

Ⅲ-465

大沈下を伴う鋼管杭のスタナミック試験(その1)

—スタナミック試験と静的載荷試験の比較検討—

大成建設(株)	正会員	○	加藤 一志
(株)日本技建			坂本 和雄
前田製管(株)			山中 宜昭
三菱建設(株)			尾身 博明

1. はじめに

杭の鉛直支持力確認のための試験方法としては、従来より静的載荷試験(以下SLTと略する)が実施され、その信頼性は高く評価されている。近年、限界状態設計法への移行と相まって、経済性や試験実施の迅速さが求められ、動的試験や急速載荷試験等の各種の試験法が研究・開発されている。スタナミック試験(以下STN試験と略する)は、動的試験と静的試験を補完する載荷試験法としてオランダとカナダで共同開発され、国内外で50数件の実施例が報告されている試験法である。STN試験はSLTと比べ杭を早い速度で地盤に押込むため、試験結果は、杭体に作用するダンピング力や慣性力といった動的影響を受ける。本報告は、この動的影響を顕著にした大沈下を伴うSTN試験を行い、除荷点による静的荷重の沈下関係の推定法について、SLT結果と比較することにより、その方法の有効性を検討したものである。

2. 試験概要

試験は千葉県東葛飾郡沼南町で実施した。試験位置の地盤概要と杭の設置深度を図-1に示す。試験杭は外径 $\phi 400\text{mm}$ 、板厚 $t=9\text{mm}$ 、長さ $\ell=13\text{m}$ 、質量 $m=1.16\text{ton}$ の鋼管杭を、ドロップハンマー(重量 2ton 、落下高 2.0m)で所定の深度まで打設した。試験杭には、杭の軸力を測定するためのひずみゲージを2方向 $\times 4$ 断面に、また加速度計、間隙水圧計も設置している。

試験は杭打設後2週間の養生期間を置いてSTN試験を行ない、再度2週間放置してSLTを土質工学会基準によって実施した。

3. STN試験における静的荷重～沈下関係の推定法

STN試験では杭頭に取付けたロードセル及びレーザー変位計によって荷重(F_{stn})と杭頭変位を計測している。STN試験下での杭の挙動を剛体運動と仮定し、計測された F_{stn} は静的地盤反力(F_u)ダンピング力(Cv)と杭体の慣性力の和で表現する。

$$F_{\text{stn}} = F_u + Cv + m\alpha$$

ここで C はダンピング係数、 m は杭と管内土の質量の和、 v は杭の速度、 α は杭の加速度である。

上式に従って計測データから静的地盤反力 F_u を推定するには、ダンピング係数 C を設定する必要がある。除荷点法は、その設定法の一つで最大荷重点と除荷点の間は F_u は一定であるとして、この間のダンピング係数を求め、その平均値を式中のダンピング係数 C とするものである。

4. STN試験結果

図-2は、 $F_{\text{stn}} \sim u$ 曲線および $F_{\text{soil}} \sim u$ 曲線である。なお、 F_{soil} は静的地盤反力とダンピングの和を示す。 F_{stn} の最大値は 1.46MN 、 F_{soil} の最大値は 1.60MN であった。 $F_{\text{soil}} \sim u$ 曲線における最大変位

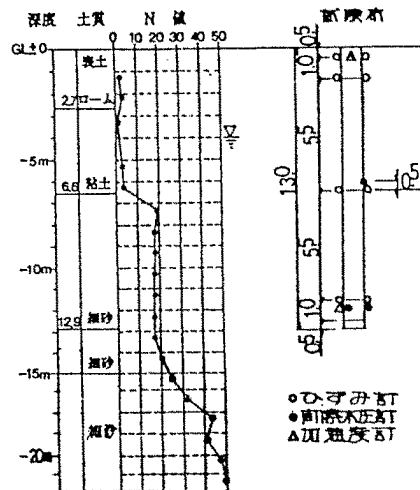


図-1 地盤概要と試験杭

点はunloading point (除荷点)と呼ばれる。除荷点では、杭速度 v がゼロとなるため除荷点では $Cv = 0$ である、除荷点では $F_{soil} = F_u$ となる。この除荷点荷重はSTN試験における静的抵抗力の最大値と考えられている。除荷点荷重は1.14 MNであり、杭変位は約58mmであった。除荷点荷重と F_{soil} の最大値の差から C の値を算定できる。このようにして求めた $C = 0.15 \text{ MNs/m}$ を式に用いて求めた $F_u \sim u$ 関係を図-2に併せて示している。

