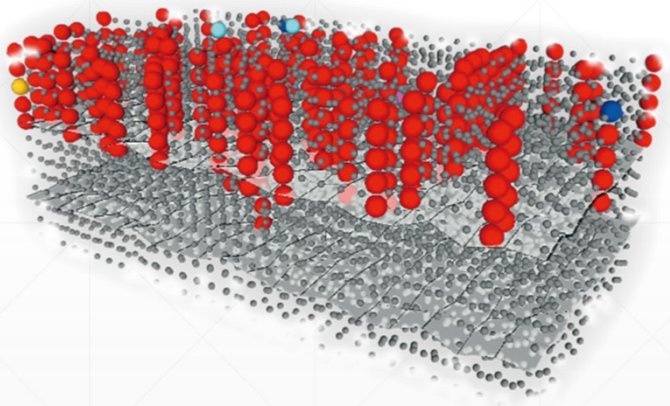
薬液注入工の流量制御・モニタリング装置

『Grout Conductor』

Information and Communication Technology



日特建設株式会社 事業本部 地盤技術チーム

金舛 能史

NITTOC 「守る」技術で、つながる未来へ

はじめに

Grout Conductorは、薬液注入工法の施工時に、注入の制御（流量、注入圧力）をするとともに、それらをモニタリングするシステムです。

計画された注入量等を設定することにより、本システムにて流量計・グラウトポンプを集中制御することが可能です。また、注入データ（積算流量、注入圧力）は、デジタルデータとしてモニタリングでき、その結果を2次元、3次元で表示することができます。

省力化、省人化、生産性の向上、施工の見える化などを目的として、様々なところで**ICT技術（Information and Communication Technology（情報通信技術））**が導入されています。

Grout Conductorも、省力化、省人化、生産性の向上、施工の見える化と時代のニーズに応える薬液注入工法のICT技術を目指して開発しました。

Grout Conductor の概要

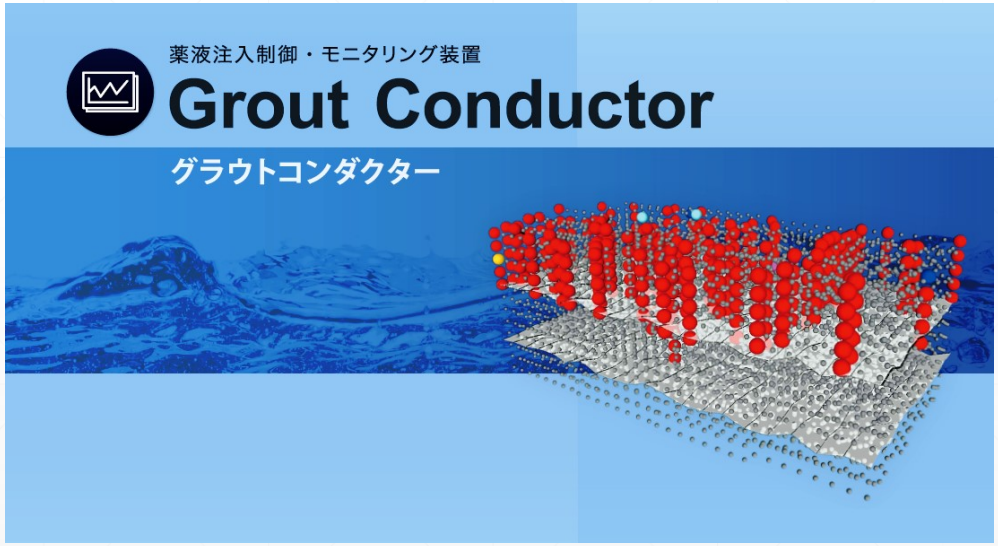
✓ICT、省力化に向けて開発した当社オリジナルの『薬液注入制御・モニタリング装置』

