

トンネル覆工表面レーザ計測システム

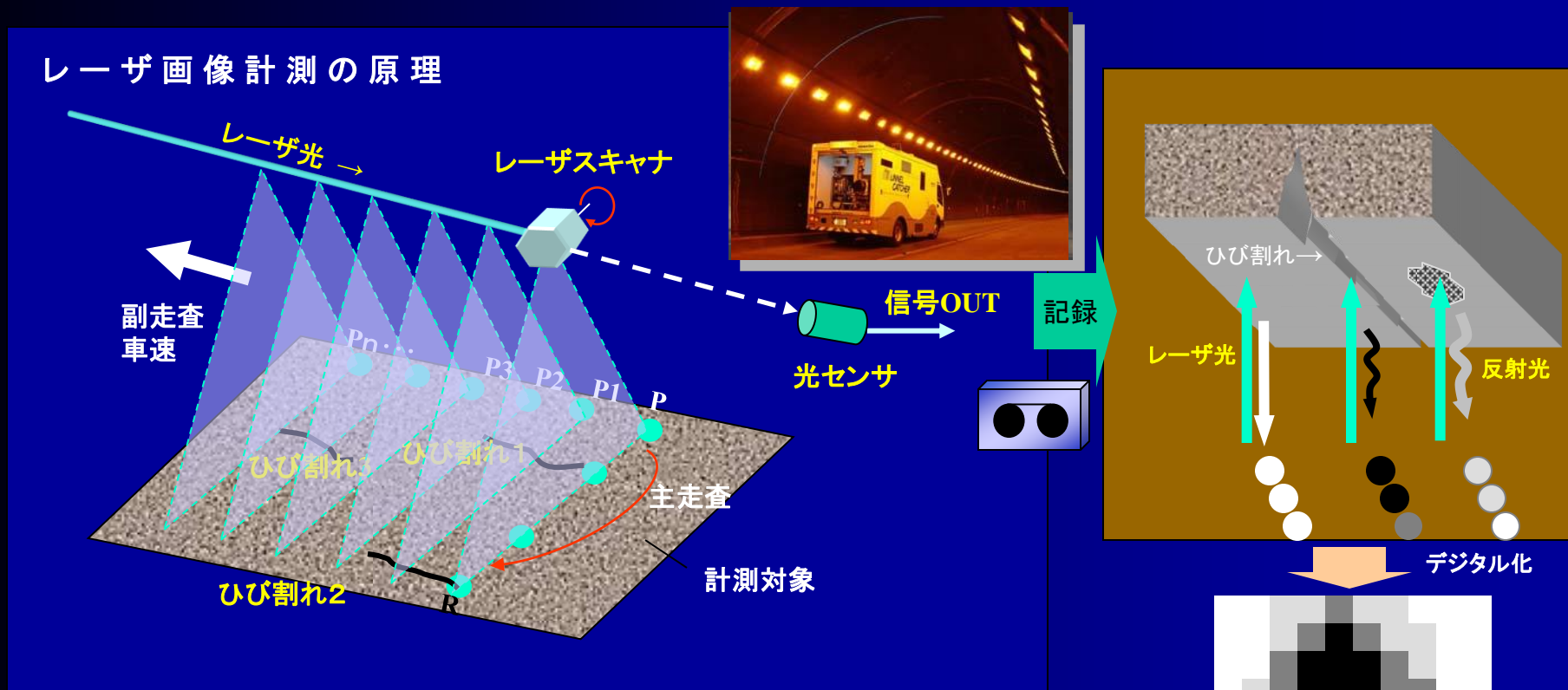
☆計測速度60km/h



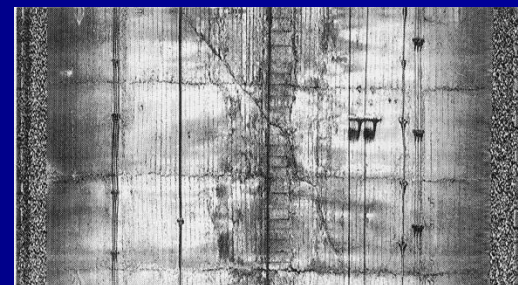
株式会社 トノックス

レーザ画像計測原理

独自のフライングスポット法によるレーザ画像計測



レーザスキャナでレーザ光をトンネル壁面に走査し、反射した状態の微妙な輝度の強弱を光センサにより検出。256階調にデジタル化し、高密度磁気テープに記録します。
このレーザ光の反射光量データを計測車の進行方向に連続して積み重ねることにより、鮮明な計測画像を得ることができます。



