
一般セッション | 6. 地盤と構造物 (動的問題を含む)

杭基礎④

2020年7月21日(火) 15:10 ~ 16:40 第9

[21-9-4-04] 軟クッション重錘落下方式で行う急速載荷試験の計画荷重の考え方

Conception of Load Planing in Rapid Load Test with Soft Cushion-Weight Drop Method

*亀井 秀一¹、小林 剛¹、高野 公作¹、山下 久男¹ (1. 株式会社地盤試験所)

*Shuichi Kamei¹, Kobayashi Go¹, Takano Kousaku¹, Yamashita Hisao¹ (1. Jibanshikenjo Co., Ltd.)

キーワード：杭、鉛直載荷試験、杭の載荷試験

pile, vertical loading ((load,bearing)) test, loading test of pile

杭の鉛直載荷試験方法・同解説が2002年に改訂され、新たに動的載荷試験が追加された。この中の急速載荷試験方法（JGS1815-2002）は、当時実用化されていた反力体慣性力方式で基準化された。しかし、この方式は近年の社会情勢から火薬の取り扱いに対する許可が厳しくなり採用されなくなってきている。そのため、最近は軟クッション重錘落下方式が一般的となっている。

本稿では、軟クッション重錘落下方式で実施した63件の試験事例から急速荷重の最大値 $F_{\text{rapid(max)}}$ と除荷点抵抗力 R_{ulp} の関係について急速載荷試験方法と同様に整理し、試験を計画する上で必要な計画荷重の考え方について検討したものである。

軟クッション重錘落下方式で行う急速荷重試験の計画荷重の考え方

杭 鉛直荷重試験 急速荷重試験

地盤試験所 正会員 ○亀井 秀一 正会員 小林 剛
正会員 高野 公作 国際会員 山下 久男

1.はじめに

杭の鉛直荷重試験方法・同解説¹⁾が2002年に改訂され、新たに動的荷重試験(急速荷重試験・衝撃荷重試験)が追加された。この中の急速荷重試験方法(JGS1815-2002)(以下、現行基準と称す)は、当時の試験法として実用化されていた燃焼ガスを用いた反力体慣性力方式に基づき基準化された。しかし、この方式は近年の社会情勢から火薬の取り扱いに対する許可が厳しくなり採用されなくなってきた²⁾。このことから、最近では軟クッション重錘落下方式の多サイクル試験が一般的となっている。

本稿では、軟クッション重錘落下方式で実施した63件の試験事例から図-1に示すような急速荷重の最大値 $F_{rapid(max)}$ と除荷点抵抗力 R_{ulp} の関係について現行基準と同様に整理し、試験を計画する上で必要な計画荷重の考え方について検討したものである。

2.荷重方式と試験の特徴

上記荷重方式の試験装置外観を写真-1、写真-2に示す。写真-1は反力体慣性力方式で加力するスタナミック試験である。この試験は、燃焼ガスの圧力と反力マスの慣性力で杭頭に荷重する方法であり、火薬の量と反力マスの質量の組み合わせで荷重と荷重時間を調整するものである。試験では極限支持力相当の荷重を1回荷重する単サイクル方式が多い。写真-2はハイブリッドナミッククッションを採用した軟クッション重錘落下方式の試験である。この試験は、重錘を落下させクッション材を介して杭に荷重する方式であり、落下高さを段階的に上げながら試験を行う多サイクル方式が採用されている。

