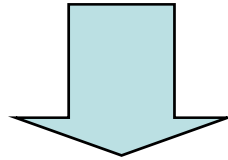


レーザースカナーによる 施工管理に関する一考察

国土交通省 九州地方整備局
九州技術事務所 施工調査課
江里口 貴生

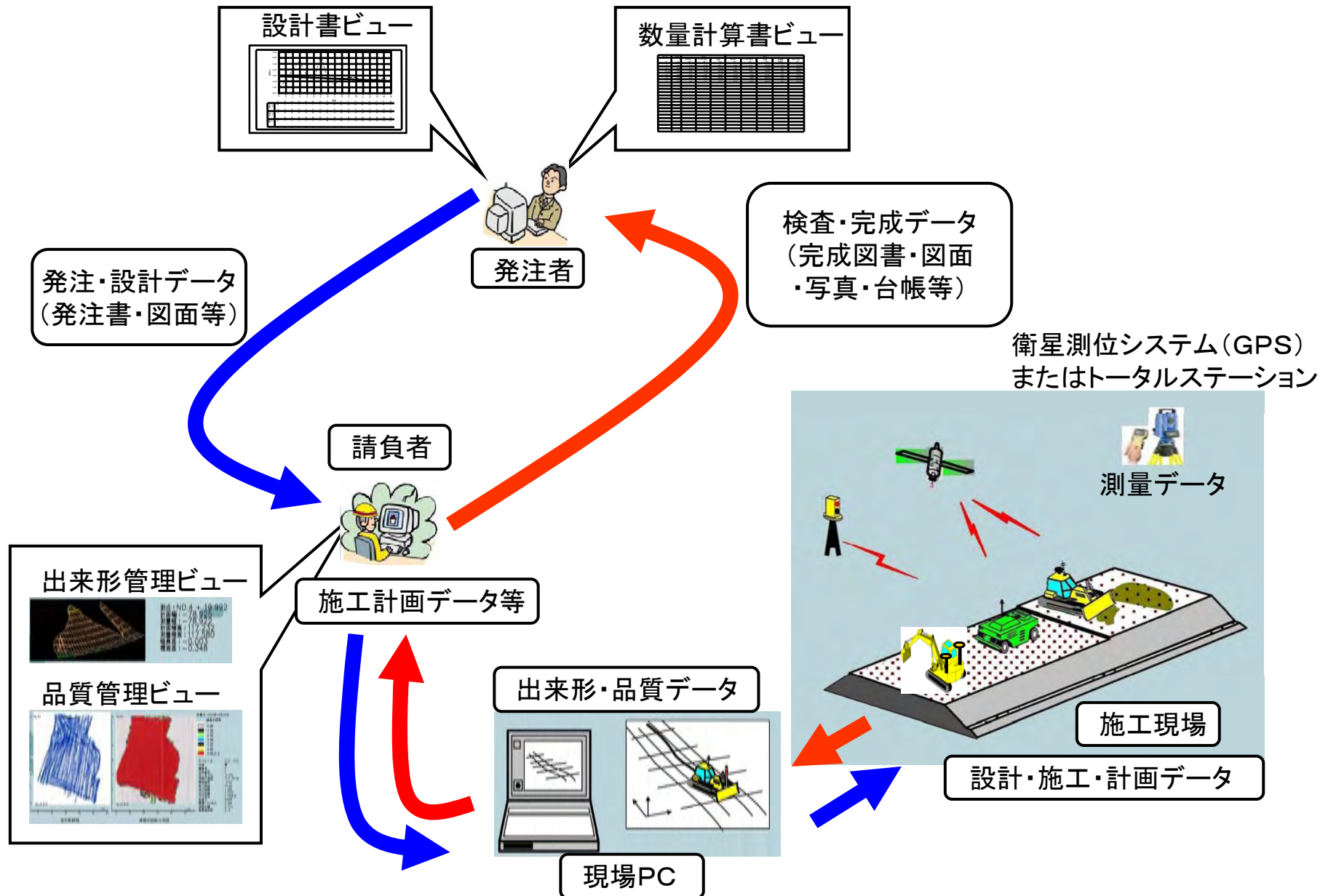
1. 情報化施工とは？

近年、コンピュータや通信技術などの情報化技術が発展し、土木施工に導入

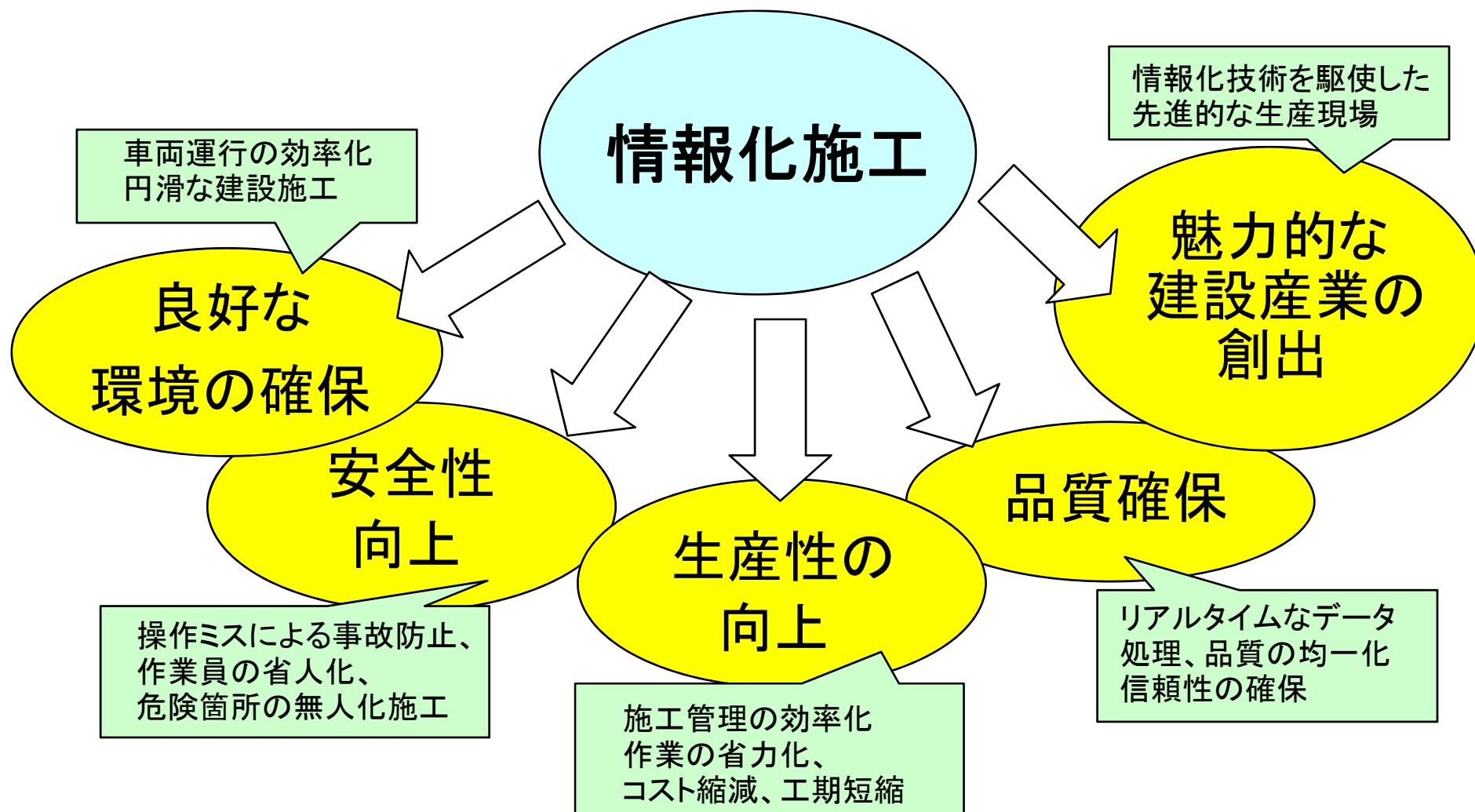


施工に関する情報の効率的利用を図る。

情報化施工の流れ

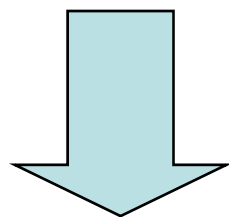


情報化施工による期待される結果



2. 今回の取組

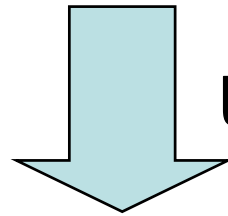
地形測量において利用が進みつつある
レーザースキャナーに着目



その効率的な測量方法を活用した施工現場
での出来形管理、品質管理並びに監督検査
の効率化について検討

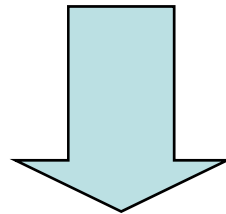
