
ハッ場ダムにおける PRISMの取組みについて

コンソーシアム代表
清水建設株式会社

ハッ場ダムにおける取組み

データを活用して土木工事における品質管理の高度化等を図る
【対象技術Ⅱ】に応募（平成30年度）

粗骨材粒度分布検出システム

SFWDシステム

- 適用現場（ハッ場ダム）
- 技術の概要
- 成果
- 広報

適用現場（ハッ場ダム）



ダム型式	重力式コンクリートダム
堤 高	116.0m
堤体積	約100万m ³
堤頂長	290.8m
ダム天端 標高	586.0m
有効 貯水量	9,000万m ³
工期	平成26年8月 ～ 平成32年3月

撮影：令和元年6月

適用現場（ハッ場ダム）

【仮設備配置全体図】



粗骨材粒度分布検出システム（目標・効果）

目標

非接触・連続・リアルタイム

項目	現状	目標としたシステム仕様
粒度分布検出方法	人力による篩分け試験	高速（160m/min）でベルトコンベヤ上を流れる骨材を 非接触 で計測
頻度	週1回程度	連続 計測
検出までの時間	1日半（骨材を乾燥させる準備も含む）	リアルタイム 検出



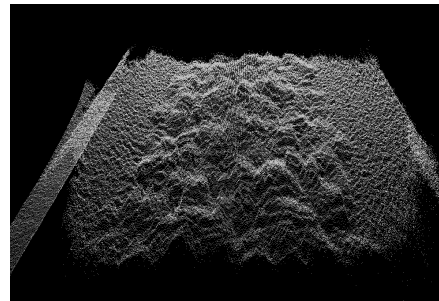
効果

試験技術者配員ゼロ・検出結果の高密度化

粗骨材粒度分布検出システム（計測概念）

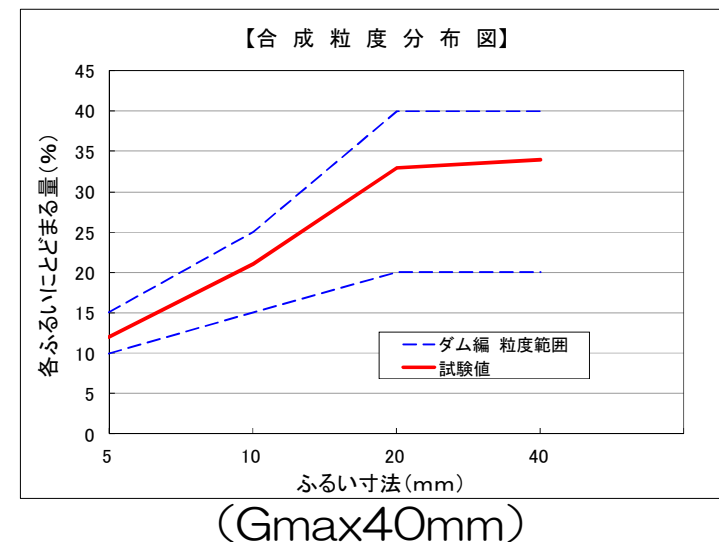
表面形状の点群データ
を画像解析
＋
ふるい分け試験

3次元センサ



点群データ

合成粒度分布



学習
繰返し

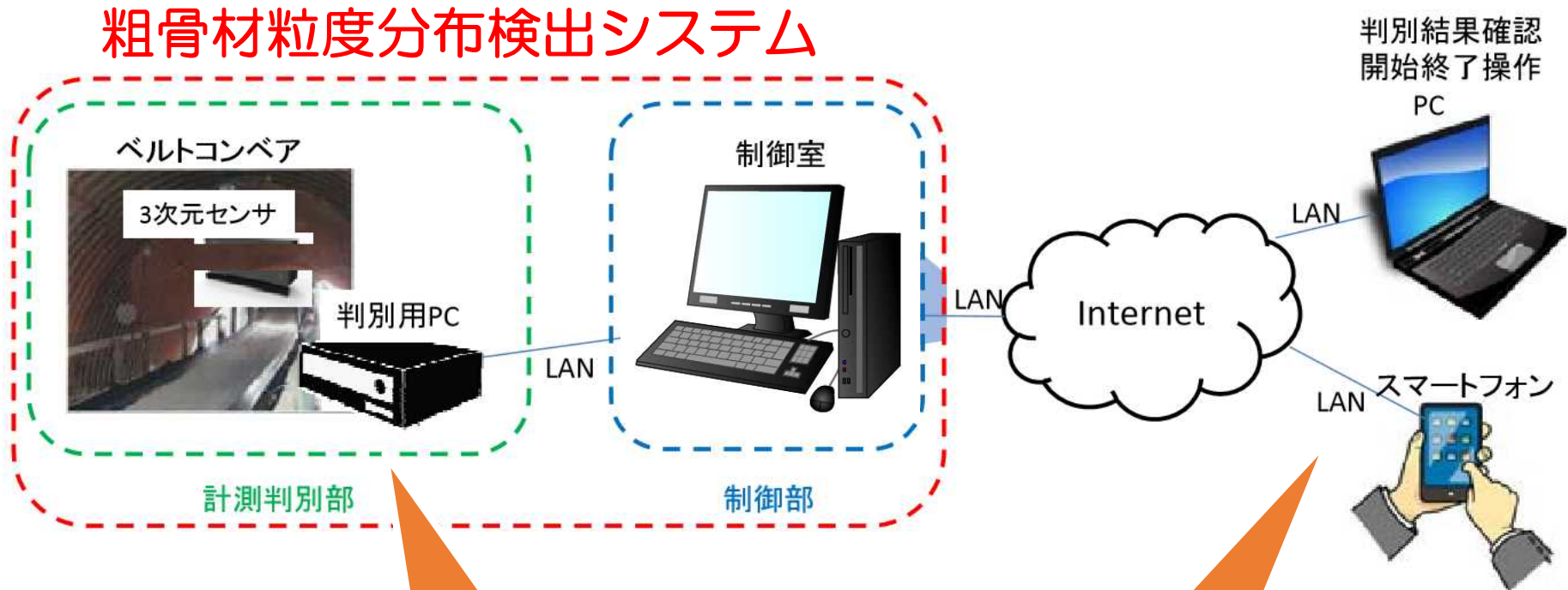
判別アルゴリズムの確定

各分級
(G1,G2,G3)
粒度分布を検出

現場配合比率から
合成粒度を計算

粗骨材粒度分布検出システム（構成）

粗骨材粒度分布検出システム



高速運搬中の骨材
形状撮影が可能

遠隔操作と
結果確認が可能

粗骨材粒度分布検出システム（設置状況）

- ・ 3次元センサ設置箇所外観

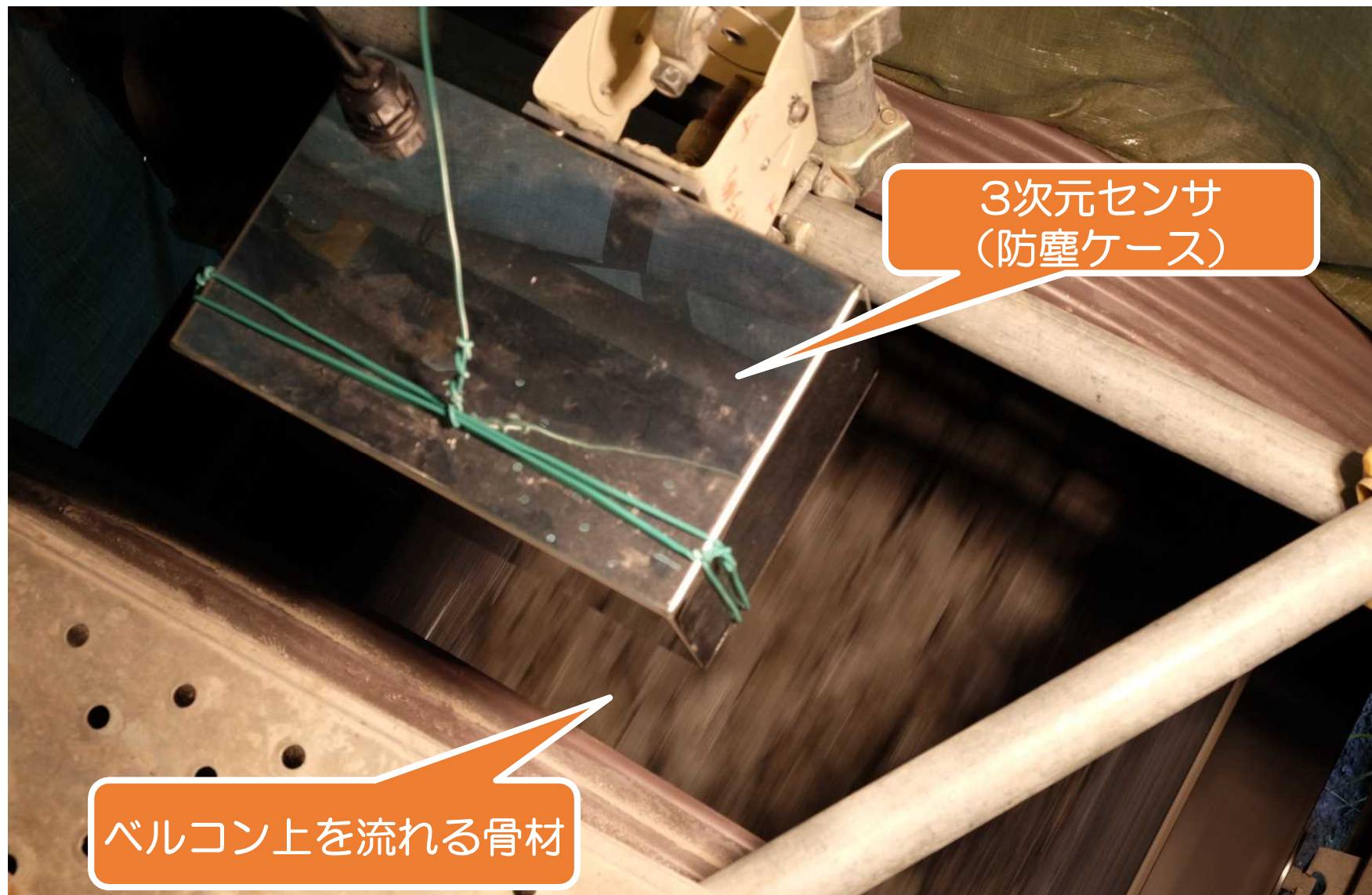


ベルトコンベヤ
(このカバーの中を骨材が流れている)