✓多くの薬液注入工法、注入材料に使用可能

■二重管ストレーナ工法

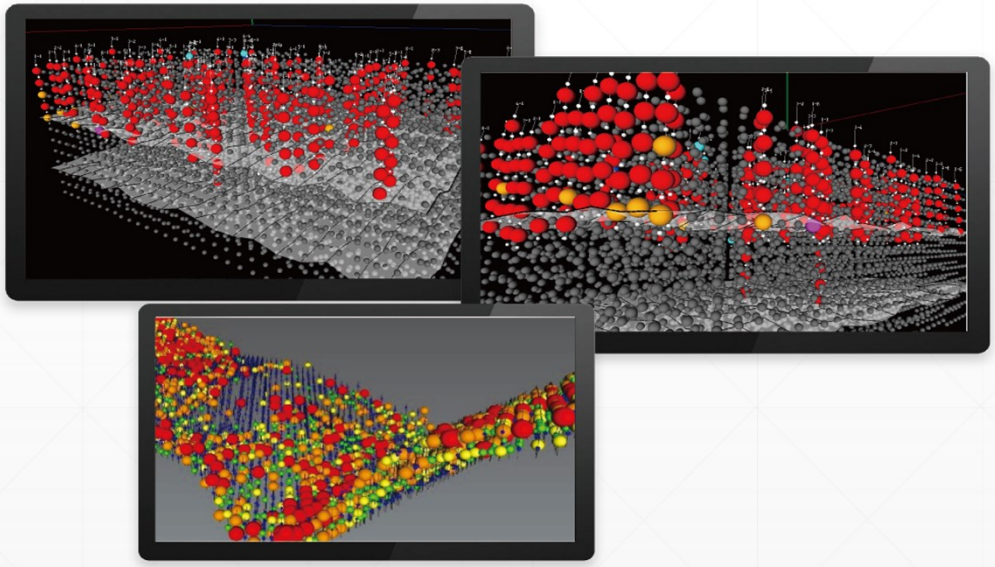
■ダブルパッカ工法（スリーブ注入工法）

■エキスパッカ-N工法（液状化対策）



Grout Conductor の主な機能

- ❖ 注入データの**リアルタイム表示、流量制御**
- ❖ 注入データの取得と日報等の**帳票を自動作成**
- ❖ 注入データの**３次元表示**



Grout Conductor の機能 (1)

