

第2回 月面建設技術シンポジウム
2024年3月22日



宇宙建設革新プロジェクト

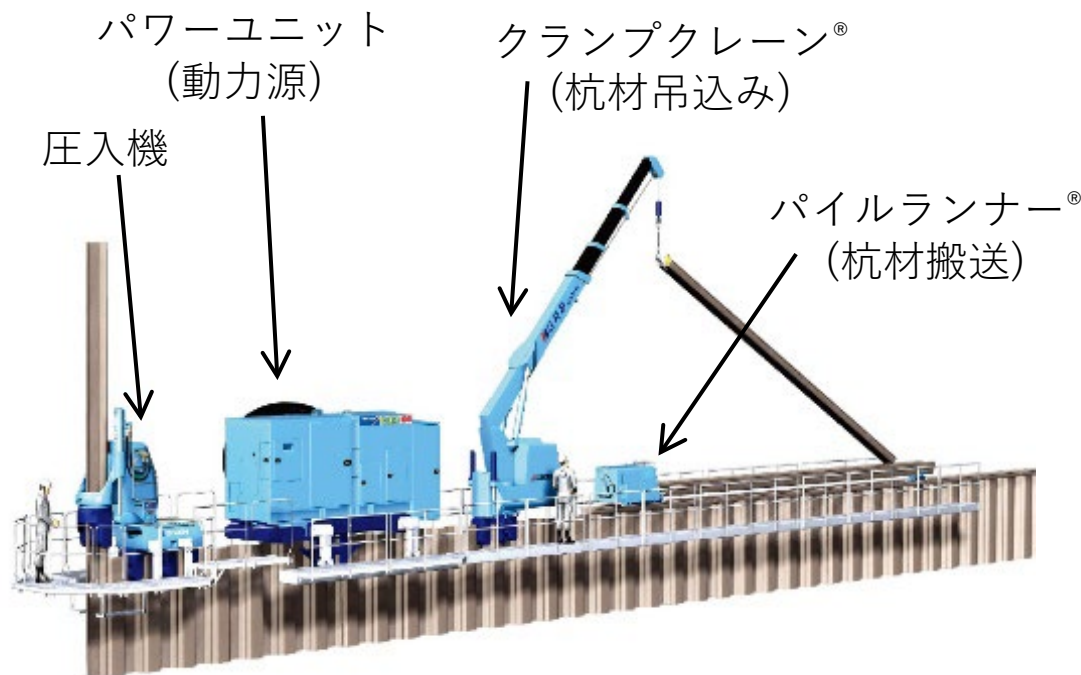
回転切削圧入の施工データを利用した、 月面建設の合理的な 設計施工プロセスの提案と評価

(株)技研製作所 石原 行博,
江口 正史, 岡田 浩一, 森 敦,
戸田 行紀, 矢野 悠真, 永野 美裕

- 圧入工法 = 壁や基礎などの建設のための、杭／矢板の貫入技術
- 静的貫入 → 低振動低騒音
- 反力を既設杭から得る → 空間効率の良さ、**重力に低依存**

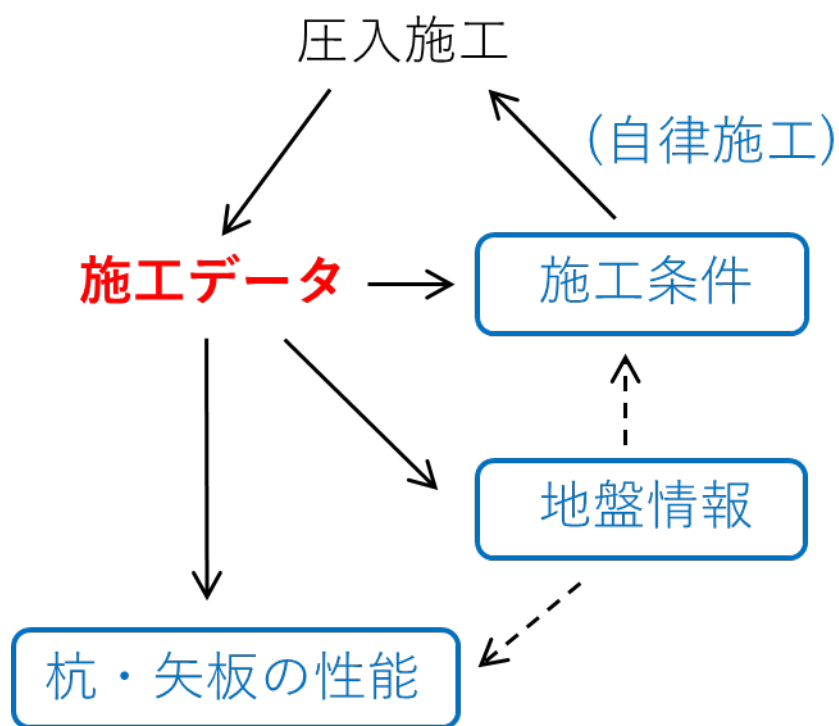


圧入機
(サイレントパイラー®)