レーザースキャナーの特徴

一度に広範囲の対象物の計測が可能であり、
地形測量などの分野で注目



しかし、

現在、土木現場で使用し、結果を定量的に評価
したことがないのが現状。



今回は、トータルステーションとの比較検証
を行い、レーザースキャナーの有効性を検証

レーザースキャナーとトータルステーションとの比較

1)レーザースキャナーの優位点

- ①計測準備作業の軽減
- ②計測時間の短縮による測量作業の効率化
- ③測量結果の3次元CAD処理によるデータ抽出

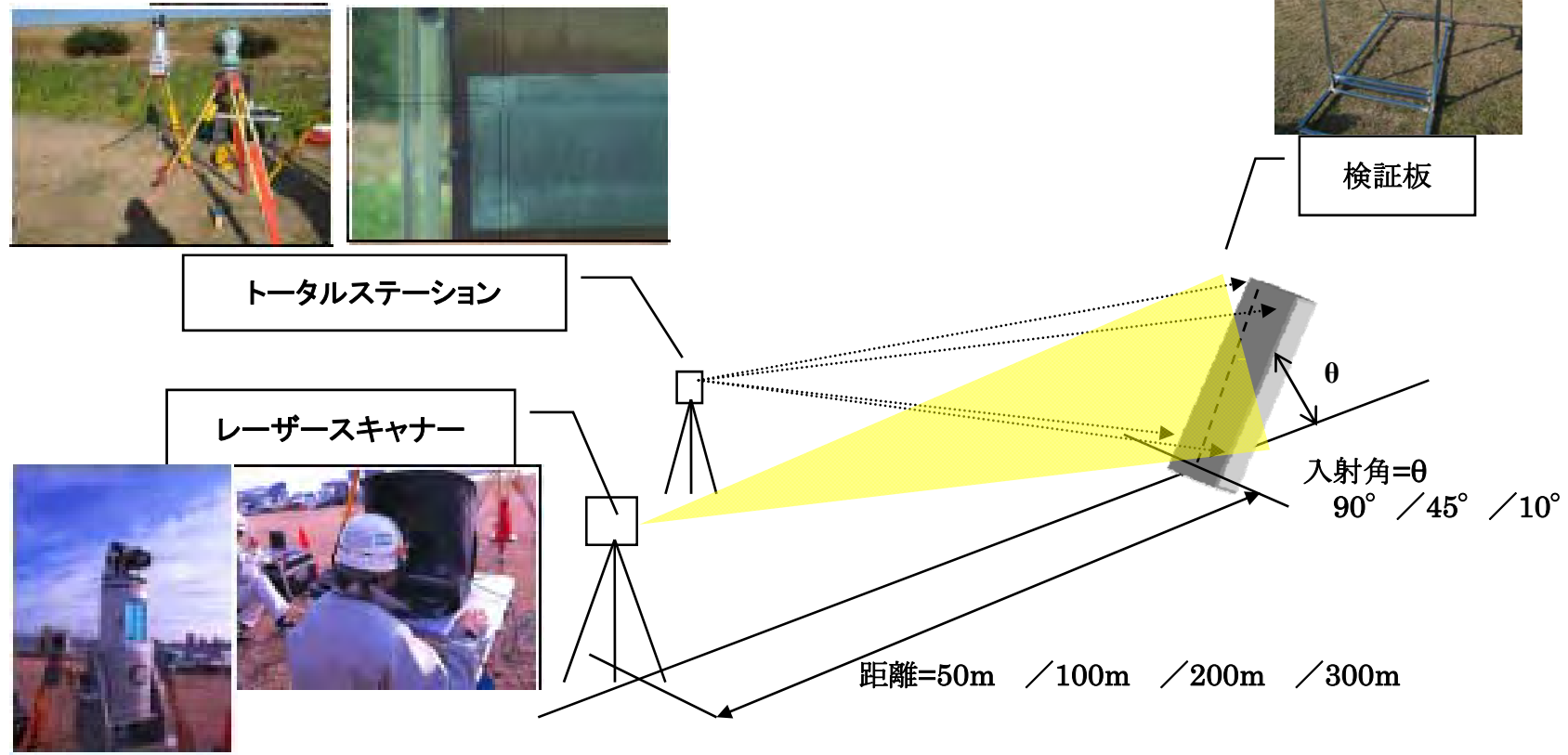
2)レーザースキャナーの留意点

- ①計測箇所をピンポイントに計測できない。
- ②取得データの計測密度にばらつきがある。
- ③凹み部分など計測機器から見えない部分は計測できない。

3. 現地における検証実験

1) 検証方法

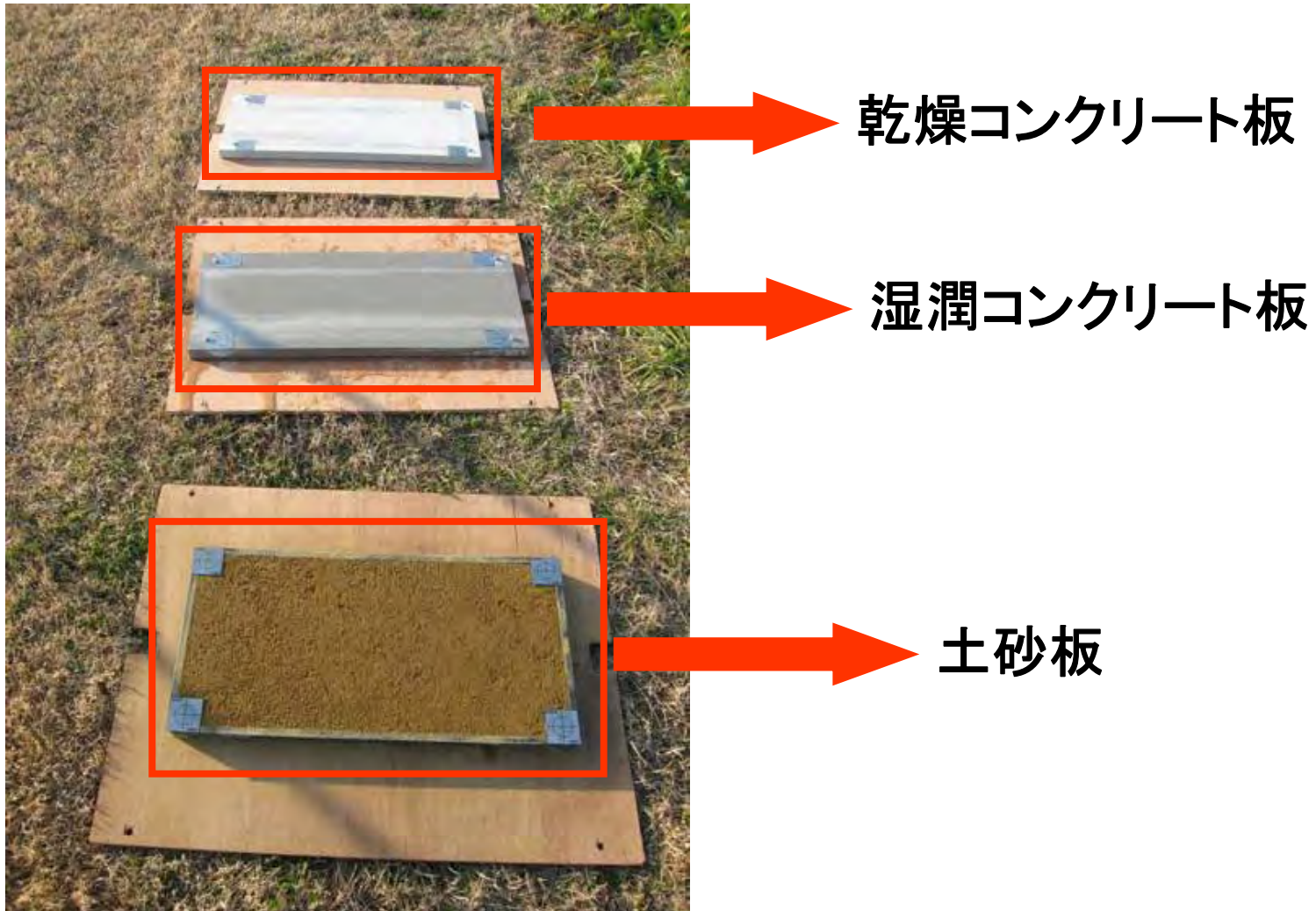
筑後川右岸河川敷を利用して、トータルステーションで測定した計測値を基準値とし、レーザースキャナーの測定値を比較した。



