

(III-45) 盛土材料の一次元沈下特性に関する実験装置の開発とキャリブレーション試験

中央大学 学生会員 高木隆盛
同上 正会員 國生剛治
同上 学生会員 野尻敏弘
同上 学生会員 野口智之

1. はじめに

最近ロックフィルダムや空港造成などで頻繁に行われている盛土材料を用いた高盛土の施工では、完成後の降雨などの水の影響による水浸沈下の影響が大きいことが指摘されている。そこで、本研究では壁面の摩擦抵抗を減らした特殊な円形容器を用いた側方拘束一次元圧縮試験により、様々な盛土材料の側方土圧、沈下量、水浸沈下量などを調べ、それらの実験式の提案を目的とする。ここでは、この装置による摩擦低減の効果を推定すると共に、正確な土圧を測定するために水を用いたキャリブレーション試験を行い、ひずみ量の補正について検討した。

2. 実験装置

本実験では図1のような内径302mm、高さ320mm、厚さ4mmの薄肉円筒の容器を用い、アムスラーにより鉛直方向の圧縮力をかける。この容器は上を第1層目とする6層のステンレス製リングの間にゴムを挟んだ特殊な容器である。ゴムの層は、上方から載荷板を介してかけた荷重が壁面の摩擦の影響を受けずに最下部まで伝わることを目的としたクッション材である。この円筒容器の外側に各層ごとに対角位置に直交の方向ゲージを2枚張り、水平応力を求める。また同時にダイヤルゲージにより沈下量も求める。

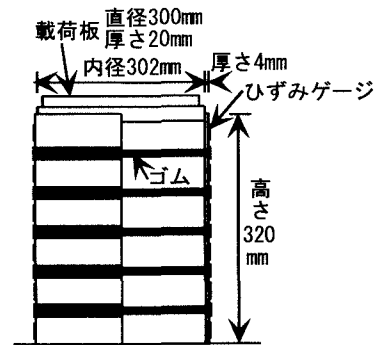


図1 実験装置

3. 一次元圧縮試験装置の摩擦低減効果

試験を行うにあたり容器の壁面摩擦が影響してくる。そこで上方から加えた応力が最下部にどの程度到達するかを調べた。図2のように容器の半径を r 、高さを H 、載荷重を F 、試料の静止土圧係数を K_0 、試料と容器壁面の摩擦係数を μ とし、容器の最下部を原点として鉛直上向きに z 座標をとると、

$$(\sigma_z + \frac{\partial \sigma_z}{\partial z} dz) \pi r^2 - \sigma_z \pi r^2 - \tau \cdot 2\pi r \cdot dz = 0 \dots (1) \text{ とおける。これを計算していくと}$$

$$\sigma_z = \frac{F}{\pi r^2} e^{-\frac{2\mu K_0 (z-H)}{r}} \dots (2) \text{ が求められる。容器に試料をつめ荷重を与えた時、試}$$

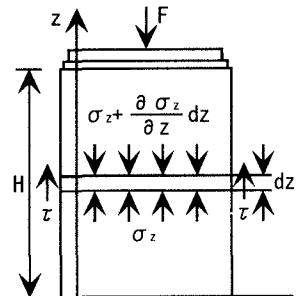


図2 載荷時の摩擦の影響

料の沈下量 w_s 、容器の沈下量 w_c 、試料のヤング係数を E 、ポアソン比を ν 、容器のバネ定数を k_c 、砂のひずみを ϵ_s 、容器のひずみを ϵ_c とすると、 w_s と w_c は、

$$w_s = \int_0^H \epsilon_s dz = \frac{(1+\nu)(1-2\nu)}{E(1-\nu)} \int_0^H \sigma_z dz \dots (3), \quad w_c = \int_0^H \epsilon_c dz = \frac{\pi r^2}{k_c H} \int_0^H (\sigma_{\theta\theta} - \sigma_z) dz \dots (4) \text{ とおける。よって応力到達率 } \alpha \text{ は}$$

$$\alpha = \frac{\sigma_{z0}}{\sigma_{zH}} = e^{-\frac{2\mu K_0 H}{r}} \quad (0 < \alpha < 1.0) \dots (5) \text{ となる。ここで } \sigma_{zH}, \sigma_{z0} \text{ はそれぞれ試料の表面と底面での応力である。}$$

試料を入れないで荷重を与えた時の容器の沈下量を w_{c0} として、 $w_s = w_c$ の条件から w_s 、 w_{c0} と α の関係を求めると、

キーワード:一軸圧縮 水浸沈下 キャリブレーション

連絡先:中央大学理工学部土木工学科土質研究室(〒112-8551 東京都文京区春日 1-13-27 TEL03-3817-1799)

$$w_c = \frac{F}{k_c} - \frac{F \cdot r}{k_c \cdot 2\mu K_0 H} (1-\alpha) = w_s \cdots (6) \text{ となる。}$$

$$\text{よって } \frac{w_{c0} - w_s}{w_{c0}} = \frac{\alpha - 1}{\log \alpha} = f(\alpha) \cdots (7) \text{ が求まる。}$$

