

社会基盤技術研究部 地盤研究室

2020年5月14日(木)
第20回JICE研究開発助成 成果報告会

重点研究課題 研究課題番号 (9)
助成受付番号 第18011号

セメント系改良地盤の 効率的な品質評価手法に関する研究

大成建設株式会社
For a Lively World

技術センター社会基盤技術研究部 地盤研究室
主席研究員 石井 裕泰

1

社会基盤技術研究部 地盤研究室

はじめに | 地盤改良分野で進むICT

杭芯座標・杭番号・杭径・杭深・杭間隔・杭位置など
杭打設結果表
設計・計画データ
施工情報の集約
作図
三次元データの可視化
機械誘導
管理装置
施工管理
モニタ

- 施工機械に取り付けたセンサーにて、改良プロセスデータを収集。
- 三次元データとして自動集約、可視化。
- 施工管理・記録作成を大幅効率化。

図-6 施工管理の流れ(深層混合処理工法)

① 位置情報をもとに、施工結果を管理

スラリー量 羽根回転数 電流値

出典：宮川ら「地盤改良分野におけるICT活用技術の紹介」, 基礎工, Vol.45, No.6, pp.51~54, 2017.6

2

社会基盤技術研究部 地盤研究室

はじめに | 地盤改良分野で進むICT

杭芯座標・杭番号・杭径・杭深・杭間隔・杭位置など
杭打設結果表
設計・計画データ
施工情報の集約
作図
三次元データの可視化
機械誘導
管理装置
施工管理
モニタ

- 施工機械に取り付けたセンサーにて、改良プロセスデータを収集。
- 三次元データとして自動集約、可視化。
- 施工管理・記録作成を大幅効率化。

ICT活用の高度化：施工結果としての改良品質データの収集。

→空間分布など、きめ細かな改良品質実態の把握、見える化
→施工プロセスデータとの突合せにより施工法改善、設計法合理化に展開

出典：宮川ら「地盤改良分野におけるICT活用技術の紹介」, 基礎工, Vol.45, No.6, pp.51~54, 2017.6

3

社会基盤技術研究部 地盤研究室

はじめに | 実装検討の調査技術 ~針貫入試験~

検討対象：針貫入試験(JGS3431)

机上型

針貫入勾配 $N_p(N/mm)$
= 貫入荷重(N)/貫入長さ(mm)

携帯型

針貫入勾配 $N_p(N/mm)$
= 貫入量10mm時点の N から反力から換算

換算方法： N_p と q_u の相関図
(出典：丸東製作所HP)

相関図は簡易な一軸圧縮強度の推定法として広く利用。

利便性から、携帯型による測定、データ蓄積が主流。

4

社会基盤技術研究部 地盤研究室

はじめに | 実装検討の調査技術 ~針貫入試験~

検討対象：針貫入試験(JGS第三の形態「原位置挿入型」の相関図)

机上型

①測定孔壁の準備
②孔壁を用いた試験

地上装置
改良地盤
データ伝送装置
カメラ
針貫入
地中装置

針貫入勾配 $N_p(N/mm)$
= 貫入荷重(N)/貫入長さ(mm)

針貫入勾配 $N_p(N/mm)$
= 貫入量10mm時点の N から反力から換算

第三の形態「原位置挿入型」の実現から、携帯型による測定、ICT活用の高度化に資する地盤調査技術の提供

5

社会基盤技術研究部 地盤研究室

はじめに | 2018年度に開発した試作測定装置

動画で装置の各機能・動作を解説

6

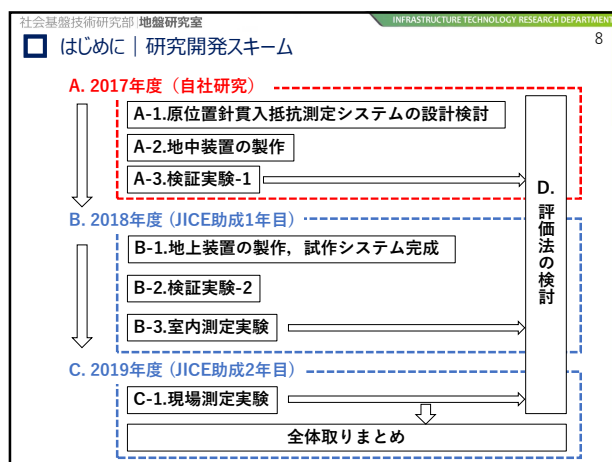
社会基盤技術研究部 地盤研究室 INFRASTRUCTURE TECHNOLOGY RESEARCH DEPARTMENT