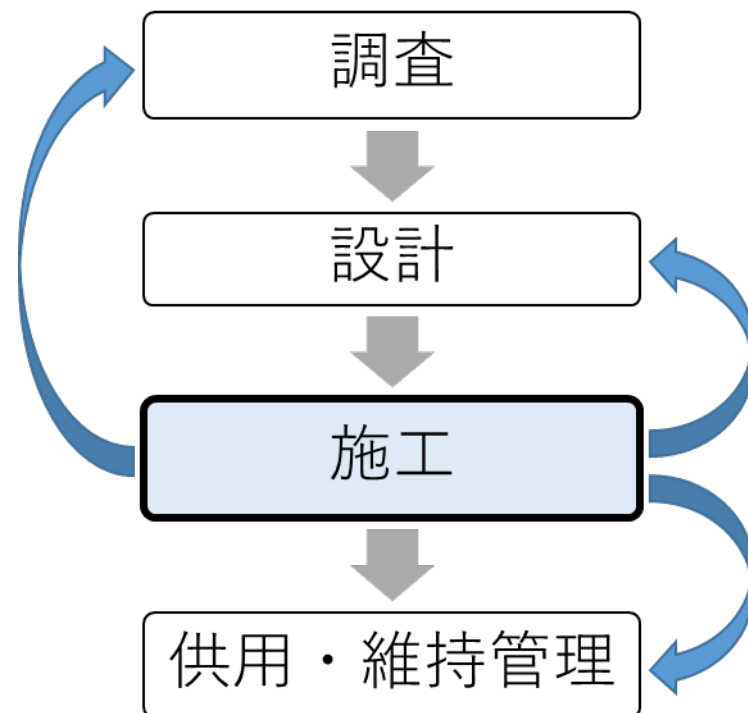


空間効率のよい施工システム

- 施工データ（圧入力・トルク）の全数取得が可能。
- 施工データは、加工することで複数の用途に応用でき、根入れ構造物の設計や施工の合理化に役立つと期待される。

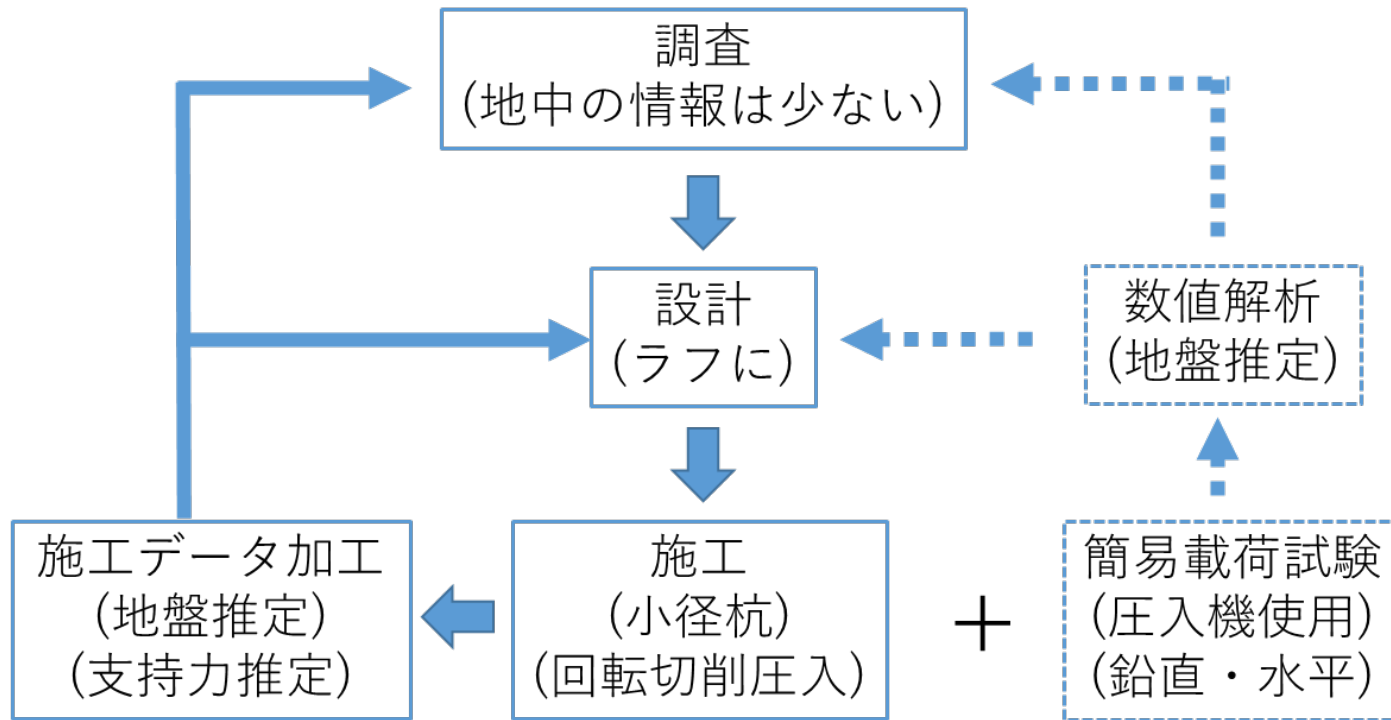


施工データ利用の要素技術のイメージ



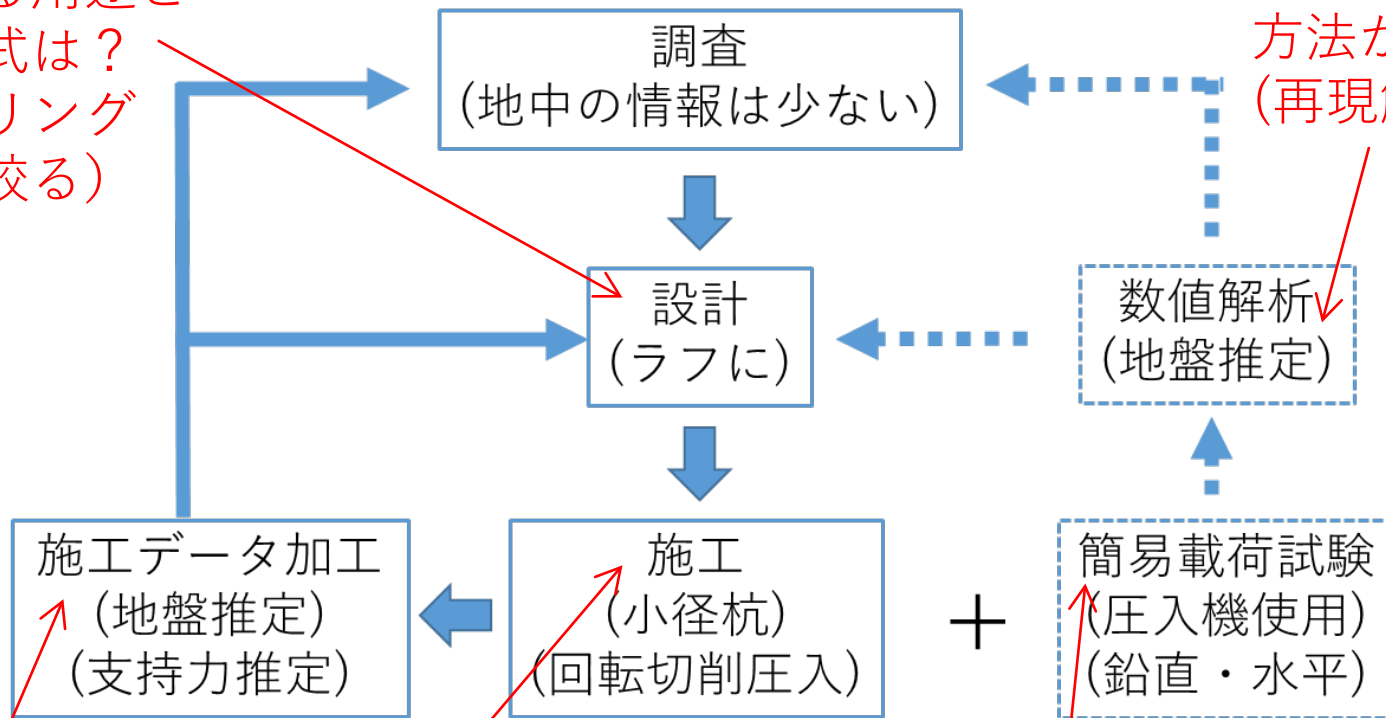
建設プロセス全体における
施工データ利用のイメージ

「施工データを利用して設計施工を合理化する技術の確立と
月面適用性の確保」



圧入工法を活用した建設プロセス (上図) を想定し、
各項目の実施可能性や妥当性を検証

想定する用途と
構造形式は？
(ヒアリング
等で絞る)



どのような解析
方法が妥当か？
(再現解析で検討)

