

(財)電力中央研究所 正会員 国生剛治 吉田保夫
電力技術整備(株) ○ 正会員 長崎 清
基礎地盤コンサルタンツ(株) 夫 成紀

はじめに

筆者らは、以前大型土槽中に利根川砂を締め固めて行った標準貫入試験と、そこから乱さないように採取した供試体を用いて行った動的三軸試験から動的強度とN値の關係を求め、それを(式-1)で表現した。⁽¹⁾

$$R = (\sigma_1 - \sigma_3) / 2 \sigma'_0 = A(N_1^{0.5} + (BN_1)^n + C + 14.8 f(D_{50})) \quad \text{— (式-1)}$$

$$\begin{cases} f(D_{50}) = 0.225 \log_{10}(0.35/D_{50}) & : 0.04^{\text{mm}} \leq D_{50} \leq 0.6^{\text{mm}} \\ f(D_{50}) = -0.05 & : 0.6^{\text{mm}} \leq D_{50} \leq 1.5^{\text{mm}} \end{cases}$$

上式で、Rは動的応力比、 N_1 は基準化N値、 D_{50} は平均粒径、A、B、C、nは材料定数である。この内、A、C、 $14.8 f(D_{50})$ に関しては、岩崎・龍岡法⁽²⁾、岩崎・龍岡・安田の式⁽²⁾から求めており、動的三軸試験の破壊時における軸ひずみ両振幅 ε_{DA} 、繰り返し回数 N_{eq} で決定される。BとnはN値の大きい領域で動的強度が急増することを考慮した定数で最小二乗法から求められる。ところで、上式は1種類の砂についての実験式であるため、他の砂についての適用性に関する検討が必要である。そこで、茨城県高萩市から採取した高萩砂を用いて同様の試験を行い、(式-1)の適用性、および問題点について調べてみた。

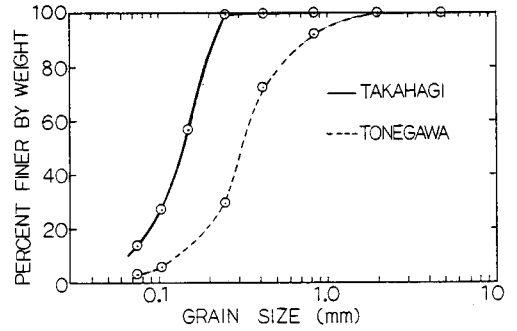
試験結果

図-1は、高萩砂と利根川砂の粒度分布である。図から高萩砂は利根川砂より粒径が小さく細粒分(74 μm 以下)も約13%と多い。しかし、細粒分だけを取り出して液性限界・塑性限界試験を行うと、高萩砂の液性限界は塑性限界より小さくなり、細粒分の多くは低塑性シルトと考えられそうである。図-2,3,4は2種の砂のR-N關係を示している。図から、高萩砂の動的強度は全体的に見て利根川砂より少し小さいと思われる。ところで、(式-1)を、 $R = A(N_1^{0.5} + (BN_1)^n + C) + 14.8 A f(D_{50}) = A(N_1^{0.5} + (BN_1)^n + C) + F(D_{50})$ — (式-2)と変形すると、 $F(D_{50})$ は平均粒径がRに及ぼす影響を表す。ここで $\varepsilon_{DA} = 5\%$ 、 $N_{eq} = 20$ の時の $F(D_{50})$ を計算すると、高萩砂： $D_{50} = 0.14^{\text{mm}}$ から $F(D_{50}) = 0.09$ 、利根川砂： $D_{50} = 0.31^{\text{mm}}$ から $F(D_{50}) = 0.01$ となり、高萩砂のRの方が0.08大きくなってしまい試験結果と矛盾する。一方、高萩砂のRが利根川砂より少し低いことを考慮して $F(D_{50}) = 0$ としてR-N關係を求めたところ、試験結果をかなり良く表現することがわかった。この時のR-N曲線を図-2,3,4に実線で示す。さて、(表-1)は上段に利根川砂の、中段に $F(D_{50}) = 0$ として求めた高萩砂の材料定数A、B、C、nと相関係数rを示している。2種の砂のBとnはかなり異なっており、これは図-2,3,4において実線と破線の違いにも表わされている。しかし、データのばらつき等を考えれば、2つの砂のR-N關係を1つの曲線で表現することも可能と思われる。(表-1)の下段には、2つの砂の全データから求めたA、B、C、n、rを示している。図-5,6,7にはその時のR-N曲線を実線で示しているが、2つの砂のR-N關係をかなり良く表現しているものと思われる。このように、(式-1)において $f(D_{50})$ の値に適當な値を代入すれば、1本の曲線で2つの砂のR-N關係は表わされそうである。高萩砂の場合、 D_{50} がRに及ぼす影響を直接(式-1)で表わせない理由のひとつとしては、その細粒分の多くが低塑性シルトと考えられることがあげられそうである。したがって、砂地盤のR-N關係を(式-1)で表わす場合、特に $f(D_{50})$ の値に関しては、平均粒径の値だけでなく細粒分の量や性質においても十分な検討を行い決定する必要があると思われる。