❖ 注入データの**リアルタイム表示、自動制御**

✓Grout Conductor 1台で最大8セットの流量制御が可能

✓従来では、流量計8セットでは作業員は2名必要

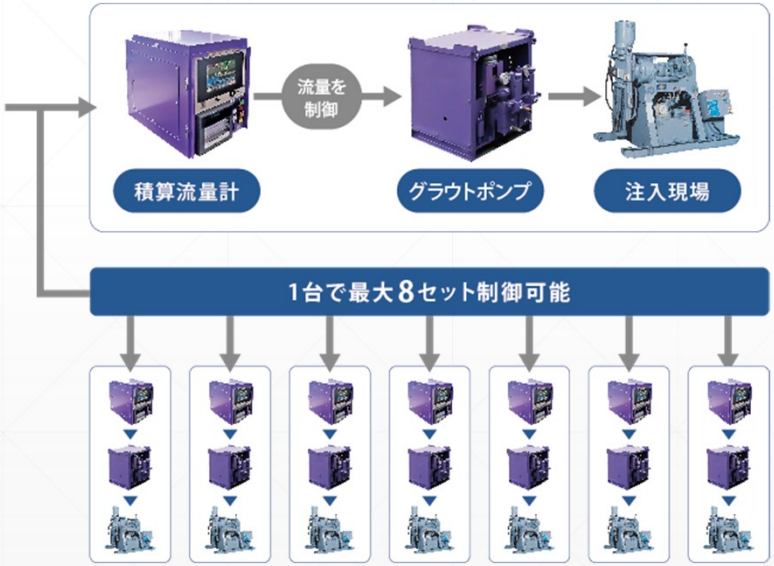
☞ 1名で操作可能

✓特殊な難しい操作は必要なく、画面のボタンをクリック（タッチ）するだけで操作可能

☞ 熟練工は必要ありません！

注入制御・モニタリング装置

積算流量、注入圧力をモニタリング。本システム1台で最大8セットの流量計、グラウトポンプを制御可能です。

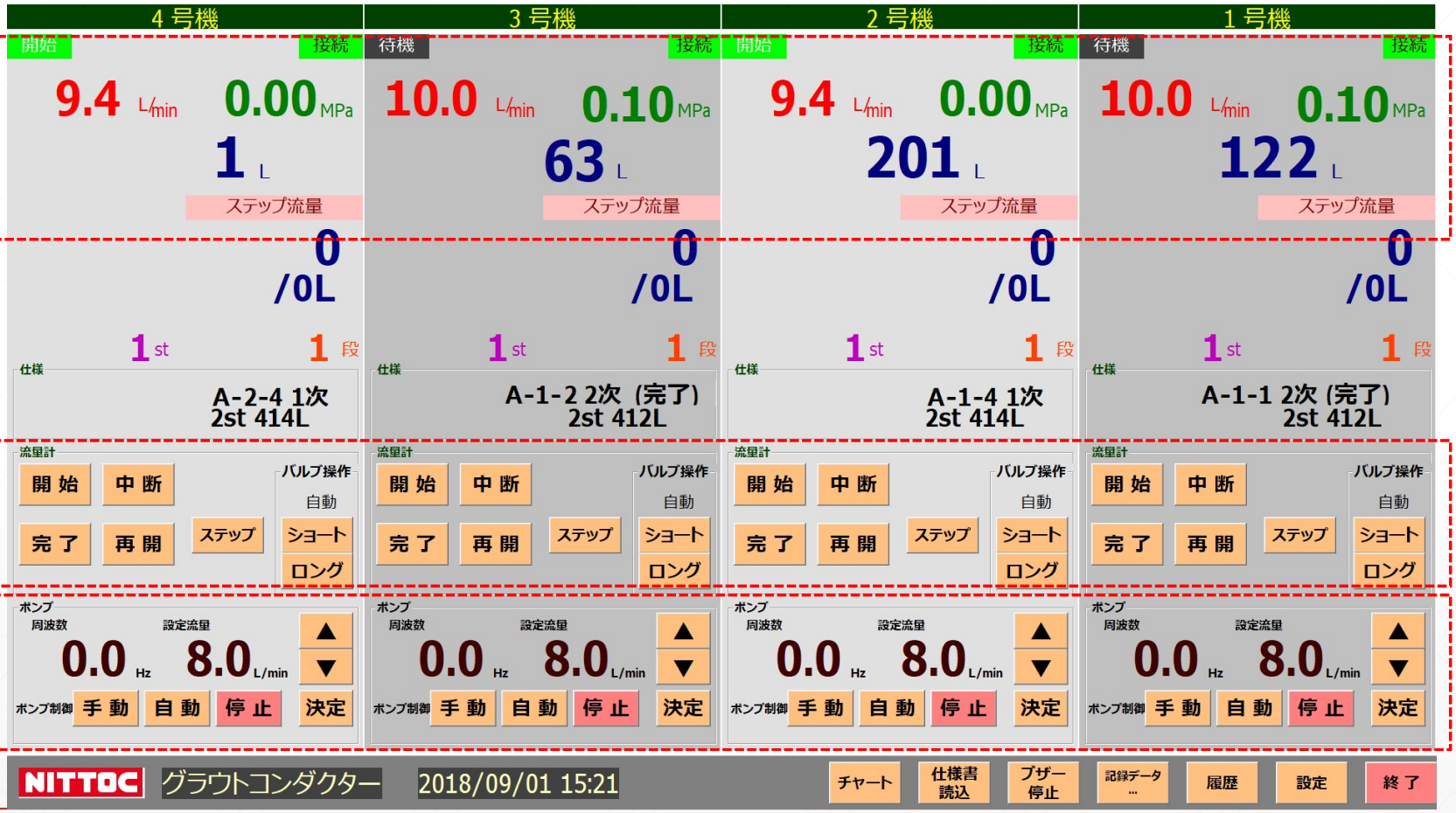


Grout Conductor の機能 (1)

リアルタイムデータ
（流量、圧力、
積算注入量）

流量計の指示画面

注入ポンプの設定
・指示画面



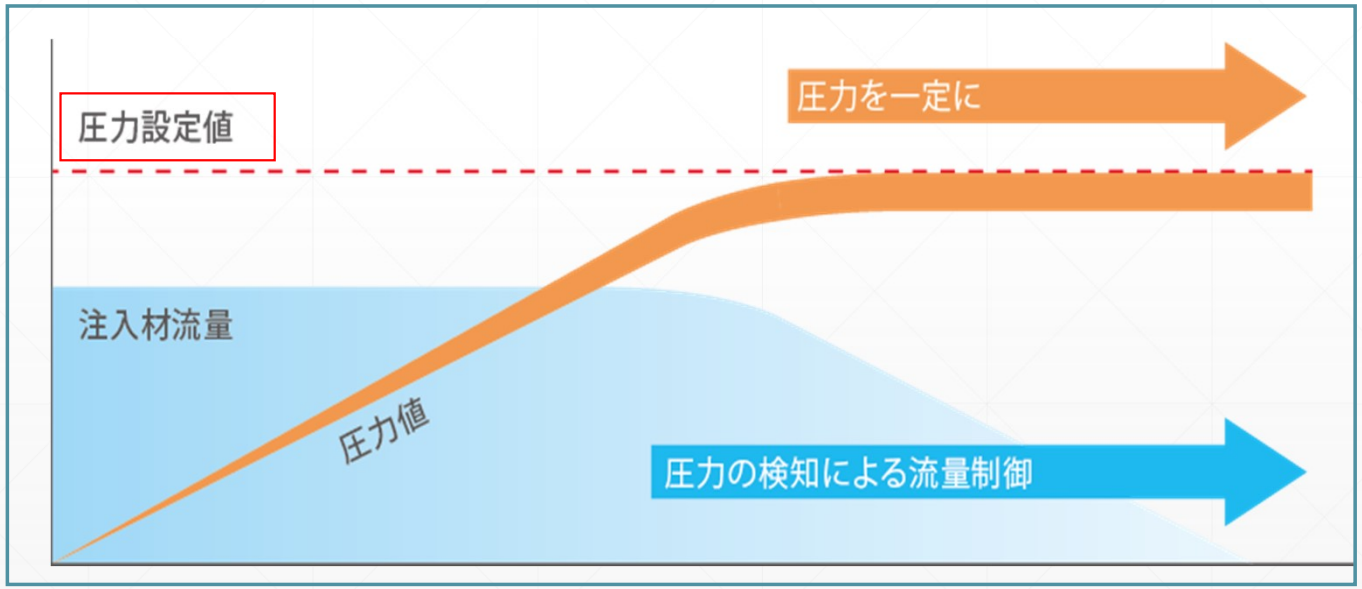
4セット施工時の操作画面

Grout Conductor の機能 (1)