256階調の白黒濃淡

トンネル覆工点検・調査業務の現状

トンネル表面のひび割れ・変状調査は、従来 近接目視点検及び打音検査により行っています。トンネル内の片側全面の交通規制をして作業を行うため、長距離であるほど労力がかかりコスト高となってしまうのが現状です。

■トンネル覆工表面レーザ計測システム採用によるメリットと効果

昼夜を問わず側壁部から天頂部を60km/hで連続計測が可能

- ・点検作業に交通規制が不要で現場作業工程やコストの縮減
- ・道路利用者への交通規制による渋滞等の解消

変状データの定量化

- ・変状抽出、健全度評価精度の向上
- ・経年による変状進行状況の定量的評価
- ・補修前の変状の詳細調査
- ・近接施工による影響の定量的評価
- ・劣化予測により最適な補修工の選定によるライフサイクルコストの最小化

レーザ計測車(トンネルキャッチャー)

レーザ光線をトンネル壁面に走査・走行することにより、壁面のひび割れ・変状を迅速かつ高精度に計測し定量的に評価できます。一般道、高速道路から鉄道、地下鉄等の計測に活躍しています。

道路用



鉄道用

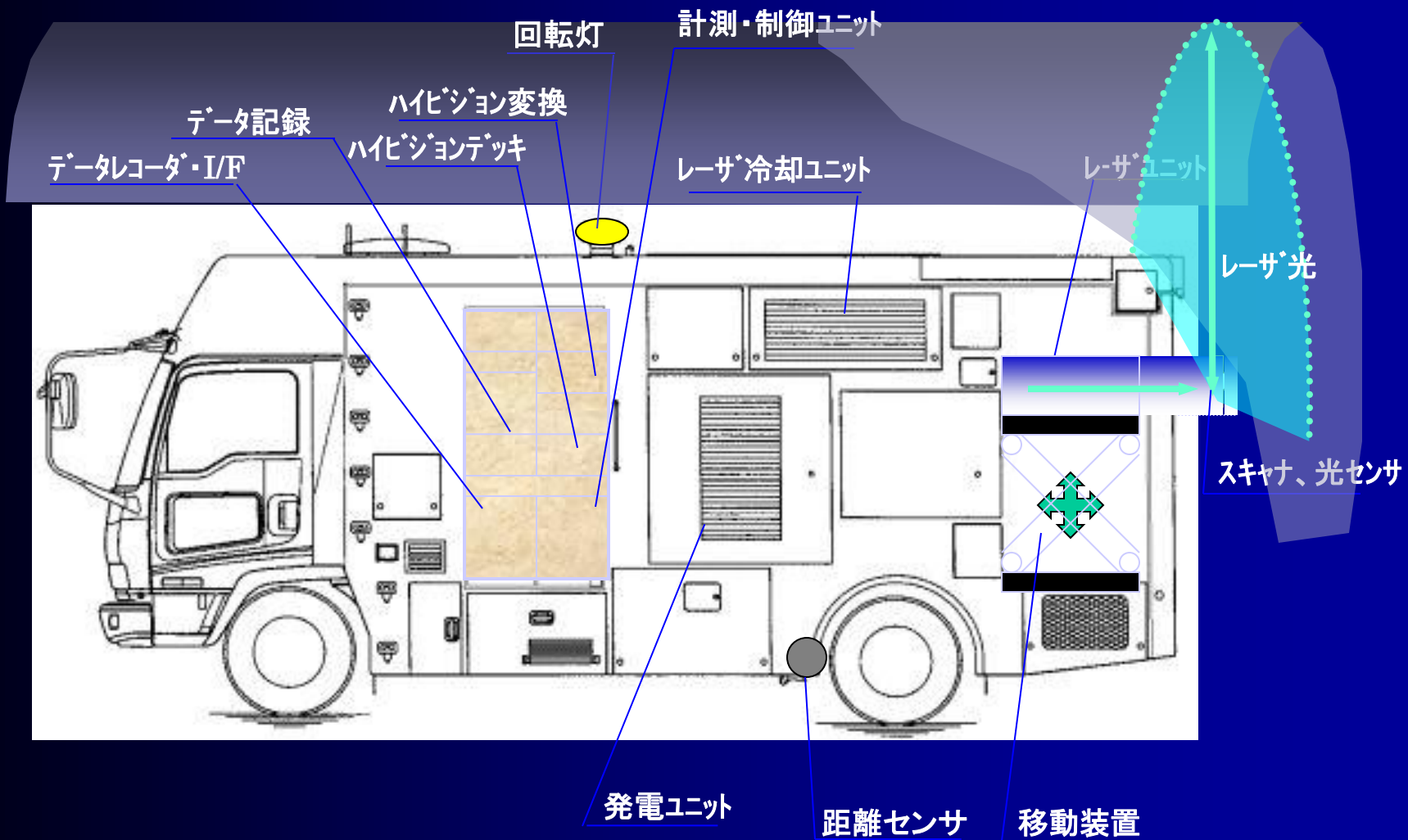
5台納入



主仕様比較

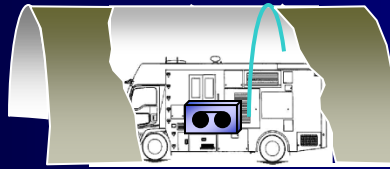
項目	機種	
	道路用	鉄道用
ベース車両	4 t 車 (道路維持作業用自動車) 全長6.9m×全幅2.2m×全高3.2m	8 t 車 全長7.4m×全幅3.4m×全高2.49m
計測速度	60km/h (最高)	7 km/h
計測準備時間	0分 (トンネル外で実施)	約20分
データ記録速度	30MB/sec	12.5MB/sec
特長	昼夜計測可能	道路・軌道走行可能