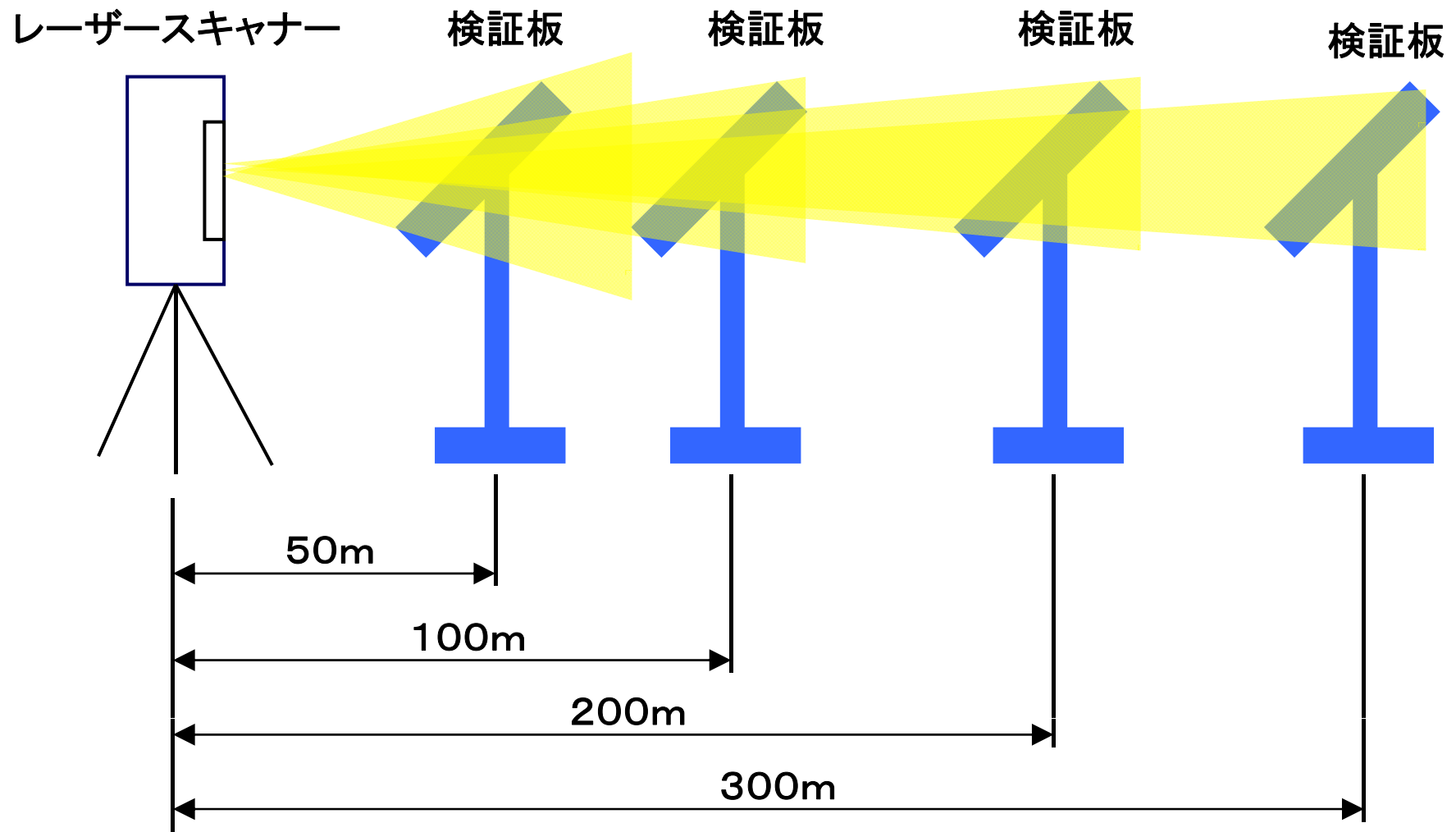
検証実験イメージ図

2) 比較方法

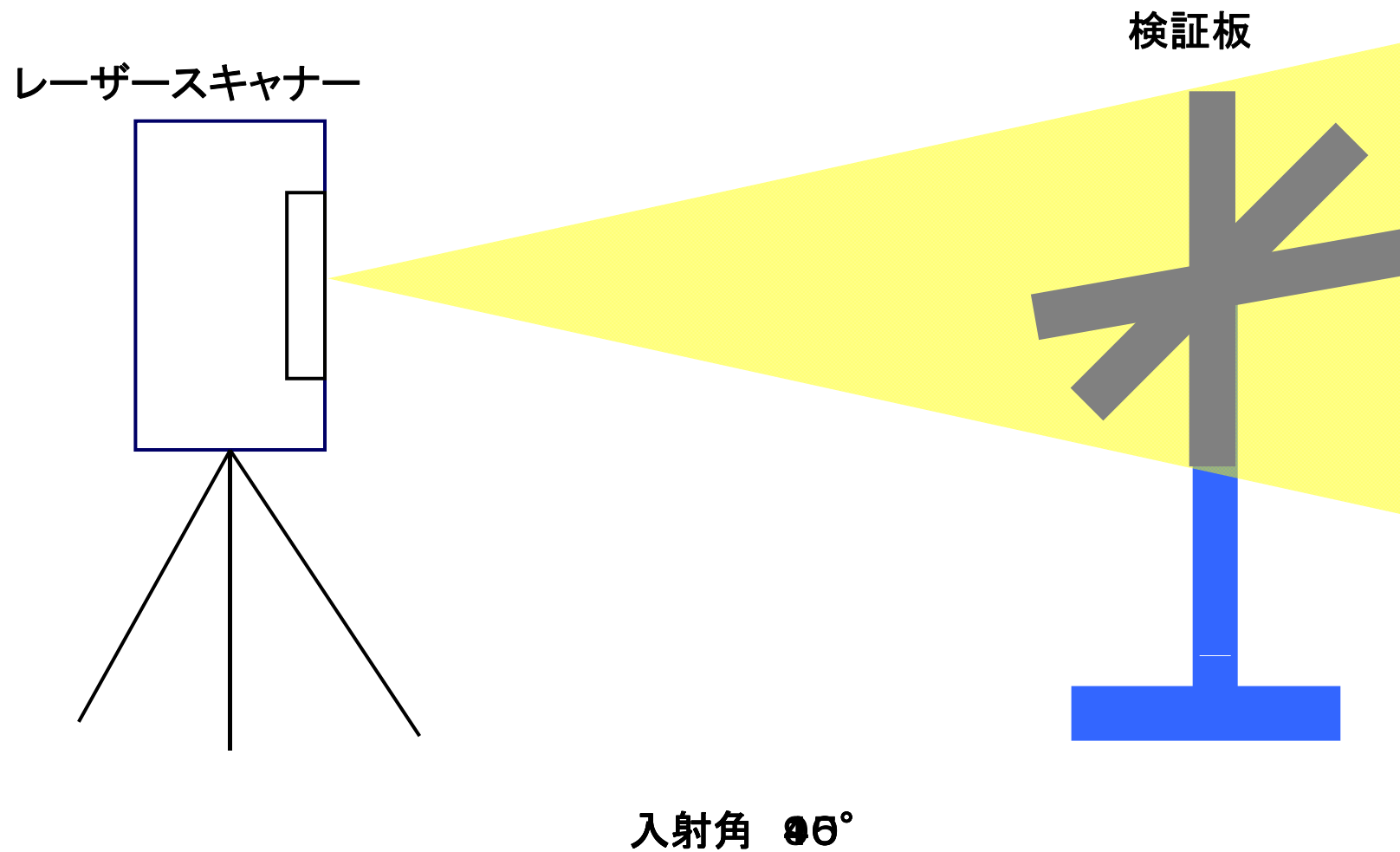
① 検証板の材料の違い



②計測距離の影響



③入射角の違い



検証実験データ

上：(計測距離50m 入射角45° 乾燥コンクリート板の場合)

下：(計測距離300m 入射角45° 乾燥コンクリート板の場合)

