

テーパー型基礎杭の製造と打設施工の管理

りんかい日産建設株式会社 正会員 〇元水 佑介 正会員 新谷 聡 正会員 坂本 易隆
寄神建設株式会社 好田 勝之 中澤 充宏

1. はじめに

近年の洋上風力発電設備は世界的に大型化が進んでおり、我が国においても法整備されたことを背景に多くの大型洋上風力発電設備の導入が計画されている。しかしながら、事業者にとっては、大型設備の実績がなく全体事業費に占める施工費の割合が高いことや、事業終了後に撤去が原則であることなど課題も多い。そこで、我々は施工費のうち設備撤去のコスト割合が高いことに着目し、基礎構造としての機能は維持しつつ撤去可能である「テーパー型基礎杭」（以後「テーパー杭」と称す）を開発した。これまで、室内試験においてその効果が確認されていることを踏まえ¹⁾、実際の陸上²⁾および海上にてテーパー杭を製作・打設・性能把握試験をおこなった。本稿は、そのうちテーパー杭の「製造」と「打設施工」の管理、海上実証にて測定した「水中音」について報告するものである。

2. テーパー杭の製造と品質管理基準

今回製作したテーパー杭の諸元を図-1 に示す。
テーパー杭の製造は、設計図書に定められた仕様に従い品質管理をおこなうことを原則とする（参考規格：JIS A 5525「鋼管杭」による管理項目、本体の化学成分、機械的性質、外観、形状寸法）。ここで、テーパー杭固有のテーパー部の形状寸法については、JIS A 5525「鋼管杭」の「横曲がり」を素管の溶接部において計測し、テーパー角の品質管理基準値を±0.5(度)とした。

陸上および海上実証にてテーパー杭を計3本製造しており、テーパー角の品質は、全て品質管理基準値を満足した（表-1 参照）。

3. 海上実証におけるテーパー杭の打設施工の管理

海上実証におけるテーパー杭の打設施工は、1600 t 吊の起重機船にて油圧ハンマー（IHC-S280）を使用して打設した（写真-1 参照）。杭の打設施工の管理は、設計図書に定められた仕様に従うほか、港湾工事共通仕様書（国土交通省港湾局）の「港湾工事出来形管理基準」に準拠しておこなう。今回のテーパー杭の打設施工の際は、洋上風力発電施設における構造性能を確保するために特に重要な「鉛直度」について管理をおこなった。ここで、鉛直度の許容設置精度は、港湾における洋上風力発電設備の施工に関する審査指針（平成30年3月版）より±0.5(度)とした。杭打設施工にあたっては、トータルステーションを用いて管理し、杭打設後の出来形管理には傾斜計を用いて計測した（写真-2 参照）。鉛直度の測定結果を陸上及び海上実証をまとめて表-2 に示す。今回の海上実証では、テーパー杭とストレート杭を打設しており、このうちテーパー杭は鉛直度の出来

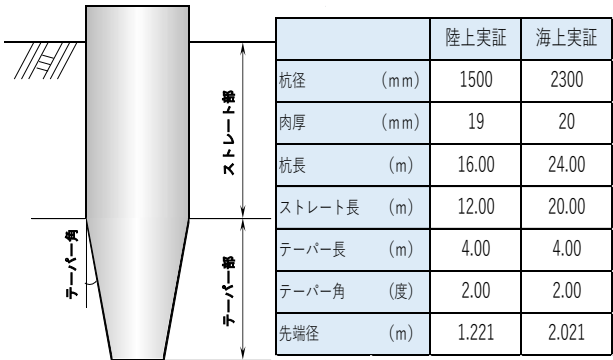


図-1 テーパー杭の構造と諸元

表-1 テーパー角の品質管理

	陸上実証 φ1.5(m) L=16.0(m)		海上実証 φ2.3(m) L=24.0(m)
	①	②	
設計値	2.00	2.00	2.00
実測値	1.93	1.99	1.94
差	-0.07	-0.01	-0.06
許容値	±0.5		

