

技術番号 TN030013-V0023

技術名 トンネル覆工の3Dモデル構築と点群差分解析による変形の算出技術

開発者名 有限会社吉川土木コンサルタント

試験日 令和4年 12月 15日 天候 晴れ 気温 °C 風速 m/s

試験場所 施工技術総合研究所(静岡県富士市)

カタログ分類 計測・モニタリング技術 カタログ 検出項目 3次元座標 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

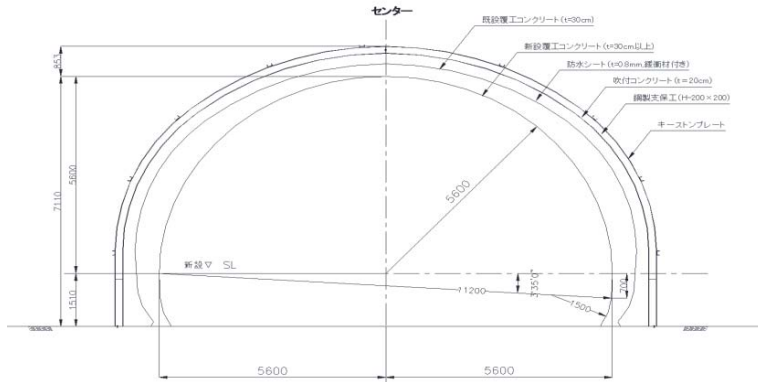
対象構造物の概要



模擬トンネル全景



模擬トンネル全景(正面)



模擬トンネル横断面



基板

脚立

台座



平板(平板の厚さ
→模擬変位)

基板

変位を模擬する平板(基板上にクランプで取付け)

模擬トンネル内に設置された付属物等の変位を模擬する試験体

- ① トンネル内に、付属物等の変位を模擬する試験体の台座(脚立に基板を取付けたもの)を設置する。
- ② 台座のみの状態(変位なし)で3次元レーザー計測を行う。
- ③ 台座に変位を模擬する平板を取付けた状態(変位あり)で3次元レーザー計測を行う。
- ④ ②と③の計測で得られた3次元点群データの差分解析により③の変位量を算出して計測精度を確認する。

開発者による計測機器の設置状況



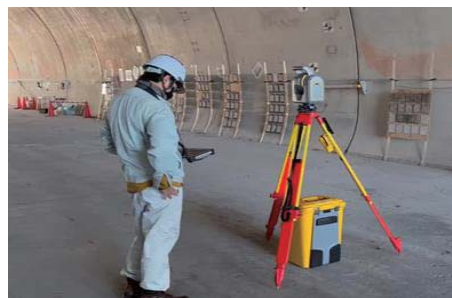
計測機器の設置位置の検討



計測機器の設置位置の測量(位置決め)



計測機器の設置、計測範囲等の設定



3次元点群データの計測、計測状況の監視

比較対象を得るため、
立会者による計測機器の設置状況



台座

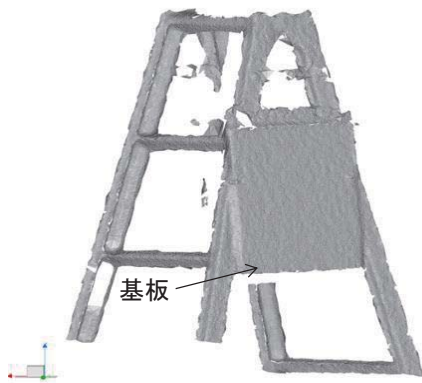


立会者による試験体の取付け



変位を模擬する平板

模擬トンネル内に設置された付属物等の変位を模擬する試験体



台座のみの状態(変位なし)

