

(III-80) H鋼杭回転埋込工法における地盤反力係数について

東日本旅客鉄道株式会社 正会員 ○石島 朝男

東日本旅客鉄道株式会社 正会員 横山 正夫

東日本旅客鉄道株式会社 正会員 笠 雅之

1. はじめに

従来、仮土留や工事桁の支持杭などに使用されているH鋼杭の打設方法はオーガーでプレボーリングを行い、それに杭を建て込む方法が主流となっている。しかし、これらの方法ではプレボーリングに時間がかかったり、残土が発生する等の問題点があった。

そこで、プレボーリングを省略して施工能率を改善し、かつ発生土を抑える方法としてH鋼杭の先端に攪拌翼（ $\phi=60\text{cm}$ ）を取り付け、セメントミルクを吐出しながら直接H鋼杭を回転させ、埋め込む工法（回転埋込工法）を考案した。

今回は、場所打ち杭による現行の地盤反力係数の算定法を回転埋込工法にも適用する事が可能であるかどうか、試験結果と現行の設計標準により算定した値とを比較することにより確認した。

2. H鋼杭載荷試験

試験はJR品川駅構内で行い、H-300、L=13.0mの杭を回転埋込工法により打設した。なお、試験地盤については、事前に予備実験として孔内水平載荷試験、三軸圧縮試験、物理試験を行っている。

載荷試験は、土質工学会基準「杭の鉛直載荷試験方法・同解説」「杭の水平載荷試験方法・同解説」に基づいて行い、かつ列車荷重を考慮できるように短期の繰返し荷重の載荷を行った後に通常の載荷を行う載荷サイクルとした。また、試験反力として反力杭を打設し、反力杭の引き抜き抵抗を利用した載荷桁架設による反力式とした。

鉛直載荷試験では、杭周面摩擦力と杭の深度方向の変形の関係から杭の支持力機構を解明するため、H鋼にひずみ計及び深度別沈下計を設置した。また、水平載荷試験では、深度方向のモーメントと変形の関係から地盤定数（K値）等を調べるため、ひずみ計及び多段式傾斜計を設置した。

3. 地盤反力係数の算定

算定にあたっては、以下のことを考慮している。

ソイルセメントについては、試験後のボーリングの結果により良好な付着が得られていないことが明らかになったため、その効果を考慮しないこととした。またH鋼杭には補強板が設置されているため、杭先端の断面積は矩形断面として考える。

1) 鉛直方向地盤反力係数（K_v）

現行の標準による場所打ち杭の鉛直方向地盤反力係数は、下式により算定している。

$$K_v = 0.2 \alpha E_0 D^{-3/4}$$

ここで、 α ： E_0 の算定方法及び荷重条件に対する補正係数

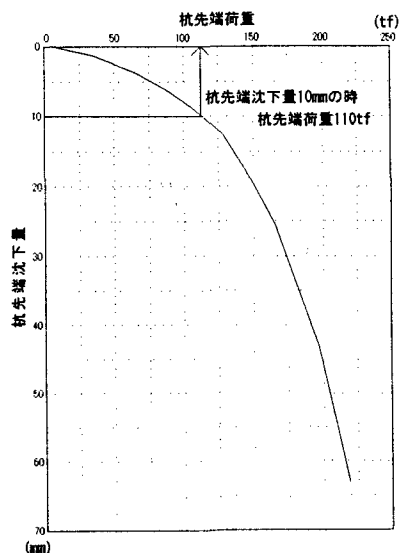
D ：杭先端の直径

この式により、

$\alpha = 4$ （孔内水平載荷試験による値）

$E_0 = 520\text{kgf/cm}^2$ （予備試験による値）

図-1 杭先端荷重と杭先端沈下量



D=30cm (杭径)

よって $K_v = 32 \text{ kgf/cm}^3$

一方、今回の試験結果より杭先端沈下量 $S_p = 10\text{mm}$ の時の K_v は、

$$K_v = \frac{\text{荷重} / \text{沈下量}}{\text{杭の断面積}} = \frac{110 \times 10^3 / 1.0}{30 \times 30} = 122 \text{ kgf/cm}^3$$

よって、設計値の 3.8 倍となる。したがって、回転埋込工法において、現行標準の場所打ち杭による K_v の算定式を用いることは妥当であると考えられる。

2) 鉛直方向せん断地盤反力係数 (K_{sv})

現行標準の場所打ち杭の鉛直方向せん断地盤反力係数は、次式により算出する。

$$K_{sv} = 0.03 \alpha E_0 D^{-3/4}$$

また、試験杭体に設置したひずみゲージの測定結果より杭周面摩擦力度を算定し、それを用いてその区間での区間相対変位 10mm 時のせん断地盤反力係数を求める。

D c1 層での K_{sv} を求めると、

相対変位 10mm 時の周面摩擦力度は 1.9tf/m^2

$$\text{よって、} K_{sv} = \frac{\text{周面摩擦力度}}{\text{相対変位量}} = \frac{1.9\text{tf/m}^2}{10\text{mm}} = 0.19\text{kgf/cm}^3$$

同様に、各層の K_{sv} を求め、設計値と比較した結果を図-2 に示す。

この結果、D c1 層での試験値は設計値の約 1/3 となっており、回転埋込工法における鉛直方向せん断地盤反力係数の算出には次式を用いることとする。

$$K_{sv} = 0.01 \alpha E_0 D^{-3/4}$$

3) 水平方向地盤反力係数 (K_h)

現行の設計標準では、水平地盤反力係数 K_h は、

$$K_h = 0.2 \alpha E_0 D^{-3/4}$$

で求められる。水平力を载荷した時の変形は GL-3 m までが支配的であることにより、B 層及び A p 層における K_h を求めると、

B 層 $N=2$ よって $K_h = 0.78\text{kgf/cm}^3$

A p 層 孔内水平载荷試験より $E_0 = 19\text{kgf/cm}^2$

よって $K_h = 1.19\text{kgf/cm}^3$

また、試験により得られた杭頭荷重、杭頭変位を用い、Chang の式により K_h を求める。通常工事桁で仮受けする場合の列車始動荷重等による水平荷重が 4tf 本程度であることから、図-3 により、その時の変位量は $4.1\text{mm} \sim 5.1\text{mm}$ であり、Chang の式に代入すると、

$K_h = 1.0 \sim 1.5\text{kgf/cm}^3$ となる。

したがって、回転埋込工法において現行標準による K_h の算定式を用いることは妥当であると考えられる。

4. おわりに

この結果は 1 本だけの試験結果により整理されたものであり、今後試験本数を増やし、また様々な地盤条件のもとでの結果を得ていきたいと考えている。

【参考文献】 東日本旅客鉄道株式会社：建造物設計標準（基礎構造物）、昭和 62 年 4 月

図-2 せん断地盤反力係数の比較

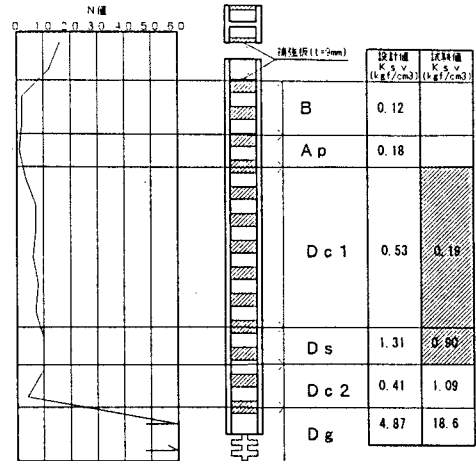


図-3 水平荷重と水平変位量