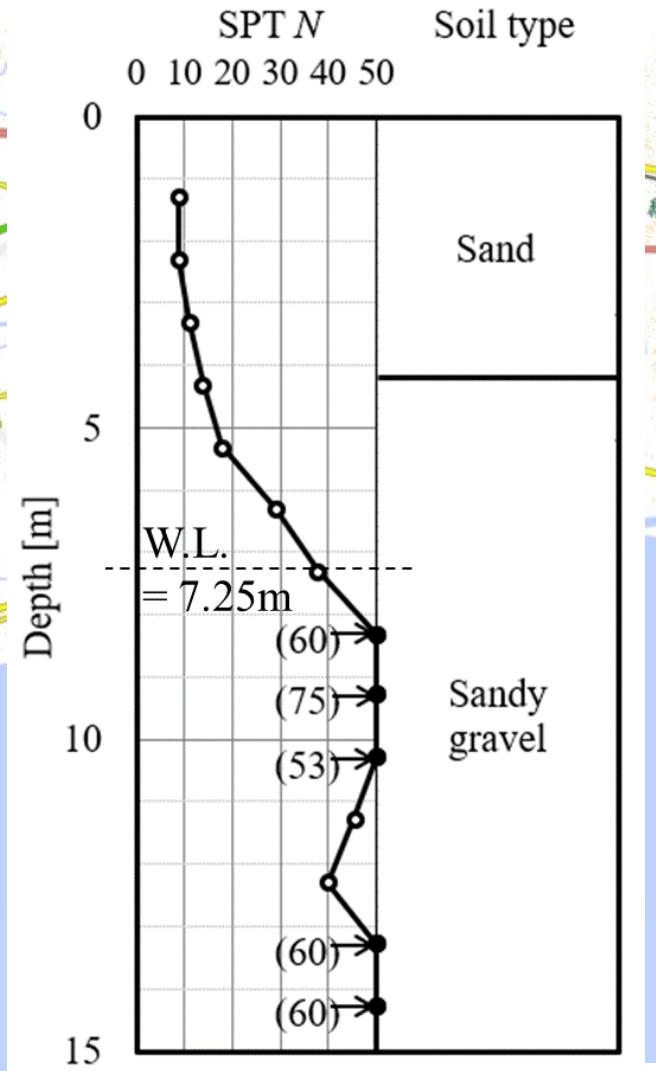
妥当な結果を
得られるか？
(分析して確認)

水なしで施工できるか？
施工時の荷重上限の影響は？
月の模擬砂での施工性は？
(実大・模型実験で確認)

妥当な結果を得られるか？
(実大実験で確認)



地理院地図(標準地図)に加筆



密な砂、地下水位以浅



閉端杭 (外径318.5mm)



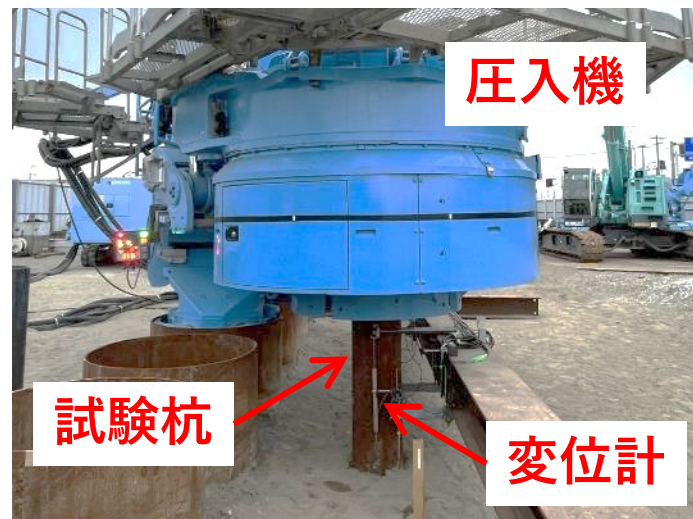
開端杭 (外径318.5mm)

- ① 圧入予定位置でのCPT ③ 簡易載荷試験
② 貫入試験 (回転切削圧入) (鉛直)



