

パイルド・ラフト基礎の簡易算定法について  
(その2) 非線形地盤の場合

正会員 ○長尾俊昌\*  
同 土屋 勉\*\*

パイルド・ラフト基礎 直接基礎 群杭  
簡易算定法 鉛直ばね 非線形

1. はじめに

前報<sup>1)</sup>では、建築基礎構造設計指針の推奨するパイルド・ラフト基礎の簡易算定法の適用性について、線形地盤の場合の検討結果を報告した。本報では、杭周面摩擦力の非線形性を考慮した場合について検討したので、その結果について報告する。

2. 検討方法

図-1に検討に用いたパイルド・ラフト基礎のモデルを示す。検討は図-2のハイブリッド法による沈下解析結果を正であると考え、ハイブリッド法の結果と(1)・(2)式で得られる簡易算定法の結果とを比較することによった。

$$\frac{k_r}{k_{pr}} = \frac{[1 - 0.64(k_r/k_p)](k_r/k_p)}{1 - 0.6(k_r/k_p)} \quad \text{----- (1)}$$

$k_{pr}$  : パイルド・ラフト基礎の平均鉛直ばね定数  
 $k_p$  : 摩擦群杭の平均鉛直ばね定数  
 $k_r$  : 直接基礎の平均鉛直ばね定数

$$\frac{P_r}{P_p} = \frac{0.2(k_r/k_p)}{1 - 0.8(k_r/k_p)} \quad \text{----- (2)}$$

$P_p$  : 摩擦群杭の分担荷重  
 $P_r$  : 直接基礎の分担荷重

以下に方法と手順を示す。

ハイブリッド法による非線形計算 : 計算には図-1の地盤物性を使用した。杭は先端抵抗を無視し、杭周面摩擦力を双曲線関数を模したトリリニアで与えた。ラフト(直接基礎)支持地盤は線形のままとした。簡易算定法で利用する相互作用の大きさを設定するため、はじめに2本杭による沈下計算を実施した。ついで、直接基礎、群杭基礎、パイルド・ラフト基礎のそれぞれの沈下計算を実施した。

簡易算定法による評価方法A : 直接基礎と群杭基礎の個別のハイブリッド解析結果で得られた  $k_r \cdot k_p$  を使用して、(1)(2)を計算した。各々の荷重には、パイルド・ラフト基礎のハイブリッド解析結果で得られた分担荷重を用いた。簡易算定法による評価方法B : 杭の荷重分担(方法Aと同じ)に基づき、 $k_p$  は分担荷重による単杭の沈下量(図-3)に、それぞれの相互作用の大きさ(後述)に応じた値

を乗じて群杭としての沈下量を求めた。 $k_r$  はラフト支持地盤を線形としたことから下式で評価した。

$$S_E = I_s \frac{1 - \nu_s^2}{E_s} qB \quad \text{----- (3)}$$

ここに、 $I_s$  : 基礎底面の形状と剛性によって決まる係数、 $\nu_s$  : 地盤のポアソン比、 $E_s$  : 地盤のヤング率、 $q$  : 荷重度、 $B$  : 基礎の短辺長さである。

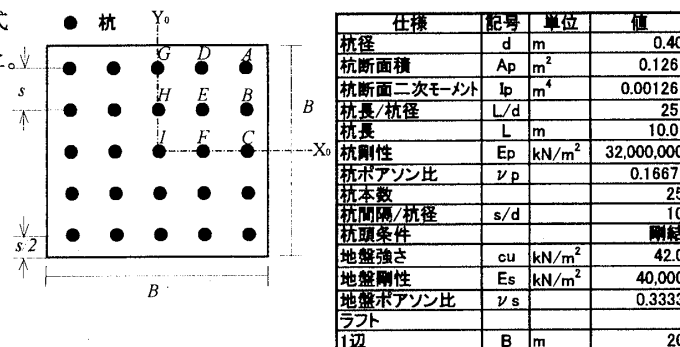


図-1 検討モデル

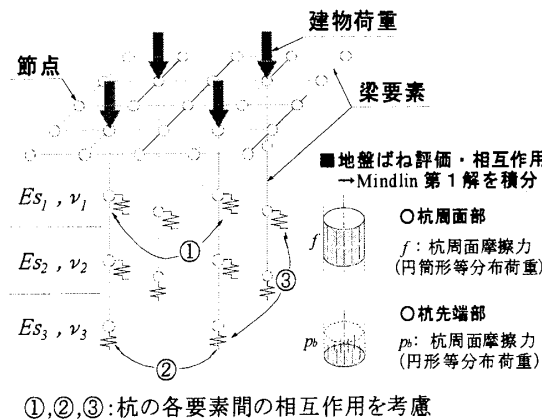


図-2 ハイブリッド法の概要

3. 検討結果

2本杭の沈下量計算結果 : 図-3にハイブリッド法による2本杭の沈下量の計算結果を示す。図は、杭1に鉛直荷重を作用させた場合の杭1・杭2の荷重～沈下量関係(杭

頭荷重は杭1の値)と、杭1の杭頭沈下量で杭2の杭頭沈下量を除して求めた相互作用係数 $\alpha$ を示している。杭1の荷重～沈下関係は、杭周囲の摩擦力が設定値を超えると急激に沈下量が大きくなることを表している。一方、杭2の沈下量は、杭1の杭頭荷重にほぼ比例する関係となる。杭1の沈下量は杭頭荷重と非線形関係にあるため、 $\alpha$ も杭頭荷重の大きさに応じて変化することが分かる。

