

III-453 静的コーン貫入試験を用いた杭の支持力評価手法

(株)フジエンジニアリング 正員 村中 俊裕
 阪神高速道路公団 正員 中林 正司
 (株)フジエンジニアリング 正員 今田 和夫

1. まえがき

場所打ち杭の支持力を評価する手法としては実杭による載荷試験が最も信頼性が高いと言われている。しかし、載荷試験は多くの時間と費用を必要とすることから、その実施に当っては代表的な地点に限定せざるを得ないのが実状である。そこで、欧米を中心に土質調査法の一手法として1930年代初頭から用いられてきた静的コーン貫入試験(以下CPTと呼ぶ)に着目し、昭和60年以降CPTデータより推定した支持力と場所打ち杭による載荷試験結果との比較検討を行ってきた。このうち、昭和62年度までに実施した7例による比較検討は既に報告済¹⁾であり、CPTと載荷試験との間には高い相関性が認められている。

本報告はその後に実施した4例を加えて11例による比較検討を行い、載荷試験との相関性をより高めるためにCPTの支持力算定式を提案し、その提案式を用いた支持力算定方法は載荷試験と同等の評価が得られることを示したものである。

2. 載荷試験による支持力推定方法

載荷試験とCPTの両試験を実施した11箇所の地点は大阪湾沿岸地域を中心としたもので、全て場所打ち杭を対象としている。

載荷試験杭の諸元と試験結果を表-1に示す。載荷試験結果から杭の支持力を判定する方法は0.1D法を用いた。0.1D法は杭頭沈下量が杭径(D)の10%に達したときの荷重を極限支持力とする方法であり、我国でも近年多用されている。なお、周面摩擦力は杭頭荷重(P)～沈下量(S)曲線における降伏荷重時の周面摩擦力を採用し、先端支持力は極限支持力から周面摩擦力を引いた値とした。

表-1 載荷試験杭諸元、試験結果一覧表

記号	杭径 D(m)	杭長 L(m)	施工方法	試験最大荷重 P(t)	杭頭沈下量 S(mm)	試験年度
A	2.0	38.1	リバース	3200	177	S.55
B	1.5	26.0	ベント	1000	35	S.57
C	1.5	20.0	・	1800	282	S.59
D	1.2	28.5	・	1700	200	S.60
E	1.5	44.9	・	1990	52	S.60
F	1.5	12.8	・	1400	55	S.62
G	1.5	40.9	・	1900	127	S.62
H	1.2	36.3	・	1600	105	S.63
I	1.5	31.0	・	3000	191	S.63
J	1.5	28.6	・	2000	143	H.1
K	1.5	34.3	・	2000	300	H.1

3. CPTによる支持力評価

CPTデータから杭の支持力を算定する手法として従来よりCPT法²⁾とマイヤーホフ式³⁾を用いてきたが、前述の7例による検討はこの2方法とワイブル分布曲線法⁴⁾による載荷試験結果とを比較したものである。その比較検討より先端支持力についてはマイヤーホフ式を用い、周面摩擦力については実測の周面摩擦力度を用いるCPT法を採用する方法が載荷試験との相関性が高いという結果が得られている¹⁾。そこで今回は、この方法にもとづき、11例の載荷試験結果(0.1D法)との比較検討を行い、以下に示す先端支持力度と周面摩擦力度に関する補正係数を導入した。

① 先端支持力度

マイヤーホフ式による先端支持力度と載荷試験結果による先端支持力度との比較を図-1に示す。回帰式による相関式は $y = 0.357x$ 、相関係数 $\gamma = 0.667$ となることから、マイヤーホフ式を用いて先端支持力を算出する場合に補正係数 $\alpha = 0.35$ とする。

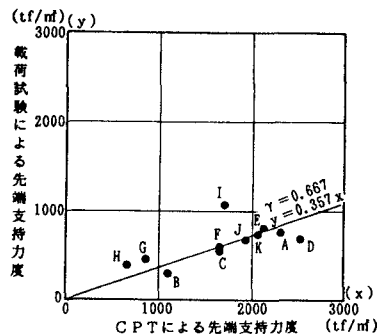


図-1 先端支持力度の比較

② 周面摩擦力度

載荷試験の軸力分布結果から土質別に周面摩擦力度(f)を算出し、CPTによる周面摩擦力度(f_1)と比較した結果を図-2に示す。沖積粘性土については $f = 2.5f_1$ 、砂質土と洪積粘性土については $f = 0.6f_1$ である。