圧入機

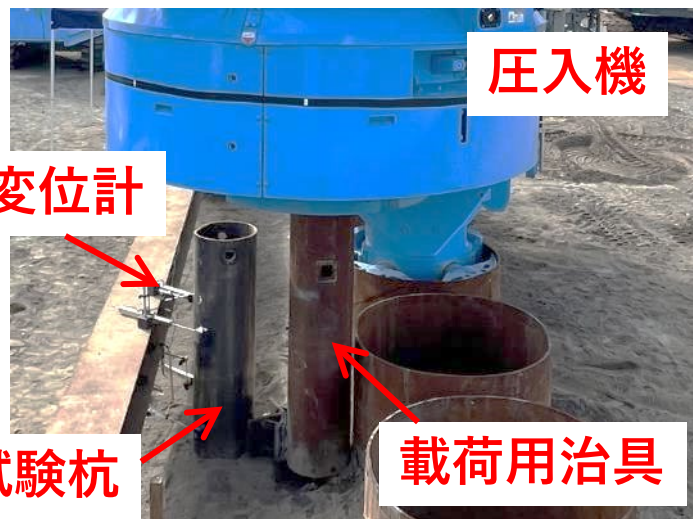
試験杭



圧入機

試験杭

変位計

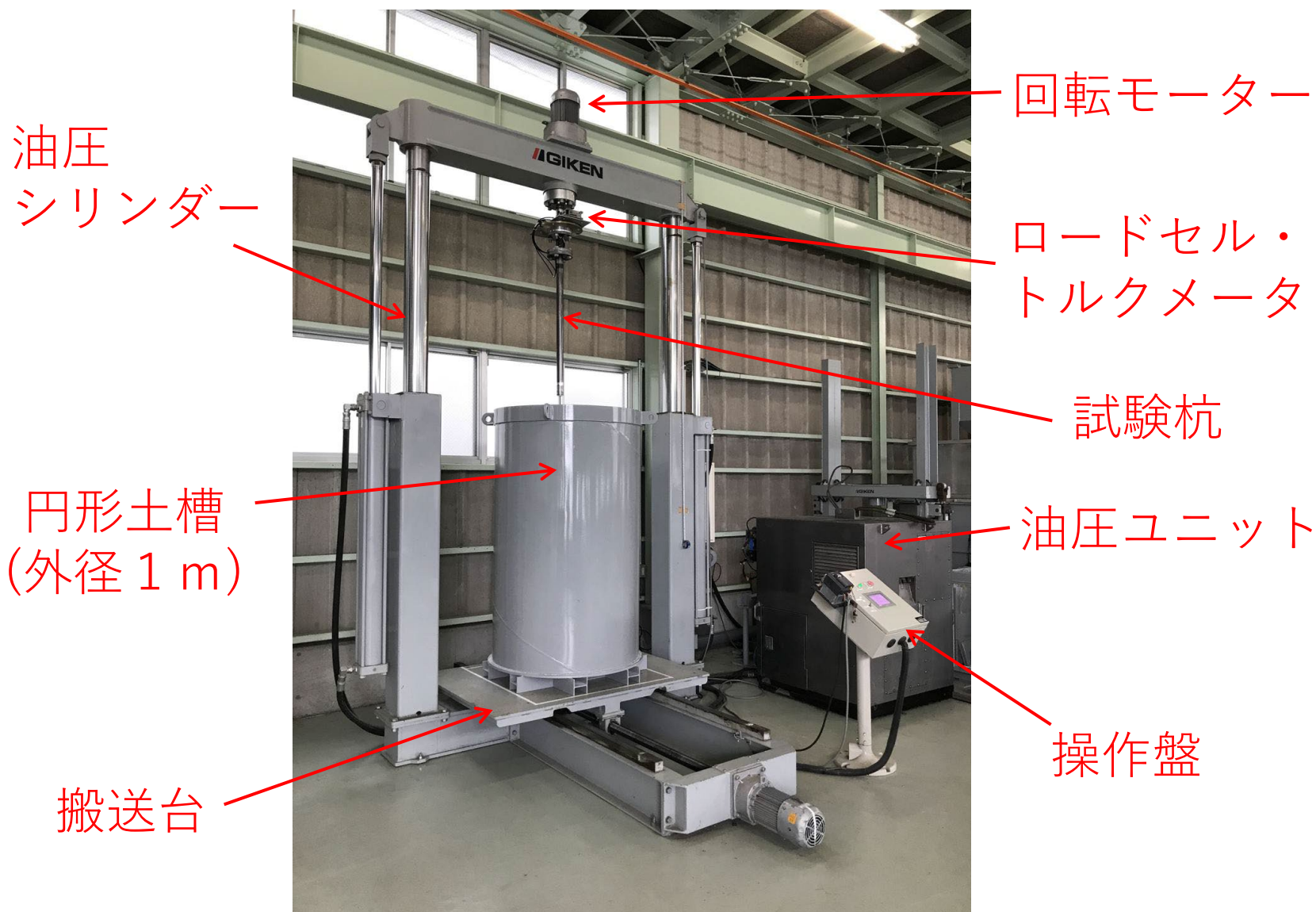


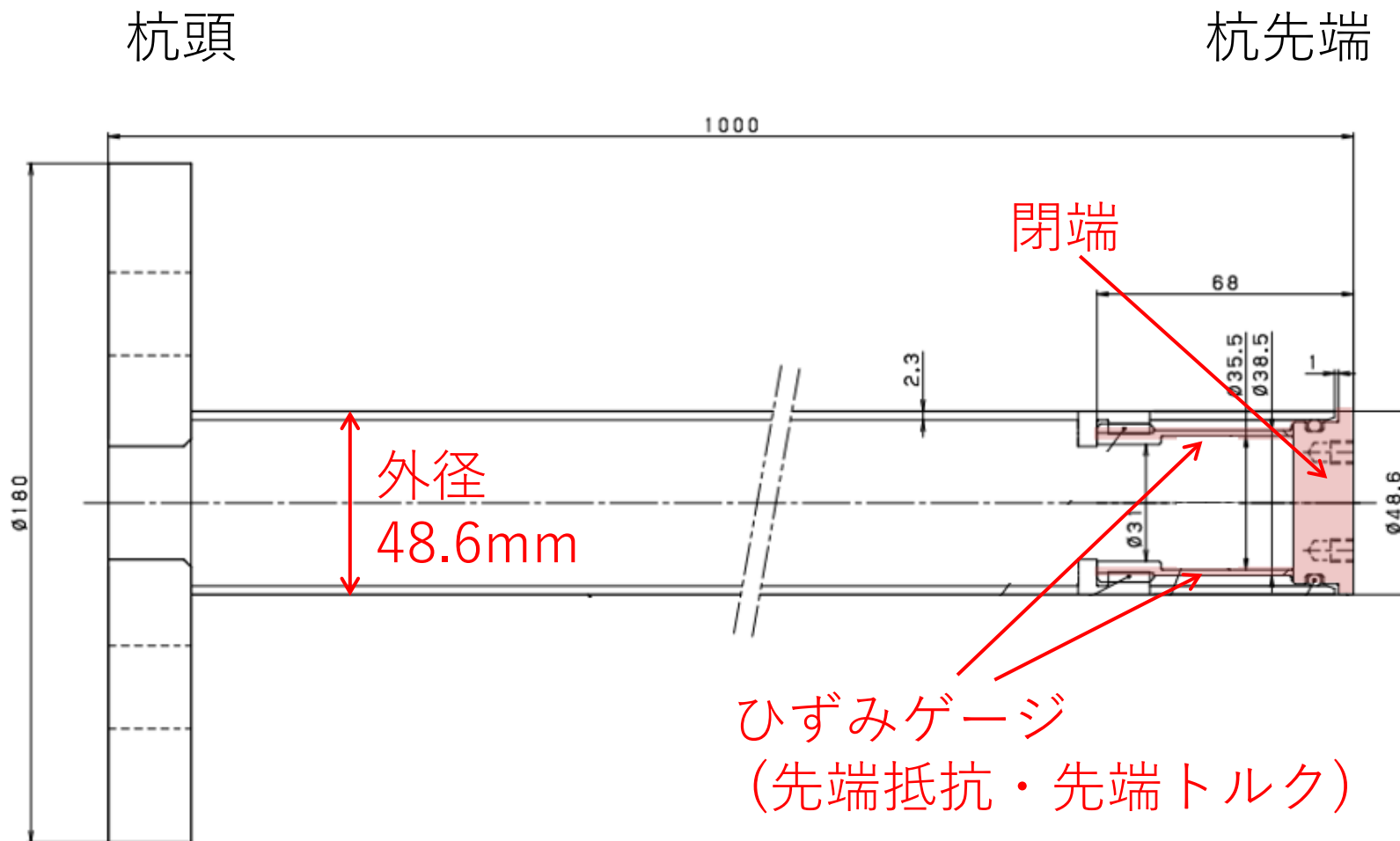
圧入機

変位計

試験杭

载荷用治具





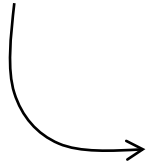
(1) FJS-1g



