

技術番号	TN010032-V0023						
技術名	トンネル検査システム(TM-270)			開発者名	株式会社保全工学研究所		
試験日	令和5年 1 月 19 日	天候	晴	気温	°C	風速	m/s
試験場所	国総研実大トンネル実験施設 茨城県つくば市						
カタログ分類	画像計測技術	カタログ	検出項目	ひび割れ幅	試験区分	標準試験 現場試験	

試験で確認する
カタログ項目

計測精度[1]通常のひび割れ

対象構造物の概要

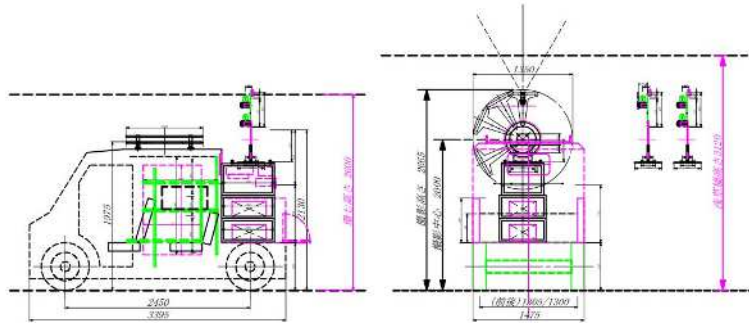
対象トンネル標準断面図

対象トンネル全体写真

模擬ひび割れ供試体設置写真

- ① トンネル外にて、カメラを調整し、機器の動作確認を行う。
- ② 対象物(ひび割れパネル)の走行撮影を行った。走行速度:45km/h
- ③ 計測を終えるたびに、正常に撮影出来ているかを確認する。
- ④ 撮影画像の解析を行い、ひび割れ幅・長さを検出する。その後、供試体真値と検出値を比較し、計測精度を求める。

開発者による計測機器の設置状況



比較対象を得るため、
立会者による計測機器の設置状況

ひび割れパネル設置状況



ひび割れパネル検出結果一覧

供試体No.	ひびわれNo.	供試体ひび割れ幅 真値	計測値	誤差	誤差の二乗
1-2	②	1.1	0.97	0.13	0.0169
	④	0.5	0.47	0.03	0.0009
	⑦	0.7	0.64	0.06	0.0036
1-3	②	3.0	2.97	0.03	0.0009
2-2	②	3.5	3.85	(0.35)	0.1225
2-3	③	1.5	1.58	0.02	0.0004
3-1	②	2.5	2.29	0.21	0.0441
4-1	④	0.9	0.61	0.29	0.0841
4-2	②	0.4	0.46	(0.06)	0.0036
4-3		0.2	0.18	0.02	0.0004
	①	5.0	4.79	0.21	0.0441
5-1	②	3.0	3.35	(0.35)	0.1225
5-3	③	0.4	0.23	0.17	0.0289
6-1	①	1.0	0.51	0.49	0.2401
6-2	①	0.6	0.26	0.34	0.1156
	④	0.5	0.19	0.31	0.0961
	⑤	0.4	0.17	0.23	0.0529
6-3	②	3.0	3.03	(0.03)	0.0009
7-1	②	1.3	0.95	0.35	0.1225
7-2	②	1.1	1.02	0.08	0.0064
	⑤	0.6	0.47	0.13	0.0169
	⑧	0.3	0.29	0.01	0.0001
7-3	②	3.0	3.18	(0.18)	0.0324
	⑦	3.5	3.57	(0.07)	0.0049

供試体No.	ひびわれNo.	供試体ひび割れ幅 真値	計測値	誤差	誤差の二乗
18-2	②	4.0	3.36	0.64	0.4096
18-3	②	0.7	0.53	0.17	0.0289
19-1	②	1.5	1.29	0.21	0.0441
19-3	②	0.3	0.29	0.01	0.0001
20-1	②	1.5	1.55	(0.05)	0.0025
20-2	②	3.5	3.83	(0.33)	0.1089
20-3	②	0.3	0.25	0.05	0.0025
21-1	②	0.4	0.36	0.04	0.0016
21-2	②	0.8	0.83	(0.03)	0.0009
21-3	③	4.0	3.74	0.26	0.0676
22-1	②	4.5	4.22	0.28	0.0784
22-2	②	1.0	0.94	0.06	0.0036
22-3	②	0.3	0.37	(0.07)	0.0049
23-1	①	0.3	0.17	0.13	0.0169
	③	0.8	0.61	0.19	0.0361
23-3	⑤	3.5	3.05	0.45	0.2025
	⑦	0.1	0.17	(0.07)	0.0049

供試体No.	ひびわれNo.	供試体ひび割れ幅 真値	計測値	誤差	誤差の二乗
8-1	④	0.4	0.43	(0.03)	0.0009
	⑦	0.2	0.27	(0.07)	0.0049
	⑧	0.7	0.72	(0.02)	0.0004
8-2	⑤	0.1	0.17	(0.07)	0.0049
	⑥	0.1	0.18	(0.08)	0.0064
	⑦	0.1	0.2	(0.10)	0.0100
8-3	②	3.0	2.85	0.15	0.0225
10-2	②	4.0	4.1	(0.10)	0.0100
11-1	①	2.5	2.62	(0.12)	0.0144
11-2	②	0.9	0.96	(0.06)	0.0036
	⑥	0.2	0.19	0.01	0.0001
11-3	②	0.4	0.34	0.06	0.0036
13-1	③	3.0	1.96	1.04	1.0816
13-3	①	0.9	0.86	0.04	0.0016
	④	0.5	0.4	0.10	0.0100
14-1	②	0.3	0.35	(0.05)	0.0025
15-1	②	0.2	0.39	(0.19)	0.0361
15-2	①	3.0	3.07	(0.07)	0.0049
15-3	③	0.7	0.81	(0.11)	0.0121
16-1	②	0.7	0.4	0.30	0.0900
16-2	②	3.5	2.77	0.73	0.5329
17-1	②	0.7	0.62	0.08	0.0064
17-3	②	0.8	0.58	0.22	0.0484

供試体No.	ひびわれNo.	供試体ひび割れ幅 真値	計測値	誤差	誤差の二乗
24-1		0.5	0.18	0.32	0.1024
		0.4	0.3	0.10	0.0100
24-2		4.0	3.3	0.70	0.4900
24-3		0.2	0.16	0.04	0.0016
		0.4	0.28	0.12	0.0144
		1.5	1.08	0.42	0.1764
26-1		2.5	2.74	(0.24)	0.0576
26-2		0.7	0.51	0.19	0.0361
27-3	②	3.0	2.42	0.58	0.3364
28-1	④	4.0	4.13	(0.13)	0.0169
28-2	②	0.7	0.68	0.02	0.0004
29-1	③	3.0	2.06	0.94	0.8836
29-2	②	2.0	1.55	0.45	0.2025
30-1	②	0.3	0.24	0.06	0.0036
30-2	①	3.5	2.74	0.76	0.5776
30-3		2.5	2.2	0.30	0.0900

供試体ひび割れ真値	ひび割れ幅計測精度 E
0.3mm以下	0.079
1.0mm未満	0.158
1.0mm以上	0.418
合計	0.298

ひび割れ幅計測精度 E (mm) 計算式

$$E = \sqrt{\frac{(x_1 - a)^2 + \dots + (x_n - a)^2}{n}}$$

① 性能を確保するための条件

- ・計測(撮影)速度： 45km/h以下かつ、一定の速度で走行すること
- ・照度： 約10000lx

② 本試験時の撮影条件

- ・計測(撮影)速度： 40～45km(0.1mmのひび割れを検出する時のみ25km/hにて走行)
- ・被写体との距離： 車体の中心から約3.2m
- ・被写体： 模擬ひび割れ供試体
- ・照度： 約10000lx

技術番号	TN010032-V0023						
技術名	トンネル検査システム(TM-270)			開発者名	株式会社保全工学研究所		
試験日	令和5年 1 月 19 日	天候	晴	気温	℃	風速	m/s
試験場所	国総研実大トンネル実験施設 茨城県つくば市						
カタログ分類	画像計測技術	カタログ	検出項目	ひび割れ幅	試験区分	標準試験 現場試験	

試験で確認する
カタログ項目

計測精度【2】復工表面が
煤で汚れた状態のひび割れ

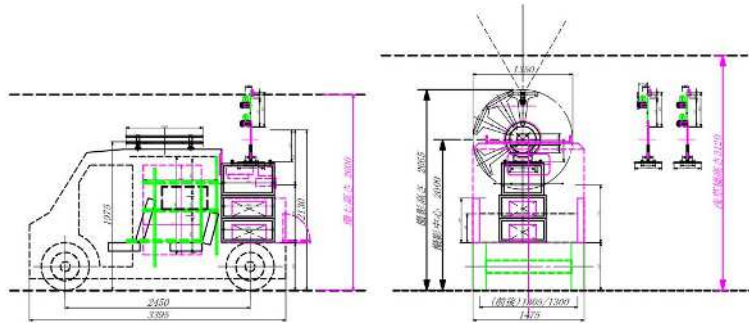
対象構造物の概要

図1.トンネル断面図

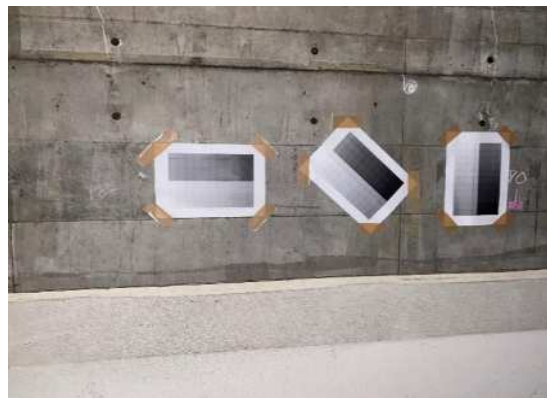
図2.トンネル全体写真

- ① トンネル外にて、カメラを調整し、機器の動作確認を行う。
- ② 対象物(煤汚れ付着ひび割れパネル)の走行撮影を行った。走行速度:45km/h
- ③ 計測を終えるたびに、正常に撮影出来ているかを確認する。
- ④ 撮影画像の解析を行い、ひび割れ幅・長さを検出する。その後、供試体真値と検出値を比較し、計測精度を求める。

開発者による計測機器の設置状況


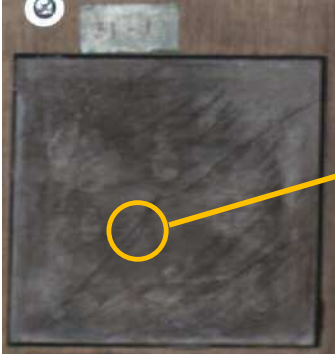

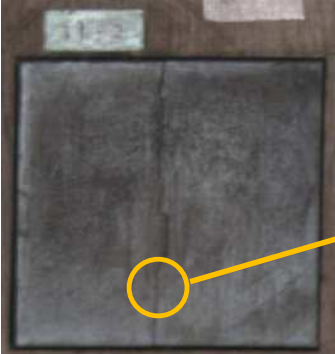
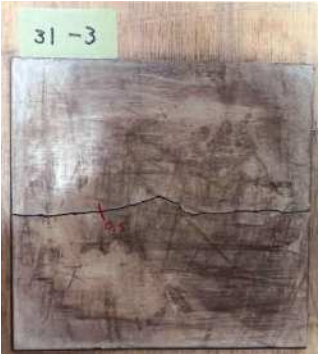
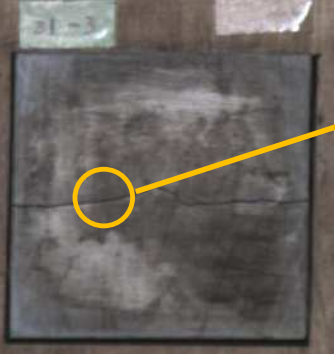





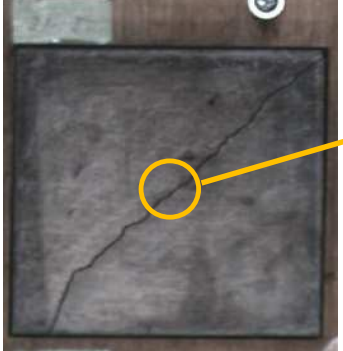

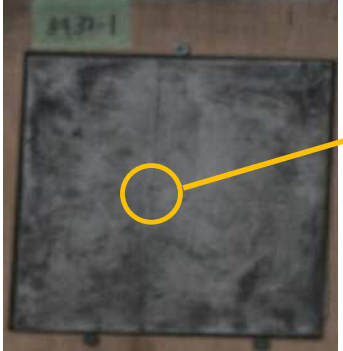

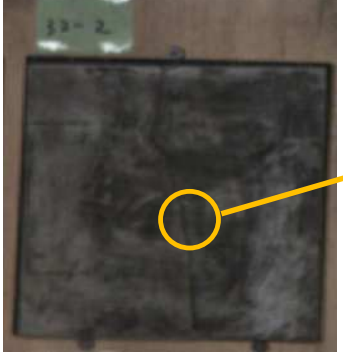

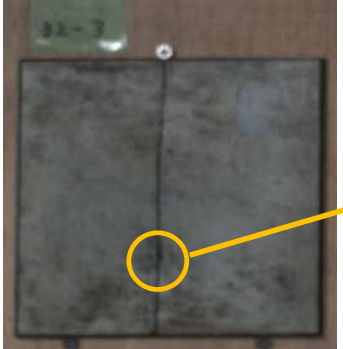
比較対象を得るため、
立会者による計測機器の設置状況



覆工表面が煤で汚れた状態のひび割れの検出可否結果

正解画像と現地計測画像

正解画像(立会者デジカメ撮影)	現地計測画像
	
	
	
	

正解画像(立会者デジカメ撮影)	現地計測画像
<p>31-5</p> 	 <p>0.76mm</p>
<p>32-1</p> 	 <p>0.15mm</p>
<p>32-2</p> 	 <p>0.31mm</p>
<p>32-3</p> 	 <p>0.56mm</p>

煤で汚れたひび割れ検出結果

煤汚れパネル

供試体No.	ひびわれNo.	供試体ひび割れ幅 真値	計測値	誤差	誤差の二乗
31-1	②	0.2	0.18	0.02	0.0004
31-2	②	0.3	0.29	0.01	0.0001
31-3	④	0.5	0.47	0.03	0.0009
31-4	⑦	0.7	0.62	0.08	0.0064
31-5	②	0.8	0.76	0.04	0.0016
32-1	②	0.1	0.15	-0.05	0.0025
32-2	②	0.4	0.31	0.09	0.0081
32-3	③	0.7	0.56	0.14	0.0196

