

レーザーキャナーを用いた 鉄道構造物の変状把握に関する 取り組み

(株)シーエス・インスペクター 技術部 加藤義巳

1. 背景・目的
2. 測定概要
3. 測定結果
4. まとめ
5. 今後の展望

1. 背景・目的

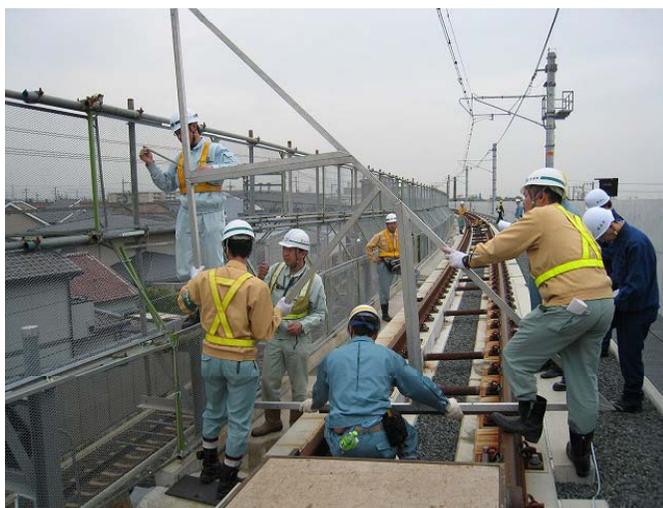
従来のトンネル構造物に関する点検

ひび割れ・剥落などの損傷を目視やテストハンマーにより直接的に確認することで健全度を評価

従来の建築限界の確認

保守用車と大がかりな器具を用いて調査

⇒ 構造物全体を把握するには多大な労力が必要



1. 背景・目的

従来のトンネル構造物に関する点検

ひび割れ・剥落などの損傷を目視やテストハンマーにより直接的に確認することで健全度を評価

従来の建築限界の確認

保守用車と大がかりな器具を用いて調査

⇒ 構造物全体を把握するには多大な労力が必要

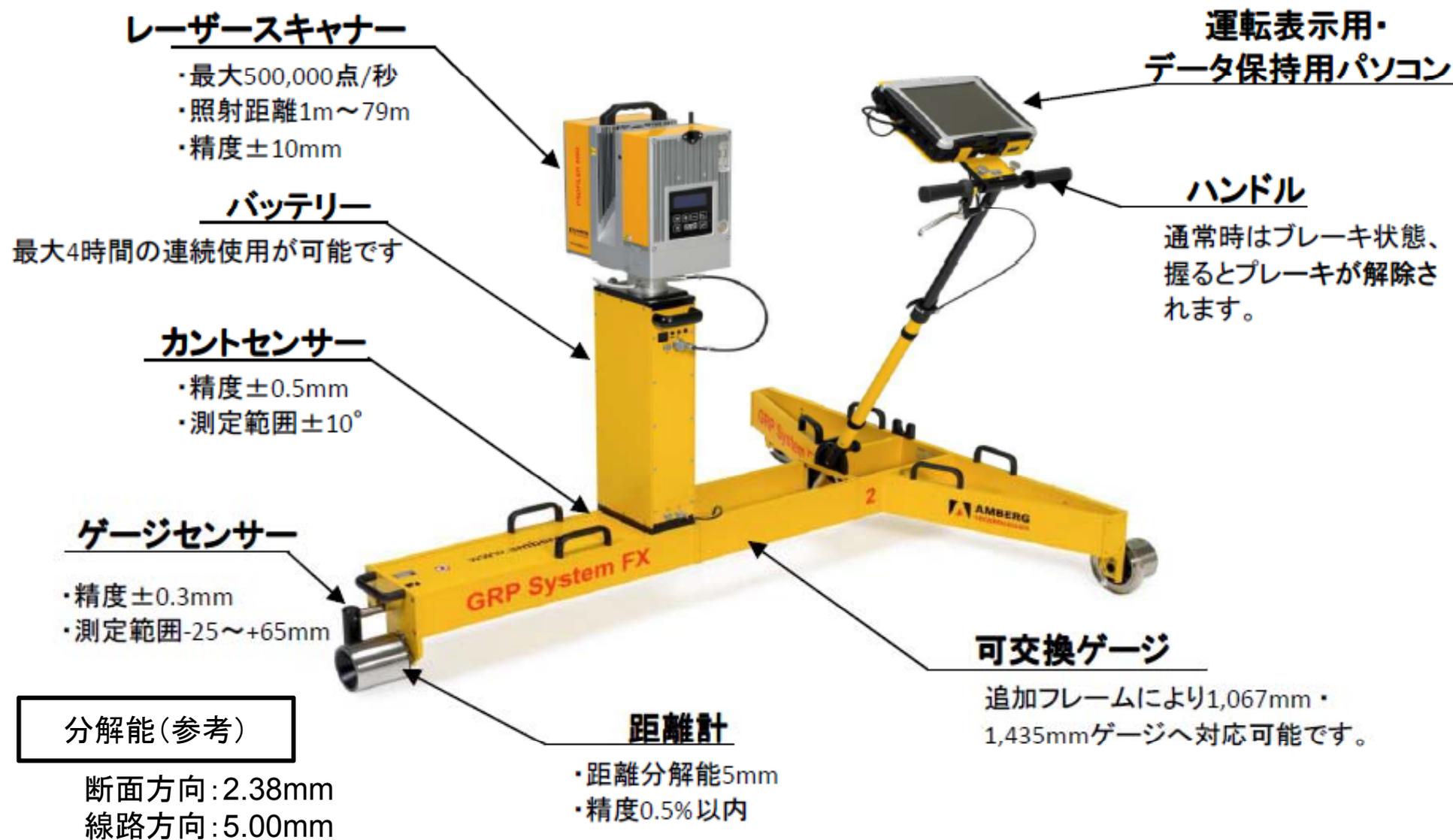
目的

レーザースキャナーを用いることにより、
3次元空間データを高精度かつ短時間で計測し、
構造物の変状や建築限界を速やかに把握する

2. 測定概要

測定機器

GRP5000システム (Amberg Technologies社製)



