

III-114 静的コーン貫入試験（電気式）による杭の支持力評価

阪神高速道路公団 正員 古池 正宏
 阪神高速道路公団 正員 大西 俊之
 (兼)フジエンジニアリング 正員 今田 和夫

1. まえがき

杭の支持力を推定する方法としては、実杭による載荷試験が最も信頼性が高いものと考えられるが、現実問題として多くの費用と時間を必要とする。また、我が国のように複雑な地盤構成を有する地質環境においては、1本の杭に対して載荷試験によって得られた支持力が、その地域を代表していると考えるのは危険である。そこで数多くの橋脚位置で杭の支持力を調査することが必要となる。筆者らは簡易的な支持力調査法として静的コーン貫入試験（以下CPTと呼ぶ）を取り上げた。このCPTは、貫入能力 20tonの貫入機を用いて電気式コーンにより、貫入時の抵抗値を計測するものである。CPTを用いた支持力評価についての検討は、一部報告済み¹⁾であるが今回計 7ヶ所の載荷試験結果との比較による場所打ち杭の支持力評価を行った。以下にその結果を報告する。

2. 場所打ち杭の載荷試験の概要

今回比較を行った載荷試験実施箇所の杭諸元ならびに、載荷試験の概要を表-1に、また、対象地盤の特性を表-2に示す²⁾。杭種としてはリバース杭(1本)、ペント杭(6本)の2種類となっている。

3. 支持力比較結果

CPTデータから杭の支持力を推定する方法として、①CPT法³⁾②Meyerhof支持力公式⁴⁾の2種類の方法を用いた。一方、載荷試験結果から極限支持力を推定する方法として次に示す5種類の方法を用いて算定した。(①Van der Veenによる $S_0 \sim P_0/P$ 法 ② $\log P_0 \sim S_0$ 法 ③双曲線法 ④0.1D法 ⑤Weibull分布曲線法)

4. 支持力比較結果

4-1. 極限支持力の比較

CPTから推定した極限支持力と載荷試験結果から5種類の方法で算定したものとを比較した結果を図-1に示した。両者の関係を載荷試験を1とした時の比率を求めて統計処理した結果も図-1に併記したが、CPT法と載荷試験結果とは平均値=1.07、標準偏差=0.23が得られた。またMeyerhof公式とは平均値=0.97、標準偏差=0.14と、さらに精度が良く何れも載荷試験結果と相関性が高いことが認められる。

表-1 載荷試験概要

記号	杭径	杭長	施工方法	最大荷重 $P_{max}(tf)$	変位 $S(mm)$	実施 年度
A	φ2.0 ^m	38.1 ^m	リバース工法	3,200	177	55年
B	1.5	26.0	ペント工法	1,000	35	57年
C	1.5	20.0	"	1,800	262	59年
D	1.2	23.5	"	1,700	200	60年
E	1.5	44.9	"	1,990	52	60年
F	1.5	12.84	"	1,400	55	62年
G	1.5	40.9	"	1,900	127	62年

表-2 地盤特性

	A杭	B杭	C杭	D杭	E杭	F杭	G杭
杭径 (m)	φ2.0	φ1.5	φ1.5	φ1.2	φ1.5	φ1.5	φ1.5
沖深 (%)	89	57	0	43	84	24	69
周囲地盤特性	砂礫 (S)	砂	砂	砂	砂	砂	砂
先端地盤特性	土質 (Dg)	砂礫 (Dg)	砂礫 (Dg)	砂礫 (Dg)	砂礫 (Dg)	砂礫 (Dg)	砂礫 (Dg)
N値	50以上	50以上	60以上	60以上	60以上	60以上	50以上

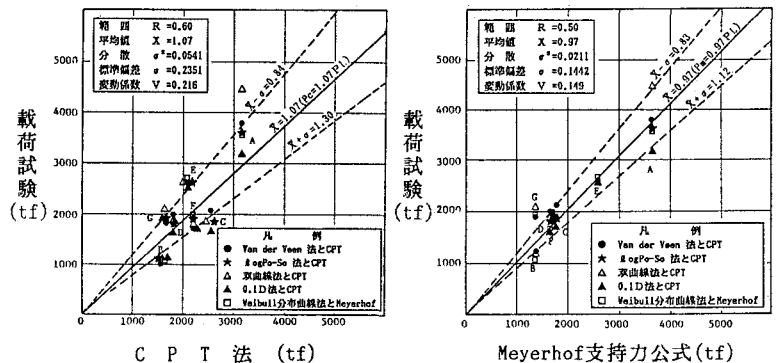


図-1. 極限支持力比較図

4-2. 先端支持力ならびに周面摩擦力の比較

次に極限支持力を先端支持力と周面摩擦力に分離して、CPT試験結果と載荷試験結果との比較を行った。載荷試験結果は、Weibull 分布曲線法による極限支持力とし、この支持力分担については周面摩擦力を杭頭が降伏した時の周面摩擦力として求めた。比較結果は先端支持力、周面摩擦力の各支持力毎に図-2に示した。（なお、極限支持力の比較については、前節とほぼ同じ結果が得られた。）

