

中・高圧下での砂質土の圧縮・せん断特性(その1)

鹿児島大学工学部 学生員 富田 信之
 鹿児島大学工学部 春山 元寿
 鹿児島大学工学部 正 員 北村 良介
 鹿児島大学工学部 学生員 森園 隆

1. まえがき

当研究室では地盤材料, 特に、砂質土と粘性土の力学特性の統一的な把握をめざし、広範囲な圧力下での三軸実験を行い、実験的な考察を加えてきている^{1), 2), 3)}。本報告は、これらの一連の研究に属し、今回は、豊浦砂を用い、2~100 kgf/cm²という広範囲な圧力下での等方圧縮、膨潤実験、側圧一定排水三軸せん断実験を行い、ている。「その1」では実験装置、手順、および、圧縮特性について、また、「その2」ではせん断特性について述べることにする。

2. 実験装置、試料、手順

実験は、許容側圧が 30 kgf/cm² と 300 kgf/cm² の2つの三軸セルを用いて行、た。以下の記述を簡単にするため、許容側圧が 30 kgf/cm² のセルによる実験をケース1、300 kgf/cm² によるものをケース2と称することにする。圧力発生源としては、一次圧約 10 kgf/cm² のコンプレッサーおよび、封入圧 150 kgf/cm²、容量 7m³ の窒素ガスボンベを用いている。なお、ケース2に用いた載荷装置は、当研究室で試作したものである。

試料は豊浦砂であり、比重 2.64、 $e_{min}=0.582$ 、 $e_{max}=0.938$ 、均等係数 1.48 である。

実験は等方圧縮・膨潤実験、および、側圧一定排水三軸せん断実験からなっている。表-1に実験の種類および用いた供試体の初期間隙比を示している。すなわち、ケース1では、等方圧縮過程でのくり返し載荷回数を1・5・10、ケース2では、0・1・5とし、その後、せん断実験を行っている。せん断実験はひずみ制御型であり、ひずみ速度は、ケース1では 0.139%/分、ケース2では 0.375%/分である。実験装置、手順に関する詳しい記述は参考文献4)を参照されたい。

表1 実験種類、結果

ケース1.								ケース2.							
くり返し回数	側 圧 kgf/cm ²	OCR	初 期 間隙比	Cc	Cs			くり返し回数	側 圧 kgf/cm ²	OCR	初 期 間隙比	Cc	Cs		
					1 回目	3, 5 回目	5, 10 回目						一 回目	二 回目	三 回目
0	30	1. 0	0. 742	0. 0968	—	—	—	0	13	1. 0	0. 743	0. 0232	—	—	—
1	2	15	0. 752	0. 0414	-0. 0565*	—	—	0	20	1. 0	0. 707	0. 0332	—	—	—
	4	7. 5	0. 752	0. 0676	0. 0169	—	—		50	1. 0	0. 676	0. 0429	—	—	—
	6	5. 0	0. 751	0. 0435	0. 0207	—	—		75	1. 0	0. 747	0. 0686	—	—	—
	15	2. 0	0. 754	0. 0677	-0. 0030*	—	—		100	1. 0	0. 774	0. 0800	—	—	—
5	2	15	0. 766	0. 1146*	0. 0150	0. 0150	0. 0122	1	13	7. 0	0. 779	0. 0800	0. 0095*	—	—
	4	7. 5	0. 801	0. 1424*	0. 0181	0. 0181	0. 0176		20	5. 0	0. 753	0. 0900	0. 0277	—	—
	6	5. 0	0. 751	0. 0230	0. 0199	0. 0187	0. 0189		50	2. 0	0. 749	0. 0800	0. 0283	—	—
	15	2. 0	0. 758	0. 1300*	0. 0153	0. 0186	0. 0189		75	1. 0	0. 720	0. 0700	0. 0306	—	—
10	2	15	0. 761	0. 0247	0. 0226	0. 0213	0. 0209	5	13	7. 0	0. 726	0. 0588	0. 0240	0. 0243	0. 0235
	4	7. 5	0. 754	0. 0234	0. 0186	0. 0179	0. 0176		20	5. 0	0. 771	0. 0920	0. 0288	0. 0272	0. 0270
	6	5. 0	0. 803	0. 0257	0. 0200	0. 0200	0. 0200		50	2. 0	0. 749	0. 0456	0. 0296	0. 0299	0. 0196
	15	2. 0	0. 744	0. 0227	0. 0176	0. 0166	0. 0163		75	1. 0	0. 767	0. 0560	0. 0280	0. 0248	0. 0160