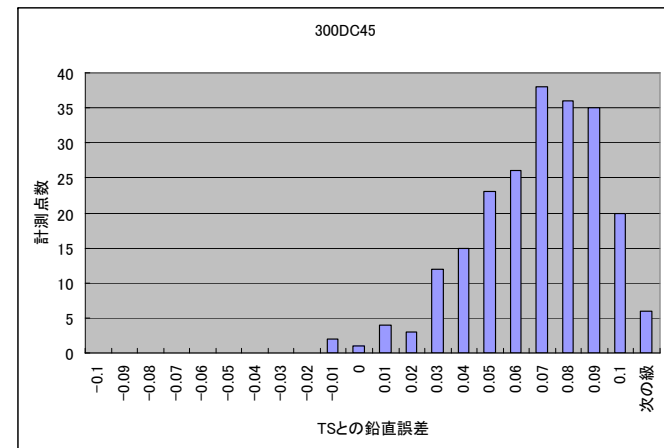
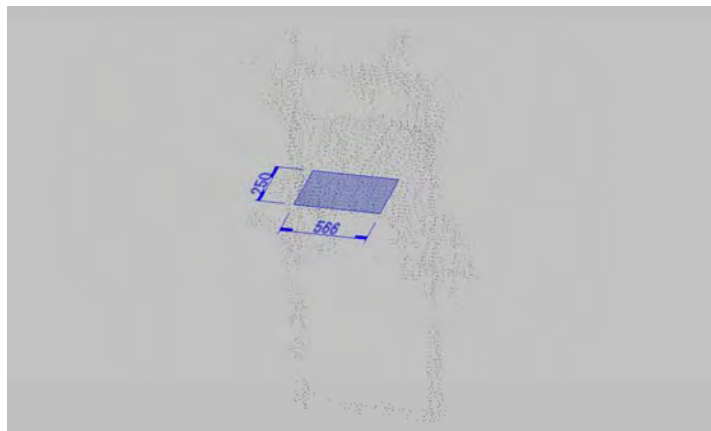
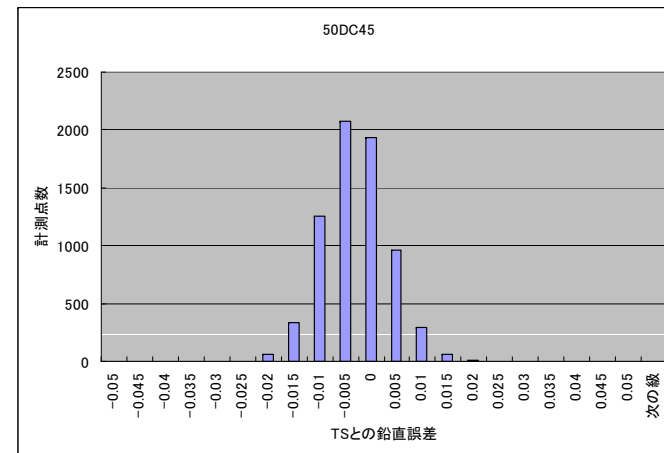
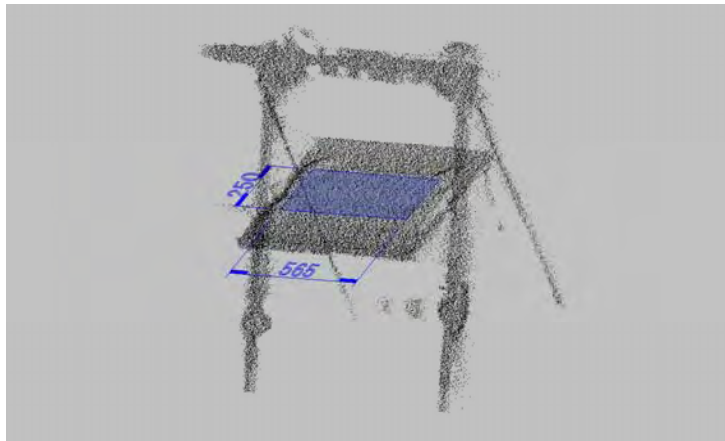
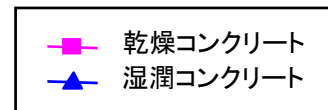
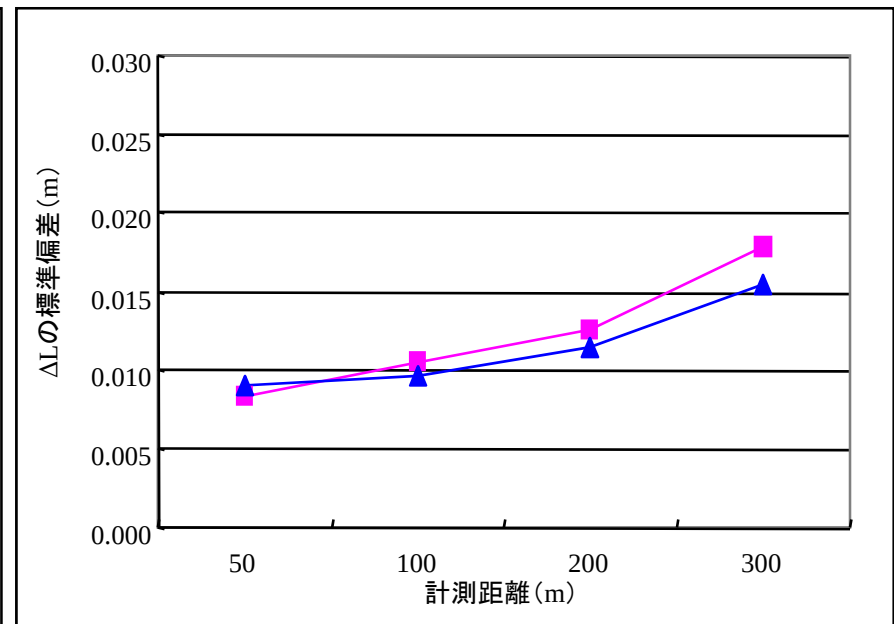
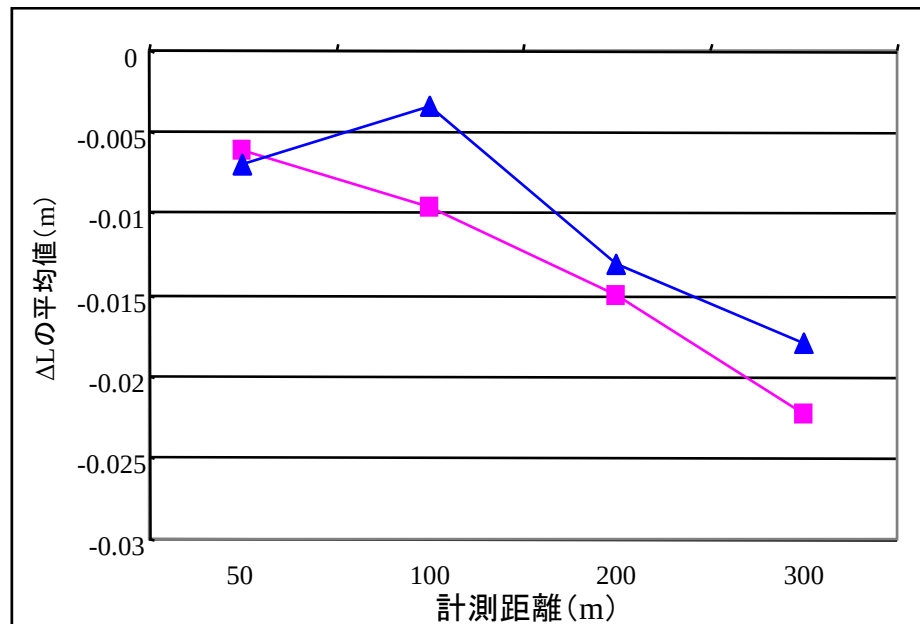


図1 計測結果

図2 ばらつき分布図

検証実験結果

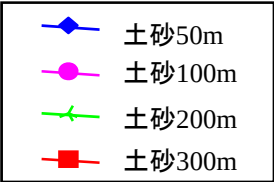
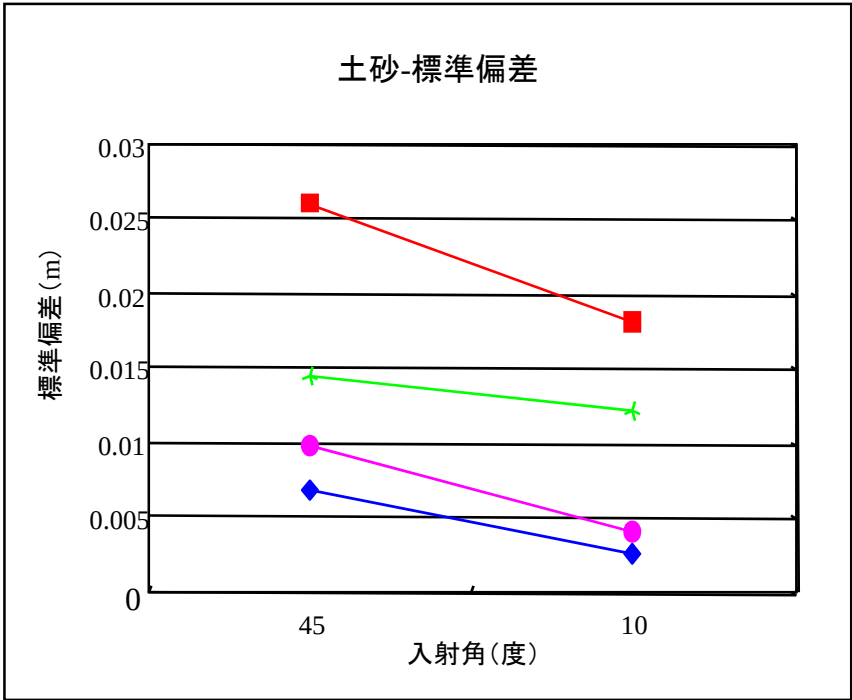
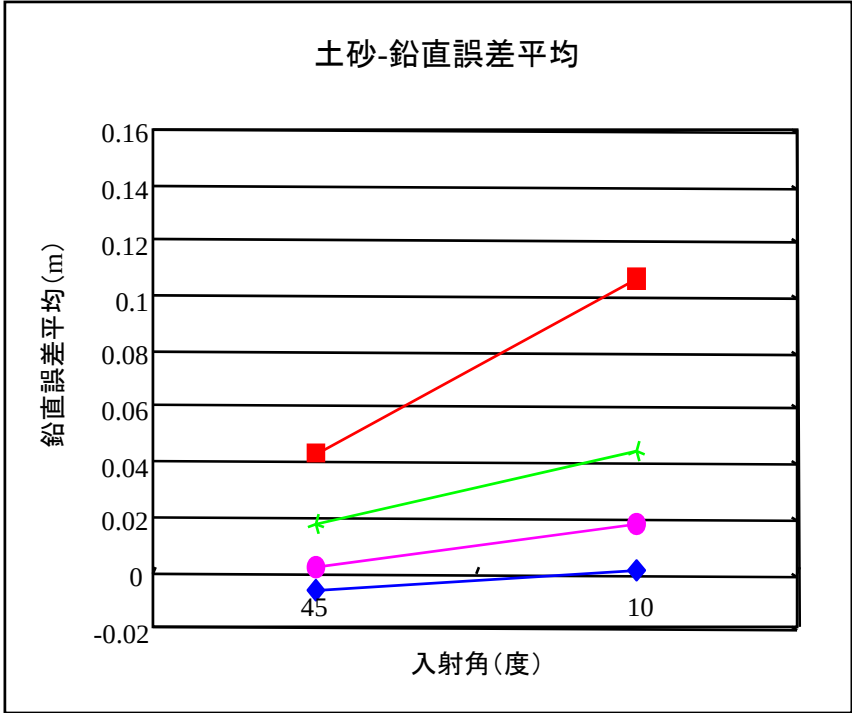
①計測距離の検証