3次元センサ
設置箇所

粗骨材粒度分布検出システム（設置状況）

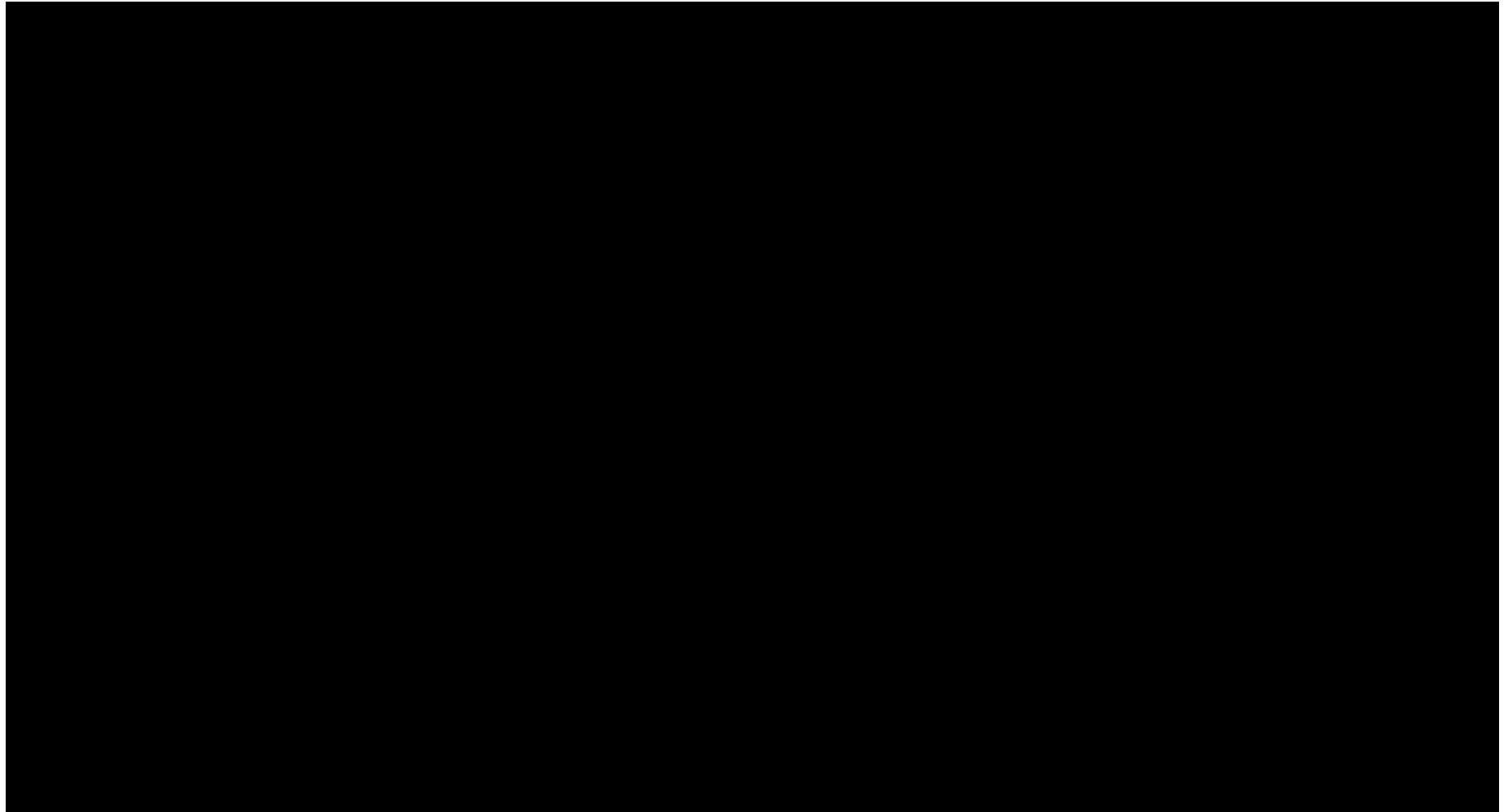
- ・ 3次元センサ設置状況



粗骨材粒度分布検出システム（骨材輸送動画）



粗骨材粒度分布検出システム（3次元センサ画像）



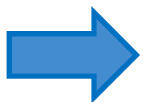
3次元センサにより検知した粗骨材表面形状点群データ
(30コマ/秒)

粗骨材粒度分布検出システム（AI学習）

- AI学習においては、標準粒度範囲内の骨材だけでなく、**標準粒度範囲外**の骨材の学習も必要

サンプルの混合比率

サンプル骨材		混合内容	混合比率	性状
G1'	G1'-1	G1にG2を混合	G1 : G2=2 : 1	細粒が多いG1
	G1'-2		G1 : G2=1 : 1	
G2'	G2'-1	G2にG1を混合	G2 : G1=2 : 1	粗粒が多いG2
	G2'-2		G2 : G1=1 : 1	
	G2'-3	G2にG3を混合	G2 : G3=2 : 1	細粒が多いG2
	G2'-4		G2 : G3=1 : 1	
G3'	G3'-1	G3にG2を混合	G3 : G2=4 : 1	粗粒が多いG3
	G3'-2		G3 : G2=3 : 2	