供試体ひび割れ真値	計測精度
0.2	0.02
0.3	0.01
0.4	0.09
0.5	0.03
0.7	0.13
0.8	0.04

1.3煤で汚れたひび割れの検出可否結果

1.2より、幅0.1mm～0.8mm全て識別可能

2.性能を確保する条件

走行速度：50km/h以下かつ、一定の速度で走行すること。

照度：10000lx以上の照度が必要

① 本試験時の撮影条件

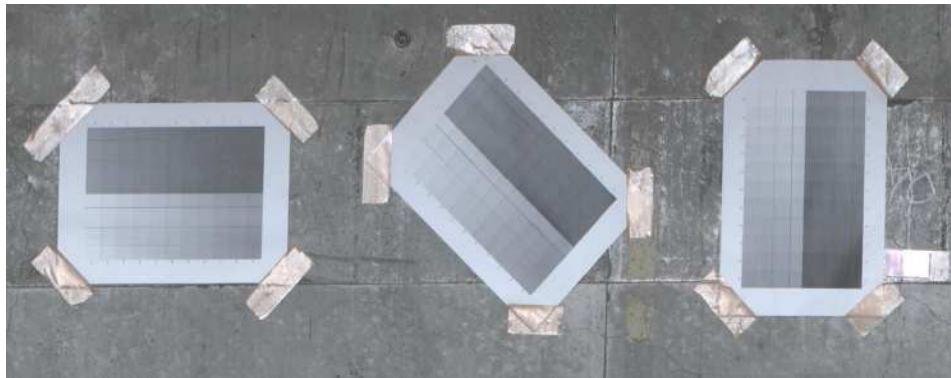
- ・計測(撮影)速度 : 40～45km(0.1mmのひび割れ抽出時のみ、25km/h)
- ・被写体との距離 : 車体の中心から約3.2m
- ・被写体 : 煤汚れひびわれパネル
- ・照度 : 約10000lx

2.直線有りグレースケールシート上の黒色の直線が検出可能な輝度の結果

直線有りグレースケールシートの仕様

図3に示す通り、グレースケールシートは、輝度50~250の間で10ずつ変化したグレースケールとなっておりさらに、0.3mm、0.5mm、1.0mmの直線が引かれている。

グレースケール供試体



ひび割れ幅	輝度別識別可否																			
	50	60	70	80	90	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##
0.3	×	×	×	×	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
0.5	×	×	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
1.0	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○

直線の距離0.3mm 輝度90以上で検出可能

直線の距離0.5mm 輝度70以上で検出可能

直線の距離1.0mm 輝度50以上で検出可能

技術番号 TN010032-V0023

技術名 トンネル検査システム(TM-270) 開発者名 株式会社保全工学研究所

試験日 令和5年 1 月 19 日 天候 晴 気温 °C 風速 m/s

試験場所 国総研実大トンネル実験施設 茨城県つくば市

カタログ分類 画像計測技術 カタログ 検出項目 色識別性能 試験区分 標準試験
現場試験

試験で確認する
カタログ項目 色識別性能

対象構造物の概要

坑門断面

標準断面図

カラーチャート
モノクロチャート
設置位置

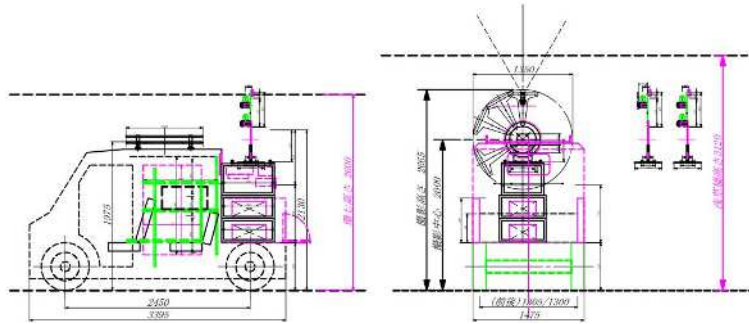
対象トンネル標準断面図

モノクロチャート写真例

カラーチャート写真例

- ① トンネル外にて、カメラを調整し、機器の動作確認を行う。
- ② 対象物(グレースケール・カラーチャート)の走行撮影を行った。走行速度:45km/h
- ③ 計測を終えるたびに、正常に撮影出来ているかを確認する。
- ④ 撮影画像の解析を行い、その後、グレースケール・カラーチャートを目視で確認し、色識別が可能か判断する。

開発者による計測機器の設置状況



比較対象を得るため、
立会者による計測機器の設置状況



1.色識別性能確認結果(フルカラー)

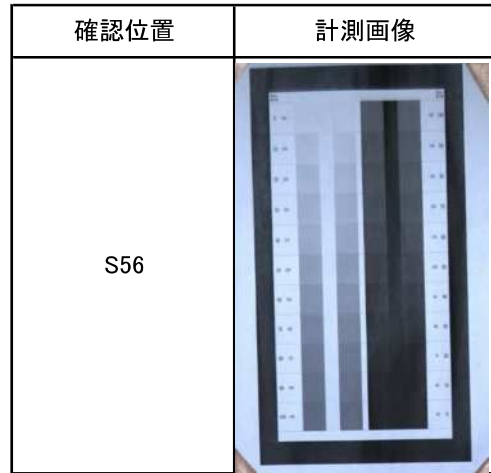
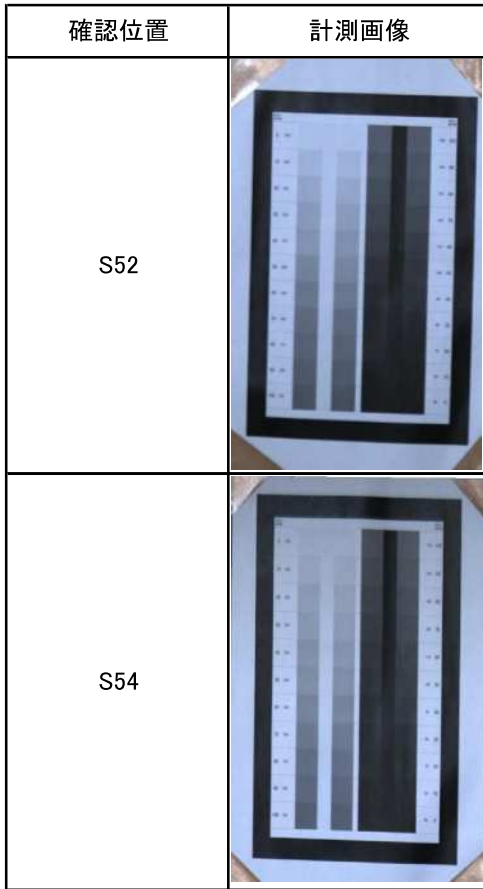
確認位置	撮影画像
S52	
S54	
S56	

技術名	識別可否
トンネル検査システム(TM-270)	フルカラー識別可能

① 本試験時の撮影条件

- ・計測(撮影)速度 : 40~45km
- ・被写体との距離 : 車体の中心から約3.2m
- ・被写体 : ひびわれパネル
- ・照度 : 約10000lx

2.色識別性能確認結果(モノクロ)



技術名	識別可否
トンネル検査システム TM-270	グレースケール識別可能

① 本試験時の撮影条件

- ・計測(撮影)速度： 40～45km
- ・被写体との距離： 車体の中心から約3.2m
- ・被写体： ひびわれパネル
- ・照度： 約10000lx

技術番号	TN010032-V0023						
技術名	トンネル検査システム(TM-270)			開発者名	株式会社保全工学研究所		
試験日	令和5年 1 月 19 日	天候	晴	気温	℃	風速	m/s
試験場所	国総研実大トンネル実験施設 茨城県つくば市						
カタログ分類	画像計測技術	カタログ	検出項目	ひび割れ幅	試験区分	標準試験 現場試験	

試験で確認する
カタログ項目

長さ計測精度

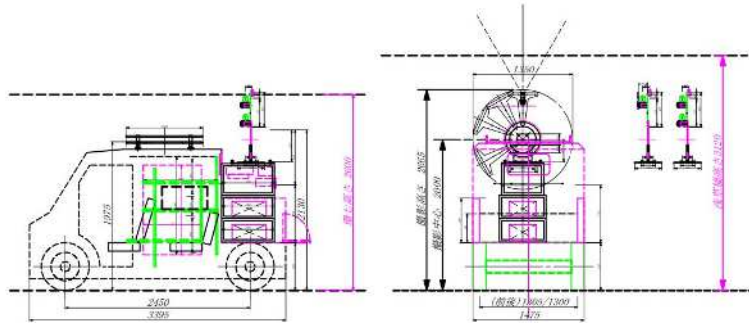
対象構造物の概要

図1.トンネル断面図

図2.トンネル全体写真

- ① トンネル外にて、カメラを調整し、機器の動作確認を行う。
- ② 対象物(ひび割れパネル)の走行撮影を行った。走行速度:45km/h
- ③ 計測を終えるたびに、正常に撮影出来ているかを確認する。
- ④ 撮影画像の解析を行い、ひび割れ幅・長さを検出する。その後、供試体真値と検出値を比較し、計測精度を求める。

開発者による計測機器の設置状況



比較対象を得るため、
立会者による計測機器の設置状況

■トンネル内に設置した位置マーカー写真



試験結果

長さ計測精度

測定地点	測定部位	実測値	画像による計測値	誤差	相対誤差(誤差÷実測値)%
S50-S51	L(A-B)	1.496	1.647	-0.151	10.09%
	L(C-D)	1.480	1.623	-0.143	9.66%
	L(A-C)	6.309	6.301	0.008	0.13%
	L(B-D)	6.305	6.290	0.015	0.24%
S53-S54	L(A-B)	1.503	1.606	-0.103	6.85%
	L(C-D)	1.494	1.578	-0.084	5.62%
	L(A-C)	8.707	8.836	-0.129	1.48%
	L(B-D)	8.705	8.830	-0.125	1.44%
S56-S57	L(A-B)	1.498	1.585	-0.087	5.81%
	L(C-D)	1.497	1.584	-0.087	5.81%
	L(A-C)	11.712	11.803	-0.091	0.78%
	L(B-D)	11.707	11.810	-0.103	0.88%

水平距離平均(進行方向)	0.82%
鉛直距離平均(周方向)	7.31%

① 本試験時の撮影条件

- ・計測(撮影)速度： 40～45km
- ・被写体との距離： 車体の中心から約3.2m
- ・被写体： ひびわれパネル
- ・照度： 約10000lx

技術番号 TN010032-V0023

技術名 トンネル検査システム(TM-270) 開発者名 株式会社保全工学研究所

試験日 令和5年 1 月 19 日 天候 晴 気温 °C 風速 m/s

試験場所 国総研実大トンネル実験施設 茨城県つくば市

カタログ分類 画像計測技術 検出項目 ひび割れ幅 試験区分 標準試験 現場試験

試験で確認する
カタログ項目 位置精度

対象構造物の概要

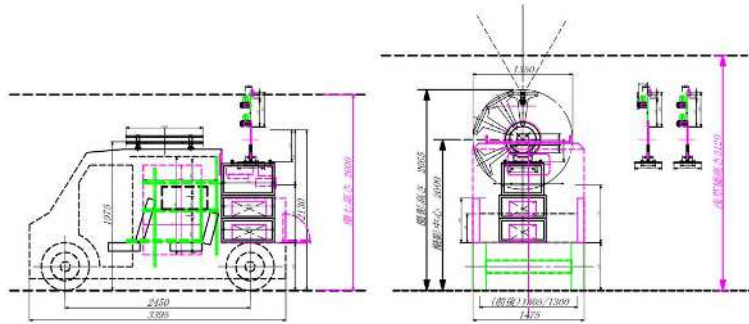
The figure contains two technical drawings and a photograph. The left drawing, titled '坑門断面' (Tunnel Portal Section), shows a cross-section of a tunnel portal with dimensions: total width 11800, inner width 10700, and total height 10700. It includes a semi-circular tunnel opening with a radius of R4500 and a bottom width of 4500. The right drawing, titled '標準断面図' (Standard Section Diagram), shows a similar cross-section with a total width of 7500 and a total height of 4500. The photograph shows the exterior of the tunnel structure, a long concrete wall with a large arched opening, situated next to a road.

図1.トンネル断面図

図2.トンネル全体写真

- ① トンネル外にて、カメラを調整し、機器の動作確認を行う。
- ② 対象物(ひび割れパネル)の走行撮影を行った。走行速度:45km/h
- ③ 計測を終えるたびに、正常に撮影出来ているかを確認する。
- ④ 撮影画像の解析を行い、ひび割れ幅・長さを検出する。その後、供試体真値と検出値を比較し、計測精度を求める。

開発者による計測機器の設置状況



比較対象を得るため、
立会者による計測機器の設置状況

■トンネル内に設置した位置マーカー写真



試験結果

位置計測精度(縮尺設定後)

測定地点	測定部位	実測値	画像による計測値	誤差(m)	絶対誤差(mm)
S50-S51	L(O-A)距離	2.145	2.214	-0.069	69.00
	水平距離(進行方向)	1.994	2.056	-0.062	62.00
	鉛直距離(周方向)	0.789	0.819	-0.030	30.00
	L(O-B)距離	2.110	2.187	-0.077	77.00
	水平距離(進行方向)	1.990	2.025	-0.035	35.00
	鉛直距離(周方向)	0.703	0.827	-0.124	124.00
	L(O-C)距離	8.339	8.399	-0.060	60.00
	水平距離(進行方向)	8.302	8.358	-0.056	56.00
	鉛直距離(周方向)	0.789	0.830	-0.041	41.00
	L(O-D)距離	8.324	8.352	-0.028	28.00
	水平距離(進行方向)	8.295	8.314	-0.019	19.00
	鉛直距離(周方向)	0.687	0.792	-0.105	105.00
S53-S54	L(O-A)距離	9.223	9.311	-0.088	88.00
	水平距離(進行方向)	9.197	9.276	-0.079	79.00
	鉛直距離(周方向)	0.815	0.808	0.007	7.00
	L(O-B)距離	9.221	9.277	-0.056	56.00
	水平距離(進行方向)	9.195	9.243	-0.048	48.00
	鉛直距離(周方向)	0.684	0.797	-0.113	113.00
	L(O-C)距離	17.921	18.129	-0.208	208.00
	水平距離(進行方向)	17.903	18.093	-0.190	190.00
	鉛直距離(周方向)	0.799	0.772	0.027	27.00
	L(O-D)距離	17.913	18.093	-0.180	180.00
	水平距離(進行方向)	17.900	18.055	-0.155	155.00
	鉛直距離(周方向)	0.692	0.806	-0.114	114.00
S56-S57	L(O-A)距離	2.298	2.373	-0.075	75.00
	水平距離(進行方向)	2.158	2.232	-0.074	74.00
	鉛直距離(周方向)	0.790	0.807	-0.017	17.00
	L(O-B)距離	2.282	2.339	-0.057	57.00
	水平距離(進行方向)	2.170	2.206	-0.036	36.00
	鉛直距離(周方向)	0.705	0.778	-0.073	73.00
	L(O-C)距離	13.891	14.058	-0.167	167.00
	水平距離(進行方向)	13.869	14.035	-0.166	166.00
	鉛直距離(周方向)	0.792	0.799	-0.007	7.00
	L(O-D)距離	13.894	14.039	-0.145	145.00
	水平距離(進行方向)	13.877	14.017	-0.140	140.00
	鉛直距離(周方向)	0.702	0.784	-0.082	82.00

絶対誤差(mm)

水平距離平均(進行方向)	88.33
鉛直距離平均(周方向)	61.67

① 本試験時の撮影条件

- ・計測(撮影)速度： 40~45km
- ・被写体との距離： 車体の中心から約3.2m
- ・被写体： ひびわれパネル
- ・照度： 約10000lx

技術番号	TN010033-V0024
------	----------------

技術名	隧道SfM/MVS技術 (Structure from Motion/Multi View Stereo)	開発者名	株式会社メンテナンス・ネットワーク
-----	---	------	-------------------