2. 測定概要

機器の利用ケース



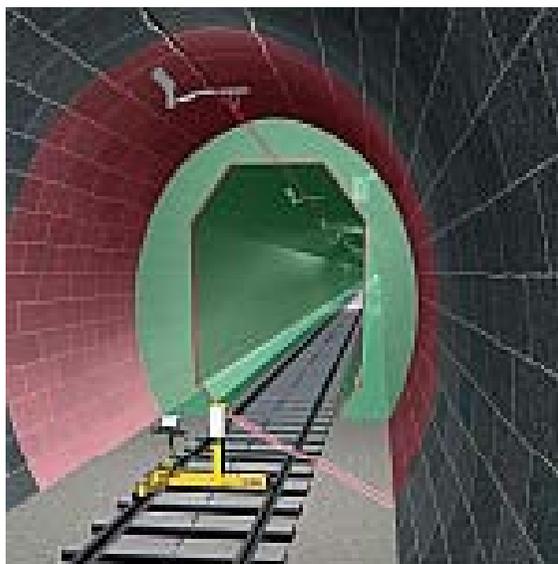
- 組立式の機器であるため、搬入、搬出の経路は問われない
- 組立、分解も容易であり、短時間で計測準備を行う事が可能



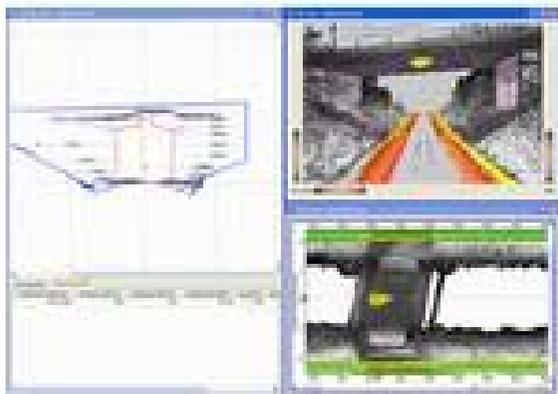
- 重量が約60Kgの計測機器であり、少人数での移動及び計測が可能

2. 測定概要

機器の利用ケース



- ・ レーザーによる計測のため、深夜の不明瞭な視界の環境でも、鉄道施設ばかりでなく、軌道周辺の構築物、樹木等も正確に計測が可能



- ・ 計測機器による計測のため、検査データの取得を計測と同時に行え、計測結果の報告も容易に行う事が可能

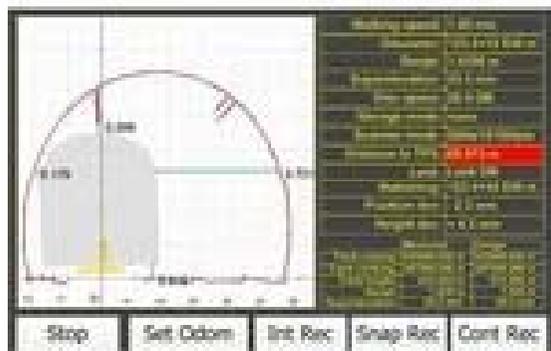
2. 測定概要

リアルタイム建築限界支障物検知とデータ保存

軌道周辺の必要な情報のリアルタイムでの取得

事務所に戻ってから行う処理のためのデータの蓄積

同時計測可能



リアルタイム建築限界支障物検知

- ・ 建築限界への支障物がある場合、画面の色の变化やアラームで計測者に連絡
- ・ 建築限界はカントに応じて、傾ける事が可能

リアルタイム建築限界支障物検知とデータ保存

設計値と現況の比較



- ・ あらかじめ設計値を入力しておくことによりレールの位置情報や、カント量、ゲージ幅などの偏差の確認が可能

トータルステーション・GPSとの連携

- ・ トータルステーションやGPSと連携することにより、計測データに座標を与えることや、座標の偏差を確認することが可能



(画像の製品はLeica社製のTPS/GPS)