検証結果より、検証板の材質にかかわらず、計測距離が長い程、誤差が大きく、また、ばらつきも大きい。

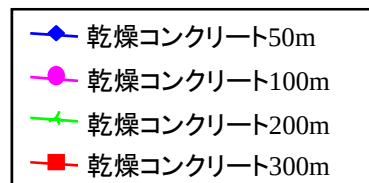
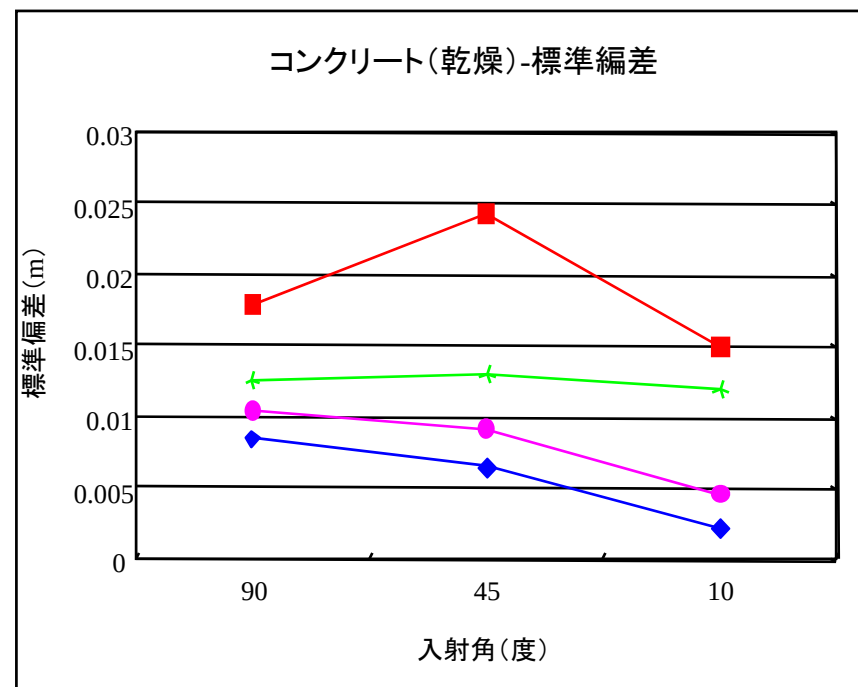
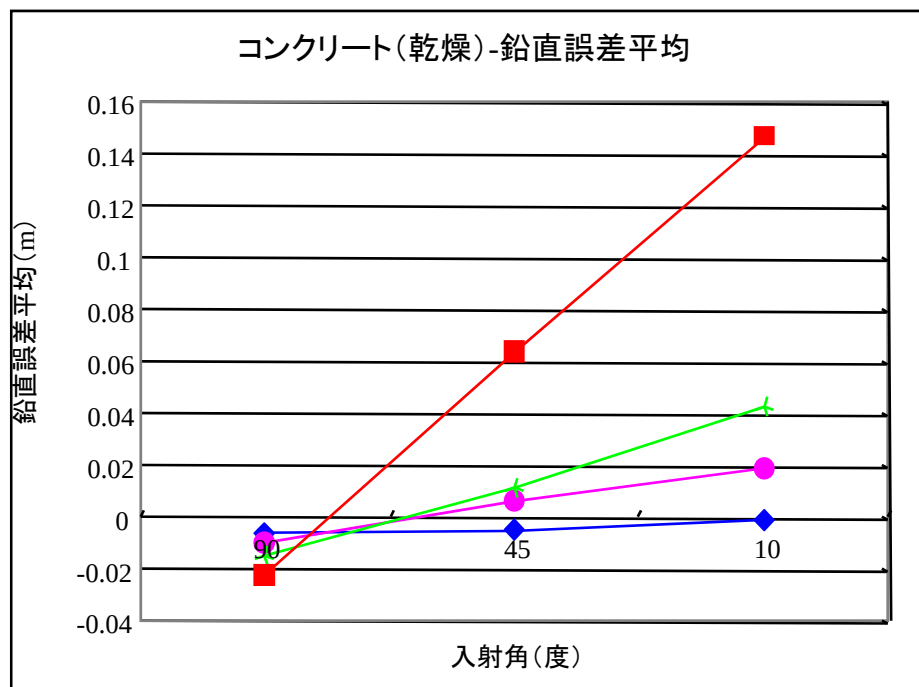
検証実験結果

②入射角の検証(土砂)



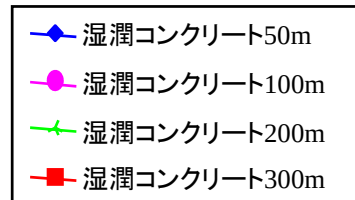
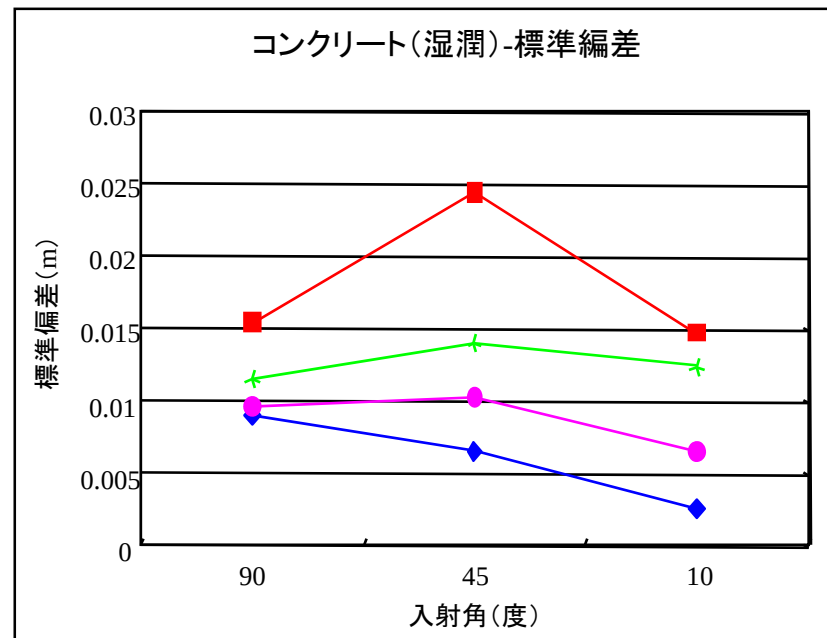
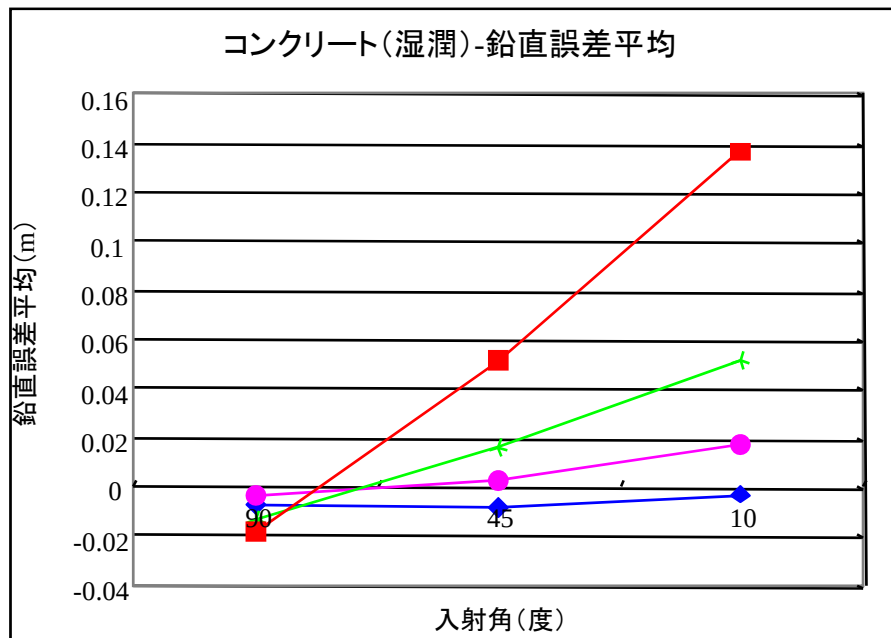
検証実験結果

②入射角の検証(乾燥コンクリート)



検証実験結果

②入射角の検証(湿潤コンクリート)



検証結果より、検証板の材質にかかわらず、入射角が小さい程、誤差が大きい、ばらつきについては入射角が小さい程少ない。また、計測距離が長い程、誤差、ばらつき共に大きくなる。

実験結果のまとめ

- ①材質による大きな差は認められなかった
- ②測定距離は200m以内では入射角が 10° で誤差は平均50mm以内(標準誤差15mm)での計測が可能である。
- ③測定距離は300m以内では入射角が 10° で誤差は平均150mm以内(標準誤差30mm)での計測が可能である。ただし、300mでは入射角による影響が大きいのので 45° 以上での入射角で行うことが望ましい。

3. 2 レーザースキャナーを用いた現場計測実験

1) 実験目的

- ①レーザースキャナーを現場利用する上の実験結果に基づく整理
- ②現場利用の計測手順についての確認
- ③計測手法の現場適用性及び数量算出までの導入効果についての評価

