

ボーリング孔底で行う深い地盤の平板載荷試験
(その2: 急速平板載荷試験結果)

正会員 ○松澤 一行*1 正会員 根本 恒*2
正会員 木下 孝介*3 正会員 松本 樹典*4

平板載荷試験 深層載荷 静的載荷試験
急速載荷試験 荷重～沈下関係

1. はじめに

筆者らは、建物基礎の性能設計に必須である地盤の荷重～沈下関係に着目し、静的平板載荷試験と急速平板載荷試験を併用することで、簡易な方法による精度の高い荷重～沈下関係の把握を実践してきた¹⁾。この一連の方法を応用して、ボーリング孔底に対して実施する平板載荷試験により深い地盤の荷重～沈下関係を調査する方法を試みた。

本稿ではスプリングハンマー試験機を用いた深層急速平板載荷試験の概要、試験結果および静的試験も含めた深層載荷試験結果について考察する。

2. 急速平板載荷試験

2.1 試験方法及び装置

図1に急速載荷試験で用いた試験装置の概略を示す。

載荷板および試験パイプの建て込み方法については本稿その1に記された通りである。試験パイプ先端の可動式の載荷板には加速度計が取り付けられており、計測された加速度から載荷板の速度および変位量を計算で求めた。使用する重錘の質量 (M_H) は、人力による吊り作業を考慮して30 kgとし、滑車をつけた三脚を用いて試験パイプ内でワイヤーロープ操作により手動で上げ下げ、落下を行った。

試験では重錘落下高さ (h) を0.2 m 間隔で増加させ、5段階の試験を行った。急速試験の結果から静的な荷重～沈下関係を求める方法には非線形ダンピング法²⁾を採用した。

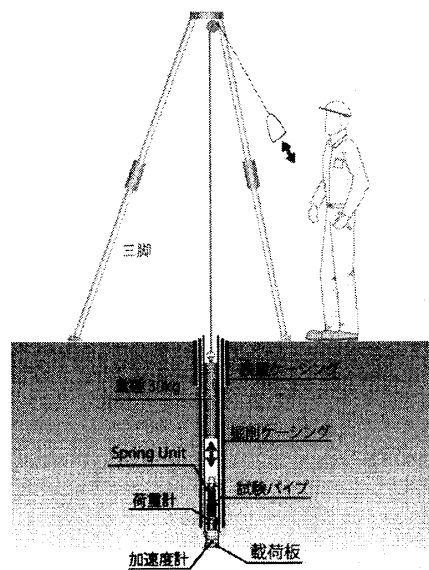


図1 急速載荷試験装置の概略

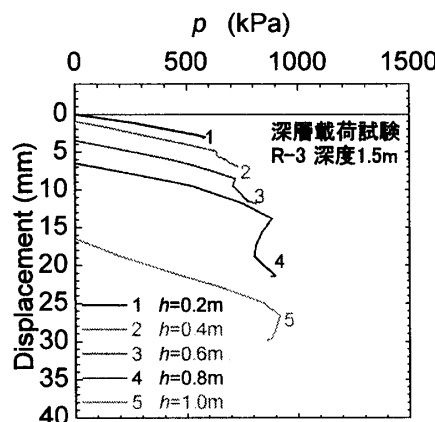


図2 急速載荷試験の結果例

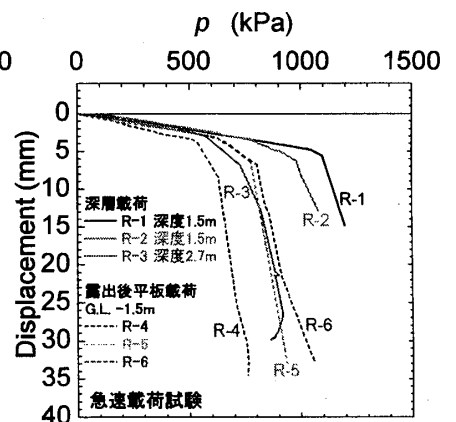


図3 急速試験による荷重～沈下関係

2.2 急速平板載荷試験結果

図2は深さ1.5 mで実施した深層急速平板載荷試験結果(R-3)の例である。図中の曲線は非線形ダンピング法によって推定された静的な荷重～沈下曲線である。この試験では第一段階 ($h = 0.2$ m) の最大荷重付近に降伏点が見られ、以後の荷重段階では、履歴最大荷重まで同勾配の直線を示した後急激に沈下が進行する傾向を示した。

各試験箇所ごとに、それぞれの荷重段階で履歴最大荷重を超える部分の曲線を連結させて一本の荷重～沈下関係を得た。図3に急速試験で得られた結果の一覧を示す。

図3中のR-1からR-3が地表面から試験機を1.5 mおよび2.7 mの深度に掘削貫入させて行った深層載荷試験、R-4からR-6は深さ1.5 mのピット掘削を行い実施した掘削床面での平板載荷試験である。

図から見て取れるように、すべての試験で載荷初期の直線部の勾配はほとんど一致しており、初期地盤ばね定数は $K_{v0} = 200$ MPa/m 程度であった。

降伏点についてはR-1およびR-2が大きな値を示している。ただし、R-1は最初の試験でもあり試行的に大きな(硬い)ばね値を持つスプリングユニットを用いたため、載荷時間が短いなど条件が異なる。過去の研究³⁾でも試験機のばね定数が大きいケースでは荷重を大きく評価する傾向が指摘されており、その影響も懸念される。またR-2では、試験深度付近における掘削時の抵抗が他の試験とは明らかに異なって大きく、他の試験位置とは地盤の状態に差があるものと判断している。R-3からR-6では、ほぼ同程度の結果を示しており、今回の急速試験の範囲では深層試験と露出後の試験での大きな差を見いだすには至らなかった。