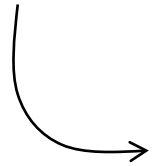
(2) 珪砂 6号



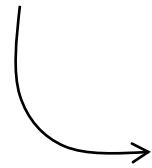
①地盤作製



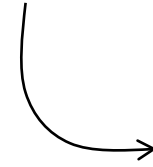
②回転圧入



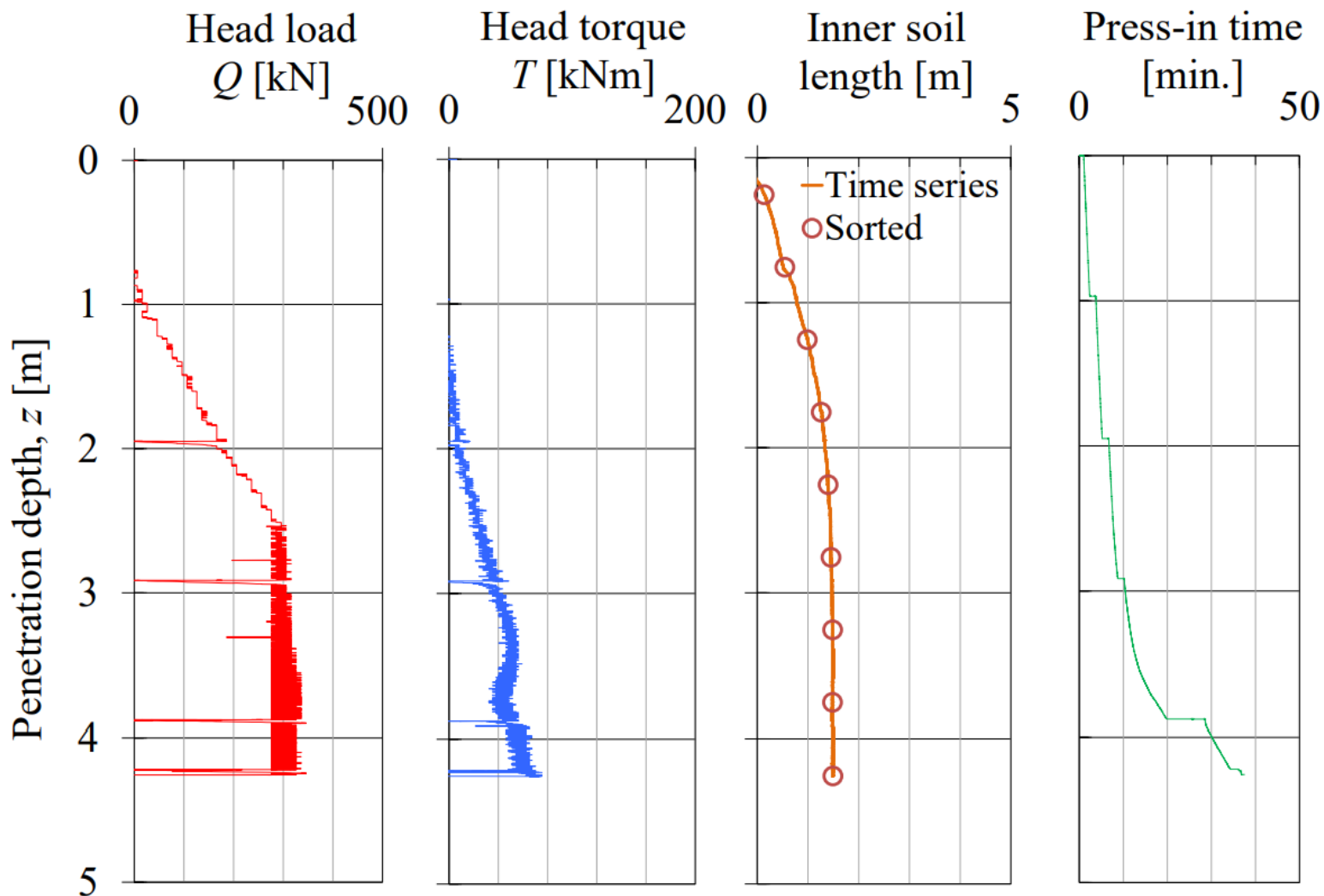
③鉛直載荷試験



