

## 小型動的コーン貫入試験における打撃効率の把握

東京都市大学大学院 学○鈴木直人  
 東京都市大学 学 田中和穂 正 伊藤和也  
 東京都市大学 正 末政直晃 正 田中 剛  
 (株) 東京ソイルリサーチ 正 安 浩輝

### 1. はじめに

小型動的コーン貫入試験は、装置の簡便性や狭小スペースで試験の実施が可能なことから、急傾斜の斜面調査のみならず小規模建築物の基礎地盤の支持力判定などにも用いられている。また、得られた結果については、一般的な地盤調査方法である標準貫入試験（以下、SPT）で得られるN値と同等となるように換算N値として表記して関連づけることが多い。このN値への換算については、動的貫入時のエネルギー量を等価とする等によって実施されていることが多いが、SPTと小型動的コーン貫入試験ではその形状等から周面摩擦などによるエネルギー損失が異なるため、同じエネルギー量であっても貫入量や打撃回数などに違いが生じる。そこで本報では、打撃エネルギーを変化させた小型動的コーン貫入試験(JKR probe)と比較のためにSPTを実施し打撃効率について考察を行った。

### 2. 小型動的コーン貫入試験機 (JKR probe)

表-1に試験機の概要を、表-2にJKR probeとSPTのエネルギー比をそれぞれ示す。本研究に用いた小型動的コーン貫入試験機はJKR probe<sup>1)</sup> (以下、JKR)である。JKRは簡易動的コーン貫入試験機<sup>2)</sup>に類似した試験機であり、主に東南アジア諸国でよく用いられている。簡易動的コーン貫入試験(土研式)と異なる点は、ハンマーの落下高さであり、JKRでは30cmの高さからハンマーを落下させる。表-2に示すSPTとのエネルギー比は、単位面積・荷重あたりのエネルギー比である。

### 3. 換算N値の算出

張ら<sup>3)</sup>は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て比較している。本研究ではこれを参考にJKRの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、JKRで得られた測定打撃回数をエネルギー量で補正することで換算N値が求められるものと仮定した。単位面積・貫入量あたりのエネルギー式を以下に示す。

$$E = \frac{mgH}{AP} \dots(式-1)$$

ここで m:ハンマー質量(kg), H:落下高(mm), A:コーン断面積( $\times 10^{-4}m^2$ ), P:打撃回数を規定する貫入量(m)である。

JKRを用いてN値を測定する場合は標準貫入試験との単位面積あたりのエネルギー比に着目した以下の換算式を使用した。

$$\text{換算 N 値} = \text{打撃回数} \times \alpha \dots(式-2)$$

表-1 試験機概要

		JKR probe
全長(mm)		1920
ハンマー	可動部長さ(mm)	580
	質量(kg)	5.0
ロッド	全長(mm)	1200
	直径(mm)	13.3
コーン	形状	円錐
	高さ(mm)	72
	先端角度(°)	60

表-2 JKRとSPTのエネルギー比

	JKR <sub>s</sub>	JKR <sub>h</sub>	SPT
ハンマー質量(kg)	5.0	10.0	63.5
落下高さ(mm)	300		760
コーン直径(mm)	25.0		50.0
測定貫入量(m)	0.3		0.3
エネルギー (MJ/m <sup>2</sup> )	99.8	199.6	802.9
SPTとのエネルギー比(α)	0.124	0.249	1

4. 実験概要

実験は東京都市大学敷地内(世田谷区玉堤 1 丁目)で実施した。試験地の地盤構成は、表層から 2m までが埋土 (N 値=1) であり、2m から 5m までが有機質土 (N 値=0)、5m から 9.3m がシルト質粘土 (N 値=0~1) の沖積地盤である。JKR の試験としては、ハンマーの質量が通常の 5kg と 2 倍の質量である 10kg の 2 種類のハンマーを用いた 2 ケースと、ロッドの周面摩擦力による影響を確かめるため 4m まで先行掘削を実施した後に 10kg ハンマーを用いて試験を行った合計 3 ケースを実施している。