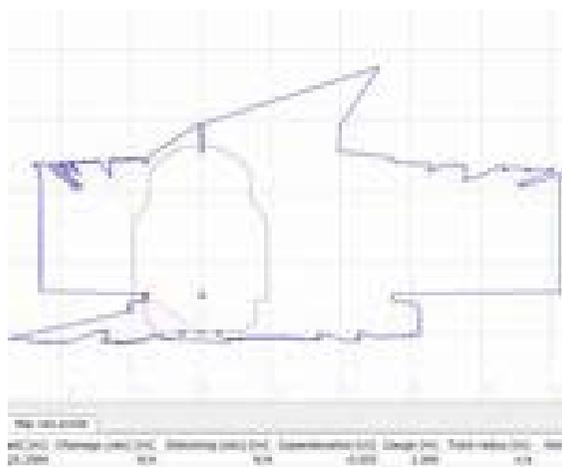
2. 測定概要

取得データ



MAPビューによる視覚的な情報把握

- ・ 連続した計測により画像的な表示が可能
建築限界からの距離別の色分けなどにより、
視覚的に知りたい情報を把握することが可能

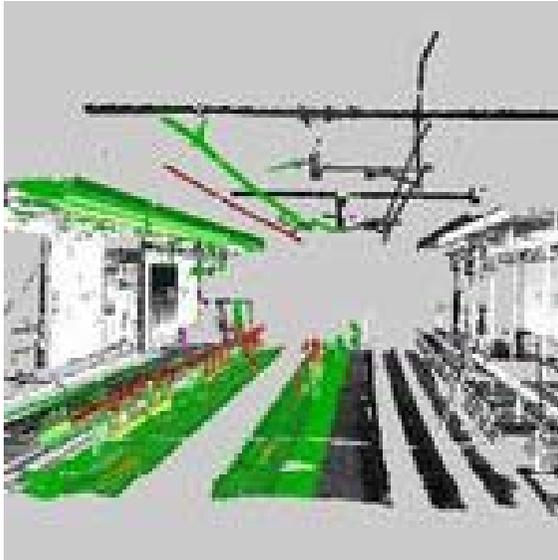


計測断面の表示

- ・ レールセンターを軸とした計測断面の表示、
建築限界からの水平・垂直離れの把握、
断面のCADデータのエクスポート可能

2. 測定概要

取得データ



3Dビュー

- 計測された点はそれぞれXYZの座標を持ち、3D表示が可能



2. 測定概要

測定機器

特徴

- 機器総重量が60kg弱と軽量
- 組立開始から5分で計測開始可能

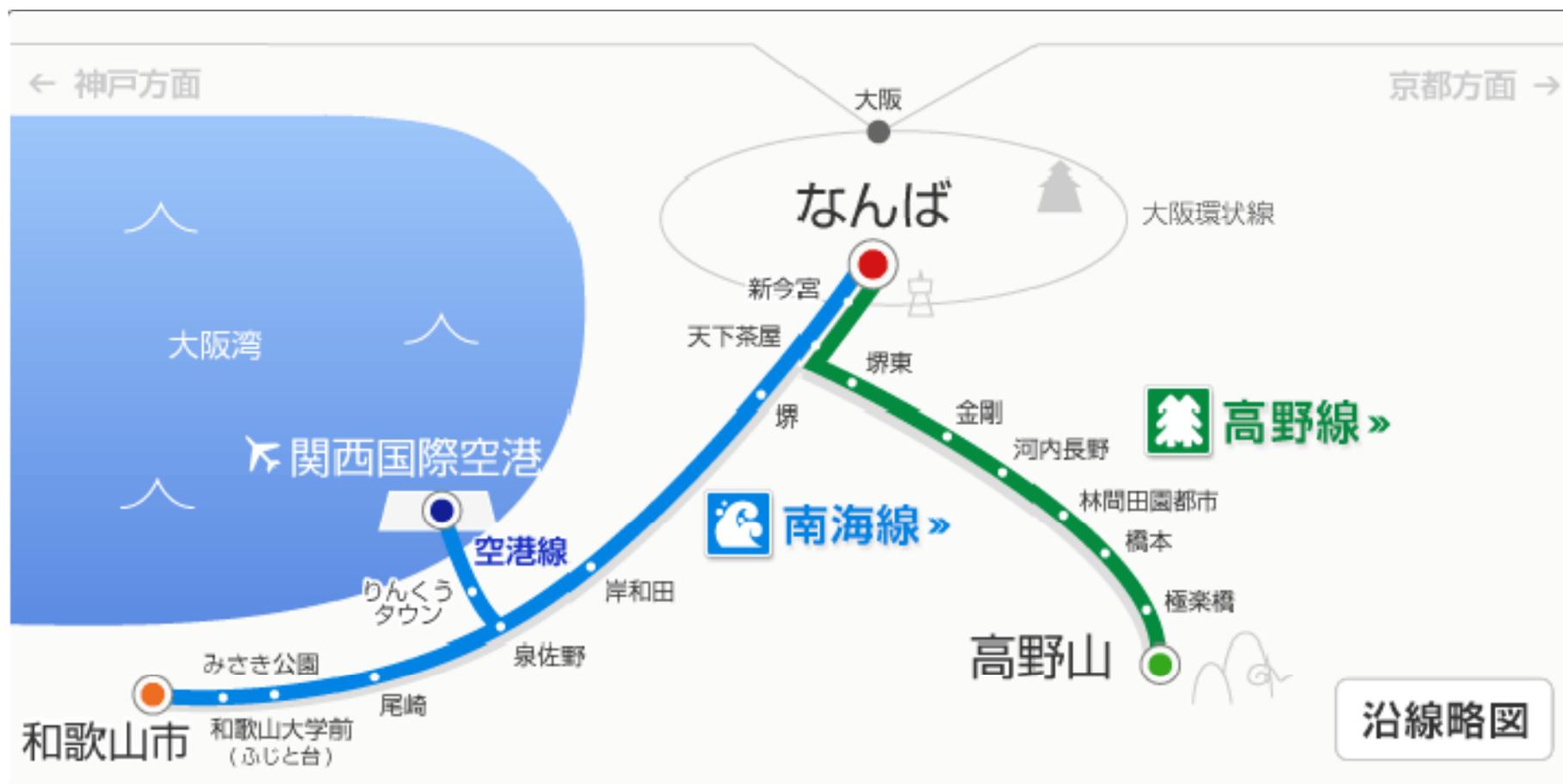
用途

- 建築限界内支障物のリアルタイム検知
- 軌道周辺構造物の寸法情報取得
- 軌道情報の取得
- 軌道周辺の描画情報の取得

2. 測定概要

測定場所

南海電鉄高野線九度山駅～極楽橋駅間の
トンネル(計24箇所)



