

Ⅲ-A411

相反載荷試験の周面摩擦力度と変位量関係に関する一考察

千代田化工建設（株） 正 藤岡 豊一 日本鉄道建設公団 正 青木 一二三

1. まえがき

杭の周面摩擦力度と変位量の関係は設計上重要で各方面で研究されている。筆者らは杭先端近傍にジャッキを装着し、周面摩擦力和先端支持力を相互反力にして支持力を測定する相反載荷試験を実施し、この結果を杭頭載荷に換算する方法¹⁾を提案した。本論文は場所打ち杭の相反載荷試験と杭頭から載荷する従来の載荷試験（標準載荷試験）の平均周面摩擦力度と杭の変位の関係を比較し両者の相違について考察したものである。

2. 載荷試験データ

同一地盤で相反載荷試験と標準載荷試験の比較試験の例が極めて少ないので、種々の地盤で実施された載荷試験を収集して地盤別に比較を行った。収集した載荷試験データの中から周面摩擦力の極限まで載荷され、かつ杭のひずみと変位が比較的正確に計測された場所打ち杭 19 本を選び比較した。表-1 は比較したデータで相反載荷試験 11 本と標準載荷試験 8 本である。粘性土地盤 6 本、砂質地盤 6 本および砂礫地盤 7 本である。

表-1 載荷試験データ

データ	杭 径 (mm)	杭 長 (m)	周面地盤	先端 地盤	試験 種類	データ	杭 径 (mm)	杭 長 (m)	周面地盤	先端 地盤	試験 種類
KKCH	1200	62.9	砂質シルト	細砂	標準	THKD	1000	17.2	細砂	砂礫	標準
NKSJ	800	39.0	シルト	シルト	標準	OHIT	1500	15.8	段丘砂	凝灰岩	相反
SOMY1	1500	39.5	砂質シルト	砂礫	相反	TSTA1	1000	26.3	砂礫	砂礫	相反
SOMY2	2500	39.4	砂質シルト	砂礫	相反	TSTA2	1200	26.3	砂礫	砂礫	相反
NSSB	1200	19.8	シルト	砂岩	相反	TSTA3	1500	26.3	砂礫	砂礫	相反
KSYK	1500	32.3	シルト	土丹	相反	ONGO	1000	32.2	砂礫	緑色片岩	標準
TNTT	1000	24.3	シルト細砂	砂礫	標準	GTKS1	1000	13.6	砂礫	砂礫	標準
CICK	1200	25.5	細砂	細砂	標準	GTKS2	1000	13.5	砂礫	砂礫	相反
NSHC	1500	31.6	細砂	細砂	標準	GTKS3	1000	13.5	砂礫	砂礫	相反
NCAN	1000	26.6	中粗砂	細砂	標準						

3. 周面摩擦力度—変位量曲線の比較

杭の変位と周面地盤のせん断ひずみ（応力）の関係は杭の変位に抵抗する範囲（影響半径）と密接に関係し、任意の杭変位に対して影響半径が大きいほど地盤のせん断ひずみの半径方向の変化が緩やかで、周面摩擦力度を杭の変位で除した周面地盤反力係数も小さくなる。相反載荷試験と標準載荷試験で影響半径が相違すれば周面摩擦力度と変位量の関係も異なる。表-1 の載荷試験データを砂礫土、砂質土および粘性土の 3 種類に大別し、杭体の弾性変位を含まない載荷面の終端（相反載荷試験は杭頭、標準載荷試験は杭先端）の変位と平均周面摩擦力度の関係を比較する。

図-1 は砂礫地盤（3 地点 7 本）の平均周面摩擦力度と変位量の関係で、実線は相反載荷試験を点線は標準載荷試験を示す。GTKS1～3 は扇状地砂礫地盤での比較試験²⁾であるが、標準載荷試験（GTKS1）の勾配が少し緩いようである。もう一つの標準載荷試験杭は同一地盤でないので断定できないものの勾配が少し緩いように思われる。砂質地盤（6 地点 6 本）の平均周面摩擦力度と変位量の関係を図-2 に示す。相反載荷試験が 1 例しかないが、標準載荷試験 5 本の勾配より急であることが分かる。粘性土地盤（5 地点 6 本）の平均周面摩擦

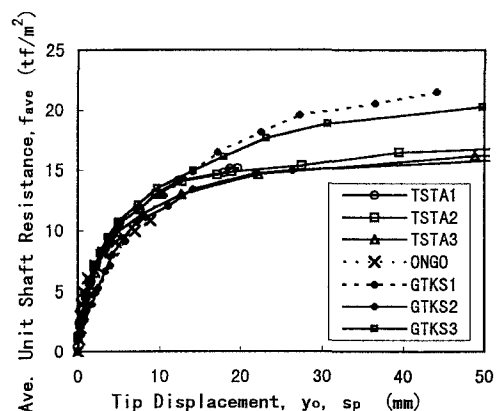


図-1 平均周面摩擦力度と変位量の関係（砂礫土）

キーワード：周面摩擦力、場所打ち杭、鉛直載荷試験

〒230-0051 横浜市鶴見区鶴見中央 2-12-1 Tel 045-506-2963 Fax 045-506-9700

力度と変位量の関係を図-3に示す。各杭とも比較的小さい変位で極限に到達し、両試験の明確な相違は認められない。KSYKを除く5本の勾配は砂礫および砂質地盤の勾配より急であるように思われる。勾配が急であることは影響範囲が小さいことを意味するので相反载荷試験の方が若干影響範囲が小さいことを示唆しているように思われる。