試験日	令和6年 1月26日	天候	曇り	気温	4.4 °C	風速	m/s
-----	------------	----	----	----	--------	----	-----

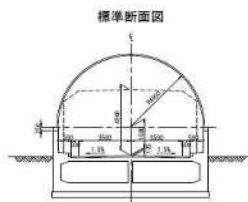
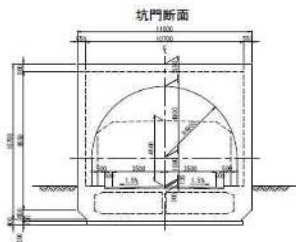
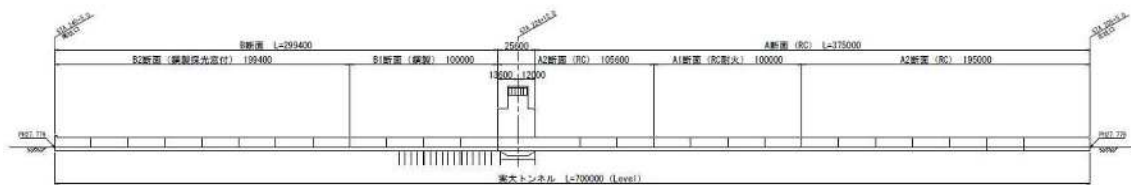
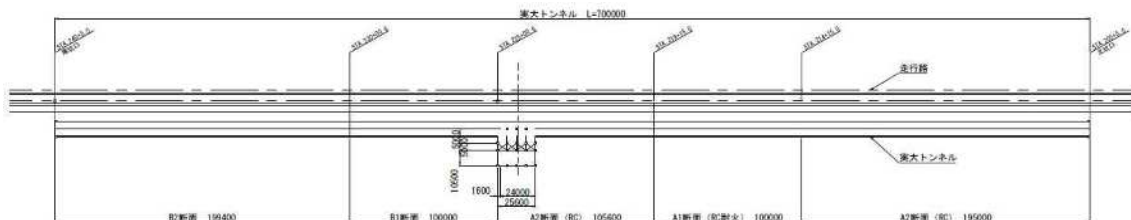
試験場所	国総研実大トンネル実験施設(茨城県つくば市)						
------	------------------------	--	--	--	--	--	--

カタログ分類	画像計測技術	カタログ	検出項目	ひび割れ	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、計測精度(最小ひび割れ幅)、長さ計測精度、位置精度、色識別性能
-------------------	--------------------------------------

対象構造物の概要

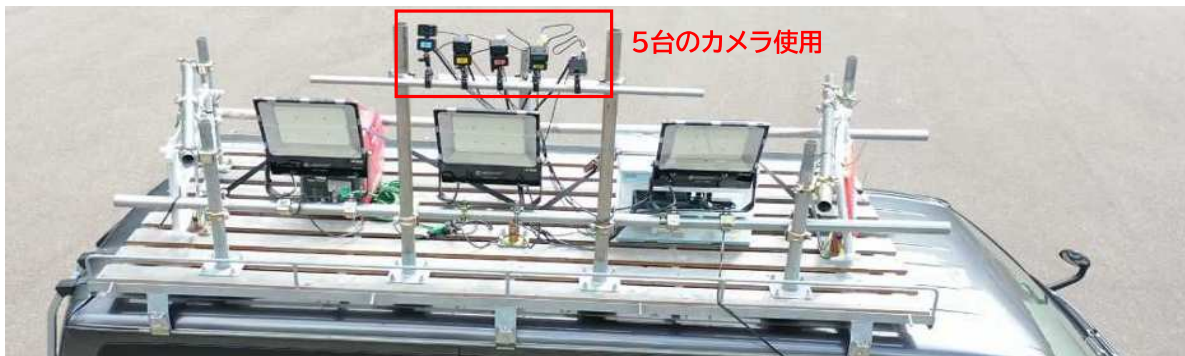
対象構造物: 実大トンネル実験施設(つくば市)



- ① トンネル内にて、撮影機材の組立・設置を行う。
- ② 対象物(マーカー・ひび割れ供試体など)の走行型静止画撮影を行う。走行速度は5km/hで実施。
- ③ 計測ごとに、カメラ内にデータが正常に取得できていることを確認する。
- ④ 3次元メッシュモデルを作成し、覆工展開画像を抽出する。
- ⑤ 模擬ひび割れ供試体を使用し、ひび割れ幅を覆工展開画像からの検出結果と比較し、最小ひび割れ幅及び計測精度を求める。

開発者による計測機器の設置状況

本技術の走行型画像撮影では、下記の市販デジタルスチルカメラを使用した。

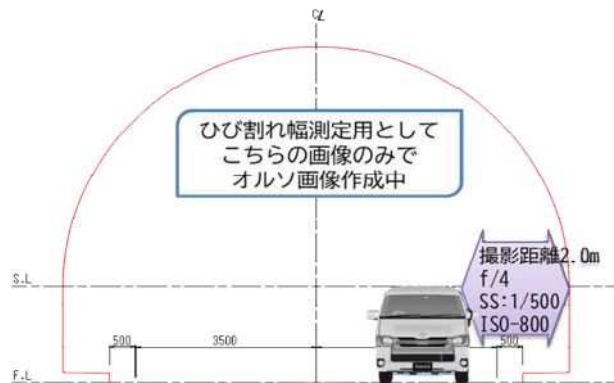


使用カメラ



機種名 SONY RX0 II
 焦点距離 7.9 mm(35ミリ換算24ミリ)
 シャッター速度 1/500 秒
 絞り f4.0
 ISO値 800
 フォーカス オートフォーカス

試験体の撮影は、カメラを走行車両にセットし、2mの距離から実施した。



国土技術政策総合研究所実大トンネル実験施設にて現場検証用に設置された試験体。
ひび割れは、以下の6組のひび割れ検出用試験体。

試験体(1-2~6-3)



試験体(7-1~11-3)



試験体(13-1~17-3)



試験体(19-1~23-3)



試験体(25-3~29-3)



試験体(31-1~32-3)



長さ計測・位置精度は、5枚のマーカ3セット。



色識別性能の確認は、カラーチャート。



試験結果の比較

①撮影速度

SONY製 RX0 II(DSC-RX0M2)の場合:5~10km/h

※車体が揺れる場合は5km/h未満で走行



計測値は以下の通りである。試験体1-2~14-1,31-1~32-3は、検出結果画像も添付する。

タイル名	ポイント	方向	真値	計測値	誤差	1.0mm未満	1.0mm以上
1-2	②	縦	1.10	2.08	0.98		0.98
1-2	④	縦	0.50	0.60	0.10	0.10	
1-2	⑦	縦	0.70	0.60	0.10	0.10	
1-3	②	横	3.00	3.85	0.85		0.85
2-2	②	縦	3.50	4.45	0.95		0.95
2-3	③	横	1.60	1.59	0.01		0.01
3-1	②	横	2.50	2.05	0.45		0.45
4-1	④	縦	0.90	0.62	0.28	0.28	
4-2	②	横	0.40	0.70	0.30	0.30	
4-3	③	斜め	0.20	0.40	0.20	0.20	
4-3	⑦	斜め	5.00	5.30	0.30		0.30
5-1	②	斜め	3.00	3.30	0.30		0.30
5-3	③	縦	0.40	0.49	0.09	0.09	
6-1	①	横	1.00	1.04	0.04		0.04
6-2	①	斜め	0.60	0.48	0.12	0.12	
6-2	④	斜め	0.50	0.73	0.23	0.23	
6-2	⑥	斜め	0.40	0.63	0.23	0.23	
6-3	②	縦	3.00	2.98	0.02		0.02
7-1	②	縦	1.30	1.30	0.00		0.00
7-2	②	斜め	1.10	1.70	0.60		0.60
7-2	⑤	斜め	0.60	0.75	0.15	0.15	
7-2	⑧	斜め	0.30	0.47	0.17	0.17	
7-3	②	斜め	3.00	2.21	0.79		0.79
7-3	⑦	斜め	3.50	6.72	3.22		3.22
8-1	④	斜め	0.40	1.00	0.60	0.60	
8-1	⑦	斜め	0.20	0.29	0.09	0.09	
8-1	⑩	斜め	0.70	0.49	0.21	0.21	
8-2	⑤	斜め	0.10	0.50	0.40	0.40	
8-2	⑥	斜め	0.10	0.50	0.40	0.40	
8-2	⑦	斜め	0.10	0.12	0.02	0.02	
8-3	②	横	3.00	3.05	0.05		0.05
10-2	②	斜め	4.00	4.45	0.45		0.45
10-3		なし					
11-1	①	斜め	2.50	1.80	0.70		0.70
11-2	②	斜め	0.90	0.68	0.22	0.22	
11-2	⑥	斜め	0.20	0.20	0.00	0.00	
11-3	②	縦	0.40	0.28	0.12	0.12	
13-1	③	縦	3.00	3.09	0.09		0.09
13-3	①	斜め	0.90	0.86	0.04	0.04	
13-3	④	斜め	0.50	0.86	0.36	0.36	
14-1	②	縦	0.30	0.26	0.04	0.04	
15-1	②	横	0.20	0.17	0.03	0.03	
15-2	①	横	3.00	1.73	1.27		1.27
15-3	③	縦	0.70	0.43	0.27	0.27	
16-1	②	斜め	0.70	0.40	0.30	0.30	
16-2	②	縦	3.50	5.97	2.47		2.47
16-3		なし					
17-1	②	斜め	0.70	0.40	0.30	0.30	
17-2		なし					
17-3	②	縦	0.80	0.68	0.12	0.12	
18-1		なし					
18-2	②	斜め	4.00	4.37	0.37		0.37
18-3	②	横	0.70	0.68	0.02	0.02	
19-1	②	縦	1.50	1.80	0.30		0.30
19-3	②	縦	0.30	0.34	0.04	0.04	
20-1	②	縦	1.50	1.55	0.05		0.05
20-2	②	横	3.50	5.63	2.13		2.13
20-3	②	横	0.30	0.41	0.11	0.11	
21-1	②	縦	0.40	0.62	0.22	0.22	
21-2	②	横	0.80	0.57	0.23	0.23	
21-3	③	横	4.00	3.65	0.35		0.35
22-1	②	横	4.50	5.42	0.92		0.92
22-2	②	横	1.00	1.40	0.40		0.40
22-3	②	縦	0.30	0.27	0.03	0.03	
23-1	①	縦	0.30	0.49	0.19	0.19	
23-1	⑤	縦	0.80	0.49	0.31	0.31	
23-2		なし					
23-3	⑤	斜め	3.50	4.14	0.64		0.64
23-3	⑦	斜め	0.10	不検出			
24-1	中央	横	0.50	0.42	0.08	0.08	
24-1	右	横	0.40	0.79	0.39	0.39	
24-2	中央左	斜め	4.00	4.40	0.40		0.40
24-3	左	斜め	0.20	不検出			
24-3	中央右	斜め	1.50	1.17	0.33		0.33
24-3	右上	斜め	0.40	0.32	0.08	0.08	
25-3		なし					
26-1	中央右	斜め	2.50	2.88	0.38		0.38
26-2	中央右	横	0.70	0.85	0.15	0.15	
26-3		なし					
27-1		なし					
27-3	②	横	3.00	2.29	0.71		0.71
28-1	④	斜め	4.00	6.38	2.38		2.38
28-2	②	縦	0.70	0.55	0.15	0.15	
28-3		なし					
29-1	③	横	3.00	1.31	1.69		1.69
29-2	②	斜め	2.00	0.85	1.15	1.15	
29-3		なし					
30-1	②	斜め	0.30	0.18	0.12	0.12	
30-2	①	斜め	3.50	2.24	1.26		1.26
30-3	下	縦	2.50	2.68	0.18		0.18
計測精度E				0.747			
1.0mm未満E					0.281		
1.0mm以上E						1.070	

②計測精度(最小ひび割れ幅)

(1)性能(精度・信頼性)を確保するための条件(検証時)

■ 走行速度 5km/h以下 ■ 照度 4200lx

■ 覆工面の状況 乾燥状態

■ 被写体との距離 2.0m及び3.0m

(2)ひび割れ幅計測精度

■ ひび割れ幅計測精度を求める式

$$E = \sqrt{\frac{(x_1 - a_1)^2 + \dots + (x_n - a_n)^2}{n}}$$

■ ひび割れ幅計測精度(最小ひび割れ幅)

ひび割れ幅計測精度E	0.747
ひび割れ幅計測精度E (1.0mm未満)	0.281
ひび割れ幅計測精度E (1.0mm以上)	1.070

(3)煤で埋まったひび割れの検出性能

■ 計測結果

タイル名	ポイント	方向	真値	計測値	誤差	備考
31-1	①	斜め	0.20	0.47	0.27	※
31-2	①	縦	0.15	不検出		
31-2	②	縦	0.30	0.70	0.40	※
31-3	①	横	0.50	0.63	0.13	
31-4	①	斜め	0.70	0.76	0.06	
31-5	①	斜め	0.80	0.83	0.03	
32-1	①	縦	0.10	不検出		
32-2	①	縦	0.40	不検出		
32-3	①	縦	0.70	0.83	0.13	
計測精度E					0.098	

※乖離しているため除外

■ ひび割れ幅計測精度E 0.098

■ ひび割れの最小検出幅 0.5mm

ひび割れ計測値 カメラ(SONY RX0 II)

番号	1-2	1-3	2-2	2-3	3-1	4-1	4-2
方向	縦	横	縦	横	横	縦	横
写真							

番号	4-3	5-1	5-3	6-1	6-2	6-3	7-1
方向	斜め	斜め	縦	横	斜め	縦	縦
写真							

番号	7-2	7-3	8-1	8-2	8-3	10-2	10-3
方向	斜め	斜め	斜め	斜め	横	斜め	なし
写真							

番号	11-1	11-2	11-3	13-1	13-3	14-1	31-1
方向	斜め	斜め	縦	縦	斜め	縦	斜め
写真							

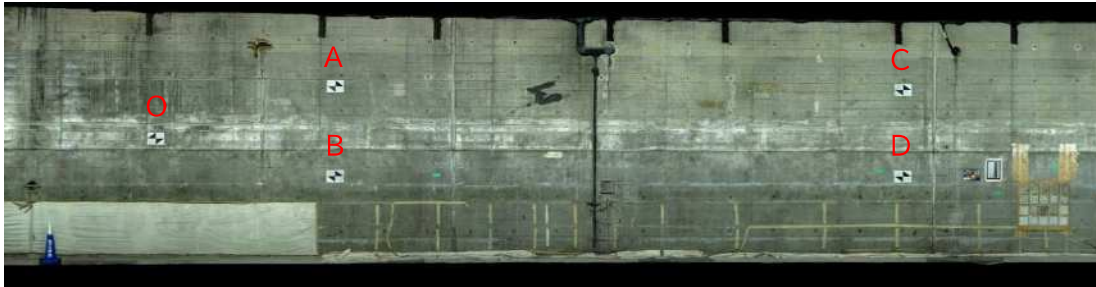
番号	31-2	31-3	31-4	31-5	32-1	32-2	32-3
方向	縦	横	斜め	斜め	縦	縦	縦
写真					不検出	不検出	不検出

