

初期粒度の異なるまさ土の圧縮試験と粒子破碎

名城大学 理工学部 学生会員 ○和田 英孝

名城大学 理工学部 正会員 板橋 一雄, 立石 哲郎

1. まえがき 筆者らは、まさ土試料を用い締め固め試験や一次元圧縮試験を実施してきた。それぞれの試験において異なった外力を加え、まさ土の粒子破碎とその評価法について調査してきた。これまでの調査では、締め固め回数や圧縮圧力の増加に従って粒子破碎が進行し、粒径加積曲線が左の方に移動すること、種々の粒子破碎指標により評価できること、などが明らかになった^{1, 2, 3)}。そこで、今回の報告では一次元圧縮試験において、これまでの初期粒度分布 (A 試料) に加え、新たな初期粒度分布 (B 試料) について試験を実施し、初期粒度分布の違いによる、圧力～間隙比関係や粒子破碎特性について調査したのでここに報告する。

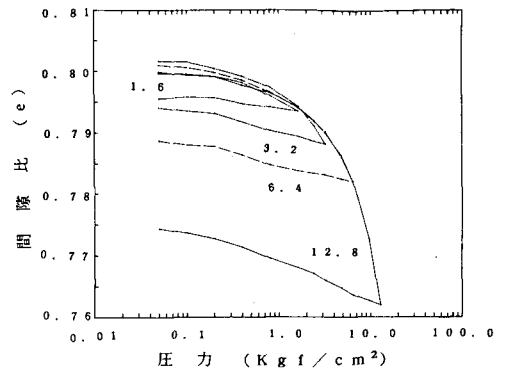
2. 試料調整と試験方法 試料調整は三河地方一ヵ所から採取したまさ土を気乾燥後、0.25mmふるいで水洗いすることにより、粗粒分に付着した細粒分を取り除いた。その粗粒分を J I S 規格ふるい全てを用いて粒径ごとに区分し、負の二項分布に近似した粒度分布に配合したものを試料土とした。それらの粒径ごとの頻度を表-1 に示す。A 試料に比べて B 試料の方が粗粒分が多く含まれている。配合した約 150gf の試料を 3 等分したものを相対密度試験用モールドに入れた後、キャップをし、1 層につき 300 回 木づちでモールド側面を打撃した。なお、3 層目については間隙比が約 0.8 になるよう供試体高さを測定しつつ、打撃回数を 50～100 回の間で調整した。また用いたまさ土は粒径により土粒子密度が異なる⁴⁾ ので、間隙比を求める際にはその点を考慮して求めている。こうして作成した供試体を通常の圧密試験機にかけ、最大圧力を 1.6～12.8 (Kgf/cm²) の圧力を加え、自動計測によりその変位量を求め間隙比を計算した。載荷方法は、1.6 Kgf/cm²までは圧密試験に用いられている圧力を段階的に加え、1.6 Kgf/cm²を越えるものは、圧密試験に用いられている圧力に加え、その中間値の圧力も用いた。なお、各圧力段階における載荷時間は 10 分、除荷時間は 1 分とした。そして、載荷・除荷後の供試体を J I S 規格ふるいすべてを用いてふるい分け試験を行ない、その粒度分布を求めた。

3. 試験結果とその考察 図-1 には、A 試料の場合の圧力～間隙比グラフを示してある。B 試料については A 試料とほぼ同様な関係が得られたので、紙幅の都合上省略する。図中の数字は、供試体に加えられた最大圧力 (Kgf/cm²) を示している。この図より、粘土の $e \sim \log p$ 曲線のように、圧力の増加とともに間隙比が減少しており、降伏圧力が 5.5 (B 試料) ～6.2 (A 試料) Kgf/cm² を越えると、間隙比が急激に減少していることがわかる。また、徐荷段階における圧力～間隙比関係は、最大圧力の違いに関係なくほぼ平行になっていることがわかる。

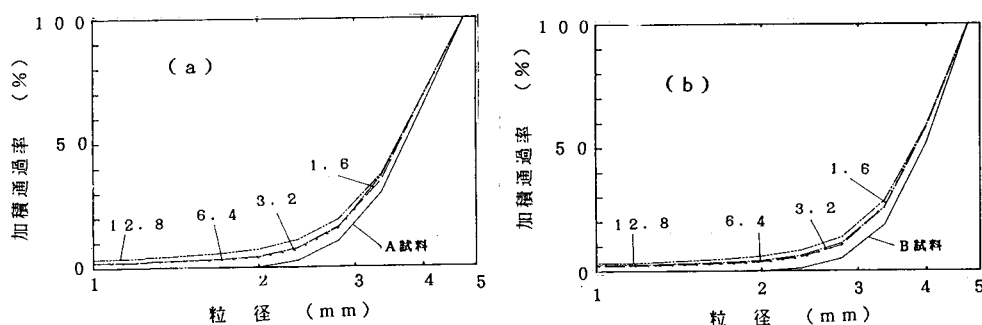
図-2 には、A 試料、B 試料それぞれの圧縮試験後の供試体の粒径加積曲線を示す。両供試体の粒径加積曲線において、最大圧力の増加にともない曲線が左側に移動していることがわかる。ただし、初期粒度から 1.6 Kgf/cm²を加えた試料への大きな粒度変化は、ふるい分け時の粒子破碎の影響による

