

テーパー杭設計のための動的貫入試験の開発

東京都市大学 学生会員 ○石黒夏子
東京都市大学 正会員 田中剛

東京都市大学 正会員 末政直晃
りんかい日産建設 正会員 新谷聡

1. はじめに

テーパー杭とは杭先端に向かうにつれて杭径が一定の角度で小さくなる杭である。テーパー杭の特徴として、杭径が一定であるストレート杭と比較して支持力性能が高いこと、杭が引き抜きやすいため施工コストの低減が期待できることなどが挙げられ、洋上風力発電機の基礎杭としての実用化にむけ、開発が進められている。しかしながら、テーパー杭については未解明な部分が多く、テーパー杭に適した地盤調査法も未だ確立されていない。そこで、本研究では、テーパー杭に適した地盤調査法の確立を目的とし、本報告では、先端形状の異なる5種類のコーンを用いて動的貫入試験を実施、先端角度や先端形状の違いが貫入特性に与える影響について調査した。

2. 試験概要

2-1 試験1

図1に試験の様子を示す。本試験では10kgの重錘をロッド先端に取り付けたアンビルへ向けて手で自由落下させ、1打撃毎の沈下量を計測した。図2に先端コーンを示す。テーパーは、全長150mm、先端径10mm、最大径33mmであり、先端から100mmまでは中空で土の採取が可能となっている。エナンにおいては、全長192mm、最大径33mmである。両コーンともSWS試験のスクリーポイントと同比率としている。

2-2 試験2

図1に試験の様子を示す。本試験では30kgの重錘を350mmの高さから機械を用いて自由落下させ、200mm貫入毎の打撃回数をNd値として計測した。図3、図4に先端コーンを示す。テーパーは、全長160mm、先端径11mm、最大径36.7mmであり、先端から110mmまでは中空で土の採取が可能となっている。エナンにおいては、全長190mm、最大径36.7mmである。両コーンともミニラムのコーンと同比率としている。通常コーンは全長69mm、最大径36.7mm、先端角度90度である。

3. 試験結果

各試験の比較を行うため、貫入深さとその深さまで貫入す



図1 試験概要
試験1(左), 試験2(右)



図2 試験1 先端コーン
テーパー(左), エナン(右)

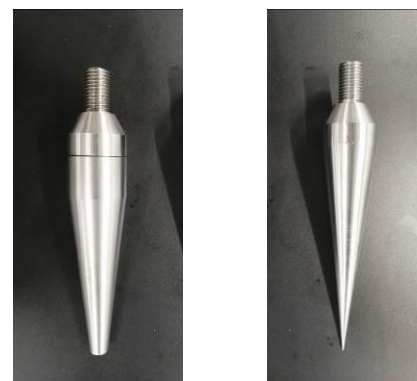


図3 試験2 先端コーン
テーパー(左), エナン(右)