種々の地盤での試験を比較するため各地点の地盤を平均N値で表現し、図-1～図-3の曲線を次の指数曲線で近似して初期接線の勾配で両試験を比較する。

$$f_{ave} = f_{max}(1 - e^{-ay_0})$$

ここで、 f_{ave} : 平均周面摩擦力度

f_{max} : 最大平均周面摩擦力度

y_0 : 杭頭変位（標準载荷試験は先端変位）

a : 定数

初期接線の勾配 k は上式を微分し $y_0=0$ を代入して求め、この k を初期平均周面地盤反力係数と称することにする。

$$k = af_{max}$$

近似曲線は砂礫では0～17 mm、砂質土では0～25 mm、粘性土では0～7 mmの変位を対象範囲にして求めた。

図-4は上式から求めた初期平均地盤反力係数と平均N値との関係を示したものである。相反载荷試験を白抜き△で、標準载荷試験を黒塗り●で表わしている。同図から相反载荷試験の初期平均地盤反力係数が標準载荷試験より大きく、したがって相反载荷試験の影響半径が小さいことを示唆しているものと考えられる。また、両試験とも平均N値が大きくなるにつれて初期平均地盤反力係数は減少する傾向にある。

4. まとめ

場所打ち杭19本の载荷試験結果を平均周面摩擦力度と変位量の関係に整理し、その初期平均周面地盤反力係数と地盤の平均N値の相関を比較した。この結果、周面摩擦力度—変位量曲線の初期接線の勾配が標準载荷試験より相反载荷試験の方が急であり、相反载荷試験の影響半径が標準载荷試験より若干小さいことを示唆する結果が得られた。しかし、同一地盤での比較試験が1例しかないため両試験の定量的な相違まで究明できなかった。今後はさらにデータを蓄積して両試験の相関を明らかにして行きたい。

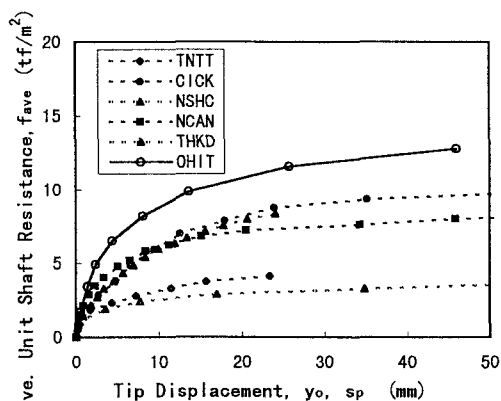


図-2 平均周面摩擦力度と変位量の関係（砂質土）

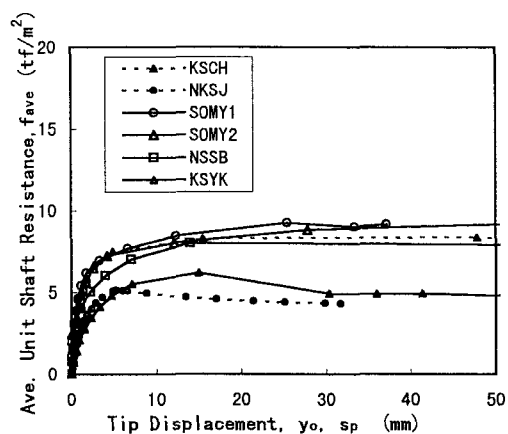


図-3 平均周面摩擦力度と変位量の関係（粘性土）

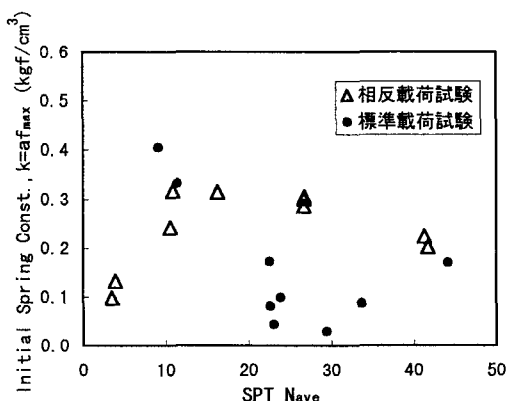


図-4 平均N値と初期平均周面地盤反力係数の関係

参考文献

- 藤岡・青木：相反载荷試験結果の杭頭载荷換算に関する一提案，第34回地盤工学研究発表会，1999年7月
- 青木・丸山・田中・高瀬・藤岡：弱状地砂礫地盤における場所打ち杭の鉛直载荷試験（その2：载荷試験結果），第47回土木学会年次学術講演会，pp. 868-869，1992.9.