤	126	125	174
D-⑥	98	187	166



写真-8 K-1



写真-9 K-2

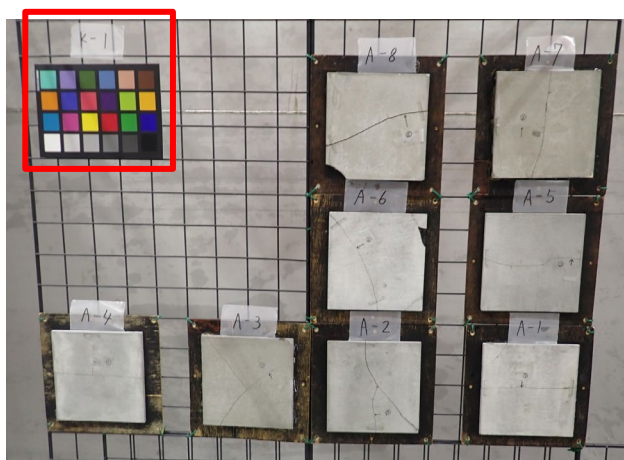


写真-10 □:K-1



写真-11 □:K-2

※撮影速度

撮影面積: 1.60 m²、撮影時間: 20秒 = 20秒(sec) 撮影速度: 1.60 / 20 = 0.08 m²/sec

※最小ひびわれ幅・計測精度

■カメラ名称: Gopro max2(1台) insta 360 X4(3台)

■被写体距離: 0.5 m ■照度: 1007 Lux ■風速: - ■気温: 10.5 °C

■焦点距離: 6.7 mm

■シャッター速度: 自動

■絞り: Auto

■ISO値: 100~800


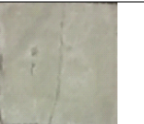
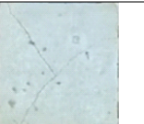
■フォーカス: オートフォーカス

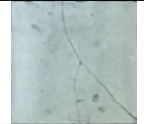
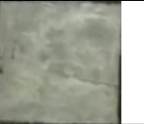

■画像Pixel数: 5700画素

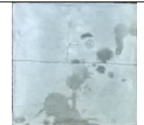
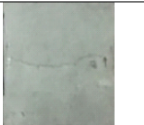
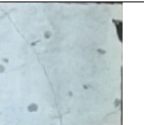
■最小ひびわれ幅: 0.1mm


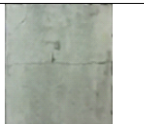
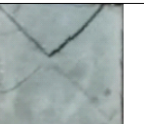
最小ひびわれ・計測精度


計測値

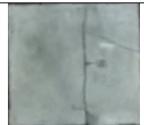
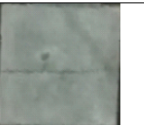
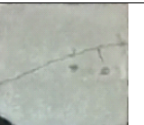
チャート番号	A-10	A-7	A-3
方向	縦	横	斜
真値	0.05	0.05	0.05
撮影画像			
計測値	ひびわれ無し	ひびわれ無し	0.3

チャート番号	A-2	A-12	A-16
方向	縦	横	斜
真値	0.1	0.1	0.1
撮影画像			
計測値	0.2	0.2	0.1

チャート番号	A-4	A-5	A-6
方向	縦	横	斜
真値	0.2	0.2	0.2
撮影画像			
計測値	0.1	0.2	0.3

チャート番号	A-9	A-1	A-14
方向	縦	横	斜
真値	0.3	0.3	0.3
撮影画像			
計測値	0.3	0.3	0.3

チャート番号	A-11
方向	-
真値	ひびわれ無し
撮影画像	
計測値	ひびわれ無し

チャート番号	A-13	A-15	A-8
方向	縦	横	斜
真値	1.0	1.0	1.0
撮影画像			
計測値	1.0	0.3	1.0

ひびわれ幅	計測精度
0.05 mm	0.15 mm
0.1 mm	0.08 mm
0.2 mm	0.08 mm
0.3 mm	0 mm
1.0 mm	0.4 mm

※色識別性能 ※流速なし

K-1:計測比較

■カメラ名称: Gopro max2(1台)insta 360 X4(3台)

■被写体距離: 0.5 m

■照度: 1007 Lux

■風速: -

■気温: 10.5 °C

■焦点距離: 6.7 mm

■シャッター速度: 自動

■絞り: Auto

■ISO値: 100~800

■フォーカス: オートフォーカス

■画像Pixel数: 5700画素



立会者撮影



K-1:開発者撮影



K-1:オルソ画像

K-1:開発者撮影

	R 値		G 値		B 値	
	真 値	計測値	真 値	計測値	真 値	計測値
A-①	98	95	187	221	166	209
A-②	126	129	125	151	174	234
A-③	82	86	106	114	60	55
A-④	87	76	120	146	155	218
A-⑤	197	212	145	165	125	149
A-⑥	112	101	76	65	60	53
B-①	222	236	118	127	32	45
B-②	58	49	88	109	159	231
B-③	195	218	79	79	95	112
B-④	83	78	58	55	106	123
B-⑤	157	159	188	213	54	39
B-⑥	238	237	158	161	25	39
C-①	0	23	127	171	159	233
C-②	192	218	75	80	145	199
C-③	245	246	205	211	0	69
C-④	186	214	26	53	51	59
C-⑤	57	67	146	185	64	65
C-⑥	25	24	55	49	135	201
D-①	249	222	242	229	238	245
D-②	202	201	198	213	195	229
D-③	161	181	157	194	154	203
D-④	122	132	118	139	116	147
D-⑤	80	88	80	88	78	90
D-⑥	43	47	41	47	43	47

K-1:オルソ画像

	R 値		G 値		B 値	
	真 値	計測値	真 値	計測値	真 値	計測値
A-①	98	96	187	221	166	255
A-②	126	129	125	151	174	234
A-③	82	86	106	114	60	54
A-④	87	76	120	146	155	218
A-⑤	197	213	145	165	125	149
A-⑥	112	101	76	64	60	54
B-①	222	236	118	128	32	47
B-②	58	54	88	113	159	233
B-③	195	216	79	80	95	112
B-④	83	78	58	55	106	123
B-⑤	157	157	188	212	54	40
B-⑥	238	236	158	160	25	38
C-①	0	20	127	168	159	228
C-②	192	223	75	85	145	204
C-③	245	246	205	211	0	69
C-④	186	215	26	53	51	60
C-⑤	57	67	146	185	64	65
C-⑥	25	21	55	46	135	197
D-①	249	220	242	230	238	242
D-②	202	202	198	212	195	229
D-③	161	181	157	193	154	202
D-④	122	133	118	139	116	148
D-⑤	80	87	80	88	78	89
D-⑥	43	47	41	46	43	47

※色識別性能 ※流速なし

K-2: 計測比較

■カメラ名称: Gopro max2(1台) insta 360 X4(3台)

■被写体距離: 0.5 m

■照度: 1007 Lux

■風速: -

■気温: 10.5 °C

■焦点距離: 6.7 mm

■シャッター速度: 自動

■絞り: Auto

■ISO値: 100~800

■フォーカス: オートフォーカス

■画像Pixel数: 5700画素



立会者撮影



K-2: 開発者撮影



K-2: オルソ画像

K-2: 開発者撮影

	R 値		G 値		B 値	
	真 値	計測値	真 値	計測値	真 値	計測値
A-①	43	57	41	66	43	71
A-②	80	77	80	87	78	88
A-③	122	101	118	115	116	116
A-④	161	145	157	153	154	156
A-⑤	202	189	198	199	195	209
A-⑥	249	200	242	219	238	233
B-①	25	46	55	61	135	164
B-②	57	64	146	143	64	64
B-③	186	160	26	43	51	51
B-④	245	230	205	193	0	50
B-⑤	192	177	75	47	145	145
B-⑥	0	20	127	115	159	169
C-①	238	228	158	149	25	54
C-②	157	141	188	195	54	57
C-③	83	69	58	60	106	105
C-④	195	176	79	58	95	80
C-⑤	58	33	88	74	159	182
C-⑥	222	205	118	103	32	63
D-①	112	100	76	79	60	74
D-②	197	179	145	143	125	127
D-③	87	54	120	111	155	166
D-④	82	72	106	103	60	72
D-⑤	126	87	125	115	174	189
D-⑥	98	81	187	196	166	181

K-2: オルソ画像

	R 値		G 値		B 値	
	真 値	計測値	真 値	計測値	真 値	計測値
A-①	43	61	41	70	43	79
A-②	80	78	80	86	78	88
A-③	122	101	118	115	116	116
A-④	161	147	157	152	154	156
A-⑤	202	188	198	201	195	209
A-⑥	249	199	242	218	238	232
B-①	25	42	55	58	135	155
B-②	57	64	146	143	64	64
B-③	186	159	26	44	51	49
B-④	245	230	205	193	0	51
B-⑤	192	174	75	47	145	144
B-⑥	0	21	127	115	159	168
C-①	238	224	158	145	25	51
C-②	157	141	188	193	54	55
C-③	83	69	58	62	106	105
C-④	195	170	79	59	95	82
C-⑤	58	29	88	77	159	166
C-⑥	222	200	118	103	32	64
D-①	112	99	76	80	60	74
D-②	197	177	145	143	125	126
D-③	87	54	120	111	155	166
D-④	82	72	106	103	60	73
D-⑤	126	89	125	114	174	189
D-⑥	98	86	187	196	166	180

※撮影速度 ※流速あり

撮影面積: 1.60 m²、撮影時間: 15秒=秒(sec) 撮影速度: 1.60/15=0.106 m²/sec

※最小ひびわれ幅・計測精度

■カメラ名称: Gopro max2(1台) insta 360 X4(3台)

■被写体距離: 0.5 m ■照度: 1016 Lux ■風速: — ■気温: 10.5 °C

■焦点距離: 6.7 mm ■シャッター速度: 自動

■絞り: Auto ■ISO値: 100~800 ■フォーカス: オートフォーカス

■画像Pixel数: 5700画素

■最小ひびわれ幅: 0.1mm

最小ひびわれ+A103:F124・計測精度

計測値

チャート番号	A-10	A-7	A-3
方向	縦	横	斜
真値	0.05	0.05	0.05
撮影画像			
計測値	ひびわれ無し	ひびわれ無し	0.3

チャート番号	A-2	A-12	A-16
方向	縦	横	斜
真値	0.1	0.1	0.1
撮影画像			
計測値	0.2	0.2	0.1

チャート番号	A-4	A-5	A-6
方向	縦	横	斜
真値	0.2	0.2	0.2
撮影画像			
計測値	0.1	0.2	0.3

チャート番号	A-9	A-1	A-14
方向	縦	横	斜
真値	0.3	0.3	0.3
撮影画像			
計測値	0.3	0.3	0.3

チャート番号	A-11
方向	—
真値	ひびわれ無し
撮影画像	
計測値	ひびわれ無し

チャート番号	A-13	A-15	A-8
方向	縦	横	斜
真値	1.0	1.0	1.0
撮影画像			
計測値	1.0	0.3	1.0

ひびわれ幅	計測精度
0.05 mm	0.15 mm
0.1 mm	0.08 mm
0.2 mm	0.08 mm
0.3 mm	0 mm
1.0 mm	0.4 mm

※色識別性能 ※流速あり

K-1:計測比較

■カメラ名称: Gopro max2(1台)insta 360 X4(3台)

■被写体距離: 0.5 m

■照度: 1016 Lux

■風速: -

■気温: 10.5 °C

■焦点距離: 6.7 mm

■シャッター速度: 自動

■絞り: Auto

■ISO値: 100~800

■フォーカス: オートフォーカス

■画像Pixel数: 5700画素



立会者撮影



K-1:開発者撮影



K-1:オルソ画像

K-1:開発者撮影

	R 値		G 値		B 値	
	真 値	計測値	真 値	計測値	真 値	計測値
A-①	98	85	187	217	166	203
A-②	126	120	125	142	174	228
A-③	82	85	106	110	60	53
A-④	87	68	120	139	155	205
A-⑤	197	211	145	164	125	148
A-⑥	112	93	76	58	60	54
B-①	222	230	118	123	32	43
B-②	58	41	88	103	159	224
B-③	195	212	79	73	95	104
B-④	83	76	58	56	106	119
B-⑤	157	161	188	209	54	45
B-⑥	238	237	158	162	25	37
C-①	0	15	127	159	159	220
C-②	192	210	75	82	145	191
C-③	245	243	205	210	0	55
C-④	186	208	26	47	51	63
C-⑤	57	64	146	173	64	54
C-⑥	25	19	55	44	135	189
D-①	249	217	242	226	238	243
D-②	202	194	198	210	195	223
D-③	161	176	157	189	154	197
D-④	122	125	118	130	116	133
D-⑤	80	81	80	82	78	84
D-⑥	43	43	41	44	43	39

K-1:オルソ画像

	R 値		G 値		B 値	
	真 値	計測値	真 値	計測値	真 値	計測値
A-①	98	85	187	216	166	203
A-②	126	121	125	143	174	229
A-③	82	85	106	110	60	53
A-④	87	70	120	139	155	208
A-⑤	197	211	145	164	125	148
A-⑥	112	93	76	58	60	52
B-①	222	230	118	123	32	43
B-②	58	41	88	103	159	224
B-③	195	212	79	73	95	104
B-④	83	73	58	52	106	117
B-⑤	157	161	188	209	54	46
B-⑥	238	237	158	162	25	35
C-①	0	20	127	160	159	218
C-②	192	209	75	81	145	190
C-③	245	243	205	209	0	55
C-④	186	209	26	46	51	63
C-⑤	57	64	146	173	64	55
C-⑥	25	20	55	44	135	189
D-①	249	215	242	227	238	241
D-②	202	195	198	210	195	223
D-③	161	177	157	188	154	196
D-④	122	125	118	130	116	133
D-⑤	80	81	80	81	78	84
D-⑥	43	43	41	43	43	38

※色識別性能 ※流速あり

K-2:計測比較

■カメラ名称: Gopro max2(1台)insta 360 X4(3台)

■被写体距離: 0.5 m

■照度: 1016 Lux

■風速: -

■気温: 10.5 °C

■焦点距離: 6.7 mm

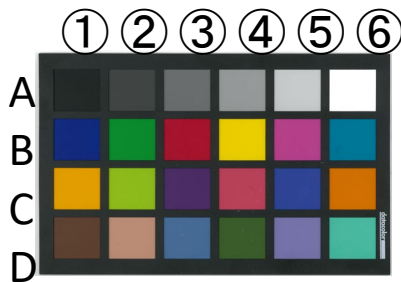
■シャッター速度: 自動

■絞り: Auto

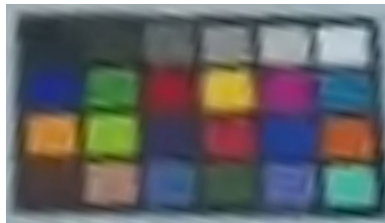
■ISO値: 100~800

■フォーカス: オートフォーカス

■画像Pixel数: 5700画素



立会者撮影



K-2:開発者撮影



K-2:オルソ画像

K-2:開発者撮影

	R 値		G 値		B 値	
	真 値	計測値	真 値	計測値	真 値	計測値
A-①	43	62	41	72	43	81
A-②	80	73	80	88	78	85
A-③	122	109	118	114	116	117
A-④	161	153	157	168	154	165
A-⑤	202	182	198	197	195	200
A-⑥	249	212	242	229	238	237
B-①	25	40	55	66	135	161
B-②	57	69	146	149	64	64
B-③	186	167	26	43	51	53
B-④	245	223	205	192	0	50
B-⑤	192	168	75	44	145	128
B-⑥	0	29	127	120	159	167
C-①	238	226	158	155	25	67
C-②	157	152	188	201	54	60
C-③	83	65	58	60	106	100
C-④	195	181	79	65	95	84
C-⑤	58	37	88	78	159	184
C-⑥	222	192	118	93	32	51
D-①	112	94	76	77	60	70
D-②	197	189	145	153	125	137
D-③	87	59	120	120	155	175
D-④	82	76	106	102	60	77
D-⑤	126	95	125	122	174	193
D-⑥	98	83	187	203	166	178

K-2:オルソ画像

	R 値		G 値		B 値	
	真 値	計測値	真 値	計測値	真 値	計測値
A-①	43	62	41	72	43	82
A-②	80	74	80	87	78	87
A-③	122	110	118	115	116	118
A-④	161	154	157	168	154	169
A-⑤	202	176	198	193	195	196
A-⑥	249	213	242	231	238	237
B-①	25	40	55	66	135	161
B-②	57	71	146	146	64	65
B-③	186	165	26	45	51	54
B-④	245	219	205	191	0	57
B-⑤	192	166	75	44	145	125
B-⑥	0	30	127	121	159	168
C-①	238	224	158	154	25	66
C-②	157	149	188	200	54	59
C-③	83	67	58	62	106	103
C-④	195	176	79	69	95	87
C-⑤	58	36	88	78	159	185
C-⑥	222	194	118	95	32	51
D-①	112	96	76	77	60	70
D-②	197	183	145	148	125	129
D-③	87	59	120	120	155	175
D-④	82	75	106	102	60	79
D-⑤	126	100	125	122	174	196
D-⑥	98	83	187	202	166	176

技術番号 BR010093

WRI-6_900型

技術名 浮体式撮影システム(用水路等に架かる溝橋の点検)

開発者名 株式会社東設土木コンサル
タント

試験日 令和 7年 12 月 10 日 天候 - 気温 10.5 °C 風速 - m/s

試験場所 福島ロボットテストフィールド 小水槽

カタログ分類 画像計測技術

カタログ

検出項目 ひびわれ

試験区分 標準試験

試験で確認する
カタログ項目 長さ計測精度
位置精度

対象構造物の概要

※検証試験体

- ・小水槽内の奥側コンクリート壁面にボードを固定し、3箇所にマーカを貼り付ける。(写真-1、写真-2)
- ・P1の座標(0, 0)を基準(原点)とし、P3を既知点とし P2の座標(X, Y) 及び P1-P2間の距離を計測する。