図4 試験2 先端コーン²⁾
通常コーン

キーワード 動的サウンディング, 地盤調査, ミニラム

連絡先 東京都世田谷区玉堤 1-28-1

るのに要した貫入エネルギーの統計の関係を示す。ただし、貫入エネルギーは重錘重量×落下高さであり、ここでは最大径断面積で除した値となっている。図5に試験結果を示す。横軸が貫入に必要なエネルギーを、縦軸が貫入深さを表している。試験1においてはテーパーとエナンで貫入の様子に大きな違いは見受けられなかった。実験2について、貫入に必要なエネルギーが小さい順に、通常コーン、エナン、テーパーとなる結果が得られた。これは先端形状およびコーンの先端から最大径までの距離が関係していると考えられる。先端角度が大きく先端から最大径までの距離が短い通常コーンは、打撃時にコーン先端部の地盤が塑性的な破壊によって貫入されるに対して、テーパーおよびエナンについては、先端角が鋭角なためコーンの貫入によりテーパー部の地盤が横に押し広げられることにより地盤が締め固められる。よって、テーパーおよびエナンと比較し、通常コーンのほうが貫入しやすかったと考えられる。また、テーパーとエナンを比較した際、エナンは先端がより鋭利であるため、テーパーよりも貫入しやすかったことが考えられる。試験1と試験2を比較すると、試験2のほうが貫入しやすいという結果となった。これは、打撃効率の違いによるものであると考える。重錘がアンビルへ衝突する際、エネルギー損失が生じる³⁾。そのため、算出した位置エネルギー全てはロッドの先端に到達していない。試験1は試験2よりも使用した重錘が軽く、跳ね返りの影響が大きかったためにエネルギー減衰も激しかったと想定できる。これを踏まえ、貫入エネルギーに変えて、重錘質量に推定打撃速度を乗じた運動量を用いてみた。ただし、運動量は最大径断面積で除している。図6は、総運動量の深度分布である。

図5の位置エネルギーを用いた場合と比較すると、図5の方が試験1と試験2のずれが大きいことが分かる。

4. まとめ

本報告にて、先端コーンの形状を変化させた際の貫入の様子の違いについて確認することができた。また、地盤評価方法として、これまで行ってきた位置エネルギーで評価する方法よりも、運動量で評価する手法の方が精度が高くなる可能性が浮上した。

5. 謝辞

本試験を進めるにあたり、佐藤工業株式会社様のテストフィールドをお借りしました。佐藤工業株式会社の永尾様からは多大なるご支援をいただきました。ここに、厚く御礼申し上げます。

6. 参考文献

- 1) りんかい日産建設, <https://www.rncc.co.jp/news/topics/191>, (最終閲覧 2023年1月14日)
- 2) ジオファイブ, <http://www.geo5.co.jp/>, (最終閲覧 2023年1月14日)
- 3) 江戸将寿, 原田克之, 川井康右, 標準貫入試験におけるエネルギー伝達効率についての検討, 全地連「技術フォーラム 2019」岡山, 36

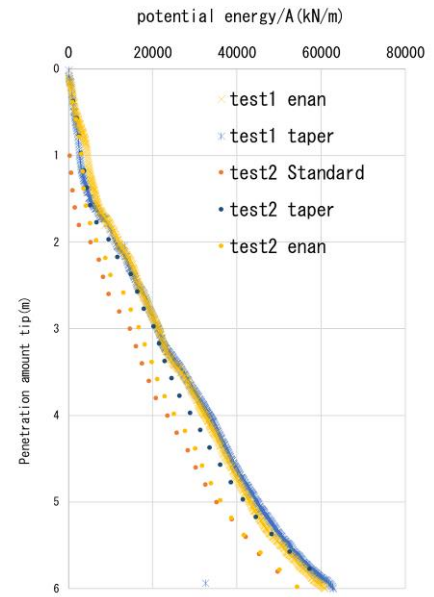


図5 試験結果(位置エネルギー)

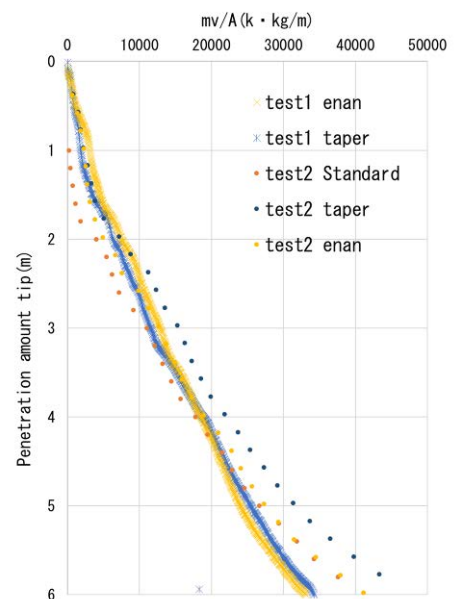


図6 試験結果(運動量)