載荷試験結果とCPT法とは、先端支持力、周面摩擦力共にCPT法の方が10%程度大きく算定され、先端支持力は若干バラツキ($\sigma=0.39$)が認められるが、周面摩擦力はバラツキも少なく($\sigma=0.14$)、良好な相関性が得られている。

一方、Meyerhof支持力公式

とは、先端支持力、周面摩擦力ともに相関性は良く、平均値は各々 $\bar{X}=0.96, 1.06$ となり、また 標準偏差は各々 $\sigma=0.23, 0.22$ と同程度で高い相関性が認められる。

したがって、CPT法、Meyerhof支持力公式とも実用に足る精度で支持力の推定が可能であると思われる。

Meyerhof支持力公式では、周面摩擦力を先端抵抗値(q_c)で評価しているが、周面摩擦力に関しては先端抵抗値(q_c)より局部周面摩擦力(f_s)を用いる方が合理的と考えられる。

そこで先端支持力はMeyerhof支持力公式、周面摩擦力はCPT法により算定した極限支持力を図-3に示した。その結果、極限支持力の推定精度はさらに向上し、平均値=1.00、標準偏差=0.14となり、CPTによる新しい支持力評価についての可能性を得た。

5. あとがき

CPTによる杭の支持力の推定は、CPT法は載荷試験結果より若干大きく算定され、Meyerhof公式は安全側に算定される傾向が見られるがCPT法、Meyerhof支持力公式、或いはその合成式共、実用可能と考えられる。今後もさらにデータを蓄積し、載荷試験との検証を積み重ねていくと共に、CPTによる杭の支持力についての、より簡便な評価法の検討を行ってきたい。

参考文献 1)福岡.幸.根本.今田:土と基礎,Vol.35,No.8,Ser.No.355,1987,pp13~pp18 2)古池.松井:基礎工,Vol.16,No.1,1988,pp103~109 3)Schmertmann,J.H:U.S.Department of Transportation,Federal Highway Administration,Wash.D.C.FWHA-TS 78-209,1978. 4)建築基礎構造設計規準・同解説, pp218~pp222

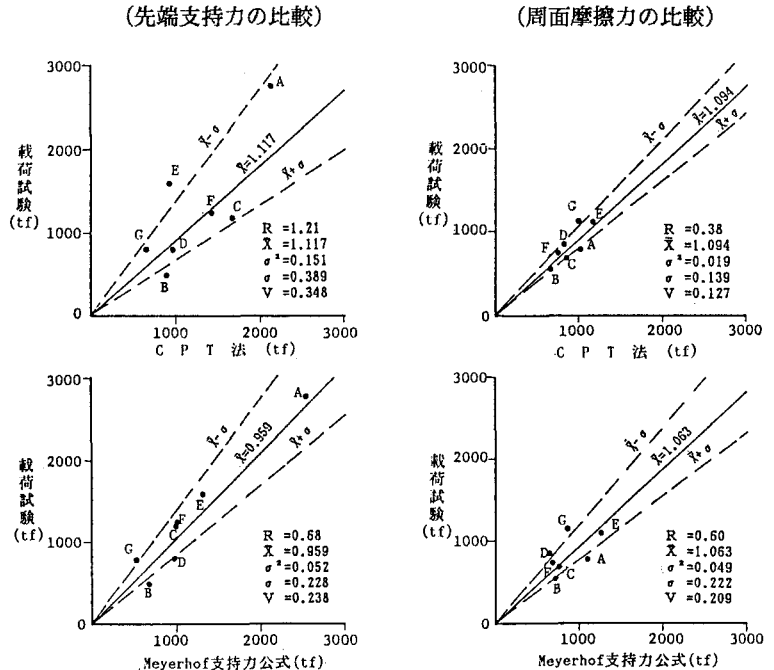


図-2. 先端および周面支持力比較図

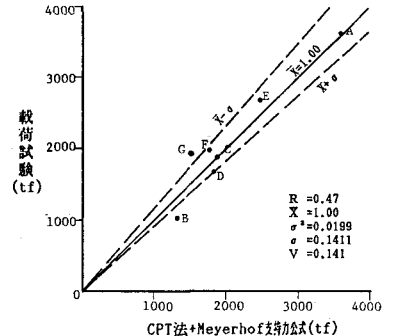


図-3 極限支持力比較(2方法合成)