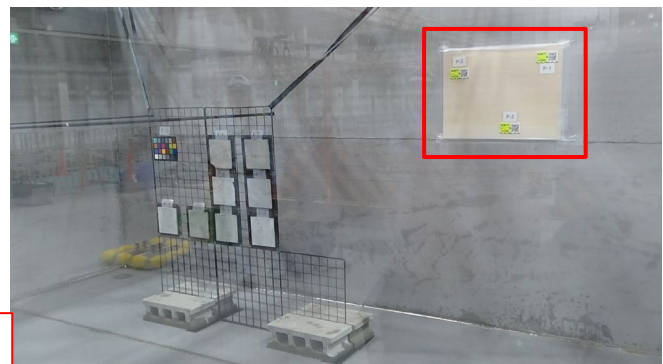


写真-1

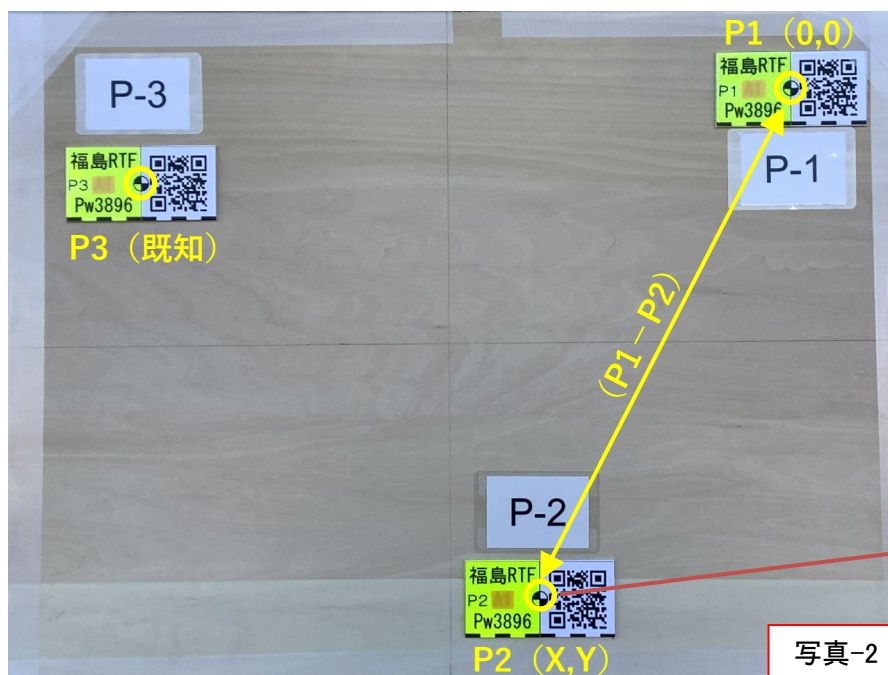


写真-2

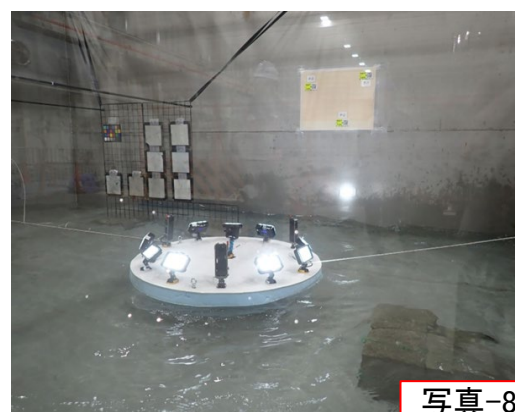
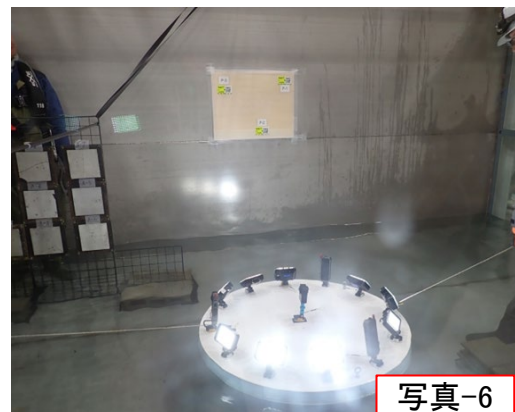
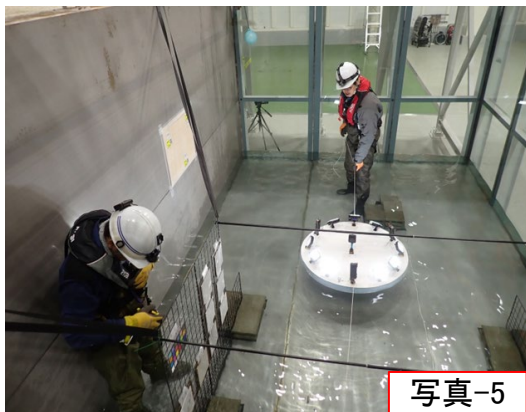
マーカ座標



中心座標

- ① 機器の搬入(写真-3) WRI-6.500型
(写真-4)撮影用カメラ(GoPro MAX 3機)(左上)、撮影用カメラ(GoPro MAX2 1機)(右上)、照明(LEDライト6機)(中下)
- ② 小水槽の水面(水深H=0.20m)、ボードの手前に機体を配置、機体前後に操作者を配置(写真-5)
- ③ 小水槽の水面をえい航させ、ボード近くで停止し、ボードにライトを照射して撮影(写真-6)
- ④ ①～③までの試験を、流速の再現を開始、継続した状態で再度行う。(写真-7、写真-8)
- ⑤ 後日、撮影画像からオルソ画像を作成しマーカーの座標値を求め、マーカーの座標値から長さ(P1-P2間)を求める。

開発者による計測機器の設置状況



※長さ計測精度/位置精度

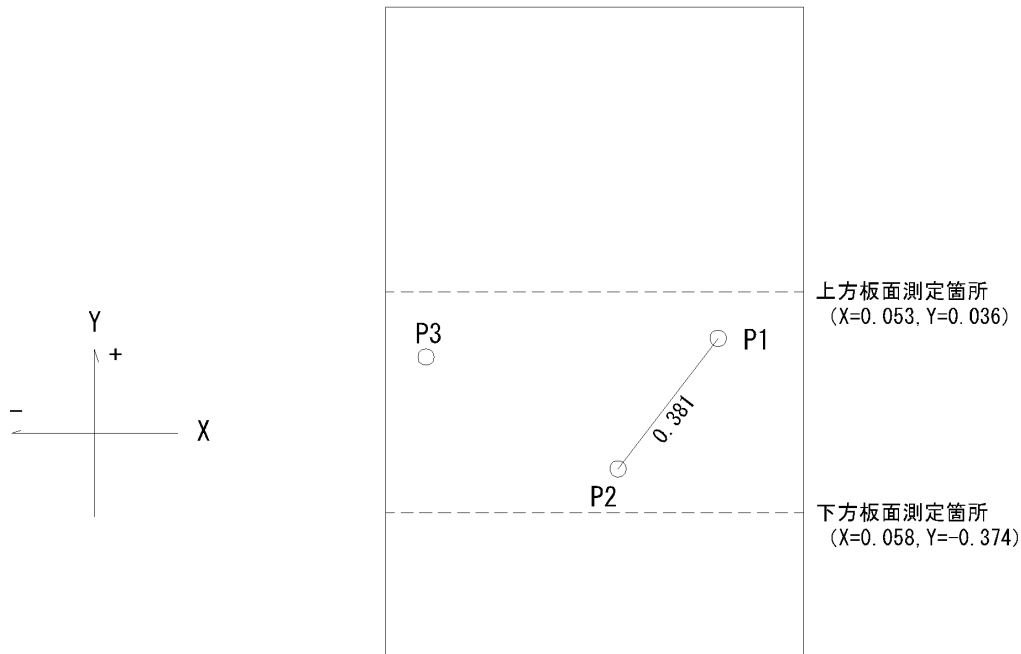
立会者によりP1(0, 0)を基準点とし、P2、P3をトータルステーションにて測量した座標値を真値とする。

ボード平面図



※X軸は下方壁面方向を基線とする。

ボード側面図



※P1-P2は平面長及び斜辺長共に同じ寸法値

ボードマーカース座標値

点名	X座標	Y座標	Z座標
P1	0.000	0.000	0.000
P2	-0.171	-0.341	-0.001
P3	-0.440	-0.062	-0.002

※長さ計測精度/位置精度 ※流速なし

■カメラ名称: Gopro max2(1台)insta 360 X4(3台)

■被写体距離: 1.2 m ■照度: 1001 Lux ■風速: - ■気温: 10.5 °C

■焦点距離: 6.7 mm

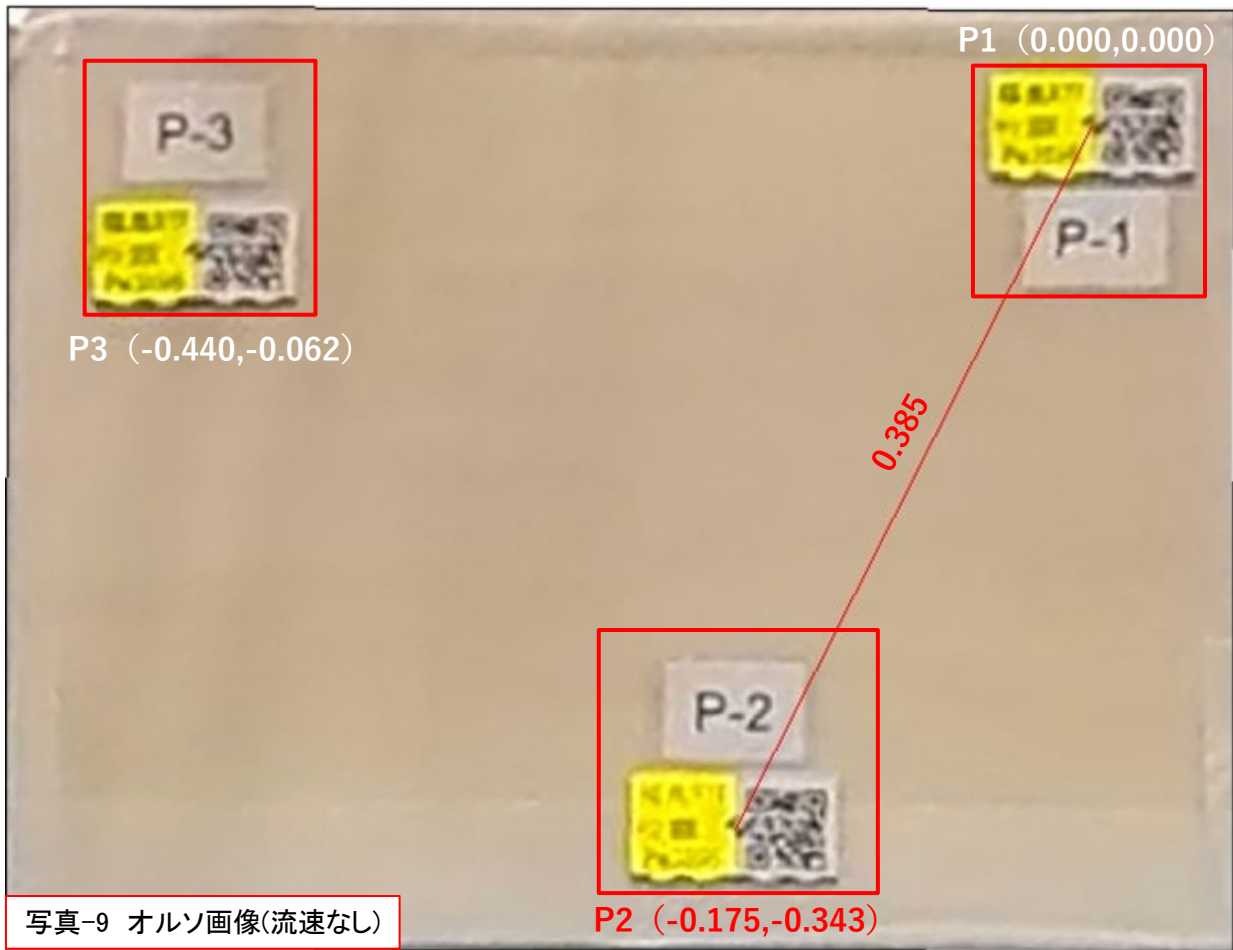
■シャッター速度: 自動

■絞り: Auto

■ISO値: 100~800

■フォーカス: オートフォーカス

■画像Pixel数: 5700画素



ボードマーカース座標値

点名	X座標			Y座標			Z座標	距離 (P 1 - P 2)		
	真値	計測値	精度	真値	計測値	精度		真値	計測値	精度
P 1	0.000			0.000			0.000			
P 2	-0.171	-0.175	0.004	-0.341	-0.343	0.002	-0.001	0.381	0.385	101.05%
P 3	-0.440			-0.062			-0.002			

※長さ計測精度/位置精度 ※流速あり

■カメラ名称: Gopro max2(1台)insta 360 X4(3台)

■被写体距離: 1.2 m ■照度: 1002 Lux ■風速: - ■気温: 10.5 °C

■焦点距離: 6.7 mm

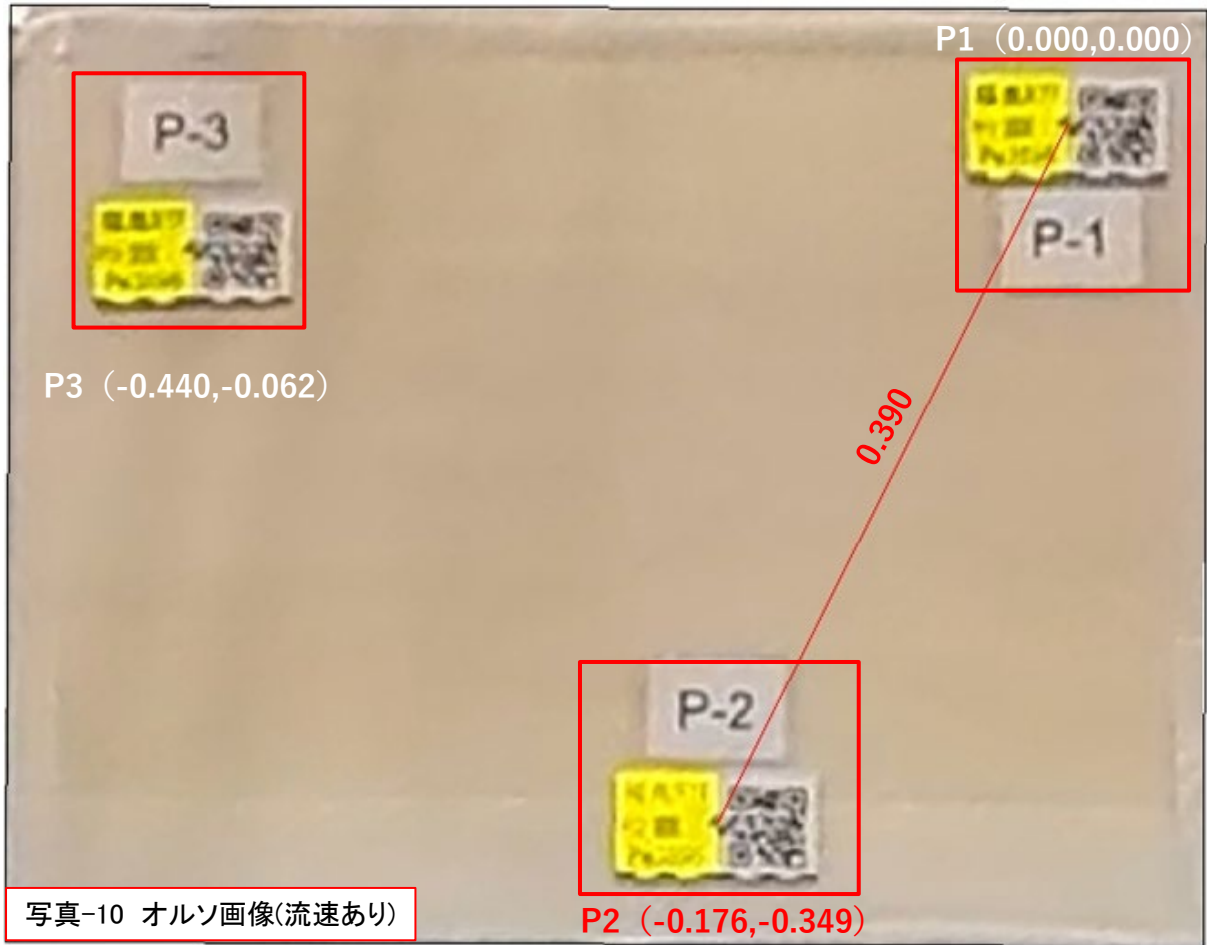
■シャッター速度: 自動

■絞り: Auto

■ISO値: 100~800

■フォーカス: オートフォーカス

■画像Pixel数: 5700画素



ボードマーカース座標値

点名	X座標			Y座標			Z座標	距離 (P1 - P2)		
	真値	計測値	精度	真値	計測値	精度		真値	計測値	精度
P1	0.000			0.000			0.000			
P2	-0.171	-0.176	0.005	-0.341	-0.349	0.008	-0.001	0.381	0.390	102.36%
P3	-0.440			-0.062			-0.002			

技術番号 BR010094

技術名 LEDライトを搭載した360°カメラによる橋梁点検システム 開発者名 株式会社CTIウイング

試験日 令和7年12月16日 天候 晴れ 気温 9.3 °C 風速 3.4 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 画像計測技術 カタログ 検出項目 ひびわれ 試験区分 標準試験

試験で確認する
カタログ項目 撮影速度
最小・ひびわれ精度
色識別性能

対象構造物の概要

・幅0.05mm、0.1mm、0.2mm、0.3mm、1.0mmのひびわれを「縦」、「横」、「斜」の方向それぞれに有したひびわれのモルタルのパネル(ひびわれ無し1枚を含む)をA1橋台、P1橋脚に配置した。(写真-1、2、3 ○:パネル)

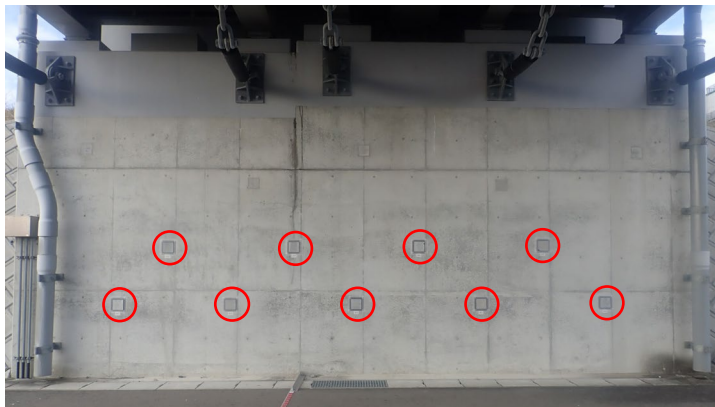


写真-1: A1橋台 (9パネル)

