

本州四国建設公社 正員 加島 聰
 同上 正員の大橋 裕一
 深田地質研究所 小泉 国士

1. まえがき

神戸層軟岩は、砂質岩と泥質岩の互層から成り、各層間の強度的なバラツキが大きい。この内泥質岩は、応力解放や乾湿の繰返しにより劣化するスレーキング現象を起こし易い。その結果、コアの試験あるいは、原位置での平板載荷試験を行った場合、コアの採取時の乱れや表層部での局部的な劣化のために新鮮な岩盤の変形特性や強度の的確な評価が困難となる。

近年、軟岩、特にその変形特性に関する研究が数多く行われているが、その支持力評価に関しては非常に稀である。A. Pellegrino⁽¹⁾は、軟岩の原位置載荷試験での破壊機構が従来の全断面破壊と異なることを指摘している。又、Meyerhof⁽²⁾は、岩の破壊機構がコンクリートと同様なものと考え、コンクリート供試本の平板載荷試験を行い、支持力強度が供試体面積と載荷面積との比 R と関連づけている。 R が小さく周囲の拘束が小さい時は割裂破壊を起こし、 R が大きいあるいはフープ筋により周囲を十分拘束すると破壊形態がせん断破壊に移行し強度も増加する。

本報告は、神戸層泥質岩、および砂質岩に類似の様な模型地盤を作成し、平板載荷試験を行った結果について考察したものである。

2. 実験

模型実験における模型と実物との相似⁽³⁾については、 $C_m = C_p$ 、 $\phi_m = \phi_p$ であれば応力の相似性が保たれる。ひずみの相似性は、弾性範囲内では幾何縮尺 $1/n$ のもので $\delta m / \delta p = n$ とすれば良いが塑性範囲内では満足されない。本実験では C 、 ϕ についての相似則は満足するよう各値を設定したが必ずについては満足されていない。

模型地盤に用いた材料は、泥質岩については普通セメント（又は早強セメント）、珪藻土、フライアッシュ、添加剤として日東SS-30R 7%水溶液を用いた。砂質岩については、早強セメント、 $\phi 2\text{mm}$ 以下の天然砂、豊浦標準砂を用いた。

表-1にそれらの配合、および強度特性を示す。試験は急速載荷法とし荷重増加は0.25～1.0tの範囲内で行った。

2-1 泥質岩

Series 1, 2は周囲を肉厚9mmの鋼管で拘束し、Series 3, 4は非拘束状態で載荷板径を一定にし供試体径を変化させて試験を行った。図-1, 2はSeries 2, 3の荷重沈下曲線である。

周囲拘束状態では、地盤が降伏して沈下量が1cmに達しても荷重を増加させることができずに極限荷重を見出すことはできなかった。しかし、試験後の断面には側方へのすべり面が認められ、すべり線が水平面と成す角は34～39度であった。載荷板直下にはくさびは認められず、全体的に圧縮沈下を起こしているようである。

周囲非拘束状態では、最初に周囲がひくれ出し次に載荷板直下から放射状に亀裂が入り割裂破壊を起こした。

双方片、境界範囲の差（ $R > 25$ ）による降伏荷重および破壊荷重に有意差は無く、図-3に示す R と降伏応力、破壊強度の関係からも P/ϕ はほぼ一定値に収束していると考えられる。しかし、実地盤における拘束度との対応について今後検討する必要がある。

表-1 泥質岩、砂質岩の配合と強度特性

	Series	Mix	C (kg/cm ²)	ϕ (deg)	E_{50} (kg/cm ²)
泥質岩		C : D : F			
	1	1 : 1	5.2	4.5	1000
	2	1.5 : 1 : 1	13.1	8.5	4000
砂質岩	3, 4	2 : 1 : 1	13.8	15.0	8000
		C : NS : TS : F			
	5, 6	25 : 7 : 14 : 1	6.4	36.0	5000

C : セメント, D : 珪藻土, F : フライアッシュ
 NS : 天然砂, TS : 豊浦標準砂

なお、今回の実験で得た値と支持力理論に基づく値 P (kg/cm²) の比較を表-2に示す。Ladanyi 式は式(1)に示している。

$$\text{Ladanyi 式 } P_{ult} = (\gamma u + \psi) \left[\frac{E}{3\gamma u [0.46K + (1 - 1/2K^2)]} \right]^{\alpha} - \psi \quad (1)$$

ここに $\psi = c \cdot \cot \phi$, $K^2 = \cos \phi / (1 - \sin \phi)$, $\alpha = 4 \sin \phi / 3 (1 + \sin \phi)$
この結果、周面拘束状態では Kötter 式による場合が実験値に最も近い。

表-2 支持力比較表

Series	D (cm)	γu (kg/cm ²)	c (kg/cm ²)	ϕ (deg)	実験値 P (kg/cm ²)	Terzaghi (kg/cm ²)	Ladanyi (kg/cm ²)	Kötter (kg/cm ²)
2	50	30	12.8	8.5	37	104*	128	77
	70	29	12.5		38	89*	125	75
3	50	37	14.2	15.0	64	115	270	99
	60	33	12.7		62	115	259	88