2. 測定概要

対象トンネル

No.	駅間	名称	始点 キロ程	終点 キロ程	延長
01	九度山～高野下	椎出トンネル	54k293	54k692	400m
02	高野下～下古沢	猪子山トンネル	55k543	55k645	103m
03		下古沢トンネル	55k721	55k763	42m
04	下古沢～上古沢	弁天山トンネル	56k738	56k828	91m
05		大福山トンネル	57k571	57k689	118m
06		馬場山トンネル	57k792	57k940	148m
07	上古沢～紀伊細川	上古沢トンネル	58k743	58k904	161m
08		瀬戸トンネル	59k368	59k419	51m
09		蛇ノ窪トンネル	59k800	59k821	21m
10		笠木トンネル	59k943	60k062	119m
11		大下トンネル	60k316	60k430	114m
12		入谷トンネル	60k989	61k084	95m

2. 測定概要

対象トンネル

No.	駅間	名称	始点 キロ程	終点 キロ程	延長
13	紀伊細川～紀伊神谷	細川トンネル	61k345	61k498	153m
14		城谷トンネル	61k569	61k632	63m
15		前迫トンネル	61k713	61k841	129m
16		羽根山トンネル	62k144	62k207	63m
17		浦神谷トンネル	62k255	62k287	32m
18		天王山トンネル	62k789	62k950	161m
19		神谷トンネル	63k122	63k304	182m
20		紀伊神谷～極楽橋	大迫トンネル	63k677	63k921
21	指尾トンネル		64k072	64k193	121m
22	不動トンネル		64k537	64k559	22m
23	西郷トンネル		64k745	64k770	24m
24	四寸岩トンネル		64k801	64k901	101m

2. 測定概要

時間工程

	21:00	22:00	23:00	0:00	1:00	2:00
ミーティング・移動						
GRP搬入・組立・キャリブレーション						
測定(計7トンネル)						
GRP分解・搬出						
移動						

実績

測定距離 : 783m/日

移動距離 : 2k387m/日

2. 測定概要

対象トンネル



椎出トンネル(レンガ構造)

神谷トンネル(コンクリート構造)



2. 測定概要

測定方法

- ・ トンネル部の建築限界モデルを作成してPCへ登録
- ・ 測定器具に樹脂製ホイールを装着し絶縁
- ・ 時速1kmで計測を実施



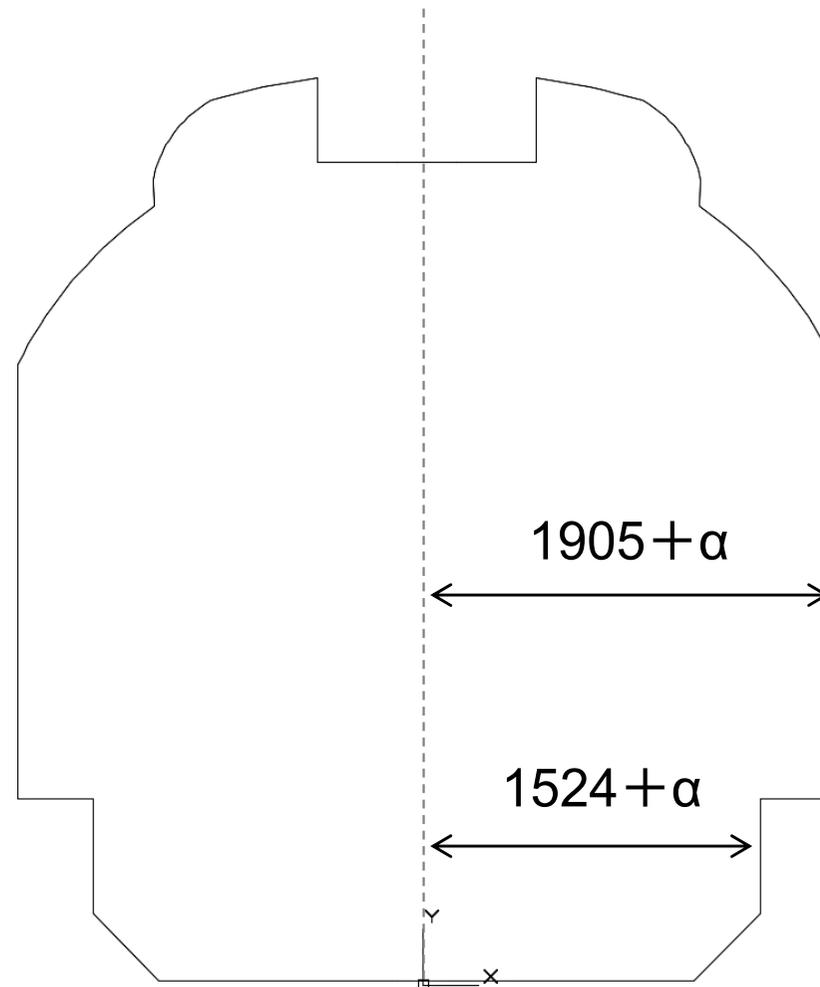
測定状況



測定画面

2. 測定概要

建築限界モデルの作成



- カーブの緩急によって α の値を変化
例) $R=100$ の時、建築限界は $\alpha=199$

3. 測定結果

トンネル展開図(全景)