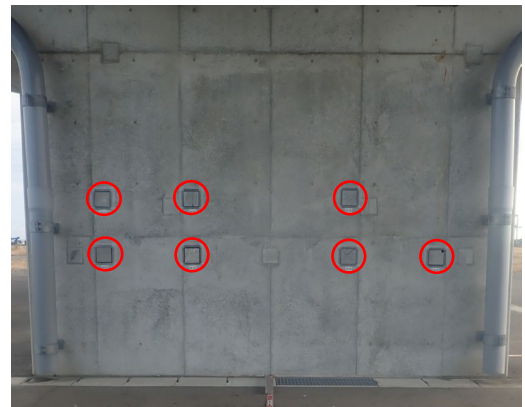


写真-2: P1橋脚 (起点側) (7パネル)

パネル番号(チャート番号)とひびわれ方向(縦、横、斜、無し)

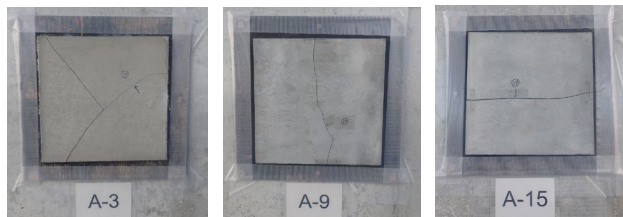
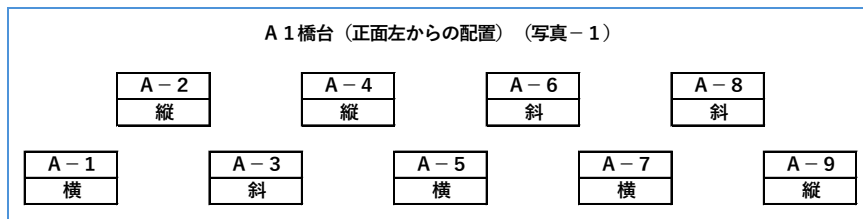
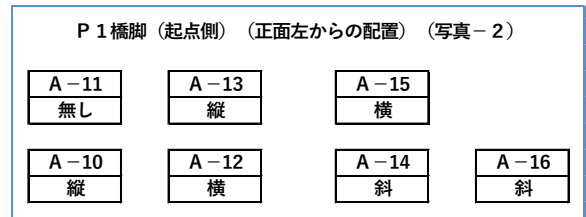


写真-3: パネル (抜粋 A-3、A-9、A-15)

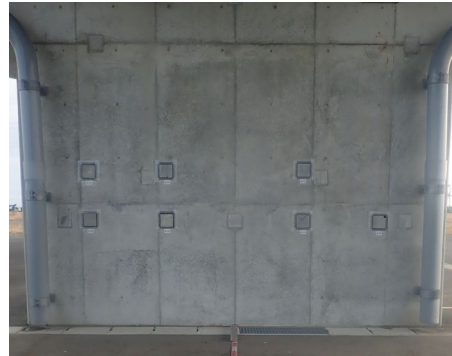
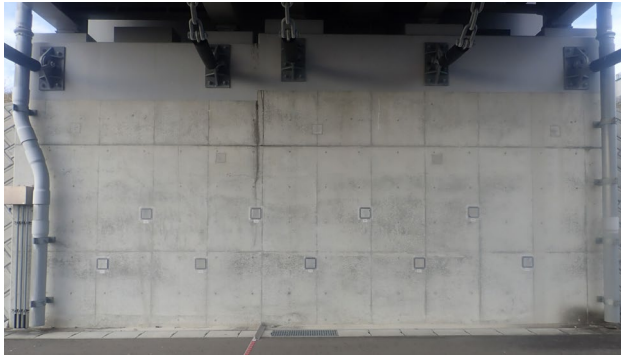


試験方法(手順)	技術番号	BR010094
① 機器の搬入(写真-4 : a ポール(長尺・短尺) / b カメラ / c 照明 / d 操作用タブレット)(写真-5 : 取付状態)		
② 撮影状況(写真-6: A1橋台のひびわれモルタルを撮影)		
③ 撮影状況(写真-7: P1橋脚(起点側)のひびわれモルタルを撮影)		
④ 撮影状況(写真-8、-9: カラーチャートK-1、K-2の撮影)		
⑤ 後日、撮影画像からひびわれ幅、カラーチャートのRGB値を求める。		

開発者による計測機器の設置状況

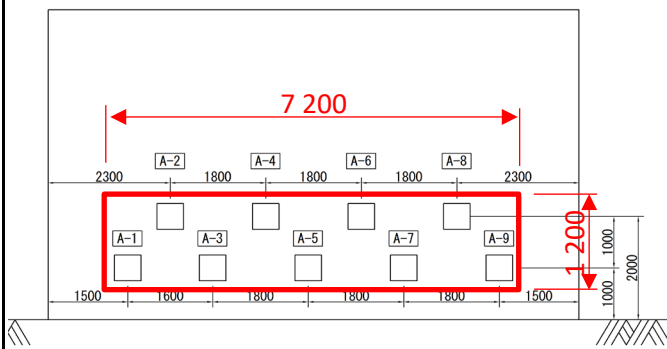


※撮影速度

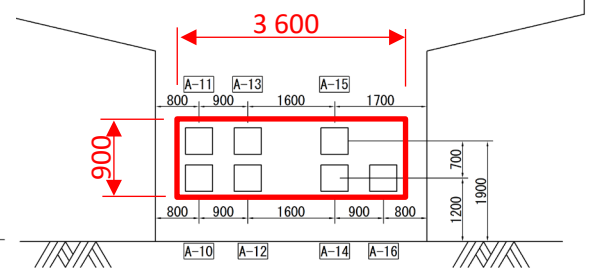


撮影範囲

A1橋台



P1橋脚



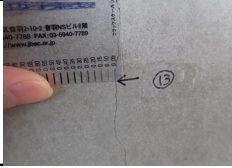


撮影面積 ($7.2 \times 1.2 + 3.6 \times 0.9 = 11.88 \text{ m}^2$) を移動して、撮影に要した時間(秒)を計測する。

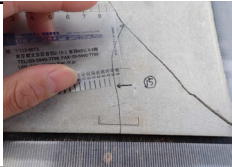


速度(撮影速度) = $11.88 \text{ m}^2 \div \text{所要時間(秒)}$




※最小ひびわれ幅・計測精度




各ひびわれ幅のパネルについて、クラックスケールで計測した値を真値とする。




真値(ひびわれ幅)

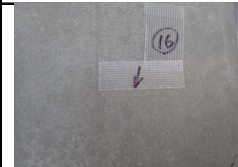
チャート番号	A-10	A-7	A-3
方向	縦	横	斜
写真			
真値	0.05	0.05	0.05

チャート番号	A-2	A-12	A-16
方向	縦	横	斜
写真			
真値	0.1	0.1	0.1

チャート番号	A-4	A-5	A-6
方向	縦	横	斜
写真			
真値	0.2	0.2	0.2

チャート番号	A-9	A-1	A-14
方向	縦	横	斜
写真			
真値	0.3	0.3	0.3

チャート番号	A-13	A-15	A-8
方向	縦	横	斜
写真			
真値	1.0	1.0	1.0

チャート番号	A-11
方向	-
写真	
真値	ひびわれ無し

※色識別性能

市販の24色のカラーチャート(写真-10)を使用する。
RGB値はカラーチャートの販売業者が提供している値を真値とする。

配置は、P1橋脚(K-1)(写真-11)とA2橋台(K-2)(写真-12)の2箇所



写真-10

真 値

	R 値	G 値	B 値
A-①	43	41	43
A-②	80	80	78
A-③	122	118	116
A-④	161	157	154
A-⑤	202	198	195
A-⑥	249	242	238
B-①	25	55	135
B-②	57	146	64
B-③	186	26	51
B-④	245	205	0
B-⑤	192	75	145
B-⑥	0	127	159
C-①	238	158	25
C-②	157	188	54
C-③	83	58	106
C-④	195	79	95
C-⑤	58	88	159
C-⑥	222	118	32
D-①	112	76	60
D-②	197	145	125
D-③	87	120	155
D-④	82	106	60
D-⑤	126	125	174
D-⑥	98	187	166

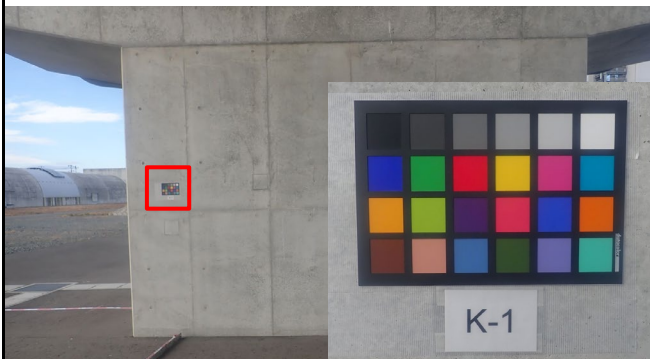


写真-11 □:K-1

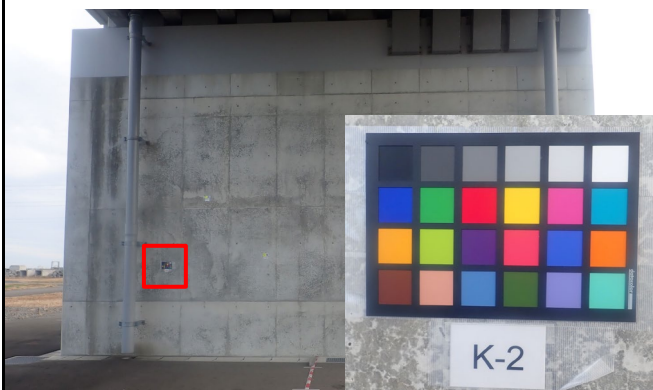


写真-12 □:K-2

※撮影速度

撮影面積: 11.88 m²、撮影時間: A1 (3分15秒) + P1 (2分39秒) = 5分54秒 = 354秒 (sec)

撮影速度 = 11.88 / 354 = 0.034 m²/sec

※最小ひびわれ幅・計測精度

■カメラ名称: Insta360 X4 (Insta360製)

■被写体距離: 0.5 m ■照度: 80.1~86.5 kLux ■風速: 3.4~4.0 m/s

■気温: 9.3 °C

■焦点距離: 1.2 mm ■シャッター速度: 1/1250 秒




■絞り: f/1.9 ■ISO値: 112




■フォーカス: オートフォーカス ■画像Pixel数: 11904 × 5952



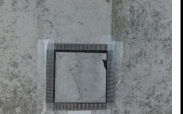
■最小ひびわれ幅: 0.06mm

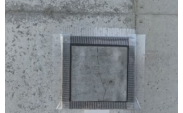


最小ひびわれ・計測精度


計測値




チャート番号	A-10	A-7	A-3
方向	縦	横	斜
真値	0.05	0.05	0.05
撮影画像			
計測値	0.12	検出なし	0.13

チャート番号	A-2	A-12	A-16
方向	縦	横	斜
真値	0.1	0.1	0.1
撮影画像			
計測値	0.46	0.17	0.21

チャート番号	A-4	A-5	A-6
方向	縦	横	斜
真値	0.2	0.2	0.2
撮影画像			
計測値	0.06	0.49	0.24

チャート番号	A-9	A-1	A-14
方向	縦	横	斜
真値	0.3	0.3	0.3
撮影画像			
計測値	0.17	0.31	0.37

チャート番号	A-11
方向	-
真値	ひびわれ無し
撮影画像	
計測値	検出なし

チャート番号	A-13	A-15	A-8
方向	縦	横	斜
真値	1.0	1.0	1.0
撮影画像			
計測値	1.66	1.00	1.33

ひびわれ幅	計測精度
0.05 mm	0.07 mm
0.1 mm	0.22 mm
0.2 mm	0.19 mm
0.3 mm	0.09 mm
1.0 mm	0.43 mm

※色識別性能

K-1: 計測比較

■カメラ名称: Insta360 X4 (Insta360製)

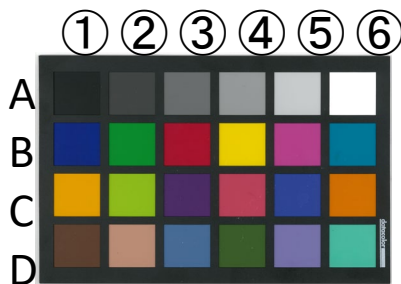
■被写体距離: 0.5 m ■照度: 78.7 kLux ■風速: 5.5 m/s

■気温: 9.3 °C

■焦点距離: 1.2 mm ■シャッター速度: 1/4000 秒

■絞り: f/1.9 ■ISO値: 113

■フォーカス: オートフォーカス ■画像Pixel数: 11904×5952



立会者撮影



K-1: 開発者撮影



K-1: オルソ画像

K-1: 開発者撮影

	R 値		G 値		B 値	
	真 値	計測値	真 値	計測値	真 値	計測値
A-①	43	34	41	35	43	39
A-②	80	42	80	46	78	49
A-③	122	65	118	70	116	74
A-④	161	84	157	95	154	101
A-⑤	202	115	198	125	195	135
A-⑥	249	148	242	162	238	173
B-①	25	32	55	41	135	100
B-②	57	36	146	94	64	43
B-③	186	114	26	27	51	36
B-④	245	148	205	121	0	18
B-⑤	192	105	75	43	145	92
B-⑥	0	9	127	82	159	114
C-①	238	144	158	89	25	25
C-②	157	81	188	117	54	21
C-③	83	44	58	36	106	59
C-④	195	117	79	39	95	55
C-⑤	58	27	88	49	159	109
C-⑥	222	123	118	53	32	19
D-①	112	60	76	41	60	37
D-②	197	116	145	86	125	78
D-③	87	44	120	71	155	101
D-④	82	40	106	55	60	34
D-⑤	126	59	125	72	174	114
D-⑥	98	46	187	121	166	114

K-1: オルソ画像

	R 値		G 値		B 値	
	真 値	計測値	真 値	計測値	真 値	計測値
A-①	43	29	41	33	43	36
A-②	80	42	80	46	78	49
A-③	122	65	118	70	116	74
A-④	161	87	157	96	154	103
A-⑤	202	116	198	126	195	136
A-⑥	249	152	242	164	238	176
B-①	25	26	55	36	135	95
B-②	57	37	146	93	64	44
B-③	186	112	26	26	51	35
B-④	245	149	205	122	0	19
B-⑤	192	106	75	45	145	89
B-⑥	0	10	127	81	159	113
C-①	238	144	158	89	25	25
C-②	157	83	188	117	54	23
C-③	83	46	58	36	106	60
C-④	195	118	79	40	95	56
C-⑤	58	27	88	49	159	109
C-⑥	222	124	118	53	32	21
D-①	112	59	76	41	60	37
D-②	197	115	145	85	125	77
D-③	87	42	120	71	155	101
D-④	82	41	106	56	60	35
D-⑤	126	59	125	72	174	116
D-⑥	98	49	187	122	166	115

K-2: 計測比較

■カメラ名称: Insta360 X4 (Insta360製)

■被写体距離: 0.5 m ■照度: 78.7 kLux ■風速: 5.5 m/s

■気温: 9.3 °C

■焦点距離: 1.2 mm ■シャッター速度: 1/4000 秒

■絞り: f/1.9 ■ISO値: 113

■フォーカス: オートフォーカス ■画像Pixel数: 11904×5952



立会者撮影



K-2: 開発者撮影



K-2: オルソ画像

K2: 開発者撮影画

	R 値		G 値		B 値	
	真 値	計測値	真 値	計測値	真 値	計測値
A-①	43	36	41	37	43	39
A-②	80	51	80	55	78	58
A-③	122	77	118	82	116	86
A-④	161	98	157	107	154	114
A-⑤	202	135	198	144	195	151
A-⑥	249	161	242	171	238	181
B-①	25	28	55	42	135	107
B-②	57	47	146	104	64	51
B-③	186	131	26	32	51	37
B-④	245	169	205	137	0	28
B-⑤	192	130	75	50	145	109
B-⑥	0	19	127	99	159	136
C-①	238	156	158	97	25	29
C-②	157	96	188	132	54	24
C-③	83	54	58	44	106	69
C-④	195	136	79	48	95	64
C-⑤	58	33	88	62	159	132
C-⑥	222	150	118	68	32	30
D-①	112	67	76	48	60	42
D-②	197	131	145	99	125	88
D-③	87	49	120	84	155	124
D-④	82	53	106	68	60	39
D-⑤	126	73	125	86	174	131
D-⑥	98	63	187	138	166	133

K-2: オルソ画像

	R 値		G 値		B 値	
	真 値	計測値	真 値	計測値	真 値	計測値
A-①	43	37	41	38	43	40
A-②	80	52	80	56	78	59
A-③	122	76	118	81	116	85
A-④	161	98	157	105	154	113
A-⑤	202	141	198	150	195	157
A-⑥	249	166	242	176	238	186
B-①	25	29	55	43	135	106
B-②	57	49	146	103	64	53
B-③	186	127	26	32	51	38
B-④	245	172	205	138	0	30
B-⑤	192	126	75	52	145	105
B-⑥	0	17	127	96	159	129
C-①	238	156	158	97	25	31
C-②	157	94	188	129	54	25
C-③	83	54	58	44	106	68
C-④	195	132	79	48	95	64
C-⑤	58	31	88	60	159	126
C-⑥	222	151	118	69	32	31
D-①	112	67	76	48	60	42
D-②	197	127	145	94	125	85
D-③	87	49	120	82	155	117
D-④	82	53	106	67	60	42
D-⑤	126	75	125	84	174	127
D-⑥	98	65	187	138	166	131

ポール+LEDライト+
カメラ (Insta360 X4)

技術番号	BR010094						
技術名	LEDライトを搭載した360°カメラによる橋梁点検システム			開発者名	株式会社CTIウイング		
試験日	令和 7年 12月 16日	天候	晴れ	気温	9.3 °C	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	画像計測技術	カタログ	検出項目	ひびわれ	試験区分	標準試験	

試験で確認する
カタログ項目

長さ計測精度
位置精度

対象構造物の概要

※検証試験体

- ・A2橋台縦壁前面にマーカを3箇所設置する。(写真-1)
- ・P1の座標(0, 0)を基準(原点)とし、P3を既知点としP2の座標(x, y)及びP1-P2間の距離を計測する。

