

(Ⅲ-11) 重錘落下試験法による $p-S$ 曲線推定法

東海大学工学部 学生会員 ○飯沼孝一

正会員 近藤 博

正会員 杉山 昇

1. はじめに

動的現象を利用して迅速に、地盤特性を調べるための方法として動的CBR法¹⁾、応答加速度法²⁾およびインピーダンスヘッド法³⁾などが提案されている。しかしこれらはいずれも密度および地盤の硬さなどの指標と相関させたもので、締固め等における施工管理に利用されているもので、地盤の $p-S$ 関係推定にまでには至っていないようである。そこで本研究では重錘落下試験法で重錘に加速度計を取付け、その衝突時の加速度と重錘の貫入量から平板貫入試験における $p-S$ 曲線を推定する方法を提案するものである。

2. 供試地盤と実験方法

供試地盤：供試土は豊浦標準砂とカオリンクレーを表1に示した配合比で所定の含水比になるように調整したものをを用いた。供試地盤は、 $30 \times 30 \times 30$ cmの土層にマーシャル試験用のランマの底面部に大きさ 15×15 cmで厚さ5mmの鋼板を取付けたものを利用して突固め(3層詰め)を行い作製した。

実験装置と方法

平板貫入試験：CBR試験用載荷装置を用い、貫入棒の直径を30, 50, 70mmの3段階と変化させて実験を行った。実験は貫入速度1mm/minで貫入量15mmまで実施した。

重錘落下試験：用いた重錘の形状は表2に示すような、重量と面積の異なる5種の柱体棒である。実験は、柱体棒の上部に加速度計を取り付けたものを、供試地盤の上面から高さ10, 20, 40, 80cmの4段階で自由落下させた。そして、そのときに柱体棒に生じる衝撃加速度と柱体棒の貫入量を測定した。 $\phi=30$ と70の柱体棒については高さ80cmのみで実験を行った。

3. 実験結果と検討

図1, 2, 3, は実験で得られた加速度-時間関係の代表例を示したものである。これから柱体棒の重量, 面積, および落下高さによって加速度-時間関係は大きく変化することがわかる。

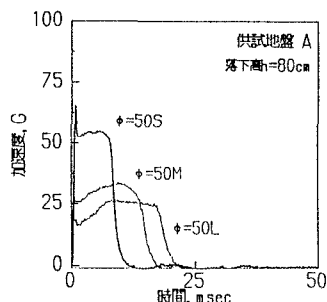


図1 加速度-時間関係(W)

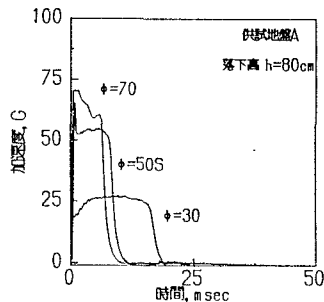


図2 加速度-時間関係(A)

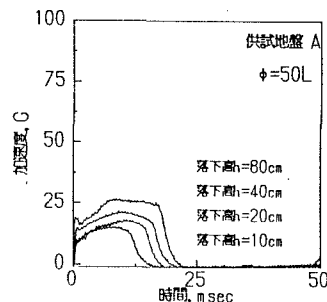


図3 加速度-時間関係(h)

表1 土質特性等

供試地盤	q_u kgf/cm ²	CBR 値 (%)	w (%)	γ_t gf/cm ³	突固め 回数 一層当たり	配合比	
						粘土	標準砂
A	0.44	1.70	5.9	1.52	10	2	8
B	0.72	3.40	6.0	1.57	20	2	8
C	1.28	4.10	6.0	1.63	40	2	8
D	0.24	1.70	24.3	1.50	10	8	2
E	0.37	2.60	23.4	1.59	20	8	2
F	1.16	3.20	23.8	1.74	40	8	2

表2 柱体棒の種類

種類	ϕ (mm)	L(mm)	W(kgf)
50S	50	100.0	1.542
50M	50	200.0	3.085
50L	50	300.0	4.627
30	30	277.0	1.542
70	70	51.0	1.542