この式をグラフにすると図3のようになる。応力到達率と沈下量の関係を使い、実際に応力がどの程度最下部に到達しているかを調べてみた。まず、試料を入れずに容器だけの沈下量 w_{c0} を求めた。そして、豊浦標準砂を相対密度 30%、50%、70%の条件で容器につめ鉛直荷重を与え、荷重 150kN 時の沈下量 w_s を求めた。図4は、各相対密度の荷重と砂の沈下量の関係である。容器の沈下

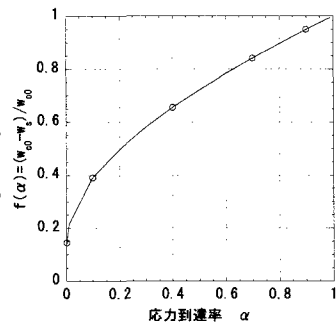


図3 応力到達率と沈下量の関係

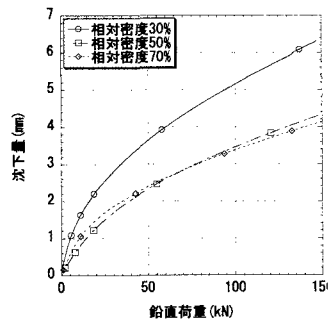


図4 荷重と沈下量の関係

表1 各相対密度での応力到達率

相対密度(%)	容器の沈下量 w_{c0}^* (mm)	砂の沈下量 w_s^* (mm)	$f(\alpha)$	応力到達率 α
30	169.28	6.45	0.962	0.925
50	169.28	4.37	0.974	0.949
70	169.28	4.12	0.976	0.952

量 w_{c0} 、砂の沈下量 w_s と図3より応力到達率を求めたのが表1である。*印は荷重 150kN 時への換算値である。この表より応力到達率は、どの相対密度でもかなり1に近い結果となったので壁面摩擦の影響はほぼ無視できると思われる。

4. キャリブレーション試験によるひずみ量の補正

圧縮試験で水平応力を測定するためにひずみゲージのキャリブレーションを行った。厚手のビニール袋に水を入れ圧縮試験を合計 33 回行った。水の鉛直応力 σ_v と水平応力 σ_h の比が1という非圧縮性の性質により、荷重を加えたときにロードセルから得られる鉛直応力とひずみゲージから得られる水平応力の比が1になるように応力比 $K(=\sigma_h/\sigma_v)$ に逆数を掛け、その逆数を補正值として定めた。表2はそのときの補正值である。以下、水平応力はこの補正值を掛けて測定したものとする。この補正值が信頼できるものかどうかを調べるために、豊浦標準砂を相対密度 30%、

表2 キャリブレーション試験による補正值

	1層目	2層目	3層目	4層目	5層目	6層目
平均値	0.965	1.467	1.330	1.256	1.385	1.295
変動率	0.500	0.172	0.091	0.058	0.061	0.054
補正值	1.036	0.682	0.752	0.796	0.722	0.772

表3 各相対密度での層ごとの応力比 K

相対密度(%)	1層目	2層目	3層目	4層目	5層目	6層目
30	0.432	0.457	0.401	0.399	0.325	0.249
50	0.367	0.413	0.381	0.380	0.319	0.235
70	0.356	0.388	0.380	0.340	0.324	0.235

50%、70%の条件でつめ、圧縮試験をそれぞれ5回ずつ行った。そして測定される鉛直応力と水平応力より応力比 K を求め、その値と既往の研究で発表されている豊浦標準砂の応力比 K とを比較し補正值の信頼性を検討した。表3は圧縮試験を5回ずつ行った際の各相対密度での層ごとの応力比 K を平均したものである。図5は実験での相対密度と応力比との関係を既往の研究と比較したものである。3層目や4層目の応力比 K が既往の結果の平均に近いことがわかる。これは1、2層目については載荷板からの距離が近いこと、5、6層目については下部固定端の影響を受けているためと思われる。したがって、3層目、4層目付近で信頼できる K_0 のデータが測定されと思われる。

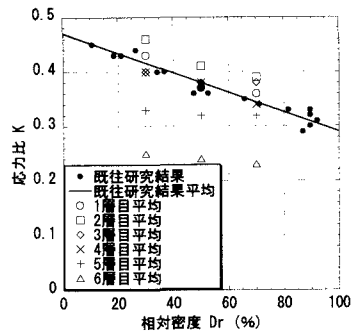


図5 実験値と論文値の応力比 K

<参考文献>

琉球大学農学部 新城俊也:一次元圧密容器による砂の K_0 値測定について,第30回土質工学研究発表会,pp393~394,1995