

テーパ型基礎杭とストレート杭の性能比較（その2：引抜き・水平抵抗力）

りんかい日産建設株式会社 正会員 ○新谷 聡 正会員 元水 佑介 正会員 坂本 易隆
 東京都市大学 正会員 末政 直晃 正会員 伊藤 和也 正会員 田中 剛

1. はじめに

「テーパ型基礎杭」（以後「テーパ杭」と称す）は、洋上風力発電設備の基礎構造機能を維持し、占有期間終了後の撤去が可能であり、施工時のCO₂排出量とコストが低減できる杭として開発した。これまで室内試験にてその効果が確認されたことを受け¹⁾、実際の陸上にてテーパ杭の製作と施工（衝撃載荷試験）、静的載荷試験（押込み、引抜き、水平）をおこなった。前報にて、衝撃載荷試験と静的な押込み載荷試験の結果を報告したが²⁾、本稿は、静的な引抜き・水平載荷試験の結果について報告するものである。

2. 試験概要

試験は、同杭径かつ同根入れ長のストレート杭とテーパ杭を製作し、既存技術であるストレート杭とテーパ杭の性能を比較しつつ、テーパ杭は引抜き載荷試験にて撤去可能であり、水平載荷試験にてストレート杭と同等以上の機能を持つと示すことを目的とした。試験条件は、前報²⁾と同様であり、静的押込み載荷試験に続き、引抜き・水平載荷試験を実施した。水平載荷試験は、地表面より0.59(m)の位置を載荷点とした。

3. 試験結果

3-1. 静的引抜き載荷試験

静的な引抜き載荷試験より得られた荷重-変位量曲線と、第1・第2限界値を図-1に示す。ここで、テーパ杭の第2限界値は、所定の変位量まで載荷することができず、Weibull法にて第2限界値を推定した。これより、テーパ杭は、今回の条件下においてストレート杭の2.10倍もの引抜き抵抗力を所持していることが判った。

さらに、静的な引抜き載荷試験時のひずみ計測より、軸方向力分布を求めた結果を図-2に示す。これより、表-1にて、テーパ杭の引抜き抵抗力を、周面抵抗力のストレート部分・テーパ部分に分解し、それぞれの値を同条件下のストレート杭の値と比較できるように、抵抗力と応力度について整理した。その結果、テーパ杭の周面抵抗力度は、ストレート杭よりストレート部分で1.84倍、テーパ部分で2.47倍と大きくなることが判った。また、引抜き抵抗力を、押込み時の周面抵抗力に対する割合で示すと、ストレート杭は0.39、テーパ杭は0.43となりほぼ同じ値となった。

この結果について、テーパ杭は押込み時の押入れ効果より地盤から受ける応力が增加するため引抜き抵抗力が大きくなり、テーパ杭の周面抵抗力度はストレート杭より大きくなったと考えられる。したがって、テーパ杭が撤去可能であることを示すためには、テーパ杭押込み後の周面抵抗力がストレート杭と同等である条件にて引抜き抵抗力を比較す

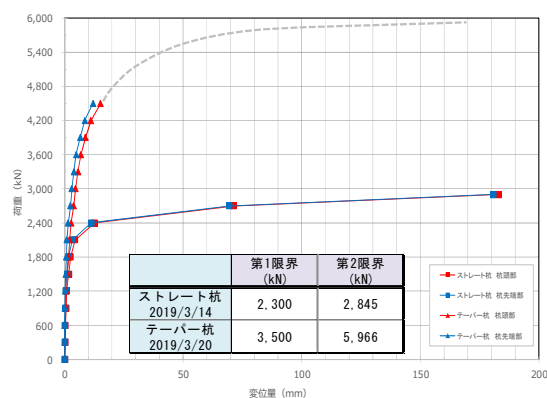


図-1 静的引抜き載荷試験 荷重-変位量曲線

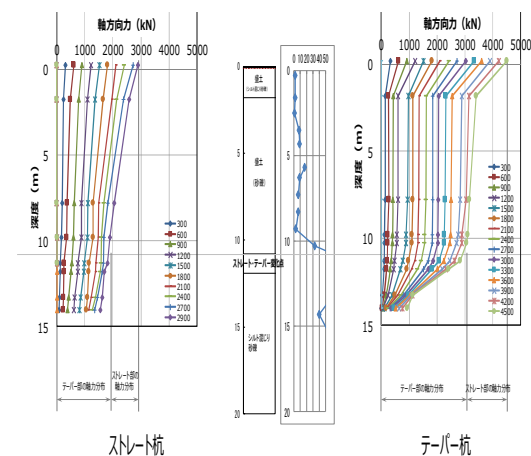


図-2 静的引抜き載荷試験 軸方向力分布

キーワード テーパ杭, 洋上風力, 引抜き抵抗力, 水平抵抗力, 水平地盤反力

連絡先 〒105-0014 東京都港区芝2-3-8 りんかい日産建設株式会社 TEL:03-5476-1728

ることと、施工性（例えば杭軽量化による効果）についても検討する必要がある。なお、室内試験と実際の陸上試験の引抜き抵抗力の違いは、拘束圧の違いによると考えられる。室内試験は拘束圧が低くテーパー杭の押込み抵抗力は先端抵抗が支配的であり、実際の陸上試験は拘束圧が高くテーパー杭の押込み抵抗力は周面抵抗が支配的であるため、テーパー杭引抜き抵抗力に対する周面抵抗の割合が室内と実際の陸上で大きく異なり、今回のような結果となったと推察できる。

