

九州産業大学 工学部 正会員 石堂 稔
同 上 学生員 ○山田 政人
同 上 “ 山下 啓明

1. まえがき

本実験の目的は、砂のN値、相対密度(D_r)および上載圧(P)の関係を導いた後、さらにこの三つの関係を内部摩擦角(ϕ)に結びつけ合理的に ϕ を求めようとするものである。そのために砂の最大、最小間隙比試験によって得られた値と D_r をパラメーターとした値から着目する状態の間隙比を出し、それぞれの密度状態のもとで標準貫入試験を行った。実験装置は室内実験用タンクを用いた。以下にN- D_r - P の関係とN- ϕ - P の関係を述べる。

表-1 試料特性

試料	均等係数 U	$D_{max}(mm)$	$D_{50}(mm)$	e_{max}	e_{min}
豊浦標準砂	1.68	0.84	0.188	0.986	0.611
相馬砂	1.44	2.00	0.650	0.922	0.568
砕砂	8.40	4.76	0.840	1.077	0.542

表-2 式③の定数

試料	a		b	
	空気乾燥	飽和	空気乾燥	飽和
豊浦標準砂	0.1475	0.1485	27.18	27.15
相馬砂	0.1135	0.1170	29.77	29.50
砕砂	0.1175	0.1350	35.12	30.23

2. 試料および実験方法

試料は豊浦標準砂、相馬砂、砕砂(安山岩の変質岩)(各特性を表-1に示す)の三種類の砂を使用し、空気乾燥、飽和状態で所定の D_r になるよう鉄製のタンク(図-1)に詰め、 P は載荷板、ジャッキを用い、タンク底面から30 cmの所に土圧計をセットした。 P を0.5, 1.0, 2.0, 3.0 Kg/cm^2 とし、各密度状態で標準貫入試験を行った。

3. 実験結果ならびに考察

(i) N- D_r - P の関係 図-2は、本実験のデータからN- D_r - P の関係をグラフにして表したものである。図中の記号

○, ×, △, □は試料の空気乾燥状態を表し, ●, *, ▲, ■は試料の飽和状態を表す。各試料をN値の大小で比較すると豊浦標準砂、相馬砂に比べ砕砂は小さくなっている。その要因として砕砂は静的三軸圧縮などでは抵抗力が大きい、動的な力に対しては粒子骨格が変化しやすく、N値としては他の砂に比べ小さな値が得られたものと考えられる。また空気乾燥、飽和状態の比較は、ほとんど変化なく同じ傾向を示した。

N- D_r - P の関係を表した式に

$$\log e D_r = 0.478 \log e N - 0.262 \log e P + 2.84 \quad (1)$$

(Schultze - Menzenbach)

$$N = 2.4 (D_r / 100)^2 (P + 7) \quad (2)$$

(Meyerhof)

があり、①式には豊浦標準砂、相馬砂(図-2(a), (b))のように丸味のある粒子で粒度分布の様なものが適用し、②式には砕砂(図-2(c))のように角張った粒子で粒度分布のよいものが適用される。このように砂の種類によって適用されるN- D_r - P 関係式が異なることがわかる。

(ii) N- D_r - P - ϕ の関係 砂地盤の内部摩擦角を推定する式として $\phi = f(N)$ の形のDunhum, 大崎, Peckなどの式があるが、上述のようにN値は D_r , P によ