34,000件のAI学習を実施

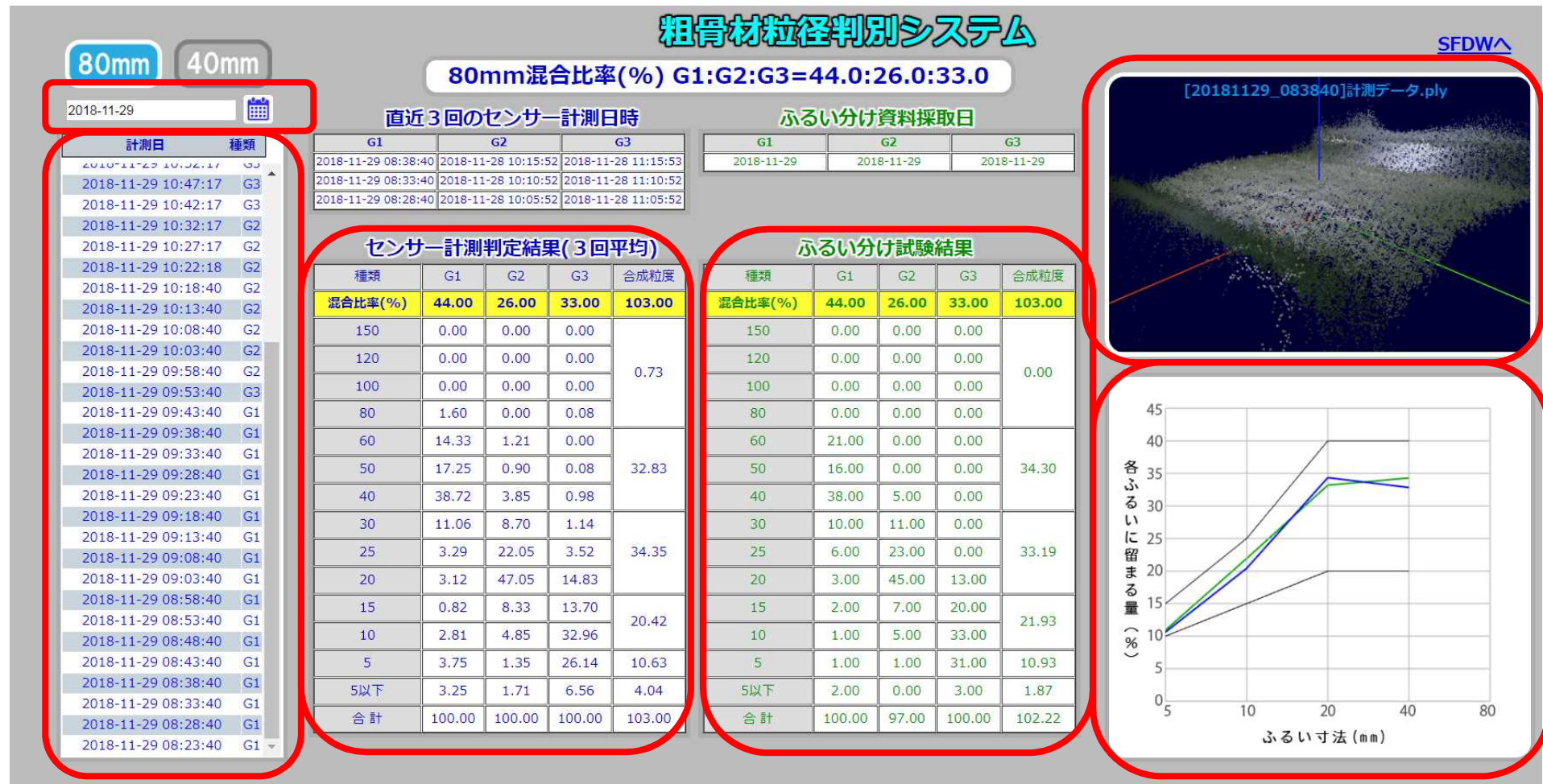
粗骨材粒度分布検出システム（サンプル学習）

- ・ サンプル学習全景



粗骨材粒度分布検出システム（データの共有）

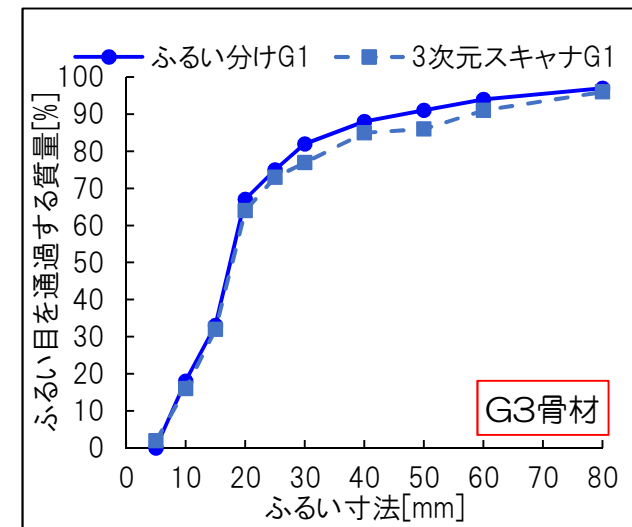
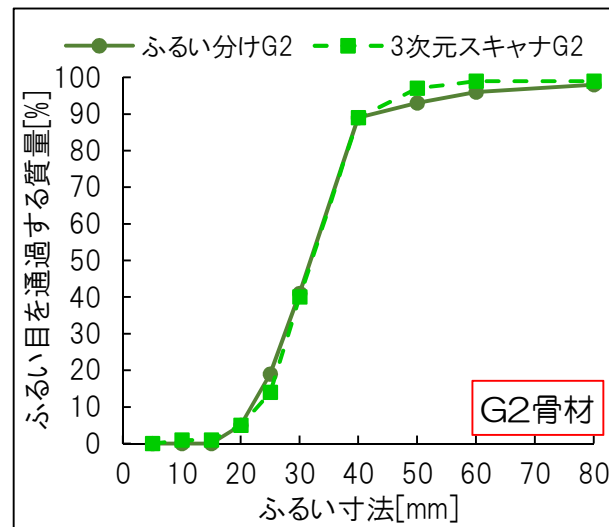
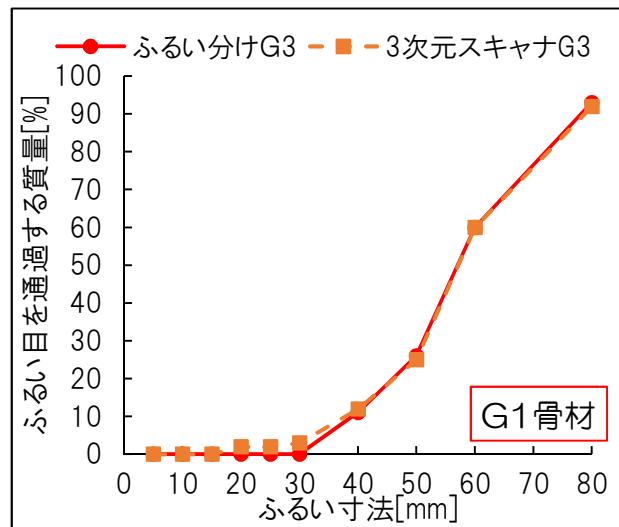
共有サーバ画面