図4は供試地盤A, B, Cで、単位体積重量が3段階での平板貫入試験($\phi=50$)から得られた静的な $p-S$ 関係を、両対数グラフにプロットしたものである。図から土質が同じ場合では γ_t が変化してもほぼ同じ勾配を示すことがわかる。図5は供試地盤A, Cでの重錘落下試験から得られた $p-S$ 関係を両対数グラフにプロットしたものである。図中の点線は供試地盤Aでの平板貫入試験データの回帰線を示している。また、図4, 5から、 $\bullet$ 動的な $p-S$ 関係は、重錘の落下高さおよび重量に関係なくほぼ同一直線上にある、 $\bullet$ 動的な $p-S$ 関係と静的な $p-S$ 関係はほぼ同一勾配である、 $\bullet$ 動的な $p-S$ 関係は静的な $p-S$ 関係の上位に位置する、等のことがわかる。

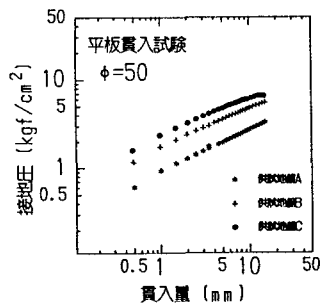


図4 Logp-LogS関係

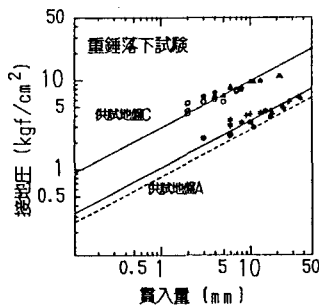


図5 Logp-LogS関係

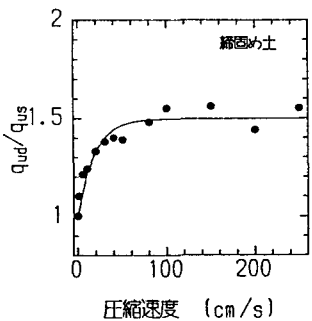


図6 q_{ud}/q_{us} -圧縮速度関係

以上の検討から、 $p-S$ 関係を次式で回帰した。

$$p = a S^b$$

平板貫入試験結果から b の値を求めると、供試地盤Aのときは0.52で供試地盤Dのときは0.53であった。これらの b の値を動的試験に適用し a の値 (a_d) を求めたものを表3に示した。また、表中の k の値は a_d と a の比関係を示したもので、貫入速度効果を表すものである。この値は密度が大きくなると、大きくなる傾向を示すようである。図6は、高速一軸圧縮試験で圧縮速度の効果を調べたものであるが、圧縮速度1 m/s前後でほぼ一定値に近づく傾向を示した。また南部⁴⁾ は、コーンを用いて速い速度での実験を行い、貫入速度1 m/s前後で貫入抵抗は一定値近づくことと報告しており、今回の実験での衝突時の重錘落下速度は1 m/s以上なので、速度効果は一定と推定でき、動的な $p-S$ 曲線から静的な $p-S$ 曲線を推定することが可能と思われる。

4. まとめ

重錘落下試験において、重錘に加速度計を取付け地表面に重錘が衝突するときの加速度を測定することにより動的な $p-S$ 関係を測定できることがわかった。これらのことにより、トラフィカビリティの判断等に直接利用できるものと思う。さらに、速度効果を明らかにすることにより静的な $p-S$ 関係を推定できることの可能性を示した。今後は様々な土についても同様な試験を行い、速度効果の推定法を確立したいと思う。

参考文献

- 1) 村山朗郎・植下 協・斉藤 実：路床土支持力比(CBR値)の簡易測定法について、土木学会誌, 44巻, 第1号, pp. 9~13, 1959年
- 2) 後藤彰・能登繁幸：衝撃加速度による土の締固め度の予測, 土木試験所月報, No. 412, pp. 1~15, 1987
- 3) 境友昭・田村徹：重錘落下による土の硬さ測定, テラメカニクス, 第10, pp. 17~22, 1989
- 4) 南部悟：農機研究の不思議な情報, 農機学会誌, vol. 152, No6, pp. 1~2, 1990