

| | |
|------|----------|
| 技術番号 | BR010051 |
|------|----------|

| | | | |
|-----|--------------------------------|------|-----------|
| 技術名 | 投影面座標指定によるオルソ画像作成技術(MakeOrtho) | 開発者名 | アジア航測株式会社 |
|-----|--------------------------------|------|-----------|

| | | | | | | | |
|-----|--------------|----|--------|----|--------|----|---------|
| 試験日 | 令和4年 11月 15日 | 天候 | 曇り時々小雨 | 気温 | 9.3 °C | 風速 | 1.0 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 | 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、1.00mm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)

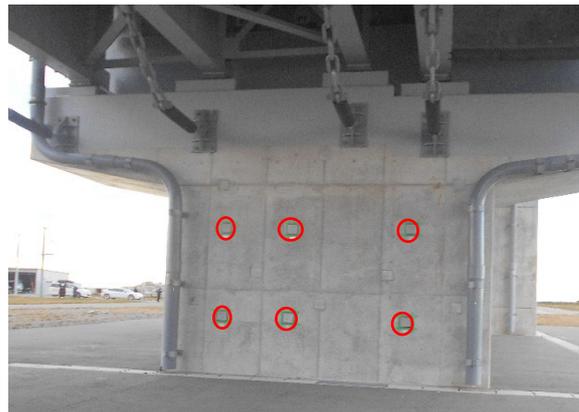


写真-1: A1橋台 (9パネル)

写真-2: P1橋脚 (起点側) (6パネル)

パネル番号(チャート番号)とひびわれ方向(縦、横、斜)

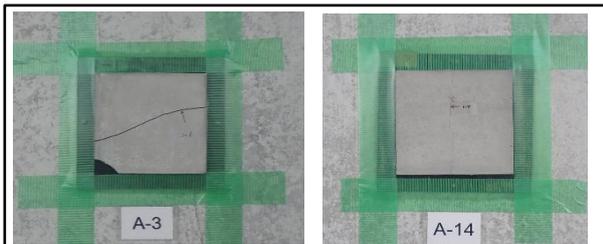
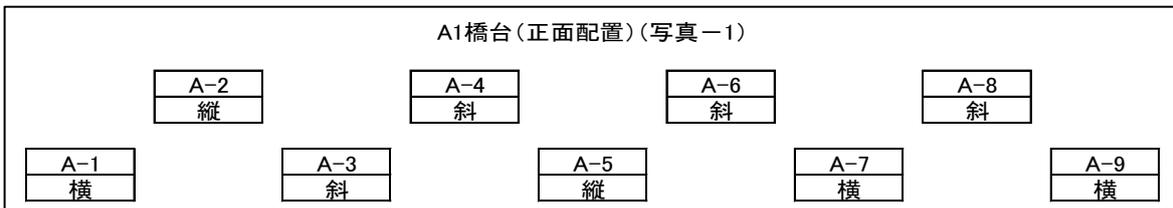
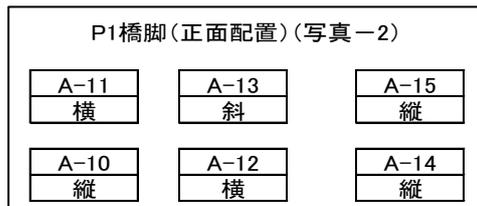


写真-3: パネル(抜粋A-3、A-14)



- ① 機器の搬入(写真-4:カメラ、三脚等)
- ② クラックシートの設置(写真-5)
- ③ 撮影状況(写真-6:A1橋台配置のひびわれモルタルを撮影、写真-7:P1橋脚配置のひびわれモルタルを撮影)
- ④ 撮影状況(写真-8、-9:カラーチャートの撮影(写真-8:K1)(写真-9:K2))
- 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



写真-4



写真-5

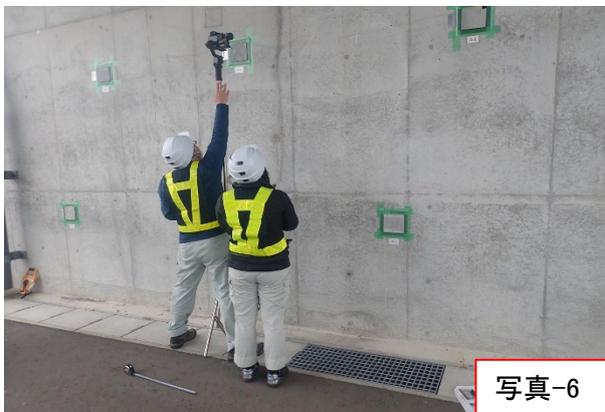


写真-6

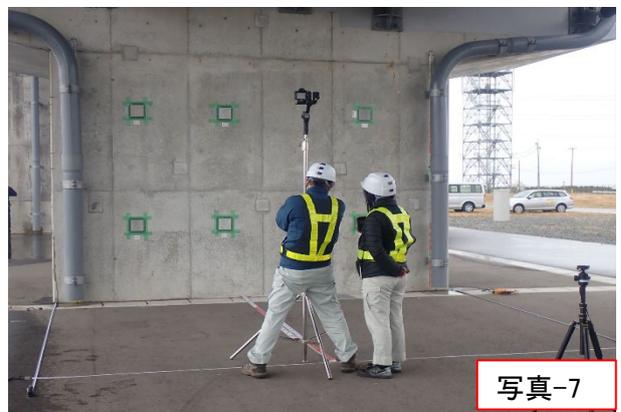


写真-7

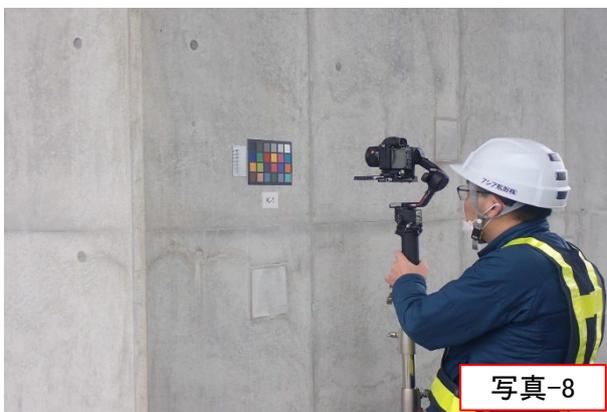


写真-8



写真-9

※撮影速度

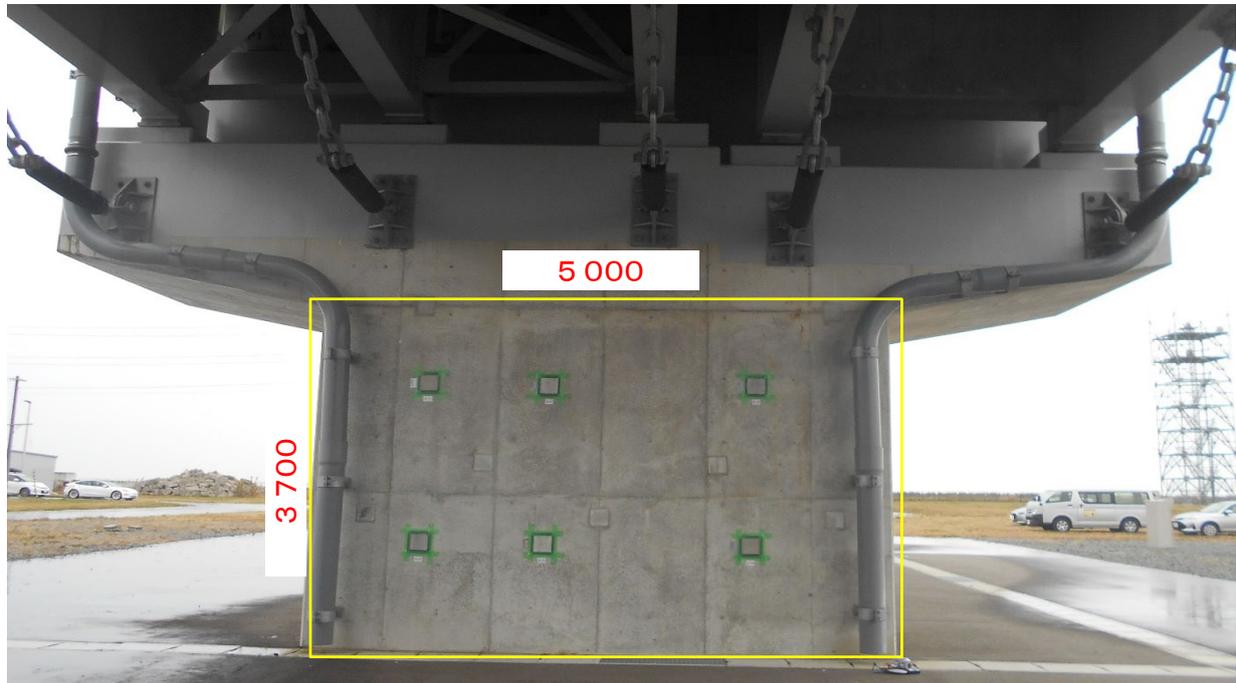


写真-10

撮影範囲(縦3.7m、横5m)(写真-10)を移動(上段~下段)しながら撮影に要した時間(秒)を計測して計測速度を算出する。

$$\text{速度(撮影速度)} = 18.5\text{m}^2 \div \text{所要時間(秒)}$$

※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-14 | A-11 | A-8 |
| 方向 | 縦 | 横 | 斜 |
| 写真 | | | |
| 真値 | 0.05 | 0.05 | 0.05 |
| チャート番号 | A-10 | A-1 | A-6 |
| 方向 | 縦 | 横 | 斜 |
| 写真 | | | |
| 真値 | 0.1 | 0.1 | 0.1 |
| チャート番号 | A-5 | A-7 | A-13 |
| 方向 | 縦 | 横 | 斜 |
| 写真 | | | |
| 真値 | 0.2 | 0.2 | 0.2 |
| チャート番号 | A-2 | A-12 | A-4 |
| 方向 | 縦 | 横 | 斜 |
| 写真 | | | |
| 真値 | 0.3 | 0.3 | 0.3 |
| チャート番号 | A-15 | A-9 | A-3 |
| 方向 | 縦 | 横 | 斜 |
| 写真 | | | |
| 真値 | 1.0 | 1.0 | 1.0 |

※色識別性能

市販の24色のカラーチャート(写真-11)を使用する。
RGB値はカラーチャートの販売業者提供しているRGB値を真値とする。

配置はP1橋脚(K1)(写真-12)とA2橋台(K2)(写真-13)の2箇所

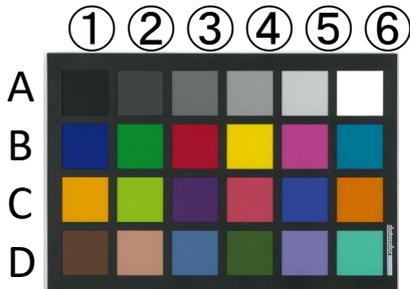


写真-11



写真-12 □:k1



写真-13 □:k2

| | 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 |

※撮影速度

撮影面積: 18.5m²、所要時間: 4分01秒 (= 241 秒)

撮影速度 = 18.5 / 241 = 0.077m²/sec

※最小ひびわれ幅・計測精度

■カメラ名称: SONY α7R II ILCE-7RM2

■被写体距離: 0.35 m ■照度: 1.49~11.7 kLux ■風速: 0.0~2.3 m/s

■気温: 9.1~9.3 °C

■焦点距離: 35 mm ■シャッター速度: 1/25 秒

■絞り: f 10

■ISO値: 200

■フォーカス: オートフォーカス ■画像Pixel数: 7952 × 5304 ■地上画素寸法 : 0.05mm

| | | | |
|--------|------|------|------|
| チャート番号 | A-14 | A-11 | A-8 |
| 方向 | 縦 | 横 | 斜 |
| 真値 | 0.05 | 0.05 | 0.05 |
| 撮影画像 | | | |
| 計測値 | 0.05 | 0.10 | 0.10 |
| チャート番号 | A-10 | A-1 | A-6 |
| 方向 | 縦 | 横 | 斜 |
| 真値 | 0.10 | 0.10 | 0.10 |
| 撮影画像 | | | |
| 計測値 | 0.10 | 0.20 | 0.20 |
| チャート番号 | A-5 | A-7 | A-13 |
| 方向 | 縦 | 横 | 斜 |
| 真値 | 0.20 | 0.20 | 0.20 |
| 撮影画像 | | | |
| 計測値 | 0.20 | 0.05 | 0.05 |
| チャート番号 | A-2 | A-12 | A-4 |
| 方向 | 縦 | 横 | 斜 |
| 真値 | 0.30 | 0.30 | 0.30 |
| 撮影画像 | | | |
| 計測値 | 0.30 | 0.30 | 0.30 |
| チャート番号 | A-15 | A-9 | A-3 |
| 方向 | 縦 | 横 | 斜 |
| 真値 | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| 撮影画像 | | | |
| 計測値 | 1.00 | 1.00 | 1.00 |

| ひびわれ幅 | 計測精度 |
|--------|--------|
| 0.05mm | 0.04mm |
| 0.1mm | 0.08mm |
| 0.2mm | 0.12mm |
| 0.3mm | 0.00mm |
| 1.0mm | 0.00mm |

※色識別性能(カラーチャートK1)

■カメラ名称: SONY α7R II ILCE-7RM2

■被写体距離: 0.35 m ■照度: 3.34~10.0 kLux ■風速: 0.0~0.3 m/s

■気温: 8.9 °C

■焦点距離: 35 mm ■シャッター速度: 1/20 秒

■絞り: f 10 ■ISO値: 200

■フォーカス: オートフォーカス ■画像Pixel数: 7952 × 5304 ■地上画素寸法 : 0.05mm



| | R値 | | | G値 | | | B値 | | |
|-----|-----|------------|------------|-----|------------|------------|-----|------------|------------|
| | 真値 | 計測値 加工前 | 計測値 加工後 | 真値 | 計測値 加工前 | 計測値 加工後 | 真値 | 計測値 加工前 | 計測値 加工後 |
| A-1 | 43 | 24 | 24 | 41 | 34 | 34 | 43 | 43 | 43 |
| A-2 | 80 | 52 | 52 | 80 | 64 | 64 | 78 | 73 | 73 |
| A-3 | 122 | 92 | 92 | 118 | 108 | 108 | 116 | 123 | 123 |
| A-4 | 161 | 134 | 133 | 157 | 151 | 150 | 154 | 169 | 168 |
| A-5 | 202 | 165 | 165 | 198 | 184 | 184 | 195 | 201 | 201 |
| A-6 | 249 | 192 | 192 | 242 | 208 | 208 | 238 | 224 | 224 |
| B-1 | 25 | 0 | 0 | 55 | 59 | 59 | 135 | 150 | 151 |
| B-2 | 57 | 24 | 22 | 146 | 142 | 141 | 64 | 77 | 76 |
| B-3 | 186 | 160 | 159 | 26 | 28 | 27 | 51 | 52 | 51 |
| B-4 | 245 | 212 | 211 | 205 | 187 | 187 | 0 | 42 | 42 |
| B-5 | 192 | 154 | 153 | 75 | 71 | 70 | 145 | 151 | 150 |
| B-6 | 0 | 0 | 1 | 127 | 120 | 119 | 159 | 165 | 165 |
| C-1 | 238 | 208 | 207 | 158 | 146 | 145 | 25 | 47 | 46 |
| C-2 | 157 | 144 | 145 | 188 | 181 | 182 | 54 | 68 | 69 |
| C-3 | 83 | 59 | 59 | 58 | 45 | 45 | 106 | 106 | 106 |
| C-4 | 195 | 174 | 174 | 79 | 63 | 63 | 95 | 96 | 96 |
| C-5 | 58 | 0 | 1 | 88 | 81 | 80 | 159 | 165 | 165 |
| C-6 | 222 | 174 | 174 | 118 | 92 | 92 | 32 | 36 | 36 |
| D-1 | 112 | 74 | 74 | 76 | 46 | 46 | 60 | 42 | 42 |
| D-2 | 197 | 171 | 170 | 145 | 135 | 134 | 125 | 137 | 136 |
| D-3 | 87 | 43 | 43 | 120 | 110 | 110 | 155 | 163 | 163 |
| D-4 | 82 | 41 | 41 | 106 | 75 | 75 | 60 | 40 | 40 |
| D-5 | 126 | 79 | 80 | 125 | 108 | 109 | 174 | 174 | 175 |
| D-6 | 98 | 47 | 48 | 187 | 160 | 160 | 166 | 164 | 164 |

※色識別性能(カラーチャートK2)

■カメラ名称: SONY α7R II ILCE-7RM2

■被写体距離: 0.35 m ■照度: 3.24~10.1 kLux ■風速: 1.0~2.5 m/s

■気温: 8.9 °C

■焦点距離: 35 mm ■シャッター速度: 1/20 秒

■絞り: f 10 ■ISO値: 200

■フォーカス: オートフォーカス ■画像Pixel数: 9504 × 6336 ■地上画素寸法 : 0.05mm



k2: 計測比較

| | R値 | | | G値 | | | B値 | | |
|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| | 真値 | 計測値 | 計測値 | 真値 | 計測値 | 計測値 | 真値 | 計測値 | 計測値 |
| | | 加工前 | 加工後 | | 加工前 | 加工後 | | 加工前 | 加工後 |
| A-1 | 43 | 58 | 57 | 41 | 62 | 61 | 43 | 65 | 64 |
| A-2 | 80 | 94 | 94 | 80 | 96 | 95 | 78 | 97 | 97 |
| A-3 | 122 | 145 | 145 | 118 | 147 | 146 | 116 | 148 | 148 |
| A-4 | 161 | 187 | 187 | 157 | 189 | 189 | 154 | 191 | 191 |
| A-5 | 202 | 215 | 215 | 198 | 216 | 216 | 195 | 220 | 220 |
| A-6 | 249 | 233 | 233 | 242 | 234 | 234 | 238 | 237 | 238 |
| B-1 | 25 | 1 | 0 | 55 | 80 | 78 | 135 | 177 | 176 |
| B-2 | 57 | 88 | 88 | 146 | 181 | 181 | 64 | 90 | 90 |
| B-3 | 186 | 216 | 216 | 26 | 49 | 48 | 51 | 65 | 65 |
| B-4 | 245 | 252 | 251 | 205 | 215 | 215 | 0 | 70 | 70 |
| B-5 | 192 | 207 | 207 | 75 | 92 | 91 | 145 | 172 | 172 |
| B-6 | 0 | 0 | 0 | 127 | 155 | 155 | 159 | 186 | 186 |
| C-1 | 238 | 252 | 252 | 158 | 180 | 180 | 25 | 69 | 69 |
| C-2 | 157 | 198 | 198 | 188 | 213 | 213 | 54 | 73 | 72 |
| C-3 | 83 | 96 | 95 | 58 | 65 | 64 | 106 | 125 | 124 |
| C-4 | 195 | 225 | 225 | 79 | 86 | 86 | 95 | 109 | 109 |
| C-5 | 58 | 38 | 38 | 88 | 102 | 102 | 159 | 186 | 185 |
| C-6 | 222 | 226 | 226 | 118 | 123 | 123 | 32 | 54 | 54 |
| D-1 | 112 | 121 | 121 | 76 | 77 | 77 | 60 | 64 | 64 |
| D-2 | 197 | 222 | 221 | 145 | 174 | 173 | 125 | 161 | 161 |
| D-3 | 87 | 92 | 93 | 120 | 145 | 145 | 155 | 185 | 185 |
| D-4 | 82 | 82 | 82 | 106 | 109 | 109 | 60 | 56 | 56 |
| D-5 | 126 | 131 | 131 | 125 | 142 | 142 | 174 | 196 | 196 |
| D-6 | 98 | 115 | 115 | 187 | 199 | 198 | 166 | 189 | 188 |

| | |
|------|----------|
| 技術番号 | BR010051 |
|------|----------|

| | | | |
|-----|--------------------------------|------|-----------|
| 技術名 | 投影面座標指定によるオルソ画像作成技術(MakeOrtho) | 開発者名 | アジア航測株式会社 |
|-----|--------------------------------|------|-----------|

| | | | | | | | |
|-----|----------------|----|--------|----|--------|----|-------|
| 試験日 | 令和4年 11 月 15 日 | 天候 | 曇り時々小雨 | 気温 | 9.3 °C | 風速 | 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 | 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。

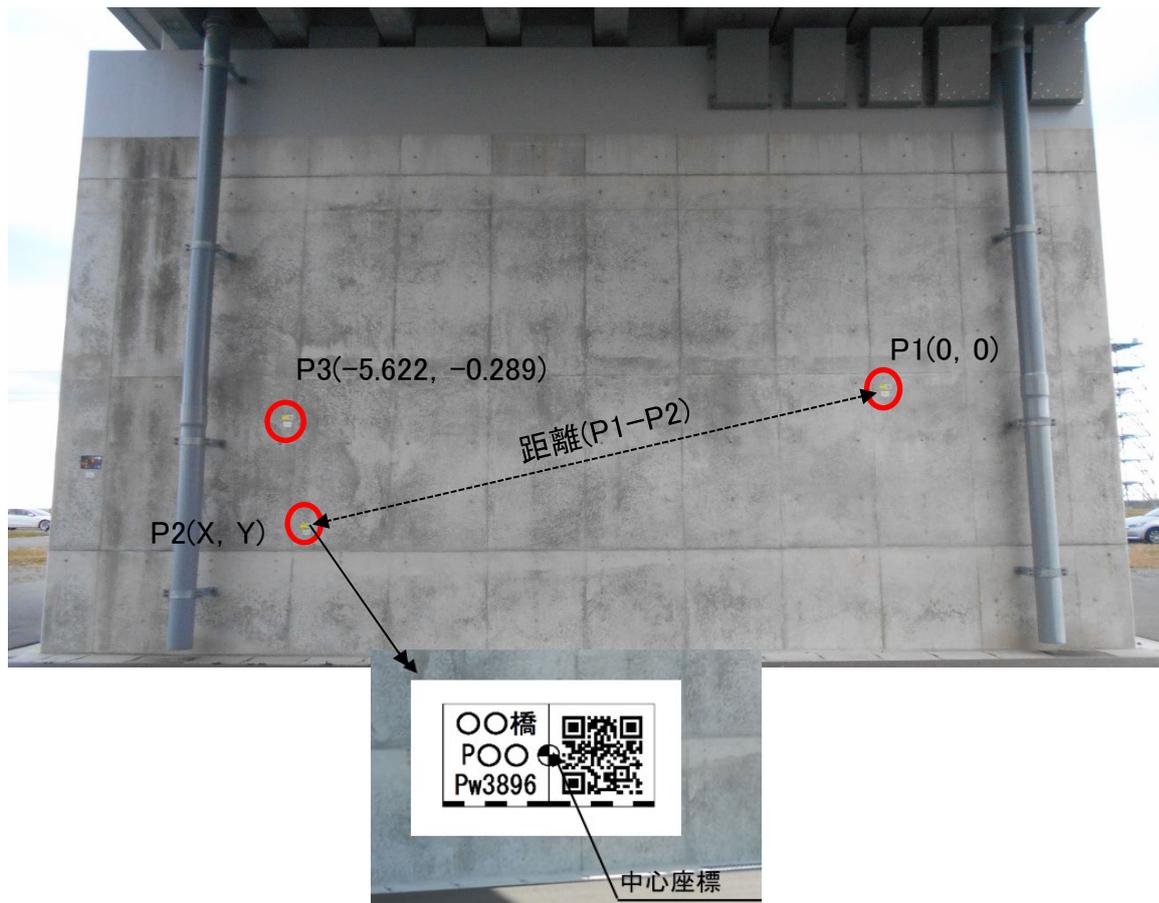


写真-1

- ① 機器の搬入(写真-2:カメラ等)
- ② 機器の搬入(写真-3:三脚等)
- 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。

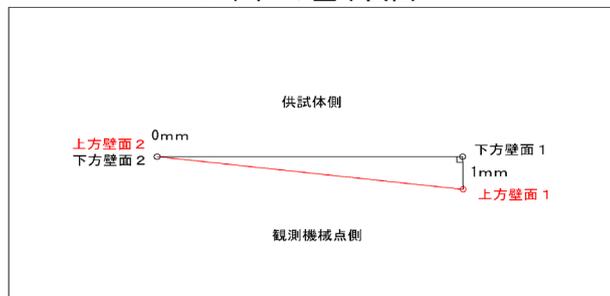
開発者による計測機器の設置状況



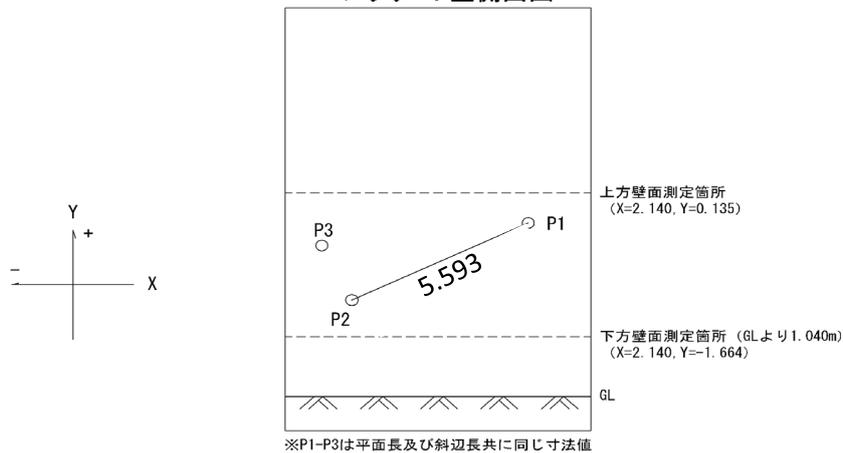
※長さ計測精度/位置精度

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



コンクリート壁側面図



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 | -5.414 | -1.402 | 0.000 |
| P3 | -5.622 | -0.289 | -0.001 |

※長さ計測精度/位置精度

■カメラ名称: SONY α 7R II ILCE-7RM2

■被写体距離: 4.0 m ■照度: 2.46~7.93 kLux ■風速: 0.9~2.7 m/s

■気温: 9.0 °C

■焦点距離: 35 mm ■シャッター速度: 1/20 秒

■絞り: f 10 ■ISO値: 200

■フォーカス: オートフォーカス ■画像Pixel数: 7952 × 5304 ■地上画素寸法 :0.5mm



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 | | | 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 | 0.000 | | | | |
| P2 | -5.414 | -5.423 | 0.009 | -1.402 | -1.403 | 0.001 | 5.593 | 5.601 | 100.14% |
| P3 | -5.622 | -5.622 | | -0.289 | -0.289 | | | | |

| | |
|------|----------|
| 技術番号 | BR010051 |
|------|----------|

| | | | |
|-----|---------------------------------|------|-----------|
| 技術名 | 投影面座標指定によるオルソ画像作成技術 (MakeOrtho) | 開発者名 | アジア航測株式会社 |
|-----|---------------------------------|------|-----------|

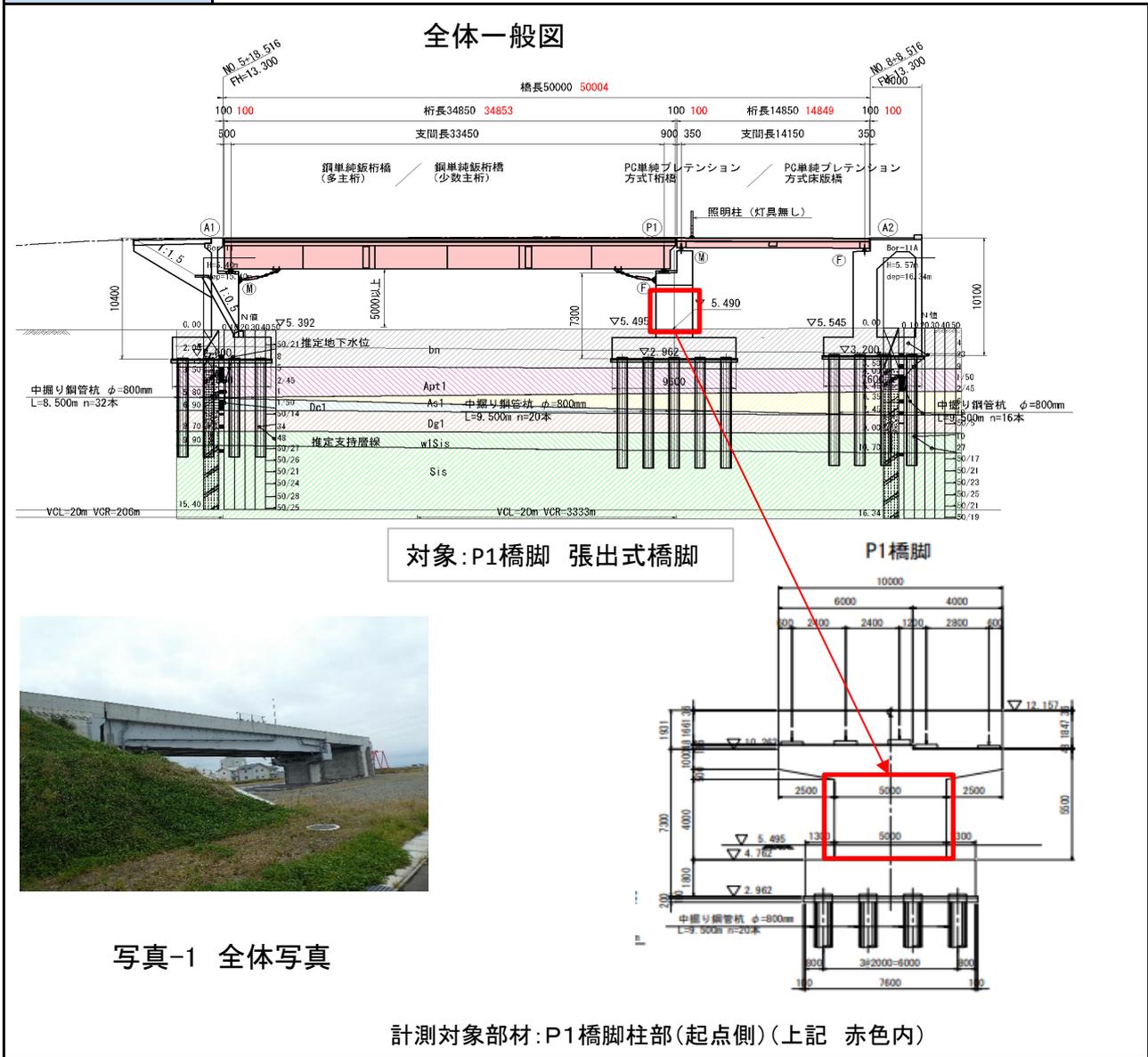
| | | | | | | | |
|-----|--------------|----|--------|----|--------|----|-------|
| 試験日 | 令和4年 11月 15日 | 天候 | 曇り時々小雨 | 気温 | 9.3 °C | 風速 | 1 m/s |
|-----|--------------|----|--------|----|--------|----|-------|

| | |
|------|----------------|
| 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



- ① 機器の搬入(写真-2:カメラ等)
- ② 機器の搬入(写真-3:ポール等)
- ③ 撮影状況:P1橋脚柱部の撮影(写真-4)
- ④ 撮影状況:P1橋脚柱部の撮影(写真-5)
- ⑤ 後日、撮影した画像からオルソ画像、ひびわれ図等を作成する。