✓設定圧力値を超えないよう、注入材流量を自動制御

→ 周辺構造物、周辺地盤への影響を低減

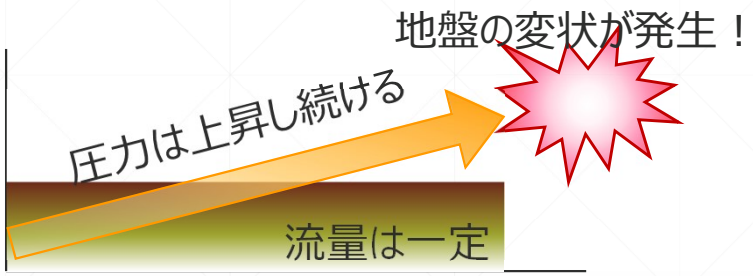
→ ダムグラウトで培った注入技術を、軟弱地盤を対象とした薬液注入に応用



従来は注入材流量は常に一定

→ 注入圧力は上昇し続ける

→ 地盤の変状が発生

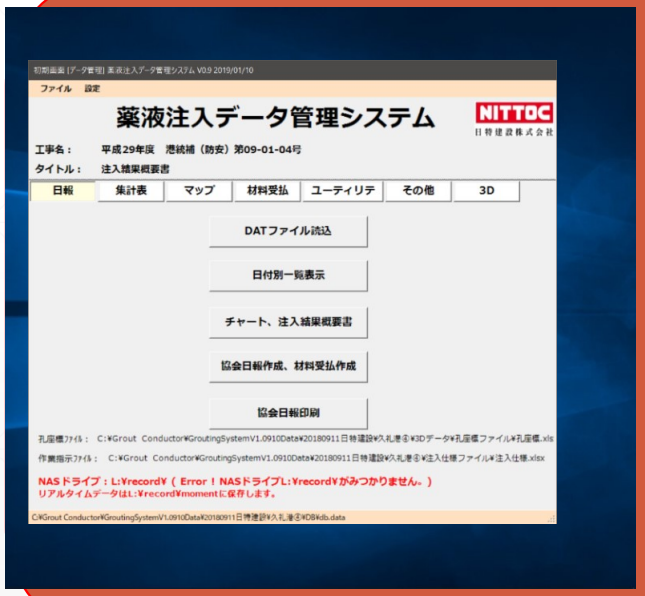


施工管理システムの機能（2）

❖ 注入データの取得と日報等の**帳票を自動作成**

管理システム

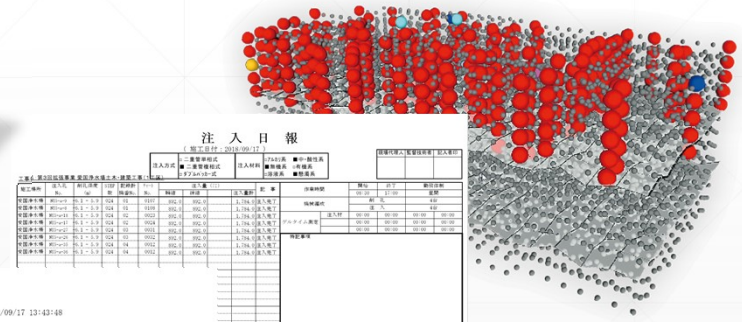
- Grout Conductorから読み取ったデータを自動解析し自動出力



データの取得

自動出力

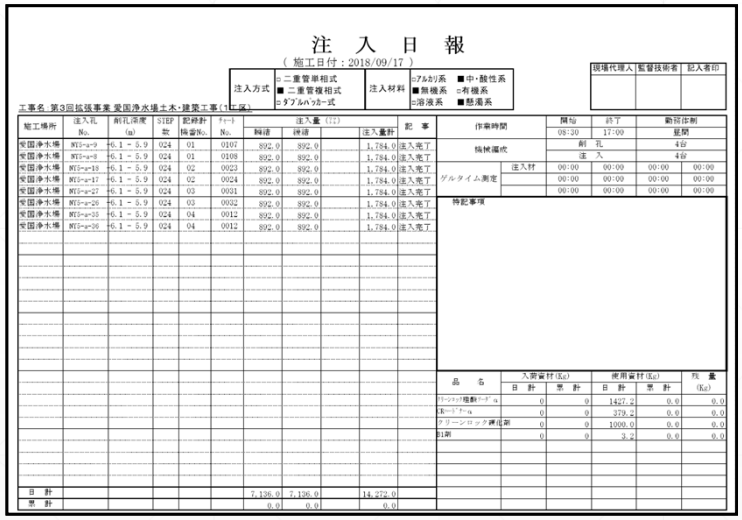
提出書類
解析資料



Grout Conductor の機能 (2)