レーザ計測車構成



データ解析システム

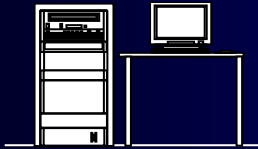
レーザ計測車



詳細調査

初期点検・定期点検


ひび割れ・変状詳細解析装置



データ変換装置



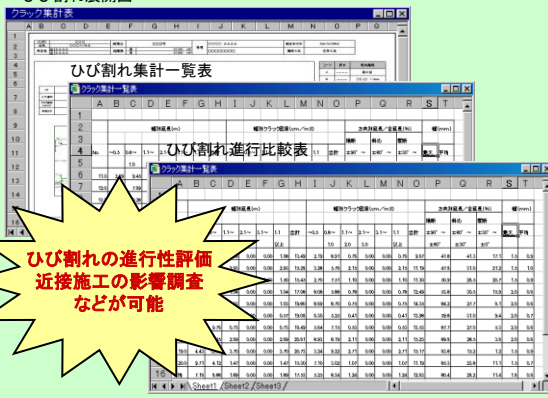
トンネル覆工表面映像電子データ



パソコンで
計測画像の閲覧
点検表に画像貼り付け
要注意箇所へのメール送信
などが可能

トンネル延長10m毎の
JPEGファイル

ひび割れ展開図

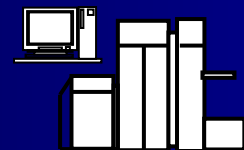


ひび割れ集計一覧表

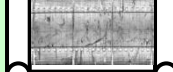
ひび割れ進行比較表

ひび割れの進行性評価
近接施工の影響調査
などが可能

連続画像印刷装置



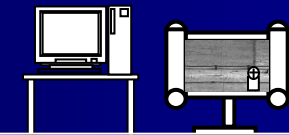
トンネル覆工表面映像



机上で
打音検査箇所の選定
