

硬軟な地盤における小型動的貫入試験のロッド荷重測定と荷重と貫入量の関係

東京都市大学 学生 ○山崎 誓也
東京都市大学 正 伊藤 和也 正 田中 剛 正 末政 直晃

1. はじめに

近年では、標準貫入試験に変わる調査法として、小型・軽量・自動化により省力化された動的貫入試験の開発が多く報告されている¹⁾。この調査法は、試験区間を貫入するのに要した打撃回数 N_d 値を標準貫入試験から得られる N 値と比較し、 N 値との換算式は提案されているものの、両者には常に高い相関性を得られるとは言い難い。その要因として、アンビルからロッド先端に伝達される過程でのエネルギー損失(図-1)が考えられ、 N_d 値が過大評価される恐れがある。そこで本研究では、小型動的貫入試験機の貫入メカニズムおよび打撃効率と貫入量の関係について解明し、貫入機の高精度化を図ることを目的としている。本報告では、硬軟な模型地盤において、深度に応じたハンマー打撃時のロッド荷重測定および荷重と貫入量の関係を比較した結果について報告する。

2. 実験概要

模型地盤には、気乾状態の珪砂7号を用いて空中落下法により相対密度50%と80%の地盤を作製した。本実験は質量 $m=1.5\text{kg}$ 、底面積 $A=32.2\text{cm}^2$ の重錘を使用し、落下高さ6.8cmの打撃条件のもと、貫入機の自沈から深度約10.0cm($\text{Dr}=50\%$: 深度8~18cm, $\text{Dr}=80\%$: 3~10cm)まで貫入試験を実施した。なお、アンビルには緩衝材である高さ1.0cmのソルゴ素材を設置した。

計測方法は、写真-1と表-1に示す小型動的貫入試験機のアンビル部と先端コーン上部に設置した圧電型荷重計でロッド荷重を測定した。また、貫入量はレーザー変位計を用いて計測し、圧電式加速度計をアンビルの切り欠きに設置した。なお、貫入量は実測データをハイパスフィルタにかけ、高域遮断周波数を150Hzとし、加速度はアンビルを水平にして重錘をアンビルに鉛直に落下させたため、加速度計の感知方向は鉛直のみを対象とした。また、荷重データ、貫入量、加速度計のサンプリング周波数は20kHzとしている。

3. 実験結果

図-2に貫入深度8.0cmの荷重と時間の関係を示す。図-2よりアンビルの最大荷重は概ね一致したものの、先端コーンの最大荷重に差が見られた。その要因の一つとして、貫入量による周面摩擦力の影響が考えられる。深度8.0cmの貫入量は $\text{Dr}=50\%$ で11.7mm、 $\text{Dr}=80\%$ で1.27mmであった。このことから、ロッドに加わる拘束圧の大きさによる周面摩擦力に比べ、貫入量の大きさによる周面摩擦力に影響されることが示唆された。こ

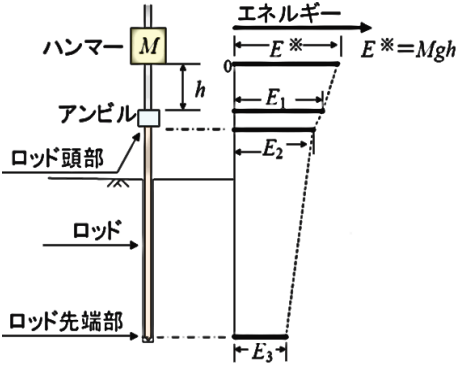


図-1 エネルギー伝達効率



写真-1 小型動的貫入試験機

表-1 小型動的貫入試験機概要

	小型動的貫入試験
材質	鋼材
アンビル部-先端コーン 荷重計区間距離(mm)	630
ロッドの長さ(mm)	770
ガイドロッドの長さ(mm)	500
先端コーン角度(度)	60

キーワード 小型動的貫入試験 周面摩擦力 力積

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

で、打撃による衝撃現象を整理するためにアンビルと先端コーンの力積(時間積分)を求めた。その結果、 $Dr=80\%$ ではアンビル $0.0959N \cdot s$ 、先端コーン $0.0985N \cdot s$ と概ね一定の値となった。一方、 $Dr=50\%$ はアンビル $0.151N \cdot s$ に比べ、先端コーン $0.107N \cdot s$ と小さくなった。このことから、アンビルから先端コーンの伝達過程でエネルギー損失が生じることが確認できた。

図-3に貫入深度8.0cmの加速度と時間の関係を示す。図-3より正の加速度が感知された後、負の加速度が生じた。これは、入射波より鉛直上向きの地盤の抵抗力が上回ったため生じたと考えられる。同様に、地盤の抵抗力が相対密度の異なる地盤において負の最大加速度や計測時間の約0.04sの差に影響を及ぼしたと考えられる。硬い地盤では貫入量が小さく、短時間で貫入機の速度がゼロ(図-3)になる一方で、軟らかい地盤は長時間をかけて運動エネルギーを吸収するためである。

