

愛知工業大学土木工学科

正 ○奥村 哲夫

正 成田 国朝

正 大根 義男

1. はじめに

関東ロームは自然含水比が極めて高く、また間隙の大きい粘性土である。このような土を盛土材料として使用する場合、盛土表面付近の土は転圧などによってこね返しが生じ軟弱化する。図-1は、軟化現象が認められた現場の実測結果の1例である。各層(20cm/層)の転圧後のコーン支持力 q_c が 8 kg/cm^2 以上で管理し施工されているが、図で明らかなように、盛土高4~5mに達した時点における q_c 値は深さ方向に対し逐次減少し、深度約2mで当初の1/2程度となっている。これは、施工機械の走行によって盛土内部に繰返し応力が発生し、その繰返し効果が盛土の進行とともに蓄積された結果と考えることができる。

本報告は、盛土材料の軟化(強度低下)度を実験的に求め、これと各盛土段階で生ずる繰返し応力から相対した強度低下量を累加する方法により、現場の強度低下現象を定量的に調べた結果である。

2. 試料および実験概要

試料は現場(千葉県)から採取した関東ロームである。自然含水比は104%、比重2.85である。

図-2(a)は現場の盛土状況である。 σ_0 はある盛土段階における盛土表面下Zの土要素に作用する土カブリ圧、また σ_0 は転圧機械の走行によって発生する繰返し応力であり、これらの量は盛土の進行に伴って変化する。この状態を室内で再現するために、繰返し三軸試験装置を用い、図-2(b)に示す応力状態および表-1の条件で繰返し応力を供試体に与えた。なお、載荷周期は現場で使用されたタンピングローラーの走行速度と車輪間隔から求めた。

供試体の作製は、含水比および土粒子の骨格構造を変化させないように十分注意を払いながら手でほぐした約5mm以下の粒塊を、ニッ割モールド($\phi 50\text{ mm}$)を用い、現場と同一密度となるよう漸的に締固めて行った。

強度低下の把握は、現場の転圧後の強度確認がコーン貫入抵抗値 q_c で行われており、また盛土材料の $q_c \sim q_u$ 関係($q_c = 14 q_u$)が得られていることから、一軸圧縮強度に着目して行うこととした。

3. 実験結果および考察

図-3は、載荷回数 $N=16$ 回一定で、拘束圧 σ_0 と繰返し応力 σ_a を変化させて行った軟化試験の結果である。図の縦軸は繰返し応力を受けていない供試体の一軸圧縮強度 q_u ($q_u = 0.6\text{ kg/cm}^2$)と、繰返し載荷後に一軸圧縮試験を行って求めた

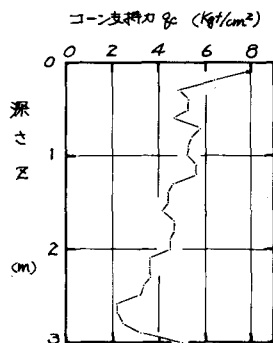


図-1 ダッチコーン貫入試験結果

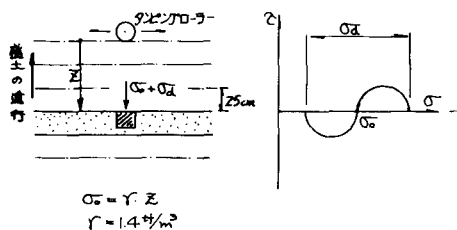


図-2(a) 盛土の状況

図-2(b) 供試体の
応力状態

表-1 繰返し三軸試験の実験条件

供試体形状	$\phi 50 \times 125\text{ mm}$
拘束圧 (kg/cm^2)	0.5, 1.0, 2.0 (等方)
圧密・排水条件	非圧密・非排水
載荷波形	正弦波
載荷周期	2秒 (0.5 Hz)
制御方式	応力制御 (油圧サーボ)

強度 σ_u' の比、すなわち強度低下量を表わし、また横軸は繰返し応力 σ_a を拘束圧で除し正規化している。図より、拘束圧が異っても両者の関係はほぼ一定の傾向を示し、強度低下を発生させる繰返し外力は σ_a/σ_o で表わし得ると考えられる。

図-4は、 $\sigma_o = 0.5 \text{ kg/cm}^2$ 一定とし、 $n = 50, 100, 200$ 回の3ケースについて得られた結果で図-3と同様の関係で示している。なお、図中の破線は $n = 16$ 回(図-3)の近似線である。図より、強度低下は載荷回数が多いほど、また σ_a/σ_o が大なるほど著しく現れることが知られる。