③長さ計測精度の確認

5枚のマーカが設置された壁面をカメラ(RX0 II)にて撮影後、画像を合成した(下図)。

画像上のマーカ位置をもとにマーカ間の距離を算出した。

それぞれのスパン毎の検討結果を示す。



計測スパン s50-s51

	L(A-B)	L(C-D)	L(A-C)	L(B-D)	L(O-A)	L(O-B)	L(O-C)	L(O-D)
実測値(m)	1.540	1.536	9.856	9.855	3.250	3.188	13.009	12.994
計測値(m)	1.532	1.533	9.815	9.813	3.230	3.169	12.948	12.934
誤差(%)	0.52%	0.20%	0.42%	0.43%	0.62%	0.60%	0.47%	0.46%

計測スパン s53-s54

	L(A-B)	L(C-D)	L(A-C)	L(B-D)	L(O-A)	L(O-B)	L(O-C)	L(O-D)
実測値(m)	1.542	1.508	8.602	8.601	4.379	4.325	12.916	12.895
計測値(m)	1.544	1.514	8.619	8.621	4.381	4.326	12.935	12.916
誤差(%)	0.13%	0.40%	0.20%	0.23%	0.05%	0.02%	0.15%	0.16%

計測スパン s56-s57

	L(A-B)	L(C-D)	L(A-C)	L(B-D)	L(O-A)	L(O-B)	L(O-C)	L(O-D)
実測値(m)	1.532	1.517	11.785	11.782	3.330	3.268	15.016	15.002
計測値(m)	1.546	1.538	11.914	11.911	3.359	3.296	15.174	15.159
誤差(%)	0.91%	1.38%	1.09%	1.09%	0.87%	0.86%	1.05%	1.05%

平均誤差率

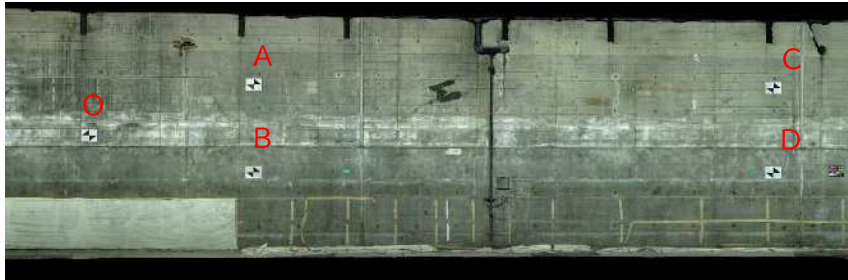
0.56%

④位置精度の確認

5枚のマーカ―が設置された壁面をカメラ(RX0 II)にて撮影後、画像を合成した(下図)。

画像上のマーカ―Oから各マーカ―(A,B,C,D)への水平距離(X)、鉛直距離(Y)を算出した。

それぞれのスパン毎の検討結果を示す。



計測スパン s50-s51

	OA		OB		OC		OD	
実測値(m) (X,Y)	3.123	0.899	3.124	0.637	12.978	0.899	12.979	0.633
計測値(m) (X,Y)	3.114	0.906	3.119	0.630	12.969	0.917	12.972	0.618
誤差(mm) (X,Y)	9mm	7mm	5mm	7mm	9mm	18mm	7mm	15mm

計測スパン s53-s54

	OA		OB		OC		OD	
実測値(m) (X,Y)	4.284	0.910	4.279	0.628	12.885	0.894	12.880	0.610
計測値(m) (X,Y)	4.276	0.928	4.277	0.632	12.874	0.923	12.878	0.593
誤差(mm) (X,Y)	8mm	18mm	2mm	4mm	11mm	29mm	2mm	17mm

計測スパン s56-s57


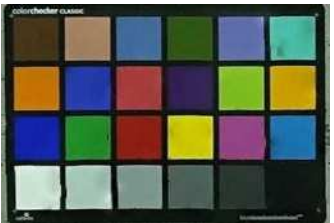


	OA		OB		OC		OD	
実測値(m) (X,Y)	3.206	0.903	3.208	0.625	14.990	0.895	14.990	0.618
計測値(m) (X,Y)	3.195	0.900	3.200	0.626	14.977	0.912	14.979	0.607
誤差(mm) (X,Y)	11mm	3mm	8mm	1mm	13mm	17mm	11mm	11mm

位置精度(横:X)の平均値	8mm
位置精度(縦:Y)の平均値	12mm

⑤色識別性能の確認

壁面に設置されたカラーチャートをカメラにて撮影した画像をもとに3Dモデルを作成する。

3Dモデルから展開画像を作成し、その画像をもとに色を識別できるか確認した。

確認位置	本技術による結果	真値(カラーチャート)
S52		
S54		
S057		

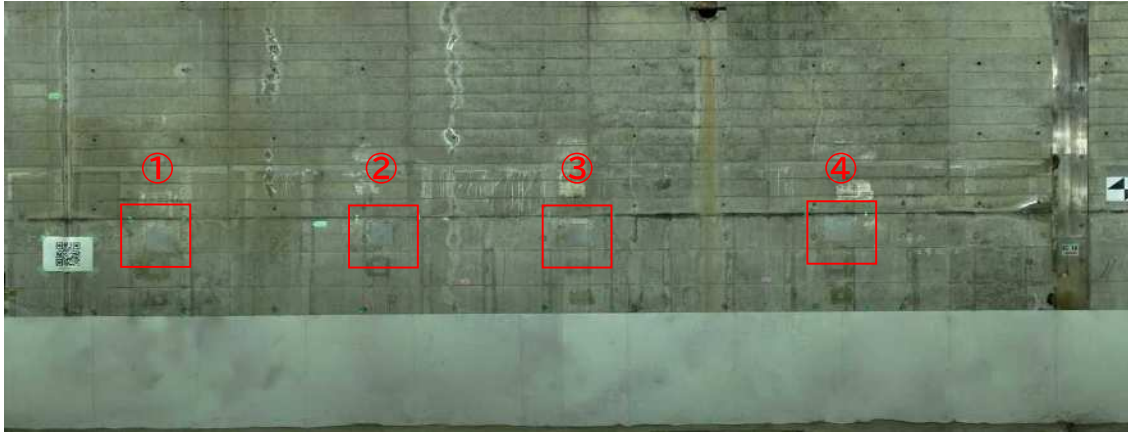
以上の結果から、本技術はフルカラー識別可能である。

(参考資料)

うき識別性能の確認

壁面に設置された試験体(下:4箇所)をカメラ(RX0 II)にて撮影した画像をもとに3Dモデルを作成する。

作成した3Dモデルをもとに試験体の奥行方向を計測した。



番号	①	②	③	④
実測値(mm)	0.5	1.0	3.0	5.0
計測値(mm)	計測不能	計測不能	計測不能	計測不能

※奥行方向 計測不能

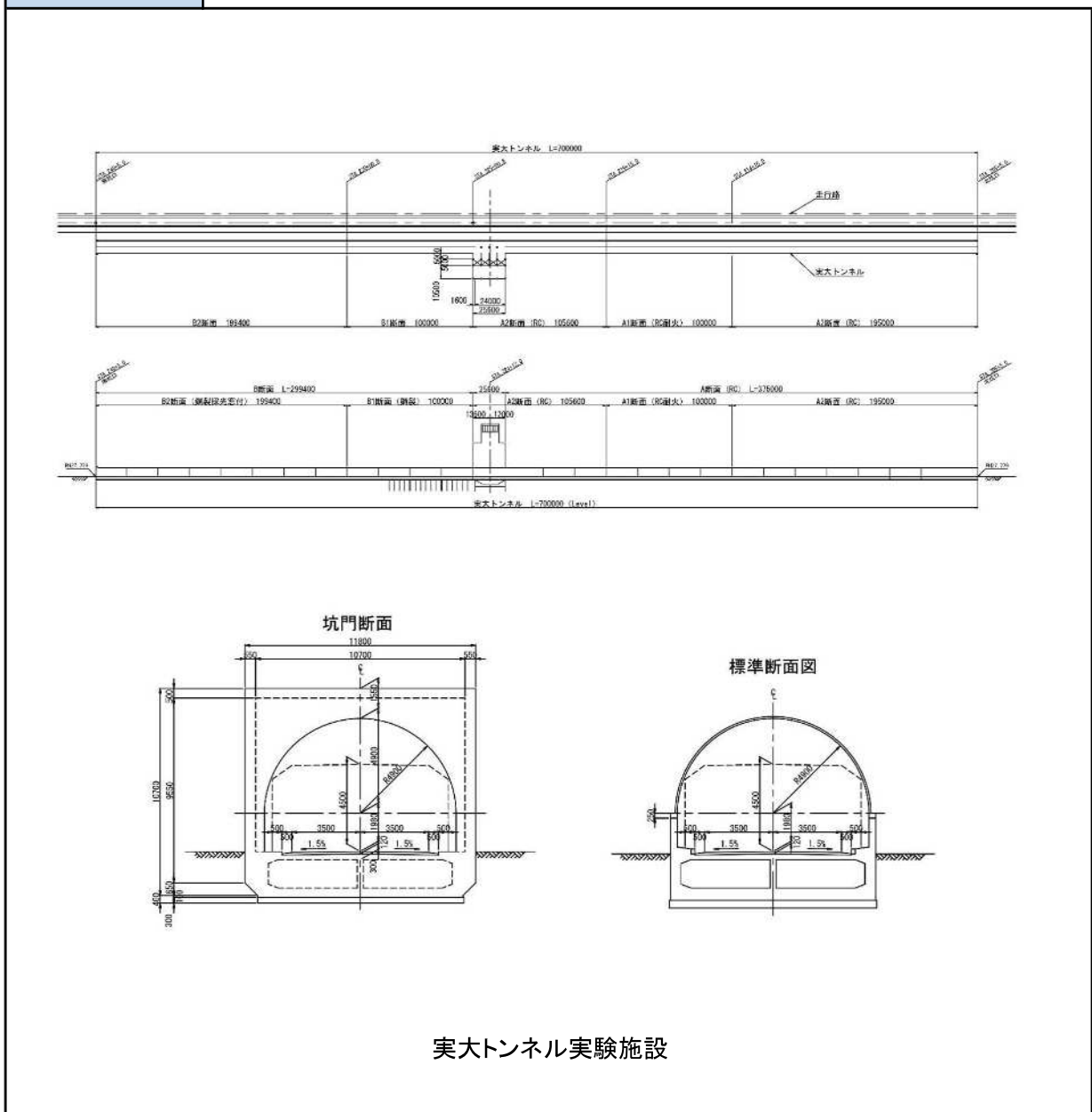


技術番号	TN010034-V0024						
技術名	デジタル画像による、構造物の点検・分析支援システム			開発者名	株式会社中部EEN		
試験日	令和6年 1 月 24 日	天候	晴れ	気温	℃	風速	m/s
試験場所	国土技術政策総合研究所 実大トンネル実験施設						
カタログ分類	画像計測技術	カタログ	検出項目	ひび割れ、うき、はく離、変形、鋼材腐食、漏水、腐食、欠損		試験区分	標準試験

試験で確認する
カタログ項目

計測精度、長さ計測精度、
位置精度、色識別性能

対象構造物の概要

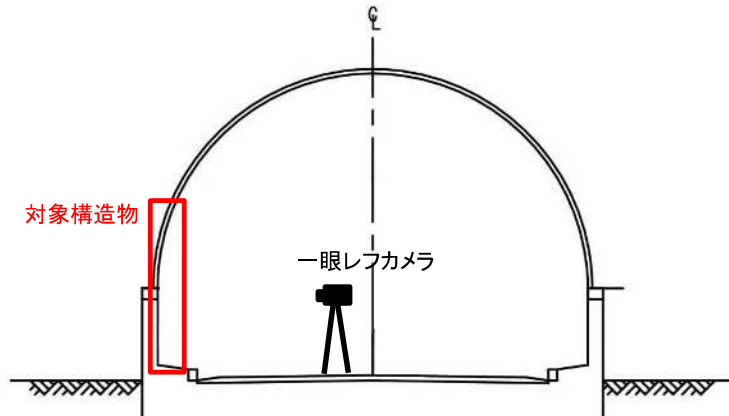


- ① 一眼レフカメラ、三脚の設置、対象構造物の寸法計測
- ② 対象構造物(試験体)の撮影
- ③ 撮影画像をオルソ化し、ひび割れ等を計測する。
- ④

開発者による計測機器の設置状況

本試験での撮影条件

- ・カメラ名称: NIKON D810
- ・被写体距離: 約3m
- ・焦点距離: 35~70mm
- ・画像ピクセル数: 4800 × 3200
- ・ISO値: 1600~2000
- ・シャッター速度: 1/60~100/秒



比較対象を得るため、
立会者による計測機器の設置状況

①計測精度

1～30 通常ひび割れ

画像						
番号	1-2①	1-2②	1-2③	1-3	2-2	2-3
計測値	1.1	0.5	0.8	3.0	3.5	1.6
真値	1.1	0.5	0.7	3.0	3.5	1.6

画像					
番号	3-1	4-1	4-2	4-3①	4-3②
計測値	2.5	0.9	0.4	0.3	4.8
真値	2.5	0.9	0.4	0.2	5.0

画像						
番号	5-1	5-3	6-1	6-2①	6-2②	6-2③
計測値	3.0	0.4	1.0	0.6	0.4	0.6
真値	3.0	0.4	1.0	0.6	0.4	0.5

画像							
番号	6-3	7-1	7-2①	7-2②	7-2③	7-3①	7-3②
計測値	3.0	1.3	1.0	0.6	0.3	2.9	3.5
真値	3.0	1.3	1.1	0.6	0.3	3.0	3.5

①計測精度

画像								
番号	8-1①	8-1②	8-1③	8-2①	8-2②	8-2③	8-3	10-2
計測値	0.2	0.4	0.7	0.1	0.1	0.1	3.0	3.9
真値	0.2	0.4	0.7	0.1	0.1	0.1	3.0	4.0

画像					
番号	10-3	11-1	11-2①	11-2②	11-3
計測値	ひび割れなし	2.4	0.9	0.3	0.5
真値	-	2.5	0.9	0.2	0.4

画像					
番号	13-1	13-3①	13-3②	14-1	15-1
計測値	3.0	0.9	0.5	0.3	0.2
真値	3.0	0.9	0.5	0.3	0.2

画像				
番号	15-2	15-3	16-1	16-2
計測値	3.0	0.7	0.7	3.5
真値	3.0	0.7	0.7	3.5

①計測精度

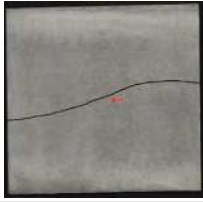

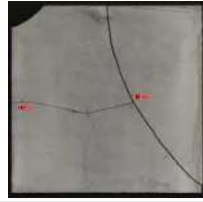

画像				
番号	16-3	17-1	17-2	17-3
計測値	ひび割れなし	0.7	ひび割れなし	0.8
真値	-	0.7	-	0.8





画像				
番号	18-1	18-2	18-3	19-1
計測値	ひび割れなし	4.0	0.7	1.5
真値	-	4.0	0.7	1.5



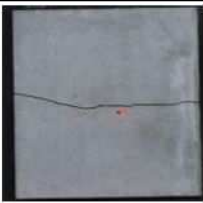

画像				
番号	19-3	20-1	20-2	20-3
計測値	0.3	1.5	3.5	0.4
真値	0.3	1.5	3.5	0.4


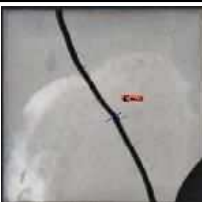


画像				
番号	21-1	21-2	21-3	22-1
計測値	0.5	0.8	4.1	4.4
真値	0.4	0.8	4.0	4.5

①計測精度





画像					
番号	22-2	22-3	23-1①	23-2②	23-2
計測値	1.0	0.4	0.3	0.8	ひび割れなし
真値	1.0	0.3	0.3	0.8	-