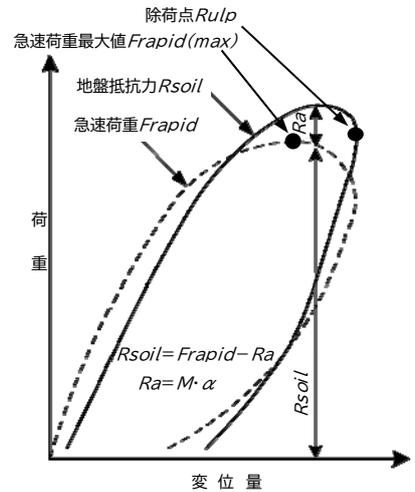


図-1 荷重-変位量関係図



写真-1 スタナミック試験装置



写真-2 ハイブリッドナミック試験装置

3.試験事例の概要

今回検討には63の試験事例をとりあげた。この事例を、工法、杭種、杭径、杭長、先端N値、先端地盤種別に区分し試験数として表-1に示す。

表-1 試験事例一覧表

| 工法 | 打撃工法 | | 中掘り工法 プレボーリング工法 | | その他 (回転,振動系工法等) | | 杭長(m) | 10未満 | 10以上~ 20未満 | 20以上~ 40未満 | 40以上~ 60未満 | 60以上 |
|--------|-------|---------------|--------------------|-----------------|--------------------|-----------|-------|------|---------------|---------------|---------------|------|
| 試験数 | 9 | | 20 | | 34 | | 試験数 | 5 | 18 | 20 | 16 | 4 |
| 杭種 | 鋼管杭 | | PHC杭 SC杭 | | 場所打ち杭 その他 | | 先端N値 | 30未満 | 30以上~ 40未満 | 40以上~ 50未満 | 50以上 | 不明 |
| 試験数 | 44 | | 16 | | 3 | | 試験数 | 8 | 8 | 5 | 32 | 10 |
| 杭径(mm) | 300以下 | 301~ 600以下 | 601~ 1000以下 | 1001~ 1500以下 | 1501以上 | 非円形 断面 | 先端地盤 | 砂質土 | 粘性土 | 礫質土 | 堆積岩 火成岩 | 不明 |
| 試験数 | 5 | 20 | 24 | 10 | 3 | 1 | 試験数 | 18 | 2 | 13 | 20 | 10 |

Conception of Load Planing in Rapid Load Test with Soft Cushion-Weight Drop Method

Shuichi KAMEI, Go KOBAYASHI, Kousaku TAKANO, Hisao YAMASHITA (Jibanshikenjo Co., Ltd.)

4.急速荷重の最大値と除荷点抵抗力の比較

4.1 全データの傾向

図-2 は表-1 の試験結果から急速荷重の最大値と除荷点抵抗力の関係性をまとめたものである。急速荷重の最大値より除荷点抵抗力が大きい場合は実線より上位にプロットされる。急速荷重の最大値に対して除荷点抵抗力が小さい場合の目安として、現行基準と同様に低減率-20%、-30%の点線を引いている。

図-2 に着目すると、急速荷重の最大値が 15000kN を超えるような荷重規模の場合、除荷点抵抗力が急速荷重を下回るような傾向はみられない。一方、15000kN を下回るような荷重規模の場合には-20%を割り込む場合がある。図-2 では比較的小規模の試験の傾向が不明瞭なので、荷重規模に影響されないよう確認荷重に対する割合を図-3 に再プロットした。確認荷重とは地盤から決まる支持力や作用力に安全係数を乗じた試験時に最低限確認する荷重のことである。図-3 に着目すると、多くの試験では確認荷重以上の急速荷重の最大値が載荷されており、かつ、除荷点抵抗力についても確認荷重以上となっているのがわかる。その一方、確認荷重に関係なく除荷点抵抗力が急速荷重の最大値を下回っているデータが 38%ある。このことは確認荷重を計画荷重にすると、除荷点抵抗力が確認荷重に至らず支持力確認ができない可能性がある。この対策としては、確認荷重を 20%程度割り増した計画荷重としておけば、多くの試験で載荷不足を回避できると考えられる。なお、20%の割り増し荷重は現行基準においても目安として記載されており、載荷方式の違いによる割り増しの程度に大きな差は無いことがわかった。

試験事例には、除荷点抵抗力/確認荷重<1 となっている試験事例が 6 件あった。これらは、①杭の耐力不足、②装置の能力不足、③杭の抵抗力不足であった場合である。

4.2 工法別の傾向

図-4 は、図-3 から打撃工法と中掘り工法・プレボーリング工法を抜き出したものである。打撃工法の場合、抵抗力が極端に小さい 1 例を除くと、除荷点抵抗力が急速荷重の最大値を上回っている割合は 88%となっている。一方、中掘り工法・プレボーリング工法の場合は 60%となっている。

この結果から打撃工法で試験を計画する場合は、確認荷重を計画荷重としても問題が無いと考えられる。しかし、同工法のサンプル数が 9 例であり、また大径杭に偏っていることなどから工法別の傾向については、今後のさらなるデータ蓄積が必要と考えている。

