

Ⅲ-A278

円形および長方形載荷板を用いた堆積軟岩上の支持力試験

電力中央研究所 正会員 岡田哲実
同上 正会員 谷 和夫
同上 正会員 田中幸久
東京電力 正会員 百瀬和夫

1. はじめに

国内では、岩盤の変形特性および支持力特性を求めるための原位置試験として、平板載荷試験が重要な位置を占めている。均質な軟岩の変形特性については、不攪乱なコアを用いた室内要素試験の結果を適切にモデル化することによって、原位置試験の結果も整合的に説明できることが判ってきた¹⁾。しかし、破壊を伴う支持力特性については不明な点が多い。一方、現行の設計法では、支持力特性をコアの強度から評価する場合、剛塑性理論に基づく Terzaghi 系の支持力式が用いられている²⁾。しかし、支持力式は様々な土質地盤に対して適用性が検討されてきたが、岩盤に対して検討された例は少ない³⁾。

本研究の目的は、比較的均質な軟岩地盤において、コアによる支持力特性の評価手法を確立することにある。そこで今回、原位置支持力試験（平板載荷試験）を実施し、簡易的な支持力式の適用性について検討した。

2. 支持力試験の概要

地表から約30m下の試掘坑内にて、2種類の支持力試験を実施した。試験実施位置は、新第三紀鮮新統のシルト岩からなり、試験面近傍に節理は認められず、おおむね均質である。水位は試験面よりも上方にあり、地盤は飽和していると思われる。同試掘坑内では、本支持力試験以外に2種類の変形試験も実施している⁴⁾。変形試験も含めた計4

表-1 試験一覧

CASE	載荷板	寸法 (cm)	試験内容
1	円形剛板	直径60	変形試験のみ
2	円形 [*] イ774M	直径60	変形試験のみ
3	円形剛板	直径30	変形+支持力試験
4	長方形剛板	30×90	変形+支持力試験

種類の試験ケースの一覧を表-1に示す。CASE-3は、国内で最もよく実施されている直径30cmの円形剛板を用いた支持力試験である。CASE-4は、30×90cmの長方形剛板による支持力試験である。軟岩地盤の支持力試験において、円形載荷板では明確なせん断面を確認することが困難であることが予想されたため、長方形の載荷板による支持力試験を行い、試験後にせん断面を確認した。その確認方法として、載荷板を横切る位置に約5cm間隔で直径約1cm深さ約60cmの小孔をドリル掘削し、石膏を流し込み標識を設け、試験終了後に、その面に沿ってトレンチを行った（図-1）。また、CASE-4では、間隙水圧を測定するため、載荷板中心の深さ15cmの位置に水圧計を埋め込んでいる。さらに、載荷面の応力分布を計測するため、載荷板の一部には分割型のロードセルを組み込んでいる。

3. 試験結果と考察

図-2に試験結果を示す。両ケース共に極限支持力（ピーク強度）が得られた。ただし、極限支持力を示した変位量は大きく異なる。破壊形態については、

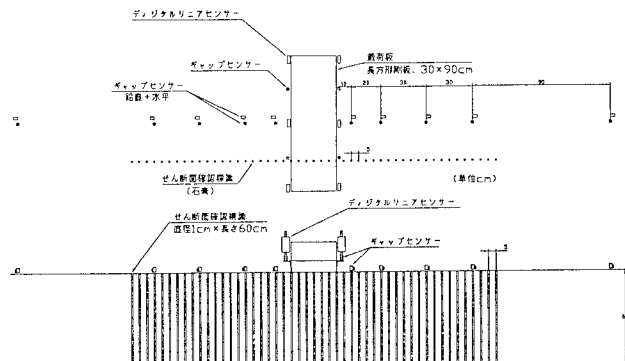


図-1 長方形載荷板を用いた支持力試験

平板載荷試験、支持力、堆積軟岩

〒270-11 千葉県我孫子市我孫子 1646 TEL 0471-82-1181 FAX 0471-84-2941

CASE-3は局所せん断～パンチングせん断に近く、CASE-4は全般せん断に近い。CASE-4の試験後のトレンチによる破壊せん断面のスケッチを図-3に示す。

試験結果より得られた、両対数グラフの直線部分の交点から得られる降伏支持力(P_y)および極限支持力(P_u)について、①弾性論による降伏支持力の推定式⁵⁾、②支持力公式による極限支持力の推定⁶⁾による2つの推定値と比較を行った。入力する c 、 ϕ については、排水条件と非排水条件の両方を考慮した。排水条件の強度定数としては、CD三軸試験から得られる c_d 、 ϕ_d を用いた。また、非排水条件の強度定数としては、CUU試験の結果から得られる c_{uu} 、 ϕ_{uu} を用いるのが適当であると考えられるが、試験を行っていないため、 $\phi_{uu}=0$ と仮定し、 c_{uu} については、CU三軸試験の結果から、土かぶり圧相当の圧密圧力の非排水せん断強度 c_u を用いた。

