

III-399

斜面中のH鋼杭の大変位水平載荷試験(実験の解析)

(財)鉄道総合技術研究所 正員 ○ 西村昭彦
 J R 東海新幹線鉄道事業本部 正員 若木宣成
 正員 大南正克

1. はじめに

盛土斜面中に打設されたH鋼杭の水平荷重に対する支持力性状を把握し、その変位や応力などの簡易な計算法を検討するため、大変位領域での水平載荷試験を実施した。水平載荷試験の結果はその1で述べたので、本文では土の非線形性を考慮した詳細な解析と弾性地盤反力法による比較的簡易な解析について述べる。

2. 土の非線形性を考慮した解析

試験から得られた荷重～変位曲線はかなりの非線形性を示しているので、解析手法として岸田・中井の提案した方法¹⁾を用いることとした。この方法は、基本的な考え方は杭体の曲げ剛性と地盤のばね定数を考慮する弾性地盤反力法であるが、それぞれについて、荷重と変位の関係の非線形性が考慮できるとともに、その両者の履歴特性を与えることにより、正負交番載荷も解析できるものである。

地盤は土質試験の結果から粘性土と判定し、深さ方向および平面的にも地盤の強度にあまり差がないことから、一様な地盤とし、強度は平均値を採用した。地盤の変形係数(E_s)は一軸圧縮強度から(1)式により推定した。また、一軸圧縮強度は土質試験などから 0.6 kgf/cm^2 とした。

$$E_s = 170 q_u \text{ (kgf/cm}^2\text{)} \quad \dots (1)$$

地盤反力係数 (k_h : kgf/cm^3) は次の式を用いて求めた。

$$k_h D = 1.3 E_s \cdot \sqrt[3]{(E_s D / EI)} / (1 - \nu_s^2) \quad \dots (2)$$

ここに、 ν_s : 地盤のポアソン比、 D : 杭の幅(cm)、 $E I$: 杭の曲げ剛性($\text{kgf}\cdot\text{cm}^2$)

解析では、斜面の影響を見るため地盤を深さ方向に50cmの4層に分割し、その層ごとに地盤定数に低減係数を乗じることとした。

H-1とH-5の解析結果を図1、2に示す。この図は繰り返し載荷試験の包絡線を示したものである。各計算ケースの地盤定数の低減係数を表1に示す。

この結果を見るとcase1が2cm程度までの試験結果をよくとらえており、これから斜面の影響があること、またその影響は地盤定数に低減係数を乗じること

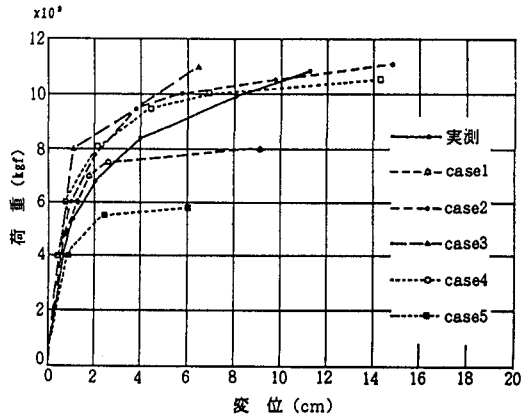


図1 水平載荷試験と解析結果(H-1)

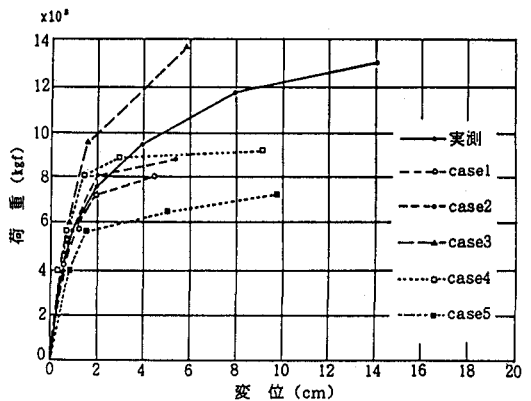


図2 水平載荷試験と解析結果(H-5)

表1 各解析ケースの地盤定数の低減係数 (H鋼水平載荷試験解析)

解析ケース	層			
	1 0.0~0.5m	2 0.5~1.0m	3 1.0~1.5m	4 1.5~2.0m
case 1	1/4	1/2	3/4	1
case 2	1/3	1/2	2/3	1
case 3	1/2	2/3	1	1
case 4	1/2	1/2	1/2	1/2
case 5	1/3	1/3	1/3	1/3