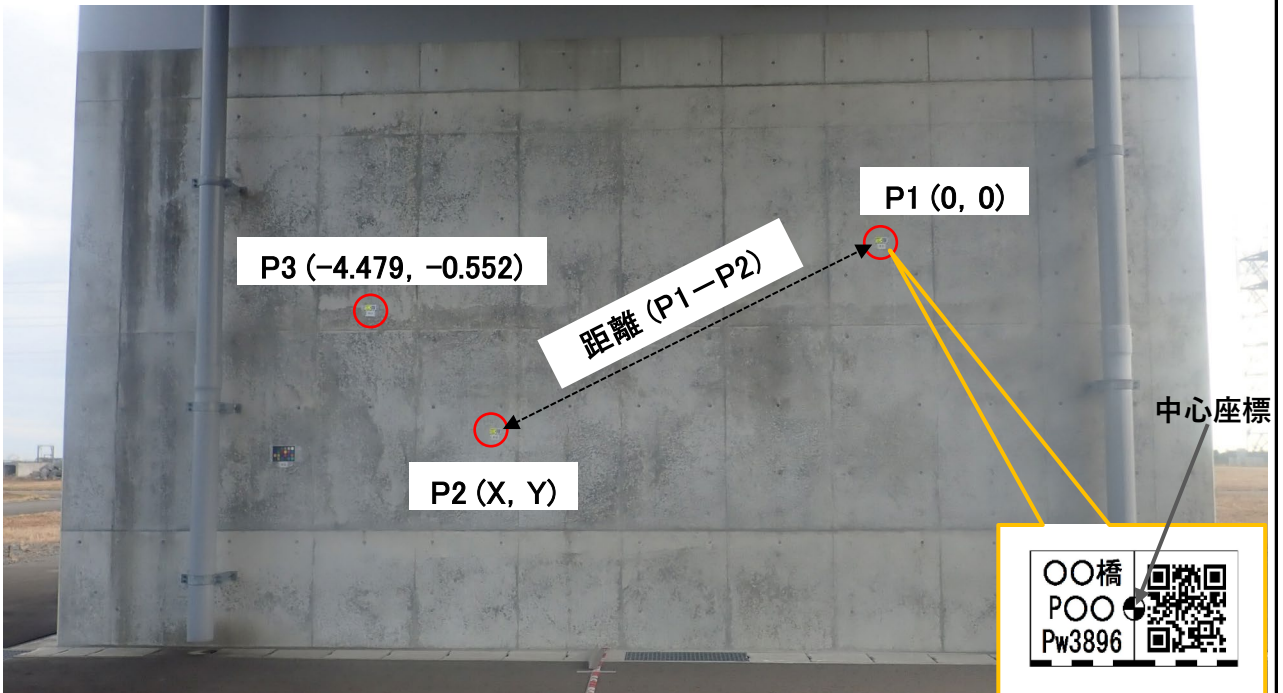
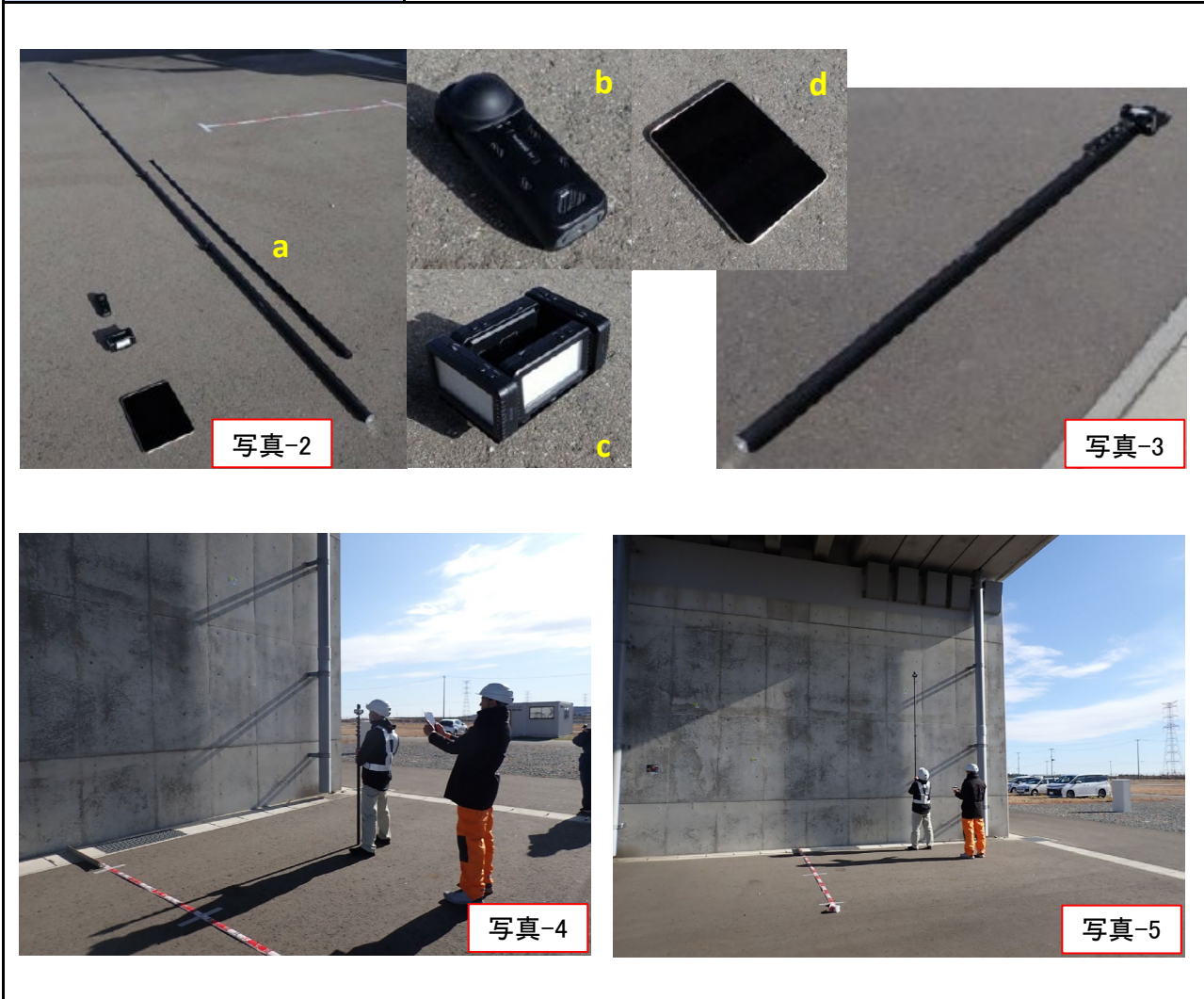


写真-1

試験方法(手順)	技術番号	BR010094
① 機器の搬入(写真-2 : a ポール(長尺・短尺) / b カメラ / c 照明 / d 操作用タブレット)		
② 各機器の取付状態(写真-3)		
③ 撮影状況:A2橋台のマーカ(P1、P2、P3)を含む壁面を撮影(写真-4)		
④ 撮影状況:A2橋台のマーカ(P1、P2、P3)を含む壁面を撮影(写真-5)		
⑤ 後日、撮影した画像からオルソ画像を作成し、P2の座標値、距離(P1-P2)を算出する。		

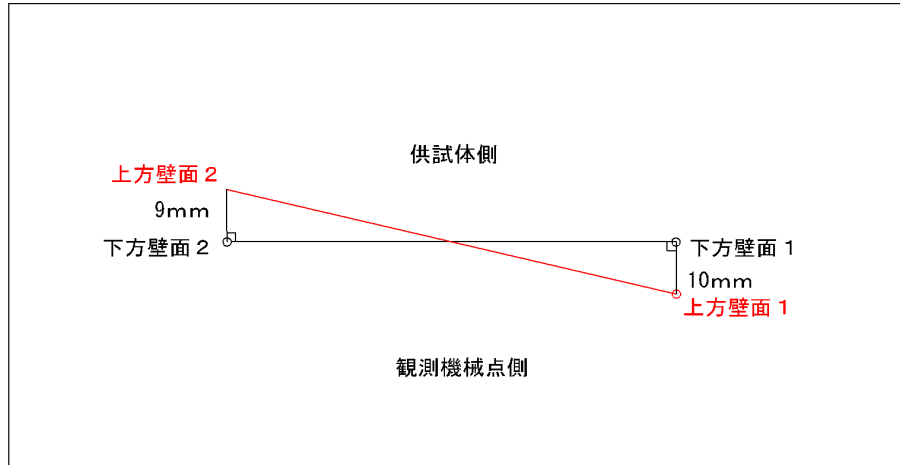
開発者による計測機器の設置状況



※長さ計測精度/位置精度

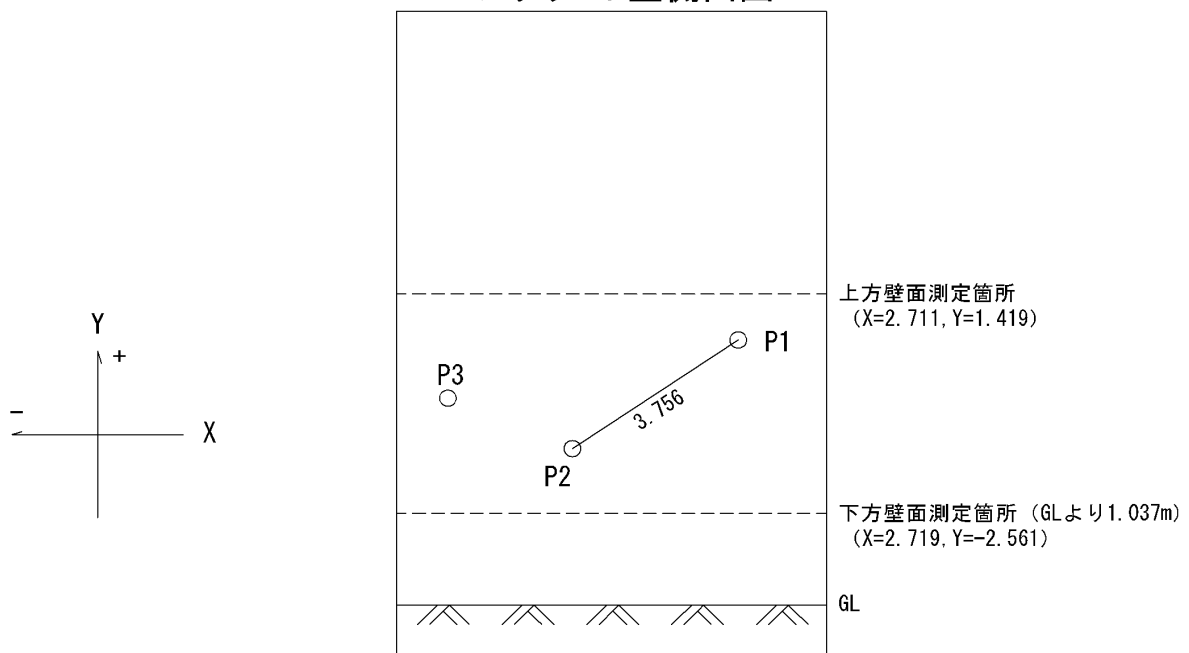
立会者によりP1(0, 0)を基準点とし、P2、P3をトータルステーションにて測量した座標値を真値とする。

コンクリート壁平面図



※X軸は下方壁面方向を基線とする。

コンクリート壁側面図



※P1-P2は平面長及び斜辺長共に同じ寸法値

コンクリート壁マーカース座標値

点名	X座標	Y座標	Z座標
P1	0.000	0.000	0.000
P2	-3.360	-1.679	0.000
P3	-4.479	-0.552	-0.002

※長さ計測精度/位置精度

■カメラ名称: Insta360 X4 (Insta360製)

■被写体距離: 0.5~2.5 m ■照度: 67.8~85.2 kLux ■風速: 2.6 m/s

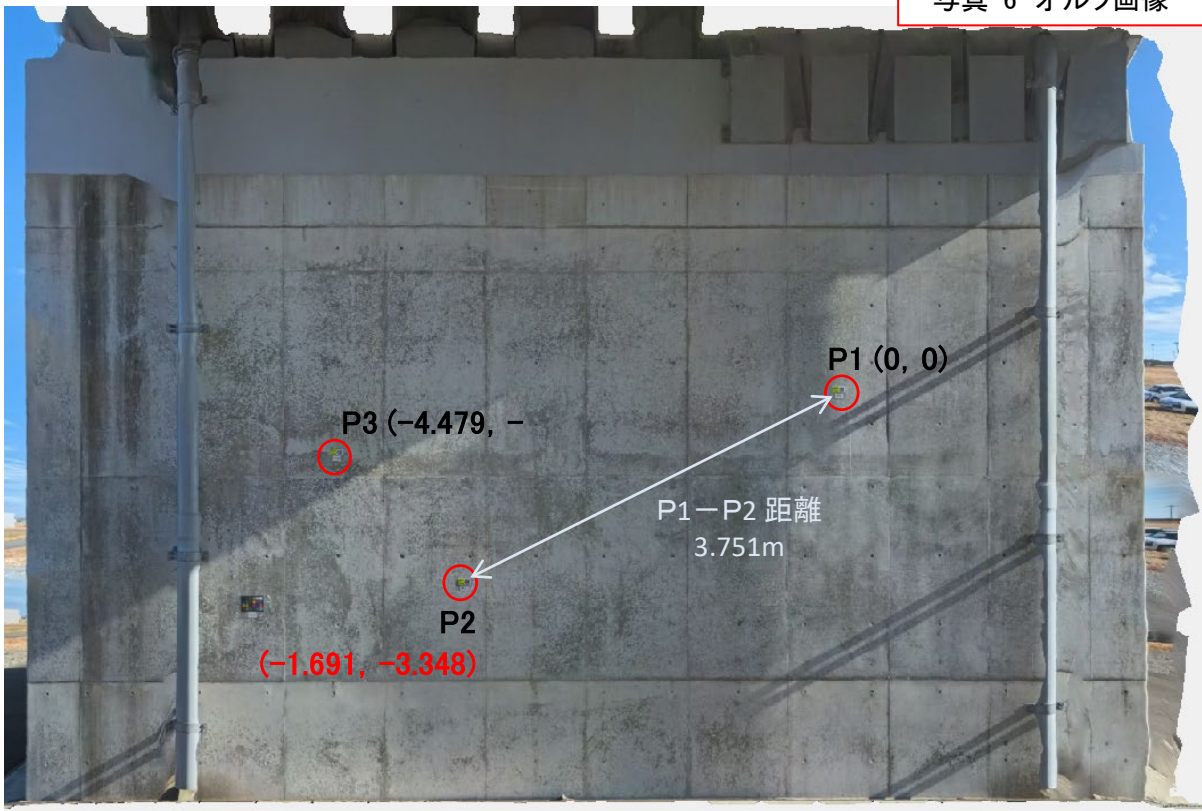
■気温: 9.3 °C

■焦点距離: 1.2 mm ■シャッター速度: 1/4000 秒

■絞り: f/1.9 ■ISO値: 113

■フォーカス: オートフォーカス ■画像Pixel数: 11904×5952

写真-6 オルソ画像



コンクリート壁マーカース座標値

点名	X座標			Y座標			Z座標	距離 (P1 - P2)		
	真値	計測値	精度	真値	計測値	精度		真値	計測値	精度
P1	0.000			0.000			0.000			
P2	-3.360	-3.348	-0.012	-1.679	-1.691	0.012	0.000	3.756	3.751	99.87%
P3	-4.479	-4.479		-0.552	-0.552		-0.002			

技術番号 BR010094

ポール+LEDライト+カメラ (Insta360 X4)

技術名 LEDライトを搭載した360°カメラによる橋梁点検システム

開発者名 株式会社CTIウイング

試験日 令和7年12月16日 天候 晴れ 気温 9.3 °C 風速 6.9 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 画像計測技術

カタログ

検出項目 剥離・鉄筋露出

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(剥離)

対象構造物の概要

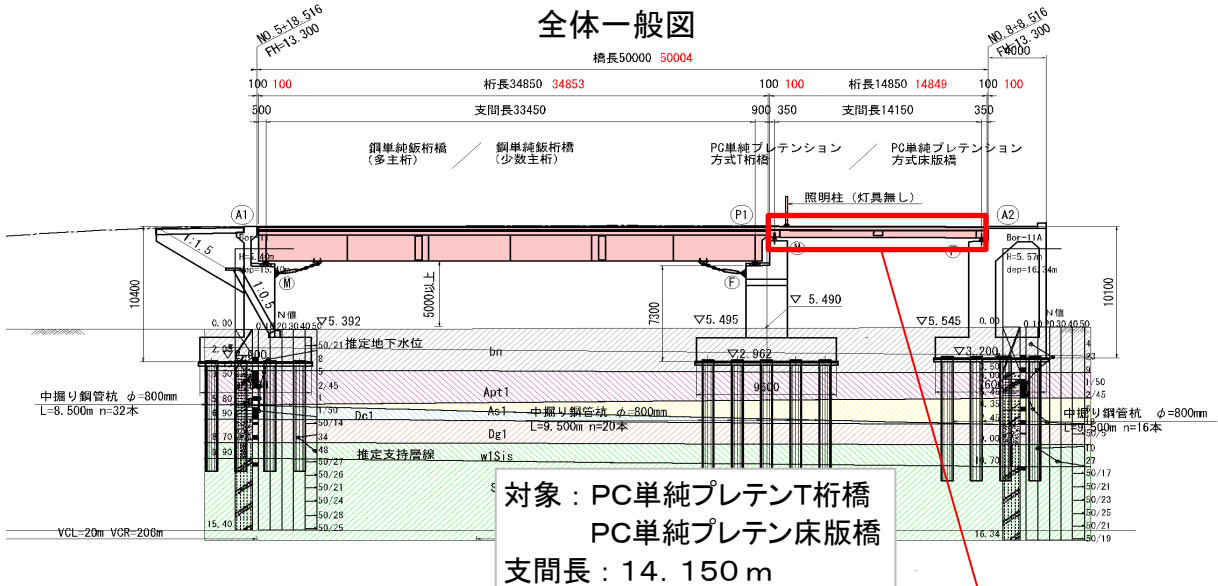
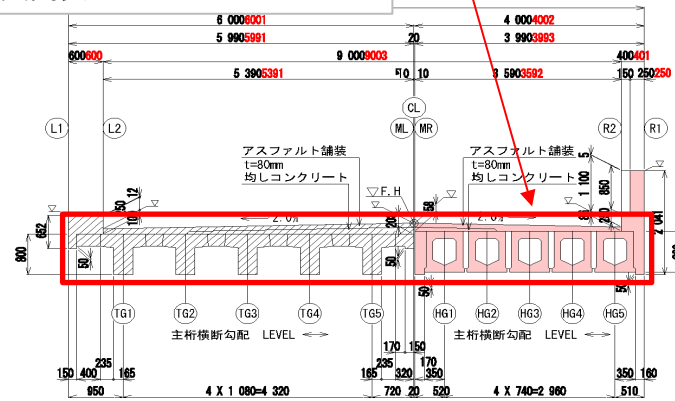


