

後、荷重装置を取り付け、0.5 mm/min の荷重スピードで準静的荷重を行った。押し込み、引抜き方向の変位量 2.5 mm の正負交番荷重を計 3 サイクル実施した後に、荷重スピードを 3.0 mm/min に上げて同様の荷重サイクルを繰り返し、計 6 サイクルの正負交番荷重を実施した。

3. 実験結果 実験結果を押し込み方向が正、引抜き方向が負の値で示す。また、杭径が鉛直変位の 10 % (SP の場合は羽根径) に達した時点での抵抗力を杭の極限支持力として定義した。表-1 に実験結果一覧を示す。貫入率は (260 - 自然落下変位量) / (回転数 × 羽根ピッチ) の値である。貫入率の値はどのケースでも 1 に近い値となっており、1 回転あたりの貫入量と各 SP のピッチが概ね一致していた。R は貫入試験時の最終的な貫入抵抗、Q は押し込み荷重 1 回目における極限支持力を表している。最終的な貫入抵抗に注目すると SP3 種類の値は羽根径と等しい長さの杭軸径である NP25 の値をいずれも大きく下回っており、SP の回転貫入による貫入抵抗の減少効果を確認できる。Q/R の値に注目すると、NP の値は 1 に近いのに対し、SP では 1 よりも大きい。この結果から、貫入率を 1 に近づけることで、杭の貫入抵抗が低く抑えられ、高い支持力を発揮させることが分かり、佐藤らの既往研究の結果と整合する。

図-4 に示す荷重～変位関係より、NP では 1 サイクル目の押し込み荷重において変位増加に伴い剛性が減少し、2, 3 サイクル目では支持力の値が 1 サイクル目の押し込み支持力値を下回る。一方、SP では 1 サイクル目の押し込み荷重において剛性の低下が見られず、2, 3 サイクル目において SP15 では変位量が 8 %, SP30 では 7 %, SP45 では 10 % に達するまで 1 サイクル目の押し込み支持力値を下回らない。すなわち、SP では繰り返し荷重による極限支持力の減少が抑制されている。この傾向は乾燥砂地盤においても同様に確認されている³⁾。引抜き荷重では、NP は降伏荷重到達後に引抜き抵抗は一定のまま変位が急増するのに対し、SP は降伏荷重に到達した後に変位増加とともに引抜き抵抗も増加する。この違いは、SP が変位の増加とともに周面摩擦力が回復、機能し始める周面摩擦力発揮機構を有しているためと考えられる。また、一例として図-5 に SP45 の荷重～変位関係を示す。これより 4～6 サイクル目も 3 サイクル目と同様の経路を辿り、正負交番荷重を繰り返すことで極限支持力は一定値に収束した。また、荷重スピード変更による支持力への影響は見られなかった。

4. まとめ 飽和砂地盤におけるスパイラル杭の回転貫入による貫入抵抗の減少効果や繰り返し荷重 (押し込み方向) に対するスパイラル杭の優位性を明らかにした。今後は再現解析を行うことで実験の再現性を確認し、また、他の地盤材料に対する同様の実験や、不飽和砂地盤での模型実験を実施し、更なるメカニズムの解明に努める。

参考文献 1)加藤ら：浸透力相似模型実験による飽和地盤にある杭の引抜き支持力の変位速度依存性，土木学会論文集 C (地圏工学)，Vol.68, No.1, pp.117-126, 2012. 2)佐藤ら：スパイラルパイル施工時の回転条件が鉛直支持力に与える影響に関する基礎的検討，地盤工学ジャーナル，Vol.10, No.2, pp.253-265, 2015. 3)本田ら：小径スパイラル杭の鉛直支持力特性に対するスパイラルピッチの影響，地盤工学会北海道支部技術報告書，No.61, pp.209~218, 2021.

表-1 実験結果一覧

(飽和砂地盤，目標相対密度 $D_r = 45\%$)

実験ケース	貫入率	R (N)	Q (N)	Q/R
NP12		120.30	123.01	1.02
NP25		278.41	310.13	1.11
SP15	1.07	48.18	345.20	7.33
SP30	1.08	155.31	584.27	3.76
SP45	0.93	85.96	314.10	3.81

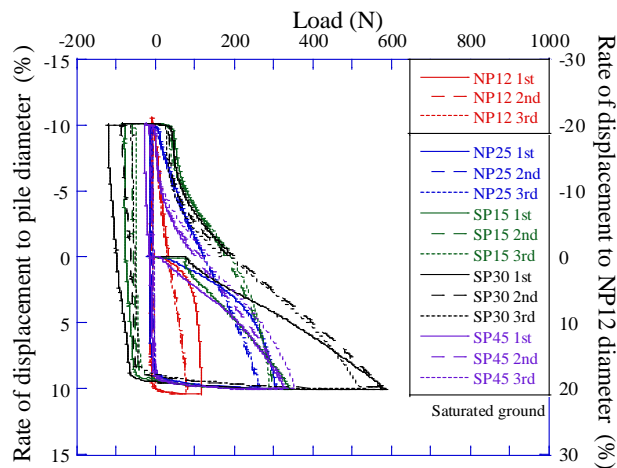


図-4 荷重～変位関係 (飽和砂地盤)

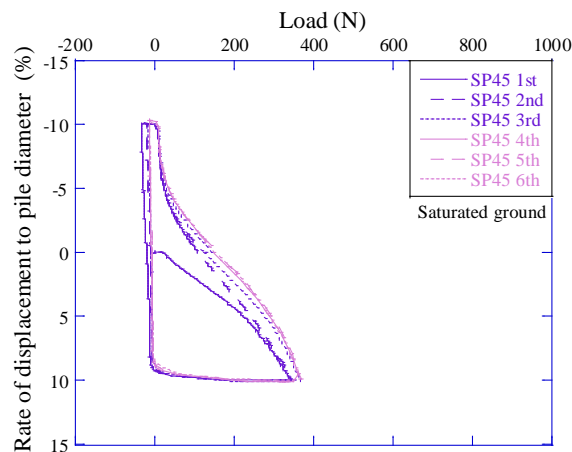


図-5 荷重～変位関係 (SP45, 1～6 サイクル)