

東海大学大学院 学生会員 ○石井 督
 東海大学大学院 学生会員 松村謙造
 東海大学工学部 正 会 員 近藤 博

1. はじめに

杭の健全性を把握するために、各種載荷試験や、インテグリティ試験等が各所で実施されている。しかし、杭の周面抵抗をどう評価するかが大きな課題となっている。杭の周面抵抗は、N値から推定する方法が一般に用いられている¹⁾。しかし、この方法は、経験的な要素が多く、工学的な裏付けが未だ不足しているように思われる。周面抵抗特性を明らかにし、これらの試験の精度向上を図るには、杭体に作用する側圧による影響を明確にすることが必要である。

本報告は、模型杭の一部に側圧を加えることができる装置で基礎的実験を実施し、側圧や載荷速度と杭の周面抵抗特性との関係について、検討したものである。

2. 実験装置と方法

図-1は、本試験で使用した装置の概要図である。モールドは、高さ10cm、内径25cmで、ゴムチューブを介し、空圧により杭に所定の側圧を加えることができる構造となっている。模型杭には、全長100cm、外径3.5cm、肉厚0.2cmのアルミパイプを用い、両端から各々20cm、30cmの位置にひずみゲージを貼付(杭上部より各々①～④とする)した。また、杭頭部にはハンマ打撃時の偏心を避ける等の理由からゴムクッションが設置してある。衝撃載荷試験は、ハンマ(アルミ丸棒)を所定の高さから自由落下させ、模型杭に生じる応力をひずみゲージで、貫入量をレーザ変位計で測定した。衝撃載荷試験結果には2点ゲージ応力波解析法²⁾を適用し、打撃端部やモールド上下端部における模型杭の応力や変位を求めた。静的載荷試験は、ジャッキで載荷速度1mm/minで模型杭を貫入させた。貫入量の測定にはワイヤ変位計を用いた。供試土には、乾燥状態の豊浦標準砂を用い、供試土を所定の量モールドに入れ、ゴムチューブを介して側圧を加え、供試地盤とした。

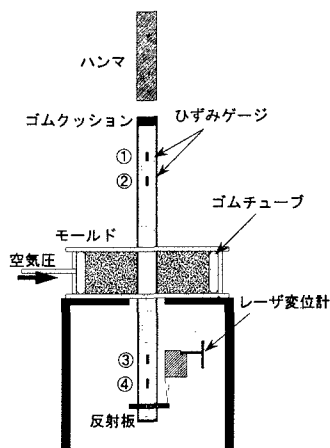


図-1 試験装置の概要図

3. 実験結果と検討

3.1 静的載荷試験

図-2は、各側圧における静的載荷試験の周面抵抗-変位関係と、一面せん断試験装置を用いた摩擦試験結果を合わせて示したものである。側圧に比例して、摩擦応力も線形的に増加している様子がわかる。また、摩擦応力は両試験においてほぼ一致し、摩擦試験で杭の周面抵抗を推定することができるようである。ただし、摩擦試験では変位0.06～0.08mmでピークに、静的載荷試験では約1mm前後でピークに達しており、載荷初期における摩擦力発揮のメカニズムが異なっていることがわかる。

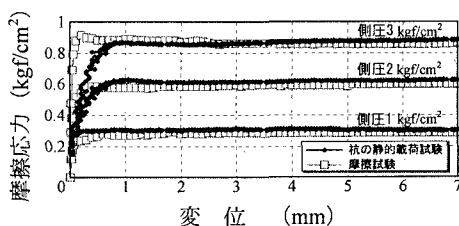


図-2 静的載荷試験と摩擦試験

3.2 動的周面抵抗の算定方法

図-3は、衝撃載荷試験の例として、ハンマ長100cm、側圧

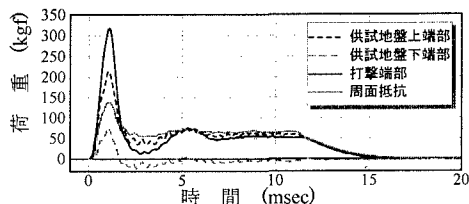


図-3 動的周面抵抗と打撃端力

キーワード: 周面抵抗, 側圧, 載荷速度, 模型杭

東海大学工学部土木工学科 〒259-1292 神奈川県平塚市北金目 1117 TEL0463-58-1211

2kgf/cm²、ハンマの落下高さ 40cm における動的周面抵抗と打撃端力を示したものである。動的周面抵抗は、模型杭の供試地盤の上面部と下面部における要素に生じる力の差分から、また、打撃端力は、ひずみゲージ①、②の応力波形から求めたものである。両者を比較すると、立ち上がり部の大きさは違うものの、その後はほぼ同じ挙動を示した。よって杭頭での応力計測で周面抵抗は近似的に求めることができるようである。