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

■カメラ名称: SONY α 7R II ILCE-7RM2

■被写体距離: 4.0 m ■照度: 3.44~11.2 kLux ■風速: 0.4~1.4 m/s

■気温: 9.1 °C

■焦点距離: 35 mm ■シャッター速度: 1/40 秒

■絞り: f 9 ■ISO値: 200

■フォーカス: オートフォーカス ■画像Pixel数: 7952 × 5304 ■地上画素寸法 : 0.5mm

比較対象を得るため、
立会者による計測機器の設置状況



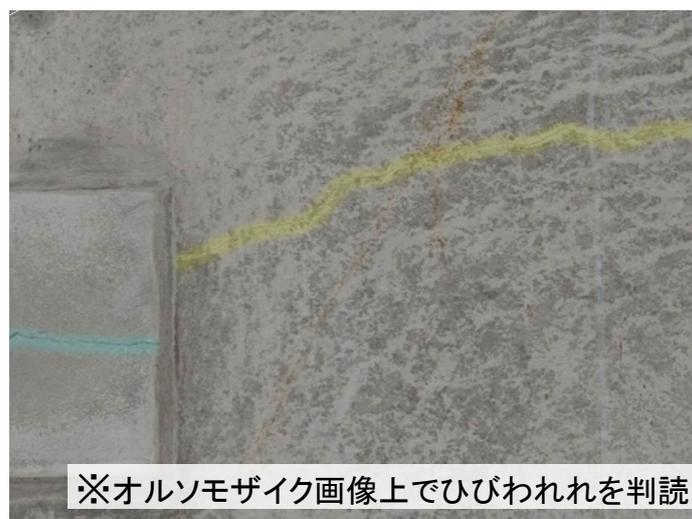
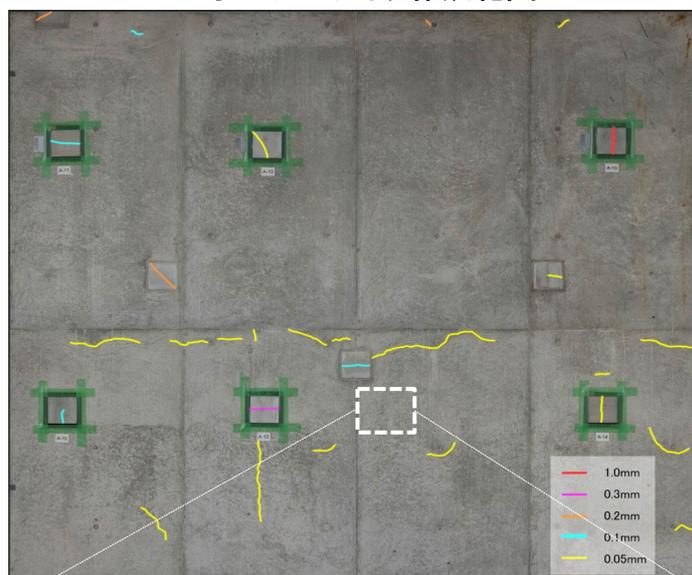
※撮影した画像(P1橋脚柱部(起点側))

※撮影した画像(P1橋脚柱部(起点側))からひびわれを確認する。(写真-6)

※計測結果



オルソモザイク作成範囲



※オルソモザイク画像上でひびわれれを判読

オルソモザイク画像とひびわれ位置

技術番号 BR010052

技術名 AIによるひびわれの自動検出システム

開発者名 富士通株式会社

試験日 令和4年 11月 15日

天候 雨のち曇り

気温 9.8 °C

風速 0.4 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

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、1.00mm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)

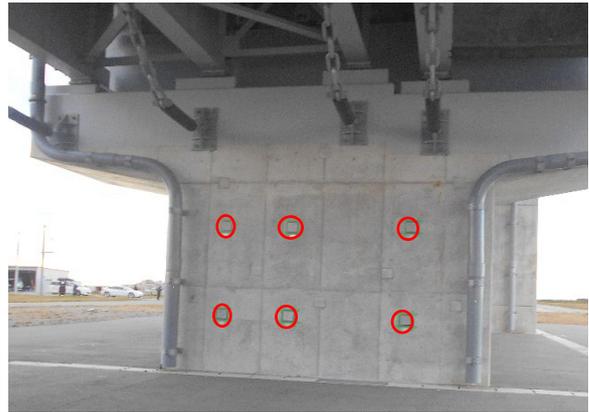


写真-2: P1橋脚 (起点側) (6パネル)

パネル番号(チャート番号)とひびわれ方向(縦、横、斜)

A1橋台(正面配置)(写真-1)

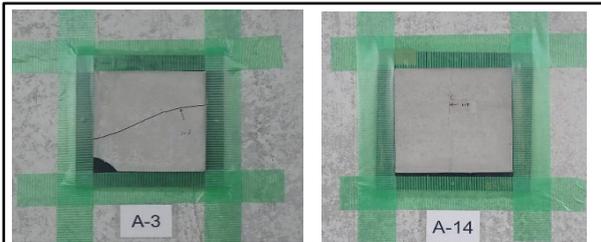
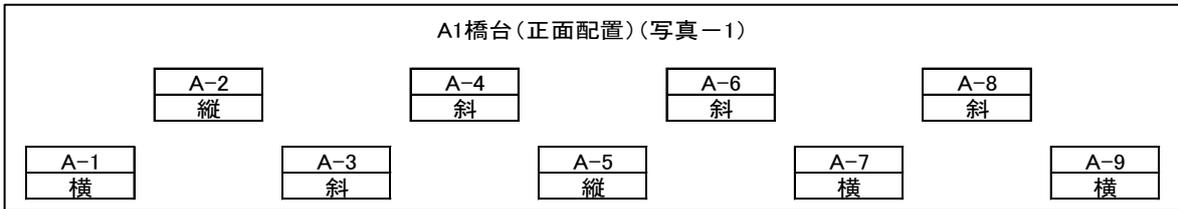
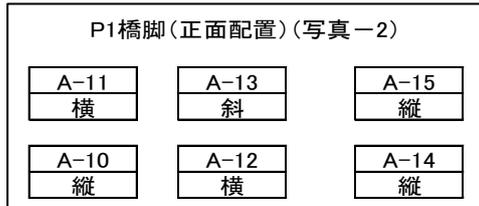


写真-3: パネル(抜粋A-3、A-14)

P1橋脚(正面配置)(写真-2)



- ① 機器の搬入(写真-4:カメラ、三脚等)
- ② 機器の搬入(写真-5:カメラ、三脚等)
- ③ 撮影状況(写真-6:A1橋台配置のひびわれモルタルを撮影、写真-7:P1橋脚配置のひびわれモルタルを撮影)
- ④ 撮影状況(写真-8、-9:カラーチャートの撮影(写真-8:K1)(写真-9:K2))
- 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

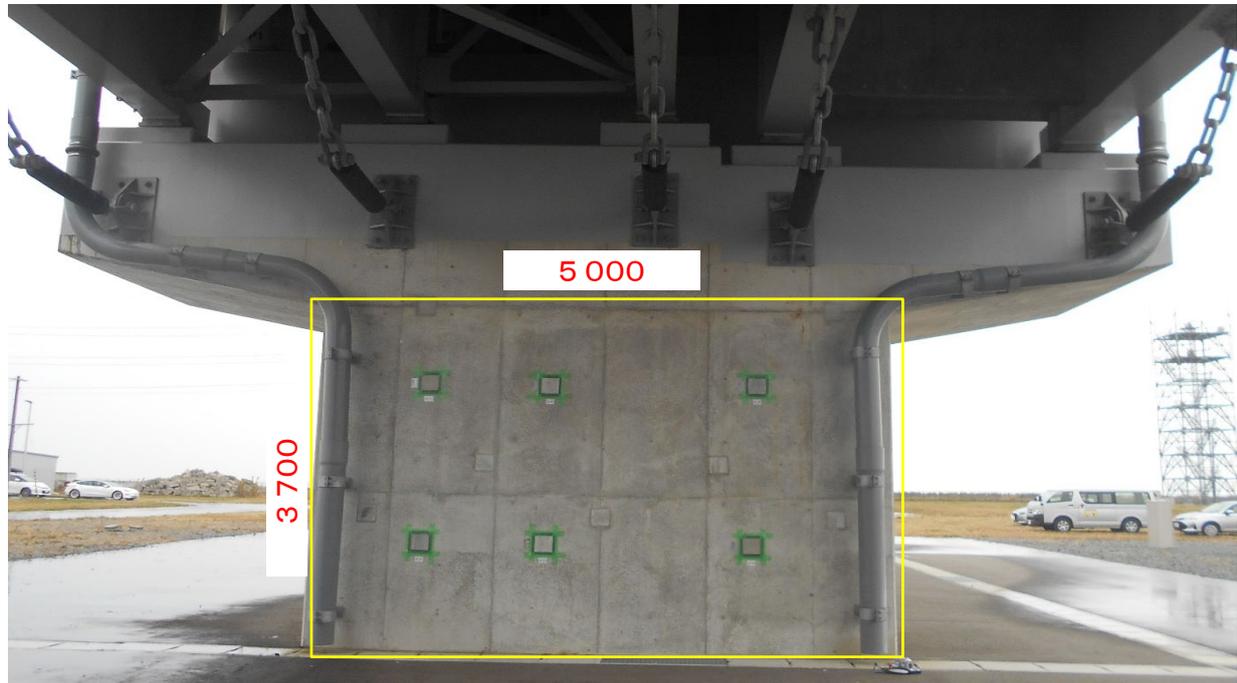


写真-10

撮影範囲(縦3.7m、横5m)(写真-10)を雲台を使用し自動撮影に要した時間(秒)を計測して計測速度を算出する。

$$\text{速度(撮影速度)} = 18.5\text{m}^2 \div \text{所要時間(秒)}$$

※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-14 | A-11 | A-8 |
| 方向 | 縦 | 横 | 斜 |
| 写真 | | | |
| 真値 | 0.05 | 0.05 | 0.05 |
| チャート番号 | A-10 | A-1 | A-6 |
| 方向 | 縦 | 横 | 斜 |
| 写真 | | | |
| 真値 | 0.1 | 0.1 | 0.1 |
| チャート番号 | A-5 | A-7 | A-13 |
| 方向 | 縦 | 横 | 斜 |
| 写真 | | | |
| 真値 | 0.2 | 0.2 | 0.2 |
| チャート番号 | A-2 | A-12 | A-4 |
| 方向 | 縦 | 横 | 斜 |
| 写真 | | | |
| 真値 | 0.3 | 0.3 | 0.3 |
| チャート番号 | A-15 | A-9 | A-3 |
| 方向 | 縦 | 横 | 斜 |
| 写真 | | | |
| 真値 | 1.0 | 1.0 | 1.0 |

※色識別性能

市販の24色のカラーチャート(写真-11)を使用する。
RGB値はカラーチャートの販売業者提供しているRGB値を真値とする。

配置はP1橋脚(K1)(写真-12)とA2橋台(K2)(写真-13)の2箇所

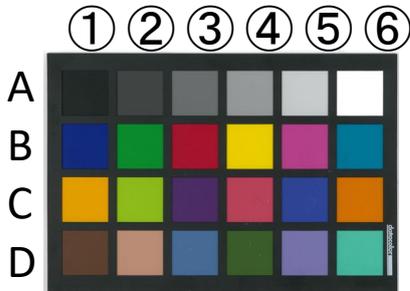


写真-11



写真-12 □:k1



写真-13 □:k2

| | 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 |

※撮影速度

撮影面積: 18.5m²、所要時間: 7分11秒 (=431 秒)撮影速度 = 18.5 / 431 = 0.043m²/sec

※最小ひびわれ幅・計測精度

■カメラ名称: NikonD7200

■被写体距離: 2.5、4.0 m ■照度: 2.94~15.7 kLux ■風速: 0.0~1.6 m/s

■気温: 9.8~9.9 °C

■焦点距離: 105、200、210 mm ■シャッター速度: 1/80、1/100、1/200 秒

■絞り: f 8 ■ISO値: 500、800

■フォーカス: 手動 ■画像Pixel数: 6000 × 4000

| | | | |
|--------|------|------|------|
| チャート番号 | A-14 | A-11 | A-8 |
| 方向 | 縦 | 横 | 斜 |
| 真値 | 0.05 | 0.05 | 0.05 |
| 撮影画像 | | | |
| 計測値 | 0.11 | 0.19 | 0.11 |
| チャート番号 | A-10 | A-1 | A-6 |
| 方向 | 縦 | 横 | 斜 |
| 真値 | 0.10 | 0.10 | 0.10 |
| 撮影画像 | | | |
| 計測値 | 0.27 | 0.14 | 0.12 |
| チャート番号 | A-5 | A-7 | A-13 |
| 方向 | 縦 | 横 | 斜 |
| 真値 | 0.20 | 0.20 | 0.20 |
| 撮影画像 | | | |
| 計測値 | 0.34 | 0.15 | 0.15 |
| チャート番号 | A-2 | A-12 | A-4 |
| 方向 | 縦 | 横 | 斜 |
| 真値 | 0.30 | 0.30 | 0.30 |
| 撮影画像 | | | |
| 計測値 | 0.37 | 0.30 | 0.27 |
| チャート番号 | A-15 | A-9 | A-3 |
| 方向 | 縦 | 横 | 斜 |
| 真値 | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| 撮影画像 | | | |
| 計測値 | 0.90 | 0.90 | 0.91 |

| ひびわれ幅 | 計測精度 |
|--------|--------|
| 0.05mm | 0.09mm |
| 0.1mm | 0.10mm |
| 0.2mm | 0.09mm |
| 0.3mm | 0.04mm |
| 1.0mm | 0.10mm |

※色識別性能

■カメラ名称: NikonD7200

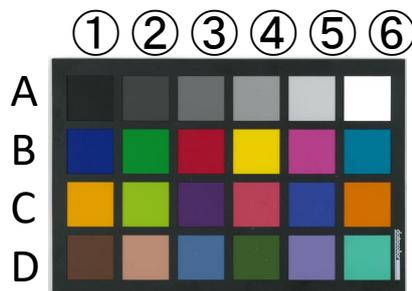
■被写体距離: 2.5 m ■照度: 2.42~10.2 kLux ■風速: 0.0~0.6 m/s

■気温: 9.9 °C

■焦点距離: 105 mm ■シャッター速度: 1/125 秒

■絞り: f 8 ■ISO値: 1000

■フォーカス: 手動 ■画像Pixel数: 6000×4000



立会者撮影



k1:開発者撮影



k2:開発者撮影

k1:計測比較

| | 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 | 27 | 43 | 32 |
| A-2 | 80 | 61 | 80 | 62 | 78 | 67 |
| A-3 | 122 | 120 | 118 | 123 | 116 | 132 |
| A-4 | 161 | 168 | 157 | 171 | 154 | 180 |
| A-5 | 202 | 197 | 198 | 200 | 195 | 209 |
| A-6 | 249 | 230 | 242 | 230 | 238 | 238 |
| B-1 | 25 | 35 | 55 | 27 | 135 | 192 |
| B-2 | 57 | 62 | 146 | 174 | 64 | 62 |
| B-3 | 186 | 208 | 26 | 40 | 51 | 57 |
| B-4 | 245 | 241 | 205 | 204 | 0 | 25 |
| B-5 | 192 | 216 | 75 | 83 | 145 | 176 |
| B-6 | 0 | 42 | 127 | 160 | 159 | 221 |
| C-1 | 238 | 248 | 158 | 164 | 25 | 42 |
| C-2 | 157 | 164 | 188 | 209 | 54 | 64 |
| C-3 | 83 | 75 | 58 | 38 | 106 | 118 |
| C-4 | 195 | 241 | 79 | 81 | 95 | 115 |
| C-5 | 58 | 73 | 88 | 74 | 159 | 226 |
| C-6 | 222 | 15 | 118 | 208 | 32 | 134 |
| D-1 | 112 | 100 | 76 | 56 | 60 | 45 |
| D-2 | 197 | 214 | 145 | 156 | 125 | 144 |
| D-3 | 87 | 83 | 120 | 133 | 155 | 204 |
| D-4 | 82 | 58 | 106 | 96 | 60 | 39 |
| D-5 | 126 | 132 | 125 | 132 | 174 | 222 |
| D-6 | 98 | 112 | 187 | 209 | 166 | 198 |

k2:計測比較

| | R値 | | G値 | | B値 | |
|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| | 真値 | 計測値 | 真値 | 計測値 | 真値 | 計測値 |
| A-1 | 43 | 39 | 41 | 46 | 43 | 56 |
| A-2 | 80 | 81 | 80 | 83 | 78 | 95 |
| A-3 | 122 | 140 | 118 | 146 | 116 | 162 |
| A-4 | 161 | 182 | 157 | 187 | 154 | 206 |
| A-5 | 202 | 213 | 198 | 219 | 195 | 233 |
| A-6 | 249 | 239 | 242 | 244 | 238 | 250 |
| B-1 | 25 | 50 | 55 | 40 | 135 | 235 |
| B-2 | 57 | 80 | 146 | 199 | 64 | 83 |
| B-3 | 186 | 239 | 26 | 62 | 51 | 80 |
| B-4 | 245 | 249 | 205 | 220 | 0 | 58 |
| B-5 | 192 | 237 | 75 | 96 | 145 | 201 |
| B-6 | 0 | 49 | 127 | 173 | 159 | 247 |
| C-1 | 238 | 255 | 158 | 181 | 25 | 60 |
| C-2 | 157 | 174 | 188 | 224 | 54 | 89 |
| C-3 | 83 | 93 | 58 | 54 | 106 | 147 |
| C-4 | 195 | 255 | 79 | 95 | 95 | 135 |
| C-5 | 58 | 96 | 88 | 94 | 159 | 255 |
| C-6 | 222 | 255 | 118 | 133 | 32 | 63 |
| D-1 | 112 | 126 | 76 | 76 | 60 | 69 |
| D-2 | 197 | 230 | 145 | 172 | 125 | 168 |
| D-3 | 87 | 99 | 120 | 154 | 155 | 236 |
| D-4 | 82 | 83 | 106 | 123 | 60 | 63 |
| D-5 | 126 | 155 | 125 | 154 | 174 | 255 |
| D-6 | 98 | 124 | 187 | 220 | 166 | 219 |

| | |
|------|----------|
| 技術番号 | BR010052 |
|------|----------|

| | | | |
|-----|--------------------|------|---------|
| 技術名 | AIによるひびわれの自動検出システム | 開発者名 | 富士通株式会社 |
|-----|--------------------|------|---------|

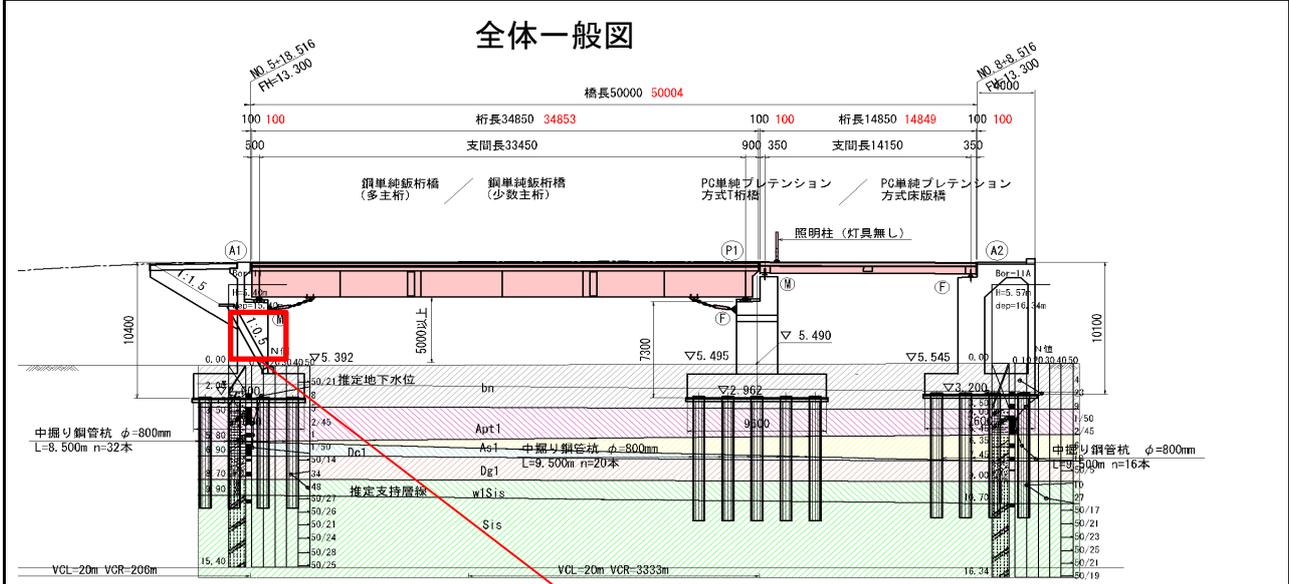
| | | | | | | | |
|-----|--------------|----|-------|----|--------|----|---------|
| 試験日 | 令和4年 11月 15日 | 天候 | 雨のち曇り | 気温 | 9.8 °C | 風速 | 0.4 m/s |
|-----|--------------|----|-------|----|--------|----|---------|

| | | | | | | | |
|------|----------------|--|--|--|--|--|--|
| 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 | 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) |
|-------------------|------------|

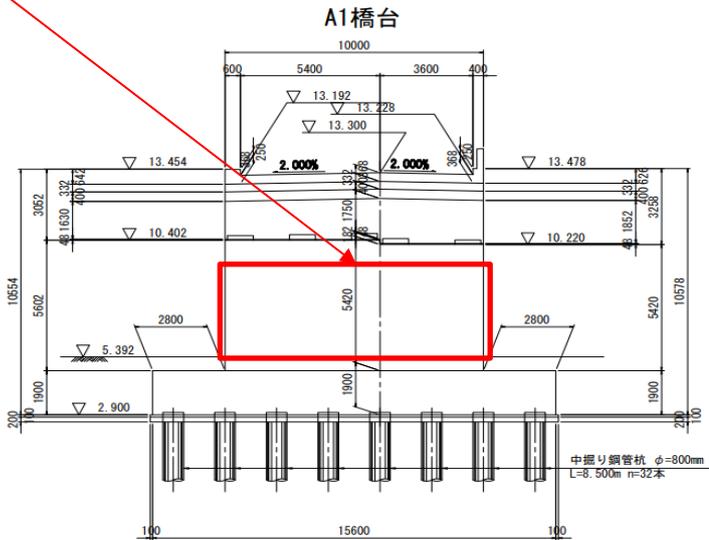
対象構造物の概要



対象:A1橋台 逆T式橋台



写真-1 全体写真



計測対象部材:A1橋台縦壁前面(上記 赤色内)

- ① 機器の搬入(写真-2:カメラ、雲台等)
- ② 機器の搬入(写真-3:雲台、三脚等)
- ③ 撮影状況:A1橋台縦壁前面の撮影(写真-4)
- ④ 撮影状況:A1橋台縦壁前面の撮影(写真-5)
- ⑤ 後日、撮影した画像から、ひびわれ図等を作成する。

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

■カメラ名称: NikonD7200

■被写体距離: 7.0 m ■照度: 3.31~14.0 kLux ■風速: 0.3~1.8 m/s

■気温: 9.8 °C

■焦点距離: 300 mm (全体画像 18 mm) ■シャッター速度: 1/200、1/125 秒

■絞り: f 8 ■ISO値: 500

■フォーカス: 手動 ■画像Pixel数: 6000×4000

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

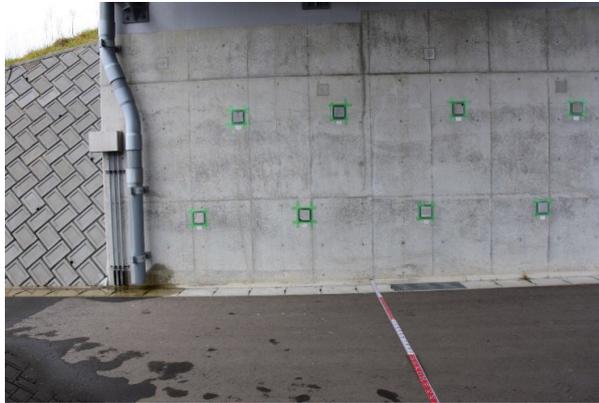
※撮影した画像(A1橋台縦壁前面)

※撮影した画像(A1橋台縦壁前面)からひびわれを確認する。(写真-6)

※計測結果

①全体画像

A1左側

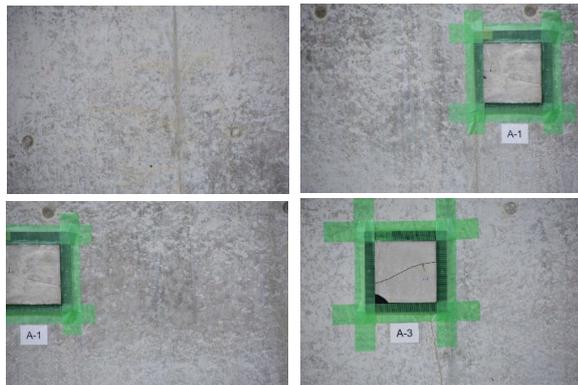


A1右側

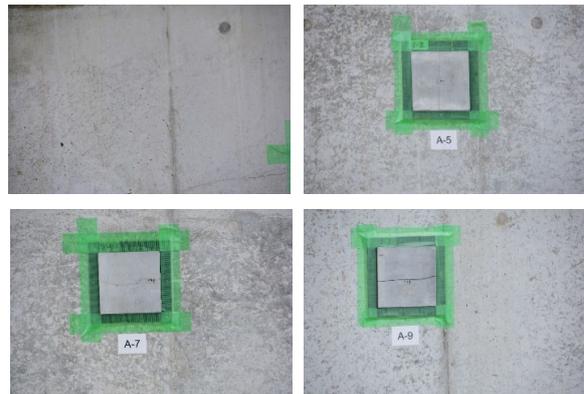


②詳細画像の例

A1左側、抜粋

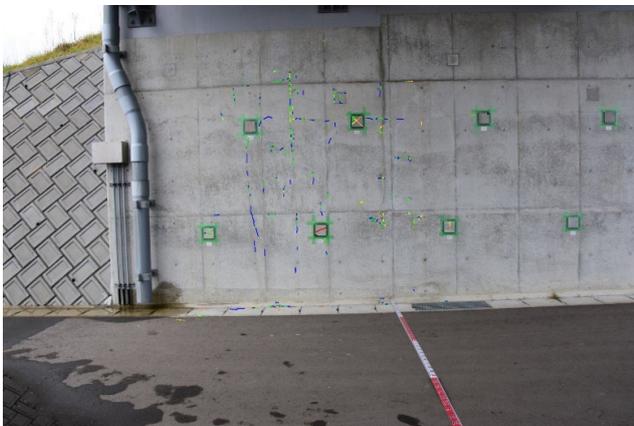


A1右側、抜粋



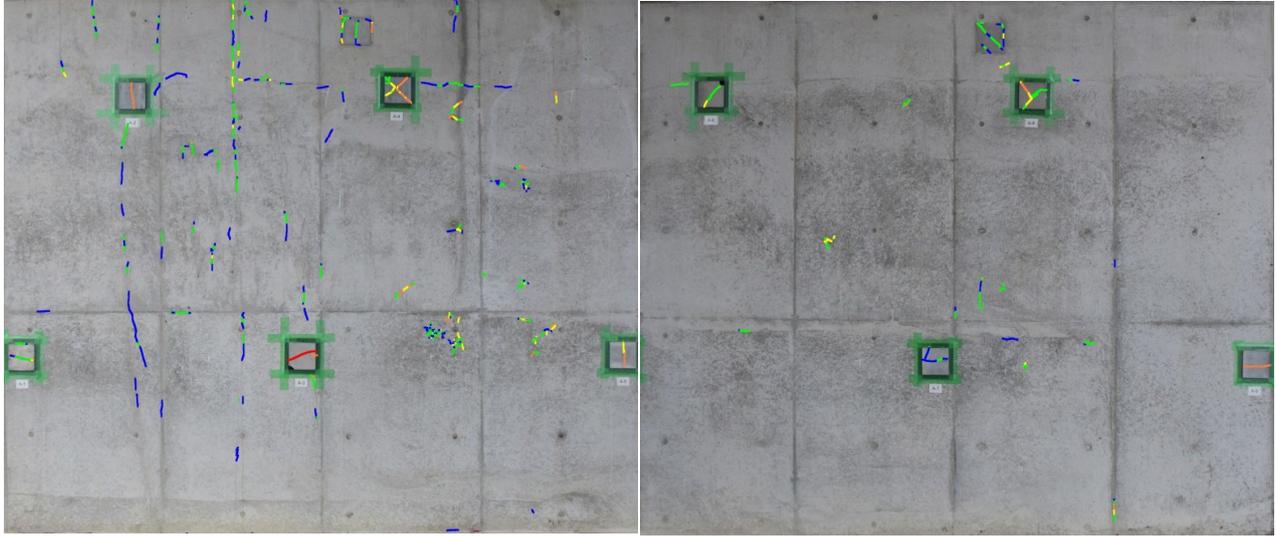
③ひびわれ検出結果画像-全体画像上

| 凡例 | |
|----|------------|
| | 0.05-0.1mm |
| | 0.1-0.2mm |
| | 0.2-0.3mm |
| | 0.3-1.0mm |
| | 1.0mm以上 |



④ひびわれ検出結果画像-補正後詳細画像の例

| 凡例 | |
|----|------------|
| | 0.05-0.1mm |
| | 0.1-0.2mm |
| | 0.2-0.3mm |
| | 0.3-1.0mm |
| | 1.0mm以上 |



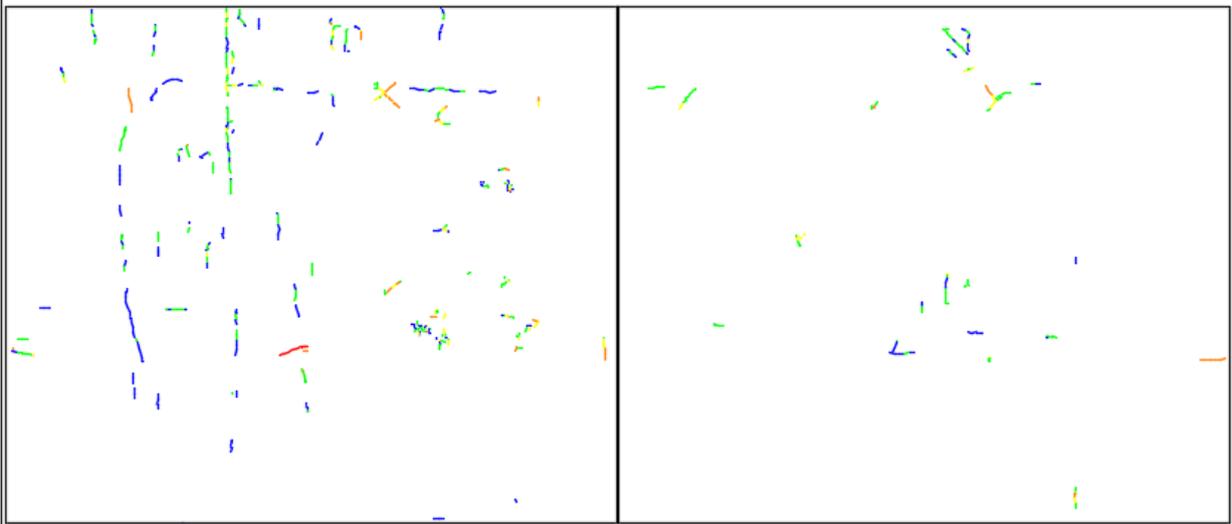
⑤ひびわれ検出結果画像(A1統合)

| 凡例 | |
|----|------------|
| | 0.05-0.1mm |
| | 0.1-0.2mm |
| | 0.2-0.3mm |
| | 0.3-1.0mm |
| | 1.0mm以上 |



⑥ひびわれ図面

| 凡例 | |
|---|------------|
|  | 0.05-0.1mm |
|  | 0.1-0.2mm |
|  | 0.2-0.3mm |
|  | 0.3-1.0mm |
|  | 1.0mm以上 |



| | |
|------|----------|
| 技術番号 | BR010052 |
|------|----------|

| | | | |
|-----|--------------------|------|---------|
| 技術名 | AIによるひびわれの自動検出システム | 開発者名 | 富士通株式会社 |
|-----|--------------------|------|---------|