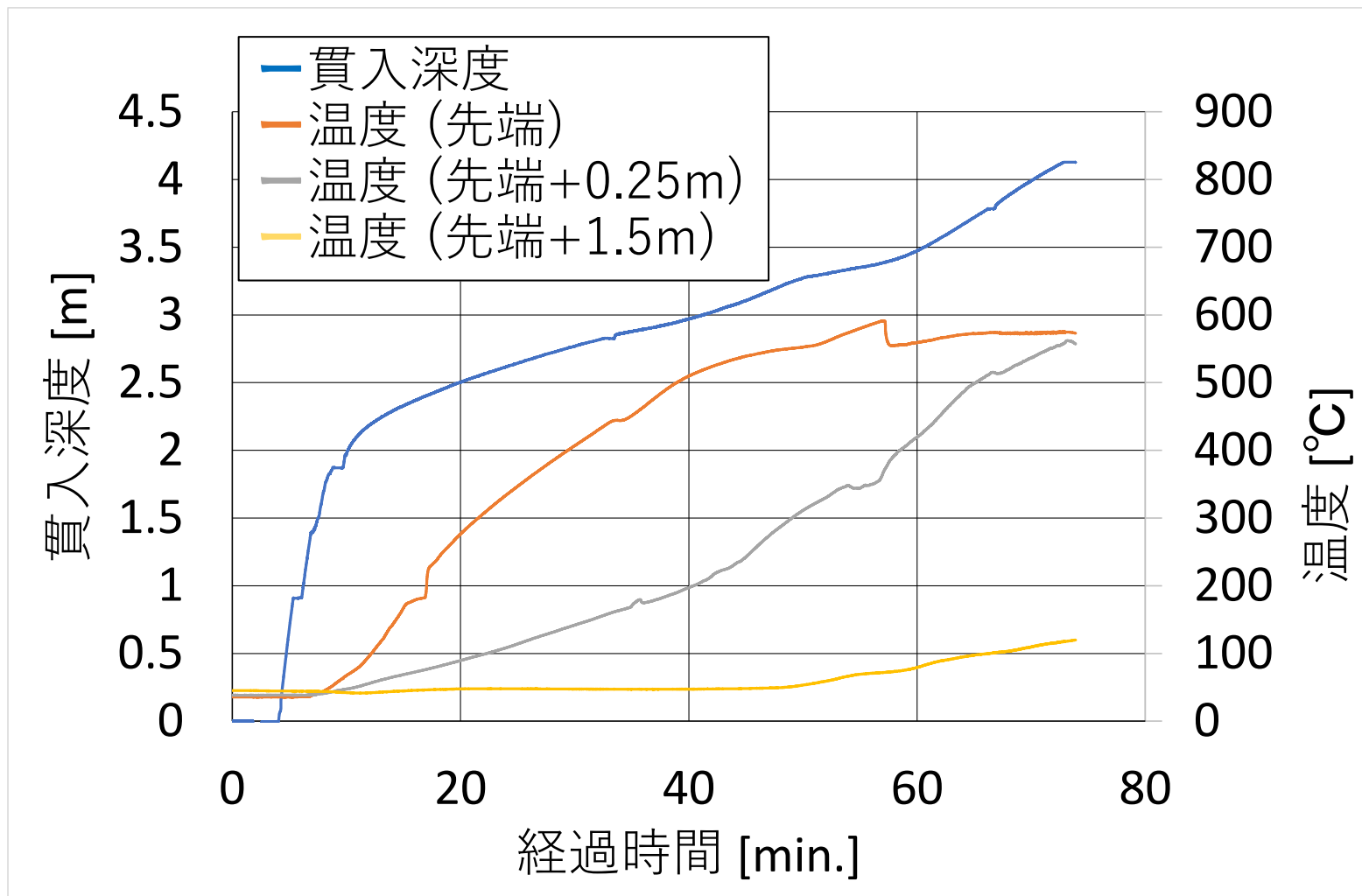
④杭の引抜



⑤CPT



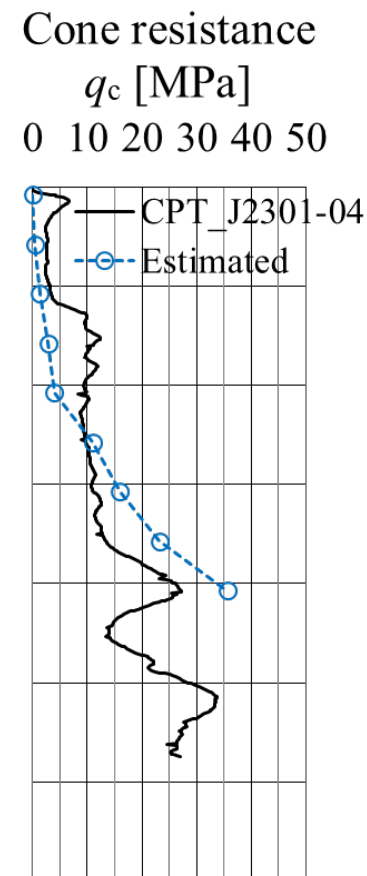
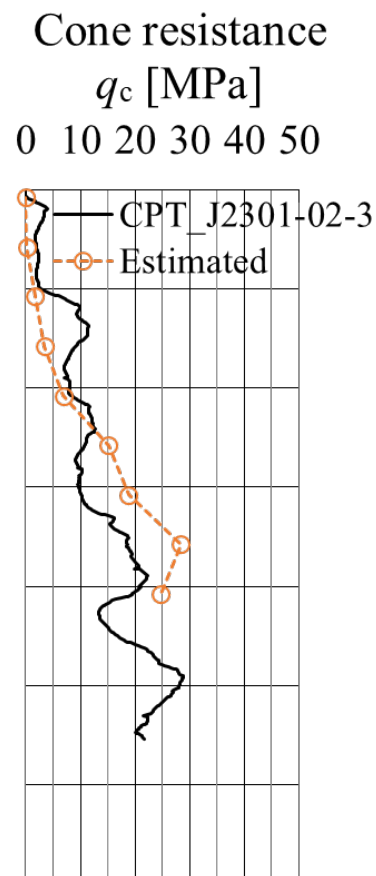
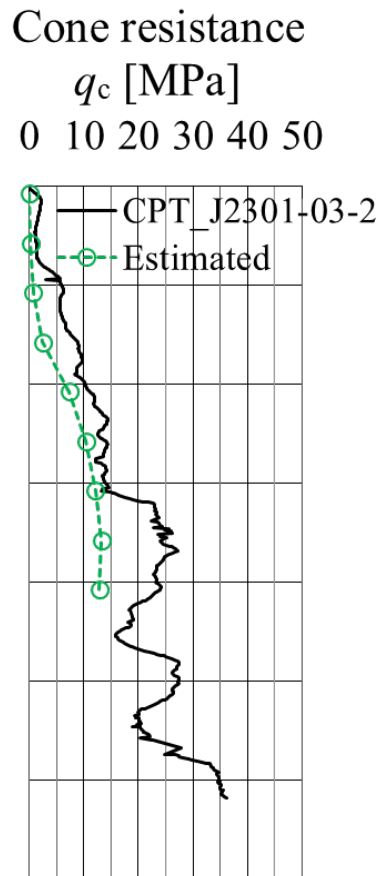
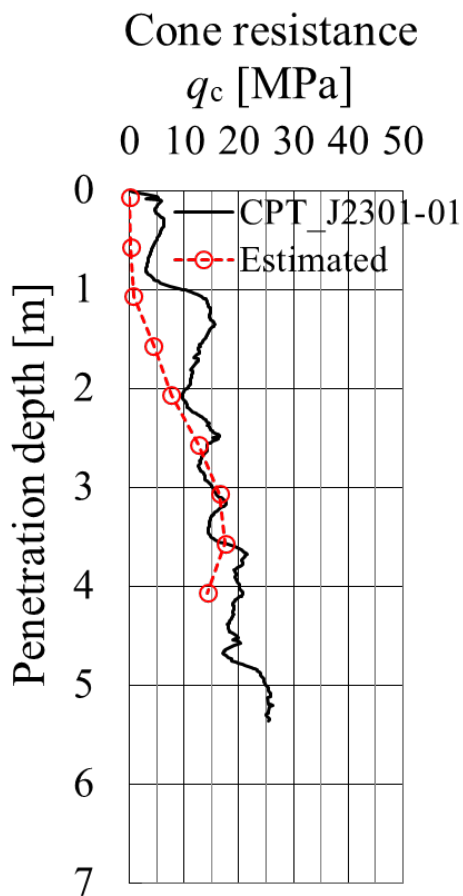
開端杭も施工可能、管内土長も取得