はじめに | 試作測定装置での検討対象

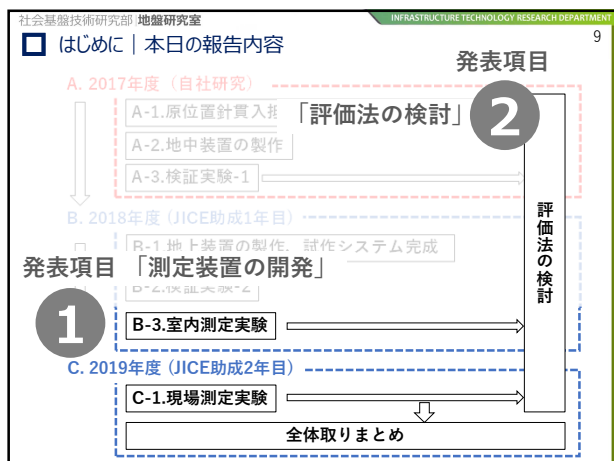
No.	助成計画 (年度)	測定対象	実施 場所	一軸圧縮強さ (kN/m ²)			
				0 ~ 500	500 ~ 1,000	1,000 ~ 5,000	5,000 ~ 10,000
1	1年目	機械攪拌改良体	現場				
2	(2018)	流動化処理土	室内				
3	2年目 (2019)	締固め安定処理土	現場				
4		機械攪拌改良体	現場				
5		流動化処理土	室内				
6		締固め安定処理土	室内				
7		締固め安定処理土	現場				