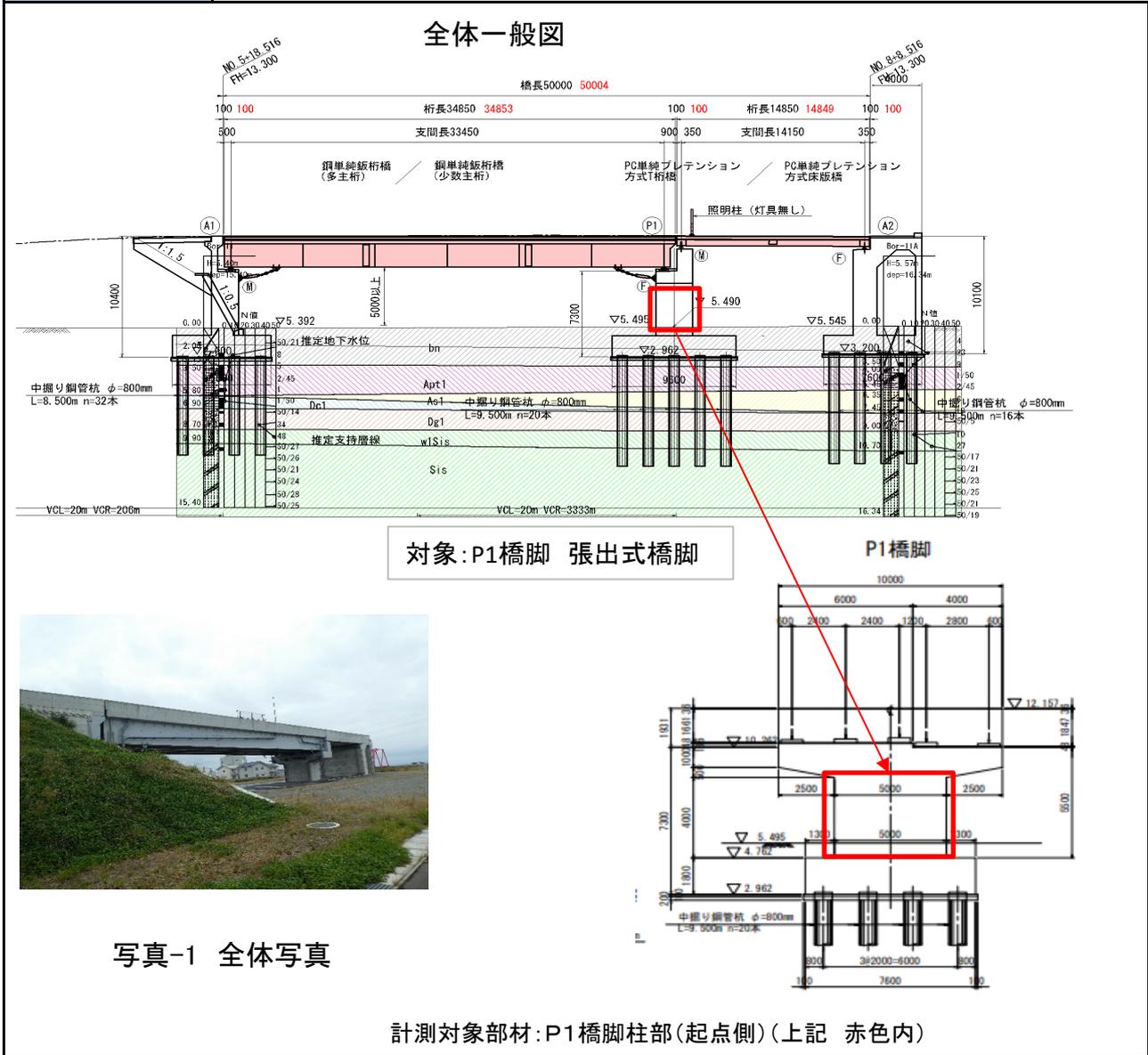
| | | | | | | | |
|-----|--------------|----|-------|----|--------|----|---------|
| 試験日 | 令和4年 11月 15日 | 天候 | 雨のち曇り | 気温 | 9.8 °C | 風速 | 0.4 m/s |
|-----|--------------|----|-------|----|--------|----|---------|

| | | | | | | | |
|------|----------------|--|--|--|--|--|--|
| 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 | 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



- ① 機器の搬入(写真-2:カメラ等)
- ② 機器の搬入(写真-3:雲台、三脚等)
- ③ 撮影状況:P1橋脚柱部の撮影(写真-4)
- ④ 撮影状況:P1橋脚柱部の撮影(写真-5)
- ⑤ 後日、撮影した画像からオルソ画像、ひびわれ図等を作成する。

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

■カメラ名称: NikonD7200

■被写体距離: 7.0 m ■照度: 1.77~6.08 kLux ■風速: 0.0~0.8 m/s

■気温: 9.9 °C

■焦点距離: 300 mm (全体画像 18 mm) ■シャッター速度: 1/125 秒

■絞り: f 8 ■ISO値: 500

■フォーカス: 手動 ■画像Pixel数: 6000 × 4000

比較対象を得るため、
立会者による計測機器の設置状況



※撮影した画像(P1橋脚柱部(起点側))

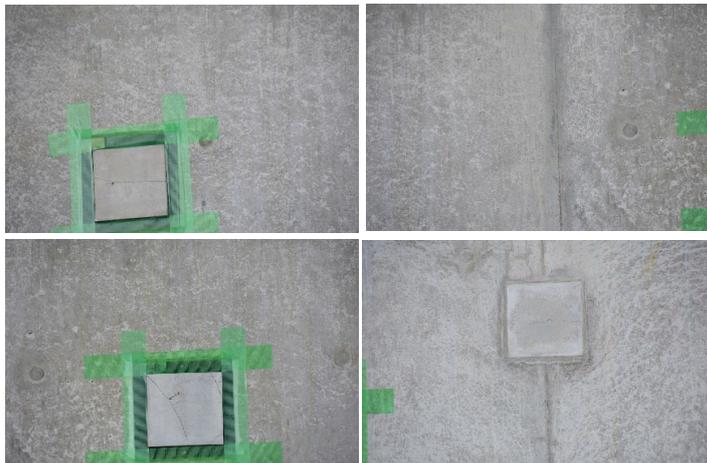
※撮影した画像(P1橋脚柱部(起点側))からひびわれを確認する。(写真-6)

※計測結果

①全体画像



②詳細画像の例(抜粋)



③ひびわれ検出結果画像-全体画像上



| 凡例 | |
|----|------------|
| | 0.05-0.1mm |
| | 0.1-0.2mm |
| | 0.2-0.3mm |
| | 0.3-1.0mm |
| | 1.0mm以上 |

④ひびわれ検出結果画像-補正後詳細画像の例



| 凡例 | |
|----|------------|
| | 0.05-0.1mm |
| | 0.1-0.2mm |
| | 0.2-0.3mm |
| | 0.3-1.0mm |
| | 1.0mm以上 |

⑤ひびわれ図面



| 凡例 | |
|----|------------|
| | 0.05-0.1mm |
| | 0.1-0.2mm |
| | 0.2-0.3mm |
| | 0.3-1.0mm |
| | 1.0mm以上 |

技術番号 BR010053

技術名 狭小空間専用ドローンIBIS(アイビス)を用いた溝橋及び箱桁内部点検技術 開発者名 株式会社Liberaware

試験日 令和5年 1 月 5 日 天候 晴れ 気温 3.8 °C 風速 5.0 m/s

試験場所 福島ロボットテストフィールド(市街地フィールド)

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をコンクリートカルバート内部に配置した。(写真-1)



写真-1:コンクリートカルバート内部(15パネル)

パネル番号(チャート番号)

| | | | | | | | |
|------|------|------|------|-----|-----|-----|-----|
| A-8 | A-9 | A-10 | A-11 | A-1 | A-2 | A-3 | A-4 |
| A-12 | A-13 | A-14 | A-15 | A-5 | A-6 | A-7 | |

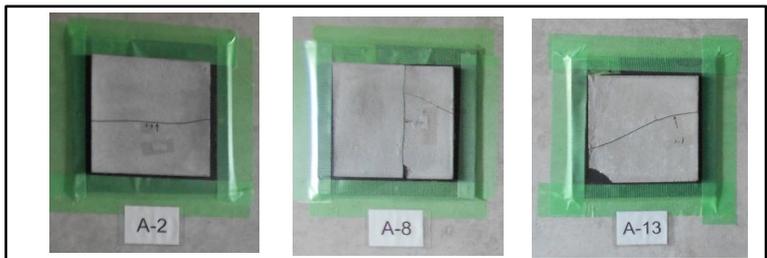
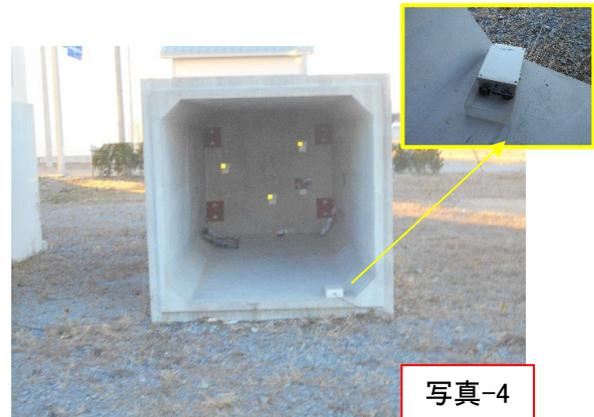


写真-2:パネル(抜粋 A-2、A-8、A-13)

- ① 計測機器の搬入(写真-3:ドローン)
- ② 計測機器の設置(写真-4:アンテナ)(写真-5:ドローン)
- ③ 遠隔地のモニターで映像を確認する。(写真-6)
- ④ 撮影状況(写真-7:ひびわれ模擬版を撮影)
- ⑤ 撮影状況(写真-8:ひびわれ模擬版、カラーチャートを撮影)

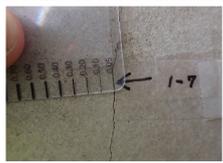
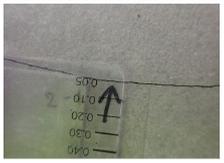
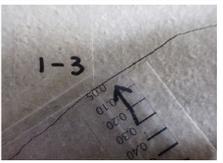
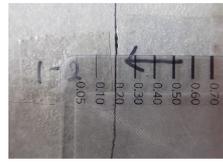
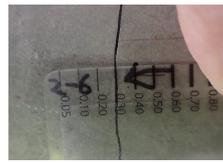
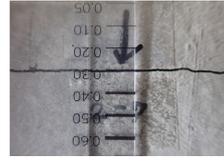
開発者による計測機器の設置状況



※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-9 | A-15 | A-3 |
| 方向 | 縦 | 横 | 斜 |
| 写真 |  |  |  |
| 真値 | 0.05 | 0.05 | 0.05 |
| チャート番号 | A-5 | A-7 | A-4 |
| 方向 | 縦 | 横 | 斜 |
| 写真 |  |  |  |
| 真値 | 0.1 | 0.1 | 0.1 |
| チャート番号 | A-14 | A-12 | A-6 |
| 方向 | 縦 | 横 | 斜 |
| 写真 |  |  |  |
| 真値 | 0.2 | 0.2 | 0.2 |
| チャート番号 | A-10 | A-11 | A-1 |
| 方向 | 縦 | 横 | 斜 |
| 写真 |  |  |  |
| 真値 | 0.3 | 0.3 | 0.3 |
| チャート番号 | A-8 | A-2 | A-13 |
| 方向 | 縦 | 横 | 斜 |
| 写真 |  |  |  |
| 真値 | 1.0 | 1.0 | 1.0 |

※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提供しているRGB値を真値とする。

配置はコンクリートカルバート内部側面(C-1)(写真-11)と正面(C-2)(写真-12)の2箇所

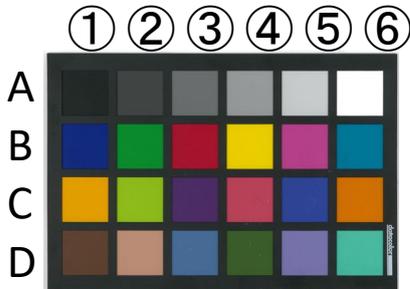


写真-10



写真-11 □:C-1



写真-12 □:C-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 |

※撮影速度

撮影面積: 3.25m^2 、所要時間: 4分57秒 (= 297 秒)

撮影速度 = $3.25 / 297 = 0.011\text{m}^2/\text{sec}$

※最小ひびわれ幅・計測精度

■カメラ名称: LW125G内蔵カメラ

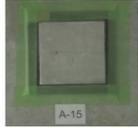
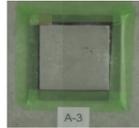
■被写体距離: 0.3~0.5 m ■照度: 0.21~14.2 kLux ■風速: 0.0~0.2 m/s

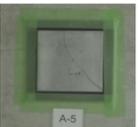
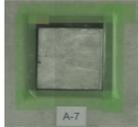
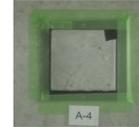
■気温: 3.1 °C

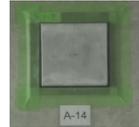
■焦点距離: 2.09 mm ■シャッター速度: Auto

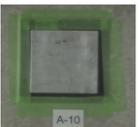
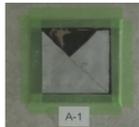
■絞り: f 2.0 ■ISO値: Auto

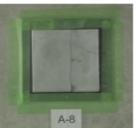
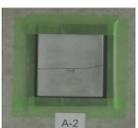
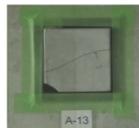
■フォーカス: 固定焦点 ■画像Pixel数: 1920×1080

| チャート番号 | A-9 | A-15 | A-3 |
|--------|--|--|--|
| 方向 | 縦 | 横 | 斜 |
| 真値 | 0.05 | 0.05 | 0.05 |
| 撮影画像 |  |  |  |
| 計測値 | 0.15 | 0.1 | 0.1 |

| チャート番号 | A-5 | A-7 | A-4 |
|--------|---|---|---|
| 方向 | 縦 | 横 | 斜 |
| 真値 | 0.1 | 0.1 | 0.1 |
| 撮影画像 |  |  |  |
| 計測値 | 0.1 | 0.2 | 0.15 |

| チャート番号 | A-14 | A-12 | A-6 |
|--------|---|---|---|
| 方向 | 縦 | 横 | 斜 |
| 真値 | 0.2 | 0.2 | 0.2 |
| ひびわれ幅 | | | |
| 撮影画像 |  |  |  |
| 計測値 | 0.15 | 0.1 | 0.2 |

| チャート番号 | A-10 | A-11 | A-1 |
|--------|---|---|---|
| 方向 | 縦 | 横 | 斜 |
| 真値 | 0.3 | 0.3 | 0.3 |
| 撮影画像 |  |  |  |
| 計測値 | 0.2 | 0.2 | 0.25 |

| チャート番号 | A-8 | A-2 | A-13 |
|--------|---|---|---|
| 方向 | 縦 | 横 | 斜 |
| 真値 | 1.0 | 1.0 | 1.0 |
| 撮影画像 |  |  |  |
| 計測値 | 0.4 | 0.5 | 0.5 |

| ひびわれ幅 | 計測精度 |
|--------|--------|
| 0.05mm | 0.07mm |
| 0.1mm | 0.06mm |
| 0.2mm | 0.06mm |
| 0.3mm | 0.09mm |
| 1.0mm | 0.54mm |

※色識別性能

■カメラ名称: LW125G内蔵カメラ

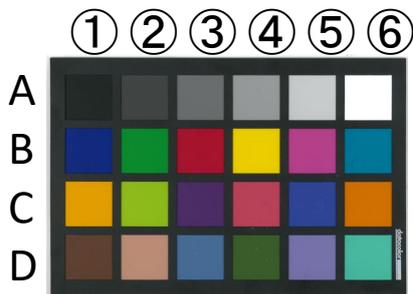
■被写体距離: 0.3~0.5 m ■照度: 0.21~14.2 kLux ■風速: 0.0~0.2 m/s

■気温: 3.1 °C

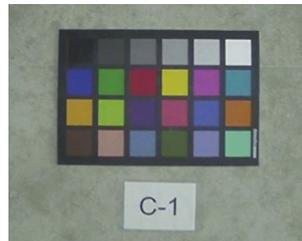
■焦点距離: 2.09 mm ■シャッター速度: Auto

■絞り: f 2.0 ■ISO値: Auto

■フォーカス: 固定焦点 ■画像Pixel数: 1920×1080



立会者撮影

C-1:開発者撮影
(オルソ加工前)C-1:開発者撮影
(オルソ加工後)

C-1:計測比較

| | R値 | | | G値 | | | B値 | | |
|-----|-----|------------|------------|-----|------------|------------|-----|------------|------------|
| | 真値 | 計測値 加工前 | 計測値 加工後 | 真値 | 計測値 加工前 | 計測値 加工後 | 真値 | 計測値 加工前 | 計測値 加工後 |
| A-1 | 43 | 6 | 33 | 41 | 6 | 33 | 43 | 8 | 35 |
| A-2 | 80 | 19 | 37 | 80 | 19 | 37 | 78 | 21 | 37 |
| A-3 | 122 | 42 | 48 | 118 | 42 | 48 | 116 | 44 | 50 |
| A-4 | 161 | 67 | 67 | 157 | 67 | 66 | 154 | 69 | 74 |
| A-5 | 202 | 100 | 103 | 198 | 99 | 102 | 195 | 104 | 108 |
| A-6 | 249 | 129 | 142 | 242 | 128 | 141 | 238 | 133 | 146 |
| B-1 | 25 | 4 | 3 | 55 | 8 | 9 | 135 | 57 | 59 |
| B-2 | 57 | 14 | 20 | 146 | 62 | 62 | 64 | 20 | 24 |
| B-3 | 186 | 94 | 95 | 26 | 7 | 3 | 51 | 16 | 16 |
| B-4 | 245 | 127 | 139 | 205 | 103 | 107 | 0 | 7 | 4 |
| B-5 | 192 | 102 | 103 | 75 | 15 | 17 | 145 | 60 | 62 |
| B-6 | 0 | 1 | 2 | 127 | 49 | 50 | 159 | 72 | 72 |
| C-1 | 238 | 124 | 130 | 158 | 68 | 64 | 25 | 7 | 4 |
| C-2 | 157 | 70 | 67 | 188 | 93 | 69 | 54 | 15 | 16 |
| C-3 | 83 | 37 | 34 | 58 | 6 | 5 | 106 | 37 | 35 |
| C-4 | 195 | 106 | 108 | 79 | 18 | 20 | 95 | 32 | 34 |
| C-5 | 58 | 9 | 8 | 88 | 19 | 23 | 159 | 70 | 66 |
| C-6 | 222 | 115 | 116 | 118 | 43 | 41 | 32 | 5 | 0 |
| D-1 | 112 | 38 | 40 | 76 | 14 | 15 | 60 | 12 | 10 |
| D-2 | 197 | 103 | 101 | 145 | 60 | 58 | 125 | 54 | 51 |
| D-3 | 87 | 19 | 21 | 120 | 40 | 41 | 155 | 71 | 66 |
| D-4 | 82 | 22 | 21 | 106 | 31 | 30 | 60 | 10 | 9 |
| D-5 | 126 | 48 | 46 | 125 | 40 | 40 | 174 | 89 | 88 |
| D-6 | 98 | 27 | 30 | 187 | 97 | 96 | 166 | 86 | 86 |

※色識別性能

■カメラ名称: LW125G内蔵カメラ

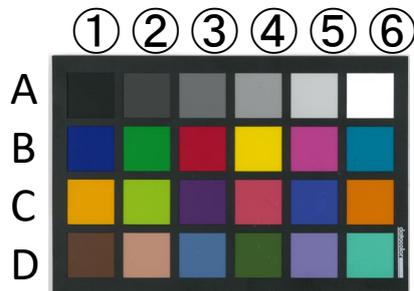
■被写体距離: 0.5~1.0 m ■照度: 0.21~14.2 kLux ■風速: 0.0~0.2 m/s

■気温: 3.1 °C

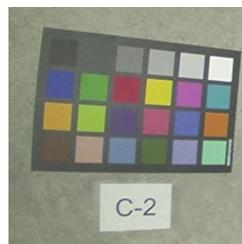
■焦点距離: 2.09 mm ■シャッター速度: Auto

■絞り: f 2.0 ■ISO値: Auto

■フォーカス: 固定焦点 ■画像Pixel数: 1920×1080



立会者撮影

C-2:開発者撮影
(オルソ加工前)C-2:開発者撮影
(オルソ加工後)

C-1:計測比較

| | R値 | | | G値 | | | B値 | | |
|-----|-----|------------|------------|-----|------------|------------|-----|------------|------------|
| | 真値 | 計測値 加工前 | 計測値 加工後 | 真値 | 計測値 加工前 | 計測値 加工後 | 真値 | 計測値 加工前 | 計測値 加工後 |
| A-1 | 43 | 8 | 30 | 41 | 8 | 30 | 43 | 10 | 32 |
| A-2 | 80 | 22 | 39 | 80 | 22 | 39 | 78 | 24 | 39 |
| A-3 | 122 | 48 | 62 | 118 | 48 | 62 | 116 | 50 | 62 |
| A-4 | 161 | 76 | 102 | 157 | 76 | 102 | 154 | 78 | 102 |
| A-5 | 202 | 116 | 139 | 198 | 114 | 135 | 195 | 117 | 134 |
| A-6 | 249 | 143 | 154 | 242 | 141 | 153 | 238 | 144 | 159 |
| B-1 | 25 | 3 | 11 | 55 | 8 | 21 | 135 | 63 | 82 |
| B-2 | 57 | 18 | 32 | 146 | 70 | 93 | 64 | 21 | 34 |
| B-3 | 186 | 112 | 145 | 26 | 8 | 24 | 51 | 19 | 33 |
| B-4 | 245 | 141 | 161 | 205 | 118 | 131 | 0 | 4 | 9 |
| B-5 | 192 | 116 | 139 | 75 | 16 | 28 | 145 | 68 | 79 |
| B-6 | 0 | 1 | 11 | 127 | 56 | 60 | 159 | 86 | 93 |
| C-1 | 238 | 135 | 175 | 158 | 81 | 111 | 25 | 7 | 23 |
| C-2 | 157 | 83 | 117 | 188 | 108 | 144 | 54 | 17 | 29 |
| C-3 | 83 | 44 | 53 | 58 | 6 | 23 | 106 | 45 | 51 |
| C-4 | 195 | 119 | 144 | 79 | 21 | 34 | 95 | 36 | 45 |
| C-5 | 58 | 11 | 15 | 88 | 22 | 30 | 159 | 78 | 87 |
| C-6 | 222 | 126 | 163 | 118 | 49 | 60 | 32 | 5 | 15 |
| D-1 | 112 | 46 | 58 | 76 | 18 | 30 | 60 | 14 | 26 |
| D-2 | 197 | 116 | 156 | 145 | 67 | 96 | 125 | 60 | 72 |
| D-3 | 87 | 22 | 38 | 120 | 45 | 57 | 155 | 77 | 100 |
| D-4 | 82 | 23 | 39 | 106 | 36 | 49 | 60 | 10 | 24 |
| D-5 | 126 | 54 | 60 | 125 | 45 | 51 | 174 | 100 | 116 |
| D-6 | 98 | 41 | 52 | 187 | 110 | 149 | 166 | 105 | 129 |

| | |
|------|----------|
| 技術番号 | BR010053 |
|------|----------|

| | | | |
|-----|--------------------------------------|------|----------------|
| 技術名 | 狭小空間専用ドローンIBIS(アイビス)を用いた溝橋及び箱桁内部点検技術 | 開発者名 | 株式会社Liberaware |
|-----|--------------------------------------|------|----------------|

| | | | | | | | |
|-----|--------------|----|----|----|--------|----|---------|
| 試験日 | 令和5年 1 月 5 日 | 天候 | 晴れ | 気温 | 3.8 °C | 風速 | 5.0 m/s |
|-----|--------------|----|----|----|--------|----|---------|

| | |
|------|--------------------------|
| 試験場所 | 福島ロボットテストフィールド(市街地フィールド) |
|------|--------------------------|

| | | | | | | |
|--------|--------|------|------|------|------|------|
| 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、 進入可能性、可動範囲 |
|-------------------|----------------------------|

対象構造物の概要

※検証試験体

- ・コンクリートカルバート内部正面を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。

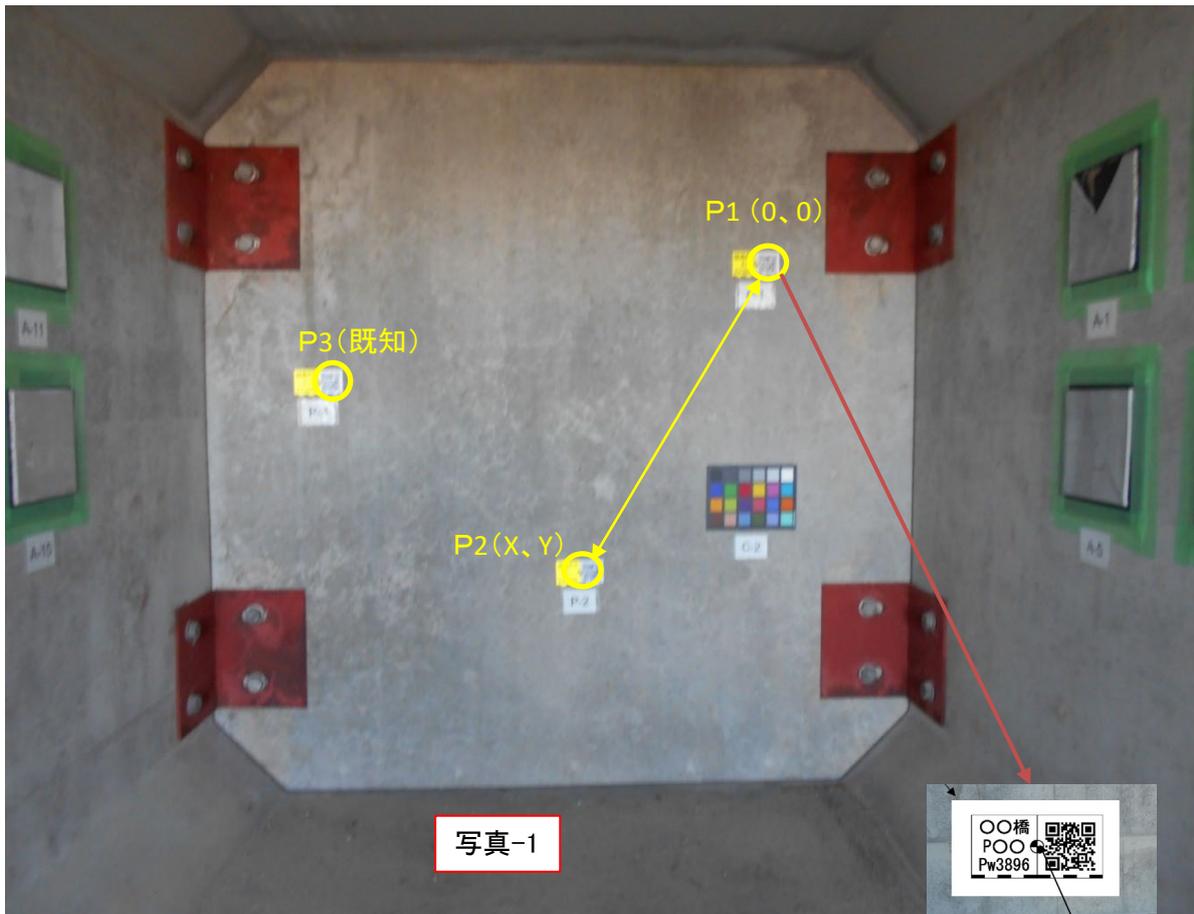
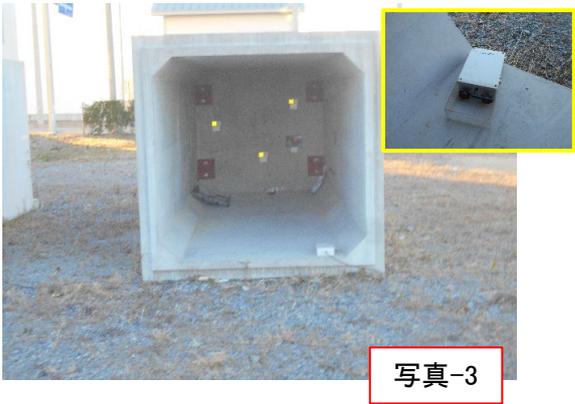
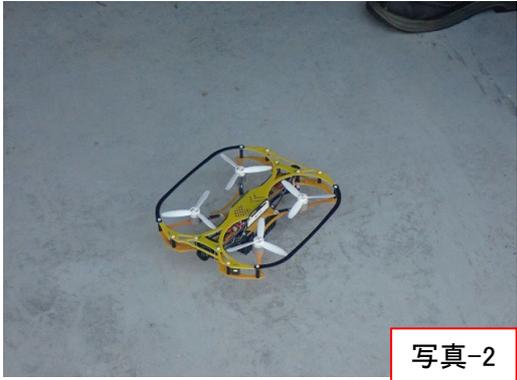


写真-1

| | | |
|-------------------------------------|------|----------|
| 試験方法(手順) | 技術番号 | BR010053 |
| ① 計測機器の搬入(写真-3:ドローン) | | |
| ② 計測機器の設置(写真-4:アンテナ)(写真-5:ドローン) | | |
| ③ 遠隔地のモニターで映像を確認する。(写真-6) | | |
| ④ 撮影状況(写真-7、8:マーカーを撮影) | | |
| ⑤ 後日、撮影画像からマーカーの座標値、P1-P2間の距離を算出する。 | | |

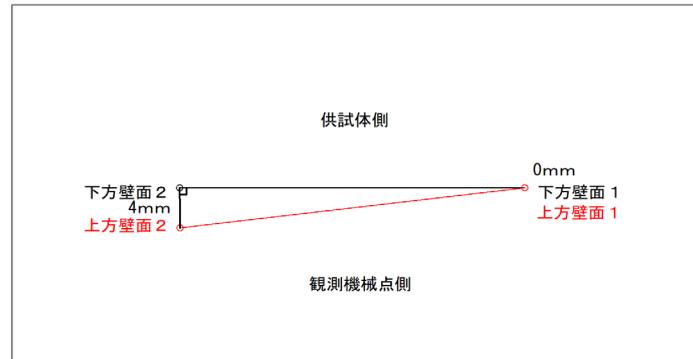
開発者による計測機器の設置状況



※長さ計測精度/位置精度

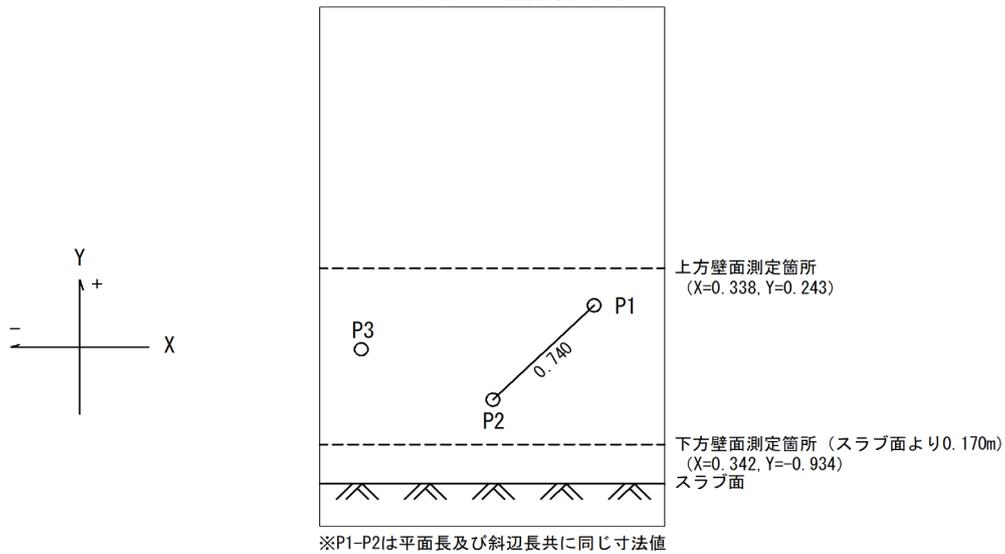
立会者によりP1(0, 0)を基準点とし、P2、P3をトータルステーションにて測量した座標値を真値とする。