高熱と繰返し使用により損傷

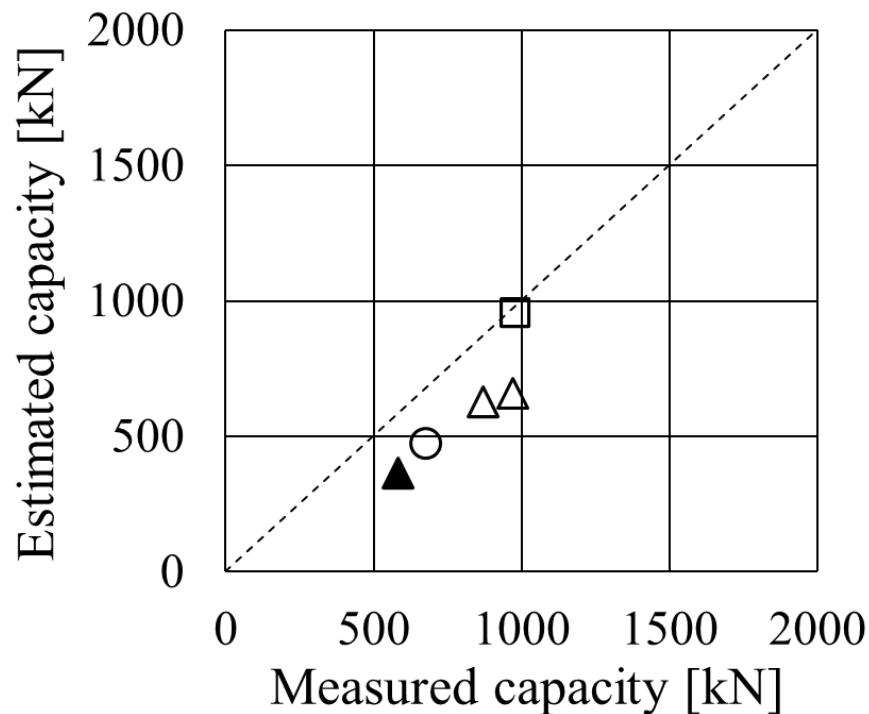
荷重上限あり

荷重上限なし

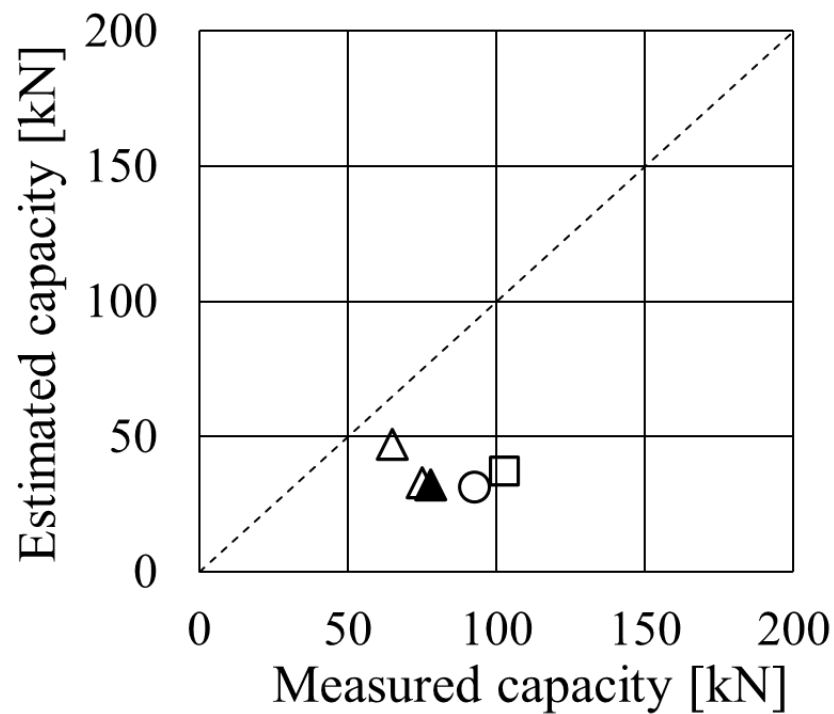


荷重上限なし > 地盤調査結果 (CPT) > 荷重上限あり

鉛直



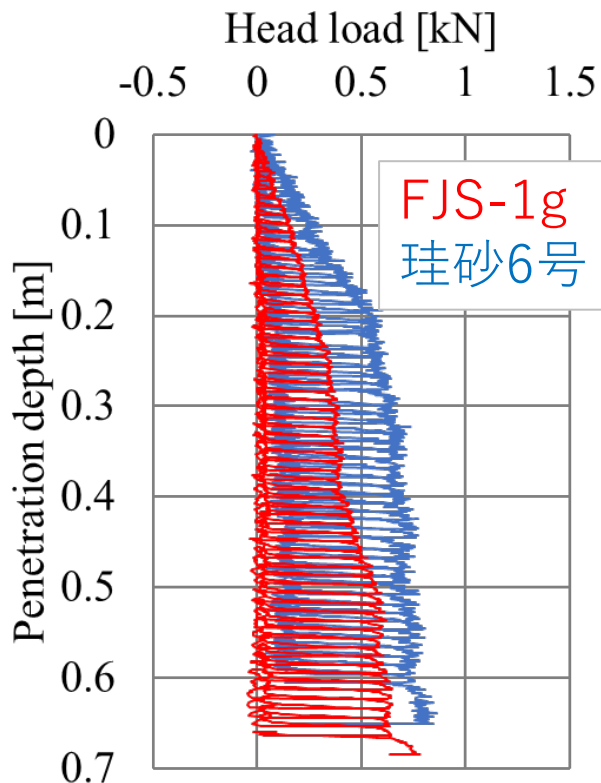
水平



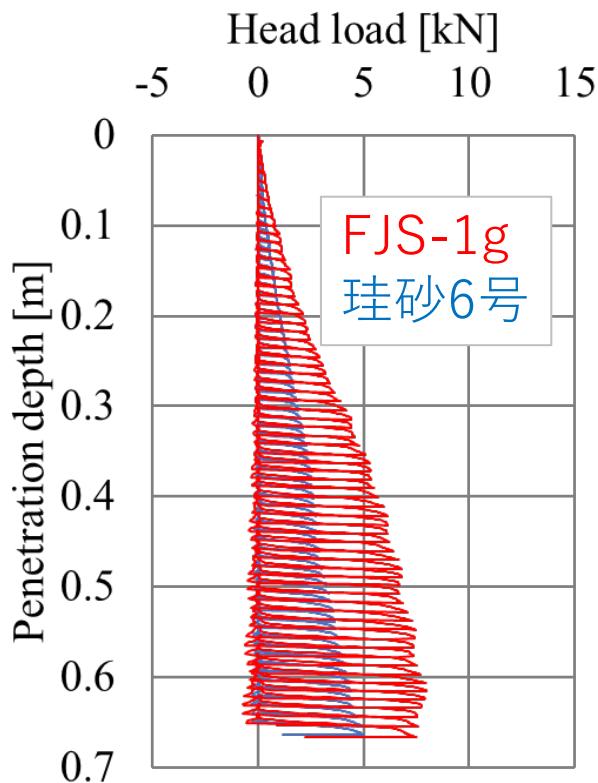
- 開端, 上限100kN
- ▲ 閉端, 上限200kN
- △ 開端, 上限200kN
- 開端, 上限なし

