

III-180

大型供試体を用いた砂礫の一次元圧縮試験

東京大学生産技術研究所 正員 龍岡文夫・木幡行宏
中部電力 亀谷泰久
東京大学大学院 M. S. A. Siddiquee
大成建設㈱ 新宅健夫

はじめに： 砂礫の圧縮特性を測定する最も簡単な方法は、粘性土の標準圧密試験のように金属製の拘束リング内で行う一次元圧縮試験であろう。しかし、この試験法には次の二つの固有の問題がある。① 金属リングの内壁と供試体間の摩擦による圧縮性の過小評価。② 供試体上下端とキャップ・ペDESTALとの間のベディングエラーによる圧縮性の過大評価。礫の一次元圧縮試験におけるこれらの問題を解決するために、供試体高さを大きくする一方、拘束リングを多数に分割してリング間が圧縮するようにOリングを挿入した例もある¹⁾。今回、上記①、②の問題が生じない砂の一次元圧縮試験と標準圧密試験を行い、正確な一次元圧縮特性を求めるとともに後者での誤差の評価を行った。

試料と供試体： 三種類の試料を用いた（図1）。豊浦砂とSLB砂では、大型直方体供試体（高さ57cm×23cm×23cm；図2）と中型直方体供試体（高さ20cm×16cm×8cm；図3）を三軸試験と同様にそれぞれ厚さ0.8mm、0.3mmのメンブレンで被い、供試体上下端はシリコングリースで摩擦を低減した。標準圧密試験（直径6cm×高さ2.5cm；図4）では、真鍮性の金属リング内に試料を拘束した。供試体上下端面はジュラルミン製のキャップとペDESTAL上のアクリル板に直接接している。姫礫は、中型三軸供試体を用いた試験と標準圧密試験だけを行った。供試体は姫礫で多重ふるい法、他は全て空中落下法で作成した。

大型・中型三軸供試体を用いた試験では、軸ひずみ ε_v を測定するために供試体2側面に従来型の縦型LDT一対とキャップの対角位置にギャップセンサーを設置した。この両者の測定値の差からベディングエラーが求まる。また、大型直方体供試体の4側面の中央高さに四つの横型LDTをセットして、メンブレンペネトレーションの影響の無い供試体の横方向の変形量を直接測定した²⁾。

大型・中型三軸供試体を用いた試験では、載荷時と除荷時で応力比 $K=\sigma_r/\sigma_a=0.37$ を一定にして異方圧密した。従って、除荷時は一次元状態になっておらず供試体は横方向に膨張する。

また、全ての試験では σ_r の増分を約0.03 kgf/cm²として、各載荷荷重で3～10秒程度載荷を継続して段階載荷を行った。

試験結果： 図5に、大型供試体での載荷除荷中の「四つの横型LDTの測定値の平均値から求めた横ひずみ ε_r 」と側圧 σ_r の関

係を示す。SLB砂では、載荷時に殆ど完全に一次元圧縮状態になっているが、豊浦砂では若干 $\varepsilon_r < 0.0$ になっている。また、両方の試験で除荷時には $\varepsilon_r < 0.0$ になっている。従って、この場合の軸ひずみの増分は真に一次元圧縮状態での軸ひずみの増分よりも大き

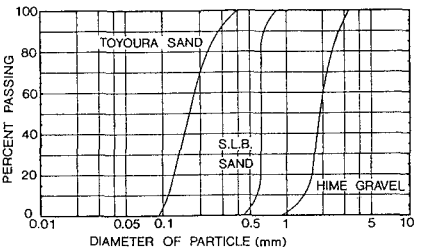


図1 試料の粒径加積曲線

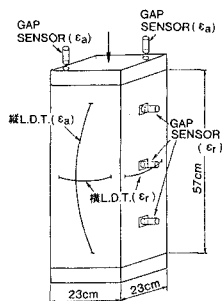


図2

大型直方体三軸供試体

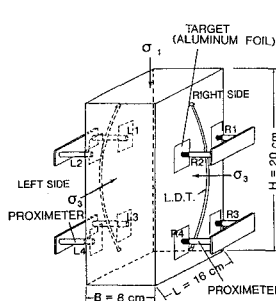


図3

中型直方体三軸供試体

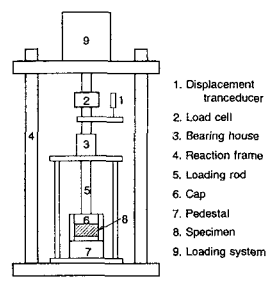


図4

標準圧密試験法

いことになる。

図6に、大型・中型三軸供試体を用いた異方圧縮試験と標準圧密試験の結果の比較を示す。 $\sigma_a = 0.2 \text{ kgf/cm}^2$ での軸ひずみをゼロとしている。豊浦砂とSLB砂では、それぞれ中型供試体で二つの試験を行っている。全ての試料に共通して、大型・