✓注入データをデジタルで集積（省力化）

→ 帳票の自動作成が可能



注　入　日　報

（施工日付：2018/09/17）

注入方式 □二重管単相式 ■二重管複相式 □ダブルパッカー式

注入材料 □アルカリ系 ■中・酸性系 ■無機系 □有機系 □溶液系 ■懸濁系

現場代理人 監督技術者 記入者印

工事名 第3回拡張事業 愛国浄水場土木・建築工事（1工区）

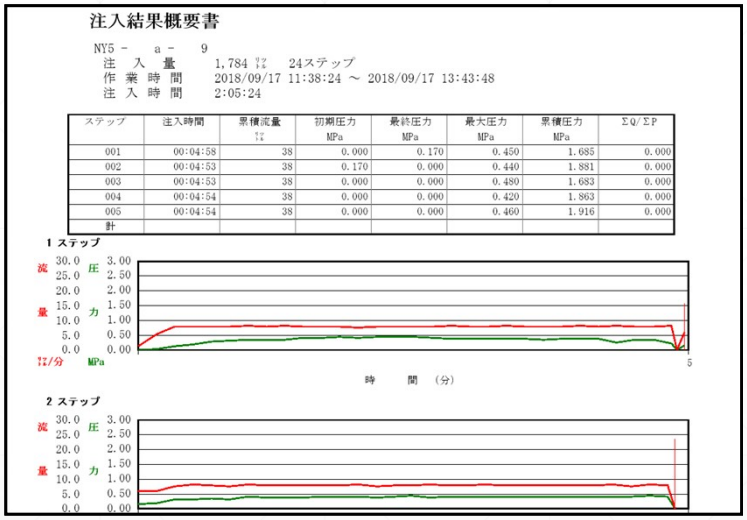
施工場所	注入孔No.	削孔深度(m)	STEP数	記録計No.	チャートNo.	注入量(ℓ) 開始	終了	注入量計	記事
愛国浄水場	NY5-a-9	6.1 - 5.9	024	01	0107	892.0	892.0	1,784.0	注入完了
愛国浄水場	NY5-a-8	6.1 - 5.9	024	01	0108	892.0	892.0	1,784.0	注入完了
愛国浄水場	NY5-a-18	6.1 - 5.9	024	02	0023	892.0	892.0	1,784.0	注入完了
愛国浄水場	NY5-a-17	6.1 - 5.9	024	02	0024	892.0	892.0	1,784.0	注入完了
愛国浄水場	NY5-a-27	6.1 - 5.9	024	03	0031	892.0	892.0	1,784.0	注入完了
愛国浄水場	NY5-a-26	6.1 - 5.9	024	03	0032	892.0	892.0	1,784.0	注入完了
愛国浄水場	NY5-a-35	6.1 - 5.9	024	04	0012	892.0	892.0	1,784.0	注入完了
愛国浄水場	NY5-a-36	6.1 - 5.9	024	04	0012	892.0	892.0	1,784.0	注入完了
日　計						7,136.0	7,136.0	14,272.0	
累　計						0.0	0.0	0.0	

作業時間	開始	終了	動容作制	
	08:30	17:00	昼間	
施設温度	削　孔		4台	
	注　入		4台	
ゲルタイム測定 注入材	00:00	00:00	00:00	00:00
	00:00	00:00	00:00	00:00
	00:00	00:00	00:00	00:00

特記事項

品　名	入荷資材(Kg) 日計	累計	使用資材(Kg) 日計	累計	残量(Kg)
ﾌﾘｰｼｯﾌﾟ種類ﾌﾟｰﾄﾞﾙ	0	0	1427.2	0.0	0.0
ｾﾒﾝﾄﾍﾞｰﾅｰ	0	0	379.2	0.0	0.0
クリーンロック硬化剤	0	0	1000.0	0.0	0.0
B1剤	0	0	3.2	0.0	0.0

注入日報



注入結果概要書

NY5 - a - 9

注　入　量　1,784 ℓ　24ステップ

作　業　時　間　2018/09/17 11:38:24 ～ 2018/09/17 13:43:48

注　入　時　間　2:05:24

ステップ	注入時間	累積流量 ℓ	初期圧力 MPa	最終圧力 MPa	最大圧力 MPa	累積圧力 MPa	ΣQ/ΣP
001	00:04:58	38	0.000	0.170	0.450	1.685	0.000
002	00:04:53	38	0.170	0.000	0.440	1.881	0.000
003	00:04:53	38	0.000	0.000	0.480	1.683	0.000
004	00:04:54	38	0.000	0.000	0.420	1.863	0.000
005	00:04:54	38	0.000	0.000	0.460	1.916	0.000
計							