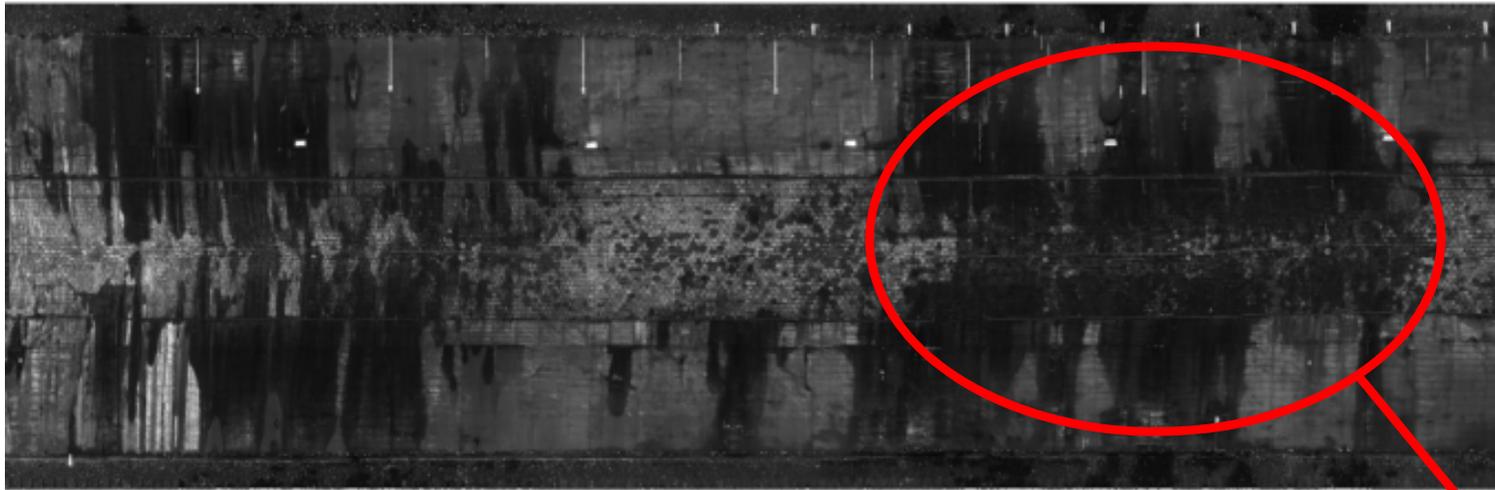


【トンネル①】

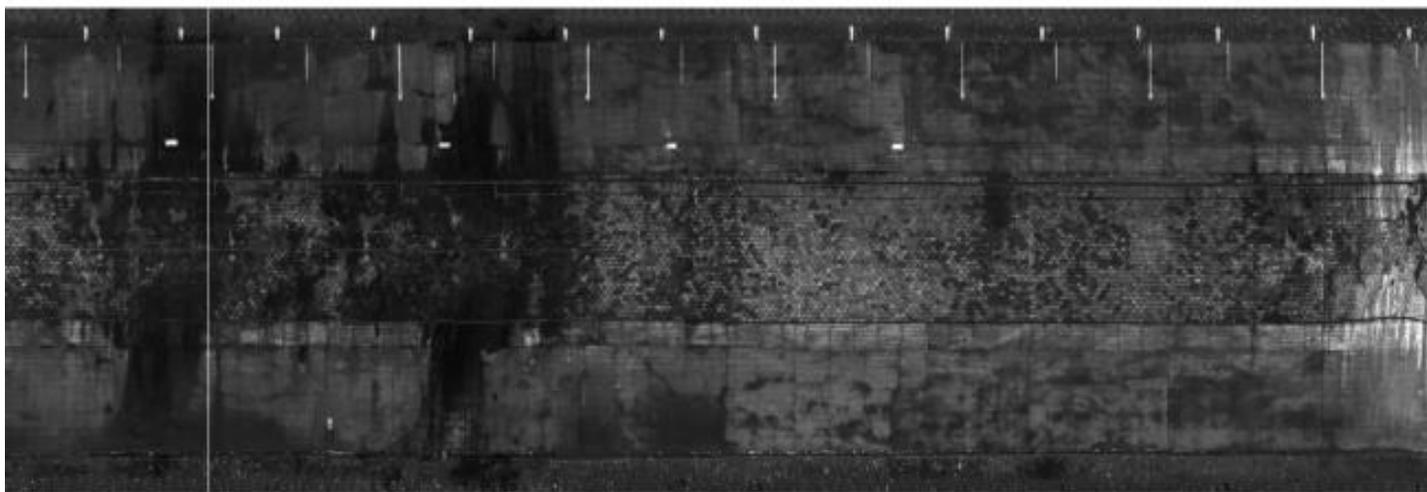
色の濃淡や拡大画像により変状箇所を
推測することが可能

3. 測定結果

トンネル展開図(拡大)