注) * は $S/d = 0.1$ の値

2-2 砂質岩

Series 5 は、周面非拘束状態で載荷板の径を変化させた。破壊は泥質岩の非拘束状態での試験と同じような割裂による破壊であるが、破壊は急速に進行した。載荷板直下には頂角30°の明瞭なくさびができていた。

Series 6 は、厚さ9mmの二割鋼管で拘束した状態で試験を行ったが、継ぎ目方向への亀裂が入り非拘束と同様な割裂破壊を起こした。しかし、破壊強度は非拘束の約1.8倍であった。

図-4にRと降伏応力、破壊強度の関係を示したが $P_t/\gamma u$ は $R=100$ でも一定値に収束していまい。

3. あとがき

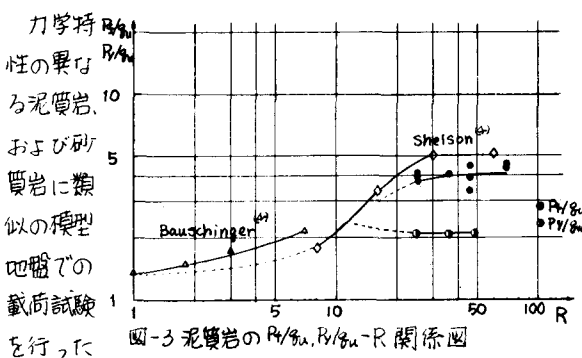


図-3 泥質岩の $P/\gamma u$, $P/\gamma u$ -R 関係図

結果、次の事が判った。①泥質岩について： $R > 25$ であれば、降伏応力、破壊強度に及ぼす境界範囲の影響はないようであるが、拘束度については、更に実験値との関連づけを行う必要がある。又、拘束状態での支持力は Kötter 式による場合が最も近い結果を与えた。②砂質岩については R を更に大きくし拘束度を変え破壊状態を追跡していく必要があろう。

〔参考文献〕(1) A. Pellegrino: Surface footing on soft rocks, Proc. 3rd Cong. of I.S.R.M., 1974 (2) G. Meyerhof: The bearing capacity of concrete and rock, Magazine of Concrete Research, April 1953 (3) 山口和樹: 土の塑性力学, 「土質力学」 (4) W. Shelton: Bearing capacity of concrete, Journal of the American Concrete Institute (5) 高島・加島: 吊橋塔基部の圧縮強度について, 土木学会第32回年次学術講演要集, 1977

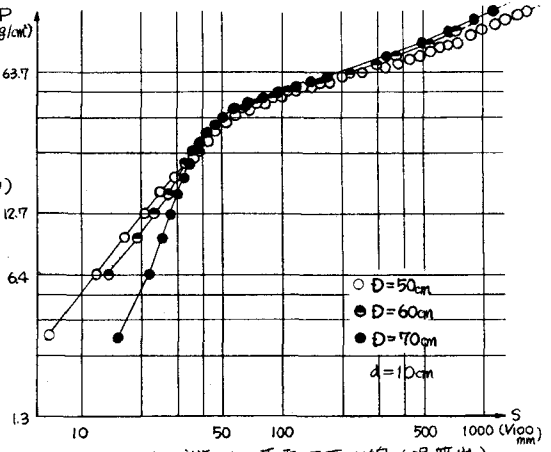


図-1 拘束状態での荷重沈下曲線 (泥質岩)

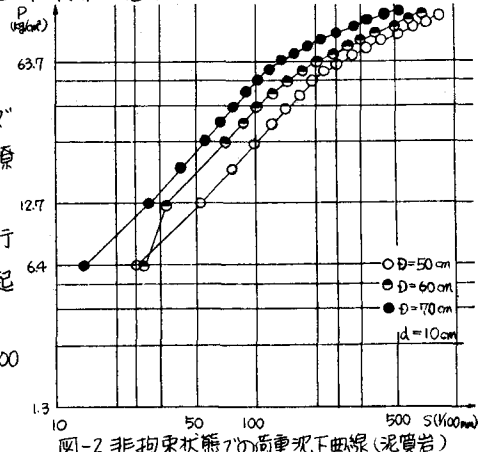


図-2 非拘束状態での荷重沈下曲線 (泥質岩)

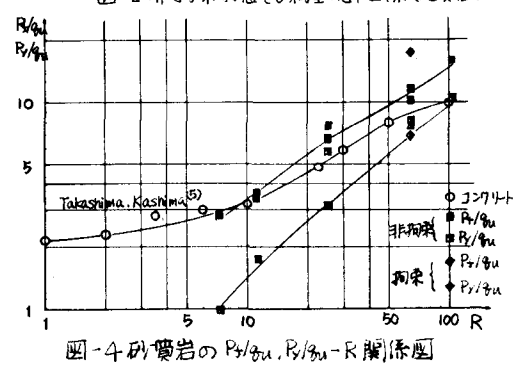


図-4 砂質岩の $P_t/\gamma u$, $P/\gamma u$ -R 関係図