画像								
番号	23-3①	23-3②	24-1①	24-1②	24-2	24-3①	24-3②	24-3③
計測値	3.5	0.2	0.5	0.4	4.0	0.2	0.4	1.5
真値	3.5	0.1	0.5	0.4	4.0	0.2	0.4	1.5

画像				
番号	25-3	26-1	26-2	26-3
計測値	ひび割れなし	2.6	0.7	ひび割れなし
真値	-	2.5	0.7	-





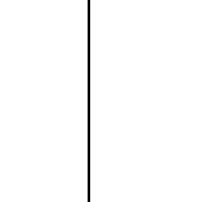
画像				
番号	27-3	28-1	28-2	28-3
計測値	3.0	4.0	0.8	ひび割れなし
真値	3.0	4.0	0.7	-





①計測精度

画像				
番号	29-1	29-2	29-3	30-1
計測値	3.0	1.9	ひび割れなし	0.3
真値	3.0	2.0	-	0.3

画像		
番号	30-2	30-3
計測値	3.6	2.5
真値	3.5	2.5

31～32 すず汚れ・すずが埋まったひび割れ

画像					
番号	31-1	31-2①	31-2②	31-3	31-4
計測値	0.2	0.4	0.4	0.5	0.7
真値	0.2	0.4	0.3	0.5	0.7

画像				
番号	31-5	32-1	32-2	32-3
計測値	0.8	0.1	0.3	0.5
真値	0.8	0.1	0.4	0.7

通常のひび割れ

最小ひび割れ幅:0.1mm

計測精度:0.01mm

煤で埋まったひび割れ

幅0.1mm 計測精度:0.00mm

幅0.3mm 計測精度:0.10mm

幅0.4mm 計測精度:0.20mm

覆工表面が煤で汚れた状態のひび割れ

幅0.2mm 計測精度:0.00mm

幅0.3mm 計測精度:0.10mm

幅0.4mm 計測精度:0.00mm

幅0.5mm 計測精度:0.00mm

幅0.7mm 計測精度:0.00mm

幅0.8mm 計測精度:0.00mm

②長さ計測精度及び③位置精度

O、A～Dのマーカが設置された壁面の画像を合成し、各マーカー間の距離を計測。

本試験での撮影条件

- ・カメラ名称:NIKON D810
- ・被写体距離:約8m
- ・焦点距離:16～58mm
- ・画像ピクセル数:4800×3200
- ・ISO値:1600～2000
- ・シャッター速度:1/60～100/秒

S50～51



②長さ計測精度

	AB	CD	AC	BD
計測値(m)	1.530	1.535	9.843	9.841
真値(m)	1.540	1.536	9.856	9.855
誤差(m)	0.010	0.001	0.013	0.014
誤差(%)	0.65%	0.07%	0.13%	0.14%

③位置精度

OA	単位(m)	真値	計測値	誤差
	距離	3.250	3.230	0.020
	水平距離	3.123	3.101	0.022
	鉛直距離	0.899	0.900	0.001

OC	単位(m)	真値	計測値	誤差
	距離	13.009	12.976	0.033
	水平距離	12.978	12.944	0.034
	鉛直距離	0.899	0.908	0.009

OB	単位(m)	真値	計測値	誤差
	距離	3.188	3.173	0.015
	水平距離	3.124	3.110	0.014
	鉛直距離	0.637	0.629	0.008

OD	単位(m)	真値	計測値	誤差
	距離	12.994	12.966	0.028
	水平距離	12.979	12.951	0.028
	鉛直距離	0.633	0.629	0.004

S52~54



②長さ計測精度

	AB	CD	AC	BD
計測値(m)	1.529	1.504	8.582	8.587
真値(m)	1.542	1.508	8.602	8.601
誤差(m)	0.013	0.004	0.020	0.014
誤差(%)	0.84%	0.27%	0.23%	0.16%

③位置精度

OA	単位(m)	真値	計測値	誤差
	距離	4.379	4.407	0.028
	水平距離	4.284	4.318	0.034
	鉛直距離	0.910	0.897	0.013

OC	単位(m)	真値	計測値	誤差
	距離	12.916	12.930	0.014
	水平距離	12.885	12.900	0.015
	鉛直距離	0.894	0.886	0.008

OB	単位(m)	真値	計測値	誤差
	距離	4.325	4.356	0.031
	水平距離	4.279	4.315	0.036
	鉛直距離	0.628	0.632	0.004

OD	単位(m)	真値	計測値	誤差
	距離	12.895	12.910	0.015
	水平距離	12.880	12.897	0.017
	鉛直距離	0.610	0.617	0.007

S56～57



②長さ計測精度

	AB	CD	AC	BD
計測値(m)	1.526	1.511	11.761	11.779
真値(m)	1.532	1.517	11.785	11.782
誤差(m)	0.006	0.006	0.024	0.003
誤差(%)	0.39%	0.40%	0.20%	0.03%

③位置精度

OA	単位(m)	真値	計測値	誤差
	距離	3.330	3.305	0.025
	水平距離	3.206	3.180	0.026
	鉛直距離	0.903	0.910	0.007

OC	単位(m)	真値	計測値	誤差
	距離	15.016	14.971	0.045
	水平距離	14.990	14.941	0.049
	鉛直距離	0.859	0.898	0.039

OB	単位(m)	真値	計測値	誤差
	距離	3.268	3.227	0.041
	水平距離	3.208	3.165	0.043
	鉛直距離	0.625	0.616	0.009

OD	単位(m)	真値	計測値	誤差
	距離	15.002	14.956	0.046
	水平距離	14.990	14.943	0.047
	鉛直距離	0.618	0.613	0.005

②長さ計測精度 平均相対誤差

横断方向:0.45%

進行方向:0.15%

③位置精度 平均絶対誤差

横断方向:30.4mm

進行方向:9.5mm

③色識別性能

カラーチャート、モノクロチャートが設置された壁面を撮影し、色識別性能を確認した。

カラーチャートに関しては、画像をオルソ化前後のRGB値を比較した。

本試験での撮影条件

- ・カメラ名称: NIKON D810
- ・被写体距離: 約3m
- ・焦点距離: 35~70mm
- ・画像ピクセル数: 4800 × 3200
- ・ISO値: 1600~2000
- ・シャッター速度: 1/60~100/秒



S52

	R		G		B	
	オルソ化前	オルソ化後	オルソ化前	オルソ化後	オルソ化前	オルソ化後
A1	96	96	60	63	46	47
A2	190	190	141	141	121	121
A3	92	92	99	101	156	156
A4	68	68	102	102	48	48
A5	122	122	95	95	172	172
A6	107	107	175	175	161	162
B1	221	221	134	131	61	61
B2	76	73	24	24	173	173
B3	188	188	72	72	76	79
B4	76	76	26	21	95	95
B5	138	138	193	193	84	85
B6	210	210	167	170	64	64
C1	57	57	0	0	152	154
C2	47	48	156	157	75	77
C3	162	162	52	51	43	42
C4	210	210	200	202	79	79
C5	181	181	63	64	143	143
C6	50	55	106	106	165	166
D1	218	218	215	215	216	216
D2	191	191	191	191	192	192
D3	155	155	155	155	157	157
D4	107	107	105	105	110	110
D5	63	62	63	63	62	62
D6	24	24	24	24	25	24

S54

	R		G		B	
	オルソ化前	オルソ化後	オルソ化前	オルソ化後	オルソ化前	オルソ化後
A1	90	90	52	53	37	37
A2	185	185	136	134	116	118
A3	75	75	87	87	144	144
A4	60	60	93	95	44	44
A5	118	118	95	94	165	163
A6	104	104	168	168	164	163
B1	220	220	128	127	63	62
B2	76	76	22	23	173	173
B3	192	193	74	74	78	79
B4	69	69	18	19	86	87
B5	142	142	192	192	90	90
B6	204	204	161	161	59	59
C1	52	52	0	0	143	143
C2	48	48	152	151	73	73
C3	161	161	50	50	41	41
C4	211	211	197	197	79	79
C5	179	179	61	61	138	139
C6	50	50	108	108	164	164
D1	214	214	214	214	214	214
D2	189	189	190	186	189	189
D3	153	153	153	153	153	153
D4	101	101	103	103	101	101
D5	58	58	58	58	58	58
D6	26	26	25	24	25	24

カラーチャート



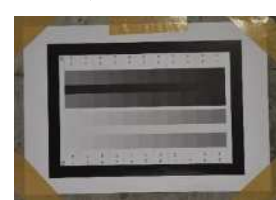
モノクロチャート



カラーチャート



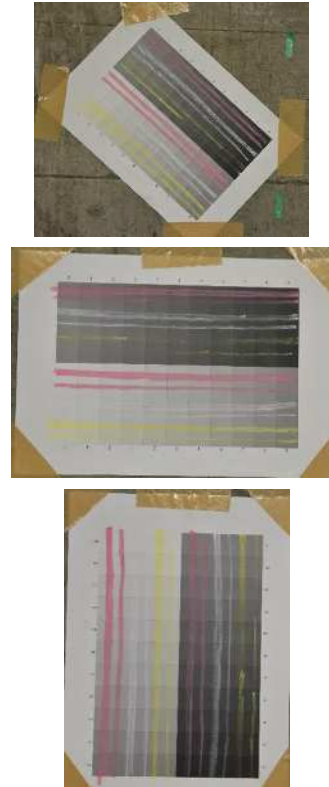
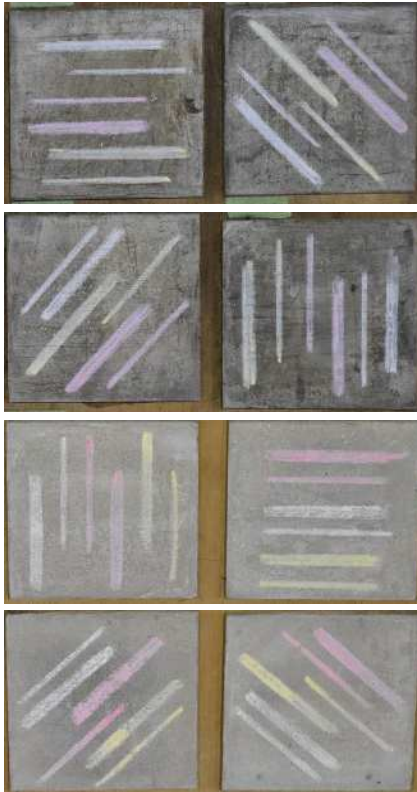
モノクロチャート



カラーチャート:フルカラー識別可能 モノクロチャート:グレースケール識別可能

⑤ひび割れ等のマーキング

コンクリート面及びグレースケール面でのマーキング検出可否を確認した。



コンクリート面のマーキング検出可否
(検出可:○/検出不可:×)

マーキング色・幅		マーキングの向き		
色	幅(mm)	水平	垂直	45°
白	5	○	○	○
	10	○	○	○
黄	5	○	○	○
	10	○	○	○
ピンク	5	○	○	○
	10	○	○	○

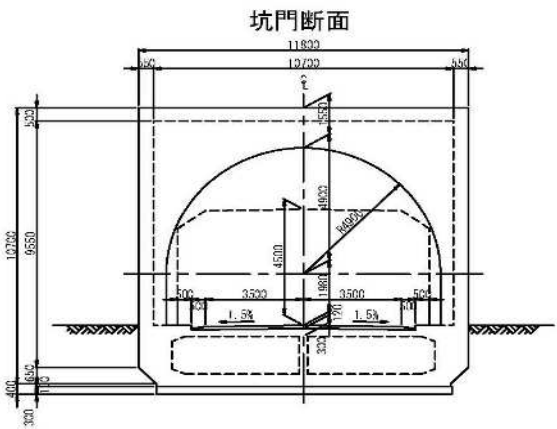
グレースケール面のマーキング検出可否

マーキング色・幅		検出可能な輝度
色	幅(mm)	
白	5	250以下
	10	250以下
黄	5	250以下
	10	250以下
ピンク	5	250以下
	10	250以下

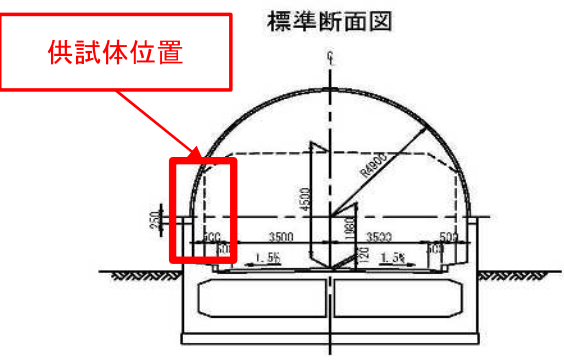
技術番号	TN010036-V0024		
技術名	走行型可視光線撮影によるSfM三次元画像解析システム	開発者名	国際航業株式会社
試験日	令和6年 1 月 29 日	天候	曇り
		気温	10 °C
		風速	2.5 m/s
試験場所	国土技術政策総合研究所 実大トンネル		
カタログ分類	画像計測技術	カタログ	検出項目
			ひび割れ
		試験区分	標準試験

試験で確認する カタログ項目	計測精度 (最小ひび割れ幅)
-------------------	-------------------

対象構造物の概要



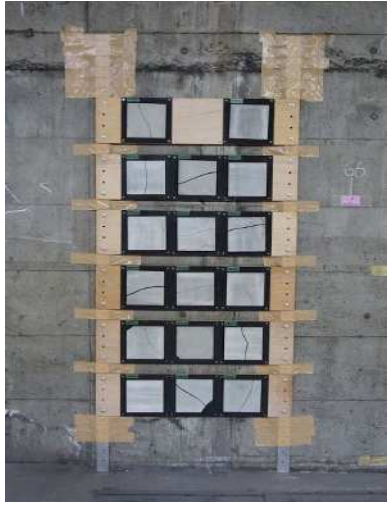
坑門断面



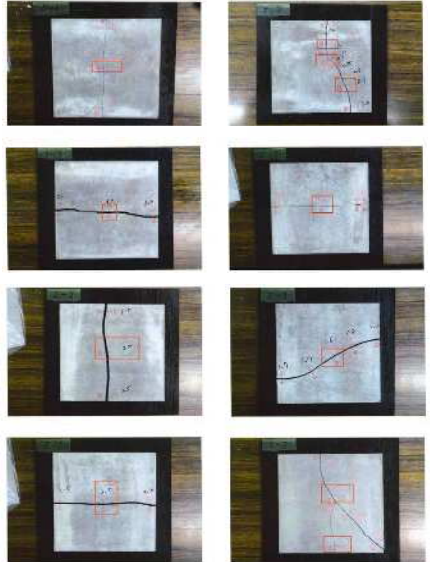
標準断面図

供試体位置

対象トンネル断面図(実大トンネル)