写真-1 全体写真



対象径間：第2径間

計測対象部材：主桁、床版

- ① 機器の搬入(写真-2 : a ポール(長尺・短尺) / b カメラ / c 照明 / d 操作用タブレット)
- ② 各機器の取付状態(写真-3)
- ③ 撮影状況(写真-4: 第2径間桁下面の剥離・鉄筋露出 4箇所を撮影)
- ④ 撮影状況(写真-5: 同上)
- ⑤ 後日、撮影データを元に自動検出を行い、剥離・鉄筋露出の寸法を測定する。

開発者による計測機器の設置状況



■カメラ名称: Insta360 X4 (Insta360製)

■被写体距離: 2.0~3.0 m ■照度: 81.7 kLux ■風速: 6.9 m/s

■気温: 9.3 °C

■焦点距離: 1.2 mm ■シャッター速度: 1/2000 秒

■絞り: f/1.9 ■ISO値: 112

■フォーカス: オートフォーカス ■画像Pixel数: 11904×5952

■オルソ画像(見上げ図)



■計測結果(剥離・鉄筋露出)

番号	剥 離			鉄 筋 露 出		
	縦	横	面 積	縦	横	面 積
①	164 mm	55.5 mm	9102.0 mm ²	104.0 mm	14.8 mm	1539.2 mm ²
②	155 mm	59.2 mm	9176.0 mm ²	91.8 mm	13.6 mm	1248.5 mm ²
③	158 mm	51.3 mm	8105.4 mm ²	107.0 mm	14.1 mm	1508.7 mm ²
④	161 mm	52.4 mm	8436.4 mm ²	103.0 mm	12.7 mm	1308.1 mm ²

■結果一覧表

剥 離

		真 値			計測値	比率 (%)
		縦 (cm)	横 (cm)	面積 (cm ²)	面積 (cm ²)	計測値/真値
PCプレテンT桁橋	① 側面	15.5	6.0	93.0	91.0	97.8 %
	② 下面	15.5	5.5	85.3	91.8	107.6 %
	③ 床版	15.0	5.0	75.0	81.1	108.1 %
PCプレテン床版橋	④ 下面	16.0	5.5	88.0	84.4	95.9 %

鉄筋露出

		真 値			計測値	比率 (%)
		縦 (cm)	径 (cm)	面積 (cm ²)	面積 (cm ²)	計測値/真値
PCプレテンT桁橋	① 側面	10.0	1.0	10.0	15.4	154.0 %
	② 下面	10.0	1.1	11.0	12.5	113.6 %
	③ 床版	10.0	1.0	10.0	15.1	151.0 %
PCプレテン床版橋	④ 下面	10.0	1.0	10.0	13.1	131.0 %

■計測精度

剥離		サンプル数 N : 4			面積 : cm ²									
		真 値	計測値	差 分	鉄筋露出		サンプル数 N : 4			面積 : cm ²				
							真 値	計測値	差 分			真 値	計測値	差 分
PCプレテンT桁橋	① 側面	93.0	91.0	2.0	PCプレテンT桁橋	① 側面	10.0	15.4	5.4					
	② 下面	85.3	91.8	6.5		② 下面	11.0	12.5	1.5					
	③ 床版	75.0	81.1	6.1		③ 床版	10.0	15.1	5.1					
PCプレテン床版橋	④ 下面	88.0	84.4	3.6	PCプレテン床版橋	④ 下面	10.0	13.1	3.1					
平 均		85.33	87.08	4.55	平 均		10.25	14.03	3.78					

$$X \text{ (mm)} = \sqrt{\frac{\delta_a^2 + \delta_b^2 + \dots + \delta_i^2}{n}}$$

δa = 検証側技術による測定値(1回目) - 当該技術による測定値(1回目)

δb = 検証側技術による測定値(2回目) - 当該技術による測定値(2回目)

δi = 検証側技術による測定値(n回目) - 当該技術による測定値(n回目)

[剥離]

平均面積(85.33 cm²)の相対差 $X = 4.91 \text{ cm}^2$

平均面積(85.33 cm²)の相対比

$$= 4.91/85.33 = 5.8 \%$$

[鉄筋露出]

平均面積(10.25 cm²)の相対差 $X = 4.93 \text{ cm}^2$

平均面積(10.25 cm²)の相対比

$$= 4.93/10.25 = 48.1 \%$$

技術番号 BR010094

技術名 LEDライトを搭載した360°カメラによる橋梁点検システム 開発者名 株式会社CTIウイング

試験日 令和7年12月16日 天候 晴れ 気温 9.8 °C 風速 6.1 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 画像計測技術 カタログ 検出項目 ひびわれ 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

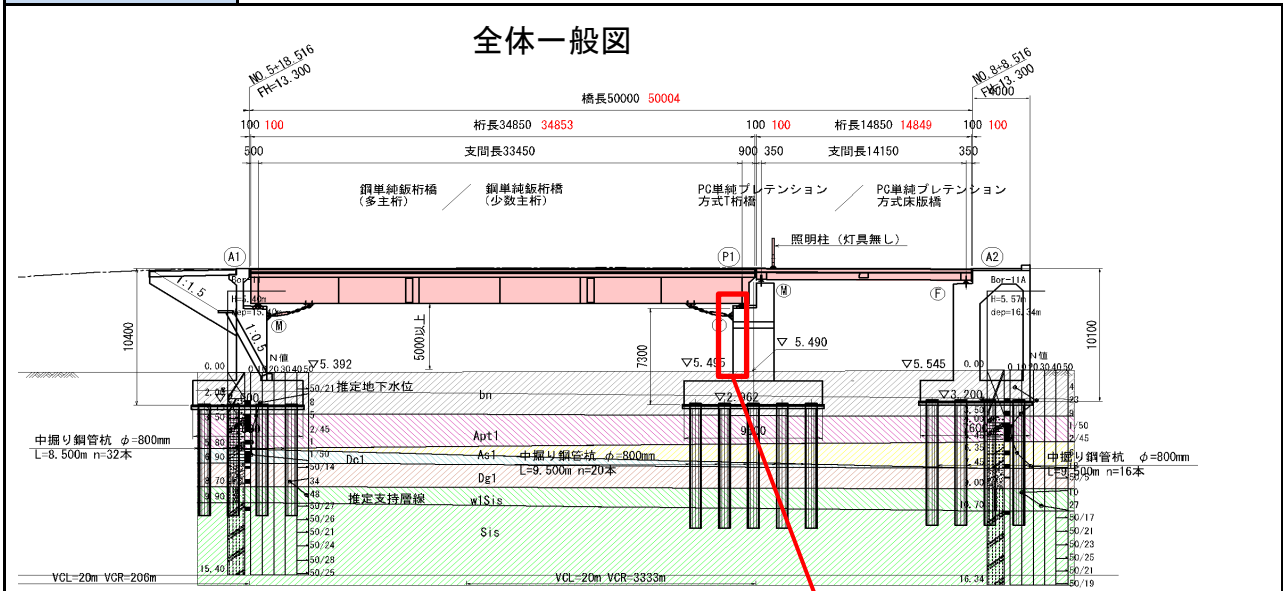


写真-1 全体写真

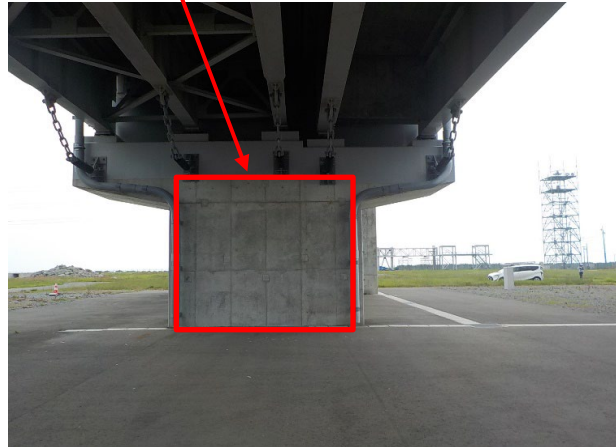


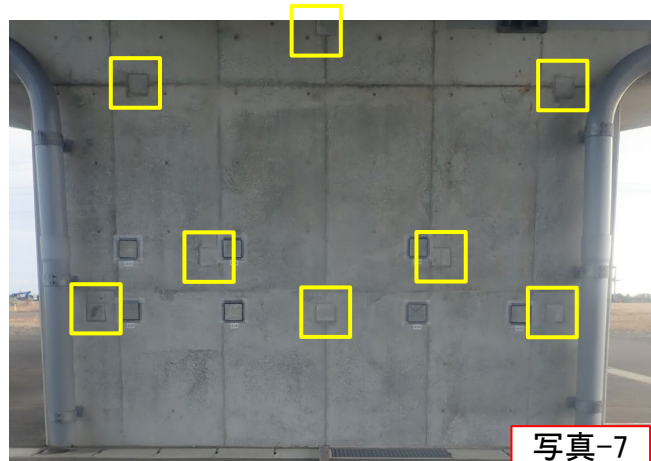
写真-2 計測対象(P1橋脚 起点側)

- ① 機器の搬入(写真-3 : a ポール(長尺・短尺) / b カメラ / c 照明 / d 操作用タブレット)
- ② 各機器の取付状態(写真-4)
- ③ 撮影状況: 撮影者(写真左側)がポールを持ち、補助者(写真右側)がタブレットで撮影画像を確認(写真-5)
- ④ 撮影状況: P1橋脚 起点側にあらかじめ埋め込まれてある模擬版(8箇所)を含む壁面を撮影(写真-6、写真-7)
- ⑤ 後日、撮影した画像から、ひびわれを確認する。

開発者による計測機器の設置状況

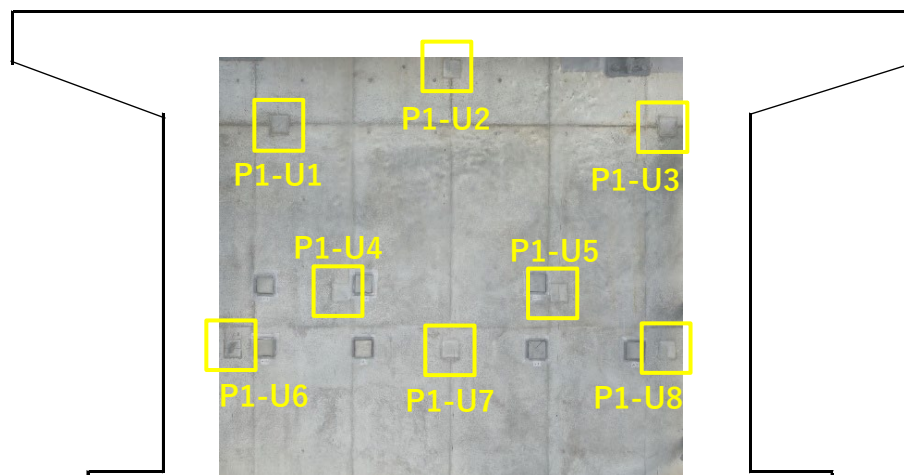


- カメラ名称: Insta360 X4 (Insta360製)
- 被写体距離: 0.5~3.0 m
- 照度: 85.1 kLux
- 風速: 6.1 m/s ■気温: 9.8 °C
- 焦点距離: 1.2 mm
- シャッター速度: 1/640 秒
- 絞り: f/1.9 ■ISO値: 112
- フォーカス: オートフォーカス
- 画像Pixel数: 11904 × 5952



※計測結果

P1橋脚 起点側



オルソモザイク画像

番号	P1-U1	P1-U2	P1-U3	P1-U4
方向	-	-	-	-
撮影画像				
計測値	0.14mm	0.05mm	未検出	0.05mm

番号	P1-U5	P1-U6	P1-U7	P1-U8
方向	-	-	-	-
撮影画像				
計測値	0.05mm	0.10mm	0.06mm	0.05mm

技術番号 BR010095

Avata 2 + LEDライト

技術名 LEDライトユニット付きFPVドローンによる
橋梁点検システム

開発者名 株式会社CTIウイング

試験日 令和 7年 12月 16日 天候 晴れ 気温 8.2 °C 風速 3.7 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 画像計測技術

カタログ

検出項目 ひびわれ

試験区分 標準試験

試験で確認する
カタログ項目 構造物近傍安定性能
進入可能性能

対象構造物の概要

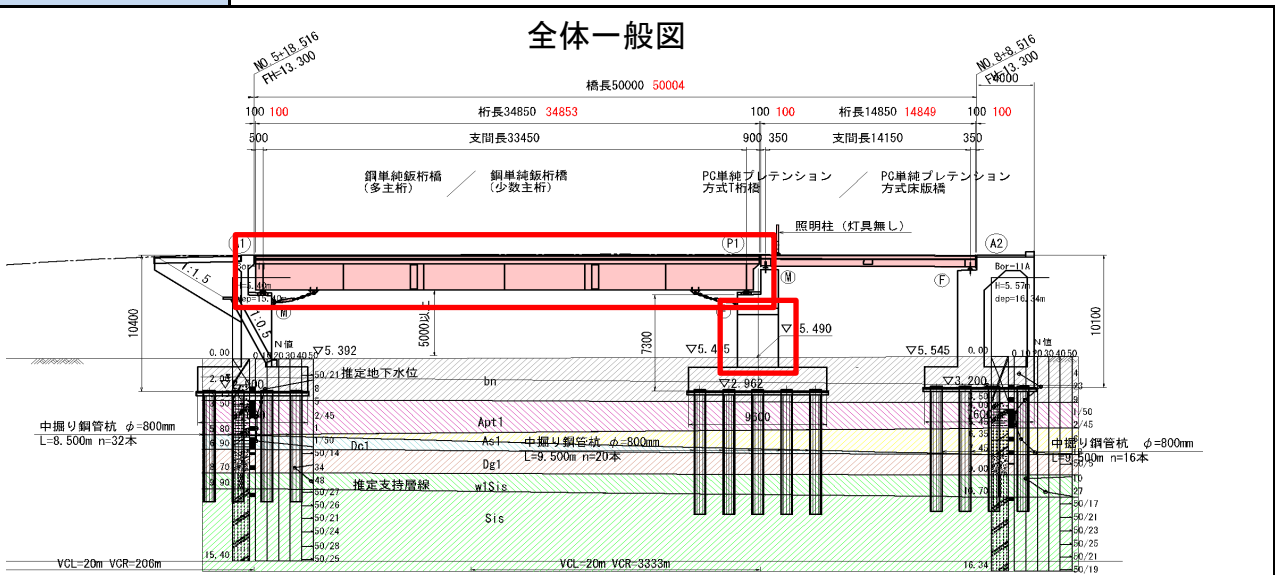


写真-1 全体写真

対象径間: 第1径間

計測対象部材: P1橋脚近傍、第1径間防護柵側面

- ① 機器の搬入(写真-2)
左:FPVドローン本体+LEDライトユニット、右上:コントローラー、右下:ヘッドマウントディスプレイ
- ② ホバリング(写真-3:P1橋脚付近)
- ③ 飛行状況(写真-4:P1~A1間の防護柵側面を飛行)
- ④ ホバリング後、P1~A1~P1の経路で飛行を確認した。(飛行距離:約50m(=7.5+35+7.5))
- ⑤ 飛行状況(写真-5:第1径間 少数主桁橋G1-G2間および多主桁橋G1-G2・G2-G3間へ進入)

開発者による計測機器の設置状況

○ ドローンの飛行



※構造物近傍安定性能

[ホバリング(60秒間)中の操作なし]

風速 : 3.7 m/s

構造物までの距離 : 前・上とも 1.0 m

移動 : 横に 3.5 m、縦に 0.5 m

[ホバリング(60秒間)中の操作あり]

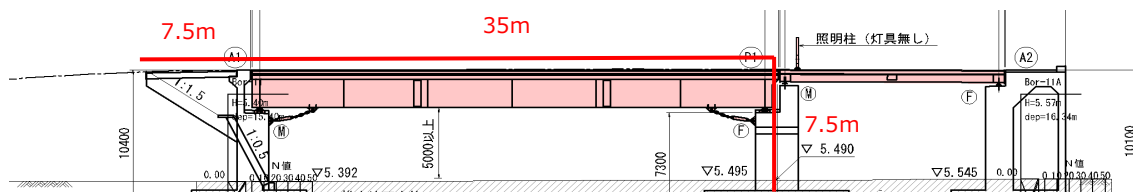
風速 : 2.8 m/s

構造物までの距離 : 前・上とも 1.0 m

移動 : 横に 0.2 m、縦に 0.2 m



※可動範囲 : 50m (飛行距離: 50m (= 7.5 + 35.0 + 7.5))



※進入可能性能

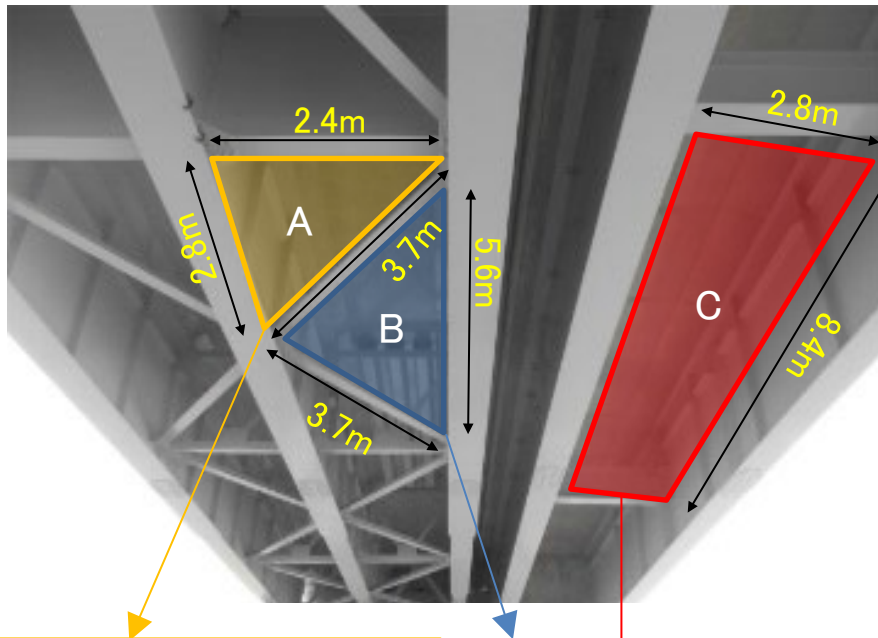
<桁間に進入>

風速 : 5.5 m/s

2.4m × 2.8m × 3.7m 進入可能 (平面寸法 A)

3.7m × 3.7m × 5.6m 進入可能 (平面寸法 B)

8.4m × 2.8m × 8.4m × 2.8m 進入可能 (平面寸法 C)