注) 表中の分数は地盤の低減係数を示す。

価できること、またその分布形状は三角形分布に近いことがわかる。しかし、試験結果の項で述べたようにC T鋼では斜面の影響があまり見られないことから、この低減係数は地盤の強度と杭材の剛性によって決まるものと推定される。

また、H-1とH-5の最大荷重付近のH鋼のモーメント分布を図3, 4に示す。この結果は実験値とよく一致しており、このことからこの解析がかなり精度のよいことがわかる。

3. 弾性地盤反力法による解析

今後設計に用いる比較的簡易な設計法として杭の応力計算などに一般に用いられている線形弾性地盤反力法を用いることとし、地盤反力係数は斜面の影響があることを考慮し、深さに比例して大きくなる三角形分布とした。その基本式は次式で与えられる。

$$EI \cdot d^4y/dx^4 + D \cdot k_h \cdot x \cdot y/l = 0 \quad \dots(3)$$

ここに、 y :杭の変形(cm)、 x :鉛直方向の座標(cm)、 l :杭の根入れ長さ(cm)、他の記号は(2)式と同じである。

k_h の値の取り方については2.で用いた地盤のばね定数を用いることとした。しかし荷重～変位曲線は強い非線形性を示しているため線形ばねを用いると変位の大きい領域では計算値と実験値が合わない。そこで、杭体の水平変位が降伏点に近い2cm程度で合わせることにした。この変位はかなり大きい値であり、上層の地盤はすでに塑性域に入っていることが考えられるため、地盤の変形係数は2.の解析における初期地盤反力係数のほぼ1/2.5の値とした。

この解析式で求めた変位量およびH鋼のモーメントと実験値の比較を図5に示す。これはH-1の計算例であるが、実験結果と計算結果はほぼ一致しており、この計算でも杭の応力などを説明できることがわかった。

4. おわりに

以上述べたように、土の非線形性を考慮することにより試験結果がかなりの精度で説明できること、弾性弾性地盤反力法でも変位の大きさを規定すると、変位、応力などが説明できることがわかった。今後有限要素法などを用いて、斜面勾配の影響などを検討し、H鋼杭の設計法を作成する予定である。

[参考文献]

- 1)岸田、中井：地盤の破壊を考慮した杭の水平抵抗、日本建築学会論文報告集第281号PP. 41～55、昭和54年7月

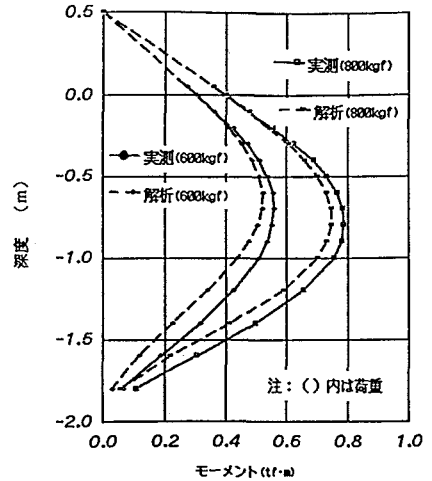


図3 モーメントの深度分布(H-1)

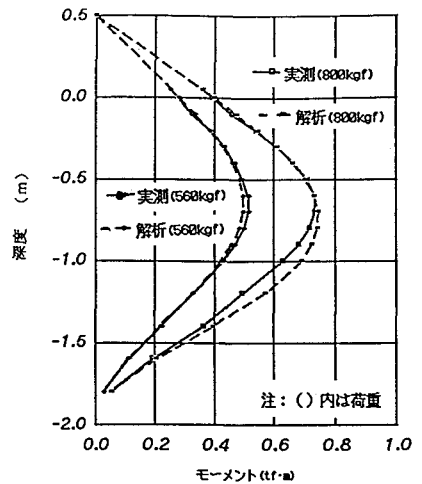


図4 モーメントの深度分布(H-5)

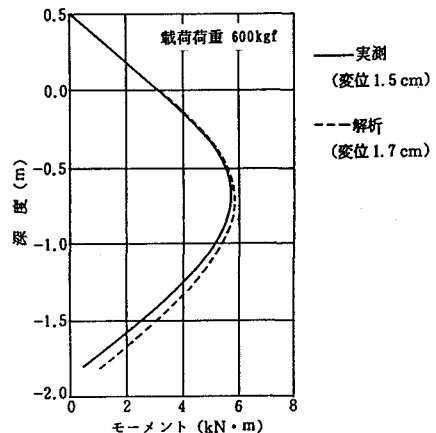


図5 モーメントの深度分布の比較(H-1)