荷重上限の有無や程度によらず,
鉛直：概ね整合
水平：過小

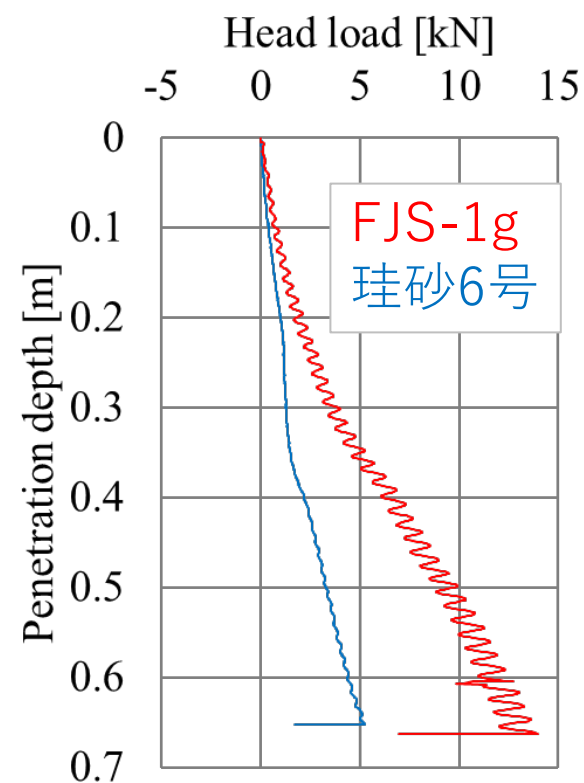
$Dr \doteq 30\%$
繰返し圧入



$Dr \doteq 80\%$
繰返し圧入

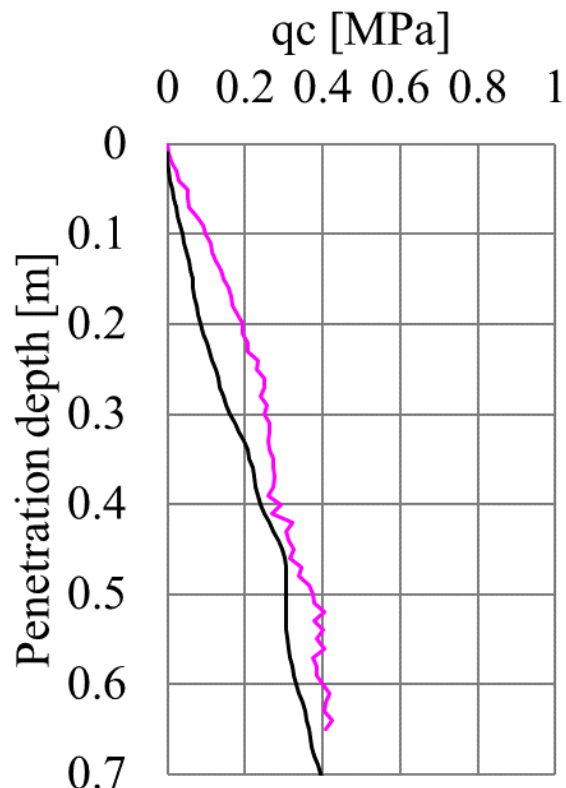


$Dr \doteq 80\%$
単調圧入

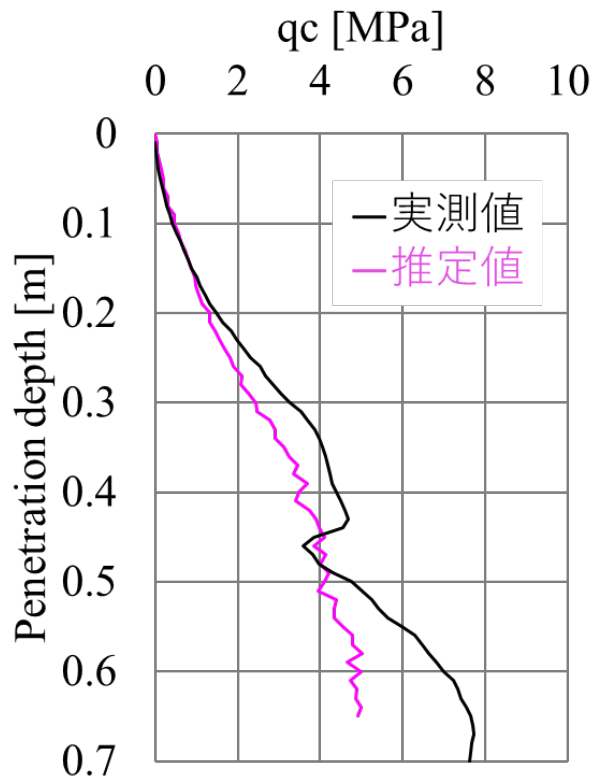


高密度，単調圧入，となるにつれて，
模擬砂での貫入抵抗の増加が顕著

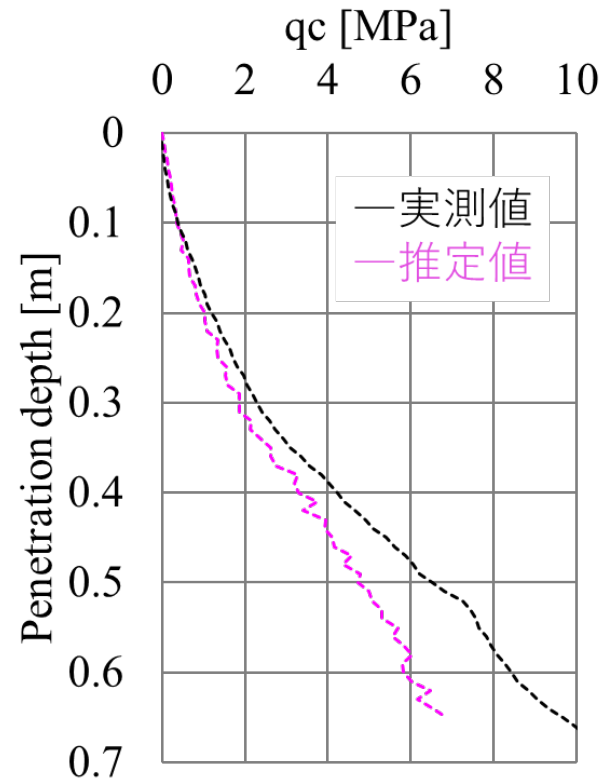
$Dr \doteq 30\%$
繰返し圧入



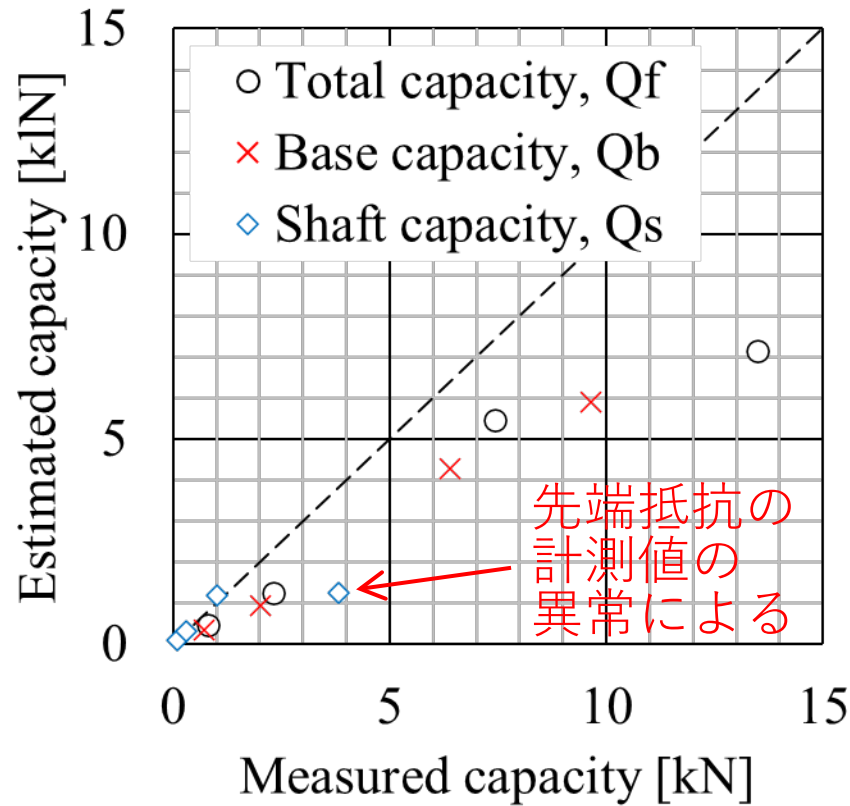
$Dr \doteq 80\%$
繰返し圧入



$Dr \doteq 80\%$
単調圧入



概ね整合 (緩 : やや大, 密 : やや小)



概ね整合（やや小）

【実大実験 (密な砂地盤) による知見】

- ・ 水なしでの施工は可能，杭体温度に注意が必要。
- ・ 推定結果の妥当性は，地盤情報と鉛直支持力については良好，水平は過小，となった。
- ・ 推定結果に与える荷重上限の影響は，地盤情報については若干あり，支持力については無し，となった。

【模型実験 (月の模擬砂) による知見】

- ・ 貫入抵抗は，地盤の密度が高い場合と，単調圧入の場合に，顕著に大きくなった。
- ・ 推定結果 (地盤情報, 鉛直支持力) は，実測値と概ね整合した。

【今後】

- ・ 月の模擬砂での，高拘束圧での検証が必要。

謝辞

本研究は，「宇宙建設革新プロジェクト」の一環として
国土交通省の委託を受けて実施しました。