粗骨材粒度分布検出システム（成果）

検出精度

平均誤差	2.19
標準偏差	3.64



効果：試験技術者ゼロ

従来と比較した試算：約780人工の削減

打設期間2年半（52週/年×2.5年＝130週）で、（週1回2人で3日程度）を要するため、 $2 \text{ 人工} \times 3 \text{ (日/週)} \times 130 \text{ 週} = 780 \text{ 人工削減}$

SFWD適用箇所（ハッ場ダム貯水池内盛土）



ハッ場ダム貯水池内の
勝沼地区と横壁白岩地
区等で盛土工事実施



広範囲で盛土の
品質管理必要

SFWDシステム（目標・効果）

目標

現位置簡単操作・リアルタイム

項目	現状	目標としたシステム仕様
締固め度計測方法	熟練の必要な水置換法等の現場密度試験	現位置で、機械による簡単操作
結果確認までに要する時間	約2日（材料の乾燥等準備含む）	1回の計測時間：5分 計測結果をリアルタイムに確認



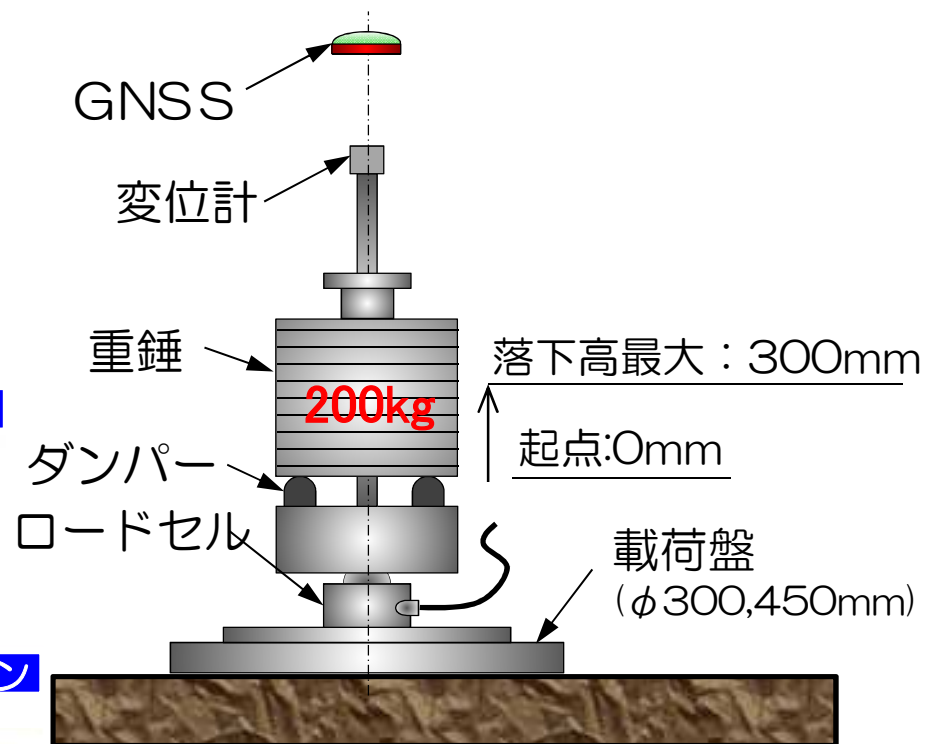
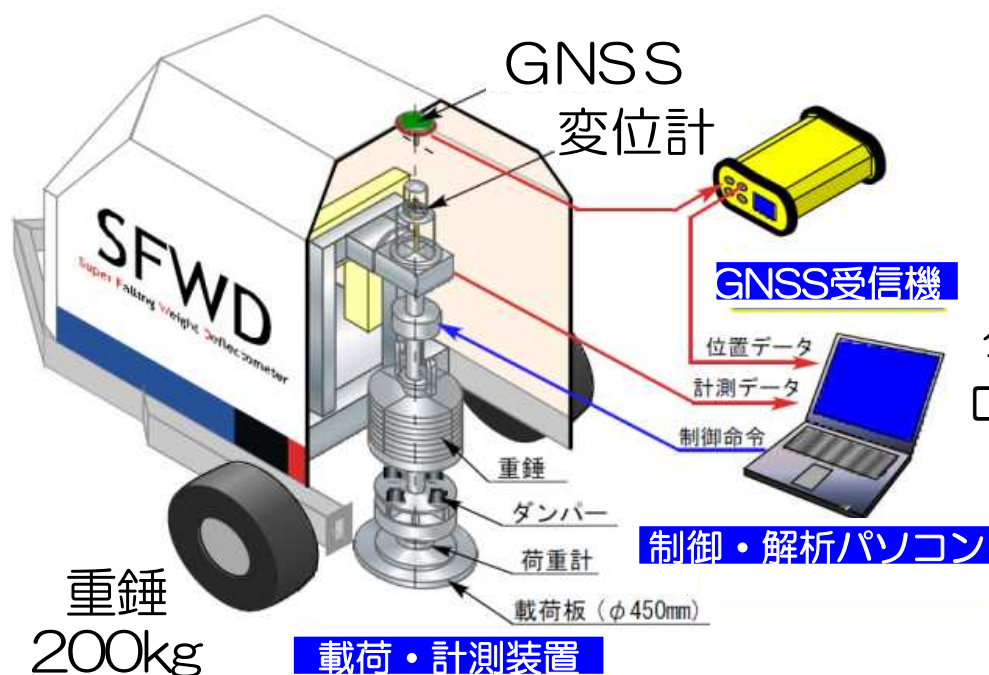
効果

