

牛代田化工建設(株) 佐藤 洋一
大成建設技術研究所 正会員 ○末岡 徹
小山 哲

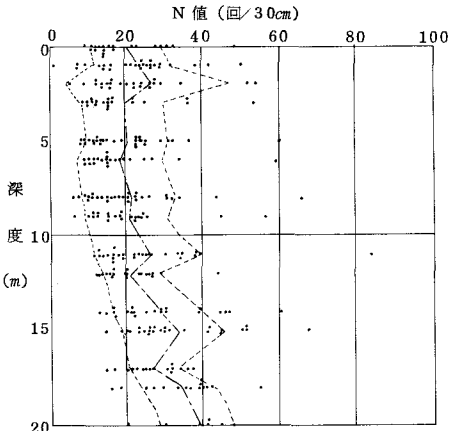
1. はじめに

熱帯地方における風化残積土(Residual Soil)の特徴の1つに 土の不飽和(Unsaturated)性がある。土の不飽和状態は、種々の力学値(粘着力 C , 内部摩擦角 ϕ , 一軸圧縮強度 q_u , 標準貫入試験値-N値等)に影響を及ぼすと考えられるが、本報告は、ナイジェリア・カドナ地方の地盤調査結果を 統計処理することにより、花崗岩質風化残積土の力学値と、飽和度や間げき率等の物理定数との相関を求め、熱帯地方における風化残積土の特性について検討したものである。

2. 統計的性質

(1)標準貫入試験値(N値)

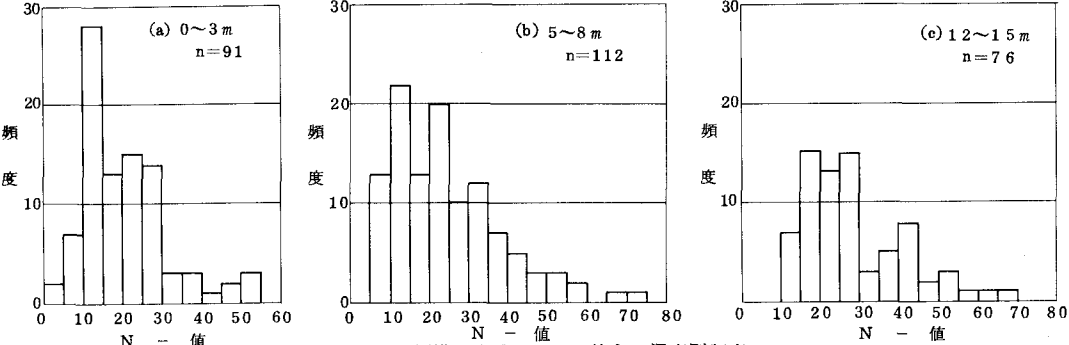
標準貫入試験結果を示すと、(図-1), (表-1)のようになる。N値は 地表下6~8m付近で 平均20以下で最低値を示し、これ以深は、深度とともに増加している。N値のバラツキ具合を調べてみると、(表-1)に示すように、地表下11m以浅は、ほとんど、変動係数 $V=0.5$ 以上あるのに対しそれ以深は $V=0.3\sim0.4$ となっている。すなわち、間げき率 n や土の乾燥密度 ρ_d の場合と同様、上層地盤(地表下0~10m程度)ではN値のバラツキ具合も大きなことがわかる。N値の分布形を調べるため、地表下0~3m, 地表下5~8m, 地表下12~15mの3つのグループに分けて検討してみると(図-2)のようになり、N値は正規分布というよりは、ベータ分布又は、対数正規分布に近い分布形になっているようである。



(図-1) 標準貫入試験値(N値)

(表-1) 標準貫入試験結果(N値)

深 度(m)	0.0	1.0	2.0	3.0	5.0	6.0	8.0	9.0	11.0	12.0	14.0	15.0	17.0	18.0	20.0
平均 値	18.9	22.4	25.8	18.6	19.8	18.0	20.7	20.0	25.6	21.3	28.7	33.0	27.1	34.6	38.4
標準 偏差	9.5	10.4	21.5	10.9	10.8	10.7	12.1	11.2	14.1	7.2	12.3	13.0	6.5	9.8	9.6
変動 係数	0.50	0.47	0.83	0.59	0.54	0.60	0.59	0.56	0.55	0.34	0.43	0.39	0.24	0.28	0.25



(図-2) 標準貫入試験(N-値)の深度別頻度

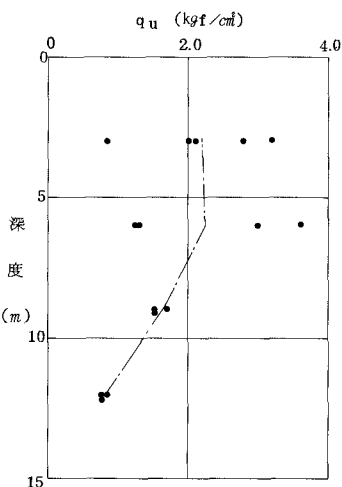
P. Lumbらは、風化残積土の粘着力 C や摩擦角 ϕ の強度定数のバラツキの分布が 正規分布より、ベータ分布に近いことを指摘しており、今回のN値の場合も考慮に入れると、非常に興味深い。