技術番号 BR010095

技術名 LEDライトユニット付きFPVドローンによる橋梁点検システム 開発者名 株式会社CTIウイング

試験日 令和 7年 12 月 16 日 天候 晴れ 気温 6.9 °C 風速 4.8 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 画像計測技術 カタログ 検出項目 ひびわれ 試験区分 標準試験

試験で確認する
カタログ項目 撮影速度
最小・ひびわれ精度
色識別性能

対象構造物の概要

・幅0.05mm、0.1mm、0.2mm、0.3mm、1.0mmのひびわれを「縦」、「横」、「斜」の方向それぞれに有したひびわれのモルタルのパネル(ひびわれ無し1枚を含む)をA1橋台、P1橋脚に配置した。(写真-1、2、3 ○:パネル)

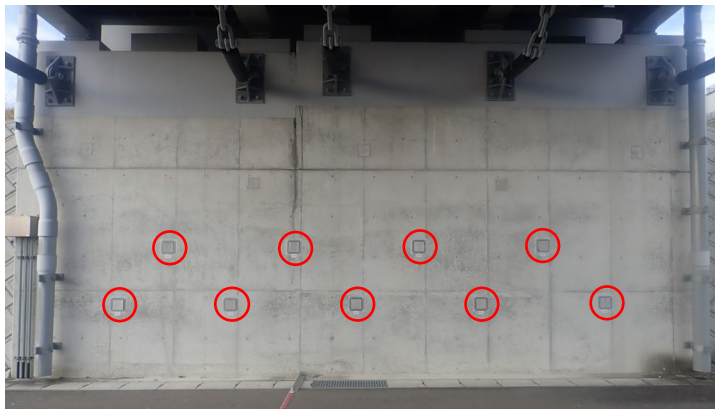


写真-1: A1橋台 (9パネル)

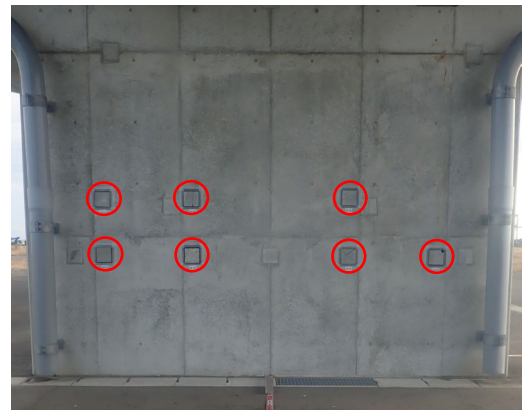


写真-2: P1橋脚 (起点側) (7パネル)

パネル番号(チャート番号)とひびわれ方向(縦、横、斜、無し)

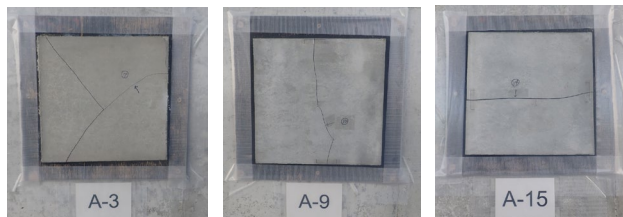
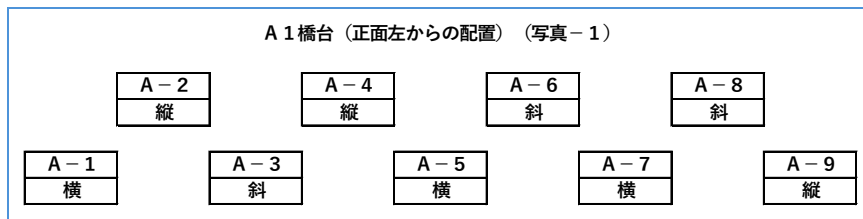
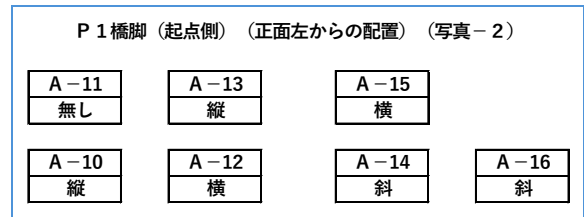


写真-3: パネル (抜粋 A-3、A-9、A-15)



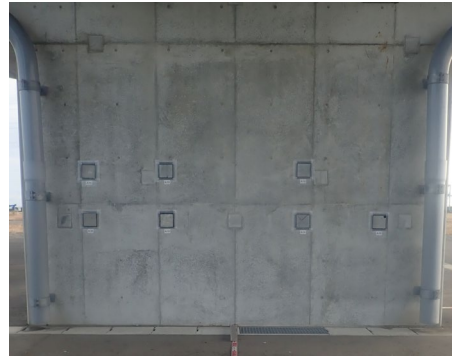
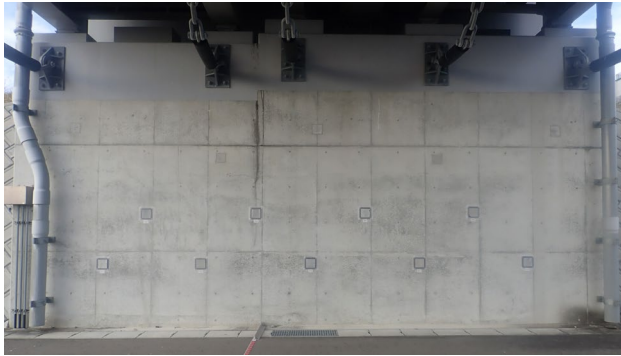
- ① 機器の搬入(写真-4)
左:FPVドローン本体+LEDライトユニット、右上:コントローラー、右下:ヘッドマウントディスプレイ
- ② 撮影状況(写真-5:A1橋台のひびわれモルタルを撮影)
- ③ 撮影状況(写真-6、写真-7:P1橋脚(起点側)のひびわれモルタルを撮影)
- ④ 撮影状況(写真-8、-9:カラーチャートK-1、K-2の撮影)
- ⑤ 後日、撮影画像からひびわれ幅、カラーチャートのRGB値を求める。

開発者による計測機器の設置状況

○ ドローンの飛行

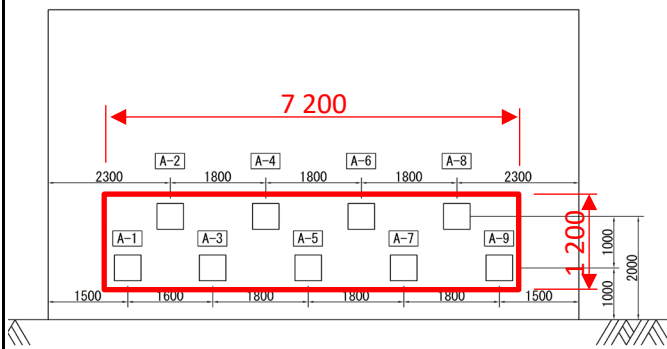


※撮影速度

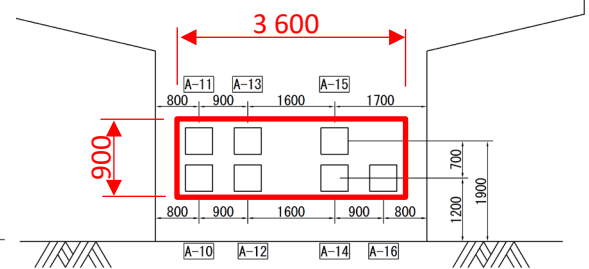


撮影範囲

A1橋台



P1橋脚



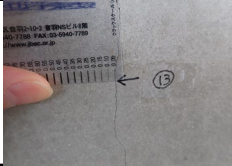


撮影面積(7.2 × 1.2 + 3.6 × 0.9 = 11.88 m²)を移動して、撮影に要した時間(秒)を計測する。




速度(撮影速度) = 11.88 m² ÷ 所要時間(秒)



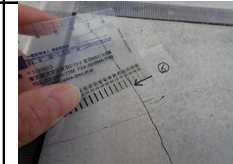
※最小ひびわれ幅・計測精度




各ひびわれ幅のパネルについて、クラックスケールで計測した値を真値とする。




真値(ひびわれ幅)

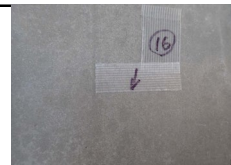
チャート番号	A-10	A-7	A-3
方向	縦	横	斜
写真			
真値	0.05	0.05	0.05

チャート番号	A-2	A-12	A-16
方向	縦	横	斜
写真			
真値	0.1	0.1	0.1

チャート番号	A-4	A-5	A-6
方向	縦	横	斜
写真			
真値	0.2	0.2	0.2

チャート番号	A-9	A-1	A-14
方向	縦	横	斜
写真			
真値	0.3	0.3	0.3

チャート番号	A-13	A-15	A-8
方向	縦	横	斜
写真			
真値	1.0	1.0	1.0

チャート番号	A-11
方向	-
写真	
真値	ひびわれ無し

※色識別性能

市販の24色のカラーチャート(写真-10)を使用する。
RGB値はカラーチャートの販売業者が提供している値を真値とする。

配置は、P1橋脚(K-1)(写真-11)とA2橋台(K-2)(写真-12)の2箇所



写真-10

真 値

	R 値	G 値	B 値
A-①	43	41	43
A-②	80	80	78
A-③	122	118	116
A-④	161	157	154
A-⑤	202	198	195
A-⑥	249	242	238
B-①	25	55	135
B-②	57	146	64
B-③	186	26	51
B-④	245	205	0
B-⑤	192	75	145
B-⑥	0	127	159
C-①	238	158	25
C-②	157	188	54
C-③	83	58	106
C-④	195	79	95
C-⑤	58	88	159
C-⑥	222	118	32
D-①	112	76	60
D-②	197	145	125
D-③	87	120	155
D-④	82	106	60
D-⑤	126	125	174
D-⑥	98	187	166

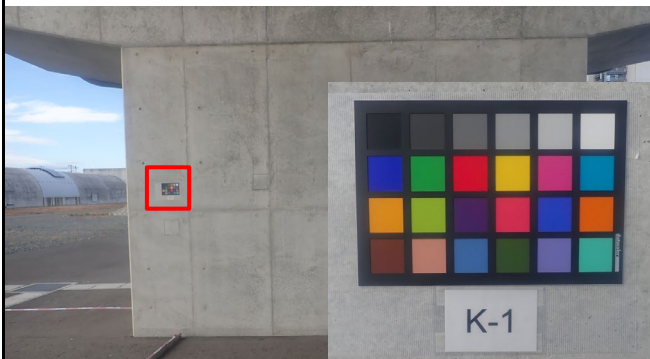


写真-11 □:K-1

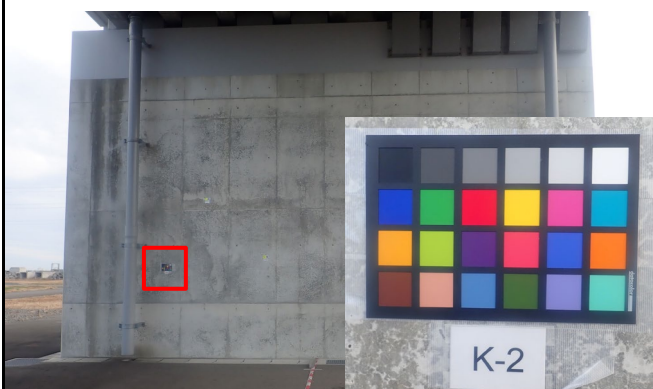


写真-12 □:K-2

※撮影速度

撮影面積: 11.88 m²、撮影時間: A1 (2分27秒) + P1 (1分38秒) = 4分05秒 = 245秒 (sec)

撮影速度 = 11.88 / 245 = 0.048 m²/sec

※最小ひびわれ幅・計測精度

■カメラ名称: Avata 2 (DJI 製)

■被写体距離: 0.3 m ■照度: 79.6~79.9 kLux ■風速: 3.7~4.8 m/s

■気温: 6.9 °C

■焦点距離: 3.33 mm ■シャッター速度: 1/800 秒


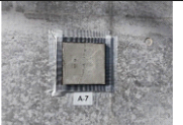

■絞り: f/2.8 ■ISO値: 100




■フォーカス: オートフォーカス ■画像Pixel数: 3648 × 2736


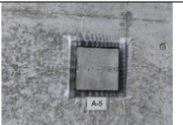
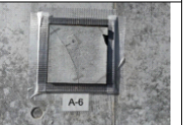
■最小ひびわれ幅: 0.08mm


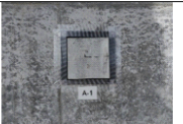

最小ひびわれ・計測精度


計測値


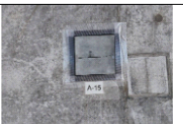
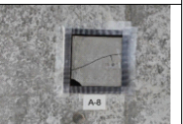
チャート番号	A-10	A-7	A-3
方向	縦	横	斜
真値	0.05	0.05	0.05
撮影画像			
計測値	0.08	0.10	0.15

チャート番号	A-2	A-12	A-16
方向	縦	横	斜
真値	0.1	0.1	0.1
撮影画像			
計測値	0.26	0.22	0.30

チャート番号	A-4	A-5	A-6
方向	縦	横	斜
真値	0.2	0.2	0.2
撮影画像			
計測値	0.11	0.25	0.30

チャート番号	A-9	A-1	A-14
方向	縦	横	斜
真値	0.3	0.3	0.3
撮影画像			
計測値	0.32	0.51	0.25

チャート番号	A-11
方向	—
真値	ひびわれ無し
撮影画像	
計測値	検出なし

チャート番号	A-13	A-15	A-8
方向	縦	横	斜
真値	1.0	1.0	1.0
撮影画像			
計測値	1.61	1.15	1.25

ひびわれ幅	計測精度
0.05 mm	0.07 mm
0.1 mm	0.16 mm
0.2 mm	0.08 mm
0.3 mm	0.13 mm
1.0 mm	0.39 mm

※色識別性能

K-1: 計測比較

■カメラ名称: Avata 2 (DJI 製)

■被写体距離: 0.3 m ■照度: 77.3 kLux ■風速: 6.2 m/s

■気温: 6.9 °C

■焦点距離: 3.33 mm ■シャッター速度: 1/1600 秒

■絞り: f/2.8 ■ISO値: 120

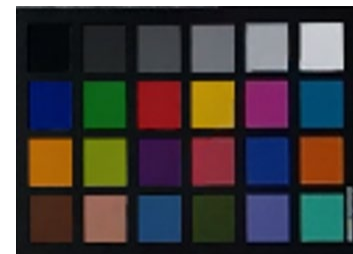
■フォーカス: オートフォーカス ■画像Pixel数: 3648×2736



立会者撮影



K-1: 開発者撮影



K-1: オルソ画像

K-1: 開発者撮影

	R 値		G 値		B 値	
	真 値	計測値	真 値	計測値	真 値	計測値
A-①	43	5	41	6	43	8
A-②	80	32	80	33	78	35
A-③	122	62	118	66	116	69
A-④	161	102	157	105	154	112
A-⑤	202	156	198	159	195	166
A-⑥	249	195	242	200	238	204
B-①	25	1	55	20	135	97
B-②	57	14	146	96	64	22
B-③	186	144	26	19	51	25
B-④	245	183	205	140	0	2
B-⑤	192	138	75	28	145	101
B-⑥	0	0	127	70	159	110
C-①	238	176	158	100	25	2
C-②	157	113	188	126	54	8
C-③	83	45	58	15	106	65
C-④	195	145	79	40	95	54
C-⑤	58	6	88	35	159	113
C-⑥	222	155	118	54	32	0
D-①	112	64	76	31	60	16
D-②	197	149	145	102	125	86
D-③	87	26	120	65	155	108
D-④	82	34	106	49	60	10
D-⑤	126	64	125	69	174	127
D-⑥	98	25	187	132	166	114

K-1: オルソ画像

	R 値		G 値		B 値	
	真 値	計測値	真 値	計測値	真 値	計測値
A-①	43	5	41	7	43	12
A-②	80	33	80	36	78	37
A-③	122	67	118	70	116	75
A-④	161	107	157	112	154	118
A-⑤	202	154	198	159	195	167
A-⑥	249	198	242	200	238	205
B-①	25	0	55	23	135	102
B-②	57	14	146	102	64	26
B-③	186	151	26	24	51	27
B-④	245	183	205	145	0	8
B-⑤	192	138	75	32	145	106
B-⑥	0	1	127	76	159	114
C-①	238	179	158	104	25	7
C-②	157	115	188	131	54	14
C-③	83	55	58	22	106	71
C-④	195	148	79	46	95	60
C-⑤	58	11	88	42	159	115
C-⑥	222	156	118	61	32	8
D-①	112	72	76	40	60	27
D-②	197	155	145	103	125	89
D-③	87	28	120	71	155	114
D-④	82	38	106	51	60	21
D-⑤	126	70	125	76	174	135
D-⑥	98	29	187	136	166	123

K-2: 計測比較

■カメラ名称: Avata 2 (DJI 製)

■被写体距離: 0.5 m ■照度: 77.3 kLux ■風速: 6.2 m/s

■気温: 6.9 °C

■焦点距離: 3.33 mm ■シャッター速度: 1/1600 秒

■絞り: f/2.8 ■ISO値: 120

■フォーカス: オートフォーカス ■画像Pixel数: 3648×2736



立会者撮影



K-2: 開発者撮影



K-2: オルソ画像

K2: 開発者撮影画

	R 値		G 値		B 値	
	真 値	計測値	真 値	計測値	真 値	計測値
A-①	43	24	41	29	43	35
A-②	80	45	80	49	78	58
A-③	122	76	118	80	116	92
A-④	161	126	157	132	154	144
A-⑤	202	182	198	190	195	201
A-⑥	249	213	242	217	238	226
B-①	25	18	55	31	135	109
B-②	57	26	146	101	64	42
B-③	186	141	26	36	51	41
B-④	245	210	205	169	0	19
B-⑤	192	155	75	46	145	125
B-⑥	0	7	127	90	159	132
C-①	238	184	158	115	25	24
C-②	157	127	188	145	54	37
C-③	83	60	58	34	106	82
C-④	195	156	79	54	95	75
C-⑤	58	31	88	53	159	128
C-⑥	222	170	118	75	32	21
D-①	112	71	76	46	60	41
D-②	197	164	145	119	125	113
D-③	87	41	120	79	155	128
D-④	82	46	106	65	60	35
D-⑤	126	88	125	92	174	153
D-⑥	98	49	187	165	166	154