単位(度)



写真-1 油圧ハンマーとテーパー杭の打設状況

キーワード テーパー杭, 洋上風力発電設備, 品質管理、水中音

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 TEL03-5476-1728

形管理基準を満足することができなかった(表-2 参照)。この要因の一つとしては、海上実証におけるパイルキーパーは仮設であり、テーパー杭はその最初の施工であった事が挙げられる。そのため、海上施工については施工条件に見合った作業船およびパイルキーパーやリーダーなどを選定することで鉛直度の精度は確保できると考える。

4. 海上実証における水中音の測定

水中音は、洋上風力発電設備施工時の環境影響評価項目となっており、テーパー杭の水中音特性を把握するため従来のストレート杭の水中音特性と比較することを目的とした。

水中音の測定方法は、杭打設時に地点間を測定船で移動し、各地点で水中マイクロホン海面下 5(m)まで垂下し録音した。測定地点は、打設箇所から 200(m)、400(m)、800(m)の地点とし、水中音反射が少なく航行船舶に影響しないような測点を設定した(図-2 参照)。さらに、各杭同深度(根入れ 0~8(m))の水中音を比較することとし、このときのハンマエネルギーは、ほぼ同程度であった³⁾。

測定結果を図-3 に示す。テーパー杭の水中音圧レベルは、ストレート杭とほぼ変わらない結果となった。距離減衰については、テーパー杭もストレート杭もほぼ線音源 (3(db/DD)) を示すラインで減衰していた。また、距離減衰の関係式より発生源直近付近の水中音圧レベルは、テーパー杭 187.0(db)、ストレート杭 187.9(db)と求められ、魚類に影響を及ぼす損傷レベル (220(db)以上) 以下の値となった。

5. まとめ

テーパー杭の開発にあたり、テーパー杭の「製造」と「打設施工」の管理および海上実証における「水中音」の測定をおこなった。

- 1) テーパー杭は、テーパー角 1~3 (度) の範囲にてテーパー角の品質管理基準値±0.5(度)にて製造可能である。
- 2) テーパー杭は、適切な打設補助 (パイルキーパーなど) を行うことで打設施工時の鉛直度許容設置精度±0.5(度)にて施工可能と考えられる。
- 3) テーパー杭施工時の水中音特性は、ストレート杭とほぼ同様であり、魚類への影響は少ない。

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)」, 2020 土木学会全国大会 第 75 回年次学術講演会

3) 新谷ら「テーパー型基礎杭とストレート杭の性能比較 (杭の衝撃載荷試験)」, 2021 土木学会全国大会 第 76 回年次学術講演会



写真-2 「鉛直度」管理状況

表-2 テーパー杭打設時「鉛直度」出来形管理

	陸上実証				海上実証	
	テーパー杭 2019/02/08	テーパー杭 2019/01/29	ストレート杭 2019/01/26	ストレート杭 2019/01/31	テーパー杭 2019/11/04	ストレート杭 2019/12/05
実測値	0.499	0.210	0.219	0.146	0.971	0.489
許容値	±0.5					

単位(度)



図-2 水中音の測定地点

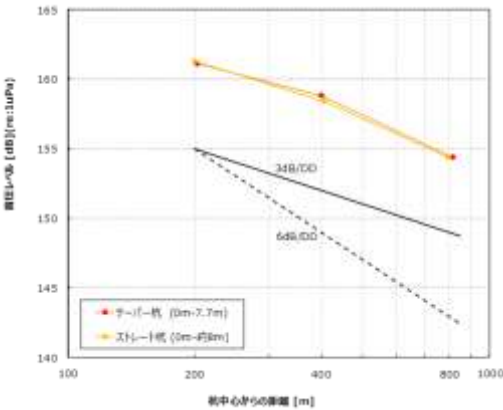


図-3 打設時の音圧レベルと打設位置の関係