

小型動的コーン貫入試験による CASE 法を用いた地盤評価の検討

東京都市大学 学生会員 ○岩井 勝哉 東京都市大学 正会員 末政 直晃
東京都市大学 正会員 伊藤 和也 東京都市大学 正会員 田中 剛

1. はじめに

現在、小規模構造物における地盤調査手法として、動的コーン貫入試験が用いられている。同試験で算出される N_d 値は、標準貫入試験から得られる N 値と比較したことで換算式を提案している。しかしながら、現状では、動的コーン貫入試験の換算 N 値と標準貫入試験の N 値は常に高い相関性があるとはいえない。杭基礎構造物の設計では、杭の鉛直載荷試験によって支持力や荷重-変位関係を推定する方法がある。そこで本研究では、杭の鉛直載荷試験の一つである衝撃載荷試験の支持力算定手法を援用して、小型動的コーン貫入試験による地盤強度の推定を目的としている。本報告では、模型砂地盤において小型動的コーン貫入試験を実施し、結果を報告する。

2. 杭の衝撃載荷試験における CASE 法²⁾

杭の鉛直載荷試験方法・同解説では、杭の衝撃載荷試験における杭基礎の支持力を、CASE 法と呼ばれる解析手法を用いて算出している。CASE 法とは、杭頭に与えた打撃による下降波とそれが杭体を 1 往復して戻ってきた上昇波の和が、地盤の抵抗と釣り合うという原理で地盤の全貫入抵抗(静的貫入抵抗+動的貫入抵抗)を算出する手法である。算出方法は、杭頭に設置したひずみ計と加速度計による計測値から杭体軸力及び粒子速度を求め、力 F と速度 v から下降波と上昇波を算出し、両者の和から地盤の抵抗力を求める。以下に算出式を示す。

$$\text{下降波: } F_d = \frac{(F(t) + z \cdot v(t))}{2} \quad (1)$$

$$\text{上昇波: } F_u = \frac{(F(t) + z \cdot v(t))}{2} \quad (2)$$

$$\text{インピーダンス: } Z = \frac{(E \cdot A_p)}{c} \quad (3)$$

$$\text{地盤強度: } R = F_d(t) + F_u(t + \frac{2L}{c}) \quad (4)$$

ここで、 $F(t)$: 杭体軸力、 $v(t)$: 粒子速度、 E : 弾性係

数、 A_p : 断面積、 c : 応答速度、 L : ロッド長さである。

3. 実験概要

本実験では、3つの条件における小型動的コーン貫入試験を実施し、各条件において CASE 法による地盤の抵抗値(CASE 値)を推定し、ロッド先端部での実測値と比較を行い、CASE 値の精度を検討した。図 1 に試験機の概要を、表 1 に各条件の概要を示す。各条件とも 2.5kg の重錘を落下させ、1 打撃ごとに先端部及び杭頭部の荷重値、加速度、変位量を計測した。①では摩擦を考慮しない場合、②では地盤に拘束圧をかけた場合の CASE 法の精度を確認した。また、③では下降波と上昇波を明確に区分するためロッドを延長し、より深い深度まで計測した。加えて、ロッドに布を巻き付けることで周面摩擦を加え、貫入長を増加させるために落下高さも増加させた。また、模型地盤は珪砂 7 号を用いて空中落下法により相対密度 80%の砂地盤を作製した。



図 1 試験機の概要

表 1 実験条件の概要

条件	ロッド長さ (cm)	落下高さ (cm)	備考
①	77.0	24.5	摩擦なし
②			地盤に10kgのおもりを加える
③	210	28.6	ロッドに布を巻き付ける