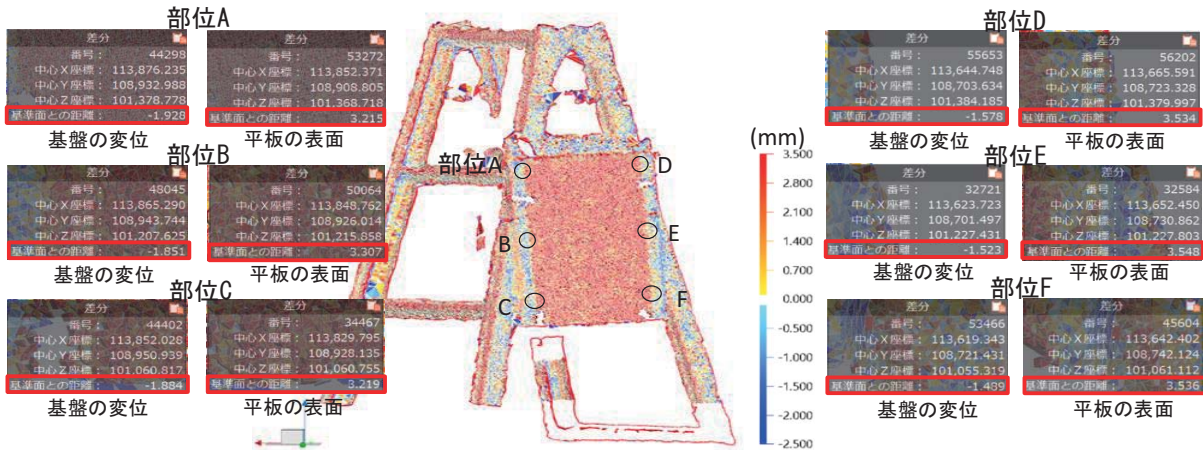


台座に変位を模擬する平板を取付けた状態(変位あり)

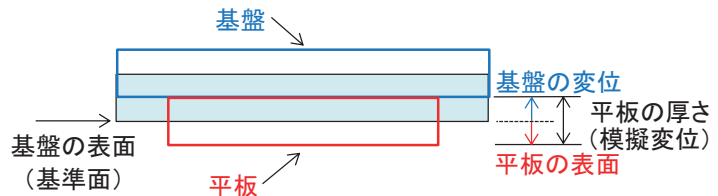
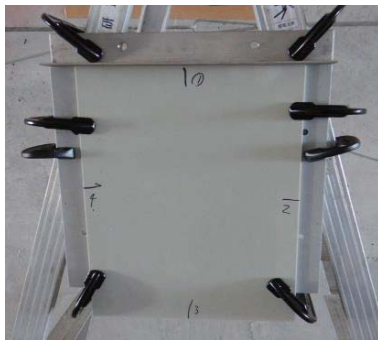
三次元点群データの計測結果

三次元点群処理システムを用いた変位算出の手順

- (1): 台座のみの状態(変位なし)の点群データを読み込み三角網データを作成
- (2): 台座に変位を模擬する平板を取付けた状態(変位あり)の点群データを読み込み
- (3): (1)の各三角網の面法線に対して、面と(2)の点群座標値の差分を算出



変位差分のコンターと値



$$\text{平板の厚さ(模擬変位)} = \text{平板の表面} - \text{基板の変位}$$

(プラス値) (マイナス値)

平板の厚さ(模擬変位)の算出

計測結果と正解値の比較

①	5.0mm
②	5.2mm
③	4.8mm
④	4.8mm
平均	4.95mm

変位を模擬する平板の厚さ
(立会者が計測)

部位	①基板の変位	②平板の表面	変位②-① (mm)
A	-1.93	3.22	5.15
B	-1.85	3.31	5.16
C	-1.88	3.22	5.10
D	-1.58	3.53	5.11
E	-1.52	3.55	5.07
F	-1.49	3.54	5.03
③計測結果の平均値			5.10
④正解値の平均値			4.95
⑤差異(③-④)			0.15
誤差⑤/④×100%			3.10