3. 圧縮特性

図3-1は、豊浦砂としらす^{1),2)}における、間隙比 e と、等方圧縮、膨潤過程における載荷圧 $\log p$ の関係を示したものである。この $e \sim \log p$ 曲線で載荷初期の傾きの比較的小さい部分を処女圧縮曲線、傾きが増して一定となつた部分を正規圧縮曲線と称し、その線上を正規圧縮領域、それより左側にある部分を過圧縮領域と称する。

●印と実線で示したものが豊浦砂の結果であり、△印¹⁾、□印²⁾と実線で示したものがしらすによるものである。図に見られるように、緩いしらすの等方圧縮過程では、載荷圧が30 kgf/cm²前後で過圧縮領域から正規圧縮領域へと移行している。これに対し、比較的に密な豊浦砂を用いた本実験では、100 kgf/cm²までの載荷圧の範囲では明確な移行点を見出すことができない。しかしながら、傾向として80 kgf/cm²以上で僅かながら右下がり呈を呈しており、三浦ら⁵⁾の実験によればその移行点での圧力は、200~500 kgf/cm²となっている。

ケース1、ケース2とも、本実験から得られた、圧縮指数 C_c 、膨潤指数 C_s を表-1に示した。ここで C_c は、くり返し回数5回の実験では、1, 3, 5回目の値を、くり返し回数10回の実験では、1, 5, 10回目の C_c の値をそれぞれ示してある。なお、実験中に水洩れなどにより、ケース1、くり返し1、側圧2, 15 kgf/cm²及びケース2、くり返し1、側圧13 kgf/cm²の実験で C_c が、ケース1、くり返し5、側圧2, 4, 15 kgf/cm²の実験では C_c がそれぞれ異常な値となっている。これは前者では膨潤過程で排水を生じ、後者では初期の低圧圧縮時に排水量が異常に多か、たことによるものである。その原因は現在検討中である。以下ではその値を除いて考察する。

圧縮指数 C_c の値は、0.02~0.09の範囲にあり、この値は最大拘束圧に依存しており、最大拘束圧が全て30 kgf/cm²であるケース1の場合、 C_c 値は0.023~0.06程度であり、平均は、 $C_c = 0.039$ となる。

同様に、ケース2についても、くり返し回数1, 5回の最大拘束圧100 kgf/cm²の実験では、0.06~0.09と比較的に一定な値となっている一方で、くり返し0回の結果からは、 C_c が拘束圧の増加とともに大きくなる傾向が明瞭に見てとれる。これらのことより、 C_c は豊浦砂では拘束圧が100 kgf/cm²程度までは拘束圧に依存することがわかる。

ここで、他の C_c 値との比較をしてみると、図3-1に示したしらすの $C_c = 0.652^{1)}$ 、および $C_c = 0.556^{2)}$ 、三浦ら⁵⁾による豊浦砂の $C_c = 0.373$ 、London-clayの $C_c = 0.371$ となっている。すなわち、通常の土質実験で用いられる10 kgf/cm²以下の拘束圧での砂質土の C_c は粘性土のそれとは異なるものと考えられる。

他方、膨潤指数 C_s については、全体にほぼ一定な値をもっており、ケース1の平均 $C_s = 0.0183$ 、ケース2では、 $C_s = 0.0275$ となる。更に詳しくみると、くり返し回数を重ねる程、 C_s の値は小さくなる傾向がみられるが、O.C.R.による相違は殆どみられない。

他の C_s 値と比較してみると、しらすによる C_s は、 $C_s = 0.025^{1)}$ 、 $C_s = 0.028^{2)}$ であり、三浦ら⁵⁾による豊浦砂の $C_s = 0.041$ 、London-clayの $C_s = 0.143$ である。

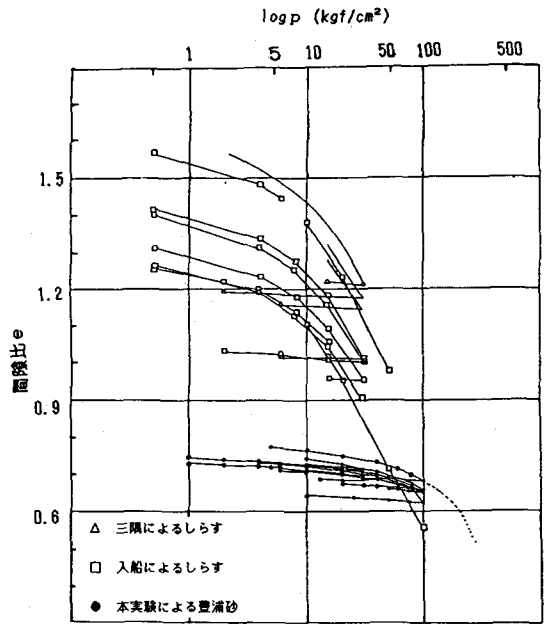


図3-1 しらすと豊浦砂の $e \sim \log p$ 関係