

III-162 N値による簡易流動化判定手法について

建設省土木研究所 正員 龍岡文夫

建設省土木研究所 正員 岩崎敏男

建設省関東地方建設局川崎国道工事事務所 正員 宮田浩通

Fig. 1

現地盤の動的強度をN値等から算定する方法

N値を用いる簡易流動化判定手法は、(1)大量に建設される中小規模の土木構造物では、費用のかかる詳細な地盤流動化判定手法は必ずしも妥当ではない事、(2)大規模土木構造物でも、数多く行なわれるボーリングの全この孔に対して、不攪乱試料採取・振動三軸試験・応答解析等を実施するのは現実的ではない...等の理由によって、これから、行なわれるものと思われ。従って、やや詳細な地盤調査・不攪乱試料採取・振動三軸試験・応答解析等によって、流動化判定に用いられる限界N値(例えば10)を、検討しておく事が必要となる。ここでは、N値と、地盤の流動化(液状化)強度との関係について検討した結果を報告する。

従来、砂質試料の流動化強度の室内実験結果は、相対密度 $D_r = (e_{max} - e) / (e_{max} - e_{min})$ にて表示される事が多い様である。図-1で、(A)の手法は、 D_r を基本的パラメーターとして、N値から流動化強度 R_d を求める手法である。(A)においては、(1) N値、有効上載圧 σ_v' 、静止土圧係数 K_0 、細粒分含有率 $S(\%)$ 、平均粒径 D_{50} 等であらわされる粒度特性と D_r との関係(2) e_{max} , e_{min} の求め方の定式化(3) D_r 、粒度特性と流動化強度との関係を確立しておく必要がある。例として、図-2に、沖積砂層と埋立砂層から、改良型ビショップアサンブリーで得られた原位置での間隙比 e と、吉見・商野の方法²⁾ で求めた e_{max} , e_{min} から求めた D_r と、N値、 σ_v' から、 $21 \sqrt{\frac{N}{\sigma_v' + 0.7}}$ として求めた相対密度(これを D_r^* とする事にする)の関係を示す。今回のデータは全て $D_{50} < 0.3 \text{ mm}$ の場合である。 D_r と D_r^* の間には、相違なデータのばらつきがあるが、細粒分含有率 $S(\%)$ が大きい程、 $D_r > D_r^*$ となっている。一方で、 D_r と流動化強度との関係も粒度特性に強く影響される事も知られている。以上の事から、筆者らは、図-1の(B)の手法、即ち、 $D_r = (e_{max} - e) / (e_{max} - e_{min})$ をパラメーターとして用いず、N値、 σ_v' 、 K_0 、粒度特性と流動化強度 R_d との関係を定める手法を確立する事を試みる事にした。

ここで示す試料は、曙・仮已地区(図中でAと印されたデータ)と、羽田地区から得られたものであり、^{3), 4)} 不攪乱試料は、原地盤での σ_v' で等方圧密した後、振動三軸試験を行ない⁵⁾、次式の定義

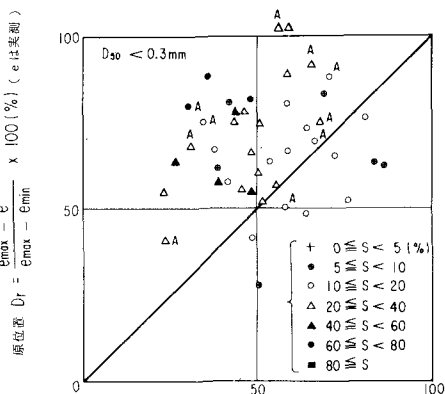
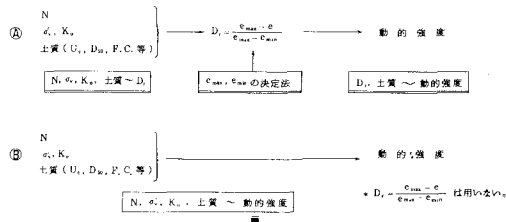


Fig. 2

$$D_r^* = 21 \sqrt{\frac{N}{\sigma_v' + 0.7}} \times 100 (\%)$$

(σ_v' : kg/cm²)

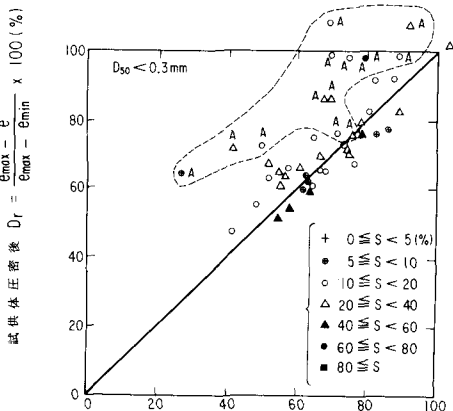


Fig. 3

$$D_r = \frac{e_{max} - e}{e_{max} - e_{min}} \times 100 (\%)$$

(e は押込長から)

による流動化強度 R_L を求めた。

$$R_L = \left(\frac{\sigma'_v}{2\sigma'_v} \right) = \left\{ \begin{array}{l} \text{動的振幅幅(片振幅)}; \Delta \varepsilon_a (SA) \text{が: 繰返し回} \\ \text{数 } N = 20 \text{ 回で, } 3\% \text{ になる時の応力比} \end{array} \right\} \quad (1)$$