3. 急速および静的載荷試験結果のまとめ

図4に深層タイプの荷重～沈下量関係について急速載荷と静的載荷を併せて示す。同様に図5には露出タイプの結果を示す。また、表1にそれぞれの荷重～沈下量関係から得られた降伏荷重、極限荷重、初期地盤反力係数を示す。

深層タイプの静的載荷と急速載荷を比較すると、急速載荷の剛性がやや高い傾向が見られるものの、降伏荷重は概ね近い関係といえる。載荷方法の違いは載荷時間の違いとなる（静的載荷の荷重保持>連続>急速載荷の順に載荷時間が長い）。深層タイプにおいては載荷時間の影響は小さいと考えられる。

露出タイプの静的載荷は、300 kPa 付近から沈下が漸増して明確な折れ点が見れない傾向を示している。一方、急速載荷では、2.2 節に記した様にその傾向が顕著ではない。これは載荷時間の影響が現れ、沈下量が静的荷重保持>連続>急速の順に大きくなったためと考えられる。ただし、急速載荷を細かく見ると、深層タイプで二折れ線の傾

向が見られるのに対して露出タイプでは三つ折れ線となっており、荷重～沈下関係の急変の割合が露出タイプでは緩和されている。

これらから、次のことがわかる。

- 載荷時間の影響は、露出タイプで顕著に現れる。（急速、静的を併せた傾向から）
- 深層タイプ、露出タイプともに低い荷重域では急速載荷と静的載荷が近似している。
- 荷重が大きくなると深層タイプと露出タイプで荷重～沈下の傾向が異なる。

4. まとめ

試験深度近くをセルフボーリングで掘進する方法で地上からの平板載荷試験を実施し、載荷方法および試験深度の違いを比較した。地上からの実施による簡易な現場作業で荷重～沈下量関係を得ることができる。また、静的載荷と急速載荷の組み合わせで、短時間で多くの箇所数の試験を行える。今後は対象地盤や試験数を増やし、基礎設計に有用な調査として利用したい。

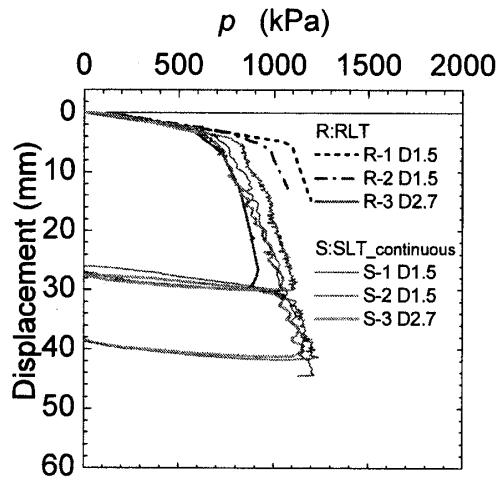


図4 深層タイプの荷重～沈下量関係（急速と静的）

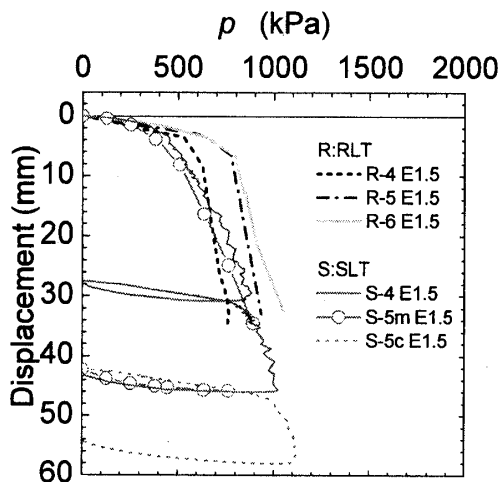


図5 露出タイプの荷重～沈下量関係（急速と静的）

表1 降伏荷重、極限荷重および初期地盤反力係数 K_{v0}

試験番号	降伏荷重 ^{*1} (kPa)	極限荷重 ^{*2} (kPa)	K_{v0} ^{*3} (MPa/m)
S-1	700	850	171
S-2	780	880	177
S-3	650	780	167
S-4	—	600	—
S-5	—	509	—
R-1	1045	1142	218
R-2	768	1032	226
R-3	577	772	186
R-4	532	637	148
R-5	611	796	197
R-6	595	825	192

*1: 静的載荷では、両対数グラフの折曲点とした。ただし、露出タイプでは判別できない。急速載荷では、近似的に初期勾配としたから直線から明確に折れる点とした。

*2: 沈下量が載荷板直径の10% (10 mm) となる荷重とした。

*3: 降伏荷重までは弾性的な挙動と考え、降伏荷重時と原点との割線勾配とした。

【参考文献】

- 1) 崎浜博史, 根本恒, 木下孝介, 松澤一行, 松本樹典: 固結砂質地盤における静的および急速平板載荷試験(その1)(その2), 日本建築学会大会梗概集, 2006. 他
- 2) 松本樹典, Middendorp, P., Bermingham, P., 統誠(1995): 珪藻泥岩に打設された鋼管杭の急速載荷試験土木学会論文集, No.517/III-31
- 3) 中嶋義雄, 松澤一行, 根本恒, 木下孝介, 松本樹典 (2007): 埋め土における静的および急速平板載荷試験の比較 (その2: 急速載荷試験結果), 第42回地盤工学研究発表会

*1 丸紅建材リース 工修 *2 安藤建設

*1 Marubeni Construction Material Lease *2 ANDO Corporation

*3 地盤調査事務所 工修 *4 金沢大学 教授・工博

*3 Subsurface Investigation Office *4 Kanazawa University