変状原因の推定
などが可能

トンネル延長200m毎の生画像を幅40cm長さ6mに印刷*

連続画像解析装置



ひび割れ展開図



ひび割れ集計一覧表

トンネル点検支援ソフト



電子データで納品



トンネル覆工表面映像サンプル

保存用

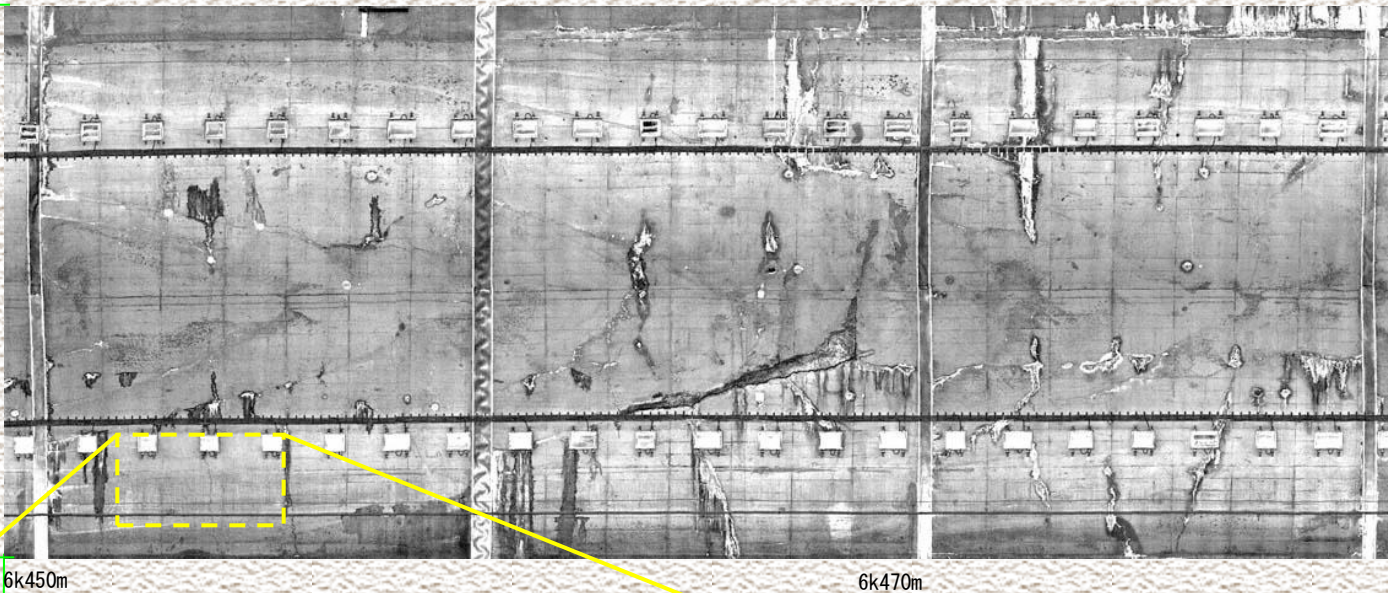
解析用

点検用

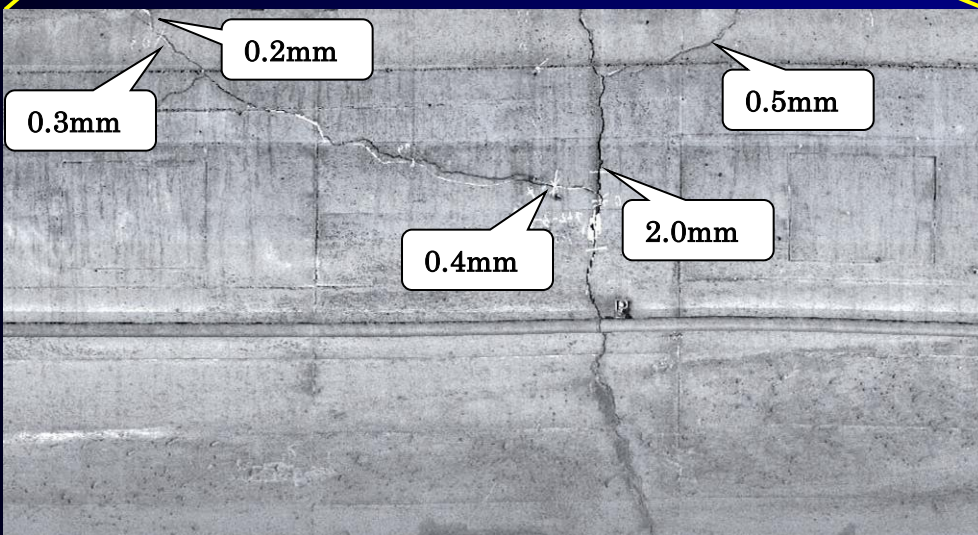
用紙幅
50cm

印刷幅
40cm

〇〇自動車道 〇〇トンネル 6k450m~7k100m 調査日平成〇〇年△△月□□日



印刷長さ5m



特長

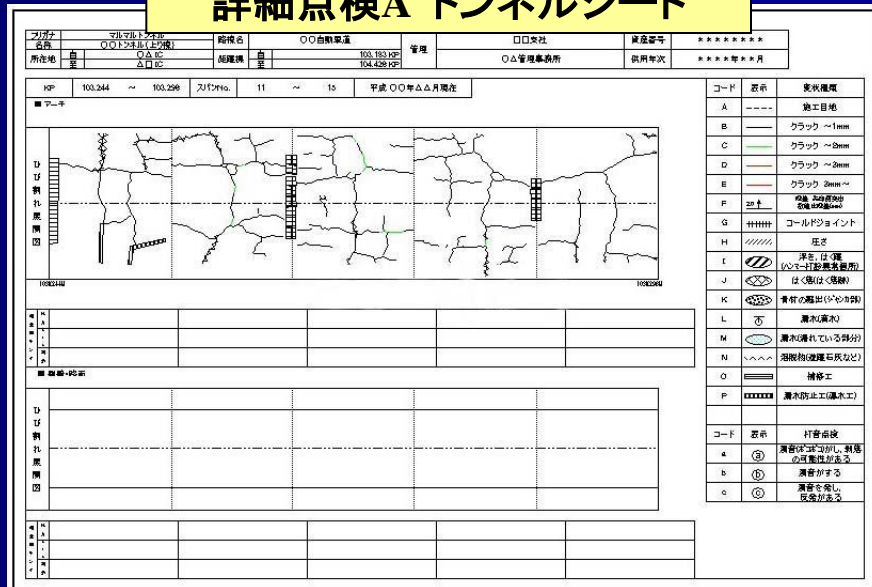
- ・机上でトンネル全体の状況や変状を複数の目ですぐに把握することが可能なため、打音検査箇所を選定、変状原因の推定、対策工の検討などの作業性が向上
- ・トンネル全体を把握しながら変状解析が可能なため、小エリアを見ながら解析する方法に比べて解析速度が速いため作業性が向上

