

## 重錘落下によって測定した地盤反力係数の現場締固め管理への適用性

(株)東洋計測リサーチ 正会員 山下 健太郎  
 iTECS 技術協会 正会員 極檀 邦夫  
 アプライドリサーチ(株) 正会員 境 友昭

### 1. はじめに

加速度計内蔵の重錘の落下によって地盤反力係数を計測する装置を用いて、普通に締固めた場合と、故意にくぼみを設けて撒出し厚さを変えて締固めた場合の砂質系模型地盤を測定した。重錘落下による地盤反力係数の面的な情報は、締固め分布の管理に有効であること、撒出し厚さが不均一であると締固め効果が低下することが分かったので報告する。

### 2. 計測原理

先端が球形の重錘(質量  $M$ )が初速度  $V$  で地盤に衝突するとき、重錘に作用する地盤の抵抗応力度 ( $\sigma$ ) は、地盤の変形速度に対し、

$$\sigma = zV \tag{1}$$

となるものと仮定する。ここで  $z$  は、地盤の音響インピーダンスであり、地盤が締固められることによって増大するものと考えられる。式(1)は、弾性体内の波動理論によって導出される帰結であり、地盤の微小変形においては、このような線形系の考え方が許容できるものとする。式(1)から、地盤の変形を  $x$  とおくと、重錘に作用する貫入抵抗は、

$$F = S\sigma = 2\pi Rz \frac{dx}{dt} \tag{2}$$

となる。ここで  $S$  は重錘が地盤と接触する面積であり、貫入量  $x$  の時の球冠の面積に等しい。これから、重錘の運動方程式は、

$$M \frac{d^2x}{dt^2} + 2\pi Rz \frac{dx}{dt} = 0 \tag{3}$$

となる。式(3)を解いてパラメータを整理すると、

$$z = M \left( \frac{A}{V^{1.5}} \right)^2 = \frac{1}{M} \frac{F^2}{V^3} \tag{4}$$

となり、重錘による動的な地盤反力係数が得られることになる。ここで、 $A$  は最大加速度、 $F$  は衝撃力の最大値である<sup>1)</sup>。

式(4)によって算出した重錘による地盤反力係数と平板載荷試験による静的な地盤反力係数 ( $K_{30}$ ) とは、強い相関があることが確認されている<sup>2)</sup>。

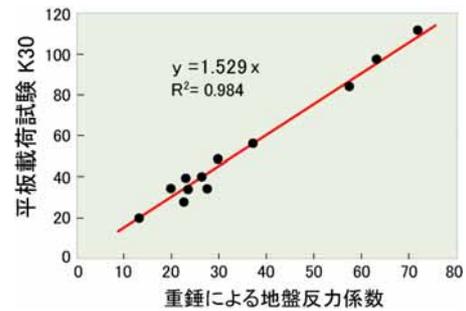


図-1 重錘の地盤反力係数と平板載荷試験 K30 値

### 3. 模型地盤

模型地盤は、5m×5mの範囲で、コンクリート上に30cmの撒出し厚さで密に締固めたものを基礎地盤とし、その上に次の2パターンの地盤を作製した。

締固め度合いと、重錘落下による地盤反力係数との関係を調べるために、5m×5mの範囲で、6段階の締固め度合いの模型地盤。

撒出し厚さの不均一さが締固め効果に及ぼす影響を調べるために、基礎地盤に縦80cm×横80cm、深さ2cm,5cm,10cm,15cmの4種類のくぼみを作り、局所的に撒出し厚さが不均一な状態で締固めを施した地盤。

どちらも撒出し厚さは25cmとし、人力によって敷均した後、起振力11.8kNのハンドガイドローラを用いて締固めた。締固め度合いは、転圧回数を1回～6回まで変えて変化させた。

模型地盤の作製は、含水比13.8%の山砂を用いた。

粒度分布を図-2に示す。

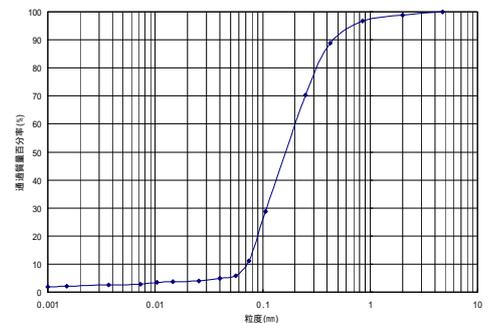


図-2 粒度分布

キーワード：締固め管理 重錘落下 地盤反力係数 測定

連絡先：〒300-2633 つくば市遠東 904-1 (株)東洋計測リサーチ TEL:029-848-0065 E-mail:kentaro@tkres.co.jp

4. 測定装置

測定装置は、加速度計を内蔵した約 5.5kg の重錘と、加速度データを演算記録する測定器本体からなり、10cm 程度の高さから重錘を地盤に自由落下させて衝突させる。1 点の計測時間は約 3 秒弱である。

