

中央大学理工学部 学生会員 小林 正和
 中央大学理工学部 正会員 國生 剛治
 中央大学理工学部 学生会員 野尻 敏弘
 中央大学理工学部 学生会員 小嶋 龍太

1. はじめに

道路建設や宅地造成などに関連して各種の土構造物を建設する場合に、土木構造物内部の応力状態及び、沈下特性を予め想定することは、設計上非常に重要である。そこで筆者らは、壁面の摩擦抵抗を軽減させた特殊な鋼製の円筒薄肉容器を用いた一次元圧縮装置を開発し、それを用いて、室乾燥状態における砂質土及び、礫質土の静止土圧係数 K_0 及び沈下量を、相対密度 D_r を変化させながら2MPa程度までの高圧力下で測定し、砂質土と礫質土の値を比較した。静止土圧係数と相対密度の関係の求めたが、礫分の多い試料については既往の研究などから予想される傾向と逆の傾向を示した¹⁾。その原因は容器と試料の間に残存する壁面摩擦が影響しているためと考えられた。そこで壁面摩擦をさらに軽減させるために容器を改良し同一の試料を用いて実験を行い比較した。

2. 実験装置

実験装置は図1に示してある通りである。土槽は内径302mm、厚さ4mm、高さ311mmの鋼製の薄肉円筒容器を用いている。この容器は6層の鋼製リングに分かれていて、それぞれの層の間にはゴムが挟まれ、容器の壁面摩擦の影響を軽減させている。容器の金属製部分の外側には各層ごとに歪みゲージが4ゲージでブリッジを組んで貼られており、これにより試料の静止土圧係数 K_0 を測定する。この歪みの値から円筒に加わる内圧を算定するために内壁に水压を作用させたキャリブレーション試験を行い、計測される歪みに基づき補正值を算定した。今回さらに容器の壁面摩擦を軽減させるために円筒容器と下のベDESTALとの間が浮いた状態となるよう特殊な加工をして、試料にほぼ全荷重が加わる装置に改良した。

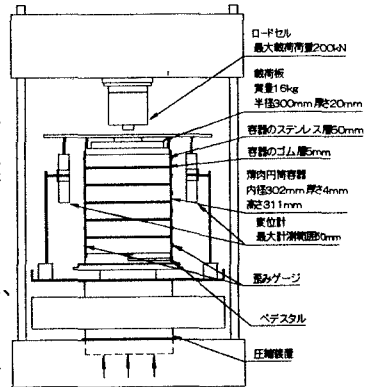


図1 実験装置詳細図

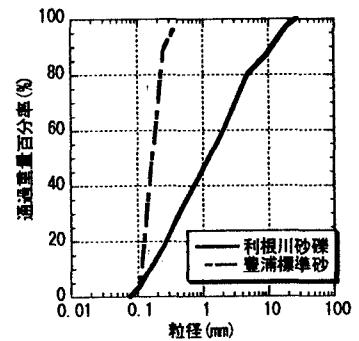


図2 粒径加算曲線

3. 試料と実験方法

本実験で用いた試料は、人工配合した利根川砂礫である。試料の粒度分布を図2に、物理特性を表1に示す。実験は、室乾燥状態で各試料ともに相対密度を30%から70%まで10%ずつ変化させて、それぞれ3～4回ずつ行った。試料は各リングの高さごとに調整しながら入れ、層による密度の違いをできる限りなくすようにした。上載荷重は段階的に150kNまで徐々に増加させた。鉛直応力の最大値は $\sigma_v=2$ MPaに達しており、高さ100m程度の盛土の上載圧を再現している。

表1 利根川砂礫の物理特性

試料名	ρ_s (g/cm ³)	$\rho_{d, max}$ (g/cm ³)	$\rho_{d, min}$ (g/cm ³)	e_{max}	e_{min}	U_c
利根川砂礫	2.655	2.038	1.675	0.585	0.303	12.9

キーワード 静止土圧係数 相対密度 壁面摩擦 礫質土

連絡先 (〒112-8551 東京都文京区春日 1-13-27 03-3817-1799)