データシート出力例

詳細点検A ひび割れ展開図



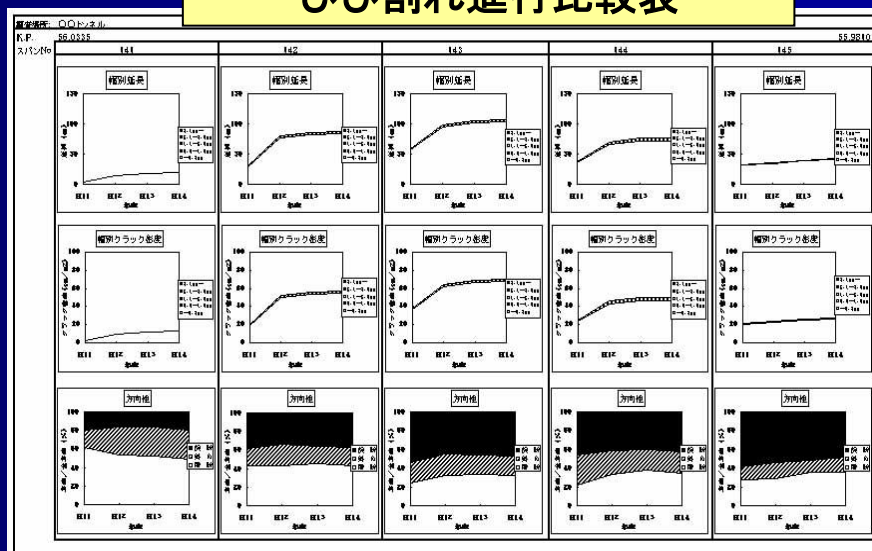
詳細点検A トンネルシート



ひび割れ集計一覧表

スパン No	幅別延長(m)						幅別クラック密度 (cm/m ²)					方向別延長/全延長(%)			幅(mm)				
	~1.0	1.1~2.0	2.1~3.0	3.1~	2.0以上	合計	~1.0	1.1~2.0	2.1~3.0	3.1~	2.0以上	合計	横	断	斜	縦	断	大	平均
1	3.97	0.00	0.00	0.00	0.00	3.97	6.04	0.00	0.00	0.00	0.00	6.04	9.3	58.0	32.7	0.2	0.2		
2	11.19	0.00	0.00	0.00	0.00	11.19	9.86	0.00	0.00	0.00	0.00	9.86	94.1	5.9	0.0	0.5	0.5		
3	30.84	0.00	0.00	0.00	0.00	30.84	19.73	0.00	0.00	0.00	0.00	19.73	61.3	15.0	23.7	1.0	0.7		
4	35.46	17.50	0.00	0.00	0.00	17.50	52.95	22.17	10.94	0.00	0.00	10.94	33.11	52.5	11.8	35.7	2.0	1.3	
5	17.22	37.26	0.00	0.00	0.00	37.26	54.48	11.09	24.01	0.00	0.00	24.01	35.10	48.7	5.6	45.7	2.0	1.6	
6	24.15	7.33	0.00	0.00	0.00	7.33	31.48	14.98	4.55	0.00	0.00	4.55	19.52	26.2	6.5	67.3	2.0	0.7	
7	17.50	28.05	0.00	0.00	0.00	28.05	45.55	11.01	17.65	0.00	0.00	17.65	28.66	60.8	11.5	27.7	2.0	1.5	
8	10.04	12.78	0.00	0.00	0.00	12.78	22.82	6.37	8.12	0.00	0.00	8.12	14.49	50.3	5.7	44.0	2.0	1.6	
9	26.85	15.10	0.00	0.00	0.00	15.10	41.95	16.75	9.42	0.00	0.00	9.42	26.17	58.6	4.8	36.6	2.0	1.3	
10	17.76	0.00	0.00	0.00	0.00	17.76	11.05	0.00	0.00	0.00	0.00	11.05	96.8	3.2	0.0	1.0	1.0		
11	20.59	27.68	0.00	0.00	0.00	27.68	48.27	13.00	17.47	0.00	0.00	17.47	30.47	55.8	5.6	38.6	2.0	1.5	
12	30.80	18.82	0.00	0.00	0.00	18.82	49.62	19.27	11.78	0.00	0.00	11.78	31.04	49.0	16.8	34.2	2.0	1.3	
13	23.12	15.45	0.00	0.00	0.00	15.45	38.57	14.55	9.72	0.00	0.00	9.72	24.27	50.7	1.6	47.7	2.0	1.4	
14	41.71	15.85	0.00	0.00	0.00	15.85	57.56	26.04	9.89	0.00	0.00	9.89	35.93	57.4	6.2	36.4	2.0	1.1	
15	28.76	22.85	0.00	0.00	0.00	22.85	51.61	18.05	14.34	0.00	0.00	14.34	32.38	54.7	10.3	35.0	2.0	1.3	
16	35.78	15.30	0.00	0.00	0.00	15.30	51.08	22.35	9.56	0.00	0.00	9.56	31.91	42.2	10.2	47.6	2.0	1.2	
17	23.17	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	23.17	14.53	0.00	0.00	0.00	14.53	56.5	8.2	35.3	1.0	0.9		
18	19.87	3.27	0.00	0.00	0.00	3.27	23.14	12.44	2.04	0.00	0.00	2.04	14.48	47.5	6.3	46.2	2.0	0.9	
19	17.85	4.34	0.00	0.00	0.00	4.34	22.20	11.50	2.80	0.00	0.00	2.80	14.30	34.9	9.3	55.8	2.0	1.1	
20	22.62	26.93	0.00	0.00	0.00	26.93	49.55	14.05	16.73	0.00	0.00	16.73	30.78	57.1	5.7	37.2	2.0	1.5	