以上の結果からCPTデータを用いた杭の支持力算定式として(1)式を提案する。

$$R_u = \alpha \cdot q_d \cdot A + U \sum l_i \cdot \beta \cdot f_i \quad \text{---- (1)}$$

ここに、 R_u : CPTによる極限支持力 (tf)

α : 先端支持力度に関する補正係数、 $\alpha = 0.35$

q_d : CPTから求めた先端支持力度 (tf/m²)

$$q_d = \frac{q_{c1} + q_{c2}}{2} \quad \begin{array}{l} q_{c1}: \text{杭先端から下方1Dの範囲の平均先端抵抗値} \\ q_{c2}: \text{杭先端から上方4Dの範囲の平均先端抵抗値} \end{array}$$

A : 杭先端断面積 (m²)

U : 杭の周長 (m)

l_i : 周面摩擦力を考慮する層の層厚 (m)

β : 周面摩擦力度の補正係数

沖積粘性土の場合 $\beta = 2.5$

砂質土および洪積粘性土の場合 $\beta = 0.6$

f_i : CPTから求めた周面摩擦力度 (tf/m²)

(1)式を用いて算定した支持力と載荷試験結果との比較結果を図-3に示す。載荷試験結果と(1)式による極限支持力との間には $y = 0.96x$ の関係が得られ、 $\gamma = 0.77$ と高い相関関係が認められた。このことから提案式を用いたCPTによる杭の支持力推定法は有効であることがわかる。

4. あとがき

本提案式を用いた場所打ち杭の支持力評価手法は、載荷試験との相関性が高く、載荷試験と同等の支持力が推定できる。したがって、CPTは簡便な支持力調査法として場所打ち杭の支持力評価に適用できると考えられる。今回の比較検討は阪神地域という限定された地盤における場所打ち杭を対象としたものであるが、今後は既製杭やケーソン基礎等についてもデータの蓄積を行い、CPTによる合理的な支持力推定法の確立を目指していくつもりである。なお、未筆ながら本検討を行うにあたり、阪神高速道路公団 技術審議会 基礎構造分科会(京都大学教授 柴田 徹 主査)の御指導を賜りましたことを深く感謝致します。

<参考文献>

- 1) 古池,大西,今田: 静的コーン貫入試験(電気式)による杭の支持力評価, 土木学会第43回年次学術講演会講演概要集 第3部, pp272~pp273, 昭和63年10月
- 2) Schmertmann, J.H: U.S. Department of Transportation, Federal Highway Administration, Wash. D.C. FHWA-TS, 78-209, 1978
- 3) 建築基礎構造設計基準・同解説, 1974改訂, 日本建築学会, pp216~pp246
- 4) 宇都,冬木,桜井: 杭の載荷試験結果の整理方法, 基礎工, pp21~pp30, 1982.9

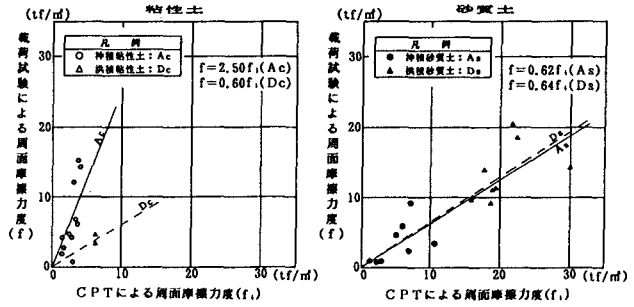


図-2 周面摩擦力度の比較

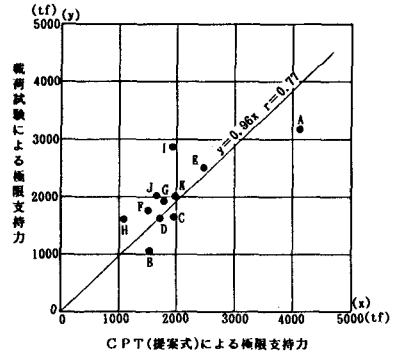


図-3 極限支持力の比較