広範囲を連続的に把握・リアルタイム確認

SFWDシステム（システム構成）

SFWD : Super Falling Weight Deflectmeter

システム概要図

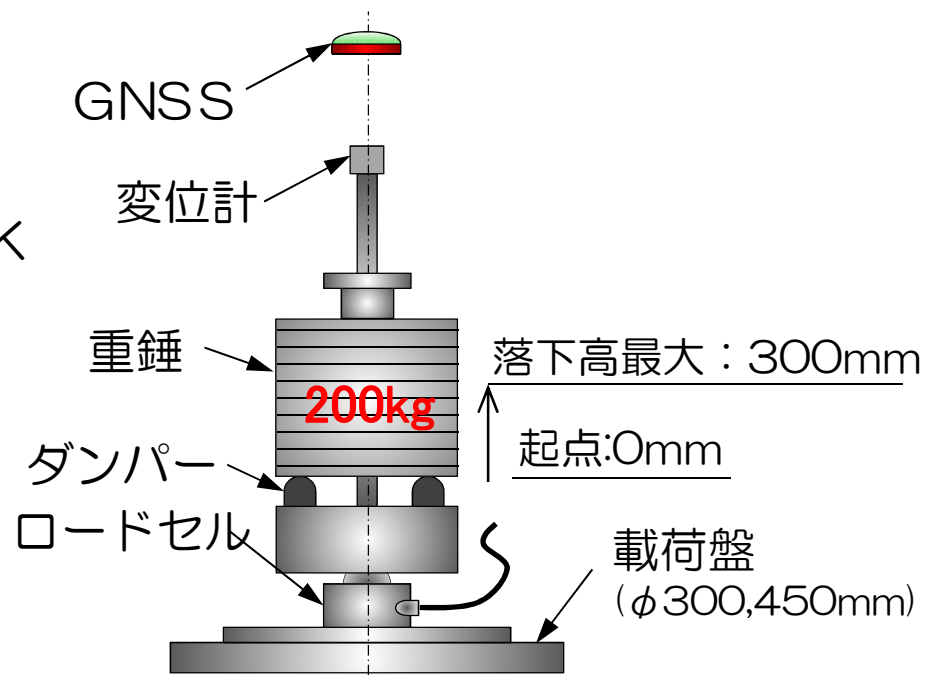
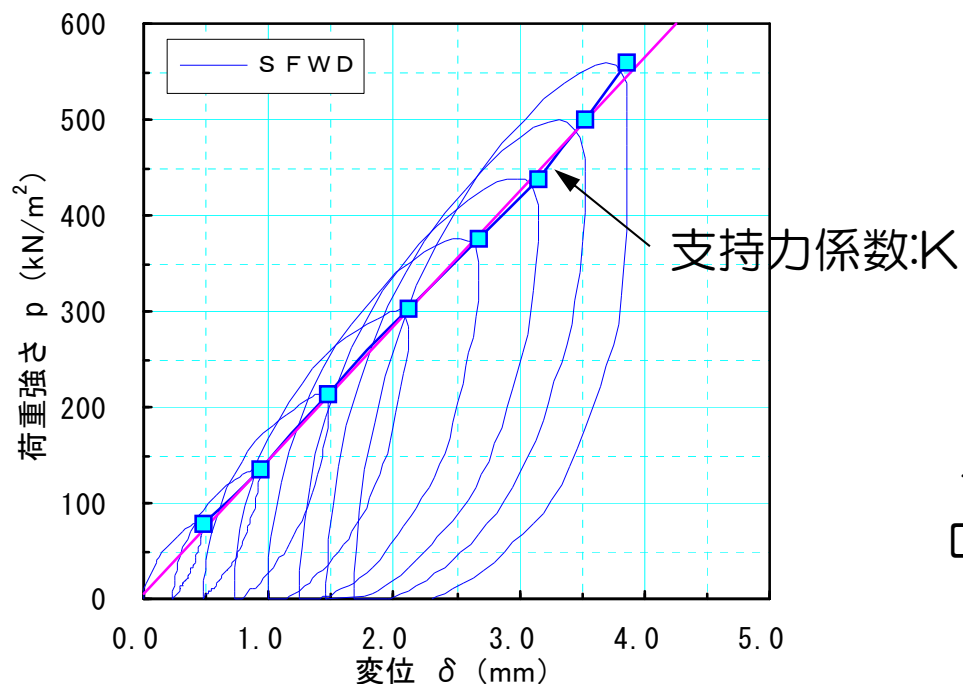