K-2: オルソ画像

	R 値		G 値		B 値	
	真 値	計測値	真 値	計測値	真 値	計測値
A-①	43	2	41	2	43	5
A-②	80	15	80	17	78	22
A-③	122	41	118	41	116	50
A-④	161	84	157	91	154	101
A-⑤	202	151	198	156	195	169
A-⑥	249	182	242	190	238	199
B-①	25	0	55	4	135	64
B-②	57	2	146	58	64	11
B-③	186	91	26	12	51	16
B-④	245	172	205	135	0	8
B-⑤	192	102	75	29	145	78
B-⑥	0	0	127	58	159	96
C-①	238	150	158	85	25	2
C-②	157	87	188	109	54	7
C-③	83	27	58	6	106	38
C-④	195	98	79	25	95	39
C-⑤	58	12	88	24	159	77
C-⑥	222	139	118	47	32	0
D-①	112	34	76	16	60	11
D-②	197	125	145	86	125	76
D-③	87	16	120	41	155	80
D-④	82	16	106	30	60	11
D-⑤	126	56	125	63	174	120
D-⑥	98	21	187	131	166	123

技術番号 BR010095

技術名 LEDライトユニット付きFPVドローンによる
橋梁点検システム 開発者名 株式会社CTIウイング

試験日 令和 7年 12 月 16 日 天候 晴れ 気温 6.9 °C 風速 5.2 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 画像計測技術 カタログ 検出項目 ひびわれ 試験区分 標準試験

試験で確認する
カタログ項目 長さ計測精度
位置精度

対象構造物の概要

※検証試験体

- ・A2橋台縦壁前面にマーカを3箇所設置する。(写真-1)
- ・P1の座標(0, 0)を基準(原点)とし、P3を既知点としP2の座標(x, y)及びP1-P2間の距離を計測する。

写真-1

試験方法(手順)	技術番号	BR010095
① 機器の搬入(写真-2) 左:FPVドローン本体+LEDライトユニット、右上:コントローラー、右下:ヘッドマウントディスプレイ		
② 操縦者がFPVゴーグルを装着して試験飛行(写真-3)		
③ 撮影状況:A2橋台のマーカ(P1、P2、P3)を含む壁面を撮影(写真-4)		
④ 撮影状況:A2橋台のマーカ(P1、P2、P3)を含む壁面を撮影(写真-5)		
⑤ 後日、撮影した画像からオルソ画像を作成し、P2の座標値、距離(P1-P2)を算出する。		

開発者による計測機器の設置状況

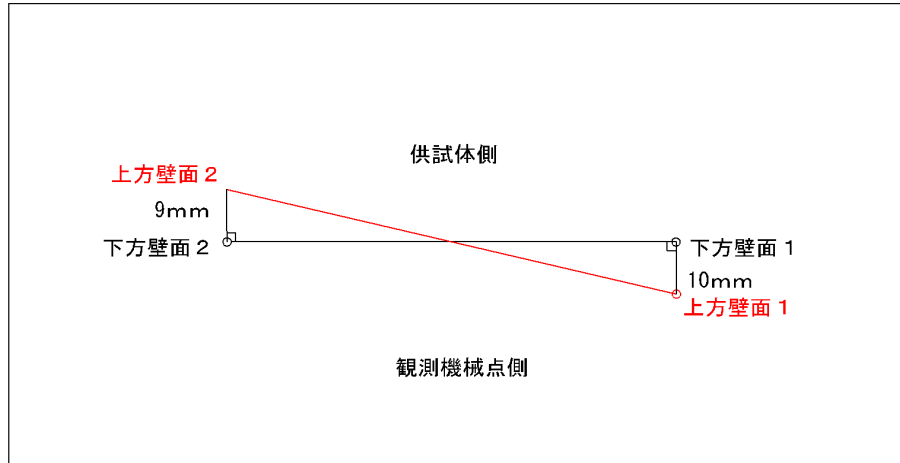
○ ドローンの飛行



※長さ計測精度/位置精度

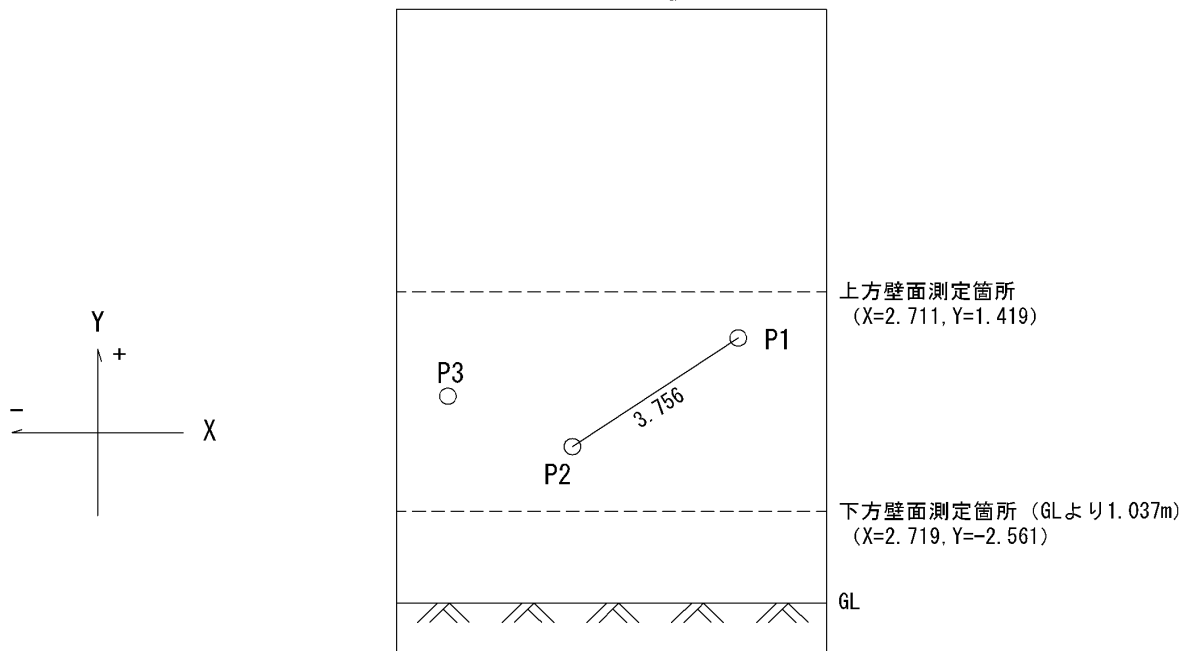
立会者によりP1(0, 0)を基準点とし、P2、P3をトータルステーションにて測量した座標値を真値とする。

コンクリート壁平面図



※X軸は下方壁面方向を基線とする。

コンクリート壁側面図



※P1-P2は平面長及び斜辺長共に同じ寸法値

コンクリート壁マーカース座標値

点名	X座標	Y座標	Z座標
P1	0.000	0.000	0.000
P2	-3.360	-1.679	0.000
P3	-4.479	-0.552	-0.002

※長さ計測精度/位置精度

■カメラ名称: Avata 2 (DJI 製)

■被写体距離: 0.5~1.0 m ■照度: 71.7 kLux ■風速: 5.2 m/s

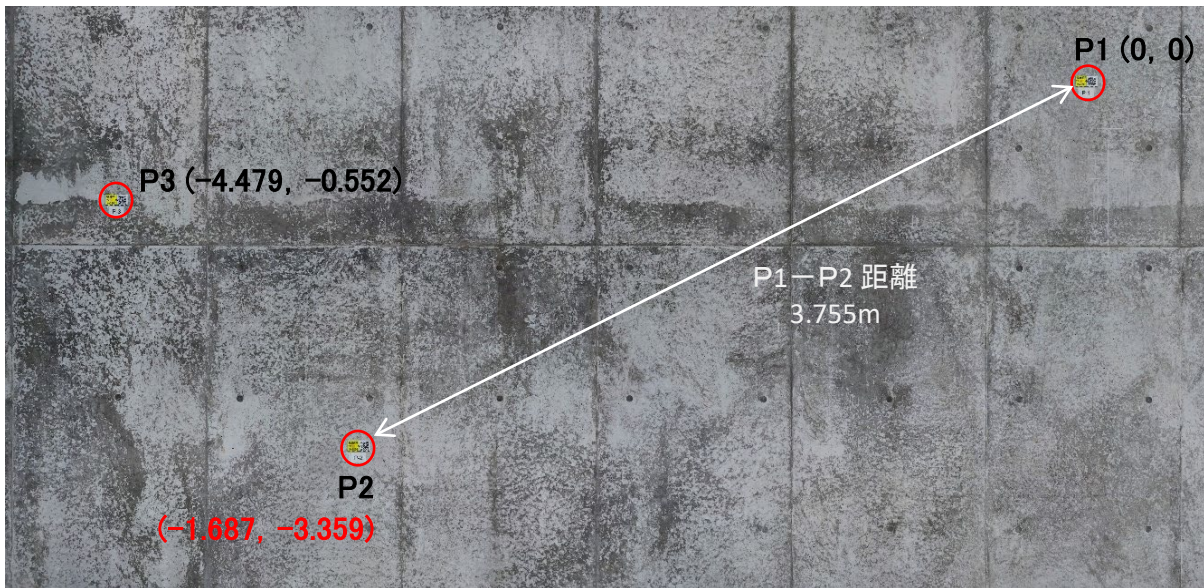
■気温: 6.9 °C

■焦点距離: 3.33 mm ■シャッター速度: 1/320 秒

■絞り: f/2.8 ■ISO値: 100

■フォーカス: オートフォーカス ■画像Pixel数: 3648×2736

写真-6 オルソ画像



コンクリート壁マーカー座標値

点名	X座標			Y座標			Z座標	距離 (P 1 - P 2)		
	真値	計測値	精度	真値	計測値	精度		真値	計測値	精度
P 1	0.000			0.000			0.000			
P 2	-3.360	-3.359	-0.001	-1.679	-1.687	0.008	0.000	3.756	3.755	99.97%
P 3	-4.479	-4.479		-0.552	-0.552		-0.002			

技術番号 BR010095

Avata 2 + LEDライト

技術名 LEDライトユニット付きFPVドローンによる
橋梁点検システム

開発者名 株式会社CTIウイング

試験日 令和 7年 12月 16日 天候 晴れ 気温 8.7 °C 風速 6.8 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 画像計測技術 カタログ 検出項目 剥離・鉄筋露出 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(剥離)

対象構造物の概要

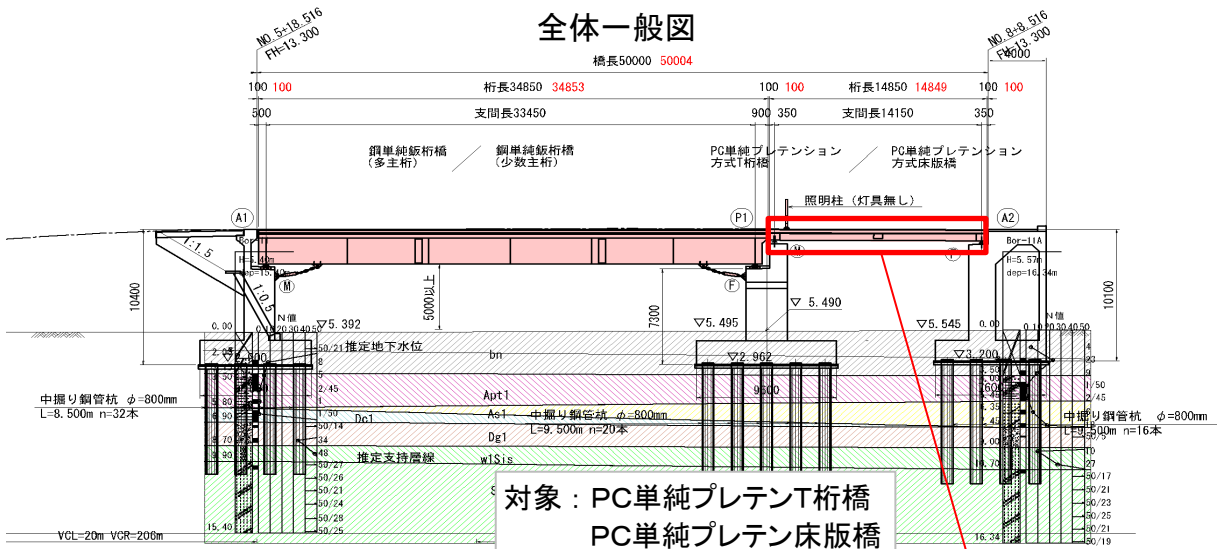
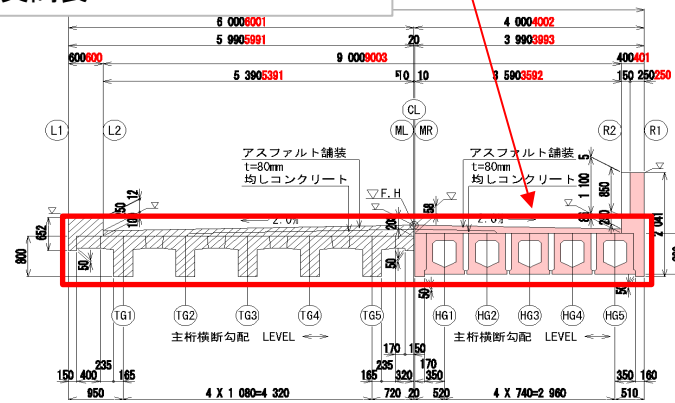


写真-1 全体写真



対象径間：第2径間

計測対象部材：主桁、床版

- ① 機器の搬入(写真-2)
左:FPVドローン本体+LEDライトユニット、右上:コントローラー、右下:ヘッドマウントディスプレイ
- ② 操縦者がFPVゴーグルを装着して試験飛行(写真-3)
- ③ 撮影状況(写真-4:第2径間桁下面の剥離・鉄筋露出 4箇所を撮影)
- ④ 撮影状況(写真-5:同上)
- ⑤ 後日、撮影データを元に自動検出を行い、剥離・鉄筋露出の寸法を測定する。

開発者による計測機器の設置状況

○ ドローンの飛行



写真-2



写真-3



写真-4



写真-5

■カメラ名称: Avata 2 (DJI 製)

■被写体距離: 1.0~3.0 m ■照度: 79.0 kLux ■風速: 6.8 m/s

■気温: 8.7 °C

■焦点距離: 3.33 mm ■シャッター速度: 1/400 秒

■絞り: f/2.8 ■ISO値: 400

■フォーカス: オートフォーカス ■画像Pixel数: 3648×2736

※計測結果





■剥離・鉄筋露出箇所図

TG1	
TG2	
TG3	② ■
TG4	① ■
TG5	③ ■
← P1 → A2 →	
HG1	
HG2	④ ■
HG3	
HG4	
HG5	

■真値





① プレテンT桁橋 (TG 4 側面)

※鉄筋長さ：100.0 mm (過年度の計測結果より)

計測対象	剥離 縦	剥離 横	(参考) 剥離 深さ	鉄筋径
写 真				
計測値 (真値)	155 mm	60 mm	20 mm	10.4 mm





② プレテンT桁橋 (TG 3)

※鉄筋長さ：100.0 mm (過年度の計測結果より)

計測対象	剥離 縦	剥離 横	(参考) 剥離 深さ	鉄筋径
写 真				
計測値 (真値)	155 mm	55 mm	20 mm	10.8 mm





③ プレテンT桁橋 (TG 4 - TG 5 間詰め床版)

※鉄筋長さ：100.0 mm (過年度の計測結果より)

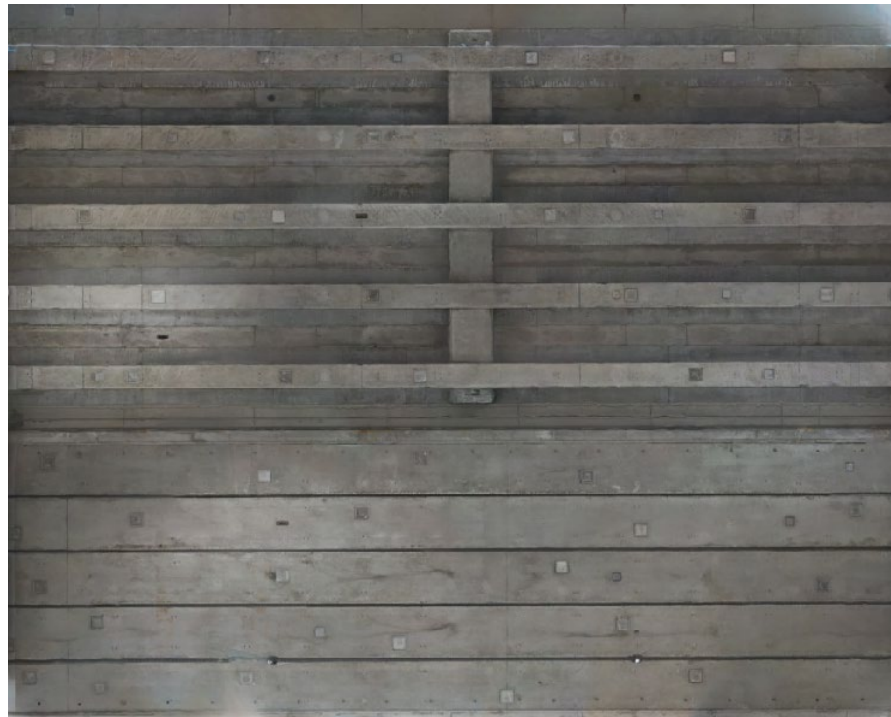
計測対象	剥離 縦	剥離 横	(参考) 剥離 深さ	鉄筋径
写 真				
計測値 (真値)	150 mm	50 mm	35 mm	10.2 mm

④ プレテンホロー桁橋 (HG 2)

※鉄筋長さ：100.0 mm (過年度の計測結果より)

計測対象	剥離 縦	剥離 横	(参考) 剥離 深さ	鉄筋径
写 真				
計測値 (真値)	160 mm	55 mm	20 mm	10.0 mm

■オルソ画像(見上げ図)



■計測結果(剥離・鉄筋露出)

番号	剥 離			鉄 筋 露 出		
	縦	横	面積	縦	横	面積
①	161 mm	56.6 mm	9112.6 mm ²	99.5 mm	16.3 mm	1621.9 mm ²
②	160 mm	57.4 mm	9184.0 mm ²	97.9 mm	12.4 mm	1214.0 mm ²
③	168 mm	48.9 mm	8215.2 mm ²	106.0 mm	13.1 mm	1388.6 mm ²
④	163 mm	54.2 mm	8834.6 mm ²	102.0 mm	10.8 mm	1101.6 mm ²

■結果一覧表

剥 離

		真 値			計測値	比率 (%)
		縦 (cm)	横 (cm)	面積 (cm ²)	面積 (cm ²)	計測値/真値
PCプレテンT桁橋	① 側面	15.5	6.0	93.0	91.1	98.0 %
	② 下面	15.5	5.5	85.3	91.8	107.6 %
	③ 床版	15.0	5.0	75.0	82.2	109.6 %
PCプレテン床版橋	④ 下面	16.0	5.5	88.0	88.3	100.3 %