1年目の取り組みに締固め安定処理土を加えて、現場、室内での測定実験を計画。強度水準が想定測定範囲を網羅できるよう配慮。

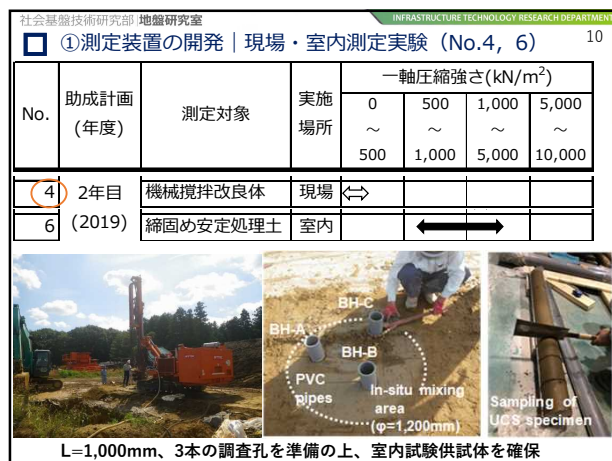
7



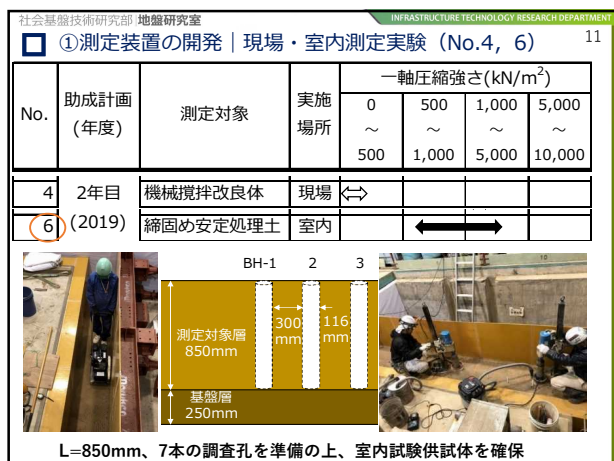
8



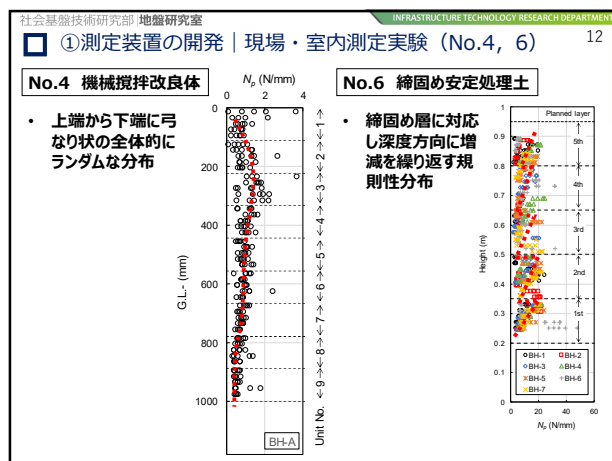
9



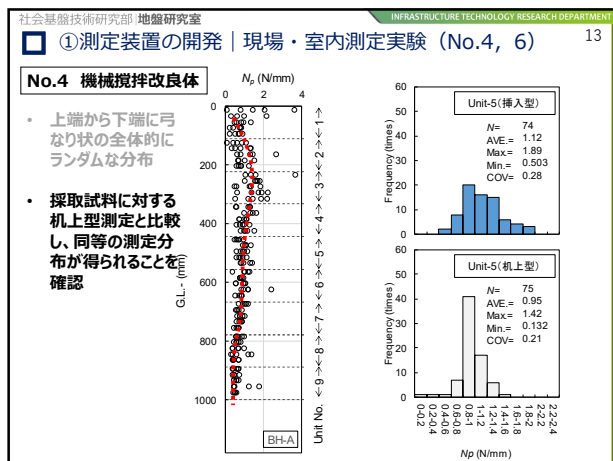
10



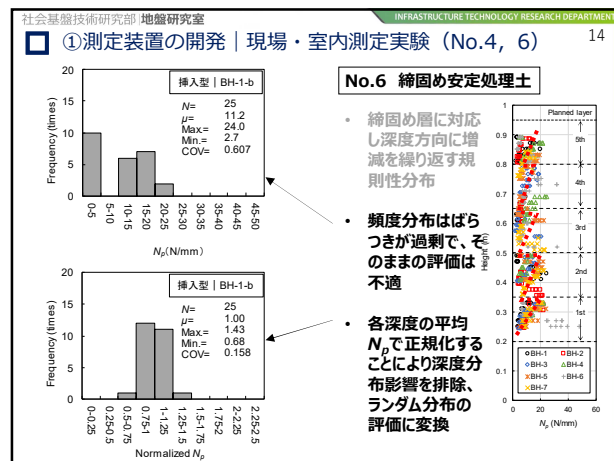
11



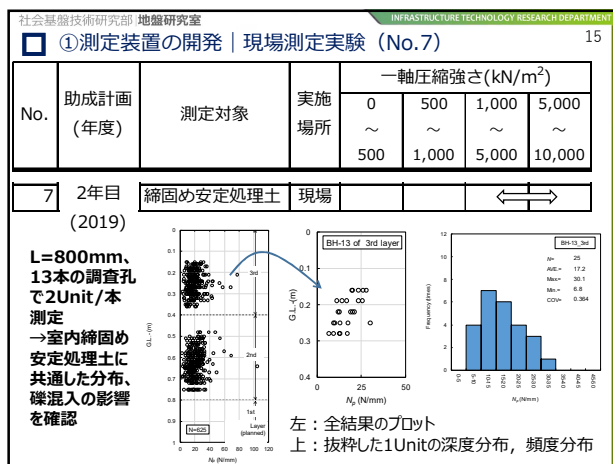
12



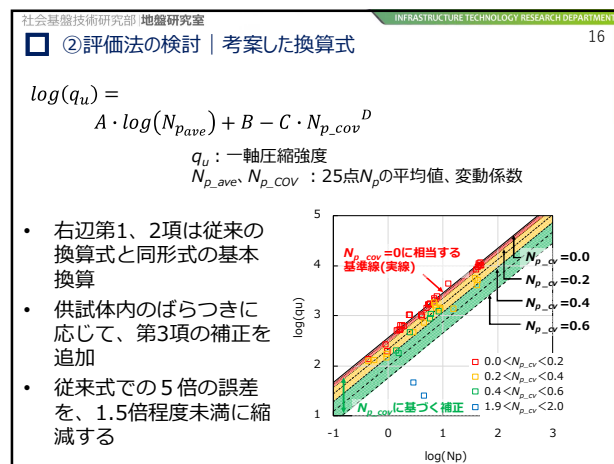
13



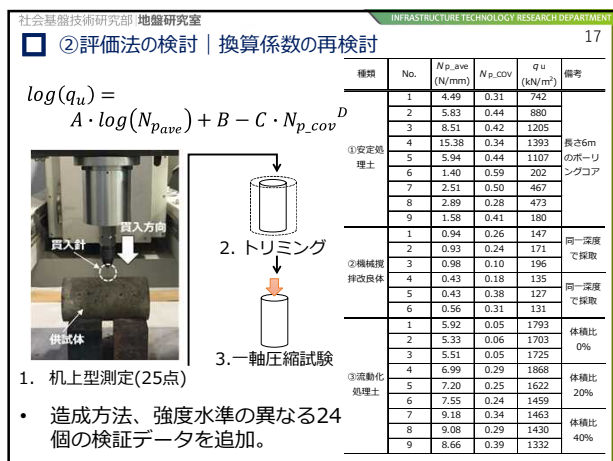
14



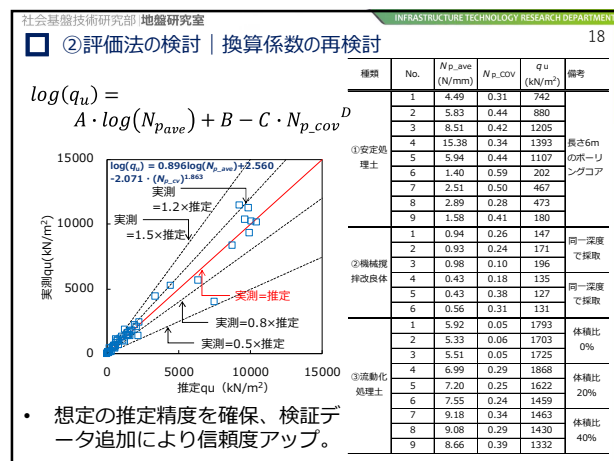
15



16



17



18

社会基盤技術研究部 地盤研究室 INFRASTRUCTURE TECHNOLOGY RESEARCH DEPARTMENT 19

□ おわりに

■ プレゼン時間の都合省略したその他の結果：

- 測定装置：スパーサー着脱機構を加えて、測定孔サイズの適用幅を拡大。
- 評価方法：針貫入抵抗 N_p に規則性分布を有する締固め安定処理土に対して、換算パラメータの設定・選択法を提示。礫混入の扱い、測定時の注意事項を明示。

■ 2019年度の助成研究の推進にあたり、



東京工業大学
Tokyo Institute of Technology

環境・社会理工学院
土木・環境工学系
笠間 清伸 准教授

にご指導を頂きました。

19

社会基盤技術研究部 地盤研究室 INFRASTRUCTURE TECHNOLOGY RESEARCH DEPARTMENT 20

□ おわりに

2年の助成研究としてのまとめ

- i. 原位置針貫入抵抗測定装置の開発に関して
 - 第三の方式として挿入型装置を発明、試作機を製作した。
 - 机上型装置との比較で結果の信頼性を確認した。
 - 測定Unit単位での強度の違いをきめ細かく確認できる有用性を、各測定実験を通して確認した。
 - 締固め安定処理土については、締固め面の位置、強度の深度方向分布など、これまでの一軸圧縮強度による手法では確認できなかった施工・品質検証ができることを確認した。
- ii. 強度評価法の検討を通して
 - 25点 N_p の平均値と q_u を関連付けた「基準換算」、および N_p の変動係数の増加に伴い q_u を低減する「ばらつき補正」を特徴とする新たな換算式を考案した。