ひび割れ進行比較表



トンネル点検・調査実績

平成26年3月現在

年度	発注者	計測箇所	計測距離(km)	
平成3～9年	日本道路公団殿 自治体殿 日本鉄道建設公団殿	高速道路	56トンネル	78
		県道	3トンネル	1
		鉄道	2トンネル	4
平成10～13年	日本道路公団殿 国土交通省殿 自治体殿 日本鉄道建設公団殿 名古屋市交通局殿 南海電気鉄道殿 西日本旅客鉄道殿	高速道路	191トンネル	214
		国道	72トンネル	27
		鉄道	2トンネル	1
		鉄道	2トンネル	3
		鉄道	5路線	157
		鉄道	8トンネル	7
		鉄道	1トンネル	2
平成14～26年	NEXCO東日本・中日本・西日本殿 国土交通省殿 自治体殿 福岡北九州高速道路公社殿 首都高速道路殿 本州四国連絡高速道路殿	高速道路	516トンネル	473
		国道他	117トンネル	78
		県道	97トンネル	43
		高速道路	21トンネル	8
		高速道路	4トンネル	3
		高速道路	4トンネル	3

計1,101トンネル 1,102km

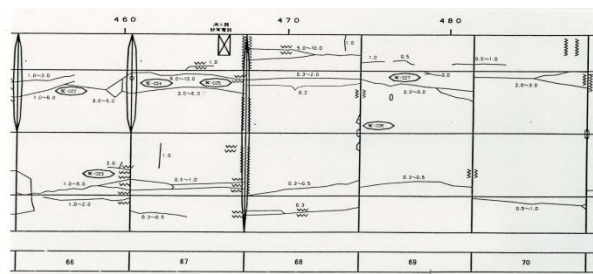
適用事例 1:トンネル定期点検

目的:

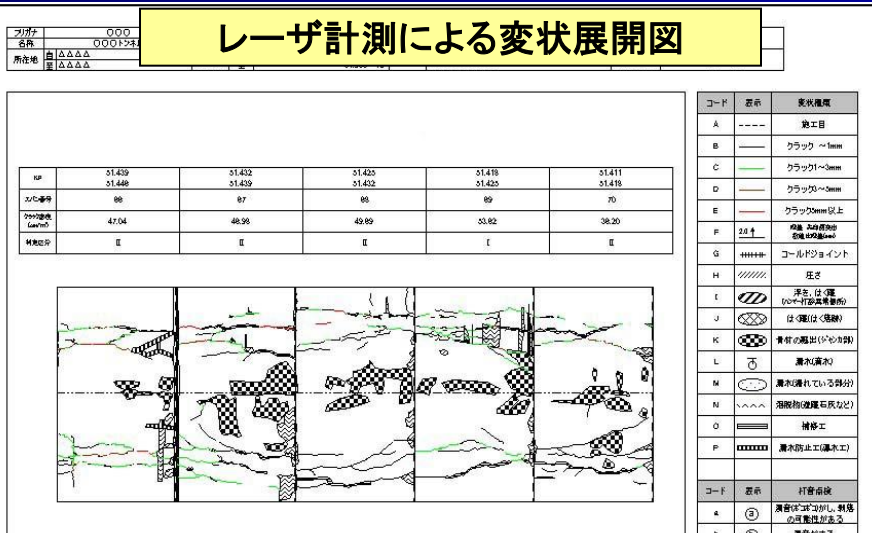
- ①変状抽出精度および健全度評価精度の向上
- ②要注意箇所へのひび割れ状況等の詳細把握
- ③経年によるひび割れ等の進行状況の定量的調査