5. 測定方法

測定は模型地盤の内、4m x 4m のエリアを 40cm 間隔でメッシュ状に 1 回ずつ測定を行った。測定ラインとくぼみの配置を図-3 に示す。

締固め方向

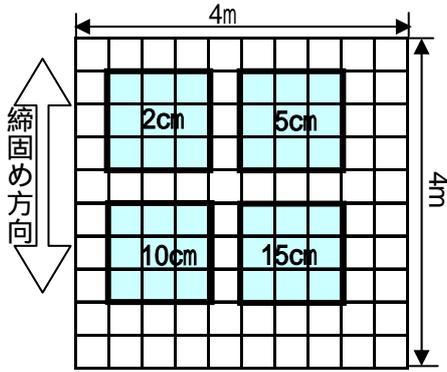


図-3 測定点とくぼみの配置

6. 測定結果と考察

締固め度合いと重錘による K30 測定値の関係を図-4 に示すが、転圧回数の増加とともに測定値も一定の割合で増加している。

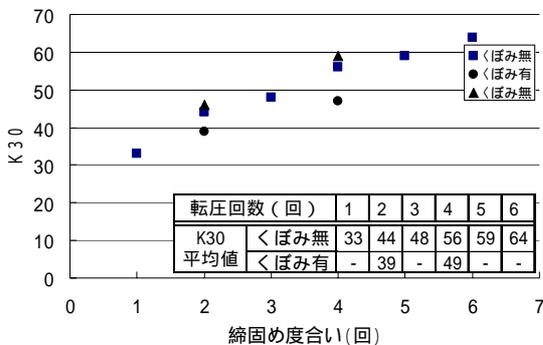


図-4 締固め度合いと重錘による K30 の関係

図-5 に、4 回転圧後の K30 測定値を示す。図-6 に

は、局所的に撒き出し厚さを変えて締固めた地盤の 4 回転圧後の K30 測定値を示す。図の右端及び下端には行、列の平均値を示している。また、平均値-1 から外れる測定点を斜線で示している。

59	52	47	28	47	48	57	52	56	47	49
58	72	49	54	54	45	61	62	51	58	56
55	59	58	62	60	66	57	62	58	70	61
57	63	70	62	53	62	61	59	53	62	60
58	53	62	61	58	63	58	54	46	64	58
60	61	58	57	64	51	56	55	60	49	57
58	61	61	56	67	44	46	67	53	61	57
57	54	61	53	62	57	56	62	63	53	58
53	52	67	55	49	46	50	55	50	40	52
48	53	62	43	53	49	42	40	54	46	49
56	58	60	53	57	53	54	57	54	55	

図-5 くぼみ無 4 回転圧後の測定値

51	45	40	51	41	46	42	42	51	51	46
58	47	47	48	47	49	45	49	32	31	45
55	43	53	54	39	52	41	49	48	28	46
44	42	35	46	42	52	49	44	50	50	45
53	48	41	55	43	48	51	45	51	50	49
54	41	57	45	45	49	48	45	51	36	47
68	46	49	52	45	53	40	44	55	51	50
56	44	43	45	52	51	59	46	39	46	48
58	55	56	58	46	46	54	56	56	61	55
51	53	50	60	57	48	66	58	60	53	56
55	46	47	51	46	49	50	48	49	46	

図-6 くぼみ有 4 回転圧後の測定値

くぼみ有りの地盤の測定値の平均値は図-4 の表に示すが、くぼみ無しのパターンに比べて測定値の低下が見られた。また、平均値から大きく外れる測定点もくぼみの設置箇所周辺に集中している。撒き出しが厚くなると圧縮量が増加し円筒形のローラーが傾くので、その影響はくぼみのない所まで及ぶと考えられる。

7. まとめ

重錘落下による地盤反力係数 K30 は、地盤を非破壊でかつ迅速に計測できる利点があり、かつ、締固め度合いとの関係も把握できたことから、現場における面的な締固め管理への有効性が示された。

また、くぼみを設けた範囲内(図-5,6 太線内)の 49 点の測定値の平均を表-1 に示し、図-4 に と でプロットしたが、それぞれの転圧回数における測定値は、くぼみ有りと無しでは 12 以上異なり、これは転圧回数にするとおおよそ 2 回分も締固め効果が低下しているという結果が得られた。

表-1 くぼみ設置範囲での地盤反力係数 K30 測定値

くぼみ	転圧回数(回)	K30測定値
		平均値
無	2	46
	4	59
有	2	39
	4	47

締固め工程初期の施工精度が、締固めの効果に及ぼす影響が大きく、現場における面的な締固め管理の必要性が明らかになった。

参考文献

- 1) 境友昭 極壇邦夫;重錘落下による地盤反力係数の測定 第 41 回地盤工学研究発表会論文集 2006 pp.975-976
- 2) 田村徹,境友昭:土の締固め度の測定方法の開発 -インピーダンスヘッド落下法- 第 24 回土質工学研究発表会 1998, pp1829-1830