

Ⅲ-A 399

場所打ち杭の急速載荷試験における除荷点法およびシグナルマッチング解析の適用性について

三井建設 正会員○山本陽一
九州共立大学 正会員 前田良刀
日本道路公団 正会員 中藪明広

1. まえがき

本文は京滋バイパスにおいて実施した場所打ちコンクリート杭の急速載荷試験(スタナミック試験)の試験結果について報告するものである。本試験サイトでは、まず静的載荷試験が行われた後に、同じ試験杭に対して引き続きスタナミック試験が実施された。静的試験は本サイトの支持力特性の評価を目的として行われており、一方のスタナミック試験は、試験の適用性の検証を目的として行われた。ここでは、直前に実施された静的載荷試験との比較を中心に、スタナミック試験結果に対する除荷点法およびシグナルマッチング解析の適用性について考察する¹⁾。

2. 試験概要

試験は、京都府久世郡久御山町において施工中の「京滋バイパス森橋(下部工)工事」内において実施された。試験杭は、杭径 1.2m、杭長 13.4m の場所打ちコンクリート杭であり、オールケーシングベント工法により施工された。試験杭の先端位置は、図-1 に示すように、試験位置のボーリング結果から支持層となる洪積砂礫層 Dg 層に 1D (1.2m) 根入れさせる計画とした。図-2 に示すように、スタナミック試験の実施前には、最大荷重 23.5MN まで6段階の静的鉛直載荷が行われており、最終サイクル後にスタナミック試験との比較を目的とする荷重保持時間を短くした単調載荷(23.5MN)が実施された。最大スタナミック荷重は 16MN として計画した。また、本試験サイトでは、シグナルマッチング解析に必要な土質定数を求めるために、サイスミックコーン試験を実施している。

3. 試験・解析結果と考察

(1) 除荷点法による解析結果

除荷点法より求めた杭頭静的荷重・沈下曲線と静的載荷試験結果の比較を、図-3 に示す。比較の対象とした静的載荷試験結果は荷重保持時間を短くして実施した履歴荷重内の結果であり、新規荷重載荷に対するものではない。載荷荷重から杭の慣性抵抗を除いた地盤抵抗 F_{soil} による荷重・沈下曲線は、静的載荷試験結果と初期の曲線部においてよい一致を示しているが、載荷荷重の増加に伴い両者に乖離が認められる。 F_{soil} から地盤の粘性抵抗を除いて求めた静的抵抗 F_w による荷重沈下曲線を静的載荷試験結果と比較すると、 F_{soil} の場合とは逆に最大荷重付近において一致を示している。しかし、それまでの載荷過程

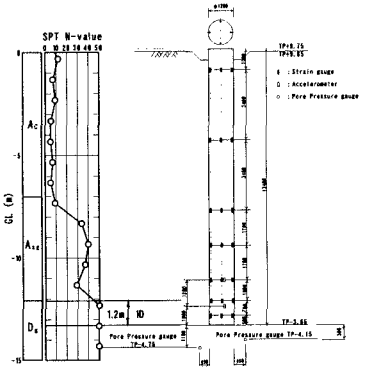


図-1 試験サイトに地盤柱状図と試験杭

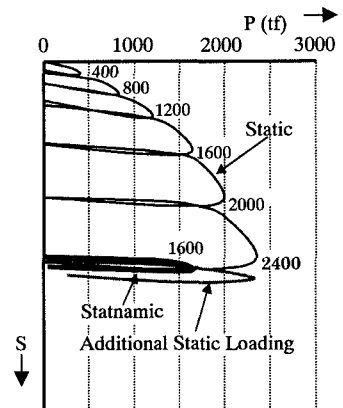


図-2 載荷パターン

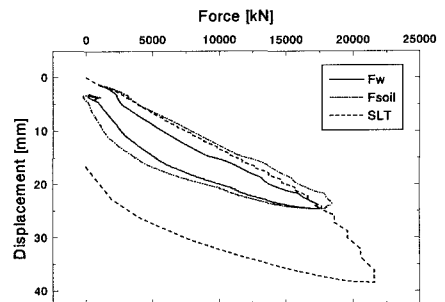


図-3 除荷点法解析結果と静的載荷試験結果の比較

キーワード：支持力、スタナミック試験、場所打ち杭、除荷点法、シグナルマッチング解析

連絡先：流山市駒木 518-1 TEL 0471-40-5201 FAX 0471-40-5216

では、静的載荷試験と比較して過小評価となっている。これは、地盤のダンピング値を沈下量に無関係に一定と仮定していることに起因するものと考えられる。ダンピングはひずみに依存して大きくなるものであり、最大荷重時から決定されたダンピングは、沈下量が小さい範囲では、過大になっていると考えられる。 F_{soil} 曲線と静的載荷試験結果は、12MN 付近までほぼ一致していることから、それまでの地盤粘性抵抗は少ないものと推察される。ただし、除荷点法から求められた静的抵抗 F_w の最大荷重付近については静的載荷試験結果と良い一致を示していることから、支持力確認手段としての除荷点法の適用性は認められるものとする。