図-4に貫入深度8.0cmの荷重と貫入量の関係を示す。図-4より荷重計測時間の影響で波形に差が生じた。 $Dr=50\%$ では、アンビルの荷重がピーク後、初期値に戻り、僅かながら荷重が一定時間計測された。一方で $Dr=80\%$ は、荷重がピークを迎えた後、緩やかに荷重が減少する傾向が見られた。この結果から、相対密度の違いにより荷重と貫入量のサイクルに大きな影響を及ぼすことがわかった。

4. まとめ

硬軟な地盤に対してロッド荷重測定および荷重と貫入量の関係について検証した。その結果、荷重および加速度の値や計測時間に違いが見られ、それに伴い荷重と貫入量の関係にも差が生じた。今後は加速度に加え、ひずみゲージをアンビルに設置し、入射波と反射波の関係から地盤の抵抗力やエネルギー損失の要因について検討したい。また、相対密度に応じた荷重と貫入量の関係や位置エネルギーの違いによる影響を検討したい。

<<参考文献>>

- 1) 吉澤ら：荷重計測を伴うピエゾドライブコーンの開発, 応用地質技術年報 No35, pp75-82, 2016
- 2) 山内貴大：模型地盤用小型動的貫入試験機の開発～小型動的貫入試験の貫入メカニズムの解明～, 第45回関東支部技術研究発表会, 2018

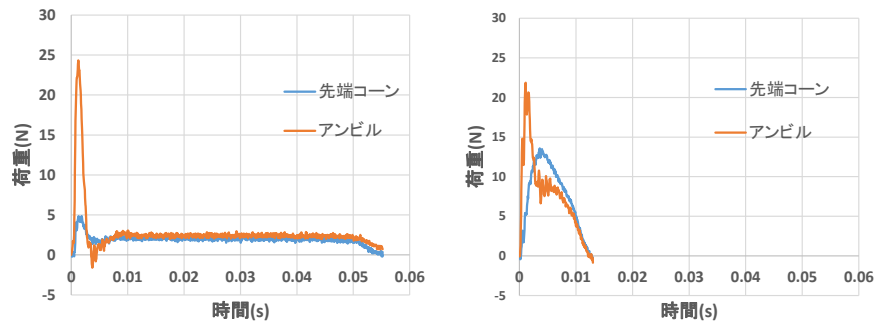


図-2 貫入深度 8.0cm の荷重と時間の関係 ($Dr=50\%$, $Dr=80\%$)

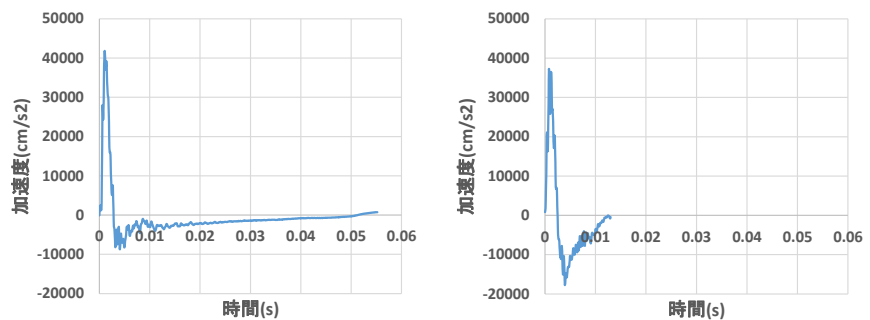


図-3 貫入深度 8.0cm の加速度と時間の関係 ($Dr=50\%$, $Dr=80\%$)

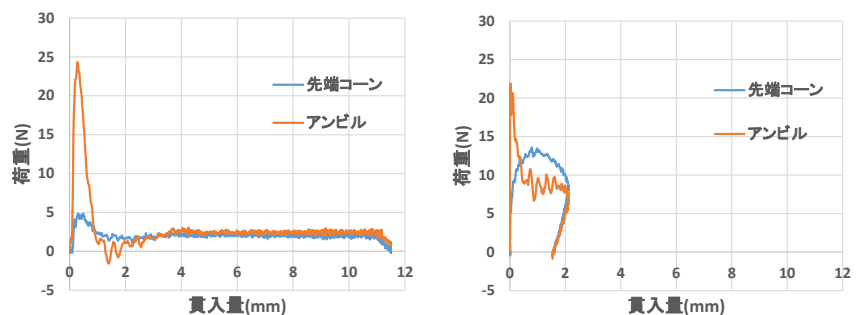


図-4 貫入深度 8.0cm の荷重と貫入量の関係 ($Dr=50\%$, $Dr=80\%$)