2) 実験箇所

当実験を行うための対象現場として考えている適用業種は下表の条件にあうような現場を検討した。

工事区分	主な現場条件	現場ニーズ	工種	レーザースカナの 利用場面	
				数量 算出	出来形 管理
災害対策現場 無人化施工現場	計測者が入れない 急傾斜地などが多い 比較的広い	測量の要求精度は低い 計測時間を短くしたい	掘削工	◎	◎
			土砂型枠（床堀工）	◎	◎
			盛土工	◎	◎
貯水池の掘削 ダム原石山掘削	計測範囲が広い 急傾斜地が多い 起伏が激しい	出来形の要求精度は高い	掘削工	◎	○
トンネル工	計測者が入れる 延長方向に長い 設置環境が過酷	計測時間が限られている 要求精度は高い	覆工コンクリート	△	△
河川堤防	計測者が入れる 延長方向に長い 大規模工事が少ない 形状変化が少ない	出来形の要求精度は高い 数量算出精度も高い 出来形の要求精度は高い	掘削工	◎	○
			盛土工	◎	○
			補強盛土工	◎	○
			法面整形工	◎	○
法面吹き付け工	計測者が入れる 延長方向に長い 大規模工事が少ない 形状変化が少ない	出来形の要求精度は高い 数量算出精度も高い 出来形の要求精度は高い	吹付け工	△	△
道路土工	計測者が入れる 延長方向に長い 大規模工事が少ない 形状変化が少ない	出来形の要求精度は高い 数量算出精度も高い 出来形の要求精度は高い	掘削工	◎	○
			路体盛土工	◎	○
			路床盛土工	◎	○
			法面整形工	◎	○

凡例 ◎：現状の技術の改良程度、利用方法などの要領作成で導入が可能

○：利用は可能であるが、面的管理の規格値設定など既存の規格値に変わる値の検討が必要

△：利用可能であるが、規格値検討の他にアプリケーションの開発・技術の精度向上が必要である。

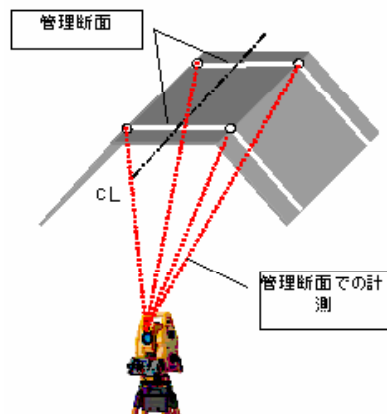
3) 現場位置



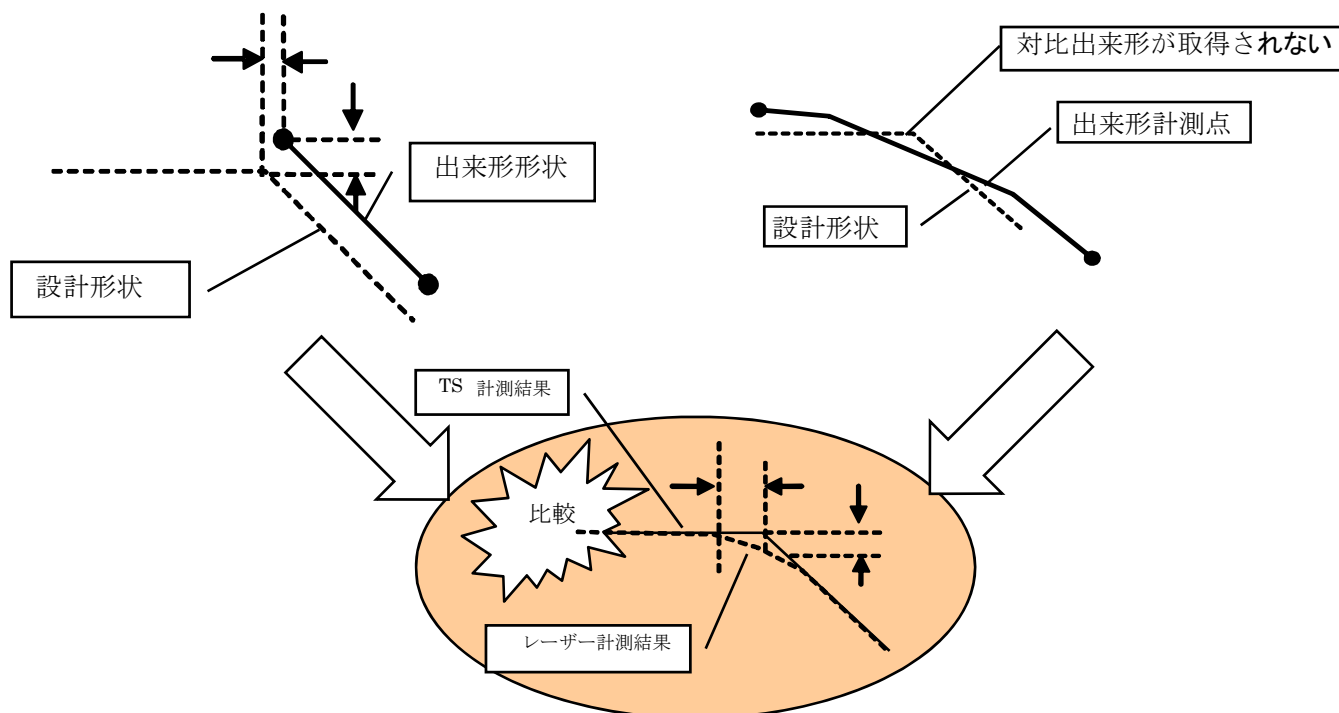
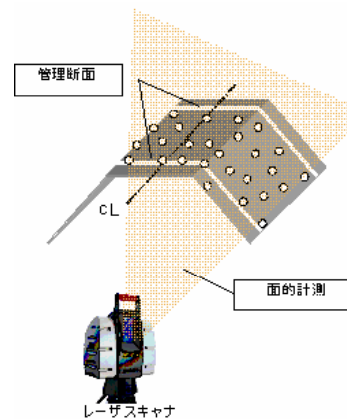
「水無川1号砂防えん堤左岸部護岸工事」
(九州地方整備局雲仙復興事務所)