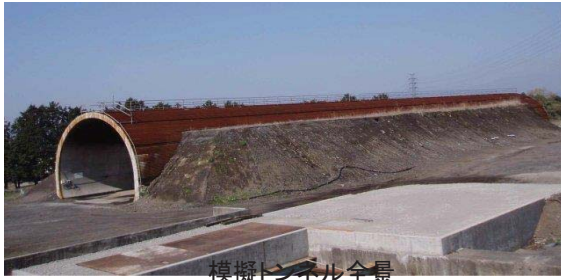
試験で確認する
カタログ項目

長さ計測精度、位置精度

技術番号

TN030013-V0023

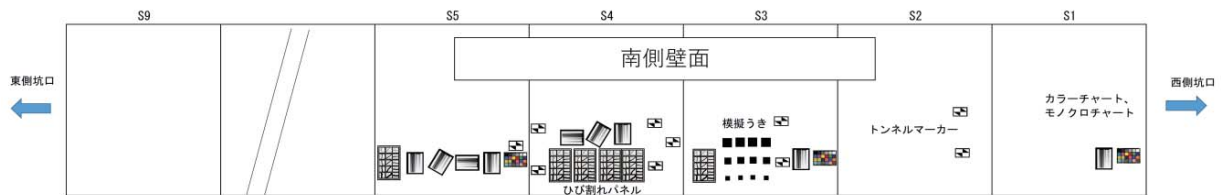
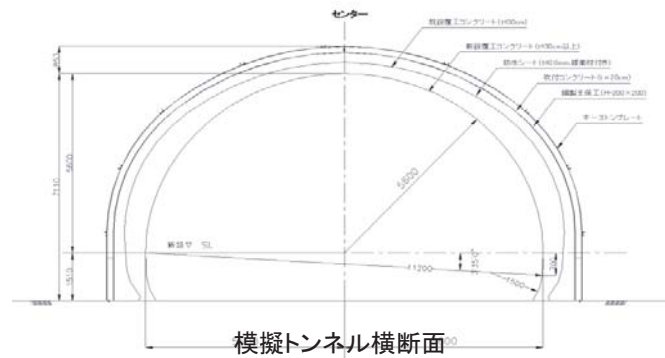
対象構造物の概要



模擬トンネル全景



模擬トンネル全景(正面)



模擬トンネルの南側壁面に配置されたトンネルマーカーなど

試験方法(手順)

- ① トンネル内の覆工表面の3次元レーザー計測を行う。
- ② ①の計測で得られた3次元点群データからトンネルマーカーの位置を確認するとともに、マーカー間の長さを計測して計測精度を確認する。

開発者による計測機器の設置状況



計測機器の設置位置の検討



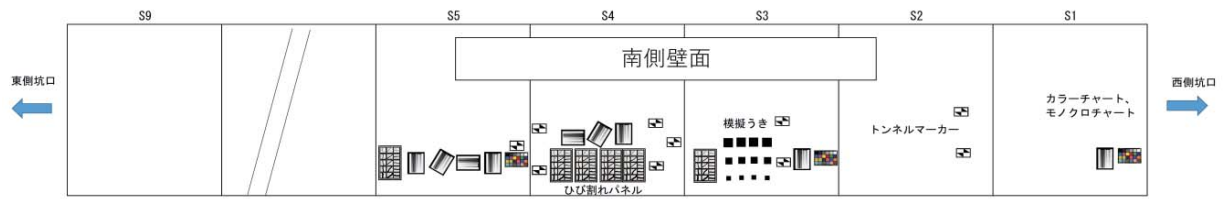
計測機器の設置位置の測量(位置決め)



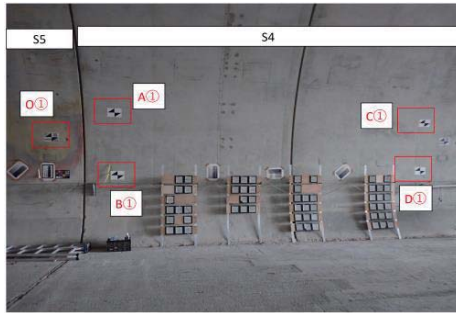
計測機器の設置、計測範囲等の設定



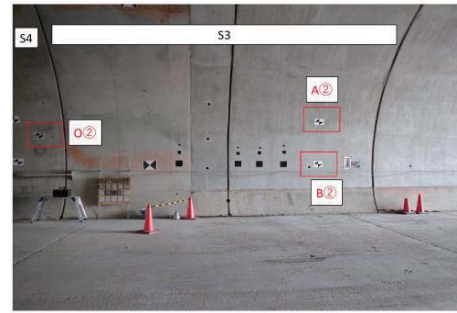
3次元点群データの計測、計測状況の監視



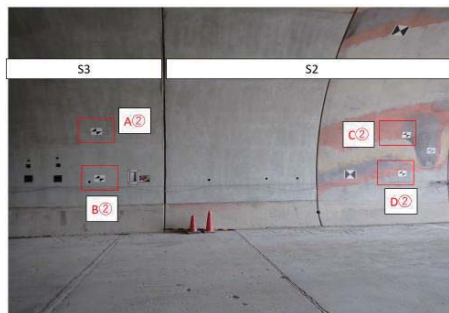
模擬トンネルの南側壁面に配置されたトンネルマーカーなど



S5～S4区間の比較対象(トンネルマーカ)