模擬ひび割れ供試体 設置状況



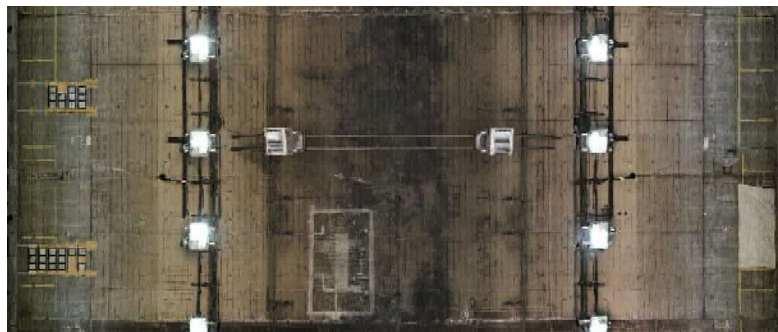
模擬ひび割れ供試体のイメージ

- ① トンネル内にて、カメラを調整し、機器の動作確認を行った。
- ② 対象物(マーカー)の走行撮影を行った。走行速度は20km/h~30km/hで実施した。
- ③ 計測毎に、カメラ内にデータが正常に取得できている事を確認し、さらに、抽出断面の3次元接合検証を行った。
- ④ 模擬ひび割れ供試体を設置時に計測しておいたひび割れ幅を、取得画像からの検出結果と比較し、最小ひび割れ幅及び計測精度を求めた。

開発者による計測機器の設置状況

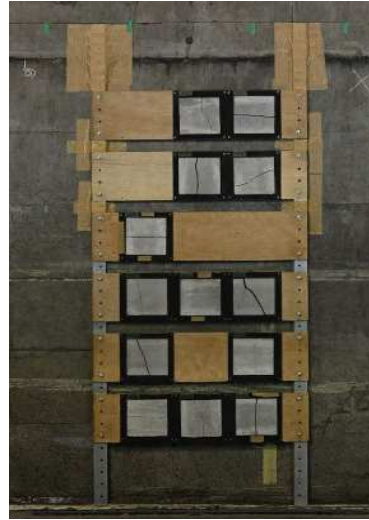


撮影画像を接合
↓
三次元モデルを展開
↓
展開画像



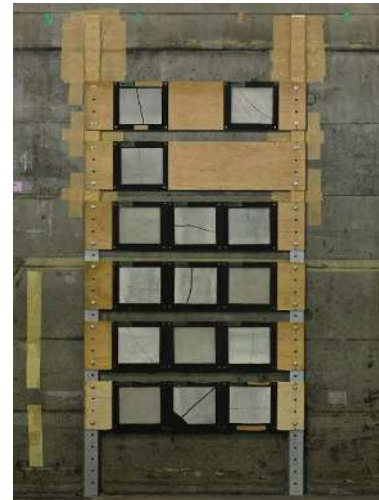
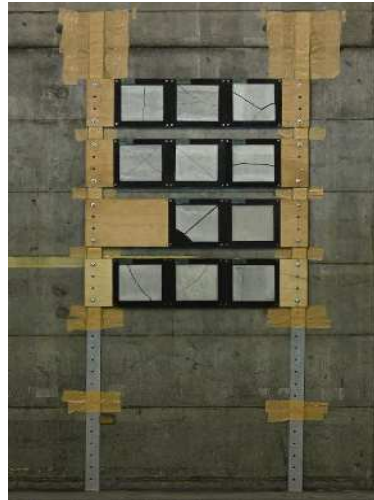
■S52

※縮小しているため、
実際の画質よりも劣化している



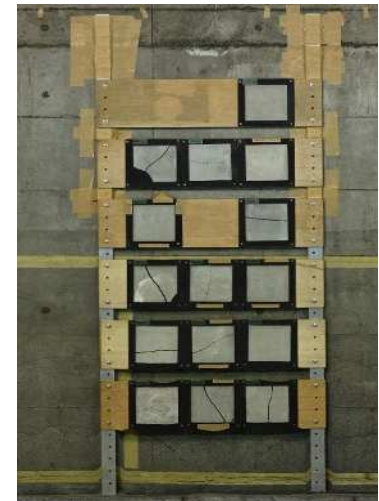
■S58

※縮小しているため、
実際の画質よりも劣化している



■S59

※縮小しているため、
実際の画質よりも劣化している



■ 計測データと真値の比較表

① 本試験の条件

撮影速度約 20km/h~30km/h

※ひび割れ幅計測精度E

精度確認データは20km/hを使用

壁面との離隔に変化なし

$$E = \sqrt{\frac{(x_1 - a_1)^2 + \dots + (x_n - a_n)^2}{n}}$$

② 算出方法

画像から検出できる最小ひび割れ幅が0.2mmのため

供試体計測対象(赤枠内)の真値 0.1~0.3mm のひび割れを抽出した

抽出したひび割れで、計測値との誤差を算出する

ひび割れ幅 (真値) (mm)	R5TN09 (仮)		備考	③誤差2乗(Xn-a) ²
	①計測値(Xn)	②誤差(Xn-a)		
0.1	8-2	画像判読可		
	23-3	画像判読可		
0.2	1-1		撮影画像にパネル無し	
	3-2		撮影画像にパネル無し	
	4-3	0.2	0.0	0.00
	7-1	0.2	0.0	0.00
	8-1	0.1	-0.1	0.01
	11-2	0.2	0.0	0.00
	12-1			撮影画像にパネル無し
	13-2			撮影画像にパネル無し
	15-1	0.3	0.1	0.01
	24-3		-0.2	読み取り不可
25-1			撮影画像にパネル無し	
0.3	2-1		撮影画像にパネル無し	
	7-2	0.4	0.1	0.01
	9-3			撮影画像にパネル無し
	12-1			撮影画像にパネル無し
	14-1	0.3	0.0	0.00
	19-3	0.3	0.0	0.00
	20-3	0.2	-0.1	0.01
	22-3	0.3	0.0	0.00
	23-1	0.2	-0.1	0.01
	30-1	0.3	0.0	0.00

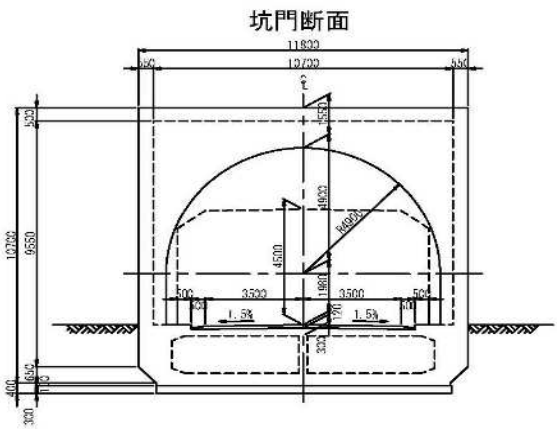
最小幅 (a)	0.2
E	0.127

技術番号	TN010036-V0024		
技術名	走行型可視光線撮影によるSfM三次元画像解析システム	開発者名	国際航業株式会社
試験日	令和6年 1 月 29 日	天候	曇り
		気温	10 °C
		風速	2.5 m/s
試験場所	国土技術政策総合研究所 実大トンネル		
カタログ分類	画像計測技術	カタログ	検出項目
			ひび割れ
		試験区分	標準試験

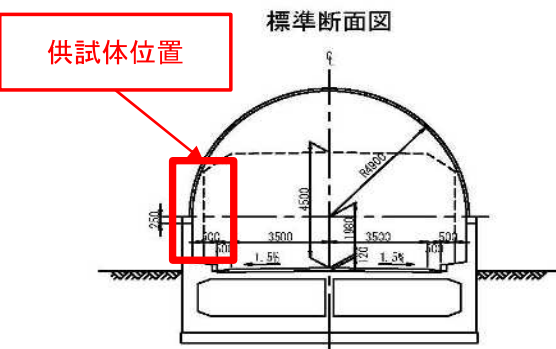
試験で確認する
カタログ項目

長さ計測精度、位置精度

対象構造物の概要




坑門断面



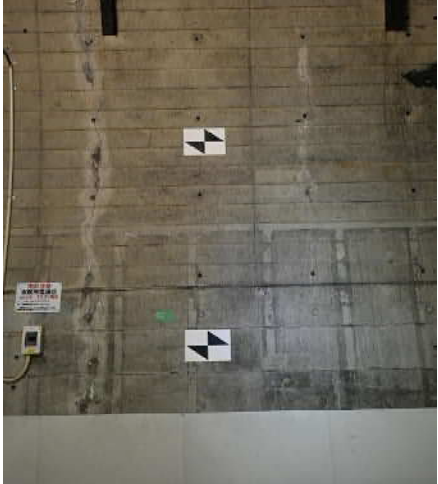
標準断面図

供試体位置

対象トンネル断面図(実大トンネル)



実大トンネル 全体写真



マーカー供試体 設置状況

- ① トンネル内にて、カメラを調整し、機器の動作確認を行った。
- ② 対象物(マーカー)の走行撮影を行った。走行速度は20km/h~30km/hで実施した。
- ③ 計測毎に、カメラ内にデータが正常に取得できている事を確認し、さらに、抽出断面の3次元接合検証を行った。
- ④ マーカーを設置時に計測しておいた長さ・位置等の値を、取得画像からの検出結果と比較し、長さ計測精度及び位置精度を求める。

開発者による計測機器の設置状況



比較対象を得るため、
立会者による計測機器の設置状況

S50-S51



S52-S54



S57-S58



■長さ精度

【S50-S51】					
NO.	測定部位	真値(m) (A)	計測値(m) (B)	誤差(m) (C)=(A)-(B)	誤差率 (D)=(C)/(A)
1	L(AB)	1.540	1.567	-0.027	1.75%
2	L(AC)	9.856	9.905	-0.049	0.50%
3	L(BD)	9.855	9.922	-0.067	0.68%
4	L(CD)	1.536	1.556	-0.020	1.30%

【S52-S54】					
NO.	測定部位	真値(m) (A)	計測値(m) (B)	誤差(m) (C)=(A)-(B)	誤差率 (D)=(C)/(A)
1	L(AB)	1.542	1.551	-0.009	0.58%
2	L(AC)	8.602	8.684	-0.082	0.95%
3	L(BD)	8.601	8.694	-0.093	1.08%
4	L(CD)	1.508	1.515	-0.007	0.46%

【S56-S57】					
NO.	測定部位	真値(m) (A)	計測値(m) (B)	誤差(m) (C)=(A)-(B)	誤差率 (D)=(C)/(A)
1	L(AB)	1.532	1.523	0.009	0.59%
2	L(AC)	11.785	11.807	-0.022	0.19%
3	L(BD)	11.782	11.801	-0.019	0.16%
4	L(CD)	1.517	1.518	-0.001	0.07%

平均 誤差率 (全体)	0.69%
平均 誤差率 (進行方向 : X)	0.59%
平均 誤差率 (周方向 : Y)	0.79%

① 本試験の条件

撮影速度約 20km/h~30km/h

精度確認データは20km/hを使用

壁面との離隔に変化なし

■位置精度

【S50-S51】				
NO.	測定部位	真値(m) (A)	計測値(m) (B)	誤差(m) (C)=(A)-(B)
1	W(OA)	3.123	3.100	0.023
2	W(OB)	3.124	3.083	0.041
3	W(OC)	12.978	13.005	0.027
4	W(OD)	12.979	13.005	0.026
5	H(OA)	0.899	0.916	0.017
6	H(OB)	0.637	0.650	0.013
7	H(OC)	0.899	0.846	0.053
8	H(OD)	0.633	0.710	0.077

【S52-S54】				
NO.	測定部位	真値(m) (A)	計測値(m) (B)	誤差(m) (C)=(A)-(B)
1	W(OA)	4.284	4.336	0.052
2	W(OB)	4.279	4.339	0.060
3	W(OC)	12.885	13.030	0.145
4	W(OD)	12.880	13.033	0.153
5	H(OA)	0.910	0.910	0.000
6	H(OB)	0.628	0.641	0.013
7	H(OC)	0.894	0.888	0.006
8	H(OD)	0.610	0.627	0.017

【S56-S57】				
NO.	測定部位	真値(m) (A)	計測値(m) (B)	誤差(m) (C)=(A)-(B)
1	W(OA)	3.206	3.212	0.006
2	W(OB)	3.208	3.217	0.009
3	W(OC)	14.990	15.019	0.029
4	W(OD)	14.990	15.019	0.029
5	H(OA)	0.903	0.907	0.004
6	H(OB)	0.625	0.617	0.008
7	H(OC)	0.895	0.908	0.013
8	H(OD)	0.618	0.608	0.010

① 本試験の条件

撮影速度約 20km/h~30km/h

精度確認データは20km/hを使用

壁面との離隔に変化なし

位置精度(mm) (進行方向 : X)	50.0
位置精度(mm) (周方向 : Y)	19.3

技術番号 TN010036-V0024

技術名 走行型可視光線撮影によるSfM三次元画像解析システム 開発者名 国際航業株式会社

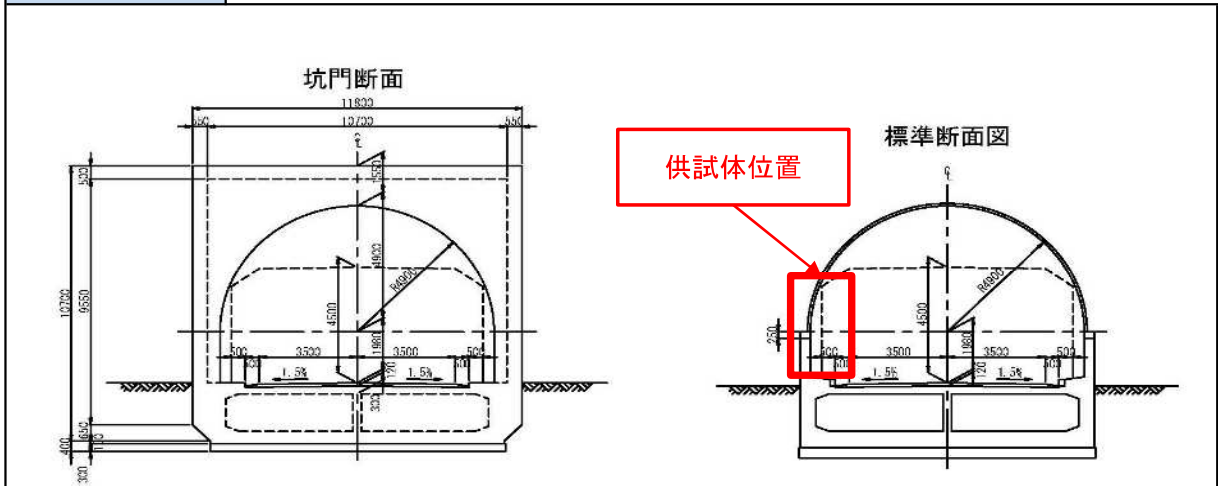
試験日 令和6年 1 月 29 日 天候 曇り 気温 10 °C 風速 2.5 m/s

試験場所 国土技術政策総合研究所 実大トンネル

カタログ分類 画像計測技術 カタログ 検出項目 ひび割れ 試験区分 標準試験

試験で確認する
カタログ項目 色識別性能

対象構造物の概要



対象トンネル断面図(実大トンネル)