(2)一軸圧縮強度 q_u

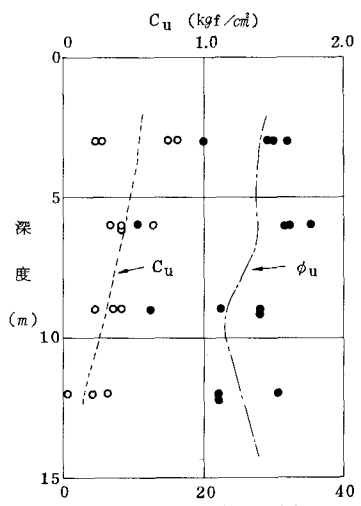
一軸圧縮強度 q_u の深度毎の変化は(図-3)のとおりである。データが少ないため断定的なことは言えないが、上層地盤程、強度が大きく、またバラツキ具合も大きいようである。

(3)三軸圧縮試験(UU試験)

飽和度 $S_r = 70 \sim 90\%$ 程度の採取試料に対し、非圧密非排水状態で三軸圧縮試験を行なった結果を示すと(図-4)のようになる。(ただし側圧は $0.5 \sim 1.5 \text{ kgf/cm}^2$)粘着力 C_u の値は、深度の増加とともに減少しており、内部摩擦角 ϕ_u の値は、地表下9 m付近で極小値を持つようである。粘着力 C_u 、摩擦角 ϕ_u がどのような物理定数と相関があるかを調べるため、各試験値間の相関係数を求めてみると(表-2)のとおりとなる。 $S_r = 70 \sim 90\%$



(図-3) 一軸圧縮強度 q_u



(図-4) C_u , ϕ_u の深度別変化

(表-2) 粘着力 C_u 、摩擦角 ϕ_u と各物理定数との相関係数(r)

	飽和度 S_r	含水比 w	乾燥密度 ρ_d	液性限界LL	塑性限界PL	一軸強度 q_u	粘着力 C_u	摩擦角 ϕ_u	$< 7.4 \mu m$	間げき率 n
粘着力 C_u	0.291	-0.254	0.645	-0.376	-0.263	0.737	—	-0.065	0.074	-0.710
摩擦角 ϕ_u	-0.237	-0.511	0.524	-0.212	-0.002	0.247	-0.065	—	0.351	-0.475

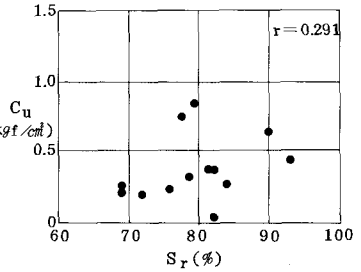
の範囲であるが、粘着力 C_u は、飽和度 S_r 、含水比 w 、摩擦角 ϕ_u 、細粒分含有率($< 7.4 \mu m$)とは、ほとんど相関がないことがわかる。例として S_r との関係を(図-5)に示す。一般に不飽和の沖積土や締め固めた不飽和土においては、粘着力 C と土の乾燥密度 ρ_d の間には、相関が少ないことが報告されているが、カドナ地方の乱さない風化残積土の場合、乾燥密度 ρ_d 、間げき率 n 、一軸圧縮強度 q_u との間にかなり強い相関を持っていることがわかる。(例えば、図-6)すなわち、カドナ地方の試料の三軸圧縮試験(UU試験)による粘着力 C_u は、粘土の間げき率(図-5)が少なく、かなり密に固結した土の状態を反映した結果と思われる。一方、摩擦角 ϕ_u は、自然含水比 w 、乾燥密度 ρ_d 、間げき率 n と弱い相関を持ち、間げき率との関係を示すと(図-7)のようになる。

3. まとめ

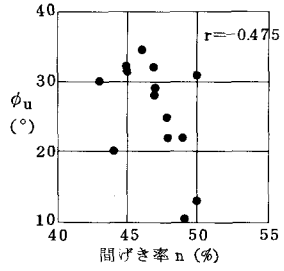
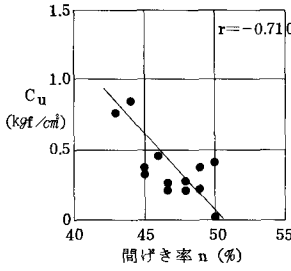
ナイジェリア・カドナ地方における標準質

入試験結果は、上層地盤(地表下0~10 m)でバラツキ具合が大きく、また N 値の分布は全層を通じて、正規分布と異なる分布となっている。三軸圧縮試験(UU試験)における C_u 値は、土の間げき率と相関を持ち、摩擦角 ϕ_u や飽和度 S_r とは独立と考えられる。

1)佐藤, 末岡, 村松, 熱帯風化残積土の統計的性質(その1) 第38回土木学会年次講演会 1983.10 2)P.Lumb Safety factors and probability distribution of soil strength Canadian Geotechnical Journal Vol 7, P.225-P.242 1970 3)松尾, 黒田, 不飽和土の土質諸係数と破壊確率に関する一考察 土木学会論文報告集 第208号 P.65~P.75 1972.12.



(図-5) 飽和度 S_r と粘着力 C_u の相関



(図-7) 摩擦角 ϕ_u と間げき率 n の相関