鉄筋露出

		真 値			計測値	比率 (%)
		縦 (cm)	径 (cm)	面積 (cm ²)	面積 (cm ²)	計測値/真値
PCプレテンT桁橋	① 側面	10.0	1.0	10.0	16.2	162.0 %
	② 下面	10.0	1.1	11.0	12.1	110.0 %
	③ 床版	10.0	1.0	10.0	13.9	139.0 %
PCプレテン床版橋	④ 下面	10.0	1.0	10.0	11.0	110.0 %

■ 計測精度

剥離		サンプル数 N : 4			面積 : cm ²									
		真 値	計測値	差 分	鉄筋露出		サンプル数 N : 4			面積 : cm ²				
							真 値	計測値	差 分					
PCプレテンT桁橋	① 側面	93.0	91.1	1.9	PCプレテンT桁橋	① 側面	10.0	16.2	6.2					
	② 下面	85.3	91.8	6.5		② 下面	11.0	12.1	1.1					
	③ 床版	75.0	82.2	7.2		③ 床版	10.0	13.9	3.9					
PCプレテン床版橋	④ 下面	88.0	88.3	0.3	PCプレテン床版橋	④ 下面	10.0	11.0	1.0					
平 均		85.33	88.35	3.98	平 均		10.25	13.30	3.05					

$$X \text{ (mm)} = \sqrt{\frac{\delta_a^2 + \delta_b^2 + \dots + \delta_i^2}{n}}$$

δ_a = 検証側技術による測定値(1回目) - 当該技術による測定値(1回目)

δ_b = 検証側技術による測定値(2回目) - 当該技術による測定値(2回目)

δ_i = 検証側技術による測定値(n回目) - 当該技術による測定値(n回目)

[剥離]

平均面積(85.33 cm²)の相対差 $X = 4.94 \text{ cm}^2$

平均面積(85.33 cm²)の相対比

$$= 4.94 / 85.33 = 5.8 \%$$

[鉄筋露出]

平均面積(10.25 cm²)の相対差 $X = 3.80 \text{ cm}^2$

平均面積(10.25 cm²)の相対比

$$= 3.80 / 10.25 = 37.1 \%$$

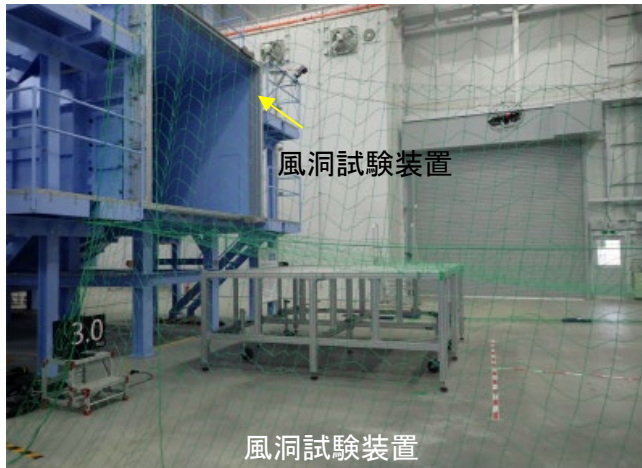
技術番号	BR010095		
技術名	LEDライトユニット付きFPVドローンによる 橋梁点検システム	開発者名	株式会社CTIウイング
試験日	令和7年12月16日	天候	晴れ
		気温	11.4 °C
		風速	- m/s
試験場所	福島ロボットテストフィールド		
カタログ分類	画像計測技術	検出項目	ひびわれ
	カタログ		試験区分
			標準試験

試験で確認する
カタログ項目

安定性能(人工風)

対象構造物の概要

使用施設: 福島ロボットテストフィールド風洞棟

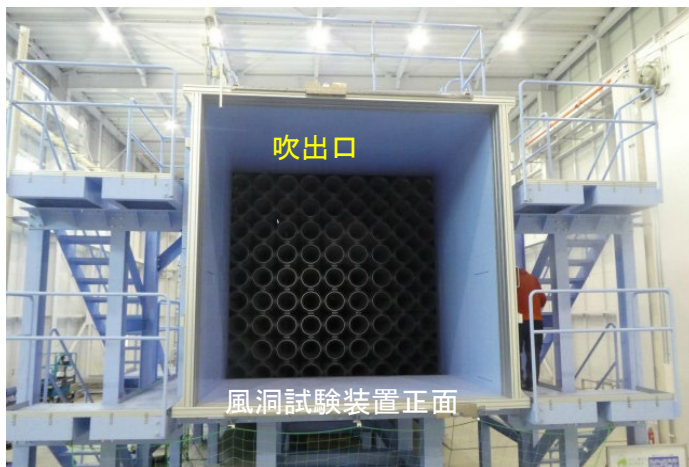


風洞試験装置

風洞試験装置

風洞棟仕様

延床面積	900㎡・S造平屋建て
風洞試験装置(テーブル、保護ネット含む)	
天井クレーン(4.9t)	
測定部断面	3m×3m
最大風速	20m/s
風速分布	10m/s以上において±15%以下(吹出口)
乱流値	10m/s以上において±10%以下(吹出口中央付近)
突風性能	8m/sから20m/s時に3秒以内
脈動性能	10m/sから20m/s時に周期5秒以内
速度成層性能	鉛直方向に速度勾配



風洞試験装置正面

一定の風速(3m/s、5m/s、8m/s)で、突風を発生させる。

試験方法(手順)	技術番号	BR010095
①	ドローンに3Dモーションキャプチャ用のマーカを貼り付ける。(写真-1)	
②	吹出口の中心付近高度でドローンを正面向きでホバリングする。(写真-2)	
③	ホバリング状態で、正面から風速3m/sの突風を発生させ、ドローンの移動量を3Dモーションキャプチャより測定する。	
④	②、③について、ドローンを横向き(側面)にホバリングし、同様の測定を実施する。	
⑤	②~④について、風速5m/sおよび8m/sの場合も同様に実施する。(写真-3、写真-4 : 風速3m/s)	

開発者による計測機器の設置状況



写真-1

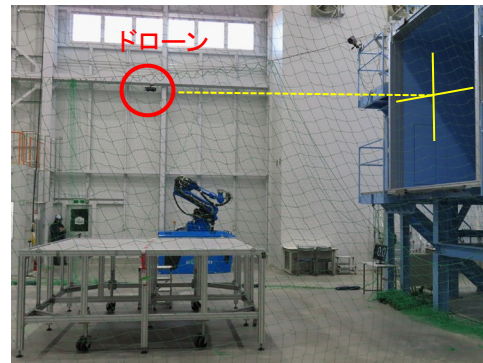


写真-2

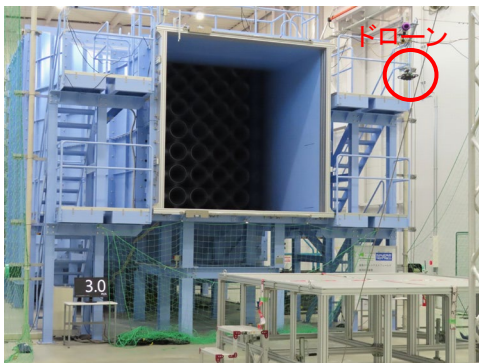


写真-3

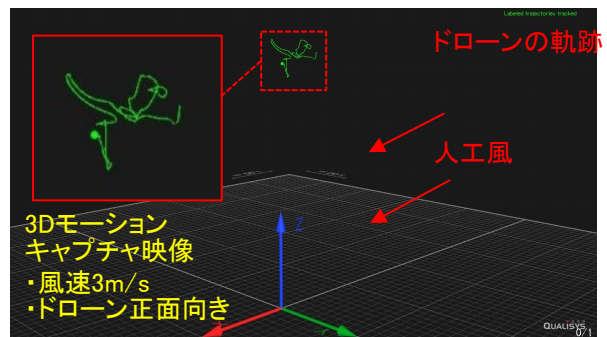


写真-4

比較対象を得るため、立会者による計測機器の設置状況

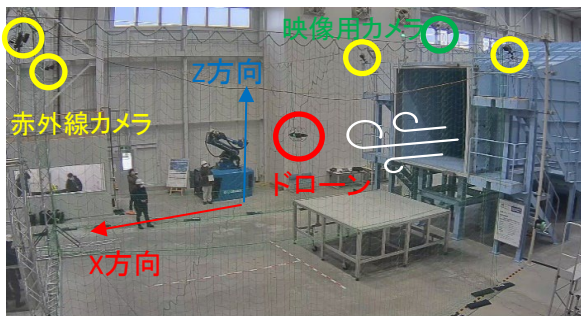


写真-5

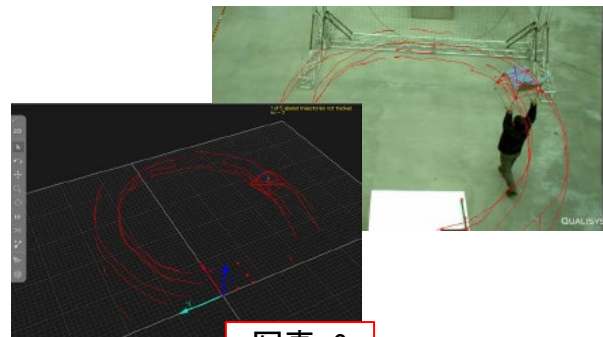


写真-6

※4台の赤外線カメラおよび、1台の映像カメラにより、対象物を撮影し、移動量を専用ソフトにて計測。(写真-5)(写真-6)

計測結果の整理

計測したドローンの移動量は以下のように整理した。(図-1)

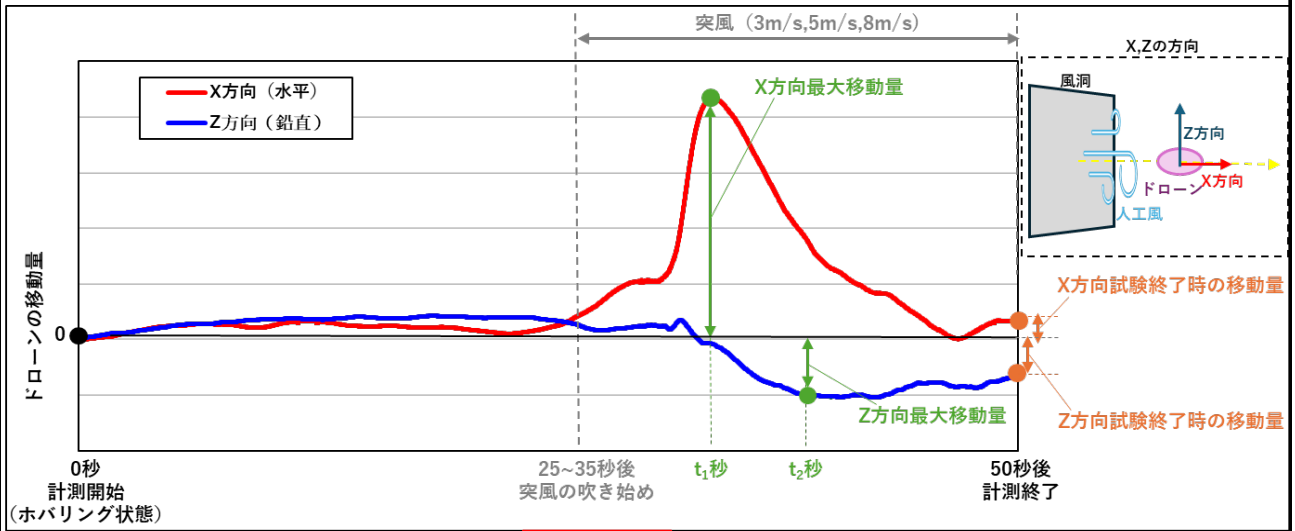


図-1

計測機器(ドローン)に当てた人工風の風速のイメージを示す。(図-2)

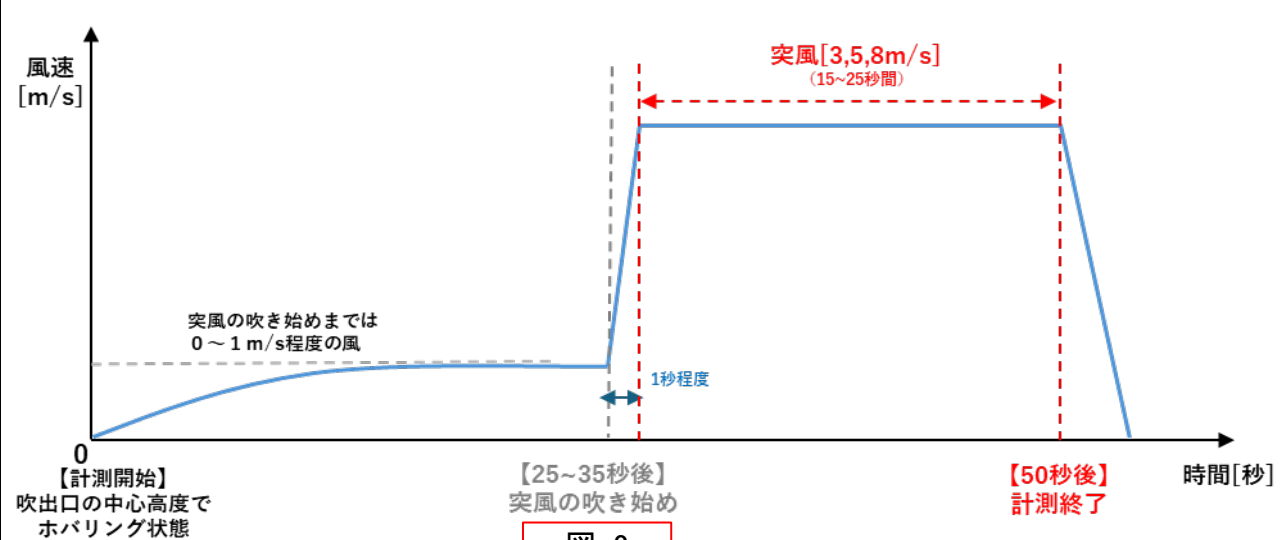


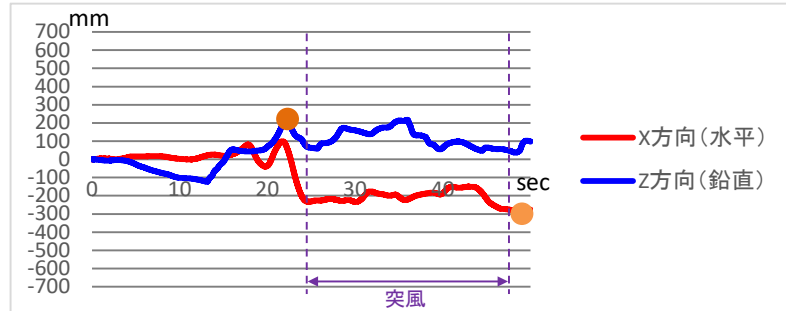
図-2

※安定性能

風速: 3.0m/s

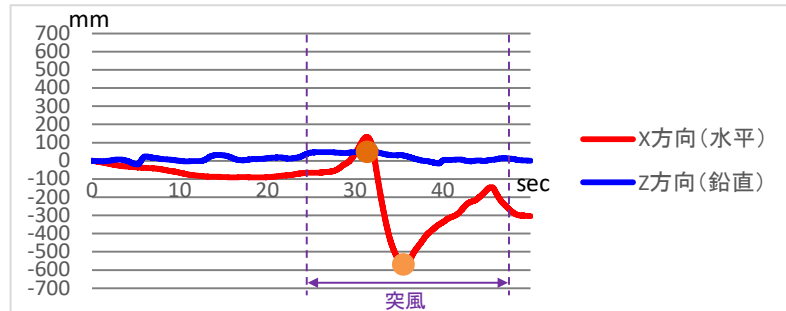
正面

水平方向 最大移動量	296 mm
試験終了時の移動量	276 mm
鉛直方向 最大移動量	223 mm
試験終了時の移動量	98 mm



側面

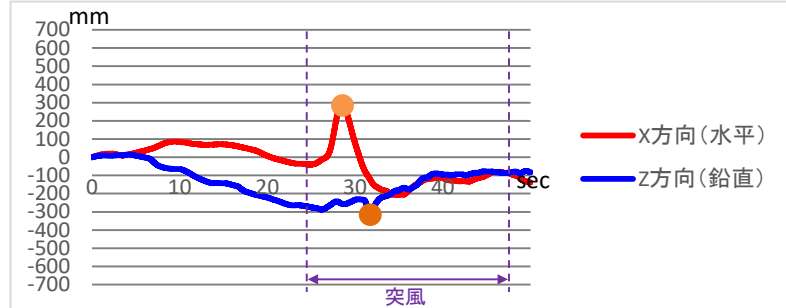
水平方向 最大移動量	568 mm
試験終了時の移動量	304 mm
鉛直方向 最大移動量	50 mm
試験終了時の移動量	1 mm



風速: 5.0m/s

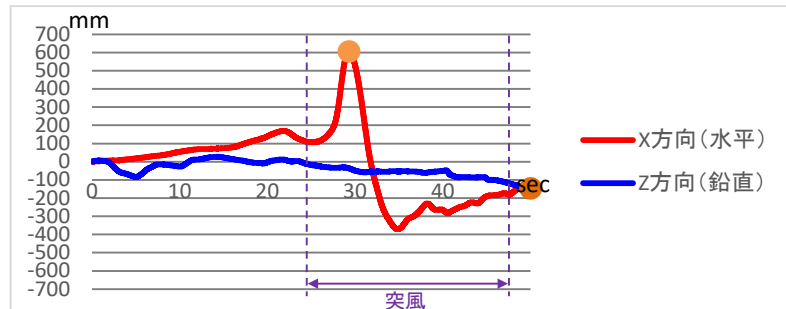
正面

水平方向 最大移動量	286 mm
試験終了時の移動量	139 mm
鉛直方向 最大移動量	314 mm
試験終了時の移動量	84 mm



側面

水平方向 最大移動量	606 mm
試験終了時の移動量	140 mm
鉛直方向 最大移動量	145 mm
試験終了時の移動量	145 mm



風速: 8.0m/s

正面

水平方向 最大移動量	- mm
試験終了時の移動量	- mm
鉛直方向 最大移動量	- mm
試験終了時の移動量	- mm



側面

水平方向 最大移動量	- mm
試験終了時の移動量	- mm
鉛直方向 最大移動量	- mm
試験終了時の移動量	- mm

※風速 8.0m/s については機体性能を踏まえて行わないこととした。