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



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 | -0.372 | -0.640 | -0.001 |
| P3 | -0.920 | -0.249 | 0.001 |

※長さ計測精度/位置精度

■カメラ名称: LW125G内蔵カメラ

■被写体距離: 0.5~1.0 m ■照度: 0.21~14.2 kLux ■風速: 0.0~0.2 m/s

■気温: 3.1 °C

■焦点距離: 2.09 mm ■シャッター速度: Auto

■絞り: f 2.0 ■ISO値: Auto

■フォーカス: 固定焦点 ■画像Pixel数: 1920×1080

| コンクリート壁マーカース座標値 | | | | | | | | | |
|-----------------|--------|--------|--------|--------|--------|-------|--------------|-------|--------|
| 点名 | X座標 | | | Y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 | 0.000 | / | / | / | / |
| P2 | -0.372 | -0.370 | -0.002 | -0.640 | -0.641 | 0.001 | 0.740 | 0.740 | 100.0% |
| P3 | -0.920 | -0.920 | / | -0.249 | -0.249 | / | / | / | / |

※可動範囲

飛行距離: 4m

※進入可能性能

1.8×1.8m



| | |
|------|----------|
| 技術番号 | BR010053 |
|------|----------|

| | | | |
|-----|--------------------------------------|------|----------------|
| 技術名 | 狭小空間専用ドローンIBIS(アイビス)を用いた溝橋及び箱桁内部点検技術 | 開発者名 | 株式会社Liberaware |
|-----|--------------------------------------|------|----------------|

| | | | | | | | |
|-----|--------------|----|----|----|--------|----|-------|
| 試験日 | 令和5年 1 月 6 日 | 天候 | 晴れ | 気温 | 6.2 °C | 風速 | - m/s |
|-----|--------------|----|----|----|--------|----|-------|

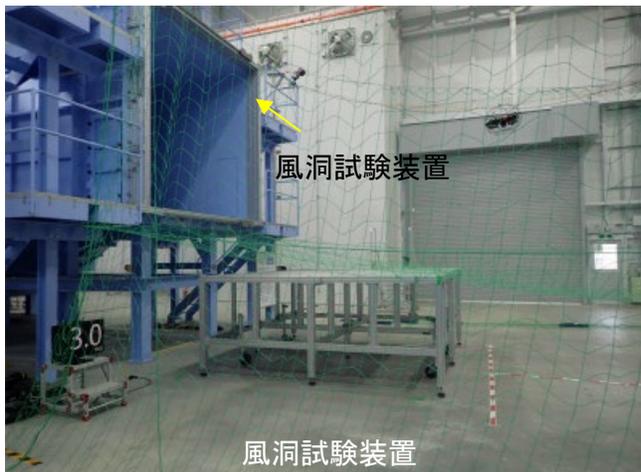
| | |
|------|----------------|
| 試験場所 | 福島ロボットテストフィールド |
|------|----------------|

| | | | | | | |
|--------|--------|------|------|------|------|------|
| カタログ分類 | 画像計測技術 | カタログ | 検出項目 | ひびわれ | 試験区分 | 標準試験 |
|--------|--------|------|------|------|------|------|

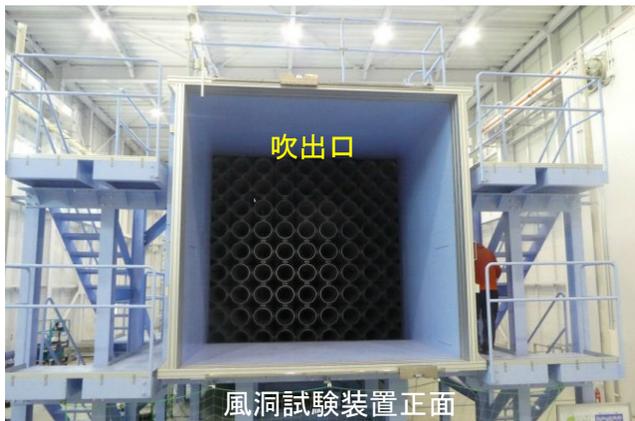
| | |
|-------------------|-----------|
| 試験で確認する カタログ項目 | 安定性能(人工風) |
|-------------------|-----------|

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



風洞試験装置正面

一定の風速(3m/s、5m/s、8m/s)で、突風を発生させる。

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 |

- 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 吹出口の中心にドローンを正面向きにホバリングする。(写真-2)
- ③ ホバリング後、風速3m/sの突風を発生させ、移動量を3Dモーションキャプチャより測定する。(写真-3)(写真-4)
- ④ ②、③について、ドローンを横向きにホバリングし、同様の作業を実施する。
- 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。

開発者による計測機器の設置状況

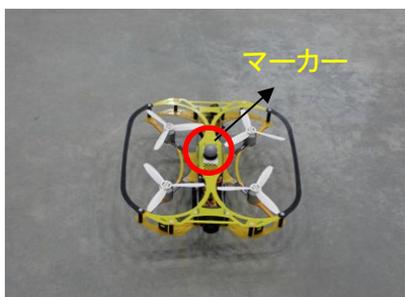


写真-1

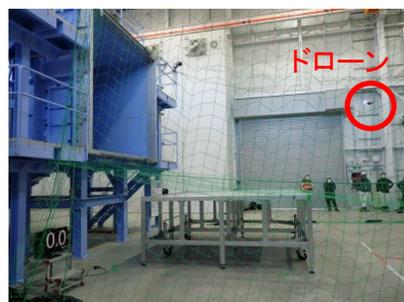


写真-2



写真-3

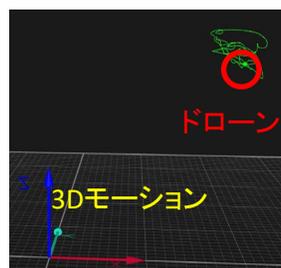


写真-4

比較対象を得るため、
立会者による計測機器の設置状況

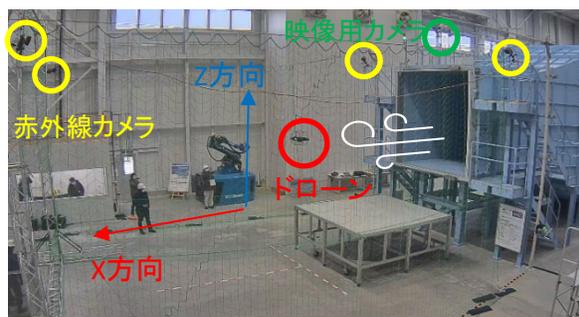


写真-6

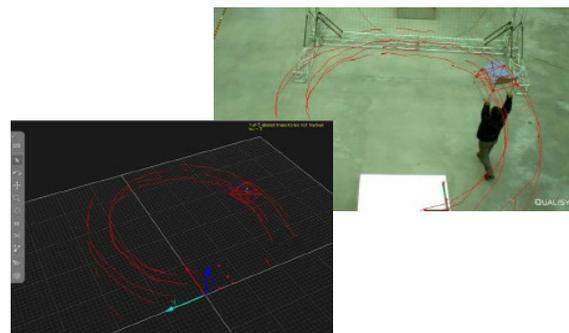


写真-7

※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-6)(写真-7)

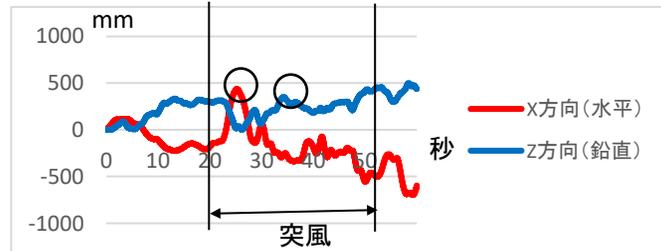
※安定性能

風速:3.0m/s

正面

水平方向 最大移動量 44cm

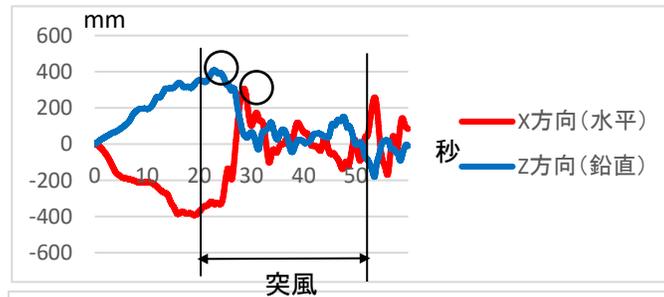
鉛直方向 最大移動量 42cm



側面

水平方向 最大移動量 31cm

鉛直方向 最大移動量 41cm

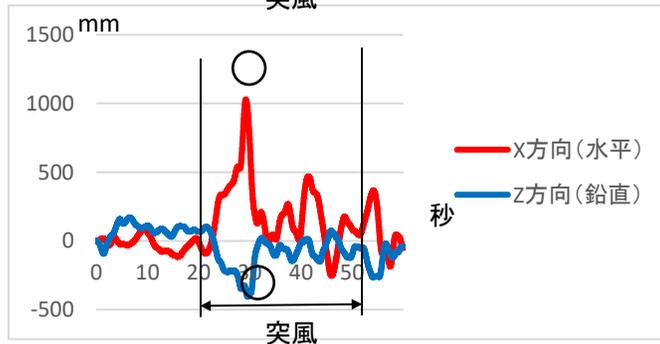


風速:5.0m/s

正面

水平方向 最大移動量 103cm

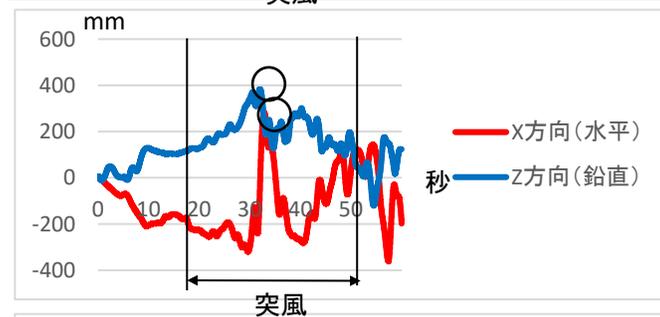
鉛直方向 最大移動量 41cm



側面

水平方向 最大移動量 28cm

鉛直方向 最大移動量 38cm

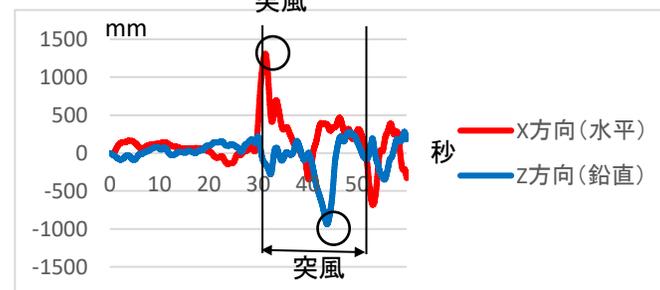


風速:8.0m/s

正面

水平方向 最大移動量 131cm

鉛直方向 最大移動量 938cm



側面

水平方向 3Dモーションキャプチャ範囲外であるため、測定不可

鉛直方向 3Dモーションキャプチャ範囲外であるため、測定不可

技術番号 BR010053

技術名 狭小空間専用ドローンIBIS(アイビス)を用いた溝橋及び箱桁内部点検技術 開発者名 株式会社Liberaware

試験日 令和5年 2月 8日 天候 晴れ 気温 5.3 °C 風速 0.1 m/s

試験場所 某橋梁(関東地方整備局管内)

カタログ分類 画像計測技術 カタログ 検出項目 腐食 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)
可動範囲

対象構造物の概要

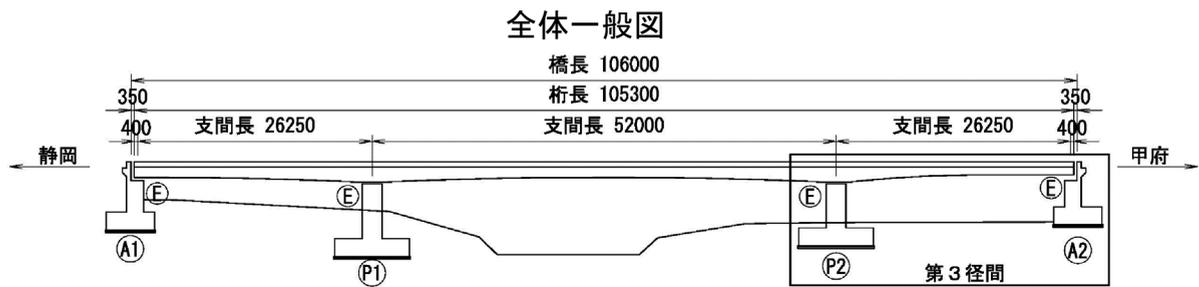
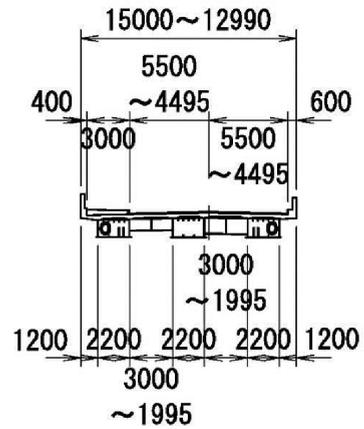


写真-1 全体写真



対象径間: 第3径間

対象部材: G1、G2主桁

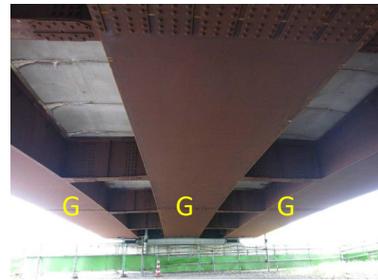


写真-2 3径間連続鋼箱桁橋

- ① 主桁(箱桁)内部に進入するマンホール(人孔)の蓋を開ける。(写真-3)
- ② 主桁(箱桁)内部の状況(空間寸法:高さ400mm、幅1960mm)(写真-4)
- ③ 測定機器の搬入(小型ドローン、モニター、PC等)(写真-5)
- ④ 主桁(箱桁)内部のマンホール近傍にアンテナを設置(有線)(写真-6)
- ⑤ 主桁(箱桁)内部を小型ドローンを飛行させ、モニターで確認しながら撮影する。(写真-7、8)、後日、画像を編集する。

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



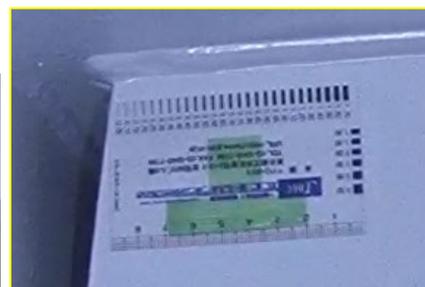
写真-7



写真-8

※計測結果(撮影画像)

①G1桁(箱桁内部)



クラックゲージ



ウエブ



添接版



隔壁部

※添接版の位置で隙間から進入した埃の堆積が見られる。その他の箇所では損傷は見られない。

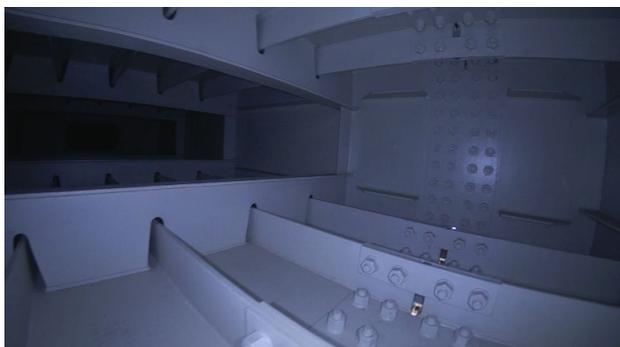
②G2桁(箱桁内部)



A2支点部近傍



A2支点部近傍(マンホール近傍)



隔壁部



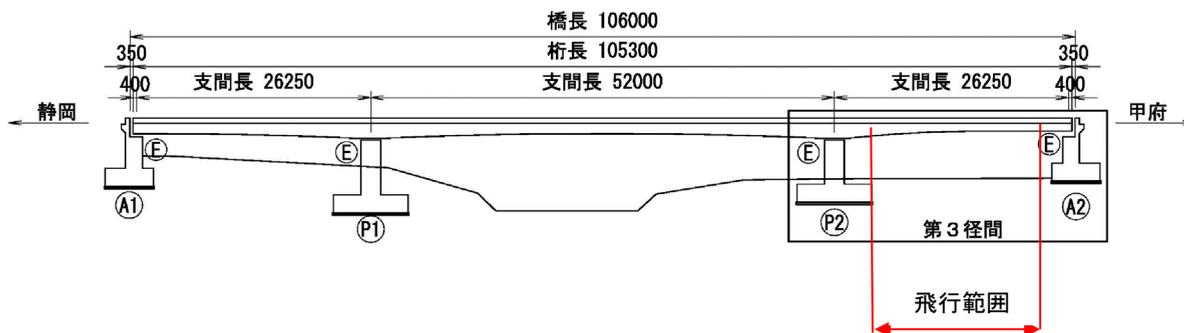
添接版位置



ウエブ

※損傷は見られない。

※飛行距離(可動範囲)



飛行は、箱桁内部をA2支支点より2m、P2橋脚手前4mまでの約20m区間であった。

可動範囲: 20m

技術番号 BR010054

技術名 ひび検 開発者名 中外テクノス株式会社

試験日 令和4年 11月 18日 天候 晴れ 気温 10.2 °C 風速 4.1 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 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、1.00mm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)

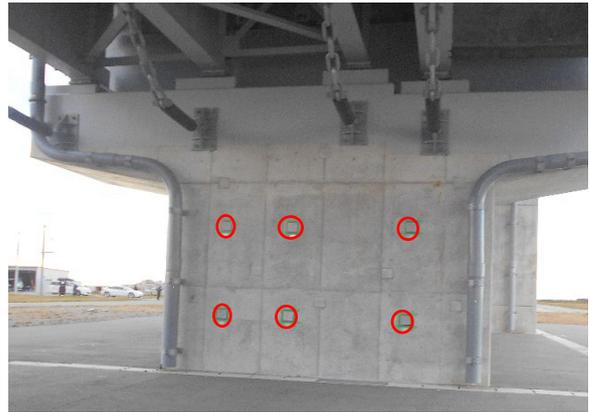


写真-2: P1橋脚 (起点側) (6パネル)

パネル番号(チャート番号)とひびわれ方向(縦、横、斜)

A1橋台(正面配置)(写真-1)

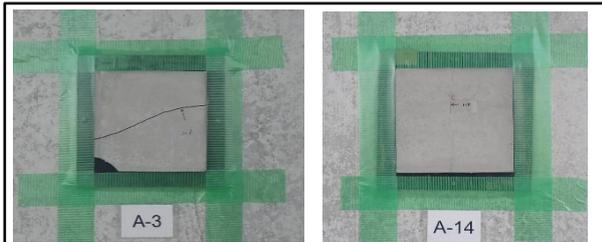
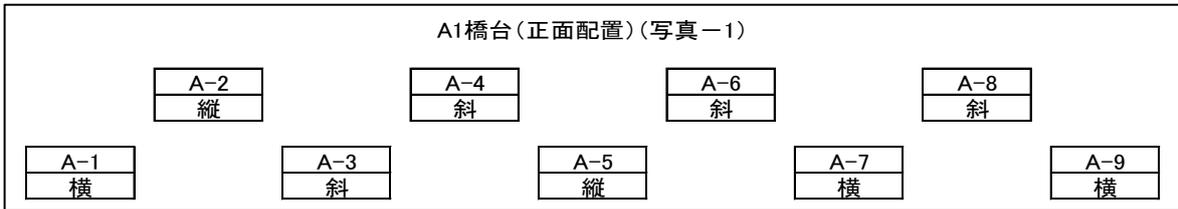
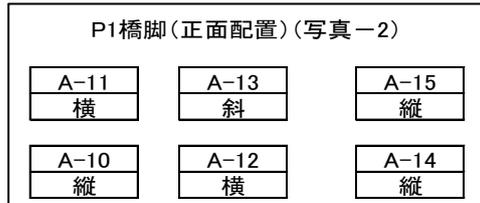


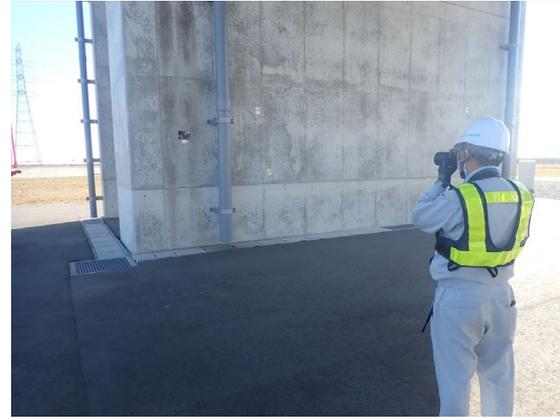
写真-3: パネル(抜粋A-3、A-14)

P1橋脚(正面配置)(写真-2)



| 試験方法(手順) | 技術番号 | BR010054 |
|---|------|----------|
| ① 機器の搬入(写真-4:カメラ) | | |
| ② 機器の搬入(写真-5:カメラ_Nikon D3100) | | |
| ③ 撮影状況(写真-6:A1橋台配置のひびわれモルタルを撮影、写真-7:P1橋脚配置のひびわれモルタルを撮影) | | |
| ④ 撮影状況(写真-8、-9:カラーチャートの撮影(写真-8:K1)(写真-9:K2)) | | |
| 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

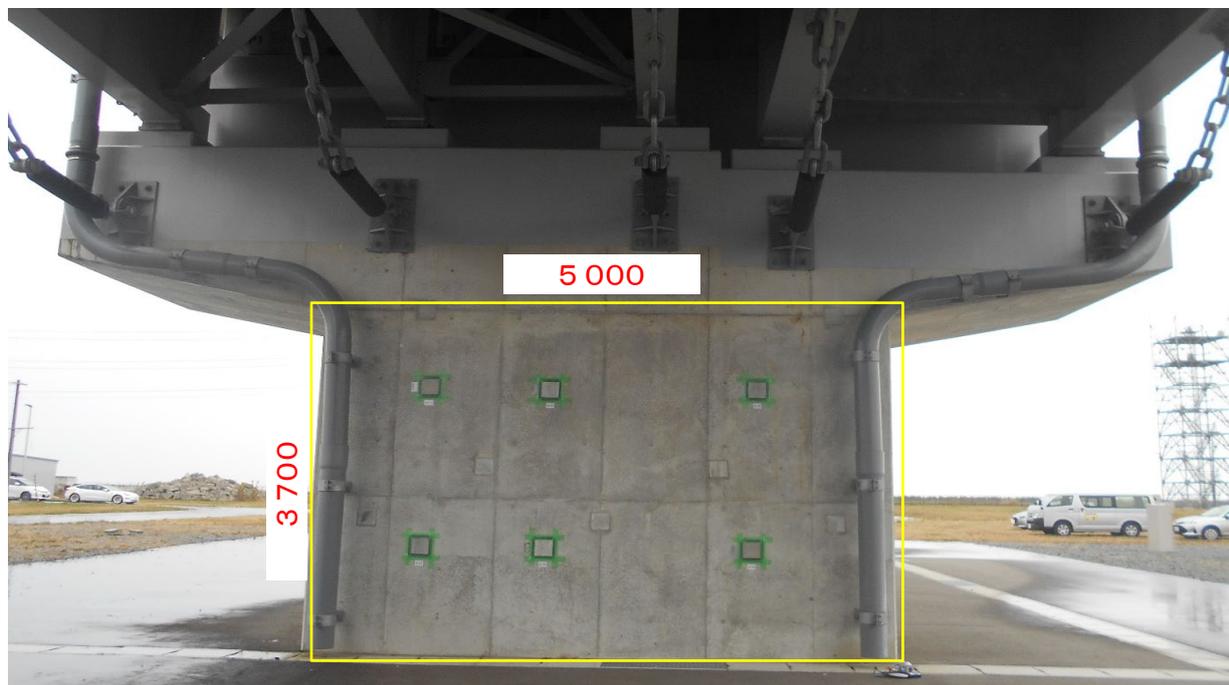


写真-10

撮影範囲(縦3.7m、横5m)(写真-10)を移動しながら撮影に要した時間(秒)を計測して計測速度を算出する。

$$\text{速度(撮影速度)} = 18.5\text{m}^2 \div \text{所要時間(秒)}$$

※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-14 | A-11 | A-8 |
| 方向 | 縦 | 横 | 斜 |
| 写真 | | | |
| 真値 | 0.05 | 0.05 | 0.05 |
| チャート番号 | A-10 | A-1 | A-6 |
| 方向 | 縦 | 横 | 斜 |
| 写真 | | | |
| 真値 | 0.1 | 0.1 | 0.1 |
| チャート番号 | A-5 | A-7 | A-13 |
| 方向 | 縦 | 横 | 斜 |
| 写真 | | | |
| 真値 | 0.2 | 0.2 | 0.2 |
| チャート番号 | A-2 | A-12 | A-4 |
| 方向 | 縦 | 横 | 斜 |
| 写真 | | | |
| 真値 | 0.3 | 0.3 | 0.3 |
| チャート番号 | A-15 | A-9 | A-3 |
| 方向 | 縦 | 横 | 斜 |
| 写真 | | | |
| 真値 | 1.0 | 1.0 | 1.0 |

※色識別性能

市販の24色のカラーチャート(写真-11)を使用する。
RGB値はカラーチャートの販売業者提供しているRGB値を真値とする。

配置はP1橋脚(K1)(写真-12)とA2橋台(K2)(写真-13)の2箇所

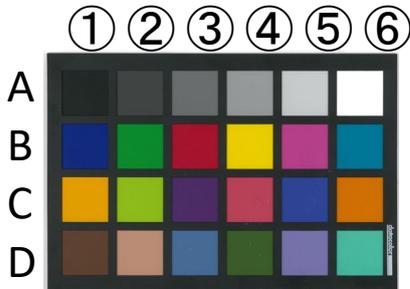


写真-11



写真-12 □:k1



写真-13 □:k2

| | 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 |

※撮影速度

撮影面積: 18.5m²、所要時間: 58 秒撮影速度 = 18.5 / 58 = 0.319m²/sec

※最小ひびわれ幅・計測精度

■カメラ名称: Nikon D3100

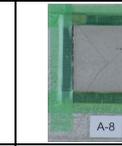
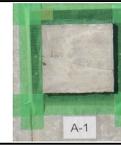
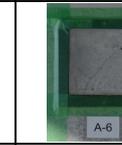
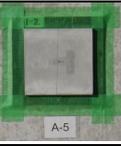
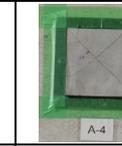
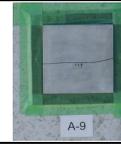
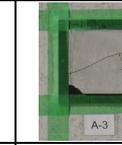
■被写体距離: 5 m ■照度: 13.9~37.7 kLux ■風速: 0.0~4.1 m/s

■気温: 10.2 °C

■焦点距離: 50 mm ■シャッター速度: 1/200 ~ 1/800 秒

■絞り: f 9~f 16 ■ISO値: 400

■Pモード ■画像Pixel数: 4608 × 3072 ■画像解像度: 0.5mm/Pixel

| | | | |
|--------|---|---|---|
| チャート番号 | A-14 | A-11 | A-8 |
| 方向 | 縦 | 横 | 斜 |
| 真値 | 0.05 | 0.05 | 0.05 |
| 撮影画像 |  |  |  |
| 計測値 | 0.16 | 0.32 | 0.37 |
| チャート番号 | A-10 | A-1 | A-6 |
| 方向 | 縦 | 横 | 斜 |
| 真値 | 0.10 | 0.10 | 0.10 |
| 撮影画像 |  |  |  |
| 計測値 | 0.40 | 0.10 | 0.33 |
| チャート番号 | A-5 | A-7 | A-13 |
| 方向 | 縦 | 横 | 斜 |
| 真値 | 0.20 | 0.20 | 0.20 |
| 撮影画像 |  |  |  |
| 計測値 | 0.50 | 0.15 | 0.20 |
| チャート番号 | A-2 | A-12 | A-4 |
| 方向 | 縦 | 横 | 斜 |
| 真値 | 0.30 | 0.30 | 0.30 |
| 撮影画像 |  |  |  |
| 計測値 | 0.66 | 0.30 | 0.32 |
| チャート番号 | A-15 | A-9 | A-3 |
| 方向 | 縦 | 横 | 斜 |
| 真値 | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| 撮影画像 |  |  |  |
| 計測値 | 1.68 | 2.21 | 1.51 |

| ひびわれ幅 | 計測精度 |
|--------|--------|
| 0.05mm | 0.25mm |
| 0.1mm | 0.22mm |
| 0.2mm | 0.18mm |
| 0.3mm | 0.21mm |
| 1.0mm | 0.85mm |

※色識別性能(カラーチャートK1)

■カメラ名称: Nikon D3100

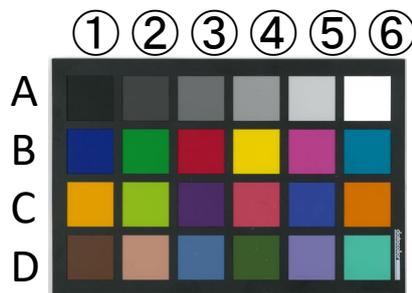
■被写体距離: 5 m ■照度: 8.50~74.7 kLux ■風速: 0.0~4.2 m/s

■気温: 10.2 °C

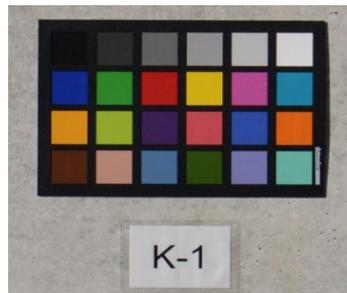
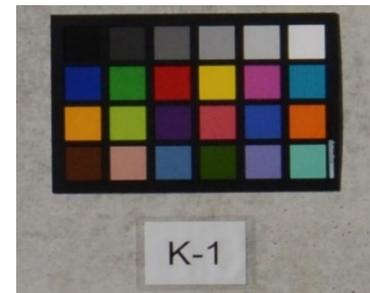
■焦点距離: 105 mm ■シャッター速度: 1/400、1/1600 秒