1 ステップ

流量 ℓ/分　圧力 MPa　時間（分）

2 ステップ

注入結果概要書

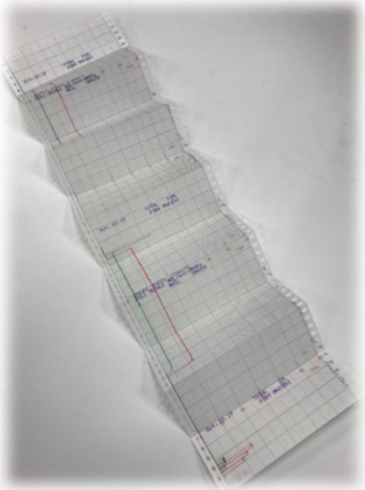
施工管理システムの機能（3）

❖ 注入データの３次元表示

【 従 来 】

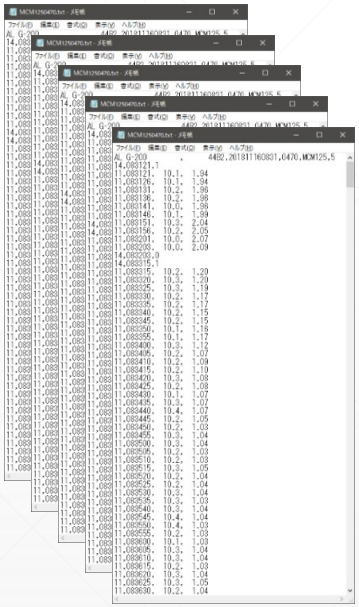
✓日報などの提出書類は手入力

✓データはチャート用紙を人が読み手動で抽出し、解析

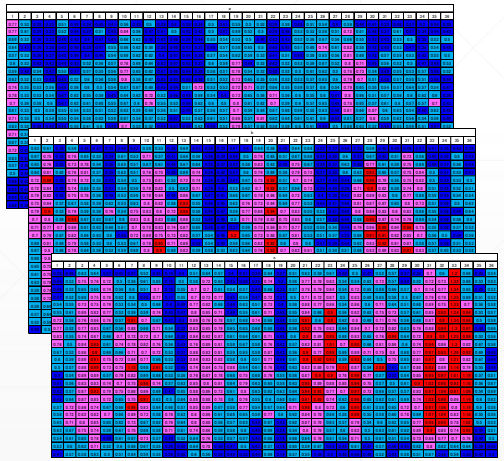


チャート紙

手入力



手入力

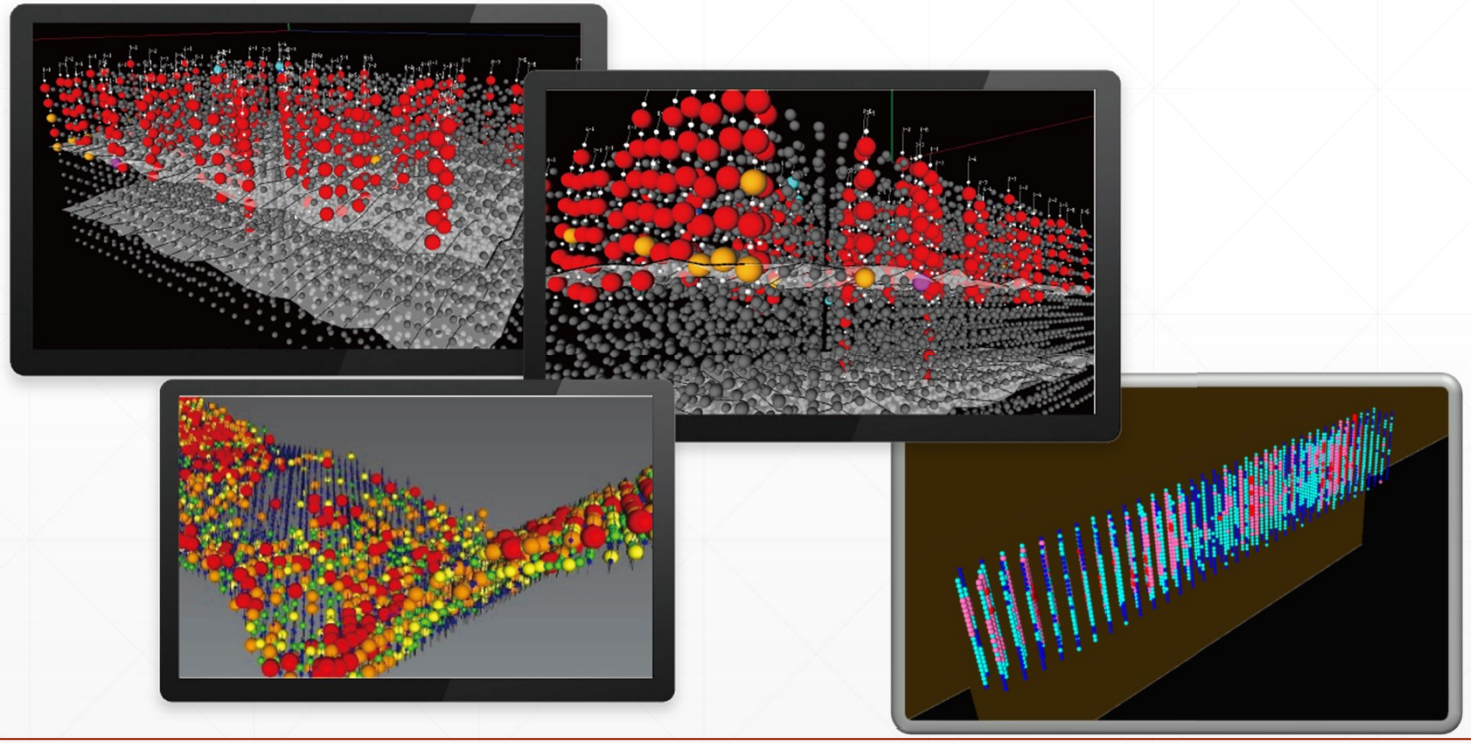


注入マップ等

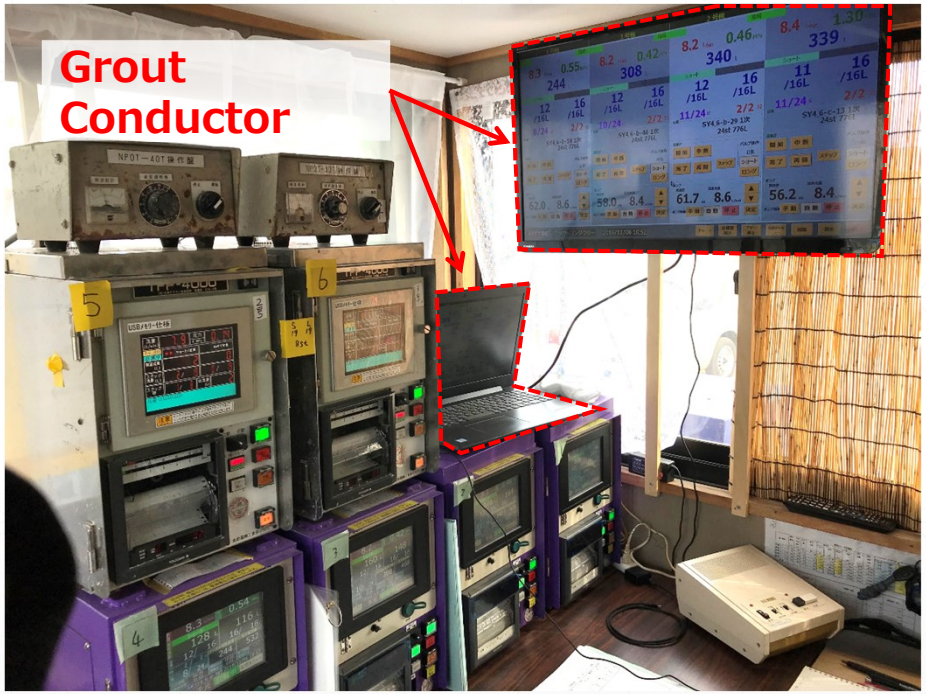
Grout Conductor の機能 (3)