4) 検証方法

トータルステーション

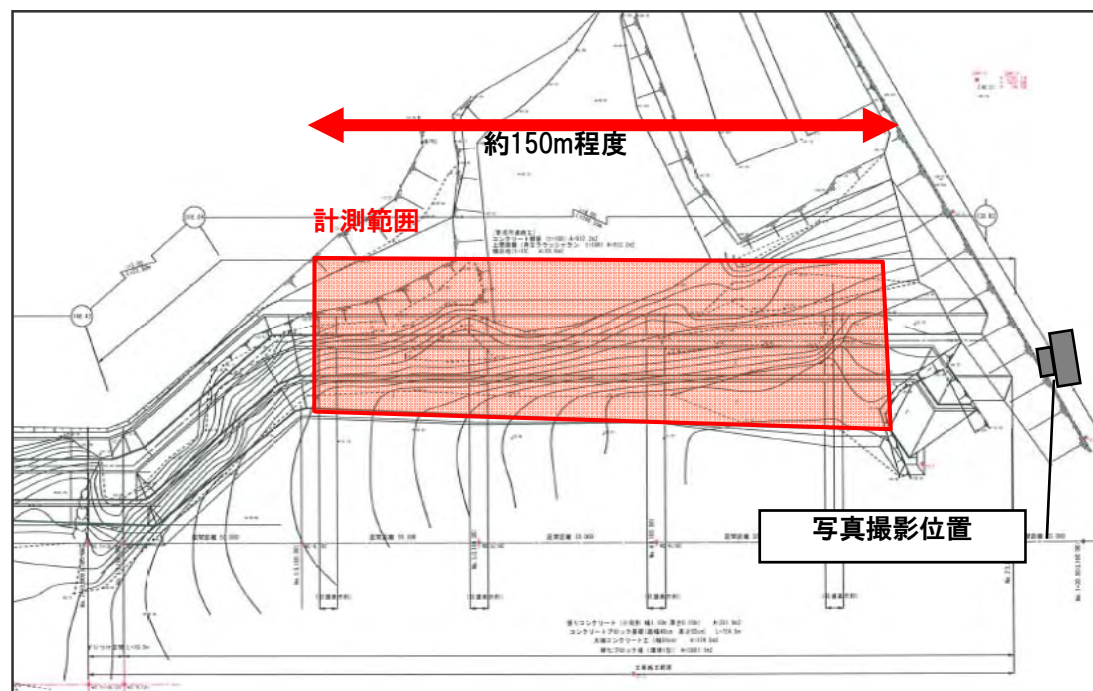


レーザースキャナー

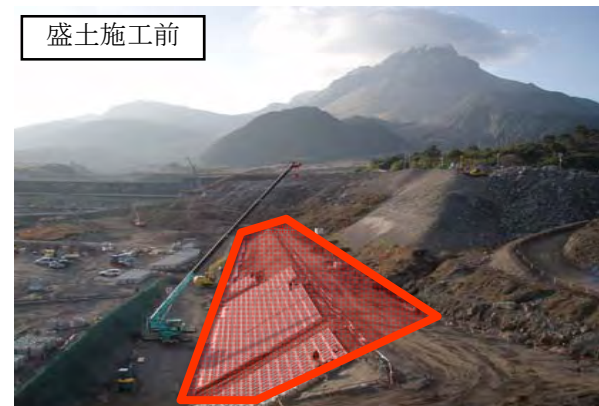


5) 現場計測

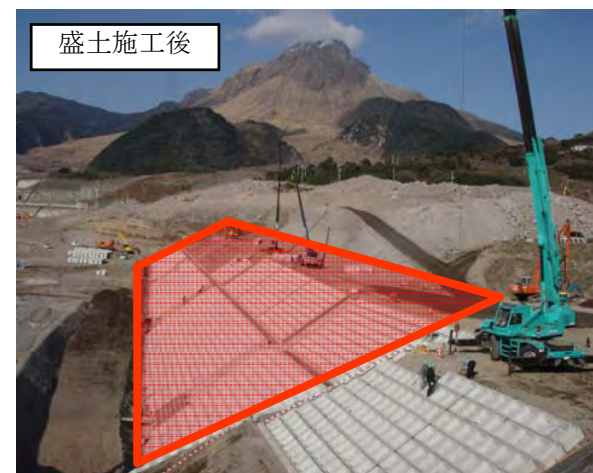
①計測時期：盛土施工前と施工後の2回



盛土施工前

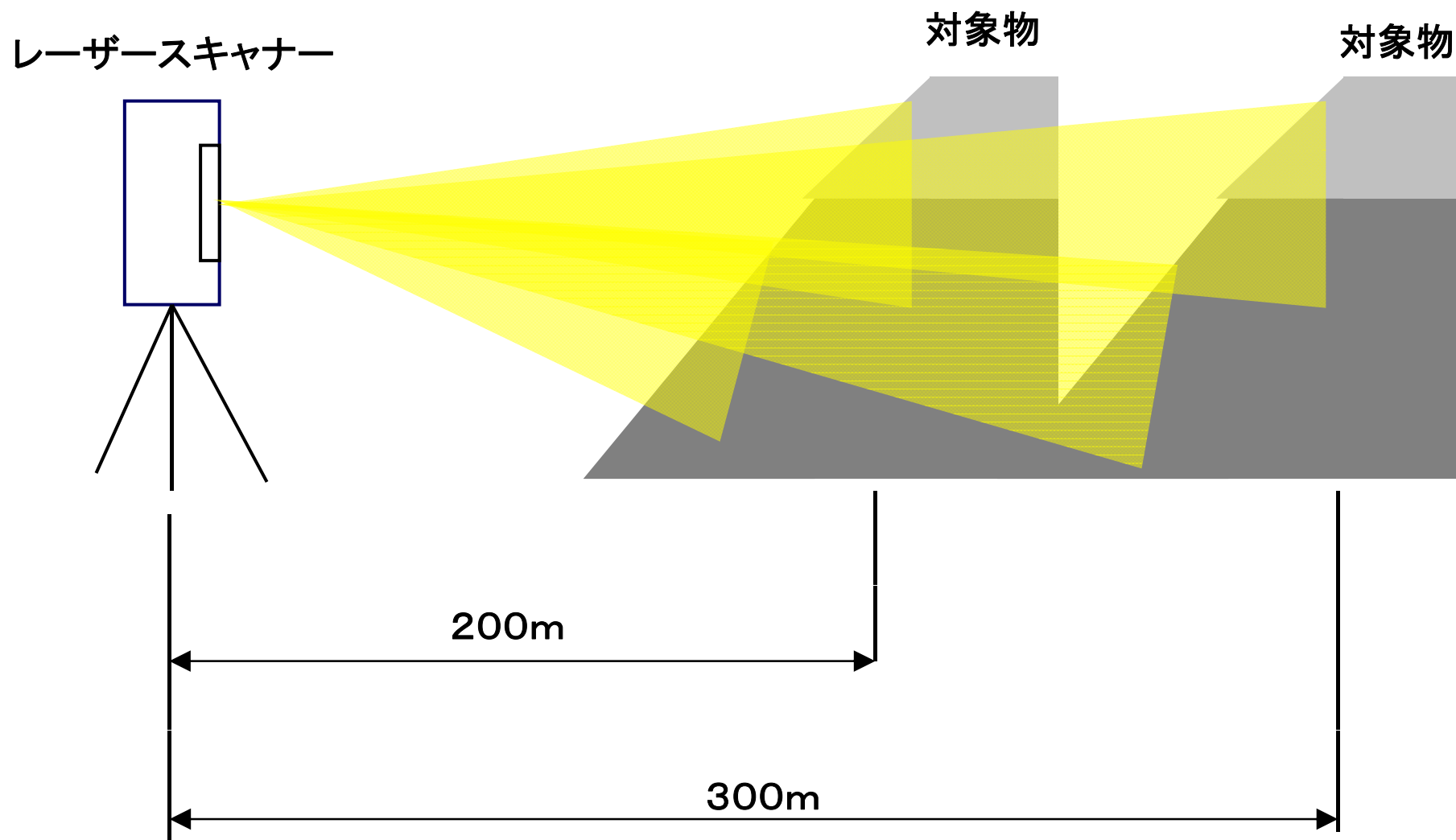


盛土施工後



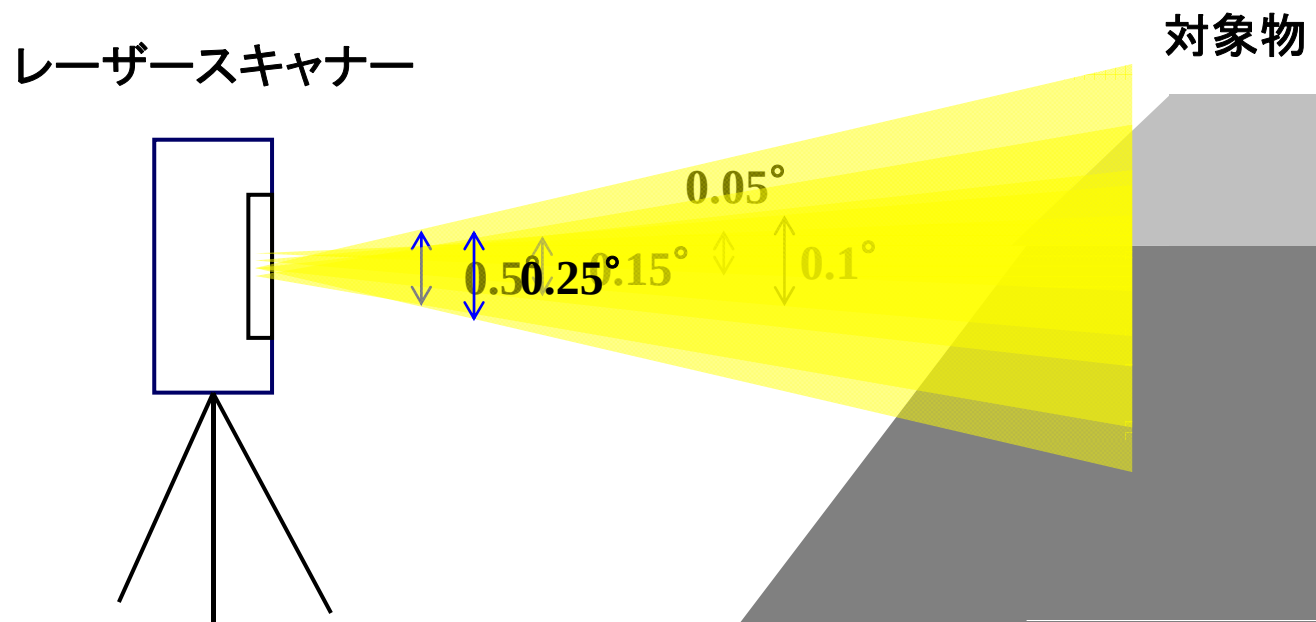
5) 現場計測

②計測距離：目的地から200m及び300mの位置から測定



5) 現場計測

③レーザー発射角: 0.05° , 0.1° , 0.15° , 0.25° , 0.5° の
5パターン



6) レーザースキャナーのデータ

① 盛土施工前後の比較

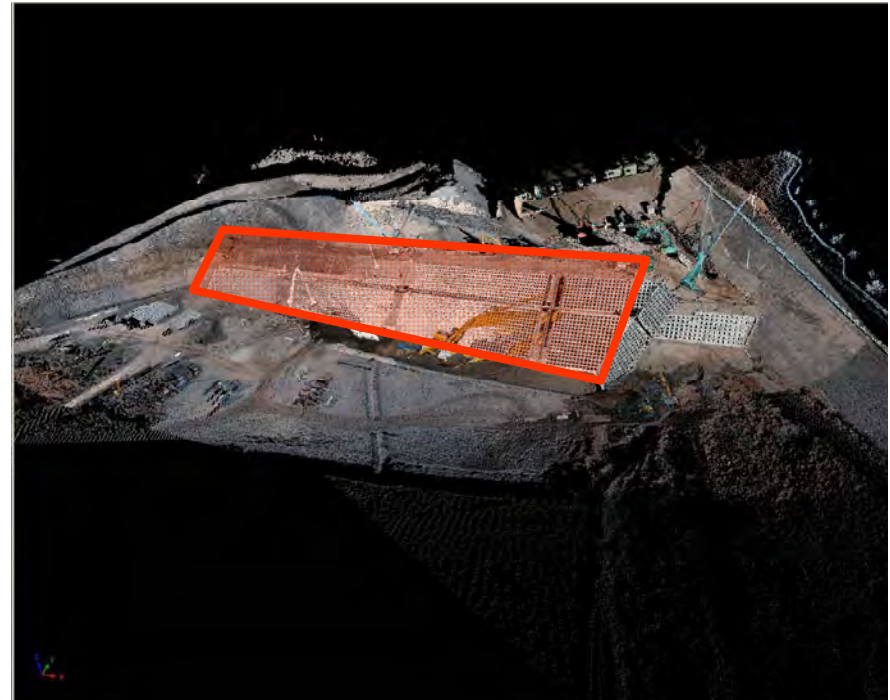
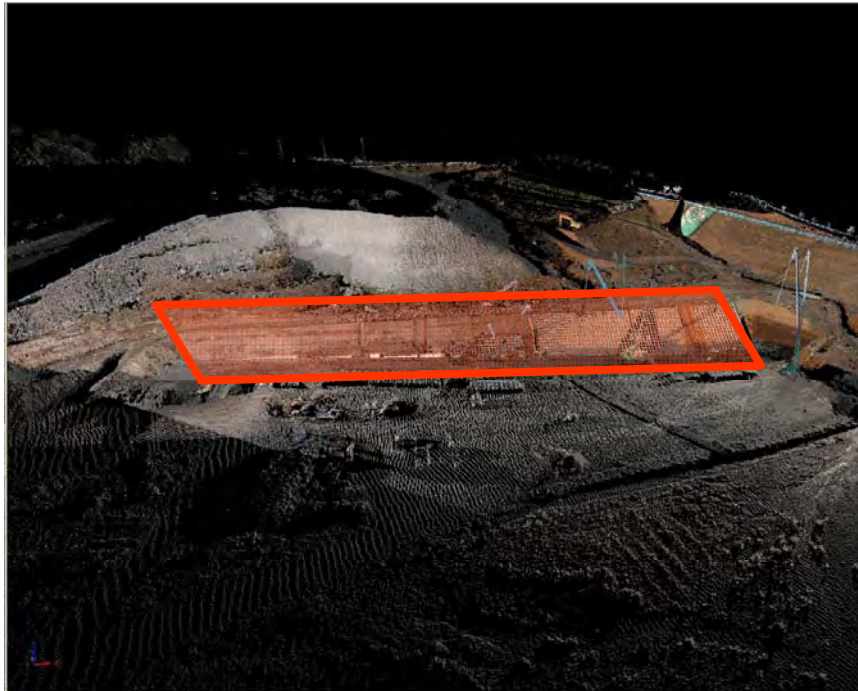


図1 計測結果（左：盛土施工前、右：盛土施工後）
（目的値から200mの位置より）

②計測距離での比較

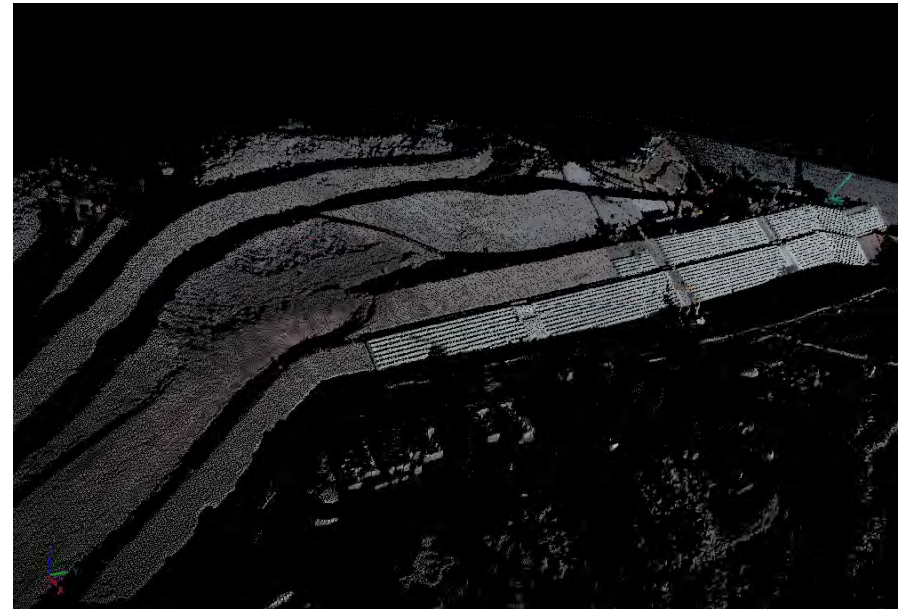
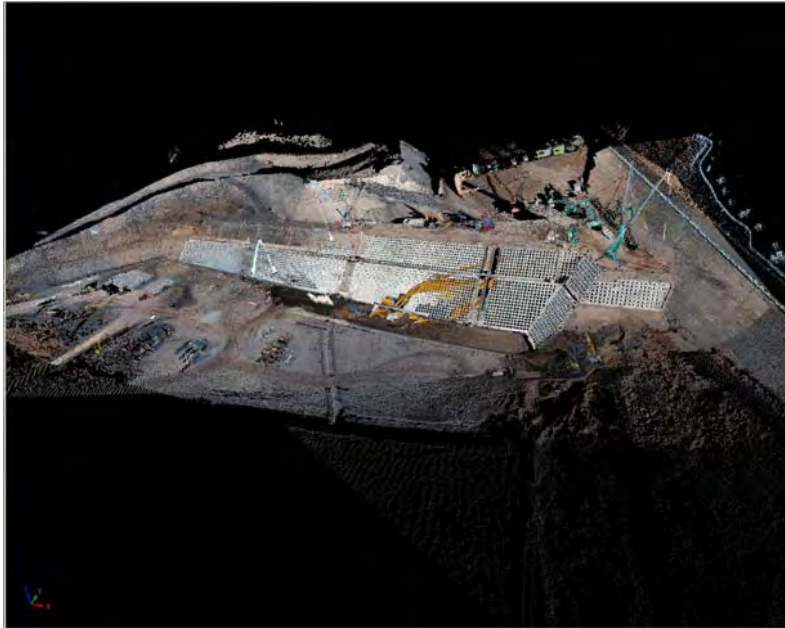


図1 盛土施工後の計測結果
(左:200m、右:300m)

7)測定結果

	数量算出方法	距離ピッチ		数量
トータルステーション	平均断面法	2.000m		1,390.2m ³
"	"	5.000m		1,430.0m ³
レーザースキャナー	平均断面法	(200m,0.05°)	5.000m	1,381.2m ³
"	"	(200m,0.10°)	5.000m	1,382.7m ³
"	"	(200m,0.15°)	5.000m	1,382.9m ³
"	"	(300m,0.05°)	5.000m	1,469.0m ³
"	"	(300m,0.10°)	5.000m	1,400.7m ³
"	"	(300m,0.15°)	5.000m	1,395.2m ³
トータルステーション	点高法(メッシュ法)	0.500m		1,368.4m ³
"	"	1.000m		1,370.1m ³
レーザースキャナー	点高法(メッシュ法)	(200m,0.05°)	0.500m	1,375.2m ³