【表-1】 初期粒度分布

粒径 d (mm)	頻度 (%)	
	A 試料	B 試料
4.00～4.75	35.19	47.96
3.35～4.00	35.19	33.57
2.80～3.35	19.36	13.43
2.36～2.80	7.74	4.03
2.00～2.36	2.52	1.01



【図-1】 圧力～間隙比グラフ (A 試料)】



【図-2 圧縮試験前後の粒径加積曲線の変化】

ものと思われる。また、表-2には粒径加積曲線から得られた粒度分布より求められた種々の粒子破碎指標を示す。この表より、最大圧力が6.4Kgf/cm²までは、多少のばらつきはあるものの、それほど値の大きな変化は認められないが、最大圧力が12.8Kgf/cm²になると、それぞれの数値が大幅に変化していることがわかる。この圧力の値が、間隙比の急変する降伏荷重にはほぼ対応していることは注目される点である。これらのことから、用いたまさ土供試体は、約6Kgf/cm²までの圧力では粒子破碎量はわずかであり、その間の間隙比の減少は土粒子の相対的移動が主であることがわかる。さらに、圧力がそれ以上になると、土粒子の相対的移動とともに粒子破碎が急激に進行するものと思われる。次に、圧縮試験前後の供試体の粒度分布に負の二項分布を当てはめ、そのパラメータ (r , m) を片対数グラフにプロットしたものが、図-3である。図中の数字は最大圧力 (Kgf/cm²) を示し、○はA試料、●はB試料として区別して表示してある。両者とも、ほぼ狭い幅の中に分布しており、最大圧力の増加に従い左上に移動していることがわかる。

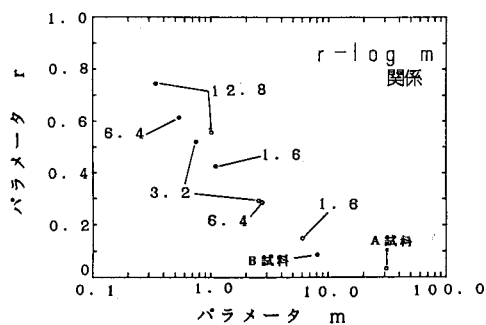
また、A試料とB試料を比較すると、その移動量はB試料の方が大きい。これは、B試料の初期粒度に粗粒が多く、粒子破碎が顕著に生じたためではないかと思われる。

今後は、より大きな圧力による粒子破碎の進行状況や泥岩、川砂などの土質材料についても同様の調査を進めていきたい。なお、本研究は文部省科学研究費（重点領域研究：研究代表者、豊橋技術科学大学 河邑 眞助教授）の補助、ならびに本学4年 山内敏男君、渡辺仁君、矢吹茂樹君の協力を得た。記して謝意を表する。

参考文献 1) 板橋一雄・立石哲郎・田口泰敏：まさ土の粒子破碎に伴う粒度変化の評価、第25回土質工学研究発表会、1990 2) 和田英孝・板橋一雄・立石哲郎：まさ土の圧縮試験と粒度分布の変化、第26回土質工学研究発表会、1991 3) 板橋一雄・立石哲郎・和田英孝：まさ土の圧縮試験に伴う粒度分布の変化、土質工学会中部支部、第3回地盤工学シンポジウム、1991 4) 和田英孝・板橋一雄・立石哲郎：まさ土の粒径に伴う物理的性質の変化、土木学会中部支部研究発表会、1991

【表-2】 粒子破碎指標

最大圧力 (Kgf/cm ²)	均等係数 U_c	50%径 (mm)	残留率差の 絶対値の総和	2mm 通過率
A試料				
1.6	1.40	3.71	—	—
3.2	1.41	3.72	1.62	0.05
6.4	1.40	3.71	2.75	0.19
12.8	1.48	3.68	1.99	0.20
B試料				
1.6	1.38	3.96	—	—
3.2	1.37	3.95	3.81	0.20
6.4	1.38	3.94	2.02	0.28
12.8	1.42	3.93	2.33	0.62
			5.82	2.14



【図-3 負の二項分布のパラメータの変化】