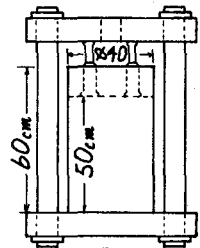


図-1

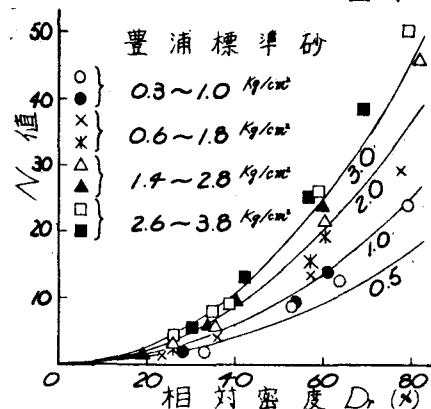


図-2 (a) N- D_r - P の関係

て異なり、 ϕ は D_r に比例的であることも知られている。

従って ϕ は N 値のみの関数ではなく少なくとも

$\phi = f(N, P)$ の形と考えた方が妥当である。いま

$$\phi = a D_r + b \quad (\text{定数 } a, b \text{ を表-2 に示す}) \quad (3)$$

と考え、①、②式と合成すると

$$\phi = a_1 (N^{0.475} / p^{0.262}) + b_1 \quad (4)$$

$$\phi = a_2 \{N / (P + 7)\}^{1/2} + b_2 \quad (5)$$

となる。表-3は定数 a, b を④、⑤式に合成させるための試料定数の結果を示す。図-3は実測値を④、⑤式に代入した結果を示したものである。Dunhumの式から求めた値を曲線で示し、式④、⑤より求めた値を記号○、●、△、▲、□、■でプロットしてあり、 $\phi = f(N)$ の関係では、必ずしも実測値と一致しないことがわかる。またMeyerhofによると $N-\phi$ 関係は点線で囲まれた範囲内に位置するが、土の種類、 P などに影響されやすいから $N-\phi$ 関係は、相当にばらついたものとなると述べている。豊浦標準砂、相馬砂(図-3(a)、(b))は、Meyerhofの示した範囲内にあり、砕砂

表-3 式④、⑤の定数

試料	定数 a_1		定数 a_2	
	空気乾燥	飽和	空気乾燥	飽和
豊浦標準砂	2.5246	2.5417	27.18	27.15
相馬砂	1.9426	2.0025	29.77	29.50
砕砂	7.5846	8.7142	35.12	30.23

(図-3(c))

は、全く範囲外にあるが、

これはMeyer-

hofの提案と

同様な結果を

表したといえ

る。以上より

$N-\phi$ 関係に

は P を考慮し

た式④、⑤を

適用する方が

より実用的な

結果を得られることが明らかである。

4. あとがき

さらに多くの砂について、データを収集する必要がある、より普遍的関係が求められるよう努力したい。

(参考文献)

(1) Gibbs-Holtz 「Research on Determining the Density of Sands by Spoon Penetration Testing」

(2) 土木工学会編「土質調査試験結果の解釈と応用例」

(3) 石堂 稔 著「新耐震設計法に関する技術講習会資料」昭和56年 (P.1~P.50)

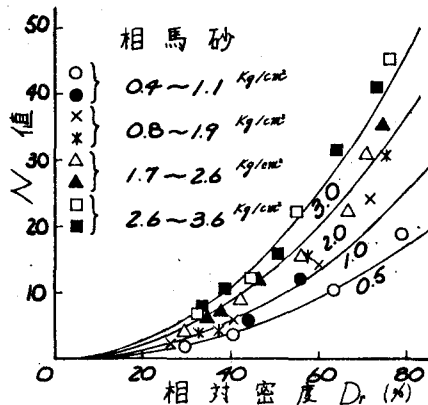


図-2 (b) $N-D_r-P$ の関係

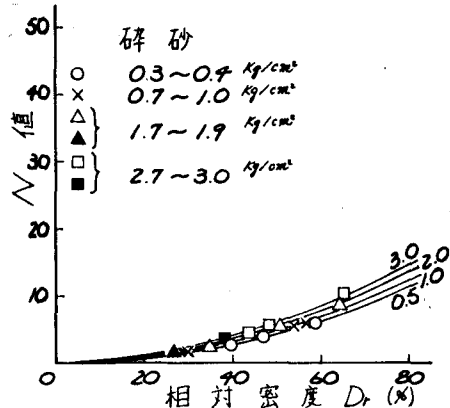


図-2 (c) $N-D_r-P$ の関係

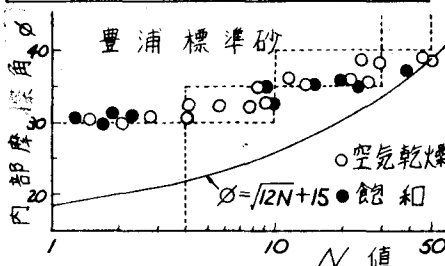


図-3 (a) $N-\phi$ の関係

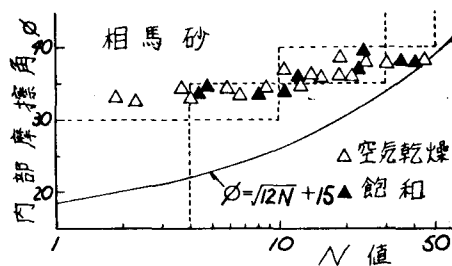


図-3 (b) $N-\phi$ の関係

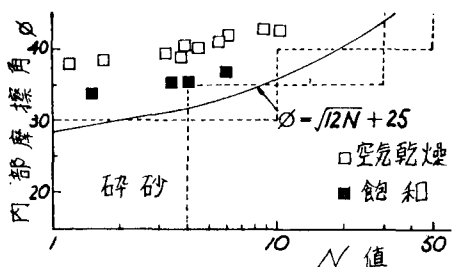


図-3 (c) $N-\phi$ の関係