実大トンネル 全体写真



カラーチャート供試体 設置状況

- ① トンネル内にて、カメラを調整し、機器の動作確認を行った。
- ② 対象物(マーカー)の走行撮影を行った。走行速度は20km/h~30km/hで実施した。
- ③ 計測毎に、カメラ内にデータが正常に取得できている事を確認し、さらに、抽出断面の3次元接合検証を行った。
- ④ 取得画像からの色識別結果と比較し、色識別性能を確認する。

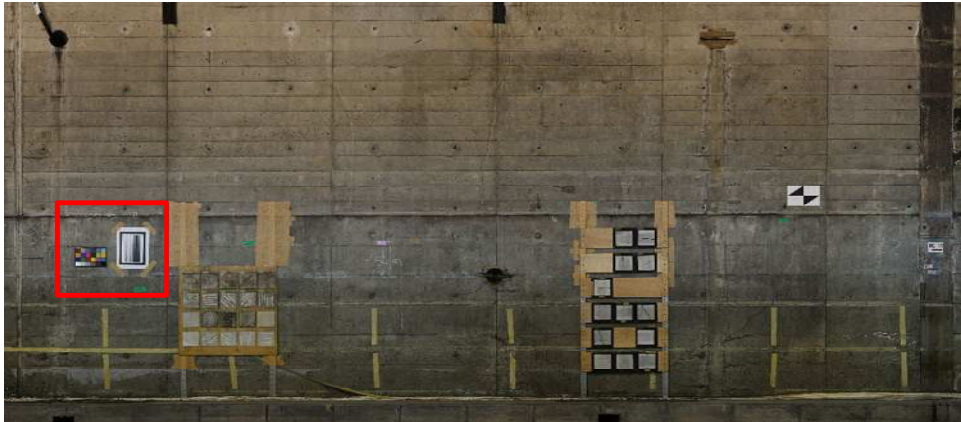
開発者による計測機器の設置状況



撮影画像を接合
↓
三次元モデルを展開
↓
展開画像



●S52



●S54



●S57



●S52



●S54



●S57



色識別性能
フルカラー識別可能

技術番号	TN010037-V0024						
技術名	あいあい～軽量垂直ポールカメラ～				開発者名	首都高技術株式会社	
試験日	令和6年 1 月 25 日	天候	晴れ	気温	- °C	風速	- m/s
試験場所	国土技術政策総合研究所 実大トンネル						
カタログ分類	画像計測技術	カタログ	検出項目	ひび割れ	試験区分	標準試験	

試験で確認する カタログ項目	ひび割れ計測精度 色識別性能
-------------------	-------------------

対象構造物の概要

国土技術政策総合研究所実大トンネルに設置された、ひび割れパネル(通常5組、煤付き1組)、カラーチャート(3組)



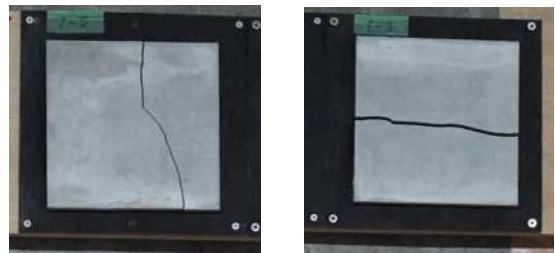
トンネル状況



試験体設置状況



ひび割れパネル状況(遠景)



ひび割れパネル状況(近景)



カラーチャート状況

- ① 長手ポールの先端にあいあいを設置し、有線コードにてあいあいとWindows PCとを接続する。
- ② あいあいを操作し、カメラを対象の試験体へ向ける。その際の距離は50cmとする。
- ③ 試験体を撮影し、Windows PCに画像を保存する。
- ④ 後日、撮影画像からひび割れ幅、カラーチャートのRGBを求める。

開発者による計測機器の設置状況

あいあい(カメラ1)



あいあい設置状況



実施状況



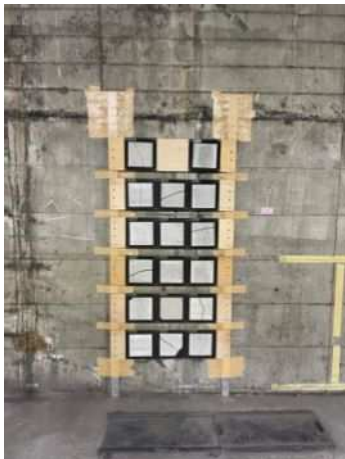
あいあい(カメラ2)



※画像はⅡ型を使用

比較対象を得るため、
立会者による計測機器の設置状況

トンネル内に設置された、ひび割れパネル(通常5組、煤付き1組)、カラーチャート(3組)



ひび割れパネル(他4組)



ひび割れパネル



カラーチャート

ひび割れ計測精度 あいあいカメラ1 (SONY製 RX-0 II)

ひび割れパネル(通常)

番号	1-2	1-3	2-2	2-3	3-1	4-1	4-2	凡例
写真								
計測値	②1.13 (1.1) ④0.64 (0.5) ⑦1.03 (0.7)	3.08 (3.0) - -	4.60 (3.5) - -	1.73 (1.6) - -	3.24 (2.5) - -	0.72 (0.9) - -	0.29 (0.4) - -	
番号	4-3	5-1	5-3	6-1	6-2	6-3	7-1	
写真								
計測値	③0.35 (0.2) ⑦4.83 (5.0) -	3.46 (3.0) - -	0.47 (0.4) - -	1.20 (1.0) - -	①0.83 (0.6) ④0.39 (0.5) ⑥0.40 (0.4)	3.31 (3.0) - -	1.02 (1.3) - -	
番号	7-2	7-3	8-1	8-2	8-3	10-2	10-3	
写真								
計測値	②1.27 (1.1) ⑤0.42 (0.6) ⑧0.50 (0.3)	②3.82 (3.0) ⑦3.90 (3.5) -	④0.30 (0.4) ⑦0.30 (0.2) ⑩0.56 (0.7)	⑤0.10 (0.1) ⑥0.10 (0.1) ⑦0.26 (0.1)	4.33 (3.0) - -	4.15 (4.0) - -	ひびわれなし - -	
番号	11-1	11-2	11-3	13-1	13-3	14-1	15-1	
写真								
計測値	2.07 (2.5) -	②1.08 (0.9) ⑥0.18 (0.2)	0.32 (0.4) -	2.65 (3.0) -	①0.60 (0.9) ④0.46 (0.5)	0.22 (0.3) -	0.23 (0.2) -	

()は真値、画像内ーはひび割れ幅計測箇所

画像の描画は当該ひび割れの最大幅を表すため、必ずしも計測値と一致するものではない

ひび割れパネル(通常)

番号	15-2	15-3	16-1	16-2	16-3	17-1	17-2	凡例
写真								
計測値	2.57 (3.0)	0.72 (0.7)	0.88 (0.7)	4.90 (3.5)	ひびわれなし	0.65 (0.7)	ひびわれなし	
番号	17-3	18-1	18-2	18-3	19-1	19-3	20-1	凡例
写真								
計測値	0.99 (0.8)	ひびわれなし	4.03 (4.0)	0.77 (0.7)	1.70(1.5)	0.22 (0.3)	1.56 (1.5)	
番号	20-2	20-3	21-1	21-2	21-3	22-1	22-2	凡例
写真								
計測値	4.60 (3.5)	0.34 (0.3)	0.49 (0.4)	0.63 (0.8)	4.43 (4.0)	4.38 (4.5)	0.98 (1.0)	
番号	22-3	23-1	23-2	23-3	24-1	24-2	24-3	凡例
写真								
計測値	0.35 (0.3)	0.29 (0.3)	ひびわれなし	⑤3.67 (3.5)	①0.43 (0.5)	4.55 (0.4)	①0.20 (0.2)	
	-	1.00 (0.8)	-	⑦0.16 (0.1)	②0.45 (0.4)	-	②2.34 (1.5)	
	-	-	-	-	-	-	③0.52 (0.4)	
番号	25-3	26-1	26-2	26-3	27-1	27-3	28-1	凡例
写真								
計測値	ひびわれなし	2.12 (2.5)	0.75 (0.7)	ひびわれなし	ひびわれなし	2.77 (3.0)	5.09 (4.0)	

()は真値、画像内-はひび割れ幅計測箇所

画像の描画は当該ひび割れの最大幅を表すため、必ずしも計測値と一致するものではない

ひび割れパネル(通常)

番号	28-2	28-3	29-1	29-2	29-3	30-1	30-2	凡例
写真								
計測値	0.93 (0.7)	ひびわれなし	2.85 (3.0)	2.17 (2.0)	ひびわれなし	0.32 (0.3)	3.33 (3.5)	
番号	30-3	-						凡例
写真		-						
計測値	2.23 (2.5)	-						

()は真値、画像内-はひび割れ幅計測箇所

画像の描画は当該ひび割れの最大幅を表すため、必ずしも計測値と一致するものではない

ひび割れパネル(汚れ模擬)

番号	31-1	31-2	31-3	31-4	31-5	32-1	32-2	凡例
写真								
計測値	0.23 (0.2)	①0.45 (0.4) ②0.30 (0.3)	0.47 (0.5)	0.76 (0.7)	0.73 (0.8)	未検出 (0.1)	0.43 (0.4)	
番号	32-3	-						凡例
写真		-						
計測値	0.76 (0.7)	-						

()は真値、画像内-はひび割れ幅計測位置

画像の描画は当該ひび割れの最大幅を表すため、必ずしも計測値と一致するものではない

- ・最小ひび割れ幅 0.1mm
- ・計測精度 0.085mm (0.2mm未満のひび割れ幅を対象とした検出性能)
- 0.076mm (0.2mm以上0.3mm未満のひび割れ幅を対象とした検出性能)
- 0.081mm (0.3mm以上0.5mm未満のひび割れ幅を対象とした検出性能)
- 0.133mm (0.5mm以上0.7mm未満のひび割れ幅を対象とした検出性能)
- 0.171mm (0.7mm以上1.0mm未満のひび割れ幅を対象とした検出性能)
- 0.562mm (1.0mm以上のひび割れ幅を対象とした検出性能)

ひび割れ計測精度 あいあいカメラ2 (Microsoft製 LifeCam Studio Q2F-00021)

ひび割れパネル(通常)

番号	1-2	1-3	2-2	2-3	3-1	4-1	4-2	凡例
写真								
計測値	②1.16 (1.1)	3.11 (3.0)	2.92 (3.5)	2.47 (1.6)	2.44 (2.5)	1.44 (0.9)	0.50 (0.4)	
	④0.74 (0.5)	-	-	-	-	-	-	
	⑦1.39 (0.7)	-	-	-	-	-	-	
番号	4-3	5-1	5-3	6-1	6-2	6-3	7-1	凡例
写真								
計測値	③0.39 (0.2)	2.98 (3.0)	0.44 (0.4)	1.39 (1.0)	①0.89 (0.6)	3.34 (3.0)	2.02 (1.3)	
	⑦4.58 (5.0)	-	-	-	④0.89 (0.5)	-	-	
	-	-	-	-	⑥0.53 (0.4)	-	-	
番号	7-2	7-3	8-1	8-2	8-3	10-2	10-3	凡例
写真								
計測値	②1.45 (1.1)	②2.73 (3.0)	④0.90 (0.4)	⑤0.17 (0.1)	2.55 (3.0)	3.67 (4.0)	ひびわれなし	
	⑤0.95 (0.6)	⑦2.77 (3.5)	⑦0.46 (0.2)	⑥0.13 (0.1)	-	-	-	
	⑧0.55 (0.3)	-	⑩0.80 (0.7)	⑦0.09 (0.1)	-	-	-	
番号	11-1	11-2	11-3	13-1	13-3	14-1	15-1	凡例
写真								
計測値	2.81 (2.5)	②1.11 (0.9)	0.38 (0.4)	3.37 (3.0)	①1.20 (0.9)	0.35 (0.3)	0.50 (0.2)	
	-	⑥0.23 (0.2)	-	-	④0.51 (0.5)	-	-	

()は真値、画像内ーはひび割れ幅計測箇所

画像の描画は当該ひび割れの最大幅を表すため、必ずしも計測値と一致するものではない


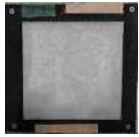



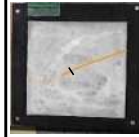
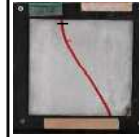

ひび割れパネル(通常)

番号	15-2	15-3	16-1	16-2	16-3	17-1	17-2	凡例
写真								
計測値	2.88 (3.0)	0.80 (0.7)	0.74 (0.7)	3.08 (3.5)	ひびわれなし	1.05 (0.7)	ひびわれなし	
番号	17-3	18-1	18-2	18-3	19-1	19-3	20-1	凡例
写真								
計測値	1.30 (0.8)	ひびわれなし	3.72 (4.0)	1.10 (0.7)	1.70 (1.5)	0.37 (0.3)	1.70 (1.5)	
番号	20-2	20-3	21-1	21-2	21-3	22-1	22-2	凡例
写真								
計測値	4.00 (3.5)	0.33 (0.3)	0.53 (0.4)	1.30 (0.8)	3.57 (4.0)	4.55 (4.5)	1.18 (1.0)	
番号	22-3	23-1	23-2	23-3	24-1	24-2	24-3	凡例
写真								
計測値	0.26 (0.3)	0.31 (0.3)	ひびわれなし	⑤3.25 (3.5)	①0.57 (0.5)	3.91 (0.4)	①0.18 (0.2)	
	-	0.82 (0.8)	-	⑦0.13 (0.1)	②0.45 (0.4)	-	②2.60 (1.5)	
	-	-	-	-	-	-	③0.53 (0.4)	
番号	25-3	26-1	26-2	26-3	27-1	27-3	28-1	凡例
写真								
計測値	ひびわれなし	2.15 (2.5)	0.68 (0.7)	ひびわれなし	ひびわれなし	3.20 (3.0)	4.10 (4.0)	

()は真値、画像内-はひび割れ幅計測箇所

画像の描画は当該ひび割れの最大幅を表すため、必ずしも計測値と一致するものではない


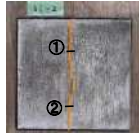






ひび割れパネル(通常)

番号	28-2	28-3	29-1	29-2	29-3	30-1	30-2	凡例
写真								
計測値	1.10 (0.7)	ひびわれなし	2.77 (3.0)	2.40 (2.0)	ひびわれなし	0.25 (0.3)	3.05 (3.5)	
番号	30-3	-						凡例
写真		-						
計測値	2.25 (2.5)	-						

()は真値、画像内-はひび割れ幅計測箇所

画像の描画は当該ひび割れの最大幅を表すため、必ずしも計測値と一致するものではない

ひび割れパネル(煤付き)

番号	31-1	31-2	31-3	31-4	31-5	32-1	32-2	凡例
写真								
計測値	0.47 (0.2)	①0.77 (0.4)	0.49 (0.5)	0.85 (0.7)	1.00 (0.8)	0.21 (0.1)	0.41 (0.4)	
	-	②0.64 (0.3)	-	-	-	-	-	
番号	32-3	-						凡例
写真		-						
計測値	1.00 (0.7)	-						