中型供試体を用いた試験で、LDTで測定した正確な軸ひずみは大型と中型の供試体ではほぼ同じであるが、ギャップセンサーで測定した軸ひずみは中型供試体でより大きく、ベディングエラーの影響が見られる。

標準圧密試験での軸ひずみは、上記のLDTで測定した軸ひずみに比較すると格段に大きい。また、この誤差量は粒径が大きいほど大きくなっていて、間隙比の差で説明できないほど大きい（表1参照）。図7に、大型円柱供試体による豊浦砂の等方圧縮試験結果を示すが、LDTで測定した軸ひずみは緩詰めと密詰めではほぼ一致しており間隙比の影響は少ない。これは、標準圧密試験供試体のキャップとペダスタルの間のベディングエラーが原因と思われる。さらに、ベディングエラーは σ_a が増加しても減少する兆しはない。なお、大型・中型三軸供試体で完全に一次元状態になっていないことの影響は、むしろこの差とは逆になる。

結論： 今回の試験結果に基づくと、粗な粒状体が剛な面と接している場合でも、供試体内のひずみは端面近くでは特に大きくなり、供試体のキャップとペダスタル間の圧縮量から供試体の軸ひずみを求めると、供試体内部の真の軸ひずみを過大評価することが分かった。従って、高さの小さい供試体を金属リングで拘束した一次元圧縮試験では、材料が粗なほど軸ひずみを過大評価する可能性が高い。

参考文献： 1) 工藤康二・西好一・田中幸久・国生剛治(1986):捨石マウンド材料の一次元圧縮特性、土質工学会粗粒材料の変形・強度特性とその試験法に関するシンポジウム, pp. 37-40. 2) 佐藤剛司・亀谷泰之, Siddiquee, M. S. A, Hoque, E. 木幡行宏・龍岡文夫(1994): 三軸試験における砂質土の横方向直ひずみの横型LDTによる測定、土質工学会、盛岡。

表1 供試体の初期間隙比

	No.	豊浦砂	S.L.B. 砂	姫レキ
大型供試体	1	0.690	0.525	—
中型供試体	1	0.674	0.549	0.503
	2	0.676	0.552	—
標準圧密試験供試体	1	0.706	0.592	0.579
	2	0.691	0.586	0.587
	3	0.711	0.589	—

図5 豊浦砂とSLB砂での異方圧縮（載荷除荷）での側方ひずみ

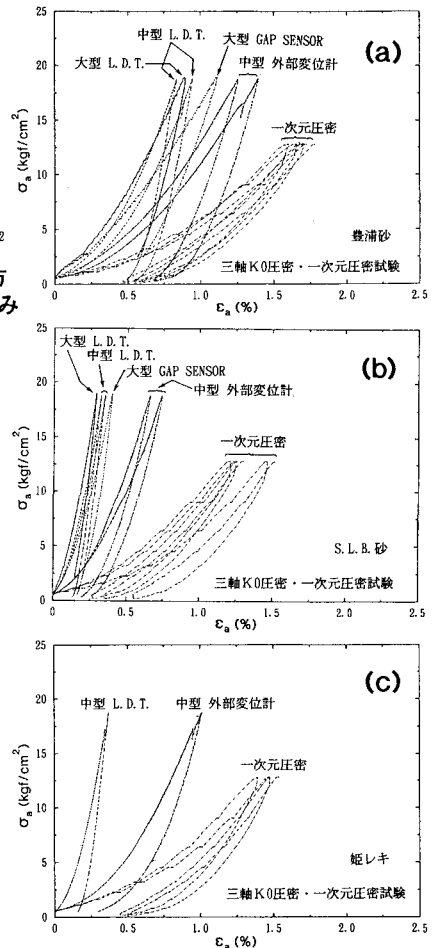
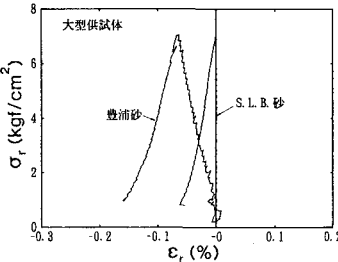


図6 大型・中型三軸供試体を用いた試験と標準圧密試験の比較：
(a) 豊浦砂、(b) SLB 砂、(c) 姫礫

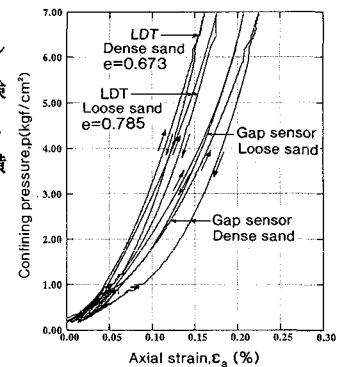


図7 大型円柱供試体による豊浦砂等方圧縮試験結果