载荷方法

重錘の落下高さを多段階に変えて地盤の変位を測定
→ 変形係数の算出が可能

SFWDシステム（変形係数の算出）

SFWD : Super Ealling Weight Deflectmeter



$$E_{sf} = 0.25\pi \cdot D(1 - \nu^2) \cdot K$$

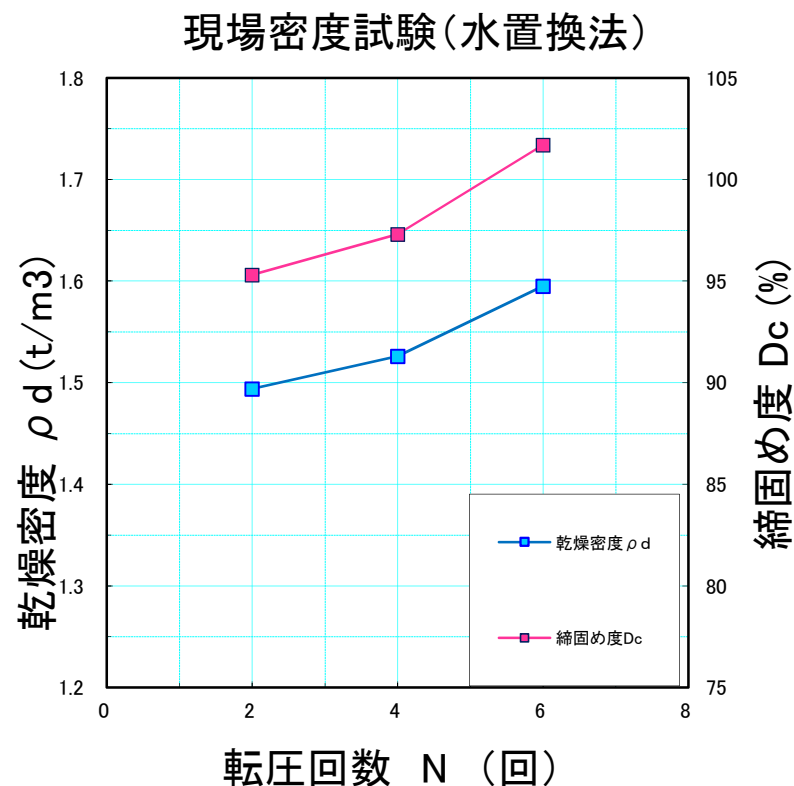
E_{sf} :繰返し変形係数 D :载荷板径 ν :ポアソン比

重錘の落下高さを多段階に変えて地盤の変位を測定
➡ 変形係数の算出が可能

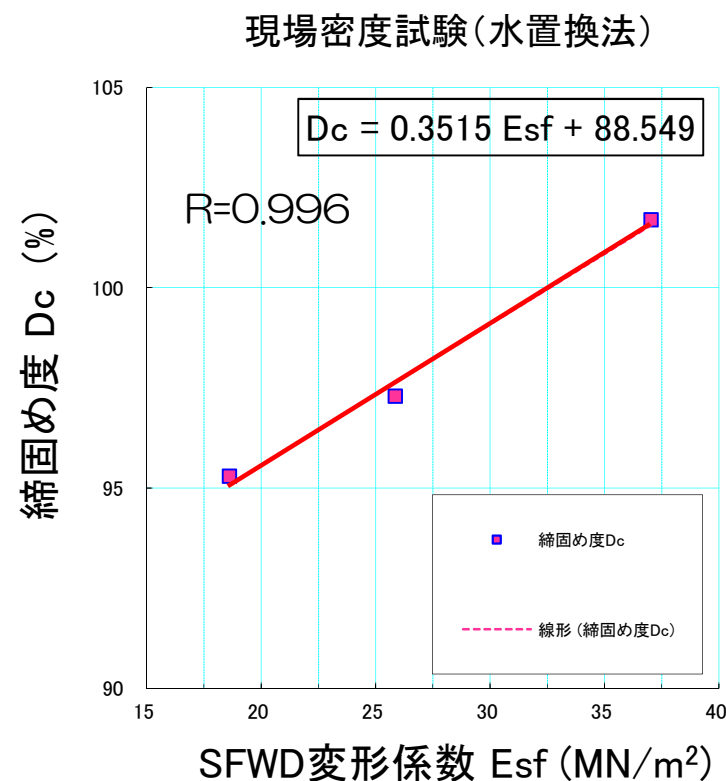
SFWDシステム（締固め度の算出）

【SFWD変形係数と締固め度】

ハツ場ダムにおいて、
現場密度試験を実施し相関把握



SFWD変形係数と締固め度
良好な線形関係



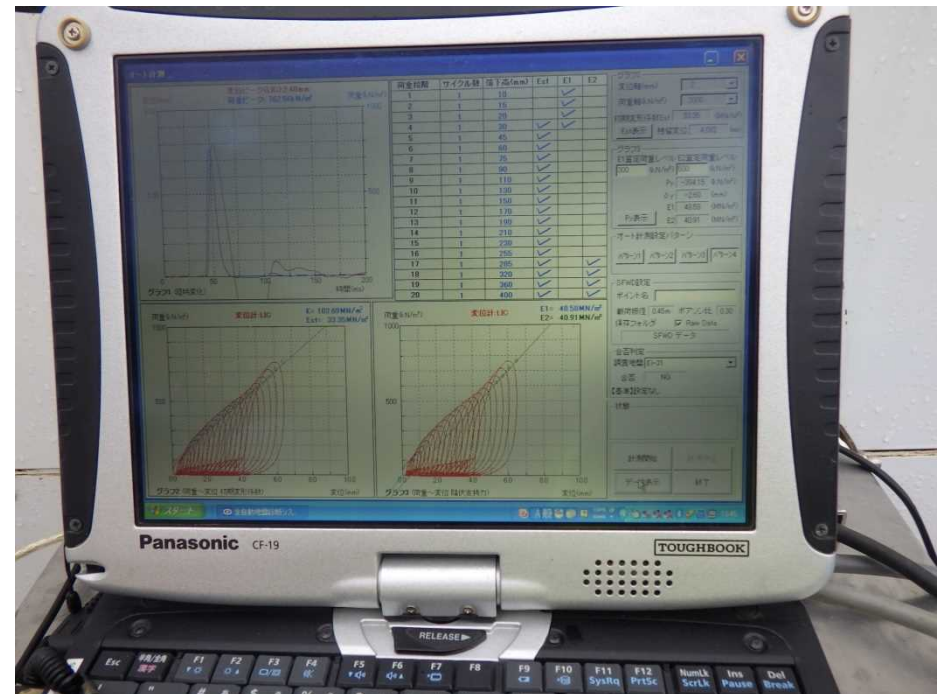
SFWDシステム（測定状況動画）

【SFWD動作状況】



SFWDシステム（操作・結果確認画面）

【SFWD実施状況】



SFWDシステム（データの共有）

共有サーバ画面

SFWD 全自動地盤診断システム

粗骨材粒径判別シス

測点	変形係数	締固め度	特記事項
①	29.80	99.02	
②	25.80	97.62	
③	11.90	92.73	
④	42.50	103.49	
⑤	47.00	105.07	
⑥	60.20	109.71	
⑦	52.30	106.93	
⑧	38.90	102.22	
⑨	51.90	106.79	
⑩	55.10	107.92	
⑪	38.90	102.22	
⑫	18.90	95.19	
⑬	41.20	103.03	
⑭	60.50	109.81	
⑮	81.20	117.09	
⑯	58.50	109.11	
⑰	71.70	113.75	
最大値	101.60	124.26	
最小値	11.90	92.73	
平均値	49.33	105.89	管理目標値を満足する

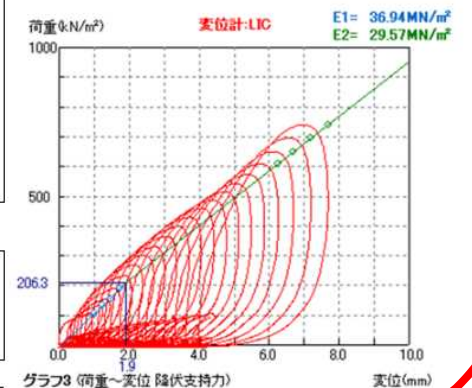
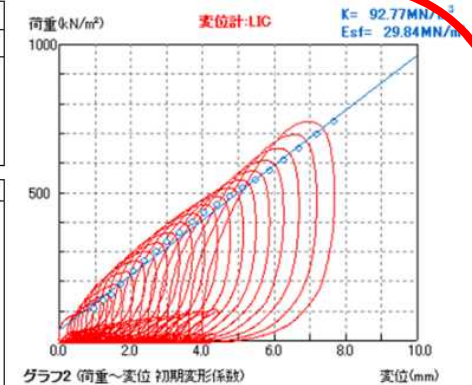
SFWDデータシート										
工 事 名		【PRISM】ハツ場ダム_181129								
測点名称1		測点①	データシート名		測点①	計 測 日	2018/11/29			
調査地盤		層沼	転圧回数		8回	ファイル名	181129142045.fwd			
載荷板直径D (m)		0.45	ポアソン比		0.3	天 候	晴れ			
測点座標(X, Y, Htp)		0.000	0.000		0.000	作業者	久保田 信弥			
荷重段階	落下高 (mm)	サイクル1	サイクル2	サイクル3	サイクル4	サイクル5	変形係数平均	荷重 σ 平均	変位 δ 平均	残留変位 (mm)
1	10	34.7					34.7	103.1	0.96	0.223