5. STN試験とSLTの比較

図-3は、STN試験による $F_u \sim u$ 関係をSLTによる荷重～変位関係と比較したものである。SLTはSTN試験の2週間後に実施された。SLT時の最大杭頭荷重は1.27 MNであった。第1限界荷重(降伏荷重)に達するまでは、両者の曲線は非常によく一致している。また、沈下が急激に増加する過程においても両者の関係はよく一致している。

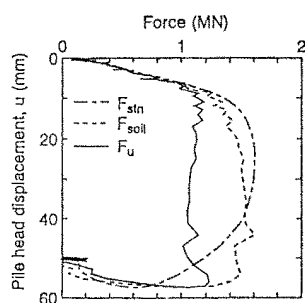


図-2 STN試験結果

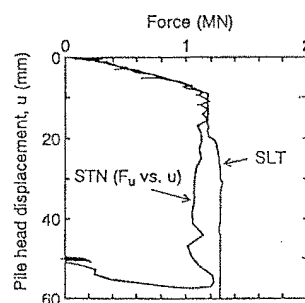


図-3 SLTとSTN試験の比較

6. 軸力分布

図-4にSTN試験とSLTの軸力分布を示す。SLTの載荷荷重は多サイクル試験の各処女載荷荷重で、STN試験は荷重増加過程の荷重を合わせている。STN試験の軸力分布は、SLTの軸力分布と良く近似し、その分布形状は両者はほぼ一致していることがわかる。STN試験の軸力は、従来の動的試験の傾向より静的な挙動で、STN試験においては1) 杭に引張力が発生しない、2) 波動現象は無視することができることを示している。

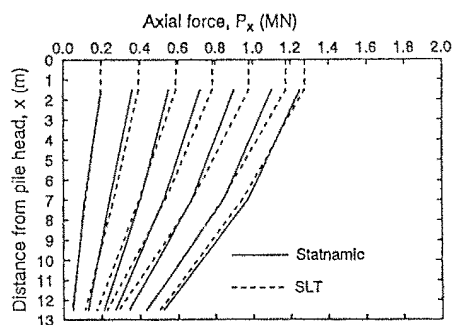


図-4 STN試験とSLTの軸力分布

7. おわりに

大沈下を生じさせることを目的として行ったSTN試験の結果、以下のことが分かった。

- 1) STN試験でも杭径の10%以上の大沈下を伴う試験が可能である。
- 2) SLTの第2限界荷重に達するまでの荷重～沈下量曲線と、STN試験で得られた荷重～変位関係はほぼ一致する。
- 3) STN試験の軸力分布はSLTの軸力分布と良く近似している。
- 4) STN試験は十分SLTを補完できる試験法である。

今後、STN試験は多くの地盤条件での適用実績を積み、載荷時間、荷重、変位、支持力等の相互関係を明確にすることによって簡便な載荷試験法への標準化が期待できる。なお、本試験は急速載荷試験法による杭の支持力確認試験(スタナミック試験: STN試験)法の普及を目的とした、急速載荷試験法研究会(委員長: 日下部 治 広島大学教授)による共同研究の一環として実施されたものである。

参考文献

- 1) 長岡 高、山中 宜昭、坂本 和雄、三木 正久: 急速載荷試験法によるモデル杭試験報告(その1)(1994年)土質工学研究発表会、pp1417~1418
- 2) 加藤 一志、稲川 浩一、上野 長八郎、久保 豊: 急速載荷試験法によるモデル杭試験報告(その3)(1994年)土質工学研究発表会、pp1411~1414