入力物性値および試験結果と計算結果の比較を表-2に示す。これより、①の降伏支持力の推定については、排水条件の計算結果は試験結果とほぼ等しい。ただし、降伏支持力の推定式は2次元の帯基礎を対象としているので、円形や長方形の載荷板については3次元効果から計算値よりも多少大きくなると考えられる。しかしながら、支持力推定値としては、安全側の評価と言える。②の支持力公式を用いた極限支持力の推定については、試験結果は非排水条件と排水条件の計算値の間にある。ただし、排水条件の計算値は、試験結果と約2倍程度の差がある。

4. おわりに

以上、簡易的な支持力推定式を用いた計算結果と支持力試験結果との比較から、降伏支持力については排水条件の計算値とほぼ整合し、極限支持力については非排水条件と排水条件の計算値の間となった。これより、両推定式が軟岩に対して、適用できる可能性があることがわかった。今後は、今回計測した水圧等から詳細な検討を試みる予定である。

謝辞

本研究は電力9社と日本原子力発電（株）による電力共通研究の一部として実施しました。また、平板載荷試験を実施するにあたって（株）ダイヤコンサルタントのご協力を頂きました。ここに記して感謝の意を表します。

参考文献

- 1) Tatsuoka, F & Kohata, Y: Stiffness of hard soils and soft rocks in engineering applications, Proc. Int. Sym. on Pre-failure deformation Characteristics of Geomaterials, Vol.2. 2) 例えば、日本建築学会：建築基礎構造設計指針、1988。3) 例えば、栗野純孝他：神戸層（軟岩）の原位置載荷試験による支持力の簡易推定。4) 岡田哲実他：堆積軟岩上の平板載荷試験における各種計測と分析、第10回岩の力学国内シンポジウム講演論文集、pp.629-634, 1997。5) 山口柏樹：土質力学（全改訂）、p335, 1984。6) 土質学会編：土と基礎実用数式・図表の解説、p90, 1987。

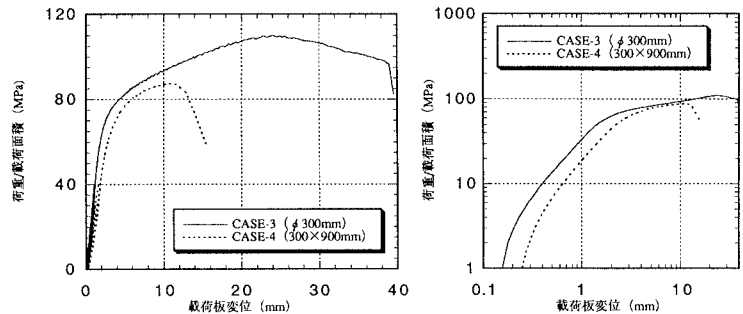


図-2 試験結果（左図：線形表示、右図：両対数表示）

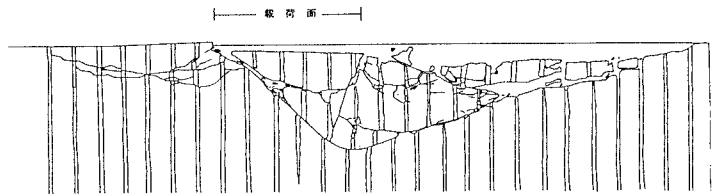


図-3 試験後のトレンチによる破壊せん断面のスケッチ

表-2 試験結果と計算値の比較

(応力単位：MPa)

試験ケース	平板載荷試験結果		計算値				要素試験結果				
	降伏 P_y	極限 P_u	①降伏支持力		②支持力公式		一軸強度 c_u	UU強度		CD強度	
			非排水	排水	非排水	排水		c	$\phi(^{\circ})$	c_d	$\phi_d(^{\circ})$
CASE-3	5.59	10.87	4.74	5.91	8.70	19.11	2.7	1.51	0	1.26	14
CASE-4	6.18	8.56	4.74	5.91	7.73	19.28	2.7	1.51	0	1.26	14