■絞り: f 5.6、f 10 ■ISO値: 400

■Pモード ■画像Pixel数: 4608×3072 ■画像解像度: 0.24mm/Pixel



立会者撮影

k1: 開発者撮影
(オルソ加工前)k1: 開発者撮影
(オルソ加工後)

k1: 計測比較

| | R値 | | | G値 | | | B値 | | |
|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| | 真値 | 計測値 | 計測値 | 真値 | 計測値 | 計測値 | 真値 | 計測値 | 計測値 |
| | | 加工前 | 加工後 | | 加工前 | 加工後 | | 加工前 | 加工後 |
| A-1 | 43 | 16 | 13 | 41 | 16 | 13 | 43 | 16 | 15 |
| A-2 | 80 | 45 | 37 | 80 | 43 | 35 | 78 | 44 | 36 |
| A-3 | 122 | 98 | 82 | 118 | 98 | 81 | 116 | 96 | 79 |
| A-4 | 161 | 144 | 124 | 157 | 142 | 124 | 154 | 143 | 124 |
| A-5 | 202 | 176 | 160 | 198 | 176 | 160 | 195 | 176 | 160 |
| A-6 | 249 | 207 | 192 | 242 | 207 | 190 | 238 | 207 | 191 |
| B-1 | 25 | 18 | 14 | 55 | 41 | 35 | 135 | 137 | 116 |
| B-2 | 57 | 48 | 37 | 146 | 133 | 112 | 64 | 42 | 29 |
| B-3 | 186 | 170 | 150 | 26 | 28 | 20 | 51 | 26 | 18 |
| B-4 | 245 | 207 | 192 | 205 | 173 | 160 | 0 | 22 | 17 |
| B-5 | 192 | 178 | 156 | 75 | 73 | 60 | 145 | 140 | 123 |
| B-6 | 0 | 34 | 18 | 127 | 127 | 107 | 159 | 161 | 139 |
| C-1 | 238 | 211 | 194 | 158 | 136 | 122 | 25 | 21 | 14 |
| C-2 | 157 | 146 | 134 | 188 | 168 | 151 | 54 | 44 | 37 |
| C-3 | 83 | 61 | 51 | 58 | 34 | 25 | 106 | 87 | 72 |
| C-4 | 195 | 189 | 166 | 79 | 72 | 57 | 95 | 81 | 63 |
| C-5 | 58 | 47 | 37 | 88 | 74 | 60 | 159 | 161 | 140 |
| C-6 | 222 | 217 | 193 | 118 | 96 | 81 | 32 | 23 | 9 |
| D-1 | 112 | 81 | 68 | 76 | 36 | 28 | 60 | 17 | 16 |
| D-2 | 197 | 180 | 161 | 145 | 131 | 115 | 125 | 116 | 99 |
| D-3 | 87 | 71 | 54 | 120 | 104 | 86 | 155 | 145 | 124 |
| D-4 | 82 | 45 | 37 | 106 | 70 | 57 | 60 | 13 | 6 |
| D-5 | 126 | 113 | 95 | 125 | 113 | 95 | 174 | 165 | 145 |
| D-6 | 98 | 101 | 86 | 187 | 172 | 152 | 166 | 158 | 138 |

※色識別性能(カラーチャートK2)

■カメラ名称: Nikon D3100

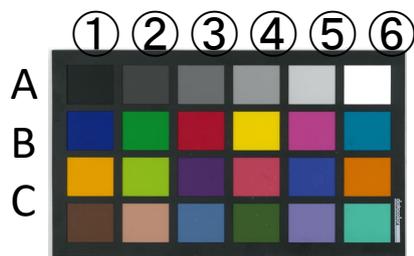
■被写体距離: 5 m ■照度: 8.45~74.7 kLux ■風速: 0.0~4.2 m/s

■気温: 10.2 °C

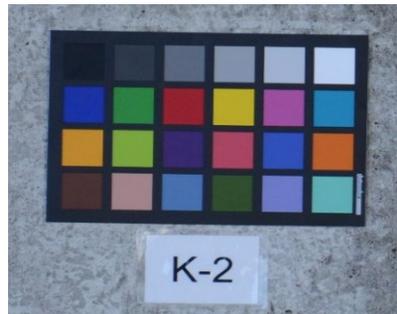
■焦点距離: 105 mm ■シャッター速度: 1/400、1/1600 秒

■絞り: f 5.6、f 10 ■ISO値: 400

■Pモード ■画像Pixel数: 4608 × 3072 ■画像解像度: 0.24mm/Pixel



立会者撮影

k2: 開発者撮影
(オルソ加工前)k2: 開発者撮影
(オルソ加工後)

k2: 計測比較

| | R値 | | | G値 | | | B値 | | |
|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| | 真値 | 計測値 | 計測値 | 真値 | 計測値 | 計測値 | 真値 | 計測値 | 計測値 |
| | | 加工前 | 加工後 | | 加工前 | 加工後 | | 加工前 | 加工後 |
| A-1 | 43 | 23 | 27 | 41 | 32 | 39 | 43 | 47 | 61 |
| A-2 | 80 | 46 | 52 | 80 | 57 | 67 | 78 | 77 | 88 |
| A-3 | 122 | 93 | 104 | 118 | 105 | 115 | 116 | 129 | 143 |
| A-4 | 161 | 129 | 140 | 157 | 146 | 157 | 154 | 172 | 187 |
| A-5 | 202 | 158 | 165 | 198 | 177 | 185 | 195 | 207 | 222 |
| A-6 | 249 | 183 | 196 | 242 | 206 | 214 | 238 | 240 | 250 |
| B-1 | 25 | 27 | 35 | 55 | 52 | 60 | 135 | 168 | 186 |
| B-2 | 57 | 46 | 56 | 146 | 130 | 142 | 64 | 70 | 81 |
| B-3 | 186 | 152 | 162 | 26 | 36 | 44 | 51 | 49 | 60 |
| B-4 | 245 | 186 | 195 | 205 | 171 | 178 | 0 | 42 | 46 |
| B-5 | 192 | 158 | 168 | 75 | 79 | 88 | 145 | 160 | 173 |
| B-6 | 0 | 32 | 51 | 127 | 127 | 144 | 159 | 181 | 203 |
| C-1 | 238 | 190 | 201 | 158 | 136 | 146 | 25 | 48 | 55 |
| C-2 | 157 | 122 | 132 | 188 | 167 | 178 | 54 | 66 | 70 |
| C-3 | 83 | 57 | 62 | 58 | 44 | 50 | 106 | 114 | 126 |
| C-4 | 195 | 170 | 182 | 79 | 71 | 79 | 95 | 100 | 109 |
| C-5 | 58 | 49 | 59 | 88 | 82 | 89 | 159 | 187 | 201 |
| C-6 | 222 | 187 | 199 | 118 | 97 | 105 | 32 | 45 | 54 |
| D-1 | 112 | 71 | 86 | 76 | 49 | 59 | 60 | 51 | 64 |
| D-2 | 197 | 162 | 173 | 145 | 135 | 143 | 125 | 144 | 151 |
| D-3 | 87 | 74 | 81 | 120 | 115 | 126 | 155 | 179 | 194 |
| D-4 | 82 | 48 | 54 | 106 | 79 | 89 | 60 | 47 | 59 |
| D-5 | 126 | 107 | 118 | 125 | 123 | 133 | 174 | 201 | 214 |
| D-6 | 98 | 94 | 106 | 187 | 174 | 184 | 166 | 183 | 194 |

| | |
|------|----------|
| 技術番号 | BR010054 |
|------|----------|

| | | | |
|-----|-----|------|------------|
| 技術名 | ひび検 | 開発者名 | 中外テクノス株式会社 |
|-----|-----|------|------------|

| | | | | | | | |
|-----|--------------|----|----|----|---------|----|---------|
| 試験日 | 令和4年 11月 18日 | 天候 | 晴れ | 気温 | 10.2 °C | 風速 | 4.1 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 | 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。

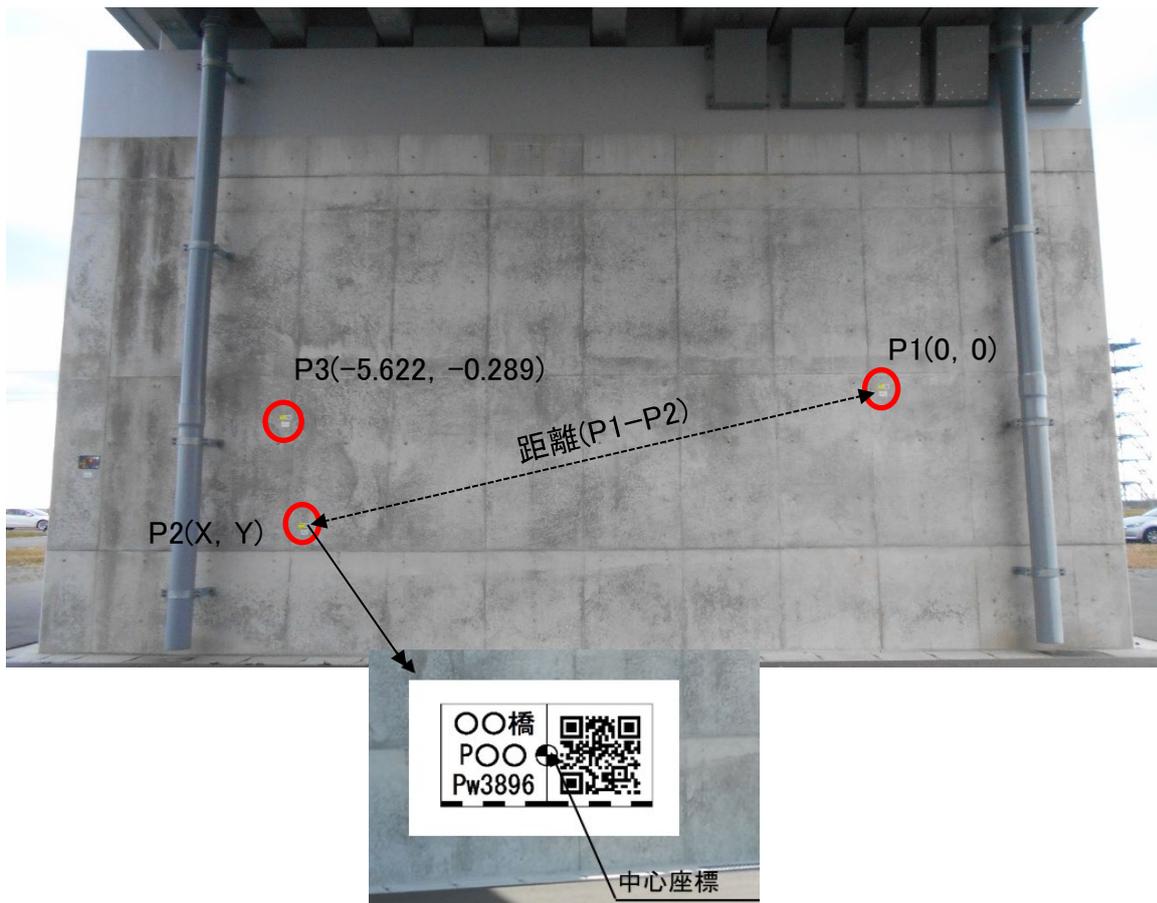


写真-1

- ① 機器の搬入(写真-2:カメラ)
- ② 機器の搬入(写真-3:カメラ_Nikon D3100)
- 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。

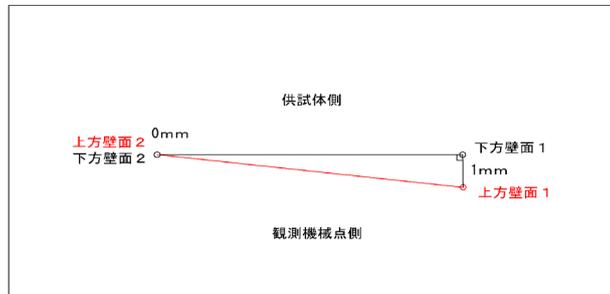
開発者による計測機器の設置状況



※長さ計測精度/位置精度

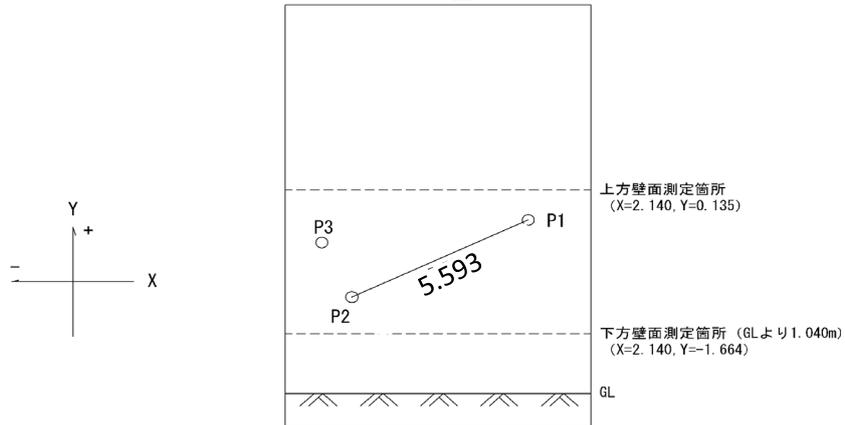
立会者によりP1(0, 0)を基準点とし、P2、P3をトータルステーションにて測量した座標値を真値とする。

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-P3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 | -5.414 | -1.402 | 0.000 |
| P3 | -5.622 | -0.289 | -0.001 |

※長さ計測精度/位置精度

■カメラ名称: Nikon D3100

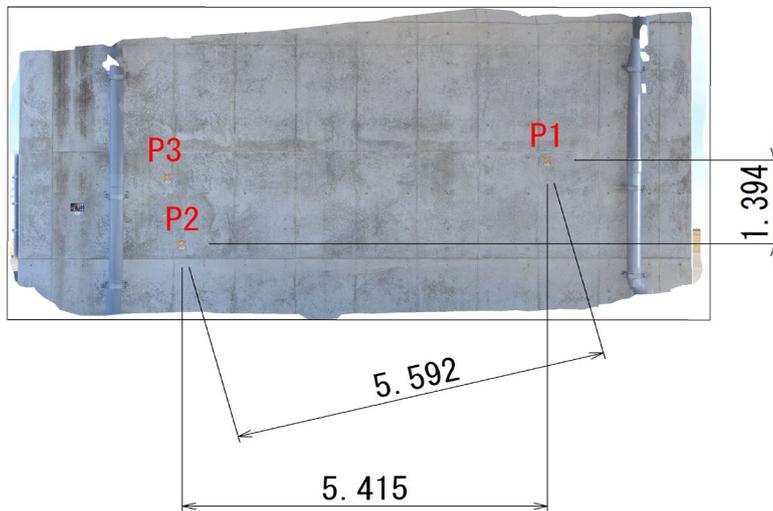
■被写体距離: 5 m ■照度: 69.1 kLux ■風速: 0.0~4.2 m/s

■気温: 10.2 °C

■焦点距離: 35 mm ■シャッター速度: 1/320 秒

■絞り: f 9 ■ISO値: 400

■Pモード ■画像Pixel数: 4608×3072 ■画像解像度: 0.7mm/Pixel



画像解像度: 0.7mm/pix

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 | | | 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 | 0.000 | | | | |
| P2 | -5.414 | -5.415 | 0.001 | -1.402 | -1.394 | -0.008 | 5.593 | 5.592 | 99.98% |
| P3 | -5.622 | -5.622 | | -0.289 | -0.289 | | | | |

| | |
|------|----------|
| 技術番号 | BR010054 |
|------|----------|

| | | | |
|-----|-----|------|------------|
| 技術名 | ひび検 | 開発者名 | 中外テクノス株式会社 |
|-----|-----|------|------------|

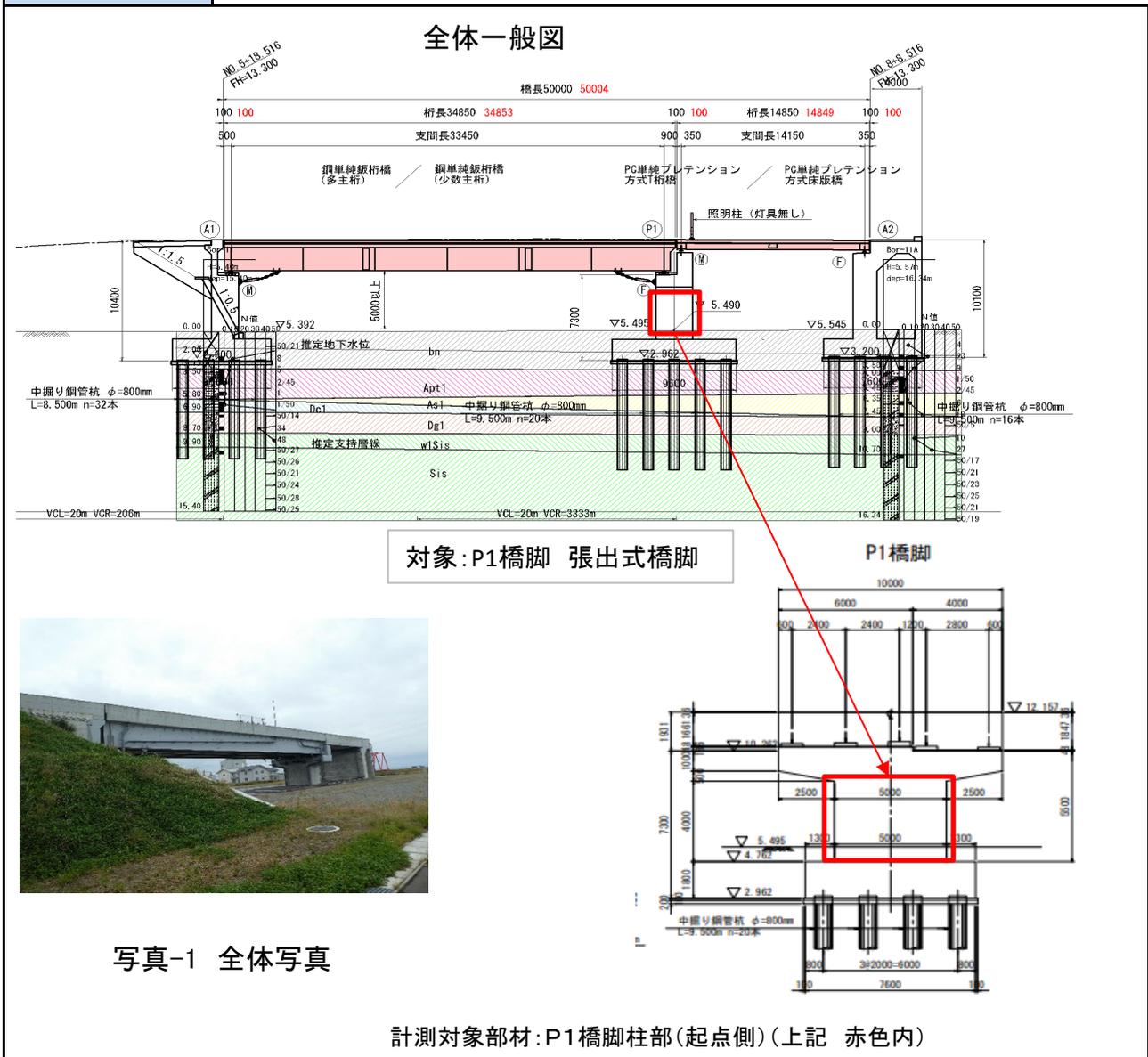
| | | | | | | | |
|-----|--------------|----|----|----|---------|----|---------|
| 試験日 | 令和4年 11月 18日 | 天候 | 晴れ | 気温 | 10.2 °C | 風速 | 4.1 m/s |
|-----|--------------|----|----|----|---------|----|---------|

| | | | | | | | |
|------|----------------|--|--|--|--|--|--|
| 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



① 機器の搬入(写真-2:カメラ)

② 機器の搬入(写真-3:カメラ_Nikon D3100)

③ 撮影状況:P1橋脚柱部の撮影(写真-4)

④ 撮影状況:P1橋脚柱部の撮影(写真-5)

⑤ 後日、撮影した画像からオルソ画像、ひびわれ図等を作成する。

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

■カメラ名称: Nikon D3100

■被写体距離: 5 m ■照度: 70.8 kLux ■風速: 0.0~3.8 m/s

■気温: 10.2 °C

■焦点距離: 50 mm ■シャッター速度: 1/320 秒

■絞り: f 9 ■ISO値: 400

■Pモード ■画像Pixel数: 4608 × 3072 ■画像解像度: 0.5mm/Pixel

比較対象を得るため、
立会者による計測機器の設置状況

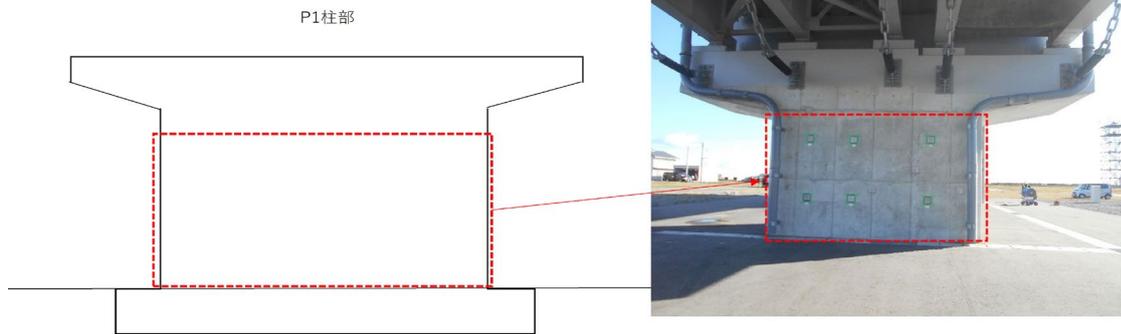


※撮影した画像(P1橋脚柱部(起点側))

※撮影した画像(P1橋脚柱部(起点側))からひびわれを確認する。(写真-6)

※計測結果

計測位置:P1橋脚柱部前面(下图:赤枠)

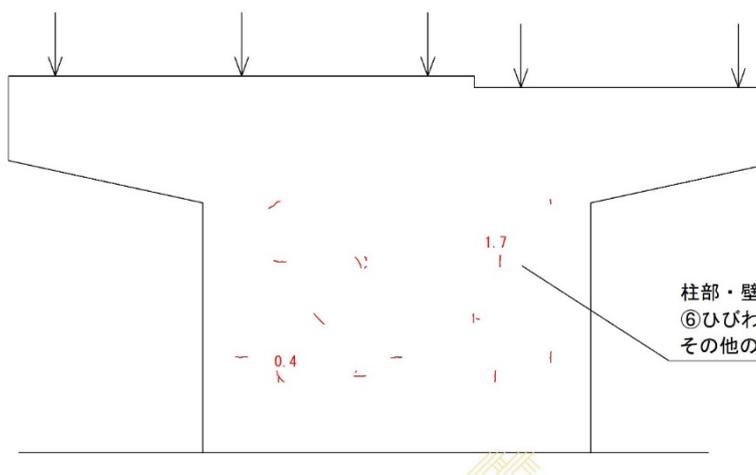
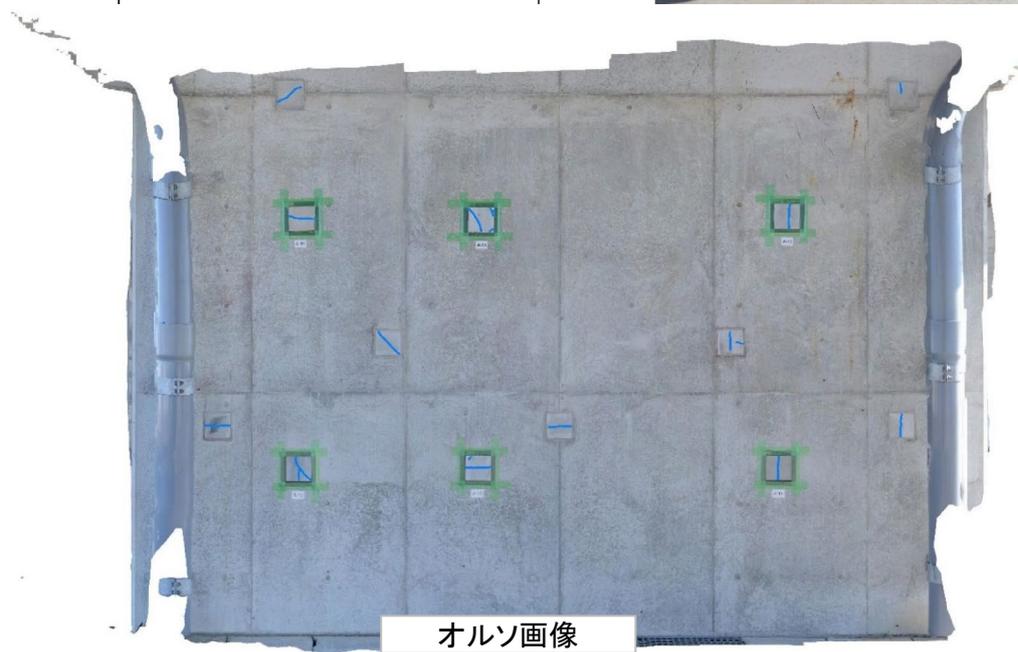
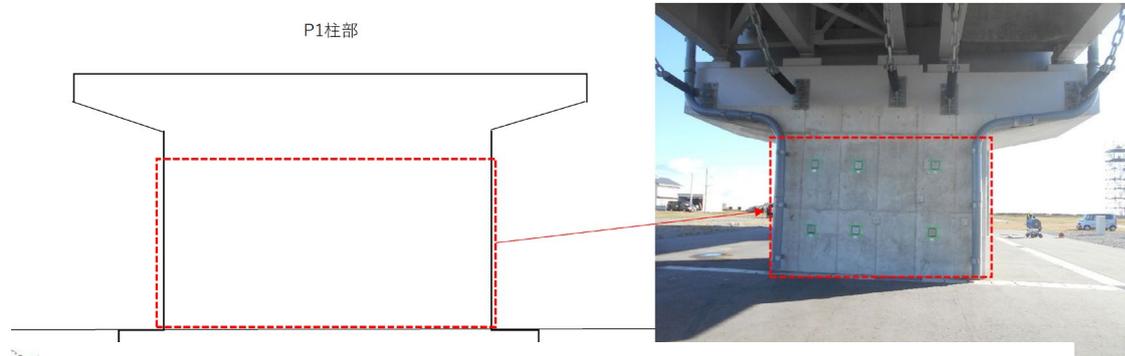


画像読み込む(6枚)



※計測結果

計測位置:P1橋脚柱部前面(下図:赤枠)



CAD図

損傷凡例

青色:新規損傷
 赤色:変状の進行有り
 緑色:補修箇所
 黒色:変状の進行無し

| 損傷の種類 | 表示 |
|-------|----|
| ひびわれ | |
| 剥離 | |
| 鉄筋露出 | |
| 遊離石灰 | |
| うき | |
| 漏水 | |
| その他 | |

柱部・壁部Pw0102
 ⑥ひびわれ-d(大小) [1.7mm-0.15m]
 その他のパターン

| | | | | | | | |
|--------|---------------------------|------|------|------|-------------|------|-------|
| 技術番号 | BR010055 | | | | | | |
| 技術名 | 溝橋内空の損傷状態を水陸両用ロボットで把握する技術 | | | 開発者名 | 株式会社 補修技術設計 | | |
| 試験日 | 令和4年 12 月 21 日 | 天候 | 晴れ | 気温 | — °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

・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を小水槽に配置した。



写真-1:ひびわれ模擬パネル(15パネル)+カラーチャート2枚

パネル番号(チャート番号)とひびわれ方向(縦、横、斜)

| | | | | | | | | | | | |
|-----|-----|-----|------|------|-----|-----|-----|-----|------|------|------|
| K-2 | | A-4 | | A-15 | | K-1 | | A-8 | | | |
| 縦 | | 斜 | | 斜 | | 斜 | | 斜 | | | |
| A-5 | A-6 | A-2 | A-12 | A-13 | A-3 | A-1 | A-9 | A-7 | A-10 | A-11 | A-14 |
| 縦 | 横 | 斜 | 斜 | 横 | 横 | 縦 | 横 | 縦 | 縦 | 斜 | 横 |

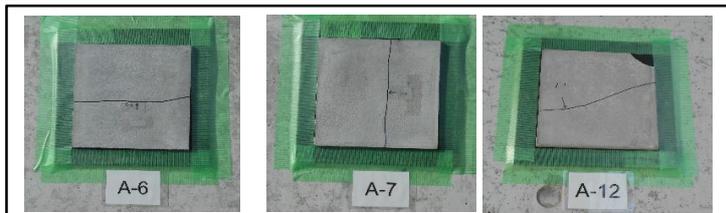
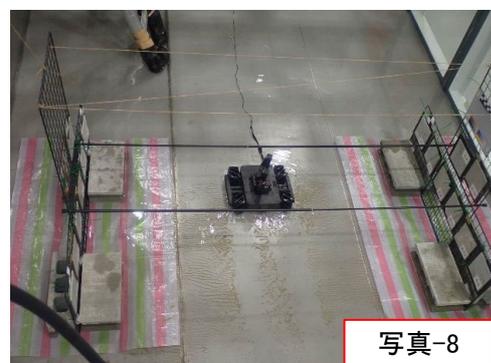
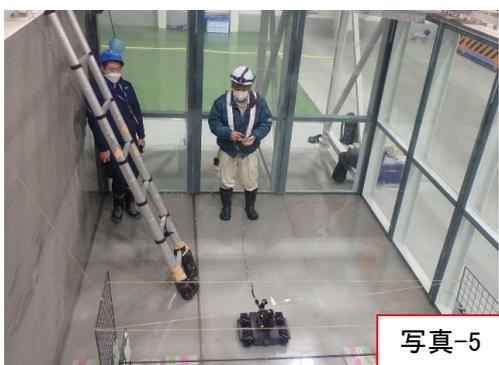


写真-2:パネル(抜粋 A-6、A-7、A-12)

- ① 計測機器の搬入(写真-3:水陸両用ロボット、コントローラ、モニター、三脚等)
- ② 操作状況:モニターで映像を確認しながら、水陸両用ロボットを走行させる。(写真-4)
- ③ 走行状況:水陸両用ロボットを走行させる。(写真-5)
- ④ 撮影状況:水陸両用ロボットを走行させながら撮影する。(写真-6、7、8:ひびわれ模擬パネル、カラーチャートを撮影)
- ⑤ 後日、撮影画像からひびわれ幅精度、色識別性能を求める。

開発者による計測機器の設置状況



※撮影速度

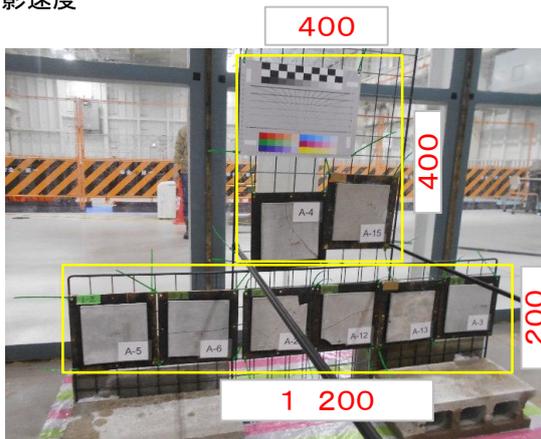


写真-9

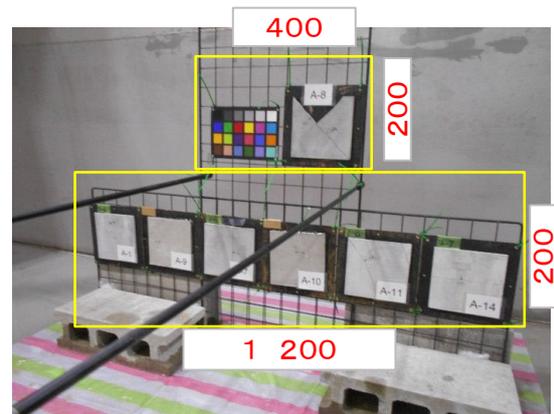


写真-10

撮影範囲をパネル1枚0.2m×0.2mとし、写真-9、写真-10の各パネルの撮影に要した時間(秒)を計測する。

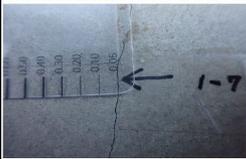
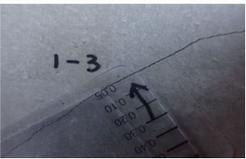
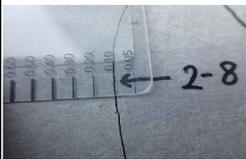
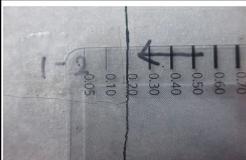
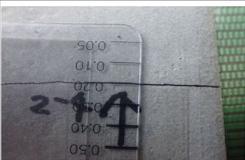
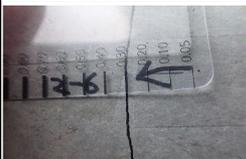
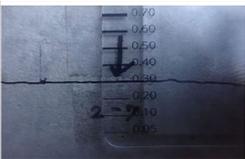
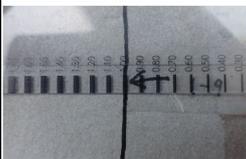
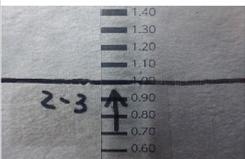
撮影面積： $1.2 \times 0.2 + 0.4 \times 0.4 + 1.2 \times 0.2 + 0.4 \times 0.2 = 0.72\text{m}^2$