5. 実験結果

図-1 に JKR の試験結果である打撃回数と深度の関係を示す。図中に示す JKR<sub>s</sub> は、標準のハンマーの質量である 5.0kg の試験結果であり、JKR<sub>h</sub> については、ハンマーの質量が 10kg の結果である。質量の多い JKR<sub>h</sub> に着目すると、先行掘削を施したケースはロッドの周面摩擦の影響を受けにくいため、先行掘削を施していない打撃回数に比べ最大で 4 割ほど打撃回数が少ない結果となった。

図-2 に SPT により得られた N 値が 1 のときの打撃回数の理論値と実験で得られた打撃回数の関係を示す。ここでの理論値とは、SPT において N 値=1 であるときの打撃エネルギーを基にして求めた打撃回数をいう。なお、本グラフに用いた試験結果は、深度 6m から 9m までに分布する N 値=1 の地層に対する結果をプロットしている。先行掘削を実施していない 2 ケースを比較すると、打撃回数が理論値よりも高いことが分かる。また、先行掘削を実施しているケースについて、概ね理論値と一致した。

図-3 に各試験結果の打撃効率を示す。ここで示す打撃効率は SPT で得られた N 値を実験で得られた結果から式-2 を用いて算出した換算 N 値との比である。JKR<sub>s</sub> と JKR<sub>h</sub> を比較すると、どちらのケースにおいても打撃効率 0.17 から 0.67 の範囲にプロットされた。また、先行掘削を施したケースでは、打撃効率が約 0.8 に集約される結果となった。

6. まとめ

本報は、ハンマーの質量の違いから打撃エネルギーを変化させた小型動的コーン貫入試験を実施した。今回の試験条件下では、打撃エネルギーの違いによる打撃効率の顕著な差は見られない結果となった。その原因として、ロッドに作用する周面摩擦力の影響等が考えられる。今後、打撃エネルギーだけではなく、コーン形状の違いについて考慮した検討を行う予定である。

参考文献

1)JKR Probe Test : Hilmi Awaludin <http://www.slideshare.net/HilmiAwaludin/jkr-probe-test>  
 2)簡易動的コーン貫入試験 地盤の方法と解説—二分冊の 1— 公益社団法人地盤工学会 pp.317-pp327  
 3)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

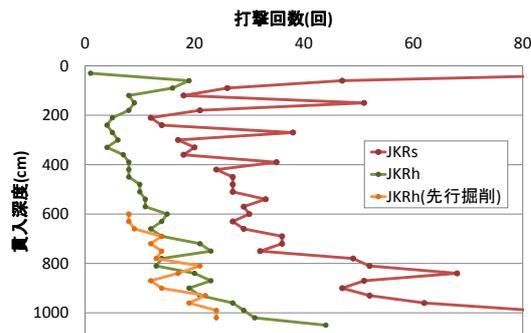


図-1 打撃回数と深度の関係

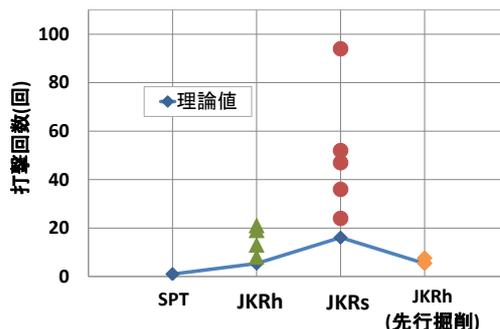


図-2 打撃回数の理論値と実測値の関係

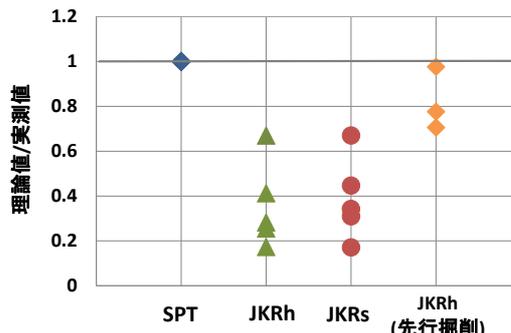


図-3 各試験の打撃効率