

九州産業大学 工学部 正会員 石堂 純

" " " 〇永吉 亨

" " " 学生員 山下啓明

1. まえがき

本実験は、砂の N 値、相対密度(D_r)および上載圧(P)の関係を調べ、さらに内部摩擦角(ϕ)との関係を合理的に求めることを目的とする。試験は、相対密度で砂の詰まり方を規定し、標準貫入試験および三軸圧縮試験を行なった。

2. 試料および試験方法

試料は豊浦標準砂、相馬砂、砕砂(安山岩の変質岩)の三種の砂を使用し、空気乾燥、飽和状態で所定の D_r になるように鉄製タンク(φ40cm, H60cm)に詰め、底面から30cmの所に土圧計をセットし、ジャッキを用いて上載圧を加えた。上載圧(P)は0.5, 1.0, 2.0, 3.0 kg/cm^2 として、各密度状態で標準貫入試験を行なった。また、三軸圧縮試験においても同じ三種の砂を使用した。供試体は直径5.0cm, 高さ12.0cmで、側圧0.5, 1.0, 1.5, 2.0 kg/cm^2 の4段階で必ず制御して試験を行なった。試料の諸数値を表-1に示す。

3. 試験結果および考察

図-1において、各試料も 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い。このことは、砕砂が動的な力に対しては粒子の骨格が変化しやすく、抵抗力が小さくなることを示している。また、空気乾燥と飽和状態においては、図に示されているようにほとんど変化がないことがわかった。

1) N - D_r - P の関係について

この関係については、Schultze-Menzenbach, Meyerhofらにより、下記の①, ②式が示されている。

Schultze-Menzenbach

$$\log_e D_r = 0.478 \log_e N - 0.262 \log_e P + 2.84 \quad \text{--- ①}$$

Meyerhof

$$N = 24 \cdot (D_r/100) \cdot (P+7) \quad \text{--- ②}$$

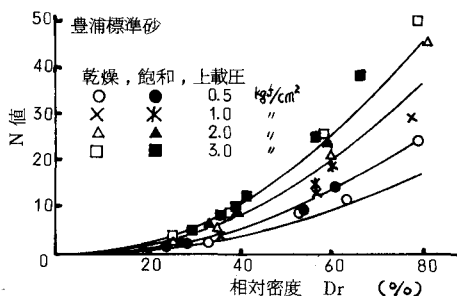
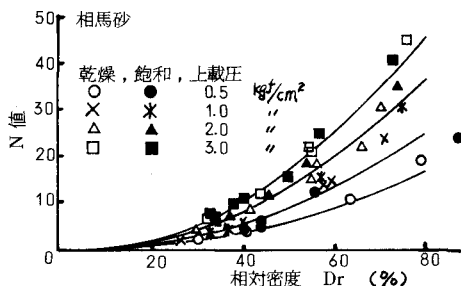
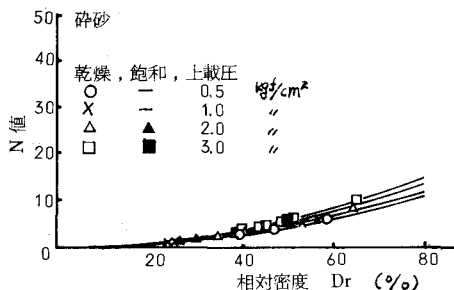
今回の実験結果より、①式には豊浦標準砂、相馬砂のような丸味のある粒子で粒度分布が一般的な砂が適合し、②式には砕砂のような角張った粒子で粒度分布のよいものが適合すると考えられる(図-1(a), (b), (c)を参照)。

2) N - D_r - P - ϕ の関係について

砂地盤の内部摩擦角を推定する式として $\phi = f(N)$ の形で表わしている Dunham, 大崎, Peck などの式があるが、

表-1 試料の諸数値

試料	U	D_{max} mm	D_{60} 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	200	0.650	0.922	0.568
砕砂	8.40	47.6	0.840	1.077	0.542

図-1(a) D_r - N 図-1(b) D_r - N 図-1(c) D_r - N

前述のように N 値は D_r , P によって異なる。また、 ϕ は図-2の三軸圧縮試験結果からわかるように D_r に比例するのである。したがって、 ϕ は N 値のみの関数ではなく少くとも $\phi = f(N, P)$ の形と考えた方が妥当である。