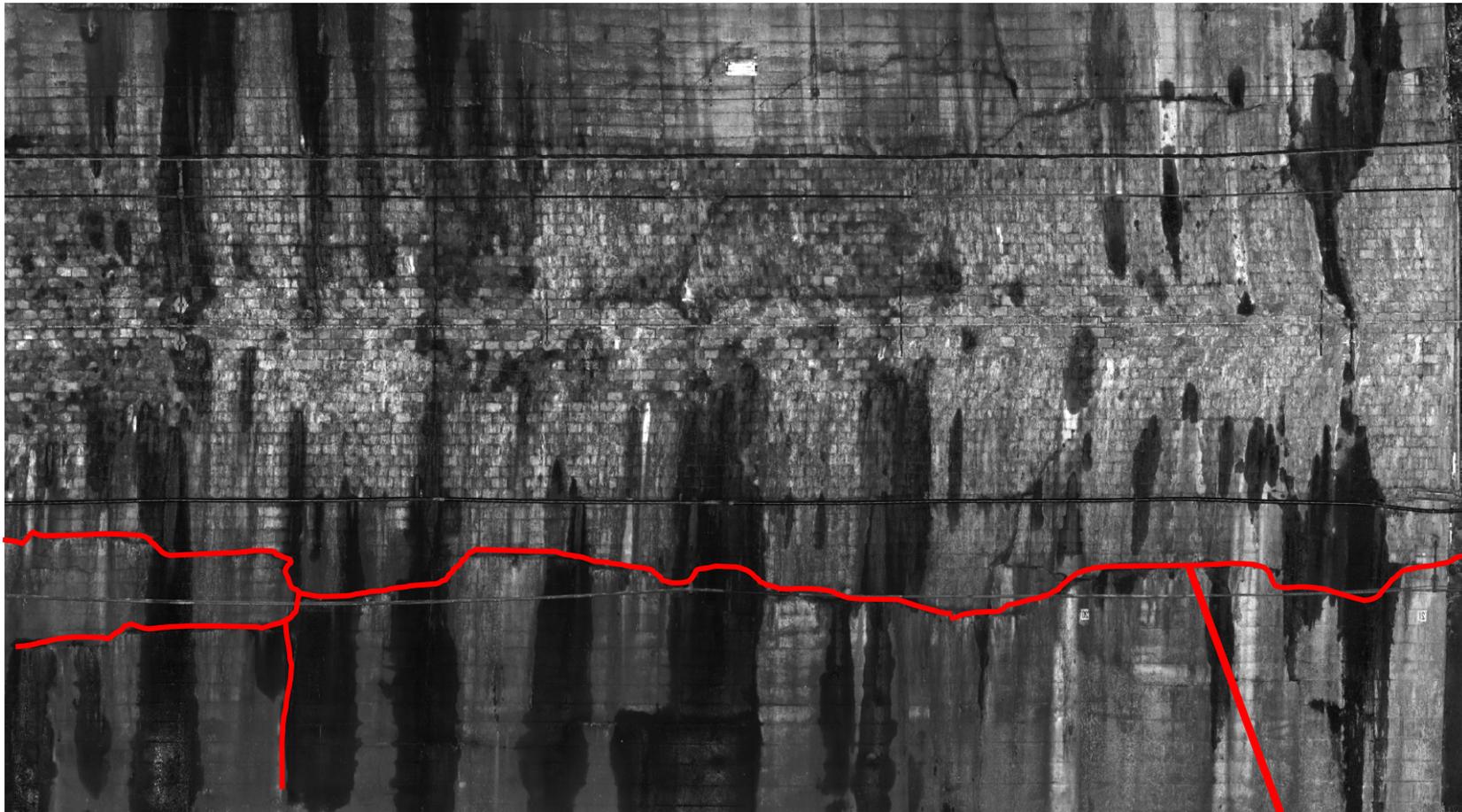
漏水



【トンネル①】

3. 測定結果

トンネル展開図(拡大)



【トンネル②】

ひび割れ

3. 測定結果

トンネル展開図(拡大)