"	"	(200m,0.05°)	1.000m	1,370.1m ³
"	"	(200m,0.10°)	0.500m	1,376.5m ³
"	"	(200m,0.10°)	1.000m	1,372.6m ³
"	"	(200m,0.15°)	0.500m	1,376.1m ³
"	"	(200m,0.15°)	1.000m	1,373.3m ³
"	"	(300m,0.05°)	0.500m	1,431.4m ³
"	"	(300m,0.05°)	1.000m	1,429.1m ³
"	"	(300m,0.10°)	0.500m	1,397.4m ³
"	"	(300m,0.10°)	1.000m	1,397.7m ³
"	"	(300m,0.15°)	0.500m	1,389.6m ³
"	"	(300m,0.15°)	1.000m	1,388.9m ³

約8m³(0.6%)
の差

4. まとめ

4. 1 出来形計測と計測密度設定について

現場要求精度	利用例	取得間隔	備考
高	災害対策現場など人の入れない箇所	0.05° 間隔	要求箇所の概ね10cm以内に計測点を得る
	面としての施工が必要な箇所		
	無人化施工の出来形		
	詳細数量の算出		
	法面などの凹凸評価		
中	無人化施工の出来形	0.1° 間隔	要求箇所の概ね20cm以内に計測点を得る
	法面等の面に対する凹凸評価		
低	無人化施工、施工途中の出来形	0.1° より大	端部はとらえられない
	概算数量		広範囲の凹凸評価

※精度良く計測を行う為には、レーザースキャナーの設定位置や取得間隔のなどは十分に検討が必要

4. 2 数量算出について

①計測密度について

レーザー発射間隔が 0.15° 以下ならTS並の数量算出結果をえることが可能

②計測距離について

a) 計測距離200mの場合

レーザースキャナーの5m間隔の平均断面法及び1m間隔のメッシュ法でTSの2m間隔の平均断面法相当の算出が可能

b) 計測距離300mの場合

TSの2m間隔の平均断面法相当の算出が可能であるが、地形の細かい凹みは取得が不可能なため注意が必要。

5. 今後に向けての検討

今回の現場計測結果より、レーザースキャナーはTSと同等の計測であると確認、また、危険箇所や緊急時に詳細な地形形状が必要な場合で有効活用が可能



現在、レーザースキャナーで計測可能な現場条件及び施工管理について詳細検討を行っている。



最終的には？

監督検査業務の効率化の手助け