速度(撮影速度) = $0.72\text{m}^2 \div \text{所要時間(秒)}$

※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-9 | A-15 |
| 方向 | 縦 | 横 | 斜 |
| 写真 |  |  |  |
| 真値 | 0.05 | 0.05 | 0.05 |
| チャート番号 | A-4 | A-13 | A-2 |
| 方向 | 縦 | 横 | 斜 |
| 写真 |  |  |  |
| 真値 | 0.1 | 0.1 | 0.1 |
| チャート番号 | A-5 | A-3 | A-11 |
| 方向 | 縦 | 横 | 斜 |
| 写真 |  |  |  |
| 真値 | 0.2 | 0.2 | 0.2 |
| チャート番号 | A-1 | A-14 | A-8 |
| 方向 | 縦 | 横 | 斜 |
| 写真 |  |  |  |
| 真値 | 0.3 | 0.3 | 0.3 |
| チャート番号 | A-7 | A-6 | A-12 |
| 方向 | 縦 | 横 | 斜 |
| 写真 |  |  |  |
| 真値 | 1.0 | 1.0 | 1.0 |

※色識別性能

(1)K-1

市販の24色カラーチャート(写真-11)を使用する。
RGB値はカラーチャートの販売業者提供しているRGB値を真値とする。

配置は小水槽(写真-12)の1箇所

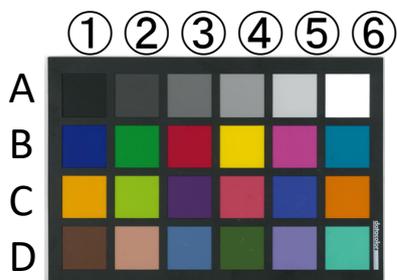


写真-11



写真-12 □:K-1

| | 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 |

※色識別性能

(2)K-2

市販のカラーチャート(写真-13)を使用する。
RGB値はカラーチャートの販売業者提供しているRGB値を真値とする。

配置は小水槽(写真-14)の1箇所

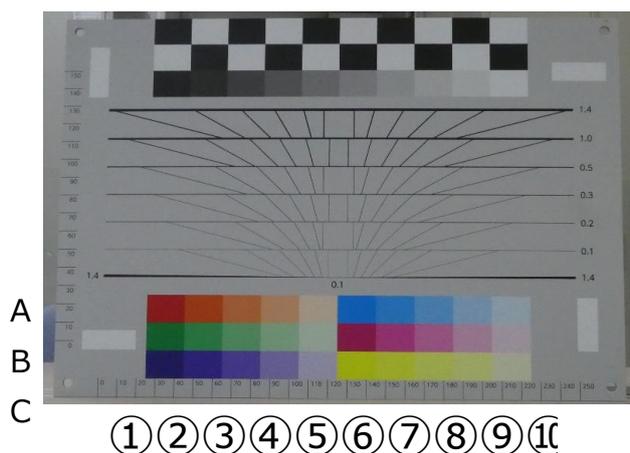


写真-13



写真-14 □:K-2

真値

| | R値 | G値 | B値 |
|------|-----|-----|-----|
| A-1 | 210 | 50 | 55 |
| A-2 | 229 | 95 | 71 |
| A-3 | 236 | 136 | 111 |
| A-4 | 236 | 173 | 146 |
| A-5 | 232 | 208 | 191 |
| A-6 | 0 | 154 | 216 |
| A-7 | 0 | 173 | 223 |
| A-8 | 70 | 192 | 229 |
| A-9 | 149 | 209 | 232 |
| A-10 | 174 | 205 | 217 |
| B-1 | 0 | 140 | 79 |
| B-2 | 29 | 165 | 108 |
| B-3 | 106 | 186 | 139 |
| B-4 | 155 | 205 | 170 |
| B-5 | 194 | 220 | 203 |
| B-6 | 201 | 51 | 114 |
| B-7 | 224 | 97 | 159 |
| B-8 | 231 | 139 | 186 |
| B-9 | 229 | 180 | 208 |
| B-10 | 226 | 209 | 224 |
| C-1 | 32 | 64 | 128 |
| C-2 | 64 | 84 | 156 |
| C-3 | 104 | 116 | 181 |
| C-4 | 150 | 158 | 206 |
| C-5 | 192 | 200 | 225 |
| C-6 | 241 | 220 | 51 |
| C-7 | 236 | 224 | 100 |
| C-8 | 232 | 227 | 143 |
| C-9 | 230 | 229 | 169 |
| C-10 | 225 | 229 | 205 |

※撮影速度

・水深5cm 撮影面積:0.72m²、所要時間:10分4秒(=604 秒) 撮影速度=0.72/604=0.0012m²/sec

・水深15cm 撮影面積:0.72m²、所要時間:15分15秒(=915 秒) 撮影速度=0.72/915=0.0008m²/sec

※最小ひびわれ幅・計測精度

■カメラ名称:DSC-RX0M2(SONY)

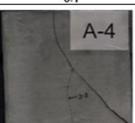
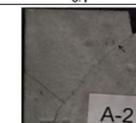
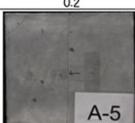
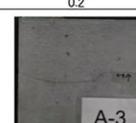
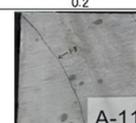
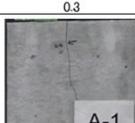
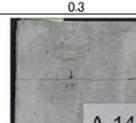
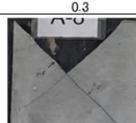
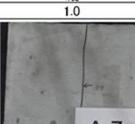
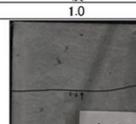
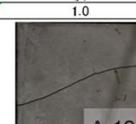
■被写体距離: 1.0 m ■照度: 0.95~0.98 kLux ■風速: - m/s

■気温: - °C

■焦点距離: 24 mm(35mm換算) ■シャッター速度: オート

■絞り: f 4.0 ■ISO値: 800以下

■フォーカス: オート ■画像Pixel数: 4800×3200 ■撮影方法: インターバル撮影(1秒間隔)

| 最小ひび割れ幅・計測精度 | | | |
|--------------|---|---|---|
| 計測値 | | | |
| チャート番号 | A-10 | A-9 | A-15 |
| 方向 | 縦 | 横 | 斜 |
| 真値 | 0.05 | 0.05 | 0.05 |
| 撮影画像 |  |  |  |
| 計測値 | 0.1 | 0.1 | 0.1 |
| チャート番号 | A-4 | A-13 | A-2 |
| 方向 | 縦 | 横 | 斜 |
| 真値 | 0.1 | 0.1 | 0.1 |
| 撮影画像 |  |  |  |
| 計測値 | 0.1 | 0.1 | 0.1 |
| チャート番号 | A-5 | A-3 | A-11 |
| 方向 | 縦 | 横 | 斜 |
| ひびわれ幅 | 0.2 | 0.2 | 0.2 |
| 撮影画像 |  |  |  |
| 計測値 | 0.1 | 0.3 | 0.1 |
| チャート番号 | A-1 | A-14 | A-8 |
| 方向 | 縦 | 横 | 斜 |
| 真値 | 0.3 | 0.3 | 0.3 |
| 撮影画像 |  |  |  |
| 計測値 | 0.3 | 0.3 | 0.2 |
| チャート番号 | A-7 | A-6 | A-12 |
| 方向 | 縦 | 横 | 斜 |
| 真値 | 1.0 | 1.0 | 1.0 |
| 撮影画像 |  |  |  |
| 計測値 | 1.0 | 1.0 | 0.9 |

| ひびわれ幅 | 計測精度 |
|--------|--------|
| 0.05mm | 0.05mm |
| 0.1mm | 0.00mm |
| 0.2mm | 0.10mm |
| 0.3mm | 0.06mm |
| 1.0mm | 0.06mm |

※色識別性能 K-1

■カメラ名称:DSC-RX0M2(SONY)

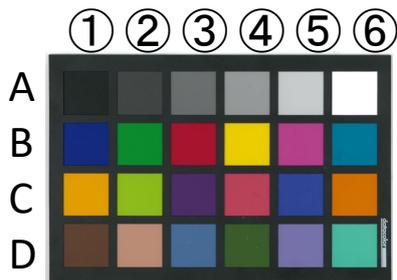
■被写体距離: 1.0 m ■照度: 0.95~0.98 kLux ■風速: - m/s

■気温: - °C

■焦点距離: 24 mm(35mm換算) ■シャッター速度: オート

■絞り: f 4.0 ■ISO値: 800以下

■フォーカス: オート ■画像Pixel数: 4800×3200 ■撮影方法: インターバル撮影(1秒間隔)



立会者撮影

K-1: 開発者撮影
(オルソ加工前)K-1: 開発者撮影
(オルソ加工後)

K-1: 計測比較

| | R値 | | | G値 | | | B値 | | |
|-----|-----|------------|------------|-----|------------|------------|-----|------------|------------|
| | 真値 | 計測値 加工前 | 計測値 加工後 | 真値 | 計測値 加工前 | 計測値 加工後 | 真値 | 計測値 加工前 | 計測値 加工後 |
| A-1 | 43 | 6 | 33 | 41 | 6 | 33 | 43 | 8 | 35 |
| A-2 | 80 | 19 | 37 | 80 | 19 | 37 | 78 | 21 | 37 |
| A-3 | 122 | 42 | 48 | 118 | 42 | 48 | 116 | 44 | 50 |
| A-4 | 161 | 67 | 67 | 157 | 67 | 66 | 154 | 69 | 74 |
| A-5 | 202 | 100 | 103 | 198 | 99 | 102 | 195 | 104 | 108 |
| A-6 | 249 | 129 | 142 | 242 | 128 | 141 | 238 | 133 | 146 |
| B-1 | 25 | 4 | 3 | 55 | 8 | 9 | 135 | 57 | 59 |
| B-2 | 57 | 14 | 20 | 146 | 62 | 62 | 64 | 20 | 24 |
| B-3 | 186 | 94 | 95 | 26 | 7 | 3 | 51 | 16 | 16 |
| B-4 | 245 | 127 | 139 | 205 | 103 | 107 | 0 | 7 | 4 |
| B-5 | 192 | 102 | 103 | 75 | 15 | 17 | 145 | 60 | 62 |
| B-6 | 0 | 1 | 2 | 127 | 49 | 50 | 159 | 72 | 72 |
| C-1 | 238 | 124 | 130 | 158 | 68 | 64 | 25 | 7 | 4 |
| C-2 | 157 | 70 | 67 | 188 | 93 | 69 | 54 | 15 | 16 |
| C-3 | 83 | 37 | 34 | 58 | 6 | 5 | 106 | 37 | 35 |
| C-4 | 195 | 106 | 108 | 79 | 18 | 20 | 95 | 32 | 34 |
| C-5 | 58 | 9 | 8 | 88 | 19 | 23 | 159 | 70 | 66 |
| C-6 | 222 | 115 | 116 | 118 | 43 | 41 | 32 | 5 | 0 |
| D-1 | 112 | 38 | 40 | 76 | 14 | 15 | 60 | 12 | 10 |
| D-2 | 197 | 103 | 101 | 145 | 60 | 58 | 125 | 54 | 51 |
| D-3 | 87 | 19 | 21 | 120 | 40 | 41 | 155 | 71 | 66 |
| D-4 | 82 | 22 | 21 | 106 | 31 | 30 | 60 | 10 | 9 |
| D-5 | 126 | 48 | 46 | 125 | 40 | 40 | 174 | 89 | 88 |
| D-6 | 98 | 27 | 30 | 187 | 97 | 96 | 166 | 86 | 86 |

※色識別性能 k-2

■カメラ名称:DSC-RX0M2(SONY)

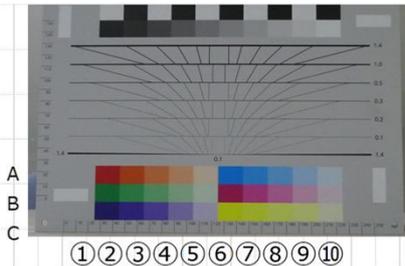
■被写体距離: 1.0 m ■照度: 0.95~0.98 kLux ■風速: - m/s

■気温: - °C

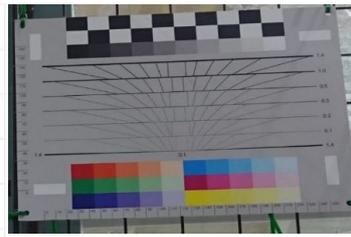
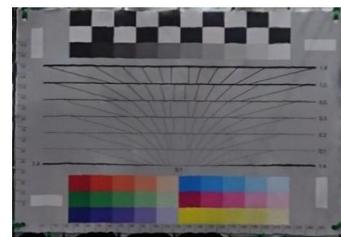
■焦点距離: 24 mm(35mm換算) ■シャッター速度: オート

■絞り: f 4.0 ■ISO値: 800以下

■フォーカス: オート ■画像Pixel数: 4800×3200 ■撮影方法: インターバル撮影(1秒間隔)



立会者撮影

K-2: 開発者撮影
(オルソ加工前)K-2: 開発者撮影
(オルソ加工後)

K-2: 計測比較

| | R値 | | | G値 | | | B値 | | |
|-----|-----|------------|------------|-----|------------|------------|-----|------------|------------|
| | 真値 | 計測値 加工前 | 計測値 加工後 | 真値 | 計測値 加工前 | 計測値 加工後 | 真値 | 計測値 加工前 | 計測値 加工後 |
| A-1 | 43 | 8 | 30 | 41 | 8 | 30 | 43 | 10 | 32 |
| A-2 | 80 | 22 | 39 | 80 | 22 | 39 | 78 | 24 | 39 |
| A-3 | 122 | 48 | 62 | 118 | 48 | 62 | 116 | 50 | 62 |
| A-4 | 161 | 76 | 102 | 157 | 76 | 102 | 154 | 78 | 102 |
| A-5 | 202 | 116 | 139 | 198 | 114 | 135 | 195 | 117 | 134 |
| A-6 | 249 | 143 | 154 | 242 | 141 | 153 | 238 | 144 | 159 |
| B-1 | 25 | 3 | 11 | 55 | 8 | 21 | 135 | 63 | 82 |
| B-2 | 57 | 18 | 32 | 146 | 70 | 93 | 64 | 21 | 34 |
| B-3 | 186 | 112 | 145 | 26 | 8 | 24 | 51 | 19 | 33 |
| B-4 | 245 | 141 | 161 | 205 | 118 | 131 | 0 | 4 | 9 |
| B-5 | 192 | 116 | 139 | 75 | 16 | 28 | 145 | 68 | 79 |
| B-6 | 0 | 1 | 11 | 127 | 56 | 60 | 159 | 86 | 93 |
| C-1 | 238 | 135 | 175 | 158 | 81 | 111 | 25 | 7 | 23 |
| C-2 | 157 | 83 | 117 | 188 | 108 | 144 | 54 | 17 | 29 |
| C-3 | 83 | 44 | 53 | 58 | 6 | 23 | 106 | 45 | 51 |
| C-4 | 195 | 119 | 144 | 79 | 21 | 34 | 95 | 36 | 45 |
| C-5 | 58 | 11 | 15 | 88 | 22 | 30 | 159 | 78 | 87 |
| C-6 | 222 | 126 | 163 | 118 | 49 | 60 | 32 | 5 | 15 |
| D-1 | 112 | 46 | 58 | 76 | 18 | 30 | 60 | 14 | 26 |
| D-2 | 197 | 116 | 156 | 145 | 67 | 96 | 125 | 60 | 72 |
| D-3 | 87 | 22 | 38 | 120 | 45 | 57 | 155 | 77 | 100 |
| D-4 | 82 | 23 | 39 | 106 | 36 | 49 | 60 | 10 | 24 |
| D-5 | 126 | 54 | 60 | 125 | 45 | 51 | 174 | 100 | 116 |
| D-6 | 98 | 41 | 52 | 187 | 110 | 149 | 166 | 105 | 129 |

| | | | | | |
|--------|---------------------------|------|-------------|------|-------|
| 技術番号 | BR010055 | | | | |
| 技術名 | 溝橋内空の損傷状態を水陸両用ロボットで把握する技術 | 開発者名 | 株式会社 補修技術設計 | | |
| 試験日 | 令和4年 12 月 21 日 | 天候 | 晴れ | 気温 | — °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 可動範囲 |
|-------------------|----------------|

対象構造物の概要

進入可能範囲(高さ50cm、幅160cm)

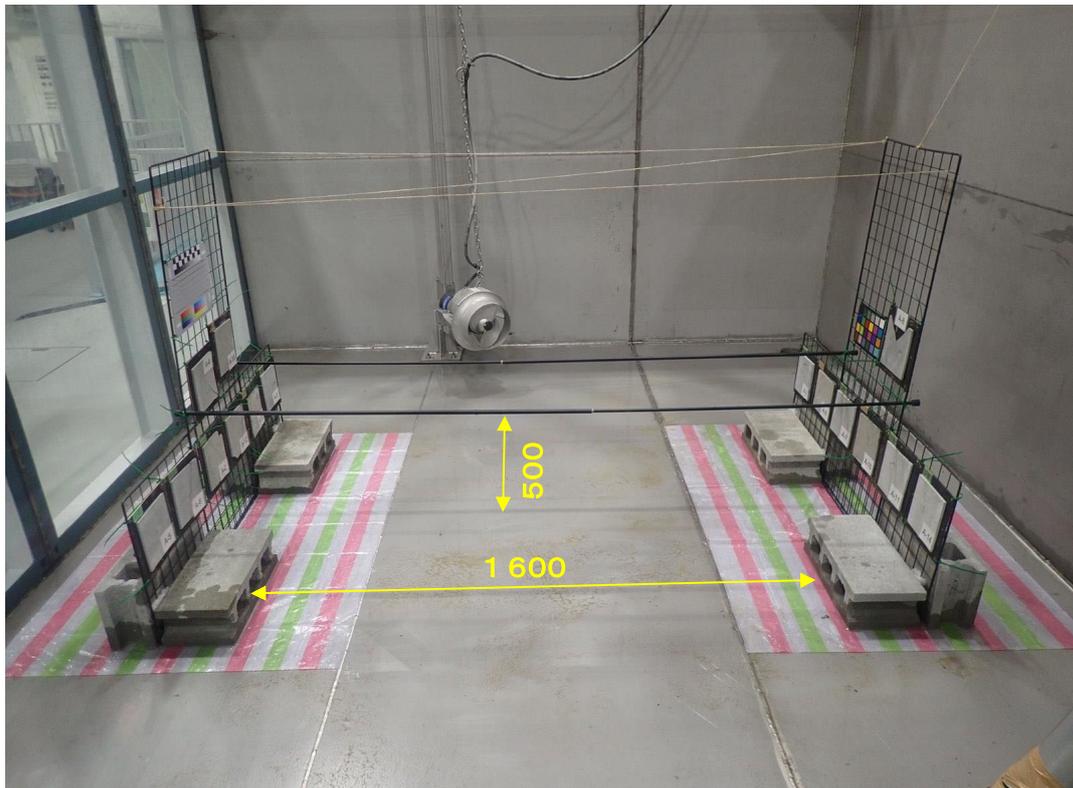
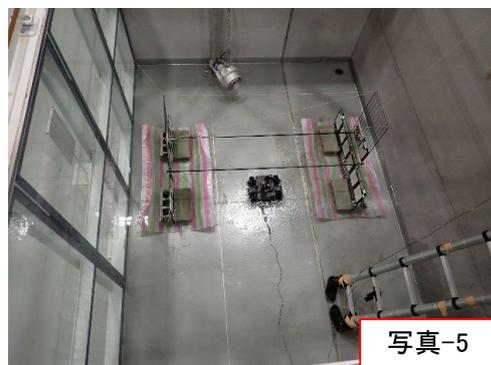
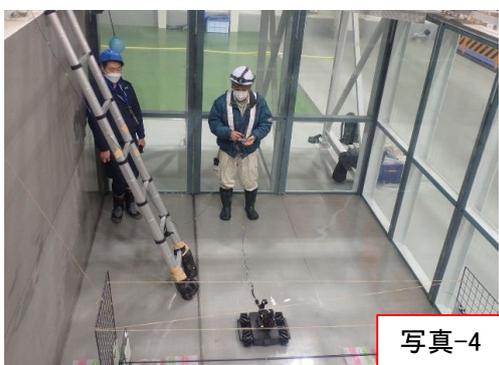


写真-1: 進入可能範囲

※進入可能範囲(高さ50cm、幅160cm)を設定した。

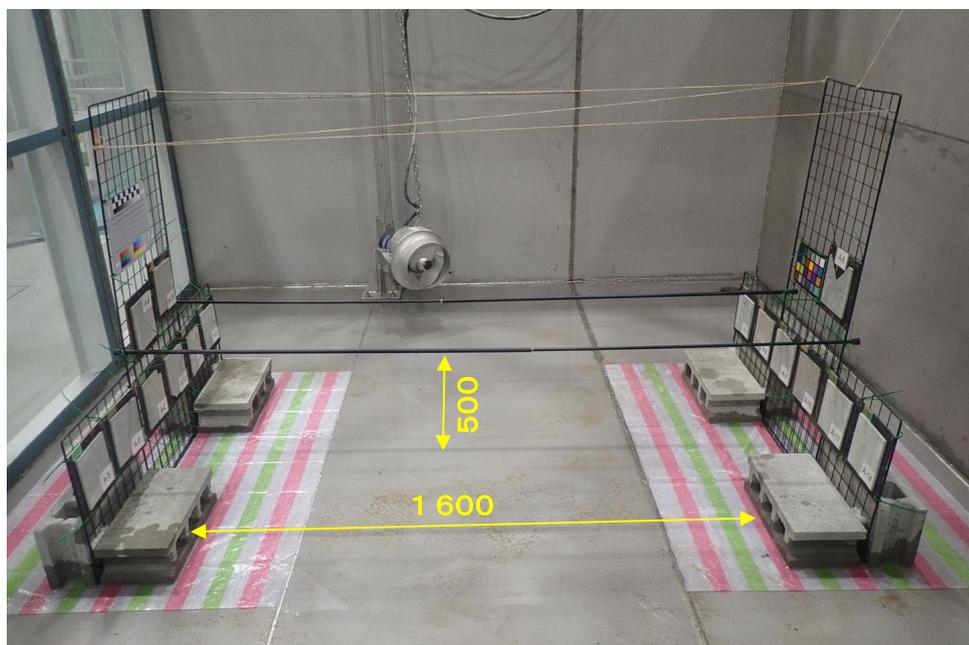
- ① 計測機器の搬入(写真-2:水陸両用ロボット、コントローラ、モニター、三脚等)
- ② 操作状況:モニターで映像を確認しながら、水陸両用ロボットを走行させる。(写真-3)
- ③ 走行状況:水陸両用ロボットを走行させる。(写真-4)
- ④ 撮影状況:水陸両用ロボットを走行させながら撮影する。(水深5cm:写真-5、水深15cm:写真-6、7)
- ⑤ 水陸両用ロボットが縦50cm、横160cmの空間内をブロック、ポールに非接触で走行した。(写真-5、6、7)・・・計測結果

開発者による計測機器の設置状況



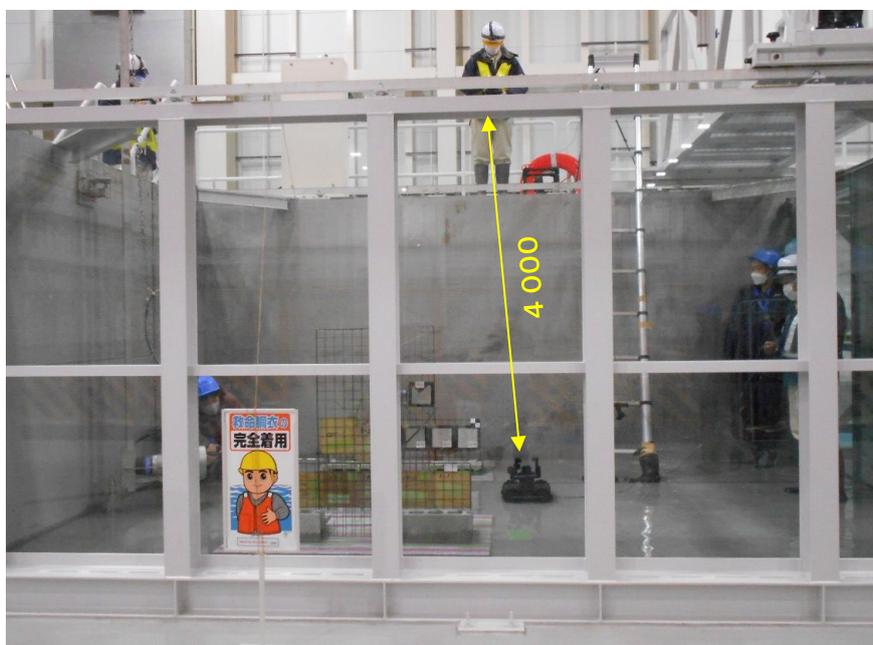
※進入可能性

縦50cm、横160cm



※可動範囲

4m



| | |
|------|----------|
| 技術番号 | BR010055 |
|------|----------|

| | | | |
|-----|---------------------------|------|-------------|
| 技術名 | 溝橋内空の損傷状態を水陸両用ロボットで把握する技術 | 開発者名 | 株式会社 補修技術設計 |
|-----|---------------------------|------|-------------|

| | | | | | | | |
|-----|--------------|----|----|----|--------|----|---------|
| 試験日 | 令和4年 12月 20日 | 天候 | 晴れ | 気温 | 4.8 °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(試験橋梁) |
|------|----------------------|

| | | | | | | |
|--------|--------|------|------|------|------|------|
| 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

マーカ座標

- ① 計測機器の搬入(写真-2: モニター、三脚、コード他)
- ② 計測機器の搬入(写真-3: 水陸両用ロボット、コントローラ)
- ③ 撮影状況: A2縦壁前面を撮影する。(写真-4、5)
- ④ 後日、撮影画像からオルソ画像を作成しマーカの座標値を求める。
- ⑤ また、マーカの座標値から長さ(P1-P2間)を求める。

開発者による計測機器の設置状況



写真-2



写真-3



写真-4



写真-5

■カメラ名称: DSC-RX0M2(SONY)

■被写体距離: 1.0 m ■照度: 41.1~68.0 kLux ■風速: - m/s

■気温: - °C

■焦点距離: 24 mm(35mm換算) ■シャッター速度: オート

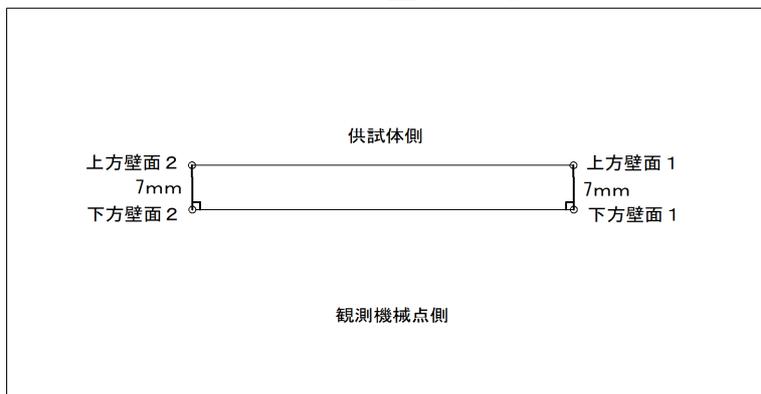
■絞り: f 4.0 ■ISO値: 800以下

■フォーカス: オート ■画像Pixel数: 4800×3200 ■撮影方法: インターバル撮影(1秒間隔)

※長さ計測精度/位置精度

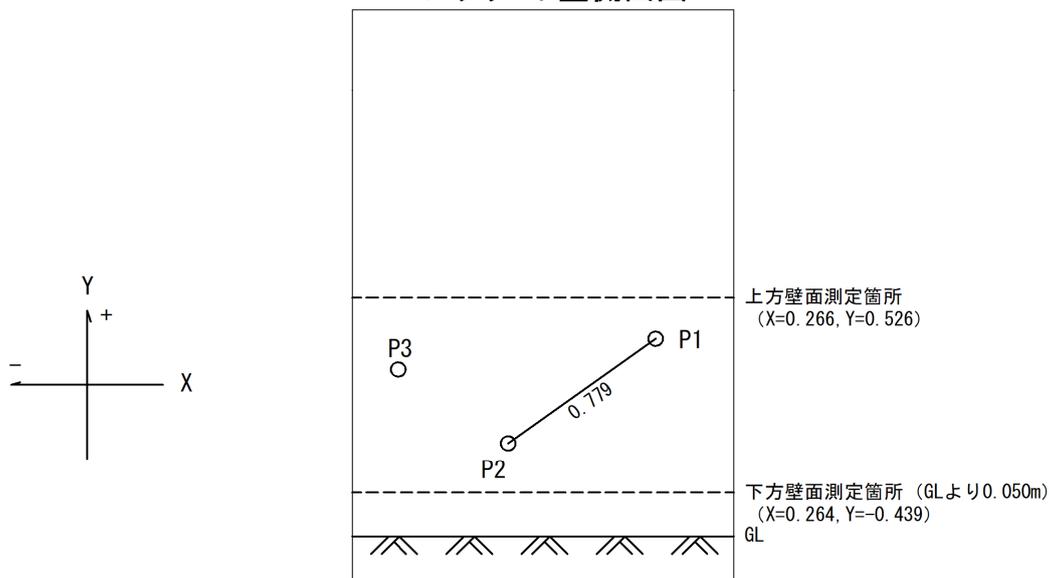
立会者によりP1(0, 0)を基準点とし、P2、P3をトータルステーションにて測量した座標値を真値とする。

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 | -0.713 | -0.315 | 0.000 |
| P3 | -1.226 | -0.052 | -0.001 |

※長さ計測精度/位置精度

■カメラ名称: DSC-RX0M2(SONY)

■被写体距離: 1.0 m ■照度: 41.1~68.0 kLux ■風速: - m/s

■気温: - °C

■焦点距離: 24 mm(35mm換算) ■シャッター速度: オート

■絞り: f 4.0 ■ISO値: 800以下

■フォーカス: オート ■画像Pixel数: 4800×3200 ■撮影方法: インターバル撮影(1秒間隔)