20

社会基盤技術研究部 地盤研究室 INFRASTRUCTURE TECHNOLOGY RESEARCH DEPARTMENT 21

□ おわりに

2年の助成研究としてのまとめ

- 各種測定実験を通して、従来の換算法に比べて精度、信頼度を向上した換算値の算定が可能であることを確認した。
- 針貫入抵抗 N_p がランダム分布となるスラリー攪拌改良に対して、締固め面から規則分布が生じる締固め安定処理土について、その施工実態と強度特性を加味した換算パラメータの選定法を提示した。

iii. 今後の予定

自動化などの装置の機能増強、データ棄却条件の一般化を図りつつ、施工法や設計検討へのフィードバックを含めた活用策の具体化を発注機関や調査会社と連携して進める。

21

社会基盤技術研究部 地盤研究室 INFRASTRUCTURE TECHNOLOGY RESEARCH DEPARTMENT 22

□ おわりに

2019年度対外発表（投稿・発表分）

- ① “針貫入抵抗測定による一軸圧縮強さの推定法に関する考察(その1：多点測定による精度向上の可能性)”，第54回地盤工学研究発表会，2019。
- ② “針貫入抵抗測定による一軸圧縮強さの推定法に関する考察(その2：簡易数値解析に基づく補正検討)”，第54回地盤工学研究発表会，2019。
- ③ “セメント改良土を対象とした原位置針貫入抵抗測定の試み”，第74回土木学会年次学術講演会，2019。
- ④ “Preliminary examination on in-situ measurement of needle penetration resistance”，The 9th International Conference on Geotechnique, Construction Materials and Environment, GEOMATE2019, 2019。
- ⑤ “機械攪拌型セメント固化改良土を対象とした原位置挿入型による針貫入抵抗測定”，第55回地盤工学研究発表会，2020。
- ⑥ “種々のセメント改良土を対象とした針貫入抵抗による一軸圧縮強さ推定換算式”，第55回地盤工学研究発表会，2020。
- ⑦ “針貫入勾配測定を活用した締固めセメント安定処理土の品質評価(その1：机上型・挿入型装置での針貫入勾配測定)”，第75回土木学会年次学術講演会，2020。
- ⑧ “針貫入勾配測定を活用した締固めセメント安定処理土の品質評価(その2： N_p に基づく換算 q_u による評価)”，第75回土木学会年次学術講演会，2020。

22

社会基盤技術研究部 地盤研究室 INFRASTRUCTURE TECHNOLOGY RESEARCH DEPARTMENT 23

ご清聴ありがとうございました

23