2	15	40.9					40.9	131.1	1.03	0.322
3	20	42.8					42.8	153.2	1.15	0.408
4	30	45.4					45.4	189.2	1.34	0.508
5	45	46.8					46.8	230.3	1.58	0.611
6	60	47.7					47.7	266.9	1.80	0.755
7	75	49.1					49.1	299.5	1.96	0.923
8	90	50.3					50.3	328.4	2.10	1.095
9	110	51.4					51.4	363.3	2.27	1.292
10	130	52.3					52.3	396.4	2.44	1.495
11	150	53.2					53.2	427.6	2.59	1.735
12	170	54.6					54.6	458.0	2.70	1.971
13	190	55.4					55.4	485.6	2.82	2.227
14	210	56.5					56.5	513.0	2.92	2.478
15	230	57.5					57.5	540.0	3.02	2.682
16	255	57.4					57.4	571.2	3.20	3.020
17	285	59.9					59.9	607.4	3.26	3.293
18	320	61.1					61.1	647.3	3.41	3.628
19	360	62.4					62.4	693.4	3.57	3.990
20	400	64.0					64.0	737.5	3.71	3.932

初期変形係数荷重段階		繰返し変形係数採用サイクル		降伏前変形係数荷重段階		降伏後変形係数荷重段階	
支持力係数 K (MN/m ²)		92.8		降伏前変形係数 E1 (MN/m ²)		36.9	
初期変形係数 Est (MN/m ²)		29.8		降伏前変形係数 E2 (MN/m ²)		23.6	
繰返し変形係数 Er (MN/m ²) (p=300kN/m ²)		0.0		降伏支持力 Py (kN/m ²)		206.3	
				降伏変位 δ_y (mm)		1.912	

締固め度 (%)		99.0	
----------	--	------	--

締固め度 (%) 99.0

・締固め度 (%) は現場密度試験結果とSFWD試験結果より推定される下記の関係式より算出する。
 $D_c = 0.8515 \times Est + 88.543$



SFWDシステム（概要）

【締固め度マップ】

計測場所：勝沼（ハッ場ダム本体建設工事 建設発生土処理工）



測定面積： 6500 m²
測定箇所： 63 点
測定歩掛： 16時間
(15分/点)

【粗骨材粒度検出システム】

- ダム（台形CSGダムを含む）
- 一般的な生コン工場
- 盛土材等の粒度管理

【SFWDシステム】

- フィルダム
- 造成等大規模土工

ご清聴ありがとうございました