キーワード 動的コーン貫入試験 CASE 法 杭の衝撃載荷試験

〒158-8557 東京都世田谷区玉堤 1-28-1 東京都市大学 TEL:03-5707-0104

4. 実験結果

図2に、③における1打撃の下降波及び上昇波とCASE値の関係を示す。①と②ではロッドの長さが短かったため下降波と上昇波が明確に区分できなかった。図2のようなCASE値の最大値をその貫入深度におけるCASE値(地盤の抵抗値)とし、各深度のCASE値(推定値)を先端抵抗値(実測値)と比較した。図3～5に、①～③のCASE値とアンビル荷重値及び先端抵抗値をそれぞれ示す。図3より、摩擦の影響がないと考えられる①では、CASE値と先端抵抗値が近似していることがわかる。よって、摩擦を考慮しない場合には、CASE法は有効であると考えられる。図4より、地盤に上載荷重を加えた②では、①とは大きく異なりCASE値が先端抵抗値と大きな差があり、打撃力であるアンビル荷重に近い傾向が示されている。この要因として、①と②の条件は地盤の上載荷重の有無のみであるため、拘束圧がCASE値の算出に影響したことが挙げられる。図5より、③のCASE値では、②のCASE値と同様にアンビル荷重値に近い結果であった。また、先端抵抗値に着目すると、深度250mmを超えた付近から荷重値が急激に減少している。これは、深度が増加したことによる地盤内の周面摩擦が作用したためであると推測される。また、深度450mmに到達すると、地盤の抵抗が重錘落下による打撃力を上回り貫入が不可能であった。

5. まとめ

摩擦を考慮しない場合、CASE法を用いた推定値は実測値と近似したことが確認されたため、地盤調査におけるCASE法の有用性が示唆された。一方で、周面摩擦などロッドに対する負荷を加えた場合、CASE法の精度が低下した。以上の実験結果より、CASE値の精度は打撃力の大小より速度を算出する加速度の大小に起因する可能性が高いと考えられる。それに伴い、地盤に対する打撃力が小さいことが加速度に影響する可能性があるため、打撃力に関わる重錘の重量などの見直しが必要である。

参考文献

- 1) 地盤工学会：新規制定地盤工学会基準・同解説 動的コーン貫入試験方法，2016年2月
- 2) 地盤工学会：杭の鉛直載荷試験方法・同解説，2002年5月，pp.223-245

- 3) 小嶋英治：杭の衝撃載荷試験におけるCASE法の検討，日本建築学会大会学術講演梗概集，2009年8月

- 4) シーズエンジニアリング HP：技術情報・衝撃載荷試験(DLT)，(2021年1月10日閲覧)

<http://seeds-engineering.com/struct/wp-content/uploads/tech004.pdf>

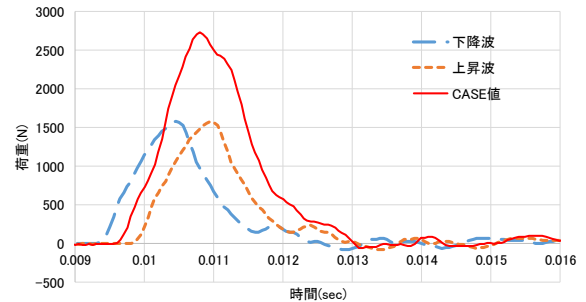


図2 CASE値

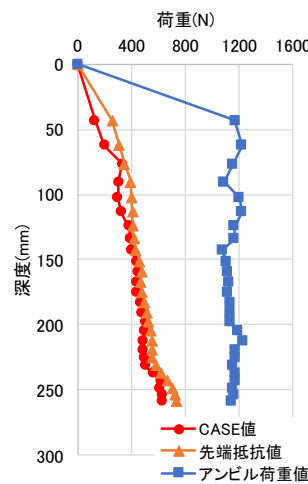


図3 条件①

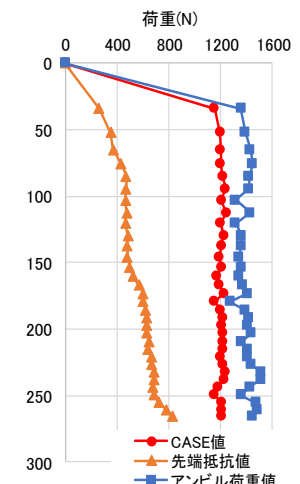


図4 条件②

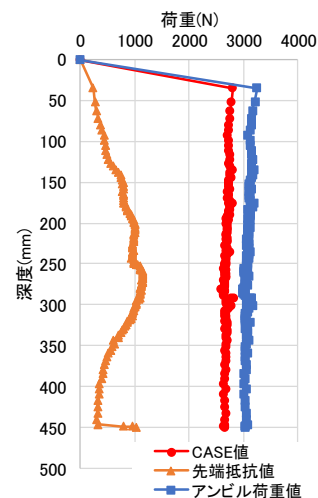


図5 条件③