✓注入データをデジタルで集積（省力化）

→ 施工データの3D表示が可能



Grout Conductor 稼働状況 (1)



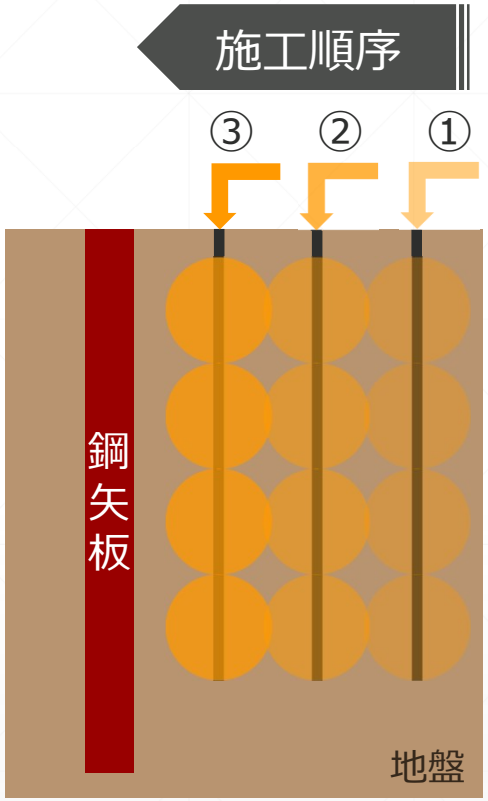
Grout Conductor 稼働状況 (2)