5.まとめ

63 件の重錘落下方式による試験を取りまとめた結果、以下のことがわかった。

- ・多くの試験で除荷点抵抗力と急速荷重の最大値は同等の傾向にある。
- ・除荷点抵抗力が急速荷重の最大値を下回る場合でも-20%程度の範囲内であることから、計画荷重の設定には確認荷重に対して 20%程度の割り増しを見込んでおく必要があると考えられる。
- ・除荷点抵抗力と急速荷重の最大値の関係は、反力体慣性力方式と軟クッション重錘落下方式で大きな違いが見られない。
- ・打撃工法は中掘り工法やプレボーリング工法に比べると、除荷点抵抗力が急速荷重の最大値を上回る割合が多い傾向にある。

【参考文献】 1)公益社団法人地盤工学会：杭の鉛直載荷試験方法・同解説第一回改訂版、2002.5

2)一般社団法人鋼管杭・鋼矢板技術協会：鋼管杭－施工と施工管理－、2017.11

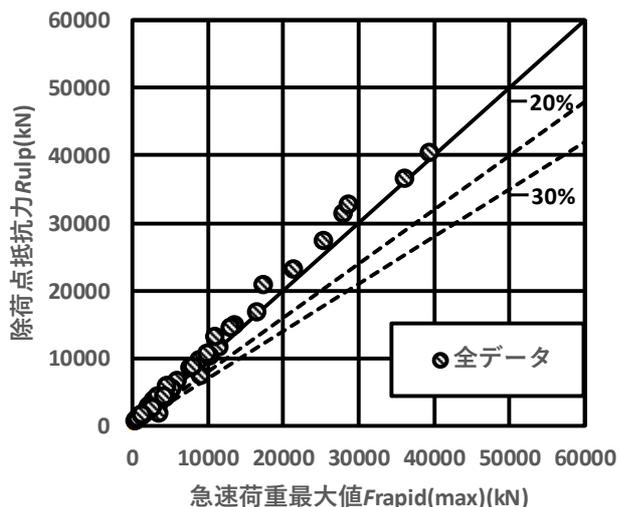


図-2 急速荷重最大値－除荷点抵抗力関係図

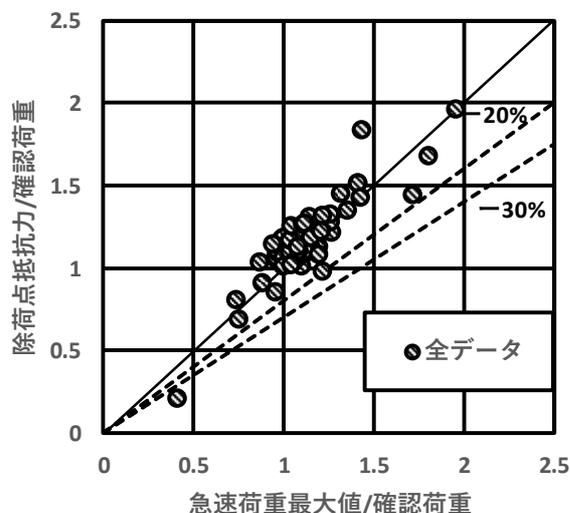


図-3 急速荷重最大値－除荷点抵抗力関係図(無次元化)

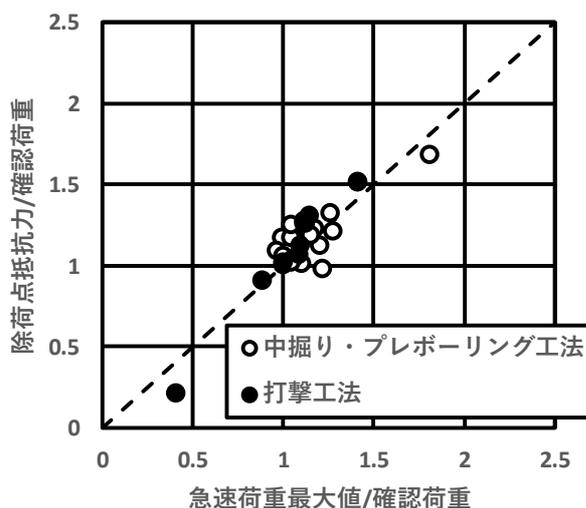


図-4 工法別の急速荷重最大値－除荷点抵抗力関係図(無次元化)