()は真値、画像内-はひび割れ幅計測位置

画像の描画は当該ひび割れの最大幅を表すため、必ずしも計測値と一致するものではない




- ・最小ひび割れ幅 0.1mm
- ・計測精度 0.061mm (0.2mm未満のひび割れ幅を対象とした検出性能)
- 0.211mm (0.2mm以上0.3mm未満のひび割れ幅を対象とした検出性能)
- 0.189mm (0.3mm以上0.5mm未満のひび割れ幅を対象とした検出性能)
- 0.245mm (0.5mm以上0.7mm未満のひび割れ幅を対象とした検出性能)
- 0.345mm (0.7mm以上1.0mm未満のひび割れ幅を対象とした検出性能)
- 0.412mm (1.0mm以上のひび割れ幅を対象とした検出性能)

色識別性能 あいあいカメラ1 (SONY製 RX-0 II)

番号	①			②			③			
	1	2	3	4	5	6				
撮影 画像										
	RGB	R	G	B	R	G	B	R	G	B
	A-1	111	69	61	110	71	64	130	89	74
	A-2	195	154	146	199	155	152	214	168	159
A-3	95	132	186	92	131	186	111	145	193	
A-4	79	113	63	78	111	65	90	120	70	
A-5	137	136	204	133	134	204	144	142	207	
A-6	107	207	197	107	206	199	121	213	203	
B-1	231	132	62	230	133	65	247	155	72	
B-2	66	90	210	63	87	207	76	99	215	
B-3	213	82	107	215	82	109	227	95	116	
B-4	84	46	129	82	44	127	93	50	130	
B-5	168	206	102	166	201	102	181	212	108	
B-6	234	181	69	229	178	65	242	187	77	
C-1	28	45	185	38	50	198	41	62	207	
C-2	51	174	92	49	173	97	67	189	106	
C-3	204	47	57	200	49	58	214	58	61	
C-4	233	214	85	230	212	86	244	223	95	
C-5	202	92	178	198	87	177	212	98	186	
C-6	46	162	207	42	158	207	53	164	209	
D-1	230	235	239	229	234	241	241	245	248	
D-2	201	209	218	199	211	221	218	224	230	
D-3	167	179	189	166	178	190	183	190	200	
D-4	124	132	144	122	132	146	13	141	152	
D-5	77	85	94	79	87	98	88	92	101	
D-6	32	35	42	30	33	40	41	42	47	

・フルカラー識別可能

色識別性能 あいあいカメラ2(Microsoft製 LifeCam Studio Q2F-00021)

番号	①			②			③			
	1	2	3	4	5	6				
撮影 画像										
	RGB	R	G	B	R	G	B	R	G	B
	A-1	73	42	22	74	37	28	117	73	62
	A-2	181	115	99	201	126	123	250	174	174
A-3	61	80	123	72	92	152	97	129	202	
A-4	43	69	22	56	75	35	72	108	62	
A-5	101	91	154	112	99	180	150	33	239	
A-6	93	179	152	88	196	181	121	236	219	
B-1	205	102	44	240	106	50	244	156	84	
B-2	28	38	135	36	44	171	60	67	233	
B-3	201	45	69	237	46	87	248	80	115	
B-4	54	14	67	61	20	76	84	31	111	
B-5	129	186	53	144	209	83	181	245	122	
B-6	226	149	43	245	174	66	251	219	108	
C-1	4	7	124	3	6	145	22	25	200	
C-2	28	123	33	27	139	54	47	184	78	
C-3	159	28	34	196	22	47	242	42	71	
C-4	217	203	54	237	223	79	252	255	140	
C-5	184	46	123	212	52	153	245	80	198	
C-6	24	87	140	21	104	174	45	140	224	
D-1	224	224	224	241	241	241	255	255	255	
D-2	181	181	181	205	205	205	241	241	241	
D-3	130	130	130	156	155	164	196	198	213	
D-4	81	81	81	95	95	95	133	132	140	
D-5	39	39	39	48	48	48	69	67	78	
D-6	3	3	3	3	2	7	16	16	18	

・フルカラー識別可能

技術番号 TN010038-V0024

技術名 HIVIDAS(ヒビダス)

開発者名 株式会社保全工学研究所

試験日 令和6年 2月 20日 天候 曇り 気温 °C 風速 m/s

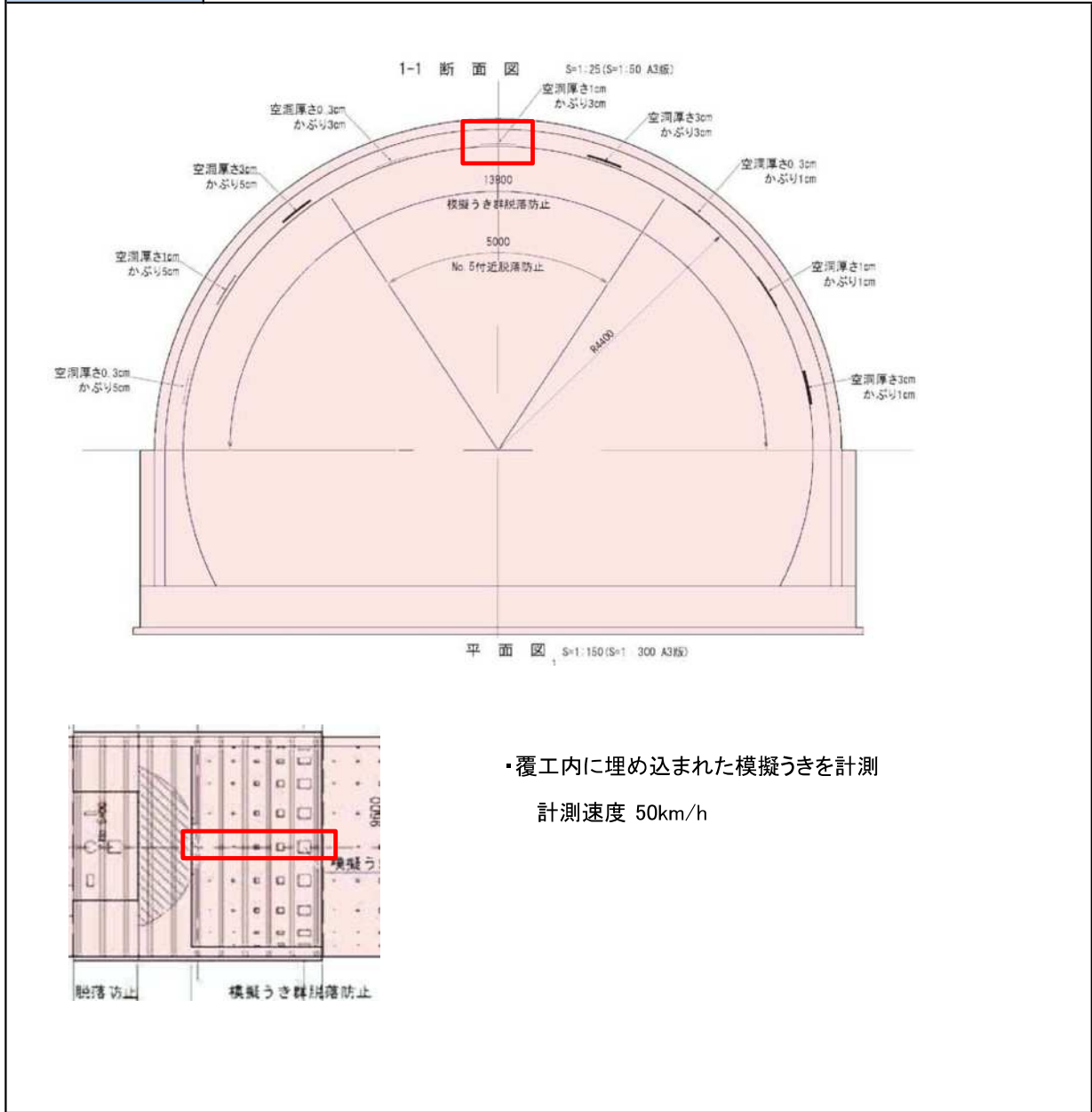
試験場所 福島ロボットテストフィールド

カタログ分類 画像計測技術 カタログ 検出項目 うき

試験区分 標準試験

試験で確認する
カタログ項目 計測(劣化、表面近くの空洞)

対象構造物の概要

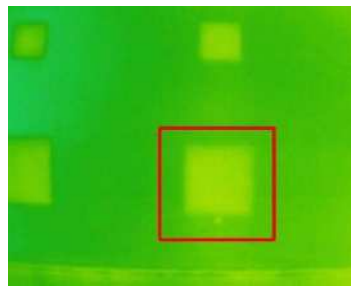
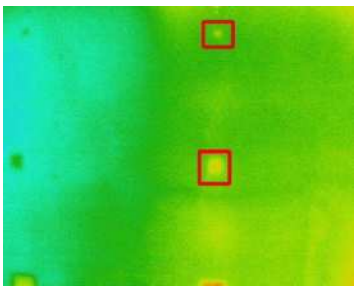


- ① トンネル外にて、カメラを調整し、機器の動作確認を行う。
- ② 対象物(空洞天端を鉄板とした模擬空洞)の走行撮影を行う。(走行速度:10km/h・40km/h・50km/hの3パターン)
- ③ 計測を終えるたびに、正常に撮影出来ているかを確認。問題なければ撮影を終了する。
- ④ 撮影した可視・赤外線画像を持ち帰り、解析を行う。その後、供試体真値と比較を行う。

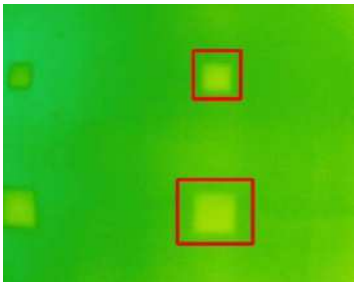
開発者による計測機器の設置状況

模擬うき検出写真

・5cm角・10cm角(かぶり1cm) 模擬うきパネル検出赤外線画像f



・20cm角・30cm角(かぶり1cm) 模擬うきパネル検出赤外線画像



比較対象を得るため、
立会者による計測機器の設置状況

技術番号 TN010038-V0024

技術名 HIVIDAS(ヒビダス) 開発者名 株式会社保全工学研究所

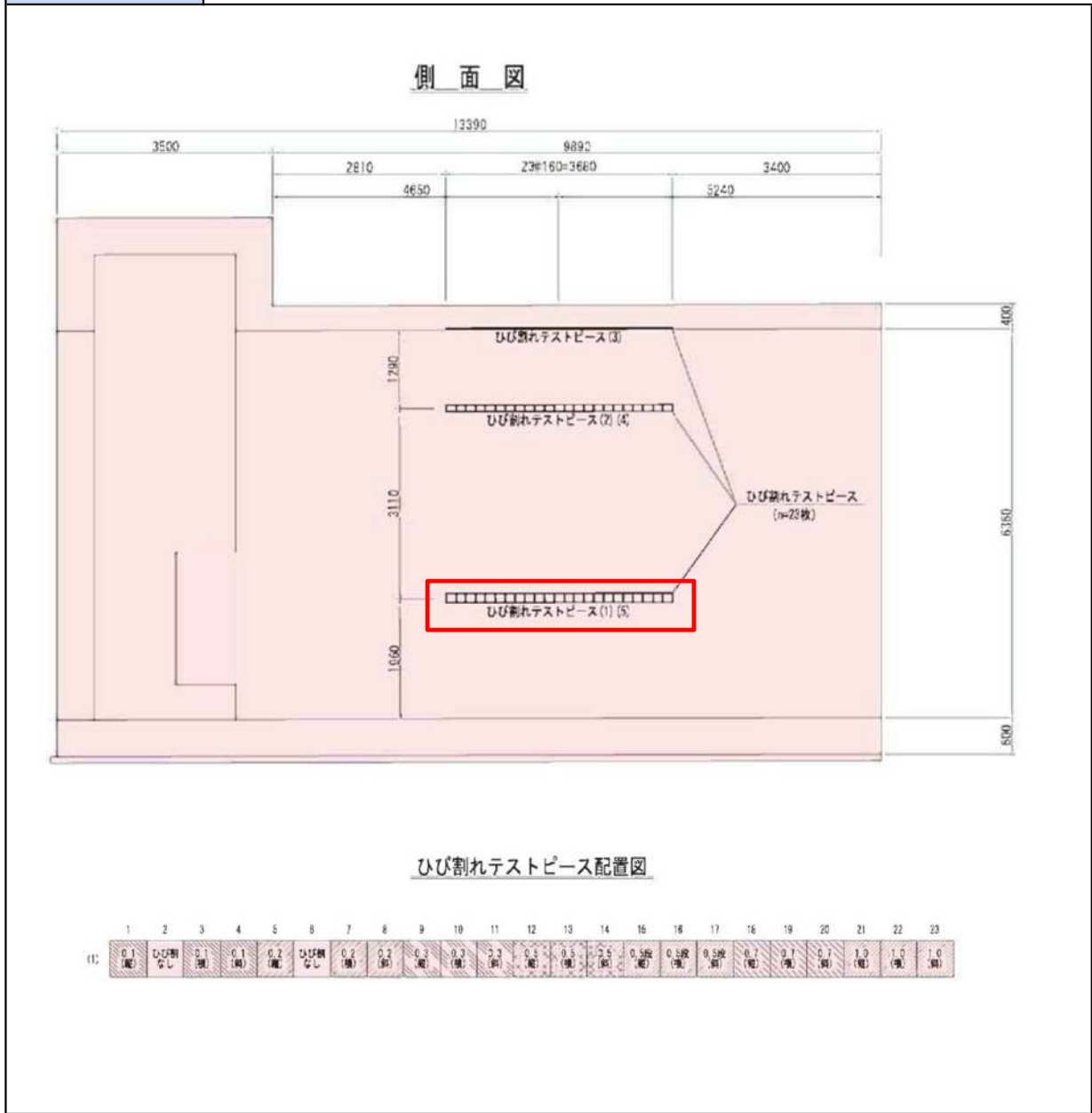
試験日 令和6年 2月 20日 天候 曇り 気温 °C 風速 m/s

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 ひび割れ 試験区分 標準試験

試験で確認する
カタログ項目 計測(ひび割れ)

対象構造物の概要



- ① トンネル外にて、カメラを調整し、機器の動作確認を行う。
- ② 対象物(ひび割れテストピース)の走行撮影を行う。(走行速度:10km/h・40km/h・50km/hの3パターン)
- ③ 計測を終えるたびに、正常に撮影出来ているかを確認。問題なければ撮影を終了する。
- ④ 撮影した可視画像を持ち帰り、解析を行う。その後、供試体真値と比較を行う。

開発者による計測機器の設置状況

ひび割れの検出可否

【標準試験】

- ひび割れ
- ・標準試験方法(2019)
- ・実施年 2024年
- ・最小ひび割れ幅 0.1mm (0.1mmのひび割れを検出可能)
- ・計測精度
- ひび割れ幅 0.1mmの場合
計測精度:0.026mm
- ひび割れ幅 0.2mmの場合
計測精度:0.036mm
- ひび割れ幅 0.3mmの場合
計測精度:0.112mm
- ひび割れ幅 0.5mmの場合
計測精度:0.117mm
- ひび割れ幅 0.7mmの場合
計測精度:0.124mm
- ひび割れ幅 1.0mmの場合
計測精度:0.137mm
- ・ひび割れ幅の最小単位:0.01mm
- ・ひび割れ長さの最小単位:0.01mm

比較対象を得るため、
立会者による計測機器の設置状況

ひび割れパネル現地撮影写真(ひび割れ抽出済み)