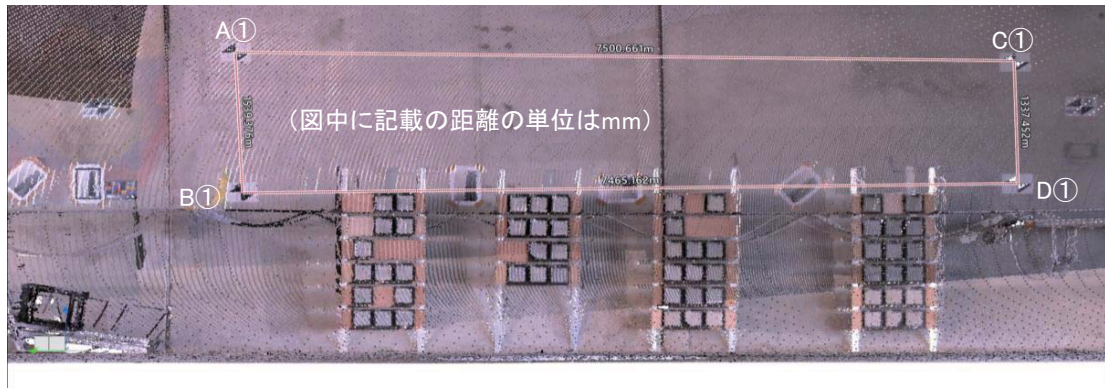
S4～S3区間の比較対象(トンネルマーカ)



S3～S2区間の比較対象(トンネルマーカ)

試験結果の比較

長さ計測精度①(S5~S4区間)

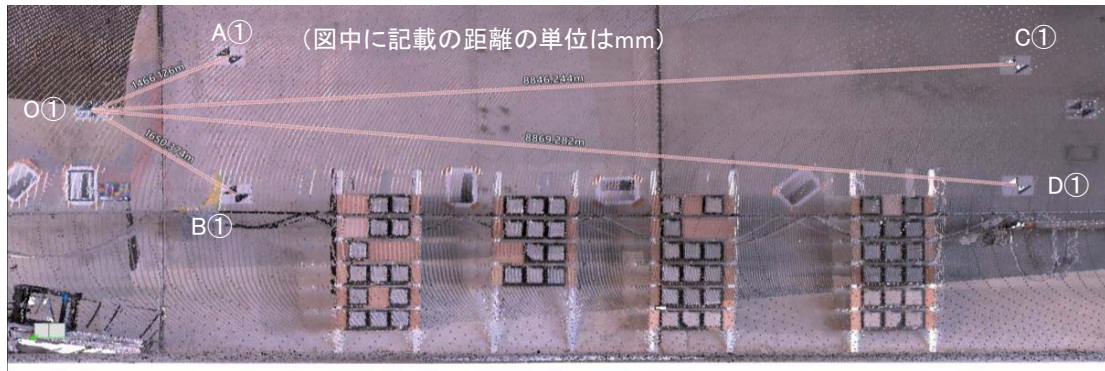


三次元点群データの計測結果と距離の計測

計測結果と正解値の比較

	距離 (m)			
	A①-B①	C①-D①	A①-C①	B①-D①
(a) 計測結果	1.539	1.337	7.501	7.465
(b) 正解値 (立会者提供)	1.525	1.327	7.500	7.461
(c) 差異 ((a)-(b))	0.014	0.010	0.001	0.004
誤差 ((c)/(b) × 100%)	0.92	0.75	0.01	0.05

位置精度①(S5~S4区間)

