

京都大学工学部 正会員 足立紀尚
 京都大学工学部 正会員 木村 亮
 京都大学大学院 学生会員 ○亀井宏之

1. はじめに

1986年度に制定されたコンクリート標準示方書において、コンクリート構造物の設計規範として限界状態設計法が導入され、杭基礎においても終局限界状態における合理的な設計法の確立が望まれている。そこで、本報告は水平力を受ける場所打ちコンクリート単杭の終局時までの挙動を解明するにあたり、杭を非線形地盤に支持された骨組構造モデルとして扱い、杭の非線形性として図-1に示すような曲げモーメント～曲率関係($M-\phi$ 関係)のトリリニアモデルを採用し、地盤の非線形性として図-2に示すような地盤反力～変位の関係($P-y$ 関係)のバイリニアモデルを用いた解析を行い、解析結果と載荷試験結果(4例)を比較した。

2. 解析の手法

杭の水平載荷試験を解析する手法

として、図-3に示すような杭を非線形地盤(ばね)に支持された骨組構造モデルとして扱う。図-3は、梅田杭³⁾の解析モデルである。地盤反

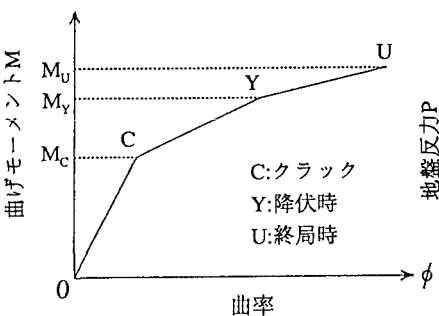


図-1 $M-\phi$ 関係のトリリニアモデル

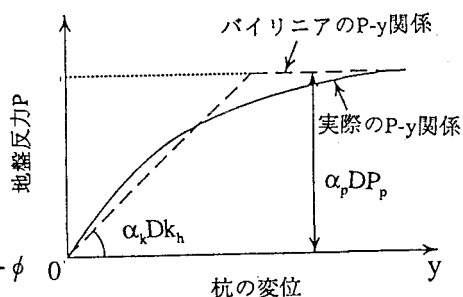


図-2 $P-y$ 関係のバイリニアモデル

力～変位関係($P-y$ 関係)は、一般に図-2の実線に示すような曲線となり、地盤はある極限地盤反力をもつ。したがって、 $P-y$ 関係で最も単純な図-2の点線に示すバイリニアの $P-y$ 関係と仮定した。すなわち、地盤は初期において弾性的に挙動し、ある限界に達すると塑性化すると考えるわけである¹⁾。このバイリニアモデルを決定するにあたり、初期の勾配すなわち地盤反力係数 k_h と、極限地盤反力 P_u を与えればよい。地盤反力係数 k_h は杭径の1%の変位を基とした道路橋示方書の手法を用いて求め、極限地盤反力は平均N値から推定した c 、 ϕ を用いたクーロンの受働土圧を基準とした。実際の $P-y$ 関係にこれらを適合させるために地盤反力係数は α_k 倍、極限地盤反力はクーロ