いま、 $\phi = mD_r + n$ (定数 m, n を表-2に示す。) ----- ③

と見え、①, ②式とそれぞれ合成させると下記のようになる。

$$\phi = a_1 (N^{0.478} / P^{0.262}) + b_1 \quad \text{----- ④}$$

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

(表-3に定数 a_1, a_2, b_1, b_2 を示す。)

図-3は実験値を④, ⑤式に代入した結果を示したものである。図に示されているように Dunham, 大崎らのような $\phi = f(N)$ の関係では必ずしも実験値と一致

実験値と一致

表-2 定数 m, n

試料	m		n	
	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

しないことが

わかる。また

豊浦標準砂、

相馬砂はMeyer

erhofの示し

た範囲内にあり、

砕砂は全く範囲外にある。

このことは、

Meyerhofの提案「土の

種類、上載圧

などに影響されやすいから

N - ϕ 関係は、

相当ばらついたものになる」と同様の結果を表

わしたものである。図-3の中における横線部分は、三軸圧

縮試験より求めた ϕ を使用して N 値を算出したものである。この

計算結果と、④, ⑤式により求めた値およびMeyerhofの範囲

はほとんど一致している。以上のことから、 N - ϕ 関係には P

を考慮した式④, ⑤式を使用することによって、より実用的な

結果を得ることができる。

4. あとがき

本論文における④, ⑤式のより普遍的関係が求められるよう

に、さらに多くの砂についても研究実験を行なう所存である。

・参考文献

1) Gibbs and Holtz: 「Fourth International Conference on Soil Mechanics and Foundation Engineering」 1957, P.35~P.39

2) 土質工学会編: 「土質調査試験結果の解釈と適応例」

3) 石堂 純 著: 「新耐震設計法に関する技術講習会資料」 P.1~P.50

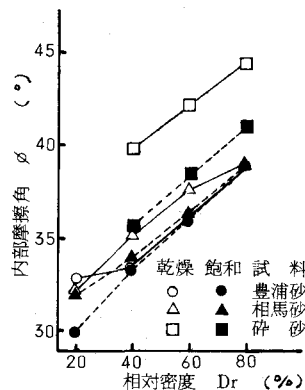


図-2 $D_r - \phi$

表-3 定数 a_1, a_2, b_1, b_2

試料	a_1		b_1	
	空気乾燥	飽和	空気乾燥	飽和
豊浦標準砂	25246	25417	27.18	27.15
相馬砂	19426	20025	29.77	29.50
試料	a_2		b_2	
	空気乾燥	飽和	空気乾燥	飽和
砕砂	7.5846	8.7142	35.12	30.23

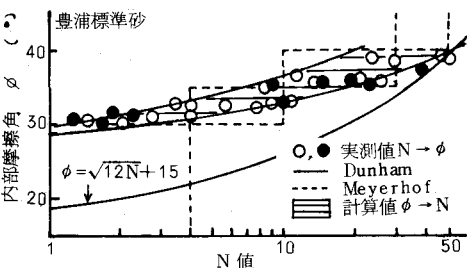


図-3 (a) $N - \phi$

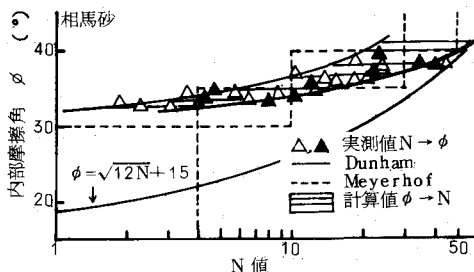


図-3 (b) $N - \phi$

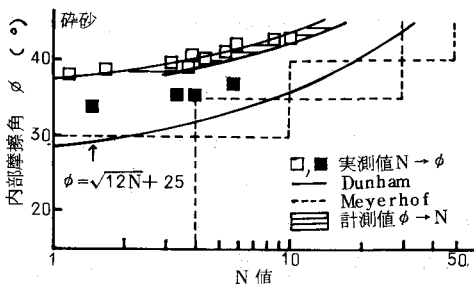


図-3 (c) $N - \phi$