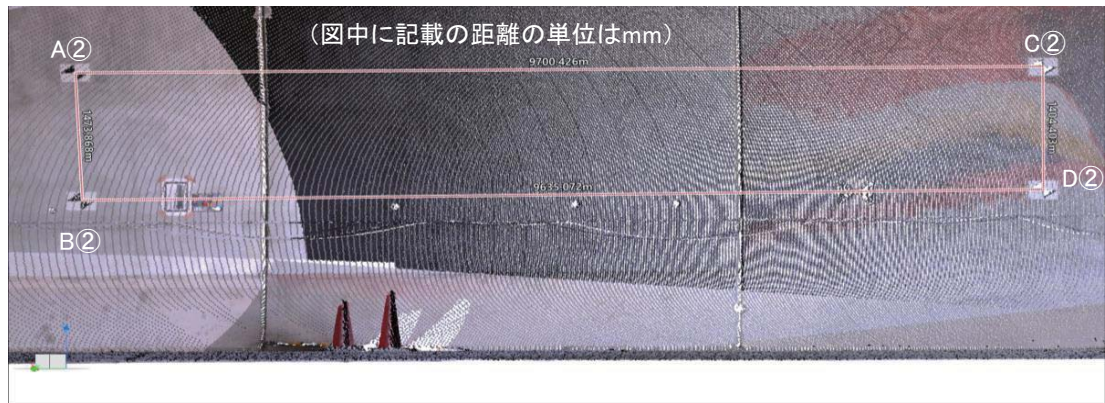


三次元点群データの計測結果と距離の計測

計測結果と正解値の比較

		0①-A①	0①-B①	0①-C①	0①-D①
(a) 計測結果	距離 (m)	1.466	1.650	8.846	8.869
	水平距離 (m)	1.338	1.377	8.831	8.834
	鉛直距離 (m)	0.600	0.910	0.515	0.794
(b) 正解値 (立会者提供)	距離 (m)	1.467	1.657	8.848	8.878
	水平距離 (m)	1.342	1.386	8.833	8.842
	鉛直距離 (m)	0.594	0.907	0.511	0.796
(c) 差異 ((a)-(b))	距離 (m)	-0.001	-0.007	-0.002	-0.009
	水平距離 (m)	-0.004	-0.009	-0.002	-0.008
	鉛直距離 (m)	0.006	0.003	0.004	-0.002
誤差 ((c)/(b) × 100%)	距離	0.07	0.42	0.02	0.10
	水平距離	0.30	0.65	0.02	0.09
	鉛直距離	1.01	0.33	0.78	0.25

長さ計測精度②(S4~S2区間)

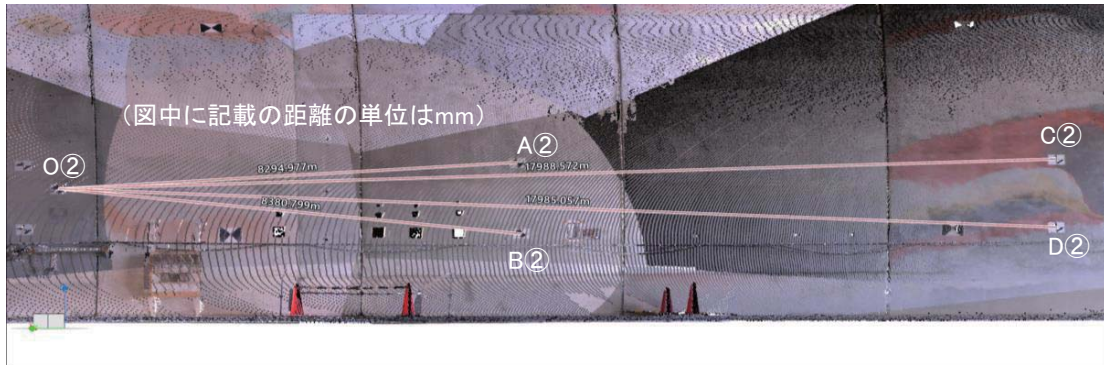


三次元点群データの計測結果と距離の計測

計測結果と正解値の比較

	距離 (m)			
	A②-B②	C②-D②	A②-C②	B②-D②
(a) 計測結果	1.474	1.404	9.700	9.635
(b) 正解値 (立会者提供)	1.467	1.409	9.702	9.639
(c) 差異 ((a)-(b))	0.007	-0.005	-0.002	-0.004
誤差 ((c)/(b) × 100%)	0.48	0.35	0.02	0.04

位置精度② (S4~S2区間)



三次元点群データの計測結果と距離の計測

計測結果と正解値の比較

		0②-A②	0②-B②	0②-C②	0②-D②
(a) 計測結果	距離 (m)	8.295	8.381	17.989	17.985
	水平距離 (m)	8.277	8.331	17.978	17.969
	鉛直距離 (m)	0.551	0.908	0.629	0.762
(b) 正解値 (立会者提供)	距離 (m)	8.301	8.381	17.995	17.987
	水平距離 (m)	8.283	8.333	17.984	17.970
	鉛直距離 (m)	0.543	0.900	0.615	0.772
(c) 差異 ((a)-(b))	距離 (m)	-0.006	0.000	-0.006	-0.002
	水平距離 (m)	-0.006	-0.002	-0.006	-0.001
	鉛直距離 (m)	0.008	0.008	0.014	-0.010
誤差 ((c)/(b) × 100%)	距離	0.07	0.00	0.03	0.01
	水平距離	0.07	0.02	0.03	0.01
	鉛直距離	1.47	0.89	2.28	1.30