（２）シグナルマッチング解析結果

シグナルマッチング解析は、Randolph ら²⁾が提案したモデルを用いて実施した。このモデルは、図-4 に示すように、周面抵抗を杭と地盤の境界面における抵抗と杭周辺地盤の変形とに分離して表現しており、先端抵抗において先端地盤の慣性抵抗を導入している等の力学的な特徴がある。解析は、サイスミックコーン試験結果から与えられた地盤定数を基にバネ値、ダンピングを算定し、杭頭の時間・沈下関係が合うように地盤の降伏値を同定したケース（CASE1）と、波形のマッチングを主眼として杭頭の時間・沈下関係が合うように周面、先端のバネ値、ダンピング、降伏値（先端地盤の付加質量は計算値を使用）を同定したケース（CASE2）の2ケースについて行った。図-5 に、実施した2ケースのシグナルマッチング解析と静的載荷試験結果の比較を示す。また、表-1 には荷重分担の比較を示した。CASE1 は、杭頭の荷重・沈下剛性が静的載荷試験結果に比べて大きく、サイスミックコーン試験結果より求めた地盤バネが過大であったと考えられる。また、解析上の周面摩擦力はほとんど生じておらず、静的載荷試験結果とかけ離れたものとなっている。このケースでは地盤抵抗の非線形性を考慮することの必要性を認識させる結果となっており、単純な適用では精度の高い解析は困難であることが明らかである。マッチングを主眼とした CASE2 は、杭頭沈下剛性、総抵抗、周面・先端の荷重分担について、ほぼ静的載荷試験の結果が表現されている。しかしながら、フィッティングのために大幅にパラメータを変化させる必要があり、解析結果の地盤力学的な客観性に乏しくなっている。すなわち、静的載荷試験の結果が事前に分かっている場合、このようなパラメータの変化によるフィッティングは困難であるからである。

4. まとめ

本試験サイトにおけるスタナミック試験結果と直前に行われた静的載荷試験結果とを比較して、スタナミック載荷試験結果に対する除荷点法とシグナルマッチング解析の適用性を検討した。その結果、除荷点法については、最大荷重付近の荷重・沈下関係は静的載荷試験結果と良い一致を示し、設計支持力確認を目的とする場合の適用性は示された。シグナルマッチング解析については、地盤抵抗の非線形性を合理的に考慮することの必要性や解析結果の地盤力学的な客観性に課題が残された。

参考文献 1) Maeda et al : Applicability of Unloading-Point-Method and Signal Matching Analysis on the Statnamic Test for Cast-in-Place Pile, Proc. Second International STATNATIC Seminar, 1998. 2) Randolph et al : Dynamic and Static Soil Models for Axial Pile Response, Proc. 4th. Int. Conf. on the Application of Stress-Wave Theory to Piles, pp. 3-14, 1992.

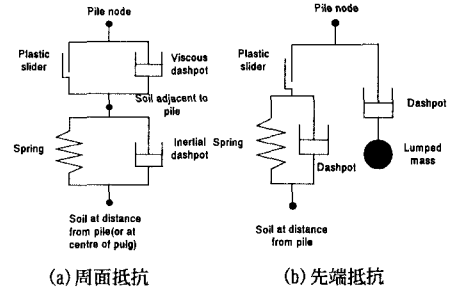


図-4 解析モデル（Randolph モデル）

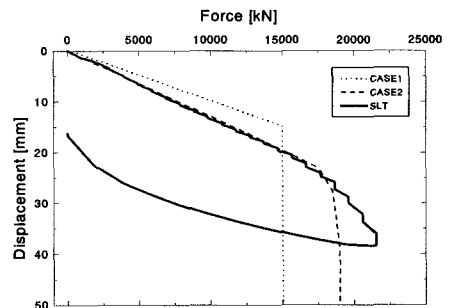


図-5 シグナルマッチング解析結果と静的載荷試験結果の比較

表-1 荷重分担の比較

No.	地盤	静的載荷 (kN)	CASE1 (kN)	CASE2 (kN)
1	シルト	4153	28	3984
2	砂	1513	19	1525
3	砂礫	---	5	397
周面	---	5666	50	5906
先端	砂礫	11985	14477	12215
合計	---	17651	14527	18121