4. 転圧機械の走行による強度低下量の推定

転圧の繰返しによる強度低下に影響を与えるものとして σ_a/σ_o と n の2因子を考え、 $H = \sigma_a/\sigma_o \times n$ なる量が強度低下に寄与するものと仮定し、 σ_u'/σ_u と H の関係を求めると図-5のようになる。また、表-2はタンピングローラーによる盛土内部に発生する σ_a/σ_o を試算した結果である。計算法は等分布接地圧が深さ方向に 45° 範囲で分散伝達すると仮定した簡単なものであるが、実測土圧から割出した()内の数値と比較して大差ないことが知られる。

図-6は、図-5および表-2の結果を用いて現場の強度低下の様相を検討した結果である。なお、転圧条件は1層25 cmにつき20回転圧するものとし、また深度 Z における強度低下量は、1層目の転圧における σ_a/σ_o を表-2から求めて H を算出し、これを図-5にあてはめ1層目の転圧による強度低下量 $\Delta\sigma_u$ を求め、以上の操作を深度 Z に相当する層の数だけ繰返すことにより最終的な σ_u ($\sigma_u = \sum \Delta\sigma_u$)を求めた。図から、転圧による繰返し効果の蓄積により盛土表層部では強度は著しく低下するが、 $Z = 1 \text{ m}$ 以深では σ_a/σ_o の値が急減するため繰返しの影響がほとんど現われないことがわかる。また、実測値(図-1の結果を $Z = 0 \text{ m}$ で $\sigma_u = 8.8 \text{ kg/cm}^2$ として補正)と比較してまた場合、全体的に良く対応しているようである。

5. あとがき

施工中に観測された盛土の強度低下現象を実験的に再現しその定量的把握について示した。しかし、三軸室内の供試体の応力状態は現場と完全に一致したものではなく、また実験回数も十分とは言えないが、この種の強度低下を概略的に知るための方法としては有効であると考えられる。

<参考文献>

- (1) 成田, 奥村, 大根: 路床土の動的変形特性と舗装設計への適用, 道路建設 59/1.
- (2) 大根, 成田, 奥村, 片桐, 井瀬: 締固めた関東ロームの強度特性に関する研究 I (転圧による強度低下について), 徳島大学研究報告 No. 19, 1984.

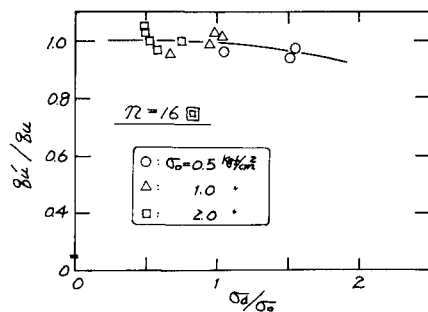


図-3. $\sigma_u'/\sigma_u \sim \sigma_a/\sigma_o$ (n -定)

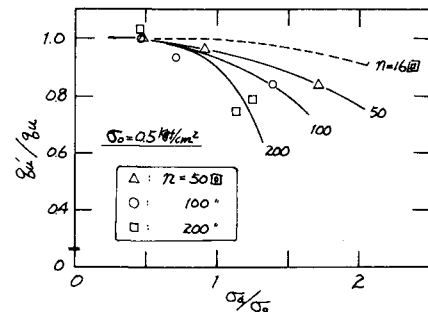


図-4. $\sigma_u'/\sigma_u \sim \sigma_a/\sigma_o$ 関係

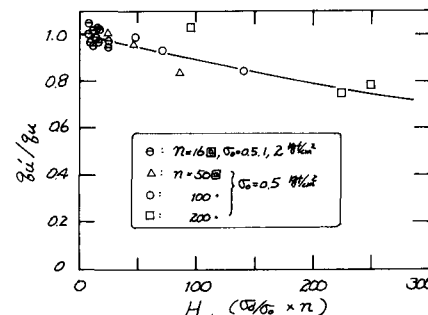


図-5. $\sigma_u'/\sigma_u \sim H$ 関係

表-2. 盛土内の σ_a/σ_o

$Z(\text{m})$	0.25	0.50	0.75	1.00	1.25	1.50	1.75	2.00	3.00
σ_a/σ_o	14.9	3.50	1.76	0.671	0.393	0.238	0.155	0.111	0.076
		(4.43)		(0.86)					

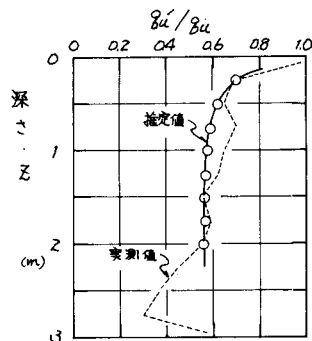


図-6. 強度低下の推定と実測値との比較