

ハンマーの重量と落下高さを変化させた動的貫入試験の貫入効果について

東京都市大学大学院 学○蓮沼佑晃

横浜市 (元 東京都市大学) 宮地一輝

東京都市大学 正 田中剛 正 伊藤和也 正 末政直晃

(株) 東京ソイルリサーチ 正 安 浩輝

1. はじめに

地盤調査法の一つとして標準貫入試験があり、試験から得られる N 値によって地盤の硬さを評価するのが一般的である。しかしながら、標準貫入試験は狭隘地での実施が困難、試験時間が長い、高コストなど様々な課題が存在する。そのため標準貫入試験が実施困難な場合において、小型の試験機を用いた簡易動的貫入試験を代用する場合がある。このような簡易動的貫入試験では貫入量と打撃回数から N 値を換算している。しかしながら、標準貫入試験と異なり削孔なしに地盤に貫入するため貫入深度が深くなるにつれて試験ロッドに作用する周面摩擦が増加し、試験結果を過大評価してしまうおそれがある。そこで本研究では貫入試験のエネルギー量に着目し適切な N 値を算出することを目的とする。

本報告では、簡易動的貫入試験の一種である小型動的簡易貫入試験機を用いてエネルギー量に着目した試験を実施し、模型地盤の相対密度、ハンマー重量などを変化させた場合の試験結果を比較し考察した。

2. 小型動的簡易貫入試験機

写真 1 に本報告の実験で用いた小型動的簡易貫入試験機、表 1 に小型動的簡易貫入試験機の概要を示す。

本実験で使用する試験機は標準貫入試験の代わりに模型地盤での N 値の測定を行うことを目的に開発した小型動的簡易貫入試験機である。素人にも扱えるように簡易化されている。またハンマーの重量や落下高さ、先端コーンの形状や大きさを変更することが可能である。



写真 1 小型動的簡易貫入試験機

表 1 小型動的簡易貫入試験機 概要

全長(mm)	1160
ハンマー可動部長さ(mm)	596
ハンマー重さ(kg)	1.0
ロッド全長(mm)	408

3. 貫入深さとエネルギー

本研究では張ら¹⁾の各種動的コーン貫入試験での測定打撃回数を周面摩擦と打撃エネルギーで補正し比較した論文を参考に本試験における打撃エネルギーについて単位面積・単位貫入量あたりのエネルギーを求めた。今回の実験では単位面積・単位貫入量あたりのエネルギー式に打撃回数を掛けることでエネルギー量を算出した。(1)式に単位面積・貫入量あたりのエネルギー式を示す。

$$E = \frac{mgH}{AP} \times \text{打撃回数} \cdots (1)$$

ここで m:ハンマー質量(kg), H:落下高(m), A:コーン断面積($\times 10^{-4} \text{m}^2$),

P:打撃回数測定 of 貫入量(m)とする。

4. 模型地盤における簡易動的貫入試験

4-1. 実験概要

今回は、重さの異なる 3 種類のハンマーを用い落下高さを調整することで、すべてのケースの位置エネルギー量を一定にした場合の簡易動的貫入試験を実施



写真 2 模型地盤

キーワード 標準貫入試験 N 値 換算 N 値

〒158-8557 東京都 世田谷区 玉堤 1-28-1 東京都市大学 TEL : 03-5707-0104 (代) E-mail : g1681722@tcu.ac.jp

した。写真2に試験に使用した模型地盤を示す。模型地盤の作製には、深さ 850mm、直径 460mm のステンレス製の円形土槽を使用し、試料土には珪砂 7号を合計 150kg 用いた。模型地盤は 8 層に分け 1 層目から 7 層目は 20kg ずつ、8 層目は 10kg で作製し、相対密度がそれぞれ $Dr=50\%$ 、 69% 、 89% の 3 種類の模型地盤を作製した。実験条件を表 2 に示す。エネルギー量は各ケースにおける位置エネルギーを示し、ハンマーの重さは 0.75kg、1kg、1.5kg の 3 種類、先端コーンは角度 30° 、 60° の 2 種類を使用した。また使用した試験機における標準の落下高さは 0.3m、ハンマー重量は 1kg である。したがって case1, case2 および case5, case6 はエネルギー量が試験機の基準である case3, case4 と同じになるようにハンマーの重さに合わせて落下高さを調整した。

4-2. 実験結果(総打撃回数の比較)