同一トンネルでの点検結果比較

近接目視点検による変状展開図



レーザ計測による変状展開図



ユーザ評価例

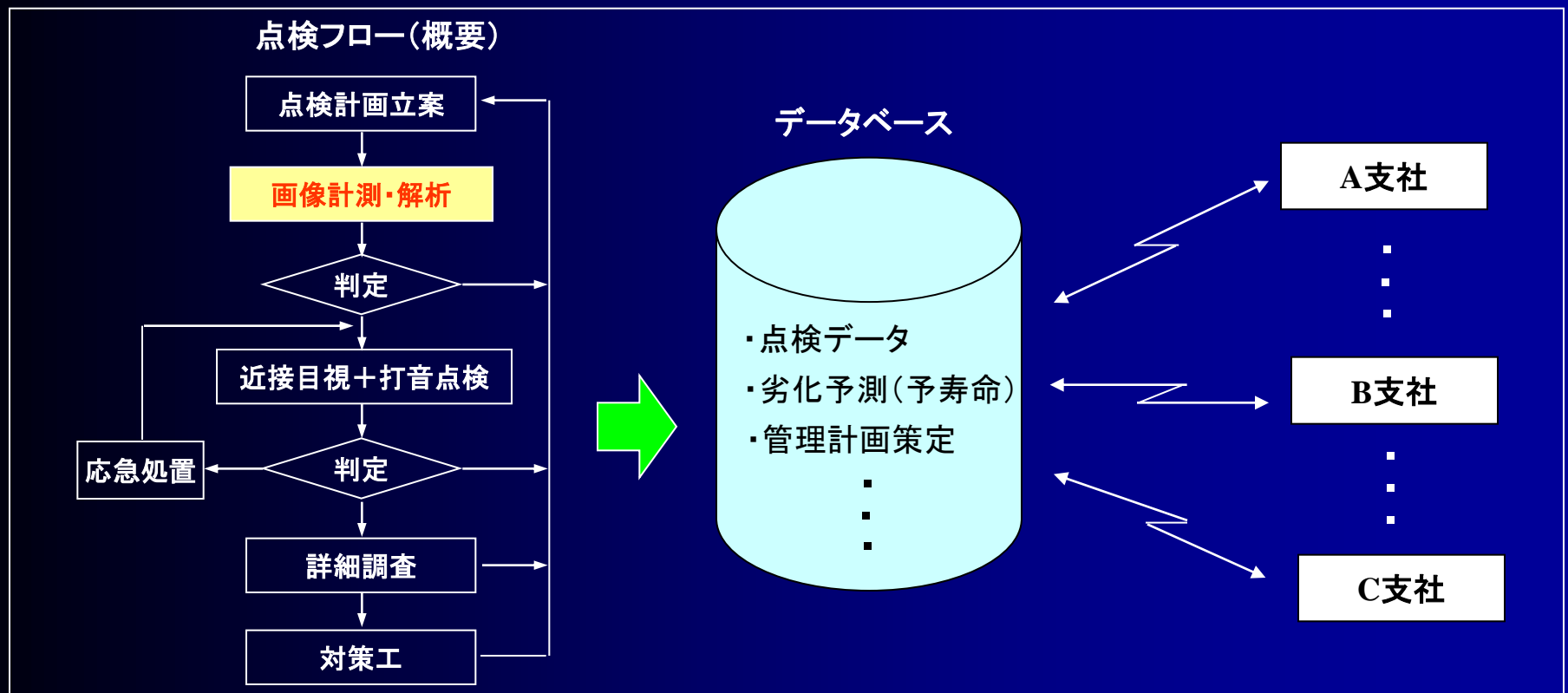
国交省K事務所: データの信頼性、客観性に優れている。

独立行政法人H研究所: ひび割れの経年変化や性状を過年度の調査結果と比較することで、変状の進行性を把握することができた。変状予測や対策工の検討、緊急点検時における客観的な判断材料として利用できる。