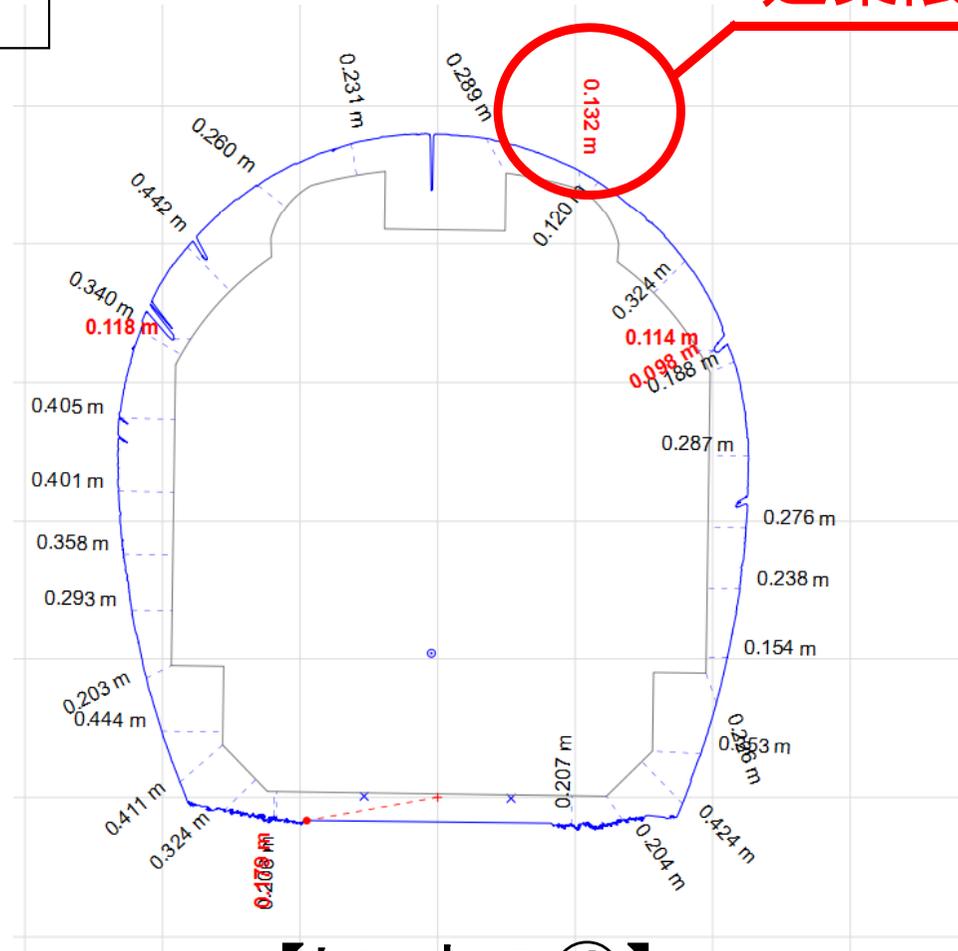


【トンネル②】

3. 測定結果

内空断面図

建築限界余裕量が最小



【トンネル④】

各箇所における建築限界余裕量と
最小の建築限界余裕量（4方向）を把握可能

3. 測定結果

相対測定と絶対測定

	概要	特徴
相対測定	ある箇所(軌道)に対して、構造物がどの程度離れた位置にあるかを測定する。	<ul style="list-style-type: none">計測スピードが速い。建築限界余裕量など単純な測定に用いる。3Dスキヤニングデータでは直線表示となる。
絶対測定	ある不動点に対して、構造物の座標(x,y,zの3軸)を算出する。  <p>トータルステーションやGPSと連携</p>	<ul style="list-style-type: none">計測スピードが遅い。3次元での構造物の変形を捉える測定に用いる。 (変状の進行性把握可能)3Dスキヤニングデータでは曲線も表現できる。

4. まとめ

- 南海電鉄高野線24箇所でのトンネルにおいて、レーザースキャナーを用いて内空断面測定および建築限界余裕量測定を実施した。
- 測定した展開図から漏水箇所やひび割れ発生箇所を推測することができた。
- 全トンネルにおいて、建築限界支障箇所の有無と建築限界余裕量を把握することができた。

5. 今後の展望

- 定期的に測定を実施することで、トンネルの変形や漏水箇所など変状の**進行性を把握**することができる。
- 日常の巡回や通常全般検査時に漏水範囲や漏水量の経時変化を追うべき箇所や、レール折損につながる電食箇所の抽出などにも応用できると思われる。
- 工事完成検査時の建築限界測定や、建築限界の余裕量が比較的小さい箇所においては、軌道整備を行う際の注意箇所とするなど**保線業務においても有効**活用できる。