3.3 衝撃載荷試験結果

図-4 は、衝撃載荷試験（ハンマ長 100cm）と静的載荷試験結果を比較して示したものである。衝撃載荷試験では、ピークがあらわれた後に残留状態といえる一定値に収束している様子がわかる。ピーク値は落下高さに比例して大きくなる傾向を示すが、残留状態での抵抗は、側圧ごとにある落下高さ以上になると杭の先端抵抗の傾向³⁾と同様、一定値を示した。衝撃載荷試験の残留状態といえる部分の周面抵抗と、静的載荷試験結果を比較すると、衝撃載荷試験結果の方が大きくなる傾向を示し、衝撃載荷試験結果には載荷速度等に伴う動的成分が含まれていることがわかる。

3.4 低ひずみ試験に対する検討

図-5(a)は、各側圧においてハンマ長 10cm、落下高さ 2cm で、打撃したときのゲージ②、③で測定した応力波を示したものである。ゲージ③での波形から、側圧が大きくなるほど、減衰は大きくなることがわかる。(b)は、模型杭のモールド上下端部に加速度計を設置し、その両者から得られた波形の立ち上がり部を拡大して示したものである。モールド上側における加速度計の立ち上がりは、側圧の影響を受ける前であるのでほぼ同時であるが、モールド下側における加速度計の立ち上がりは、側圧が大きくなるにつれて遅れている様子がわかる。これは、側圧が大きくなるにつれ、模型杭とその周面地盤は一体として挙動し、波動伝播速度が遅くなることを示している。これらの結果は、インテグリティ試験で、杭長や杭体の欠陥状況を正確に把握するためには、側圧の情報を考慮する必要があることを示唆するものである。

4. まとめ

杭の周面抵抗特性について、側圧や載荷速度に着目し、基礎的な検討をした結果、以下のことが明らかになった。

1. 杭の周面抵抗は、地盤の拘束圧に大きな影響を受ける。
2. 杭頭部での応力計測で、周面抵抗は近似的に求めることができる。
3. 動的周面抵抗は静的載荷試験結果より大きくなり、速度依存性がある。
4. 低ひずみ試験でも、側圧が大きくなるほど弾性波の減衰が大きくなる。
5. 側圧が大きくなると、杭の波動伝播速度が小さくなる。

参考文献

- 1) 木村嘉富：N値と地盤・杭の支持力，基礎工，pp54～60，1997
- 2) 西田・松本・河上・石本：2点ゲージ法による杭打ち時の応力波解析，第22回土質工学研究発表会，pp1219～1222，1987
- 3) 佐藤・木村・石井・近藤：動的載荷試験による杭の支持力推定に関する基本考察，土と基礎，Vol.49，No.2，pp.33～36，2001

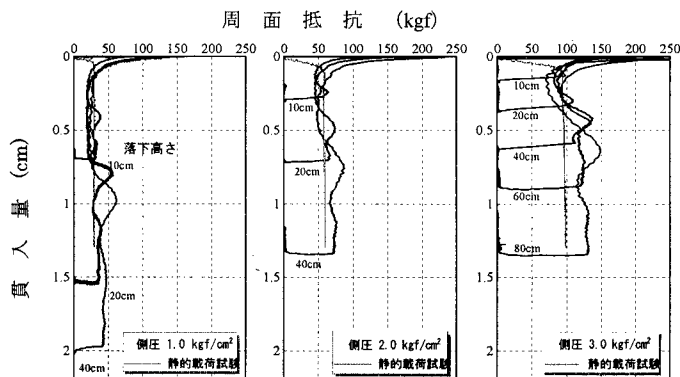


図-4 衝撃載荷試験と静的載荷試験

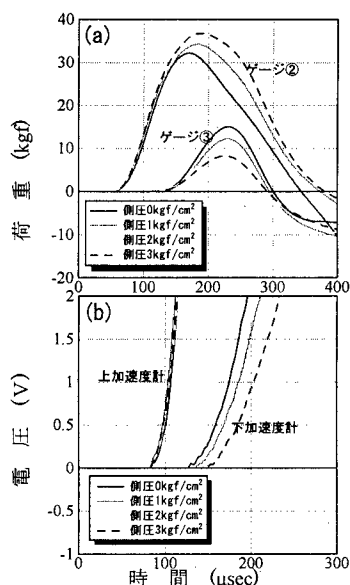


図-5 低ひずみ試験