適用事例 2:トンネル定期点検(高速道路)

目的:

- ①画像計測・解析結果をもとに机上での打音点検箇所の調査により、現場作業工程短縮と点検コストの削減
- ②変状データの定量化により、劣化予測を行い最適な補修工法を選定することで、管理コスト(ライフサイクルコスト)を最小化

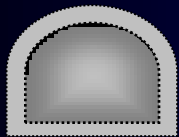


適用事例 3: 近接施工の影響調査

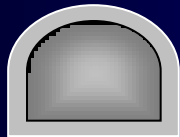
目的: 近接施工前後に既存トンネルの画像計測・解析を行い、結果を比較してひび割れ等の進行状況を定量的に調査

4車線化工事における I 期線トンネルのひび割れ進行調査事例

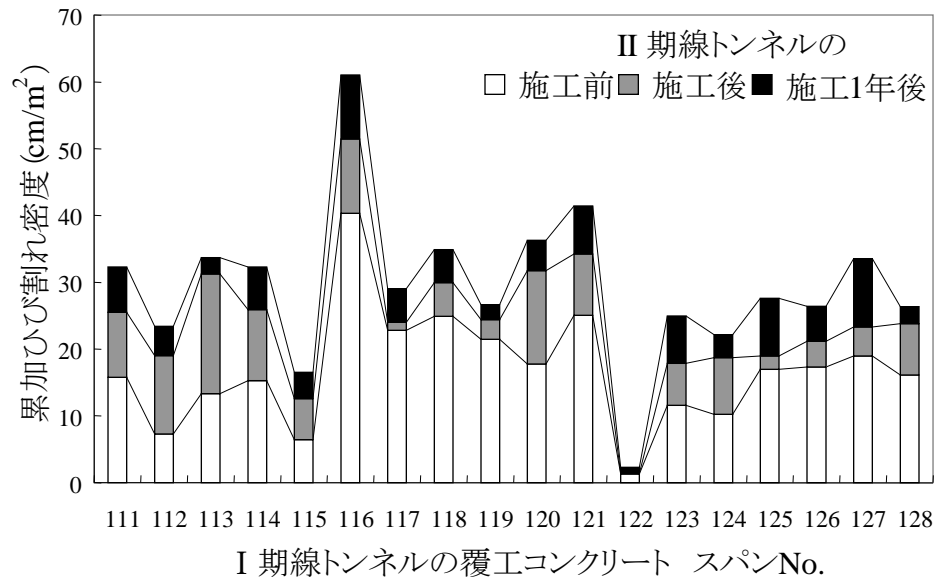
II 期線
(新設工事)



I 期線



ひび割れの時系列的な
変化を定量的に把握



トンネル点検支援ソフト

定期点検の間の変状進行状況の記録に最適

レーザ計測車



連続画像印刷装置



計測画像



主な機能と構成例



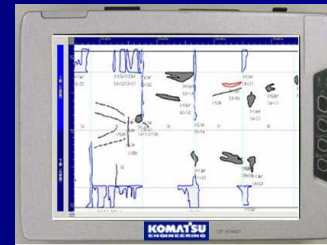
画像ビューワソフト

専用ソフトにより画像データから変状展開図を正確かつ効率的に作成できます

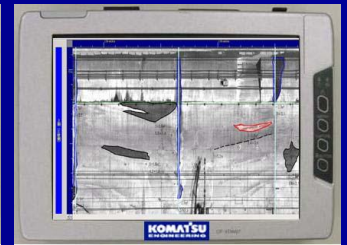
特長

- ・画像を見ながら変状をトレースするだけで、変状展開図やひび割れ集計表が自動作成されます
- ・キロ程を入力して見たい箇所をすばやく表示します
- ・変状展開図はCADデータ(DXF)に変換が可能です
- ・必要な画像を切り出して報告書等に貼付が可能です

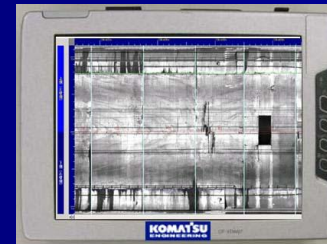
トンネル点検支援ソフト



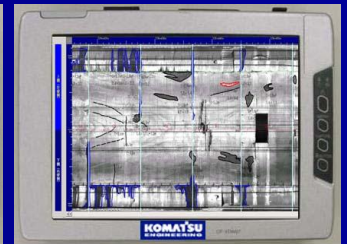
変状入力(表示)機能



拡大表示機能



レーザ計測画像表示機能



上書き入力(表示)機能

*画面は、はめ込み合成

連続画像解析装置



データの共有化

成果品