３Ｄ表示の有効活用

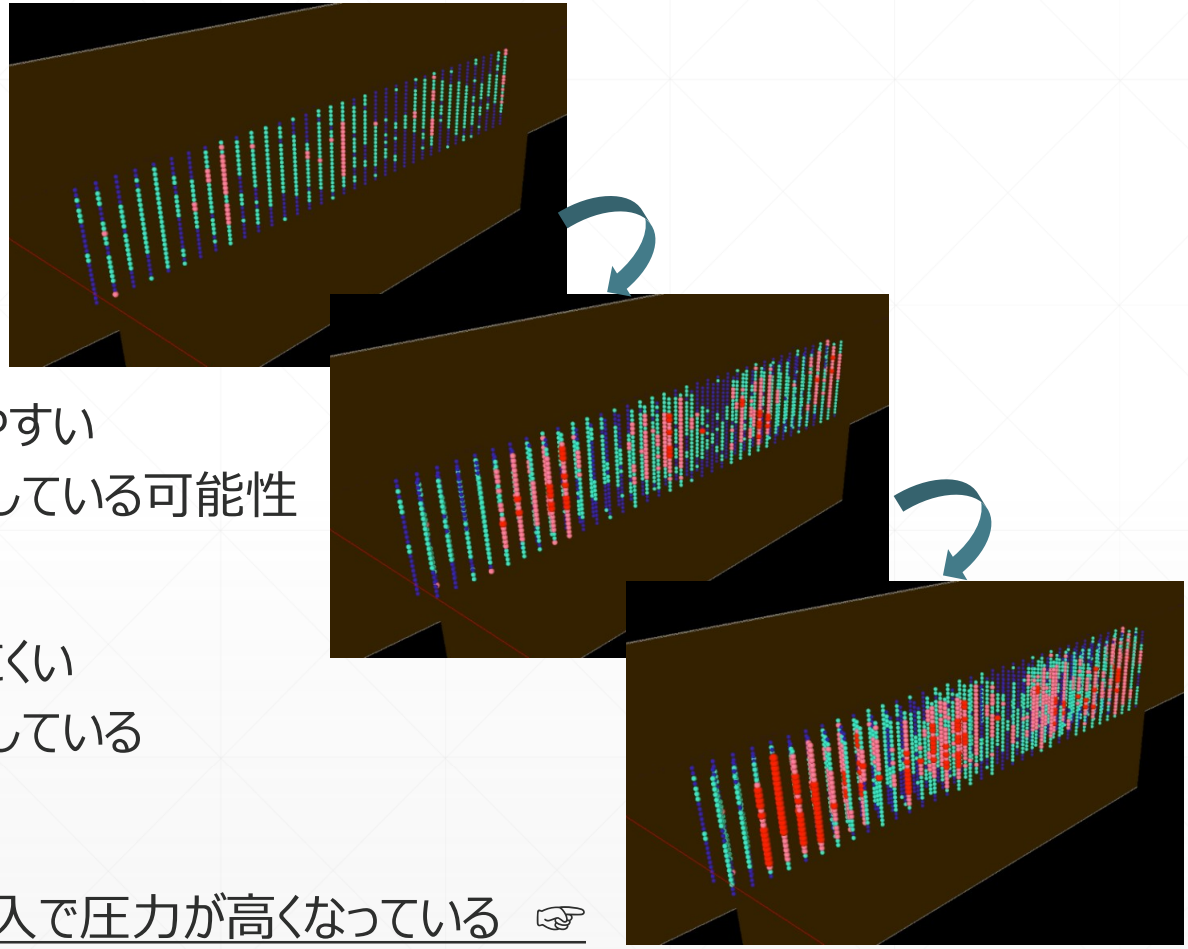
従来では確認が難しかった**地中内の注入状況**を

『容易』に、**『素早く』**確認することができます。

注入圧力による改良効果（注入量の過不足）の確認



鋼矢板の外側から内側に施工

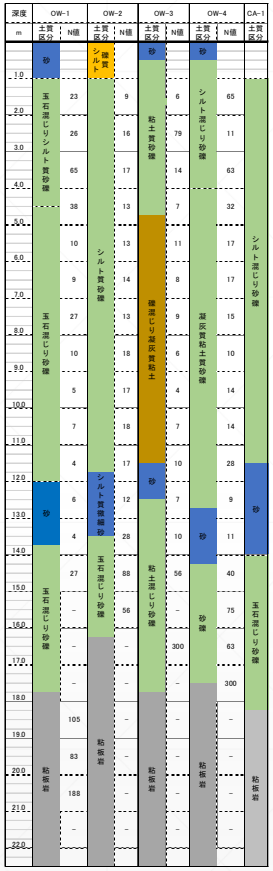


圧力が低い
・注入材が入りやすい
・注入量が不足している可能性

圧力が高い
・注入材が入りにくい
・注入量が満足している

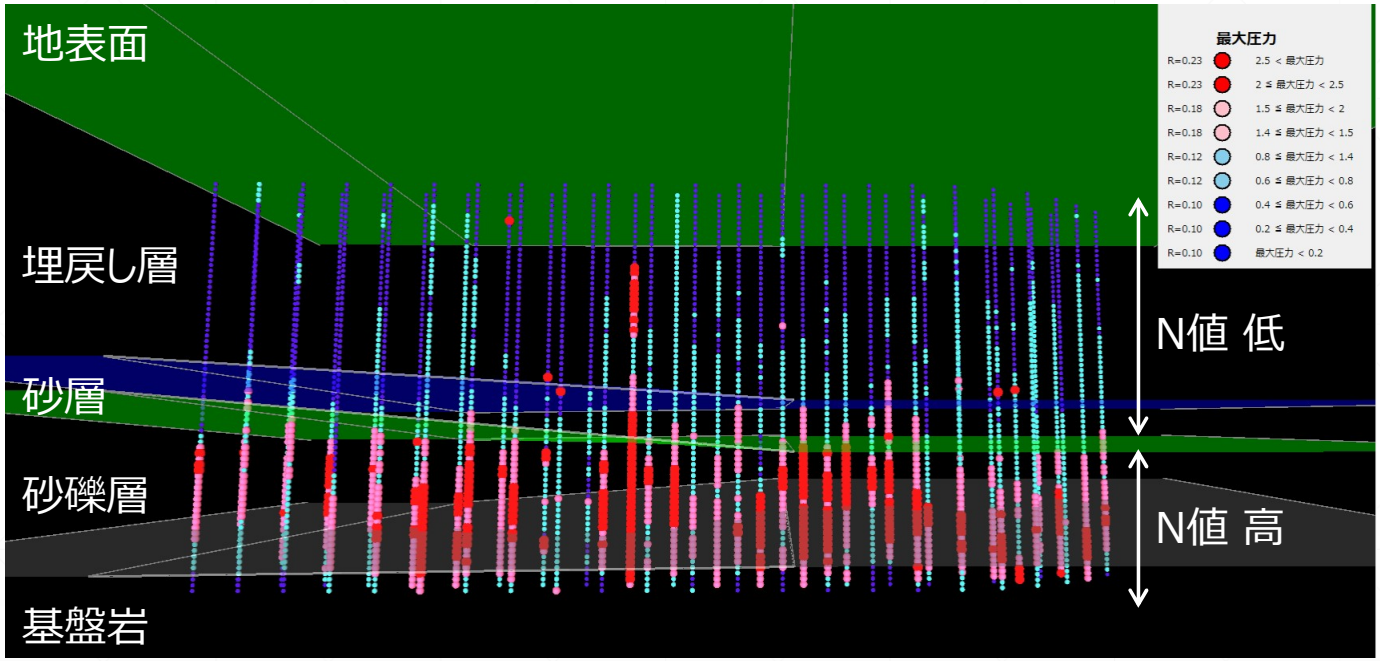
外側の注入が壁の役割を果たし、内側の注入で圧力が高くなっている ☞

地盤情報とのリンク



調査ボーリング結果

入力



●圧力が低い：注入材が入りやすい ☞ N値が低い範囲と一致

●圧力が高い：注入材が入りにくい ☞ N値が高い範囲と一致

地盤情報と施工データの関係が一目で判断できる！

まとめ（Grout Conductorを使えば･･･）

① 施工情報をデジタル化、3D表示可視化し「見える化」に対応。

② 得られたデータの「集積、分析、評価」で効果の判定に活用。

③ 汎用機械の制御・運転を自動化することで、作業員の省力化、負担を軽減、熟練工不要。