図 1(a) より $Dr=50\%$ の場合、最も打撃回数を要したのはハンマーが最も軽い case2 で、最も少なかったのは最も重いハンマーである case6 であった。図 1(b), (c) より $Dr=69\%$ 、 89% とともに、最も打撃回数を要したのは case4 であり少ないのは最も重いハンマーである case5 であった。この結果からエネルギー量が一定でも重いハンマーの打撃回数が少なくなる傾向となった。相対密度ごとに、同じ重さのハンマーで比較すると、コーン角度が 30° のケースが貫入しやすい結果となった。これはコーンが鋭角であるため、 60° コーンより貫入しやすかったと考えられる。また同じコーンで比較を行うと、先端コーン 30° 、 60° とともに 1.5kg の最も重いハンマーが最も打撃回数が少ない結果となった。

4-3. 実験結果(エネルギー量の比較)

図 2(c) より $Dr=89\%$ の場合、同じコーンで比較するとハンマーの重さ 0.75kg と 1kg のエネルギー量が概ね一致する結果となった。また、相対密度の異なる全ケースにおいて同じハンマーの重さごとに比較すると、コーン角度が 30° のケースの方が 60° のケースより少ないエネルギー量で貫入しており、エネルギー量の値に大きな差が生じた。このことから、先端コーンの形状はエネルギー量に大きな影響を及ぼしていると考えられる。

5. まとめ

今回の模型地盤を用いた貫入試験から、エネルギー量が一定の場合でもハンマーが重いほど貫入しやすいことが示唆された。また、単位面積・単位貫入量あたりのエネルギー式から算出したエネルギー量は同じ重さのハンマーを用いた場合でもコーン形状により大きな差が生じることから、試験の際はコーン形状を考慮する必要がある。

参考文献

- 1) 張林松ほか 千葉県香取市佐原における小型動的コーン貫入試験の比較 地盤工学研究発表会発表講演集(CD-ROM) 49th, 117, 2014

表 2 実験条件

	コーン角度	ハンマー (kg)	落下高さ (m)	位置エネルギー量 (J)
case1	30°	0.75	0.4	2.94
case2	60°	0.75	0.4	2.94
case3	30°	1	0.3	2.94
case4	60°	1	0.3	2.94
case5	30°	1.5	0.2	2.94
case6	60°	1.5	0.2	2.94

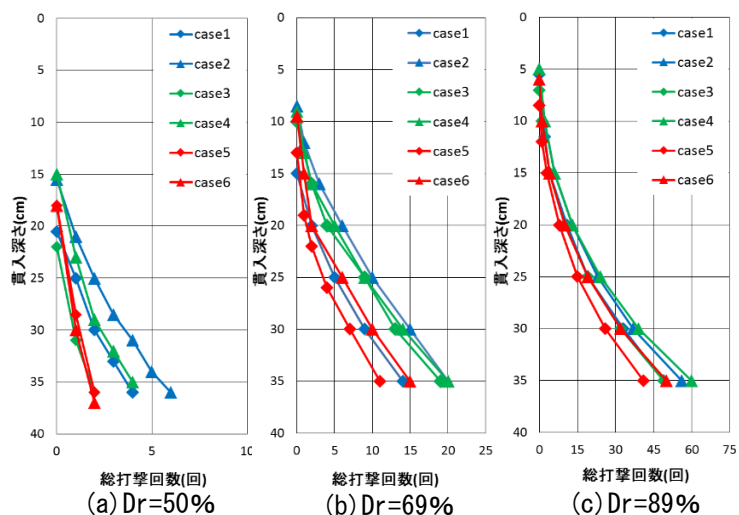


図 1 総打撃回数

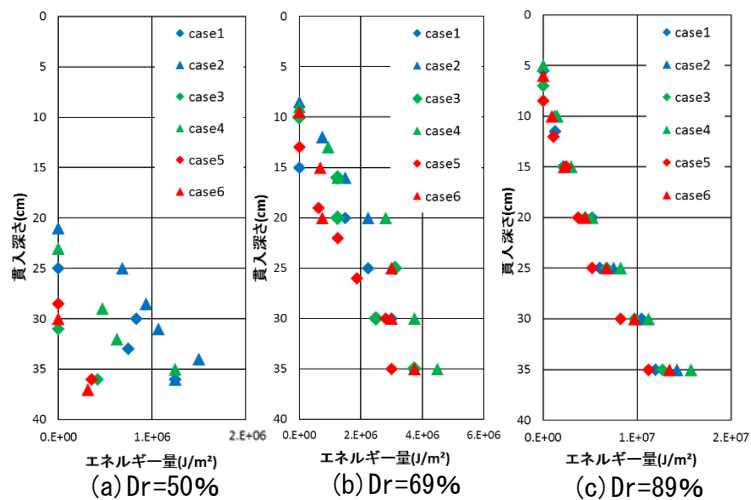


図 2 エネルギー量