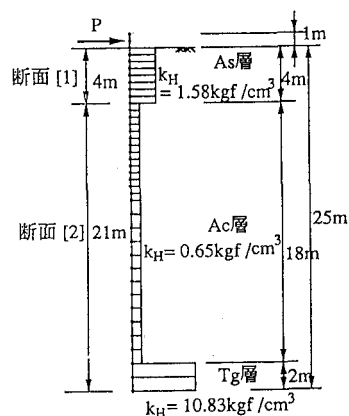


図-3 梅田杭の解析モデル

ンの受働土圧を α_p 倍して表し、これらのパラメータを変化させ、図-4のように水平載荷試験の荷重～杭頭変位曲線(横軸は杭径で基準化した)に適合させる。

3. 解析結果と考察

以上のような方法で、表-1に示す4例の水平載荷試験(安治川杭²⁾、東大阪杭³⁾、名古屋杭⁴⁾、梅田杭⁵⁾)の解析を行い、非線形パラメータ α_k 、 α_p を求めた。この結果を表-2に示す。 α_k の値については、ばらつきが生じた。これは、地盤反力係数 k_h をN値から求めており、信頼性が低いためであると考えられる。 α_p については、上層地盤が砂質土層である東大阪杭以外は2.5となり、上層地盤が粘性土層である東大阪杭は1.4となった。Bromsの理論⁶⁾から算定される α_p の値は、砂質土の場合 $\alpha_p=3.0$ 、東大阪杭の粘性土の場合 $\alpha_p=1.3$ となり、解析から求めた α_p の値とよく適合した。また、図は省略するがモーメント分布は実験結果と解析結果とで一致していた。

4. おわりに

本報告では、場所打ちコンクリート単杭の水平載荷試験結果の荷重～杭頭変位関係に適合させるように地盤の非線形パラメータ α_k 、 α_p を変化させパラメトリックスタディを行い、最適な α_k 、 α_p の値を求めた。 α_p の値に関しては、Bromsの理論から算定される値とほぼ一致した。 α_k の値に関しては、試験によってばらつきが生じ、さらなる解析的検討が望まれる。また、終局状態での杭の水平抵抗挙動を論じるためには、解析的検討のみならず実験的検討の蓄積が望まれる。最後に本解析を実施するにあたり御協力いただいた(株)建設技術研究所の友永、伊藤両氏に謝意を表す。

表-1 本解析を行った
水平載荷試験例

	杭径(m)	上層地盤
	最大杭頭変位量(%)	
安治川杭	2.2	砂質土層
	3.7	
東大阪杭	1.5	粘性土層
	2.8	
名古屋杭	1.2	砂質土層
	1.7	
梅田杭	1.0	砂質土層
	12.0	

表-2 解析から求めた
 α_k 、 α_p の値

	α_k	α_p
安治川杭	4.0	2.5
東大阪杭	1.0	1.4
名古屋杭	1.5	2.5
梅田杭	3.0	2.5

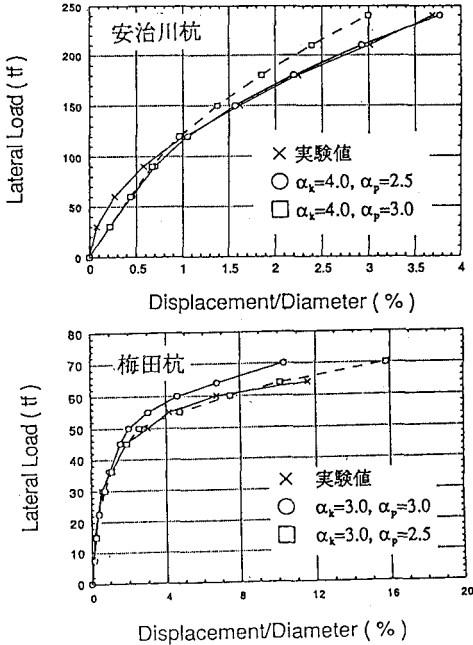


図-4 荷重～杭頭変位関係

【参考文献】

- 1) 岸田・中井：土と基礎、Vol.25, No.8, pp.21-28, 1977.
- 2) 阪神高速道路公団：安治川橋梁基礎杭載荷試験報告書、1980.
- 3) 東大阪生駒電鉄株式会社：東大阪建設工事基礎グイ載荷試験報告書、1982.
- 4) 吉岡・前田・脇田・三反田：第23回土質工学研究発表会、pp.1447-1450, 1988.
- 5) 木村・中林・浜田・友永・伊藤：第27回土質工学研究発表会、pp.1591-1594, 1992.
- 6) Broms, B.B.: Proc. ASCE, Vol.90, No.SM2, pp.27-93, 1963.
- 7) Broms, B.B.: Proc. ASCE, Vol.90, No.SM3, pp.123-156, 1964.