**パイルド・ラフト基礎の計算結果**：図-4に、パイルド・ラフト基礎および直接基礎・群杭基礎のハイブリッド法による解析結果を示す。図には図-3に示した単杭(杭1)の結果と、パイルド・ラフト基礎のラフトおよび杭の負担分の荷重～沈下量関係を併記した。パイルド・ラフトおよび群杭では、平均沈下量に近いCおよびB(図-1)の沈下量を示している。図から、杭1本当りの杭頭荷重が同じでも、群杭では単杭に比べて沈下量が大きくなること(杭と地盤の相互作用)、パイルド・ラフト基礎では、荷重が大きくなると次第にラフトの荷重分担が大きくなることなどが分かる。図-3に示す $\alpha$ が杭頭荷重の大きさによって異なるため、3つの荷重(①265.4kN・②412kN・③557.2kN)時における方法Aおよび方法Bによる $P_r/P_p$ と $k_r/k_{pr}$ を求め、ハイブリッド法により求めた値と比較した結果を表-1に示す。表には方法Bで用いた相互作用係数 $\alpha$ の大きさも示している(群杭の場合の $\alpha$ は、図-3から杭頭荷重による $\alpha$ の低減割合を読み取り、線形地盤の場合の平均的な倍率3.42倍<sup>1)</sup>を乗じて算定)。表から、荷重が大きくなると $k_r/k_{pr}$ は次第に大きくなるが、それはラフトの荷重分担( $P_r/P_p$ )が大きくなるためであることが分かる。簡易算定法(方法A・B)では、ともにパイルド・ラフトの剛性変化は良く捉えられているものの、杭とラフトの荷重分担については、杭の荷重分担を過大評価している結果となった。

4. まとめ

本報告では、ハイブリッド法を用いて地盤の非線形性が簡易算定法に及ぼす影響について検討した結果について示した。杭の荷重～変位関係が非線形となる場合でも、パイルド・ラフト基礎の沈下剛性に関しては、簡易算定法で予測できる可能性はあるが、杭とラフトの荷重分担の評価に課題があることが分かった。今回の検討では、杭の分担荷重をハイブリッド法の結果より設定しているが、地盤が非線形となる場合の杭の荷重分担の簡易な求め方についても、今後検討する予定である。

本報告は、「パイルド・ラフト基礎の設計法検討小委員会・鉛直WG」で実施した内容をまとめたものである。WGメンバー各位に感謝の意を表します。

参考文献

1) 長尾俊昌, 土屋勉: パイルド・ラフト基礎の簡易算定法について, 日本建築学会大会学術梗概集, pp.691-692, 2010

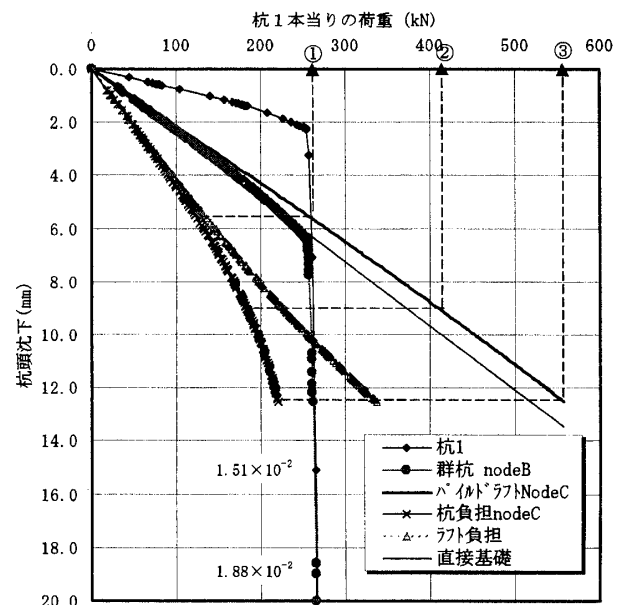
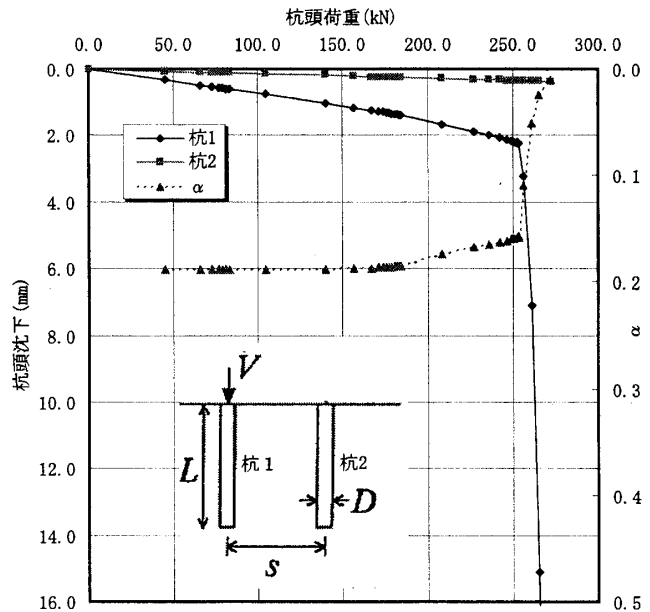


表-1 簡易算定法との比較

検討方法	①265.4kN		②412kN		③557.4kN	
	Pr/Pp	kr/kpr	Pr/Pp	kr/kpr	Pr/Pp	kr/kpr
方法A	0.835	0.875	0.883	0.883	1.012	0.902
方法B	1.009	0.901	1.025	0.903	1.033	0.904
$\alpha$	3.415		3.351		3.087	
ハイブリッド法	1.092	0.894	1.239	0.911	1.528	0.931

\*大成建設株式会社

\* Taisei Corporation

\*\*室蘭工業大学

\*\* Muroran Institute of Technology