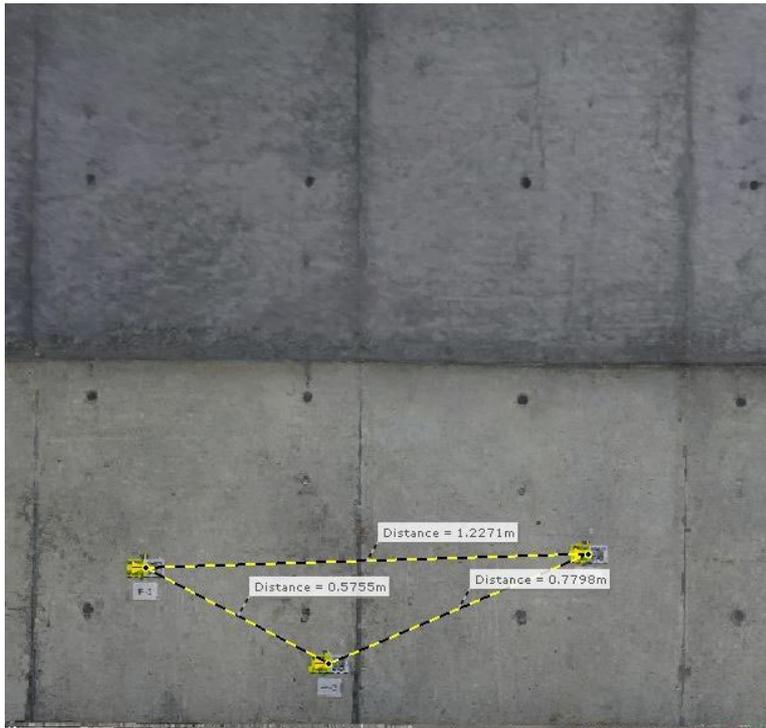


写真-6 オルソ画像

| コンクリート壁マーカース座標値 | | | | | | | | | |
|-----------------|--------|--------|-------|--------|--------|-------|-----------|-------|---------|
| 点名 | X座標 | | | Y座標 | | | 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 | 0.000 | | | | |
| P2 | -0.713 | -0.714 | 0.001 | -0.314 | -0.314 | 0.000 | 0.779 | 0.780 | 100.13% |
| P3 | -1.226 | -1.226 | | -0.052 | -0.052 | | | | |

| | |
|------|----------|
| 技術番号 | BR010055 |
|------|----------|

| | | | |
|-----|---------------------------|------|-------------|
| 技術名 | 溝橋内空の損傷状態を水陸両用ロボットで把握する技術 | 開発者名 | 株式会社 補修技術設計 |
|-----|---------------------------|------|-------------|

| | | | | | | | |
|-----|--------------|----|----|----|--------|----|---------|
| 試験日 | 令和4年 12月 20日 | 天候 | 晴れ | 気温 | 4.8 °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(試験橋梁) |
|------|----------------------|

| | | | | | | |
|--------|--------|------|------|------|------|------|
| 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 | 構造物近傍安定性能 進入可能性能 |
|-------------------|---------------------|

対象構造物の概要

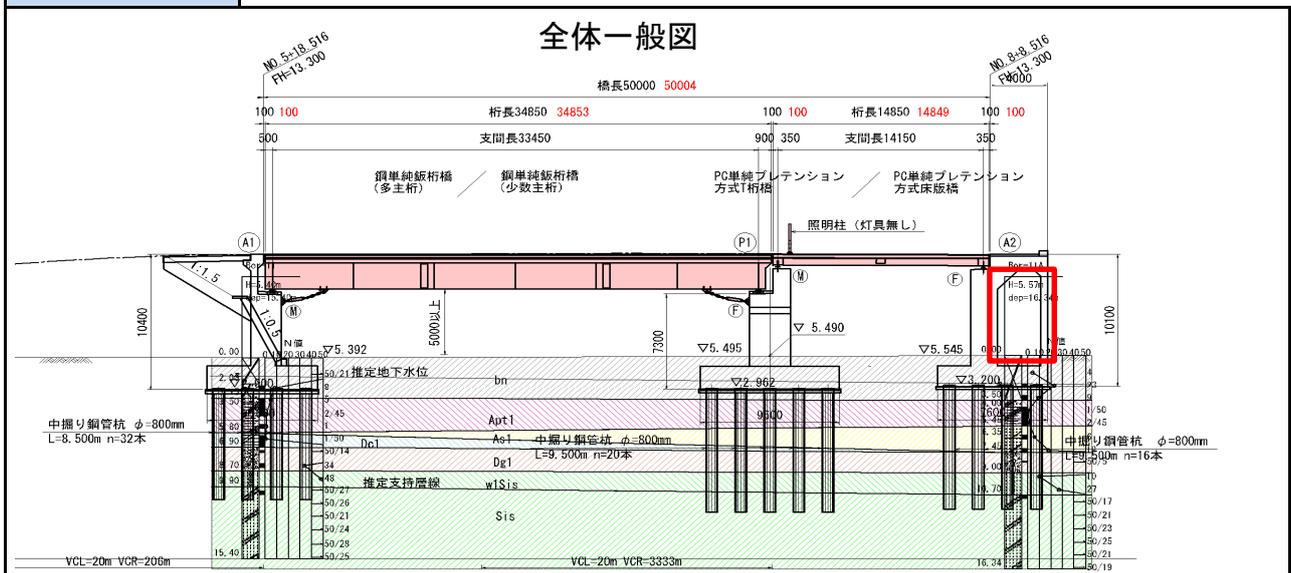


写真-1 全体写真

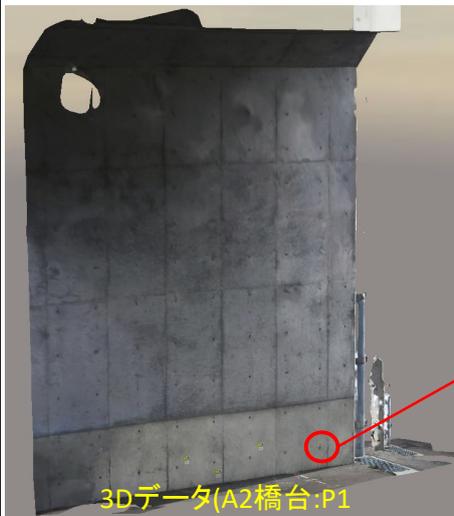
計測対象部材: A2橋台 ラーメン式橋台の内空部(赤枠部)

- ① 計測機器の搬入(写真-2:モニター、三脚、コード他)
- ② 計測機器の搬入(写真-3:水陸両用ロボット、コントローラ)
- ③ 撮影状況:A2縦壁内面終点側を撮影する。(写真-4)
- ④ 撮影状況:A2縦壁内面始点側を撮影する。(写真-5)
- ⑤ 後日、撮影画像からオルソ画像を作成し、損傷を抽出する。

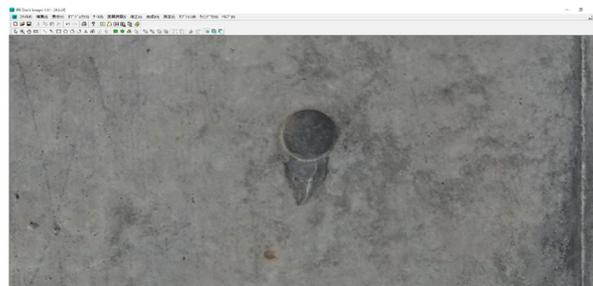
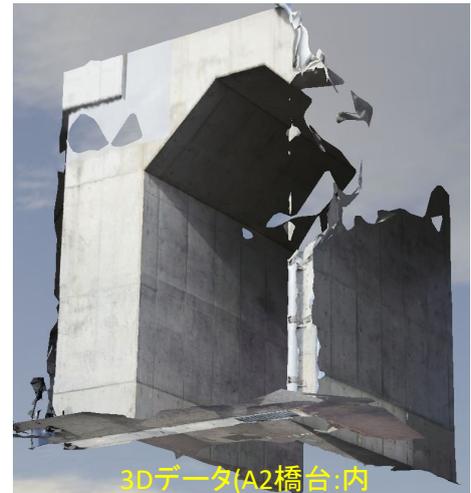
開発者による計測機器の設置状況



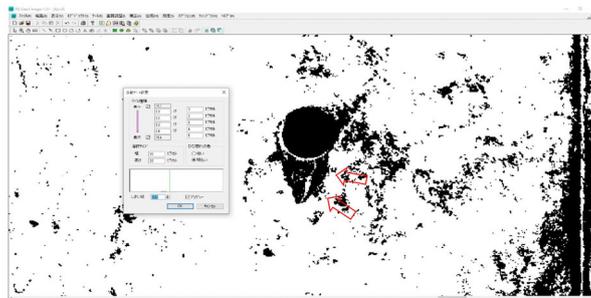
※計測結果



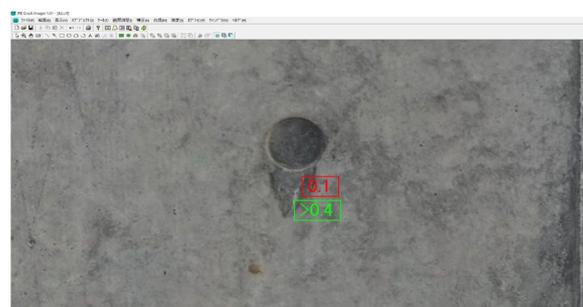
〈セパ跡の拡大写真〉



Step-1:オルソ画像上でひびわれ(遊離石灰)確認



Step-2:二値化処理によるひびわれ(遊離石灰)抽出



Step-3:画像上でひびわれ(遊離石灰)をプロットして幅測定

ひびわれ幅 凡例

| | |
|------|----------------|
| <0.1 | ・・・0.1mm未満 |
| 0.1 | ・・・0.1～0.2mm未満 |
| 0.2 | ・・・0.2～0.3mm未満 |
| 0.3 | ・・・0.3～0.4mm未満 |
| 0.4 | ・・・0.4～0.5mm未満 |
| >0.4 | ・・・0.5mm以上 |

技術番号 BR010055

室内照明有り

技術名 溝橋の損傷を水陸両用ロボットおよび水上フロートで把握する技術 開発者名 株式会社補修技術設計

試験日 令和6年 12月 23日 天候 - 気温 - °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 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
進入可能性能
可動範囲
最小・ひびわれ精度
色識別性能

対象構造物の概要

・幅0.2mm、0.3mm、1.0mm、2.0mm、5.0mm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を2台の架台に配置した。(写真-1、2、3)

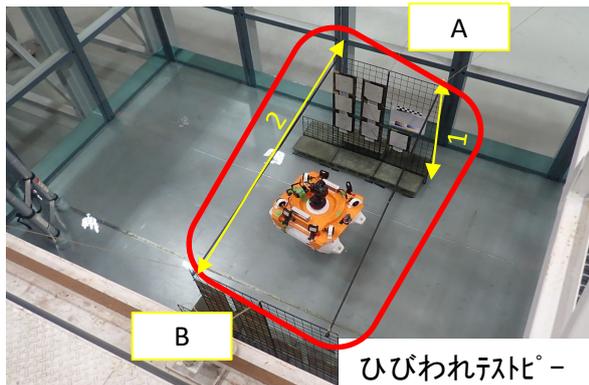


写真-1: ひびわれパネル設置架台

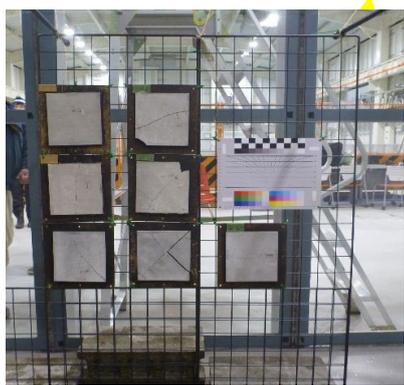


写真-2: 架台A(7パネル)

パネル番号とひびわれ方向(縦、横、斜)

| 架台A | | |
|-----|-----|-----|
| A-1 | A-2 | |
| 斜 | 横 | |
| A-3 | A-4 | |
| 斜 | 縦 | |
| A-5 | A-6 | A-7 |
| 横 | 斜 | 縦 |



写真-3: 架台B(7パネル)

| 架台B | | | |
|------|------|------|------|
| | | A-8 | A-9 |
| | | 縦 | 縦 |
| | | A-10 | A-11 |
| | | 横 | 斜 |
| A-12 | A-13 | A-14 | A-15 |
| 横 | 縦 | 斜 | 横 |

| 試験方法(手順) | 技術番号 | BR010055 |
|----------|--|----------|
| ① | 撮影機器(水上フロート(0.65m×0.5m×0.6m)、カメラ(SONY α6700)、コントローラ、ジンバルリモコン、モニター、タブレット)(写真-4) | |
| ② | 撮影機器(モニター)(写真-5) | |
| ③ | 撮影状況(ひびわれモルタル撮影)(写真-6) | |
| ④ | 撮影状況(カラーチャート撮影)(写真-7) | |
| ⑤ | 撮影画像より、ひびわれ幅精度、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



※安定性能

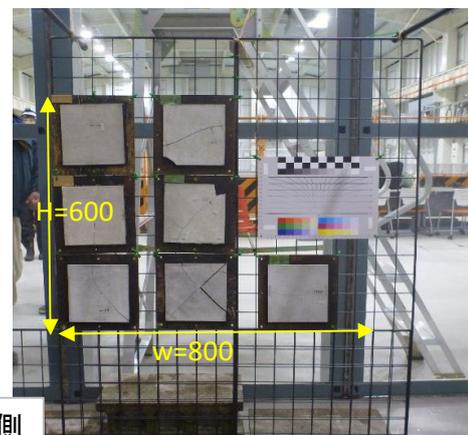
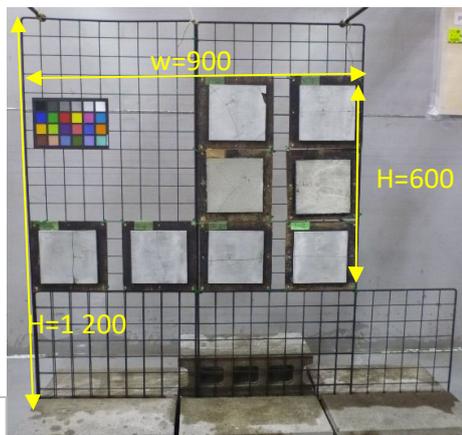
■流速無し、水深0.4m



水流をしない状態での移動量を確認する。

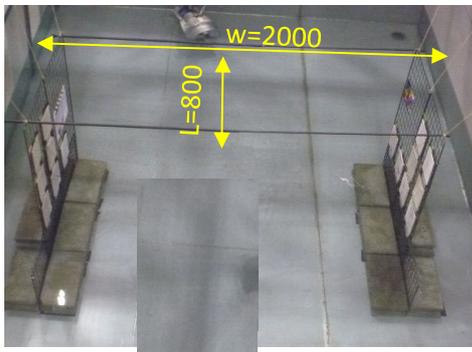
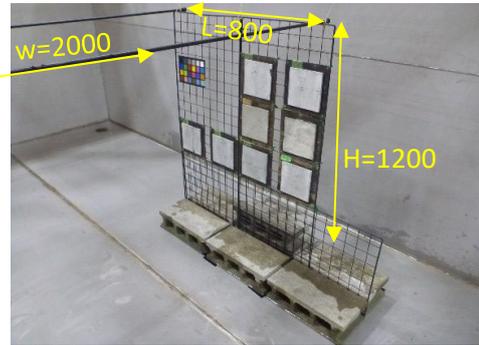
※撮影速度

■水深0.3m



撮影範囲(右:縦0.6m、横0.9m、左:縦0.6m、横0.8m)を移動しながら撮影に要した時間(秒)を計測する。

※進入可能性能



水深0.4mで、W2.0m×H0.8m×L0.8mの空間において、進入可能かを確認する。

※可動範囲

水槽の延長5.0mを可動可能かを確認する。



※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-1 | A-3 | A-10 |
| 方向 | 縦 | 横 | 斜 |
| 写真 |  |  |  |
| 真値 | 0.05 | 0.05 | 0.05 |
| チャート番号 | A-5 | A-11 | A-4 |
| 方向 | 縦 | 横 | 斜 |
| 写真 |  |  |  |
| 真値 | 0.1 | 0.1 | 0.1 |
| チャート番号 | A-15 | A-7 | A-8 |
| 方向 | 縦 | 横 | 斜 |
| 写真 |  |  |  |
| 真値 | 0.2 | 0.2 | 0.2 |
| チャート番号 | A-13 | A-9 | A-6 |
| 方向 | 縦 | 横 | 斜 |
| 写真 |  |  |  |
| 真値 | 0.3 | 0.3 | 0.3 |
| チャート番号 | A-12 | A-14 | A-2 |
| 方向 | 縦 | 横 | 斜 |
| 写真 |  |  |  |
| 真値 | 1.0 | 1.0 | 1.0 |

※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提供しているRGB値を真値とする。

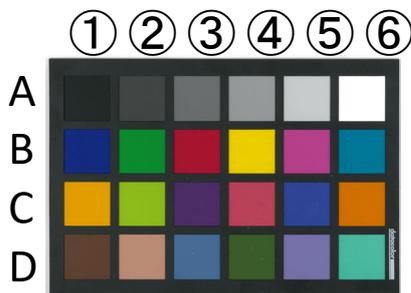


写真-8



| 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 |

※安定性能:変化量:0cm

※撮影速度

流速無し:撮影面積 1.02m^2 、撮影時間:2分27秒=147sec

撮影速度 $=1.02/147=0.007\text{m}^2/\text{sec}$

※進入可能性能:W2.0m×H0.8m×L0.8mの空間を進入可能

※最小ひびわれ幅・計測精度

■カメラ名称:SONY α 6700

■被写体距離: 1.0m

■室内照度:1051lux

■流速: 0m/s

■焦点距離: 16mm

■シャッター速度:オート

■フォーカス:f/3.5

■ISO:800以下

■画像Pixel数: 4384×2920

| | | | |
|--------|------|------|------|
| チャート番号 | A-1 | A-3 | A-10 |
| 方向 | 縦 | 横 | 斜 |
| 真値 | 0.05 | 0.05 | 0.05 |
| 撮影画像 | | | |
| 計測値 | 0.10 | 0.20 | 0.10 |
| チャート番号 | A-5 | A-11 | A-4 |
| 方向 | 縦 | 横 | 斜 |
| 真値 | 0.1 | 0.1 | 0.1 |
| 撮影画像 | | | |
| 計測値 | 0.10 | 0.20 | 0.20 |
| チャート番号 | A-15 | A-7 | A-8 |
| 方向 | 縦 | 横 | 斜 |
| ひびわれ幅 | 0.2 | 0.2 | 0.2 |
| 撮影画像 | | | |
| 計測値 | 0.10 | 0.20 | 0.20 |
| チャート番号 | A-13 | A-9 | A-6 |
| 方向 | 縦 | 横 | 斜 |
| 真値 | 0.3 | 0.3 | 0.3 |
| 撮影画像 | | | |
| 計測値 | 0.20 | 0.30 | 0.20 |
| チャート番号 | A-12 | A-14 | A-2 |
| 方向 | 縦 | 横 | 斜 |
| 真値 | 1.0 | 1.0 | 1.0 |
| 撮影画像 | | | |
| 計測値 | 0.80 | 0.80 | 1.00 |

| ひびわれ幅 | 計測精度 |
|--------|--------|
| 0.05mm | 0.10mm |
| 0.1mm | 0.08mm |
| 0.2mm | 0.06mm |
| 0.3mm | 0.08mm |
| 1.0mm | 0.16mm |

※色識別性能

■カメラ名称: SONY α 6700

■被写体距離: 1.0m

■室内照度: 1051lux

■流速: 0m/s

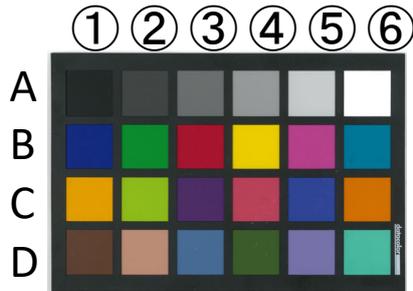
■焦点距離: 16mm

■シャッター速度: オート

■フォーカス: f/3.5

■ISO: 800以下

■画像Pixel数: 4384 × 2920



立会者撮影



撮影画像



オルソ画像

計測比較

撮影画像

| | R値 | | G値 | | B値 | |
|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| | 真値 | 計測値 | 真値 | 計測値 | 真値 | 計測値 |
| A-1 | 43 | 15 | 41 | 17 | 43 | 18 |
| A-2 | 80 | 38 | 80 | 40 | 78 | 39 |
| A-3 | 122 | 67 | 118 | 71 | 116 | 72 |
| A-4 | 161 | 110 | 157 | 110 | 154 | 112 |
| A-5 | 202 | 143 | 198 | 147 | 195 | 146 |
| A-6 | 249 | 180 | 242 | 180 | 238 | 182 |
| B-1 | 25 | 12 | 55 | 31 | 135 | 125 |
| B-2 | 57 | 30 | 146 | 98 | 64 | 23 |
| B-3 | 186 | 129 | 26 | 23 | 51 | 23 |
| B-4 | 245 | 185 | 205 | 148 | 0 | 0 |
| B-5 | 192 | 133 | 75 | 55 | 145 | 105 |
| B-6 | 0 | 6 | 127 | 91 | 159 | 132 |
| C-1 | 238 | 187 | 158 | 107 | 25 | 0 |
| C-2 | 157 | 108 | 188 | 140 | 54 | 0 |
| C-3 | 83 | 53 | 58 | 30 | 106 | 72 |
| C-4 | 195 | 147 | 79 | 53 | 95 | 67 |
| C-5 | 58 | 25 | 88 | 53 | 159 | 136 |
| C-6 | 222 | 168 | 118 | 64 | 32 | 0 |
| D-1 | 112 | 70 | 76 | 46 | 60 | 34 |
| D-2 | 197 | 155 | 145 | 114 | 125 | 96 |
| D-3 | 87 | 52 | 120 | 91 | 155 | 134 |
| D-4 | 82 | 44 | 106 | 62 | 60 | 22 |
| D-5 | 126 | 92 | 125 | 95 | 174 | 150 |
| D-6 | 98 | 79 | 187 | 150 | 166 | 137 |

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 | 44 | 41 | 46 | 43 | 43 |
| A-2 | 80 | 74 | 80 | 76 | 78 | 75 |
| A-3 | 122 | 117 | 118 | 121 | 116 | 132 |
| A-4 | 161 | 150 | 157 | 151 | 154 | 169 |
| A-5 | 202 | 198 | 198 | 202 | 195 | 214 |
| A-6 | 249 | 234 | 242 | 237 | 238 | 244 |
| B-1 | 25 | 23 | 55 | 69 | 135 | 204 |
| B-2 | 57 | 51 | 146 | 147 | 64 | 37 |
| B-3 | 186 | 166 | 26 | 24 | 51 | 20 |
| B-4 | 245 | 228 | 205 | 189 | 0 | 0 |
| B-5 | 192 | 191 | 75 | 91 | 145 | 164 |
| B-6 | 0 | 33 | 127 | 166 | 159 | 225 |
| C-1 | 238 | 246 | 158 | 186 | 25 | 4 |
| C-2 | 157 | 207 | 188 | 228 | 54 | 11 |
| C-3 | 83 | 99 | 58 | 65 | 106 | 142 |
| C-4 | 195 | 204 | 79 | 85 | 95 | 105 |
| C-5 | 58 | 51 | 88 | 105 | 159 | 214 |
| C-6 | 222 | 235 | 118 | 125 | 32 | 0 |
| D-1 | 112 | 161 | 76 | 110 | 60 | 91 |
| D-2 | 197 | 184 | 145 | 137 | 125 | 129 |
| D-3 | 87 | 75 | 120 | 125 | 155 | 186 |
| D-4 | 82 | 67 | 106 | 96 | 60 | 14 |
| D-5 | 126 | 141 | 125 | 146 | 174 | 227 |
| D-6 | 98 | 126 | 187 | 232 | 166 | 228 |

技術番号 BR010055

室内照明有り

技術名 溝橋の損傷を水陸両用ロボットおよび水上フロートで把握する技術 開発者名 株式会社補修技術設計

試験日 令和6年 12月 23日 天候 - 気温 - °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 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。

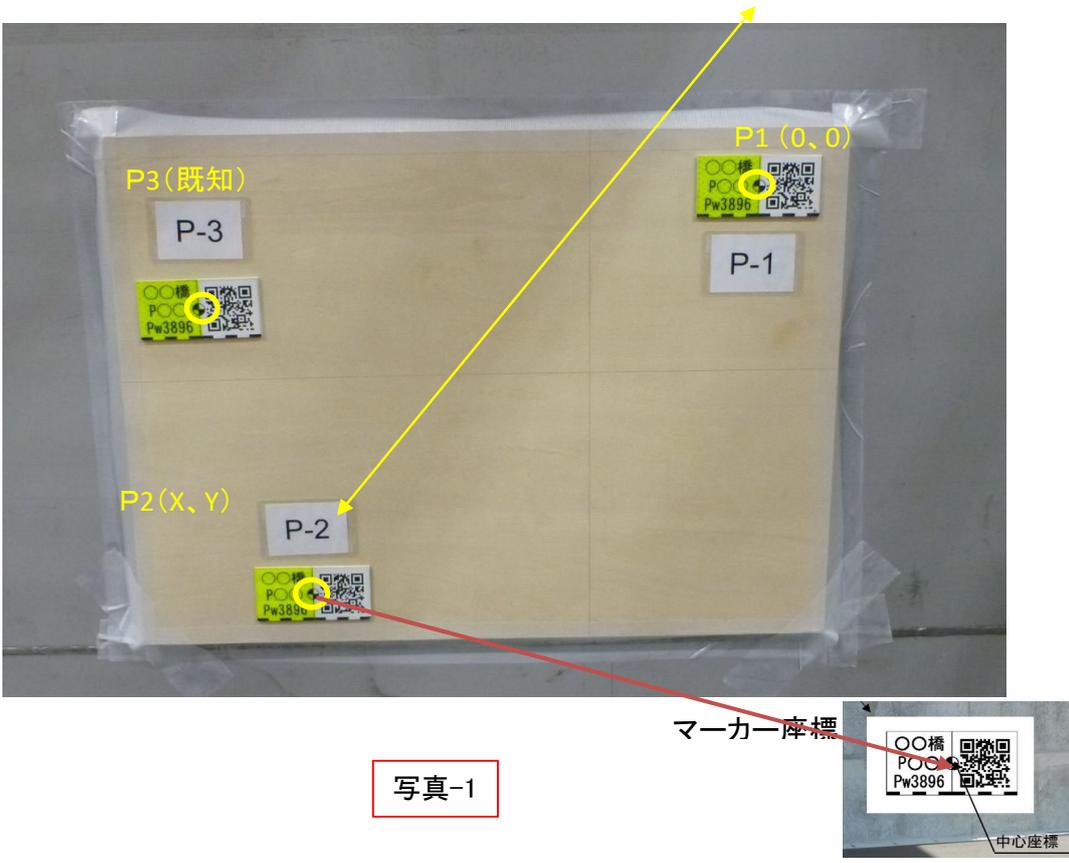
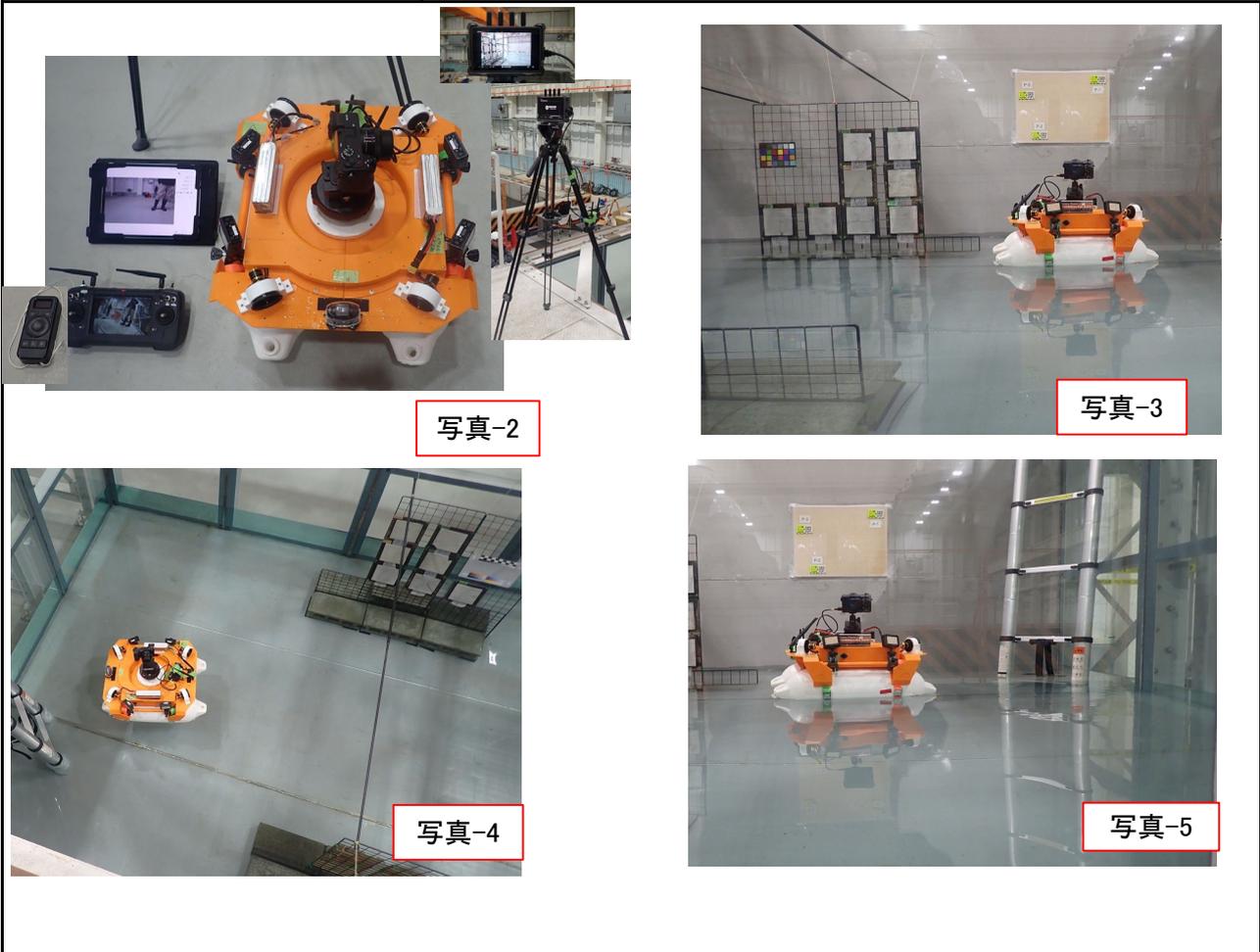


写真-1

| 試験方法(手順) | 技術番号 | BR010055 |
|----------|---|----------|
| ① | 撮影機器(水上フロート、カメラ、コントローラ、ジンバルリモコン、モニター、タブレット)(写真-2) | |
| ② | マーカーの設置状況(写真-3) | |
| ③ | 撮影状況: マーカーを撮影する。(写真-4) | |
| ④ | 撮影状況: マーカーを撮影する。(写真-5) | |
| 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。 | |