4. 試験結果及び考察

表2は改良前後のキャリブレーション試験によるそれぞれの層の歪み計測値から内圧に変換するための補正値を示しているが、改良後の方が大きくなっていることが分かる。またこの結果により3、4、5層目値が精度が良いと判断しそれらの平均値を以下の実験では用いることにした。この容器の壁面摩擦の影響については、容器のみの沈下量 S_c と試料の沈下量 S_s から土槽底面での鉛直応力到達率 α を求める式をすでに $f(\alpha) = (\alpha - 1) / \text{Log } \alpha$ のように導いている¹⁾。ここに、 $f(\alpha)$ は沈下量比率 $f(\alpha) = (S_c - S_s) / S_c$ である。これより改良前の S_c 、 S_s により計算した理論上の応力到達率は0.91~0.96程度の値で密度が高いほど大きくなる。これにより、上載荷重は試料下部までそのまま、ほぼ均一に伝達していると考え、容器の壁面摩擦の影響はほとんどないとみなしていた。しかし図3に例示するように改良前後に利根川砂礫について行った試験の鉛直応力と試料の鉛直歪みの関係からは改良後のほうが明らかに歪みが大きくなった。また、多くの試験結果から応力~歪み関係の始点と終点を結んだ割線勾配と初期相対密度との関係を表したのが図4である。ばらつきは大きい、改良後は割線勾配が大きくなっていることはこれからも見てとれる。すなわち改良後は壁面摩擦の影響が少なくなったため歪みが大きくなったと考えられる。

図5は、改良前後の初期相対密度と静止土圧係数の関係である。改良前は、初期相対密度に対する静止土圧係数の変化は豊浦砂についての結果とは異なり右上がりの傾向であった。しかし、改良後はバラツキは大きいながらも多少右下がりの傾向が表れている。これは壁面摩擦が軽減され、それが歪みや静止土圧係数に影響してきているためと考えられる。図6は、

$$E = \frac{(1+\nu)(1-2\nu)\sigma}{(1-\nu)\epsilon} \quad (\nu \text{ は割線ポアソン比})$$

により計算された改良前後の E と初期相対密度の関係であるが鉛直歪みや静止土圧係数の変化が割線変形係数に影響し改良後のほうがかなり小さな値となることがわかる。

5. まとめ

- 1) これらの結果より、改良前においては理論的な応力到達率は高いにもかかわらず実際には壁面摩擦の影響を受けていたと推定される。
- 2) 改良前後の歪み、静止土圧係数の結果より今回の装置の改良により壁面摩擦が大幅に軽減されたのではないかとと思われる。

参考文献：1) 國生剛治、高木隆盛、野尻敏弘、野口智之：

盛土材料の1次元沈下特性に関する実験とキャリブレーション試験

土木学会関東支部平成11年度第27回技術研究発表会

表2 キャリブレーション試験結果

	1層目	2層目	3層目	4層目	5層目	6層目
改良前	0.518	0.341	0.376	0.398	0.361	0.386
改良後	0.772	0.391	0.448	0.458	0.398	0.458

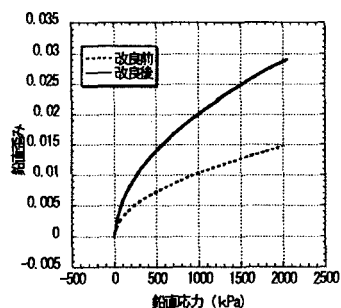


図3 鉛直応力と歪みの関係

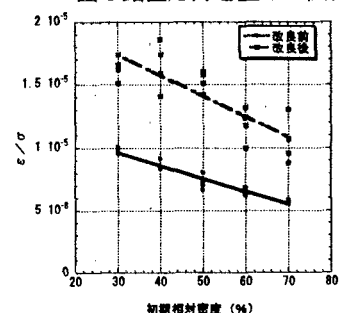


図4 初期相対密度と歪み応力の関係

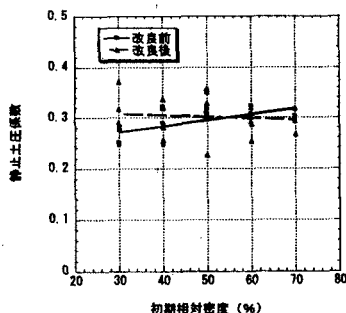


図5 初期相対密度と静止土圧係数の関係

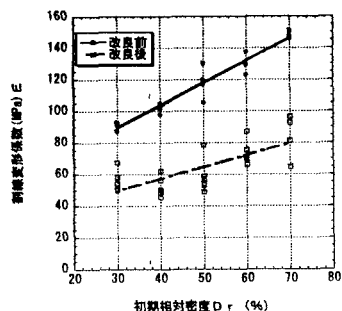


図6 初期相対密度と割線変形係数の関係