3-2. 静的水平載荷試験

静的な水平載荷試験より得られた荷重-変位量曲線と水平抵抗力を図-3 に示す。これより、テーパー杭は、今回の条件下においてストレート杭の 1.20 倍もの水平抵抗力を所持していることが判った。また、テーパー杭は、ストレート杭と比較して初期変位に対する水平抵抗力が大きいことが判った。さらに、図-4 にて地表面変位と水平地盤反力の関係を示す。これより、テーパー杭の地表面水平地盤反力係数 42,081 (kN/m³) は、ストレート杭の 32,695 (kN/m³) と比較して、1.29 倍もの値となることが判った。これは、テーパー杭押込み時の押拵げによる効果であると考えられる。

4. まとめ

- ストレート杭とテーパー杭の性能比較のため、静的な引抜き・水平載荷試験をおこない、以下の主な知見が得られた。
- (1) 同杭径・同根入れ長のストレート杭とテーパー杭にて、引抜き抵抗力を比較する場合、テーパー杭押込み時の押拵げ効果より引抜き抵抗力は大きくなる。したがって、テーパー杭が撤去可能であることを示すには、引抜き載荷試験の条件など追加の検討が必要である。
 - (2) テーパー杭の水平抵抗力は、ストレート杭の水平抵抗力より大きく、特に初期変位に対する水平抵抗力が大きい。また、テーパー杭はストレート杭と比較して水平地盤反力係数が大きくなることが判った。

謝辞

本研究は、環境省地球環境局「CO₂排出削減対策強化誘導型技術開発・実証事業」の委託事業により実施しております。関係者の皆様に感謝の意を表します。

参考文献

1) 新谷ら「テーパーを有するモノパイルの基礎的研究（その 1 鉛直載荷，水平載荷実験）」，2019 土木学会全国大会 第 74 回年次学術講演会

2) 新谷ら「テーパー型基礎杭とストレート杭の性能比較（その 1：押込み抵抗力）」，2020 土木学会全国大会 第 75 回年次学術講演会

表-1 ストレート杭とテーパー杭の引抜き抵抗比較

			静的引抜き載荷試験		
			ストレート杭	テーパー杭	テーパー／ストレート
周面抵抗	ストレート部分	抵抗力 (kN)	1,033	1,905	1.84
		応力度 (kN/m ²)	20	37	1.84
	テーパー部分	抵抗力 (kN)	1,812	4,061	2.24
		応力度 (kN/m ²)	93	230	2.47
引抜き抵抗力 (kN)			2,845	5,966	2.10
押込みの周面抵抗 (kN)			7,342	13,779	1.88
引抜き抵抗力／押込みの周面抵抗			0.39	0.43	－

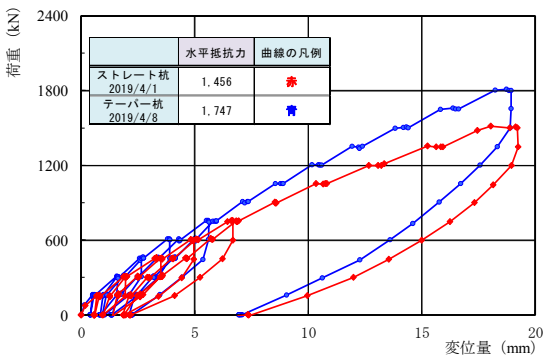


図-3 静的水平載荷試験 荷重変位量曲線

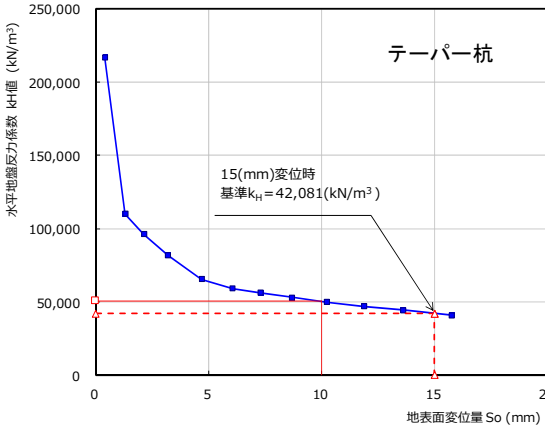
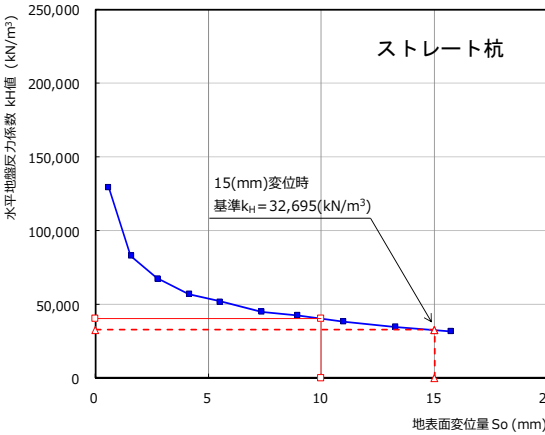


図-4 地表面変位量と水平地盤反力係数