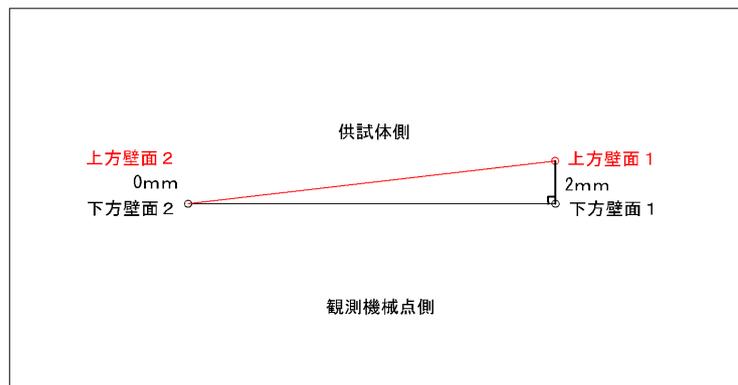
開発者による計測機器の設置状況



※長さ計測精度/位置精度

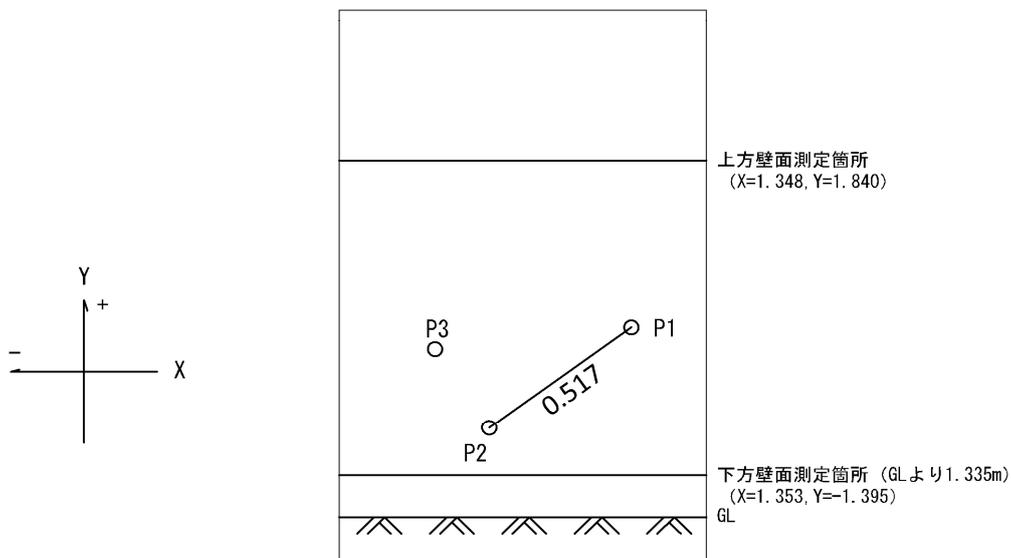
立会者によりP1(0, 0)を基準点とし、P2、P3をトータルステーションにて測量した座標値を真値とする。

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 | -0.376 | -0.355 | 0.000 |
| P3 | -0.458 | -0.095 | -0.001 |

※長さ計測精度/位置精度

■カメラ名称: SONY α 6700

■被写体距離: 1.0m

■室内照度: 1051lux

■流速: 0m/s

■焦点距離: 16mm

■シャッター速度: オート

■フォーカス: f/3.5

■ISO: 800以下

■画像Pixel数: 4384 × 2920

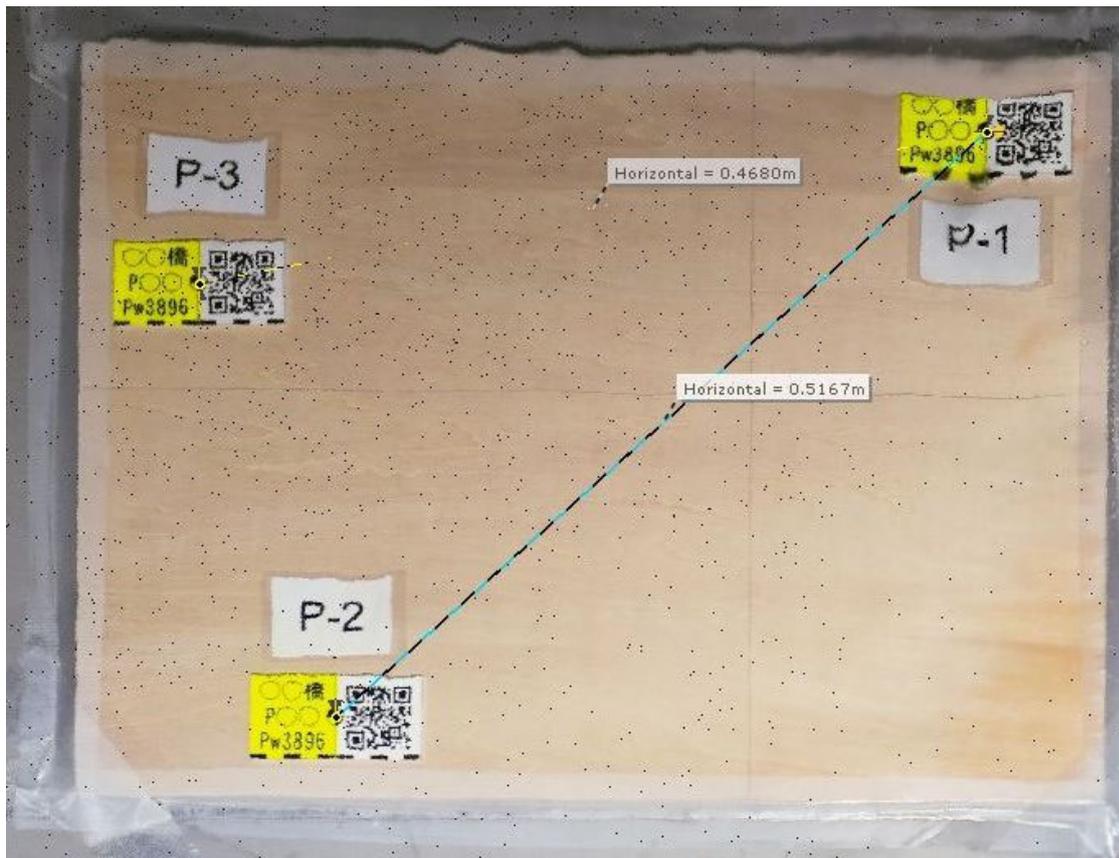


写真-6 オルソ画像

| ボードマーカース座標値 | | | | | | | | | |
|-------------|--------|--------|-------|--------|--------|--------|--------------|-------|--------|
| 点名 | X座標 | | | Y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 | 0.000 | / | / | / | / |
| P2 | -0.376 | -0.377 | 0.001 | -0.355 | -0.354 | -0.001 | 0.517 | 0.517 | 100.0% |
| P3 | -0.458 | -0.458 | / | -0.095 | -0.095 | / | / | / | / |

技術番号 BR010055

室内照明無し

技術名 溝橋の損傷を水陸両用ロボットおよび水上フロートで把握する技術

開発者名 株式会社補修技術設計

試験日 令和6年 12月 23日 天候 - 気温 - °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 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
進入可能性能
最小・ひびわれ精度
色識別性能

対象構造物の概要

・幅0.2mm、0.3mm、1.0mm、2.0mm、5.0mm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を2台の架台に配置した。(写真-1、2、3)

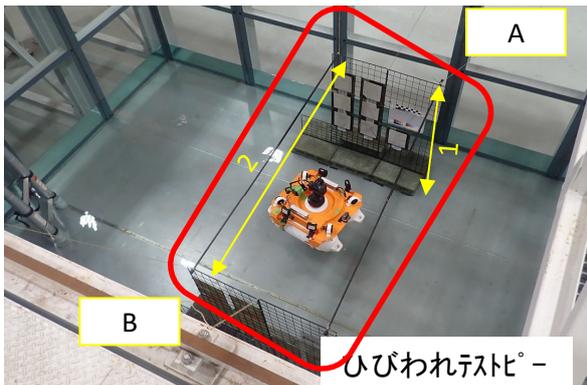


写真-1: ひびわれパネル設置架台



写真-2: 架台A(7パネル)

パネル番号とひびわれ方向(縦、横、斜)

| | | |
|-----|-----|-----|
| 架台A | | |
| A-1 | A-2 | |
| 斜 | 横 | |
| A-3 | A-4 | |
| 斜 | 縦 | |
| A-5 | A-6 | A-7 |
| 横 | 斜 | 縦 |



写真-3: 架台B(7パネル)

| | | | |
|------|------|------|------|
| 架台B | | | |
| | | A-8 | A-9 |
| | | 縦 | 縦 |
| | | A-10 | A-11 |
| | | 横 | 斜 |
| A-12 | A-13 | A-14 | A-15 |
| 横 | 縦 | 斜 | 横 |

| 試験方法(手順) | 技術番号 | BR010055 |
|----------|--|----------|
| ① | 撮影機器(水上フロート(0.65m×0.5m×0.6m)、カメラ(SONY α6700)、コントローラ、ジンバルリモコン、モニター、タブレット)(写真-4) | |
| ② | 撮影状況(ひびわれモルタル撮影)(写真-5) | |
| ③ | 撮影状況(ひびわれモルタル撮影)(写真-6) | |
| ④ | 撮影状況(カラーチャート撮影)(写真-7) | |
| ⑤ | 撮影画像より、ひびわれ幅精度、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



カメラ

タブレット

ジンバル

コントローラ

写真-4

モニター



写真-5



写真-6

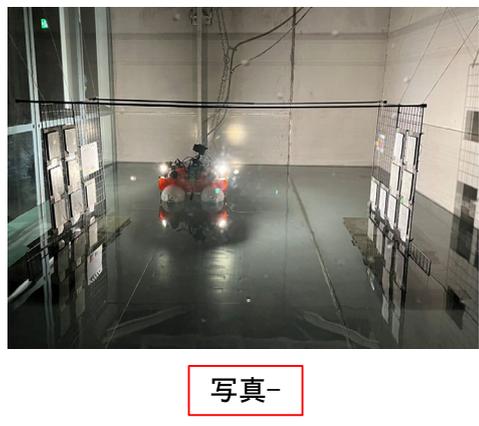


写真-

※安定性能

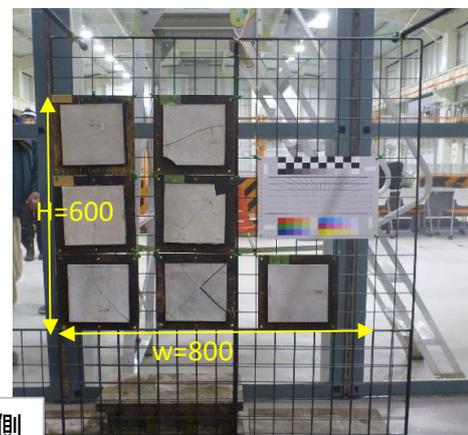
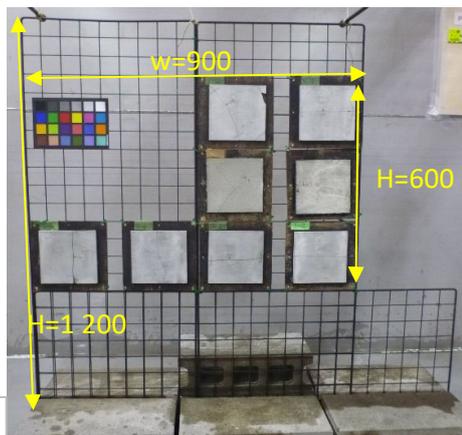
■流速無し、水深0.4m



水流をしない状態での移動量を確認する。

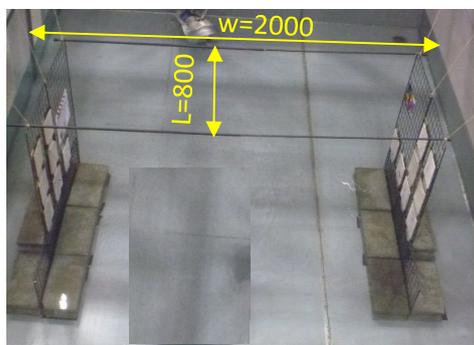
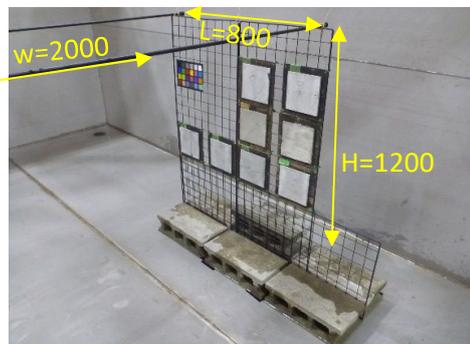
※撮影速度

■水深0.3m



撮影範囲(右:縦0.6m、横0.9m、左:縦0.6m、横0.8m)を移動しながら撮影に要した時間(秒)を計測する。

※進入可能性能

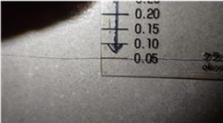
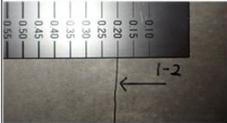


水深0.4mで、 $W2.0m \times H0.8m \times L0.8m$ の空間において、進入可能かを確認する。

※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-1 | A-3 | A-10 |
| 方向 | 縦 | 横 | 斜 |
| 写真 |  |  |  |
| 真値 | 0.05 | 0.05 | 0.05 |
| チャート番号 | A-5 | A-11 | A-4 |
| 方向 | 縦 | 横 | 斜 |
| 写真 |  |  |  |
| 真値 | 0.1 | 0.1 | 0.1 |
| チャート番号 | A-15 | A-7 | A-8 |
| 方向 | 縦 | 横 | 斜 |
| 写真 |  |  |  |
| 真値 | 0.2 | 0.2 | 0.2 |
| チャート番号 | A-13 | A-9 | A-6 |
| 方向 | 縦 | 横 | 斜 |
| 写真 |  |  |  |
| 真値 | 0.3 | 0.3 | 0.3 |
| チャート番号 | A-12 | A-14 | A-2 |
| 方向 | 縦 | 横 | 斜 |
| 写真 |  |  |  |
| 真値 | 1.0 | 1.0 | 1.0 |

※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提供しているRGB値を真値とする。

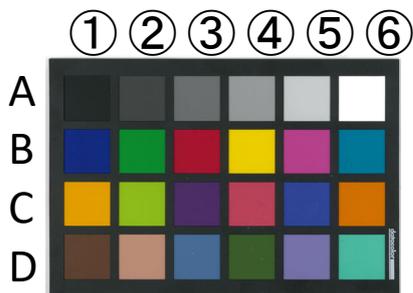


写真-8



| 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 |

※安定性能:変化量:0cm

※撮影速度

流速無し:撮影面積 1.02m^2 、撮影時間:1分59秒=119sec

撮影速度= $1.02/119=0.009\text{m}^2/\text{sec}$

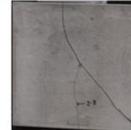
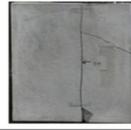
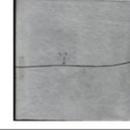
※進入可能性能:W2.0m×H0.8m×L0.8mの空間を進入可能

※最小ひびわれ幅・計測精度

■カメラ名称:SONY α 6700

■被写体距離: 1.0m ■室内照度:0.4lux ■流速: 0m/s ■焦点距離: 16mm

■シャッター速度:オート ■フォーカス:f/3.5 ■ISO:250以下 ■画像Pixel数: 4384×2920

| | | | |
|--------|---|---|---|
| チャート番号 | A-1 | A-3 | A-10 |
| 方向 | 縦 | 横 | 斜 |
| 真値 | 0.05 | 0.05 | 0.05 |
| 撮影画像 |  |  |  |
| 計測値 | 0.10 | 0.20 | 0.10 |
| チャート番号 | A-5 | A-11 | A-4 |
| 方向 | 縦 | 横 | 斜 |
| 真値 | 0.1 | 0.1 | 0.1 |
| 撮影画像 |  |  |  |
| 計測値 | 0.10 | 0.20 | 0.20 |
| チャート番号 | A-15 | A-7 | A-8 |
| 方向 | 縦 | 横 | 斜 |
| ひびわれ幅 | 0.2 | 0.2 | 0.2 |
| 撮影画像 |  |  |  |
| 計測値 | 0.10 | 0.20 | 0.20 |
| チャート番号 | A-13 | A-9 | A-6 |
| 方向 | 縦 | 横 | 斜 |
| 真値 | 0.3 | 0.3 | 0.3 |
| 撮影画像 |  |  |  |
| 計測値 | 0.20 | 0.30 | 0.20 |
| チャート番号 | A-12 | A-14 | A-2 |
| 方向 | 縦 | 横 | 斜 |
| 真値 | 1.0 | 1.0 | 1.0 |
| 撮影画像 |  |  |  |
| 計測値 | 0.80 | 0.80 | 1.00 |

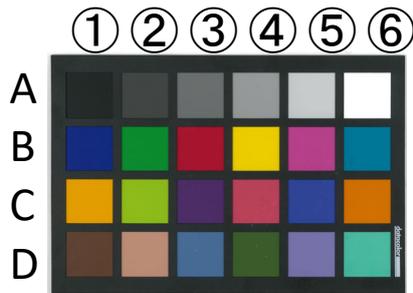
| ひびわれ幅 | 計測精度 |
|--------|--------|
| 0.05mm | 0.10mm |
| 0.1mm | 0.08mm |
| 0.2mm | 0.06mm |
| 0.3mm | 0.08mm |
| 1.0mm | 0.16mm |

※色識別性能

■カメラ名称:SONY α 6700

■被写体距離: 1.0m ■室内照度:0.4lux ■流速: 0m/s ■焦点距離: 16mm

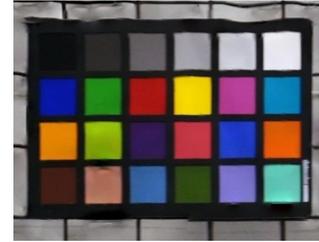
■シャッター速度:オート ■フォーカス:f/3.5 ■ISO:250以下 ■画像Pixel数: 4384×2920



立会者撮影



撮影画像



オルソ画像

計測比較

撮影画像

| | R値 | | G値 | | B値 | |
|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| | 真値 | 計測値 | 真値 | 計測値 | 真値 | 計測値 |
| A-1 | 43 | 25 | 41 | 26 | 43 | 28 |
| A-2 | 80 | 55 | 80 | 57 | 78 | 56 |
| A-3 | 122 | 97 | 118 | 98 | 116 | 100 |
| A-4 | 161 | 144 | 157 | 144 | 154 | 146 |
| A-5 | 202 | 182 | 198 | 182 | 195 | 184 |
| A-6 | 249 | 210 | 242 | 210 | 238 | 212 |
| B-1 | 25 | 20 | 55 | 38 | 135 | 150 |
| B-2 | 57 | 48 | 146 | 133 | 64 | 36 |
| B-3 | 186 | 153 | 26 | 35 | 51 | 31 |
| B-4 | 245 | 221 | 205 | 181 | 0 | 0 |
| B-5 | 192 | 161 | 75 | 71 | 145 | 135 |
| B-6 | 0 | 20 | 127 | 127 | 159 | 169 |
| C-1 | 238 | 208 | 158 | 128 | 25 | 7 |
| C-2 | 157 | 137 | 188 | 166 | 54 | 14 |
| C-3 | 83 | 65 | 58 | 41 | 106 | 91 |
| C-4 | 195 | 172 | 79 | 68 | 95 | 79 |
| C-5 | 58 | 42 | 88 | 68 | 159 | 163 |
| C-6 | 222 | 209 | 118 | 94 | 32 | 13 |
| D-1 | 112 | 78 | 76 | 48 | 60 | 37 |
| D-2 | 197 | 172 | 145 | 120 | 125 | 106 |
| D-3 | 87 | 67 | 120 | 108 | 155 | 154 |
| D-4 | 82 | 56 | 106 | 80 | 60 | 32 |
| D-5 | 126 | 116 | 125 | 116 | 174 | 178 |
| D-6 | 98 | 95 | 187 | 177 | 166 | 162 |

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 | 11 | 41 | 15 | 43 | 16 |
| A-2 | 80 | 42 | 80 | 41 | 78 | 39 |
| A-3 | 122 | 100 | 118 | 95 | 116 | 99 |
| A-4 | 161 | 163 | 157 | 162 | 154 | 170 |
| A-5 | 202 | 200 | 198 | 200 | 195 | 212 |
| A-6 | 249 | 232 | 242 | 232 | 238 | 240 |
| B-1 | 25 | 8 | 55 | 23 | 135 | 166 |
| B-2 | 57 | 30 | 146 | 141 | 64 | 20 |
| B-3 | 186 | 169 | 26 | 21 | 51 | 17 |
| B-4 | 245 | 242 | 205 | 215 | 0 | 1 |
| B-5 | 192 | 182 | 75 | 63 | 145 | 155 |
| B-6 | 0 | 6 | 127 | 133 | 159 | 186 |
| C-1 | 238 | 227 | 158 | 132 | 25 | 2 |
| C-2 | 157 | 132 | 188 | 161 | 54 | 9 |
| C-3 | 83 | 48 | 58 | 26 | 106 | 88 |
| C-4 | 195 | 196 | 79 | 56 | 95 | 69 |
| C-5 | 58 | 26 | 88 | 57 | 159 | 199 |
| C-6 | 222 | 230 | 118 | 91 | 32 | 6 |
| D-1 | 112 | 67 | 76 | 30 | 60 | 22 |
| D-2 | 197 | 175 | 145 | 110 | 125 | 90 |
| D-3 | 87 | 55 | 120 | 100 | 155 | 167 |
| D-4 | 82 | 48 | 106 | 73 | 60 | 16 |
| D-5 | 126 | 123 | 125 | 119 | 174 | 206 |
| D-6 | 98 | 95 | 187 | 197 | 166 | 187 |

技術番号 BR010055

室内照明無し

技術名 溝橋の損傷を水陸両用ロボットおよび水上フロートで把握する技術

開発者名 株式会社補修技術設計

試験日 令和6年 12月 23日 天候 - 気温 - °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 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。

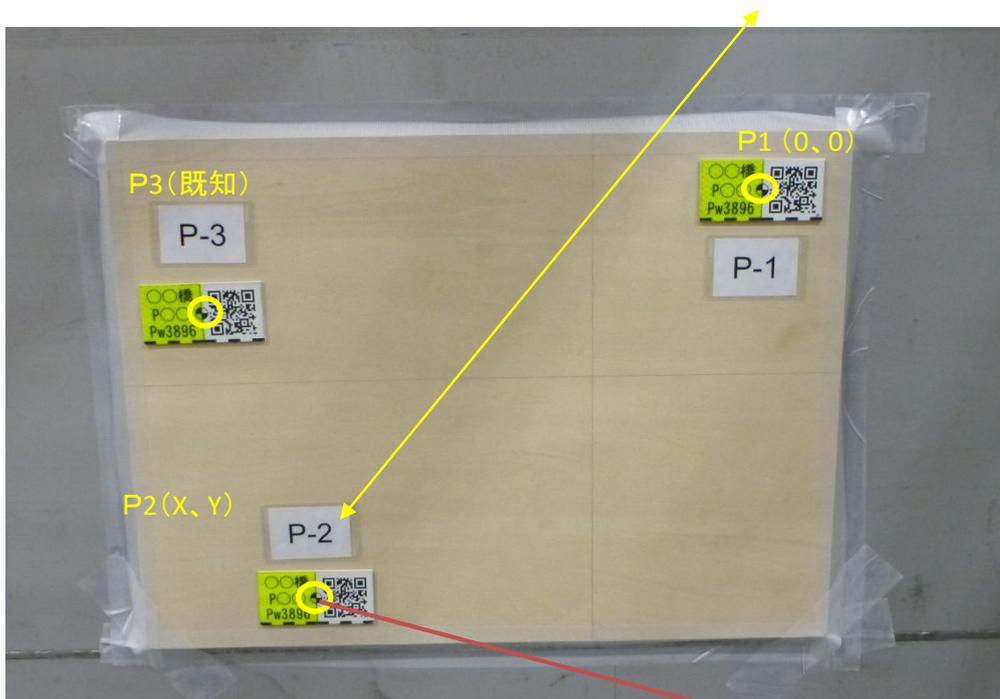


写真-1

| 試験方法(手順) | 技術番号 | BR010055 |
|----------|---|----------|
| ① | 撮影機器(水上フロート、カメラ、コントローラ、ジンバルリモコン、モニター、タブレット)(写真-2) | |
| ② | マーカの設置状況(写真-3) | |
| ③ | 撮影状況: マーカを撮影する。(写真-4) | |
| ④ | 撮影状況: マーカを撮影する。(写真-5) | |
| ⑤ | 後日、撮影画像からオルソ画像を作成しマーカの座標値を求め、マーカの座標値から長さ(P1-P2間)を求める。 | |

開発者による計測機器の設置状況



写真-2



写真-3



写真-4

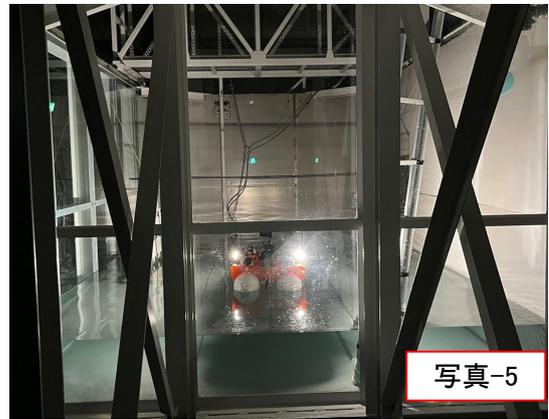
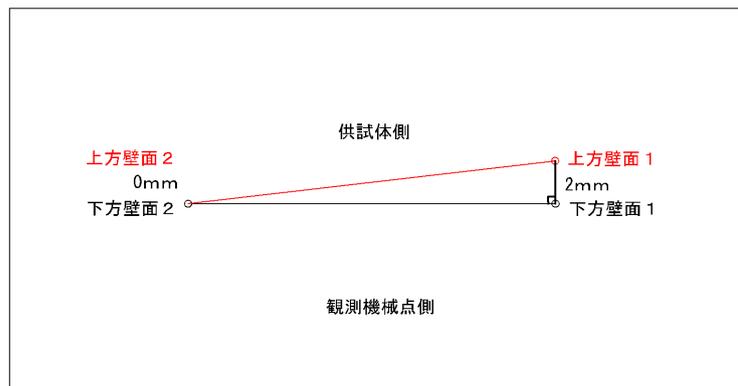


写真-5

※長さ計測精度/位置精度

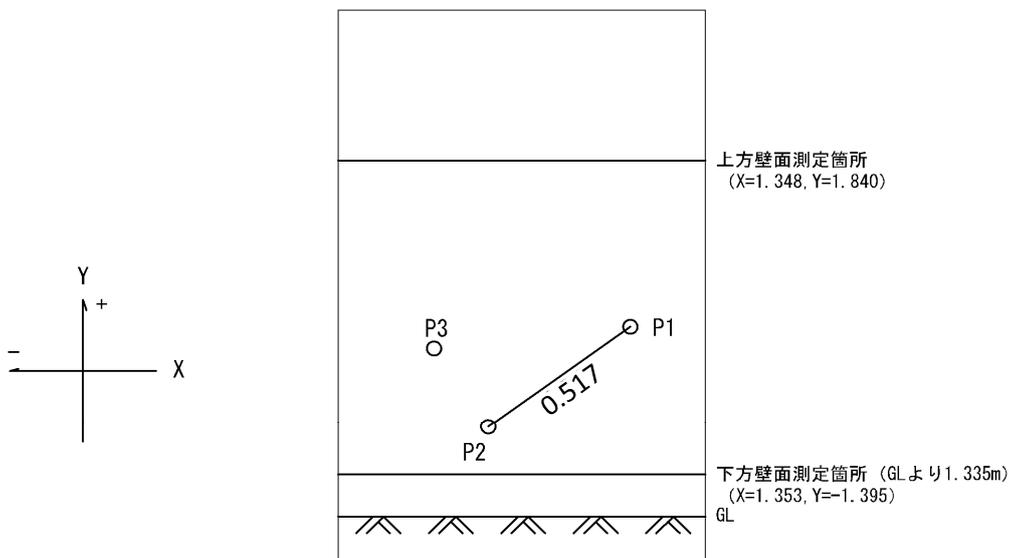
立会者によりP1(0, 0)を基準点とし、P2、P3をトータルステーションにて測量した座標値を真値とする。

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 | -0.376 | -0.355 | 0.000 |
| P3 | -0.458 | -0.095 | -0.001 |

※長さ計測精度/位置精度

■カメラ名称: SONY α 6700

■被写体距離: 1.0m ■室内照度: 0.4lux ■流速: 0m/s ■焦点距離: 16mm

■シャッター速度: オート ■フォーカス: f/3.5 ■ISO: 250以下 ■画像Pixel数: 4384 × 2920

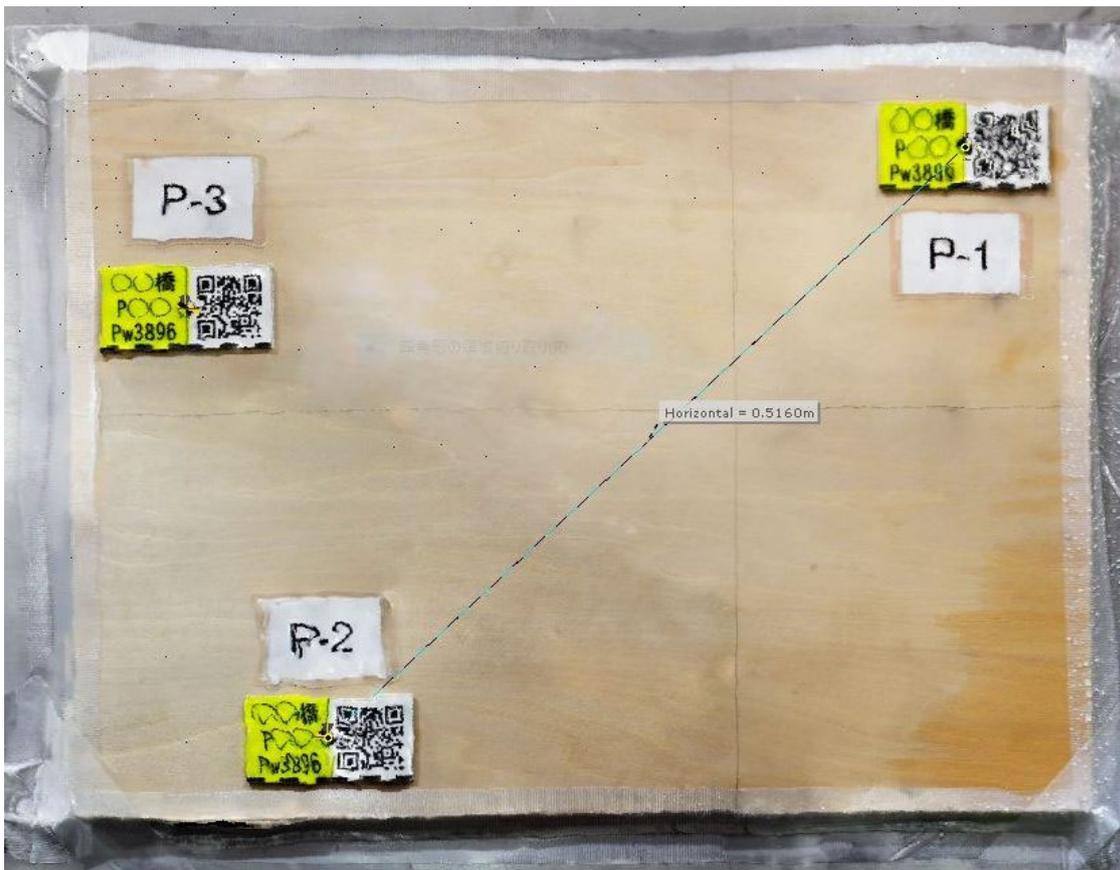


写真-6 オルソ画像

| ボードマーカース座標値 | | | | | | | | | |
|-------------|--------|--------|--------|--------|--------|-------|--------------|-------|-------|
| 点名 | X座標 | | | Y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 | -0.376 | -0.374 | -0.002 | -0.355 | -0.356 | 0.001 | 0.517 | 0.516 | 99.8% |
| P3 | -0.458 | -0.458 | / | -0.095 | -0.095 | / | / | / | / |