図-3は、原位置の D_r と、供試体圧密後の D_r との関係である。前者は、サンダーの押込長と、試料重量から求めたものである。図中でAであらわされている曙・辰巳地区のデータでは、供試体圧密後の D_r が、原位置の D_r よりやや大きくなっているが、羽田地区のデータでは両者にあまり差がない。図-4に、原位置 D_r と R_L の関係を示すが、この図では、図-3で見られた様な両地区でデータの分離は見られない。従って、 R_L に関して言えば、両地区のデータを同一に扱ってもよいものと思われる。又、興味深い事は、図4に示してある土佐いな砂について平均的な関係

$$R_L = 0.0042 D_r \quad (2)$$

と、今回の細粒分を相当含んだ試料のデータの間には、あまり差異がない事である。即ち、図-1の(A)の手法は、実際での運用の問題を別にすれば、正しい方法と言えりのかも知れない。

図-5が、今回の結論のグラフである。明らかに、細粒分含有率 S が大きい程、同一の $D_r^* = 21 \sqrt{\frac{N}{\sigma'_v + 0.7}}$ に対して R_L が大きくなっている。そこで、次式により、 DR_L を求め、 S との相関を求めたのが図-6である。

$$DR_L = R_L - 0.0042 \left(21 \sqrt{\frac{N}{\sigma'_v + 0.7}} \times 100 \right) \quad (3)$$

この図からも、 S が大きい程、同一の N , σ'_v に対する R_L は、大きくなる事が分かる。逆に言えば、同一の R_L , σ'_v に対しての N 値は、細粒分含有率が高い程、小さくなる事を意味している。図-6 の関係を控目に、

$$DR_L = 0.0035 S \quad (4)$$

と表わすとする、(3), (4) から $R_L = R_L$, $\sigma'_v = \sigma'_v$ に対して、

$$N = (\sigma'_v + 0.7) \left(\frac{R_L - 0.0035 S}{8.82} \right)^2 \quad (5)$$

が導かれる。(5)式から、流動化限界 N 値を定める事ができる。

(謝辞)本研究は、川崎国道工事事務所が行なつた地盤調査・土質調査に基づいて土木研究所が検討を行なつたものである。川崎国道、竹野照夫氏、岩崎章氏、長田紘二氏、日語一孝氏、東亜建設工業 永瀬誠氏、基礎地盤コンサルタント 安田進氏、関係諸氏に感謝の意を表します。(参考文献) 1) 福田正美、半沢秀郎 "サトサンダーによる埋立造成地盤の相対密度の測定結果" 土と基礎、1976年4月 2) Yoshimi and Tohno, "Statistical Significance of the Relative Density," ASTM, STP, No. 523

3) 土木研究所資料 1170号, "東京湾岸道路の曙橋および新辰巳橋における地盤耐震性調査," 4) 岩崎敏男, 龍岡文夫, 宮田浩爾 "地震時における地盤流動化判定法の検討" 第12回土質工学研究発表会, (1977) 5) 西井肇雄, 安田進, "不攪乱砂質土の液状化特性," 同上。

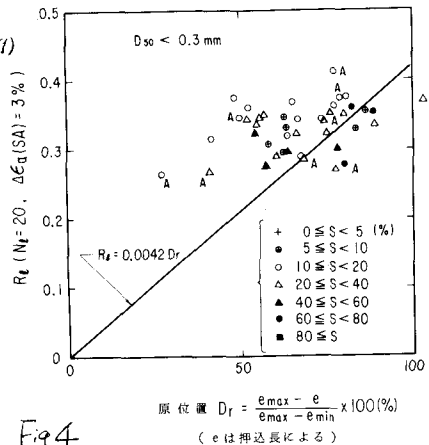


Fig. 4

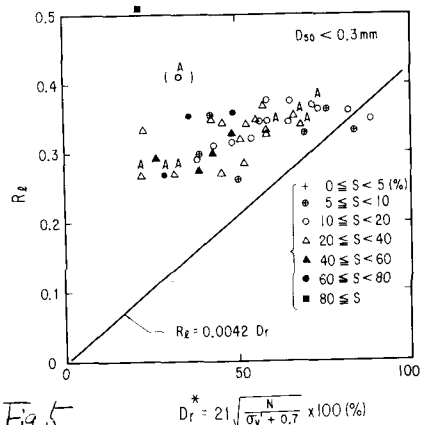


Fig. 5

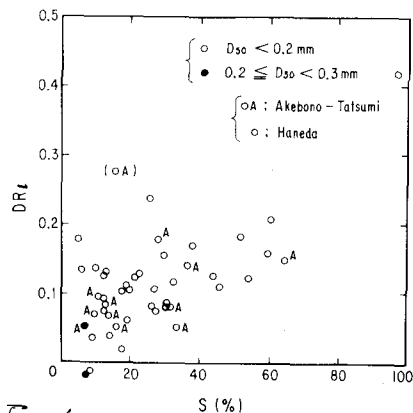


Fig. 6