レーザーキャナーの応用例

2012年4月 和歌山大学前駅開業



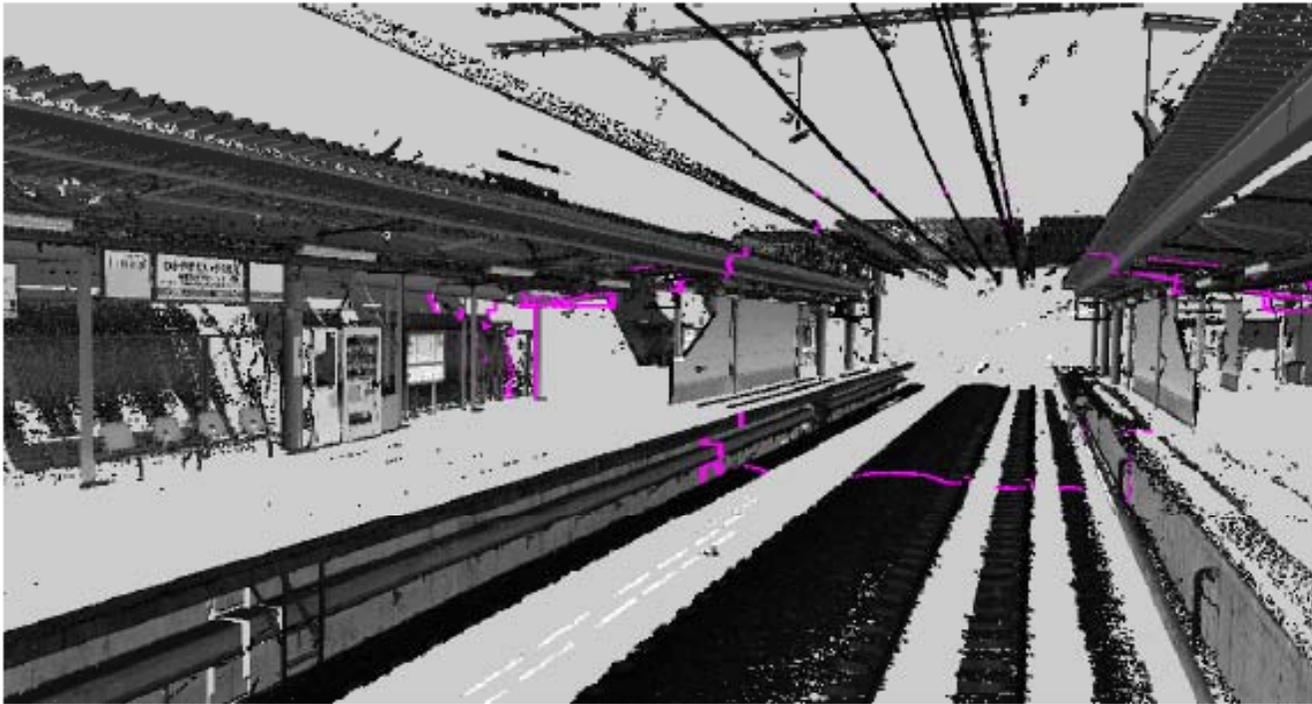
駅風景



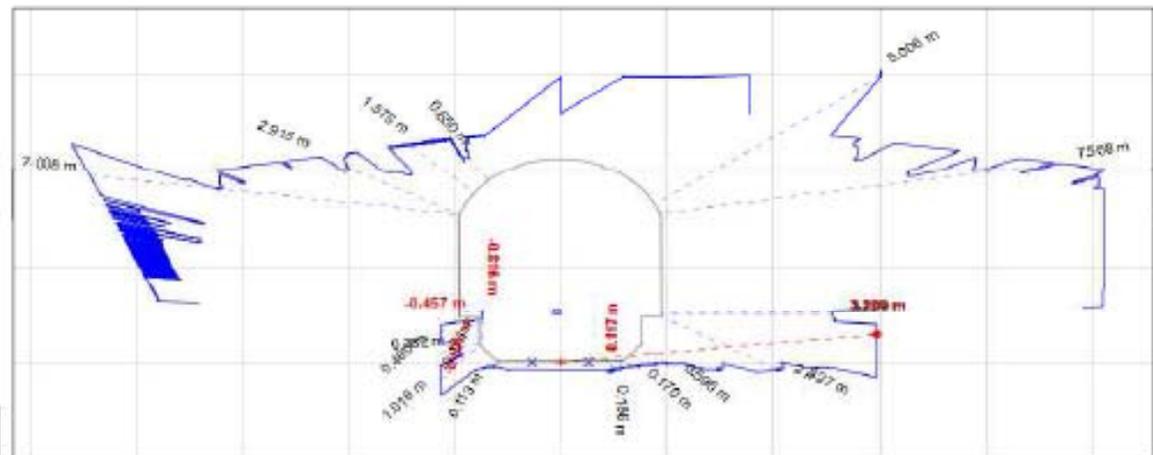
位置図

レーザースカナーの応用例

和歌山大学前駅のスキャンデータ



和歌山大学前プラットフォームの3Dビュー



上図「赤色」部断面図

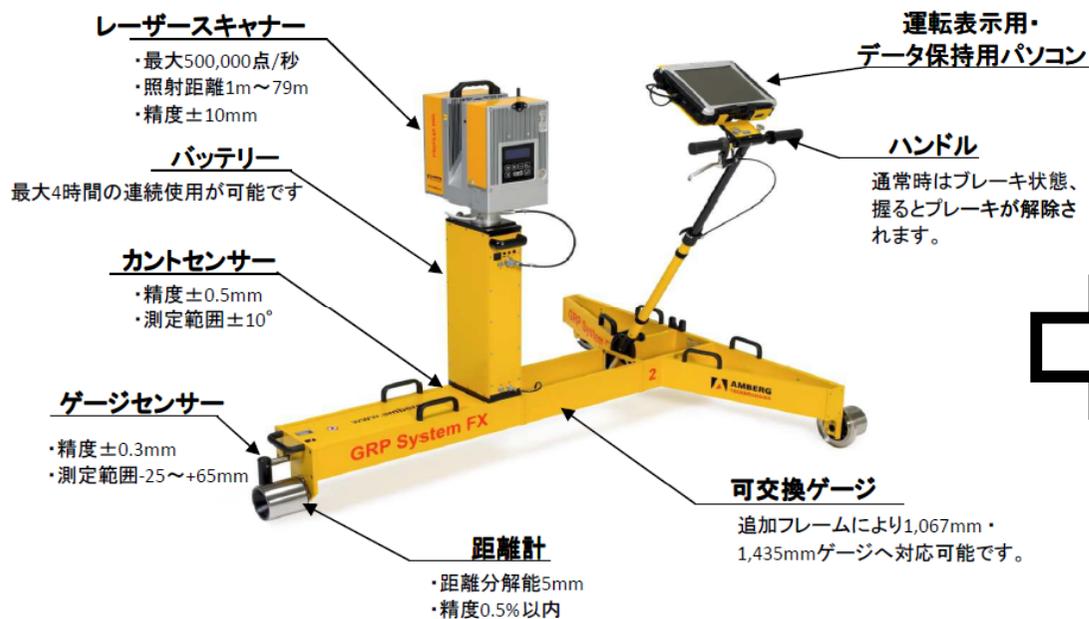
レーザーキャナーの応用例

ホーム部の測定への応用

現在の機械高さでは、ホーム上面が計測できない。

現在のレーザーでは下部50°分が計測できない。

<改良版>



おわりに



ご静聴ありがとうございました。

(株)シーエス・インスペクター