

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 学 宮地一輝 学 蓮沼佑晃

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

2011 年に発生した東北地方太平洋沖地震では津波による被害や構造物の崩壊以外に、広範囲にわたって地盤沈下などの被害が発生した。そのため構造物自体の耐震強度や津波対策の他に構造物の基盤となる地盤自体の強度も重要である。

地盤を評価するためには地盤の強度を測る必要があり、地盤強度を測定する方法の一つに標準貫入試験から得られる N 値が用いられている。しかしながら、標準貫入試験の費用は高価であるため容易に行うことができない。そのため標準貫入試験の代用として同じ動的貫入試験である簡易動的貫入試験が用いられる場合がある。これらの簡易動的貫入試験では貫入量と打撃回数の関係から 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するため、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、貫入エネルギー量に着目して、実地盤においてハンマー重量と落下高さを変化させた簡易動的貫入試験を実施した試験結果について述べる。

2. 簡易動的貫入試験機

写真 2 に簡易動的貫入試験装置を示す。本試験に用いた簡易動的貫入試験装置は、特に東南アジアで用いられているものであり、ロッドとロッドの接続方法は高ナットにて繋ぐ形式が採用されている。試験ロッドの直径は 13mm であり、一本当たりの長さは 1200mm である。また、高ナットは、直径 22mm、長さ 67mm であり、フリクションカッターの役割も併せ持っている。試験方法として、高さ 300mm から、質量 5kg のハンマーを落下させ、30cm 貫入するのに要した落下回数をを用いて N 値に換算する。

3. 実地盤での実験

3-1. 実験概要

実験場所は千葉県市原市菊間であり、地盤構成はおもに砂質土とシルトで構成されており、10m までの N 値は 1~4 の範囲である。

本実験では、貫入エネルギーの違いによる貫入効果および位置エネルギーとハンマー質量の関係を確かめるために 3 種類の質量のハンマー(2.5kg, 5kg, 10kg)を用意した。表 1 に試験条件を示す。Case1 から Case3 は、落下高さ



写真 1 東北地方太平洋沖地震被害



写真 2 簡易動的貫入試験機

表 1 実験条件

	ハンマー (kg)	落下高さ (m)	位置エネルギー量 (J)
case1	2.5	0.3	7.35
case2	5	0.3	14.7
case3	10	0.3	29.4
case4	2.5	0.6	14.7
case5	10	0.15	14.7

キーワード JKR probe 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 : g1318078@tcu.ac.jp

を 300mm に固定して、ハンマーの質量を変えたものであり、Case2, Case4, Case5 はハンマーの質量に応じて落下高さを調整して、同一の位置エネルギーで試験を実施した。

3-2. 実験結果

図 1 に深度と打撃回数の関係、図 2 に深度と 30cm ごとの打撃回数の結果を示す。Case1~Case3 の試験結果に着目すると総打撃回数はハンマー質量が小さいほど総打撃回数が増える傾向を示し、深度が深くなるにつれて 30cm ごとの打撃回数の差も大きくなる結果が得られた。同一位置エネルギーである Case2, Case4, Case5 については、深度 3m 付近までは概ね打撃回数が一致しているが、3m 以深については、ハンマー質量が小さい順に落下回数が増加する傾向が見られた。これらの傾向は、試験ロッドに作用する周面摩擦力の影響が考えられるためエネルギー補正を試みた。

3-3. 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:打撃回数測定の貫入量(m)とする。

3-4. 実験結果

図 3 に深度と総エネルギーの関係、図 4 に深度と 30cm ごとのエネルギーの関係を示す。Case3 と Case5 に差がほとんど見られなかった。それに対して Case1 と Case4 は大きな差が生じた。位置エネルギーの大きさが異なる場合においても質量の大きいハンマーを利用した場合には、単位面積・単位貫入量あたりのエネルギー式を用いることによりエネルギー量の値に大きな差が生じなかった。しかし軽いハンマーを用いた場合は大きな差が生じた。このことから重いハンマーの場合、衝突の際の跳ね返りが小さくなっていったため、エネルギーが軽いハンマーより伝達し、効率的に打撃貫入できたのではないかと考えられる。

4. まとめ

エネルギー量が一定の場合でもハンマーの重さが軽いと貫入しにくく、重くなると貫入しやすいことが確認された。また、位置エネルギーの大きさが異なった場合でも重いハンマーを使用した場合、単位面積・単位貫入量あたりのエネルギー式を用いることによりエネルギー量の値に大きな差が生じなかった。

5. 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

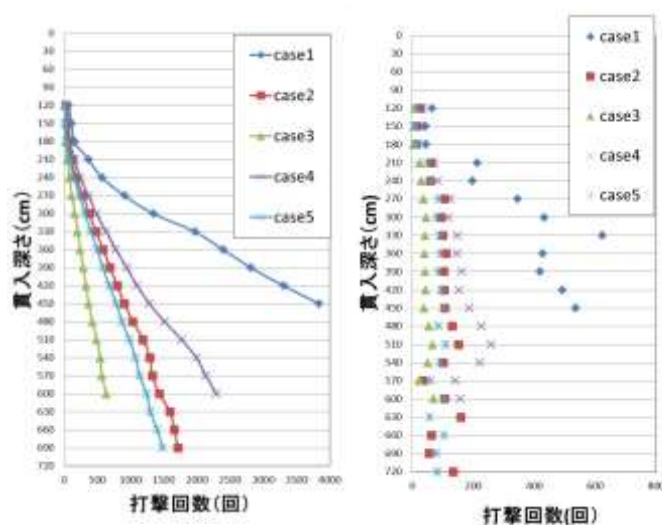


図 1 打撃回数総数

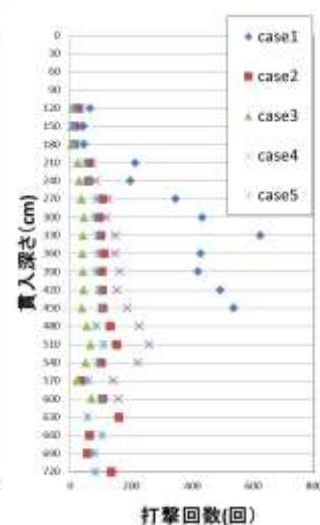


図 2 30cm ごと打撃回数

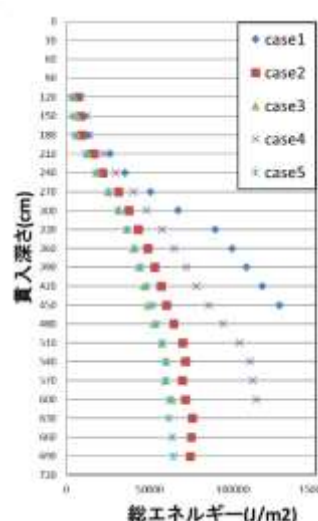


図 3 総エネルギー

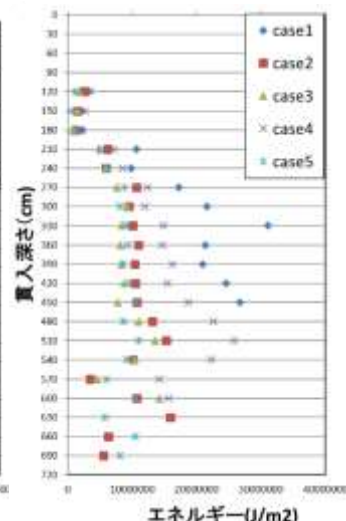


図 4 30cm ごとエネルギー