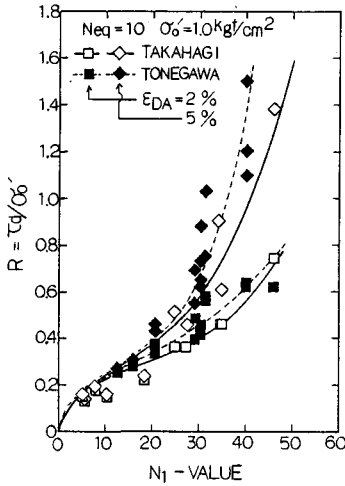
参考文献 (1) 国生, 吉田, 長崎 (1984) 高萩砂地盤のN値による液状化判定法, 第13回土質工学会研究発表会 (2) 岩崎, 龍岡, 安田, 宇田 (1978) 砂地盤の地震時流動化の簡易判定法と適用例, 第5回日本地震工学シンポジウム (3) 岩崎, 龍岡, 安田 (1978) 不攪乱砂質土の非排水動的強度の正規化表示, 第13回土質工学会研究発表会

(表-1) $R-N_1$ 曲線の材料定数と相関係数 r (B, n, r は上段が利根川砂、中段が高萩砂、下段が高萩砂と利根川砂の全データから求めた値である。)

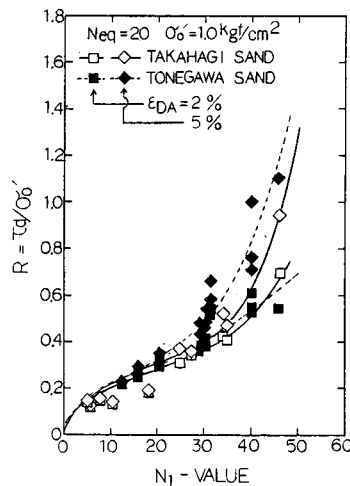
		A	B	C	n	r
$\epsilon_{DA} = 2\%$	Neq = 10	0.0639	0.0346	0.312	3.21	0.843
			0.0288		5.09	0.908
			0.0328		3.30	0.803
	Neq = 20	0.0584	0.0336	0.312	2.80	0.816
			0.0288		5.16	0.983
			0.0325		2.89	0.811
	Neq = 30	0.0554	0.0318	0.312	2.78	0.705
			0.0299		4.28	0.921
			0.0316		2.89	0.735
$\epsilon_{DA} = 5\%$	Neq = 10	0.0760	0.0420	0	4.77	0.832
			0.0410		3.66	0.840
			0.0418		4.43	0.817
	Neq = 20	0.0676	0.0368	0	4.52	0.894
			0.0295		6.38	0.826
			0.0346		4.57	0.811
	Neq = 30	0.0631	0.0345	0	4.00	0.901
			0.0289		5.71	0.935
			0.0333		3.92	0.867



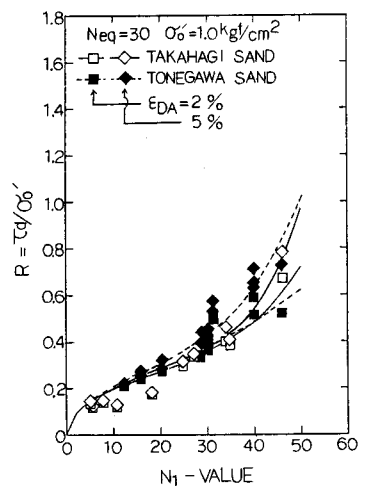
(図-1) 高萩砂と利根川砂の粒度分布



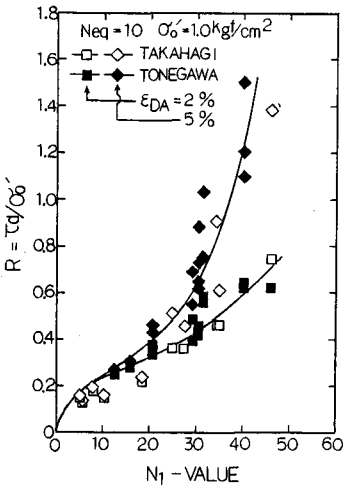
(図-2) 高萩砂と利根川砂の $R-N_1$ 関係 ($N_{eq} = 10$)



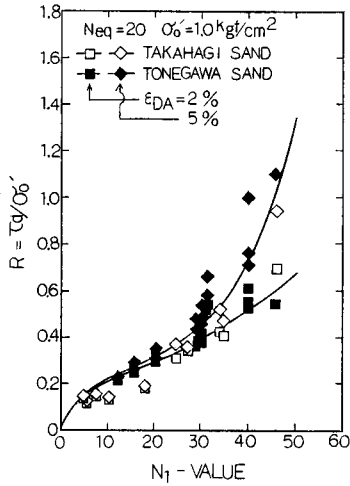
(図-3) 高萩砂と利根川砂の $R-N_1$ 関係 ($N_{eq} = 20$)



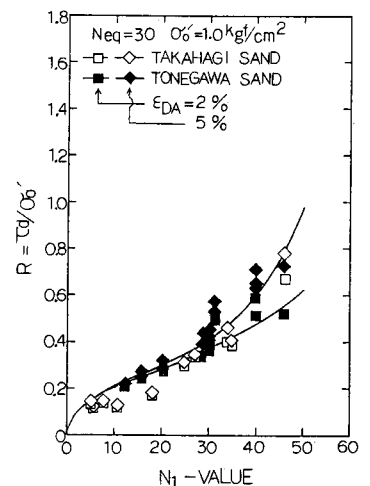
(図-4) 高萩砂と利根川砂の $R-N_1$ 関係 ($N_{eq} = 30$)



(図-5) 2つの砂の $R-N_1$ 関係と1本の曲線で近似 ($N_{eq} = 10$)



(図-6) 2つの砂の $R-N_1$ 関係と1本の曲線で近似 ($N_{eq} = 20$)



(図-7) 2つの砂の $R-N_1$ 関係と1本の曲線で近似 ($N_{eq} = 30$)