

Ⅲ - A41

レキの変形・強度特性に及ぼす密度の影響

(財)鉄道総合技術研究所 正会員 ○蔭 関魯・木幡 行宏・須長 誠

1. はじめに: 省力化軌道を施設するための土構造物には、十分な剛性を確保するために土の十分な締固め程度が必要であることは言うまでもないが、その定量的な把握は未解明部分が多い。著者ら^{1),2)}は、これまで大型三軸試験機を用いて、粒度調整碎石の変形・強度特性の研究を行ってきた。本報告は変形・強度特性に及ぼす締固め密度の影響を調べるために、供試体の密度を $1.80\text{g/cm}^3 \sim 2.213\text{g/cm}^3$ の範囲で変化させ、大型三軸試験を行った。

2. 試験概要: 図1に示すのは、試験に用いた大型三軸圧縮装置である。試料は、栃木県葛生産の M-30 粒度調整碎石で、含水比は 3.73%、最大粒径は 38mm、平均粒径は 3.5mm、均等係数 U_c は 12.75 である。供試体は高さ 60cm、直径 30cm の円柱体で、19 層に分けて各層毎に振動、突固め、振動で所定の乾燥密度を目標として作製した。供試体の初期状態を表1に示す。載荷軸ひずみ速度は $0.01\%/min$ である。

表1 試験条件

試験名	含水比 (%)	乾燥密度 ρ_d (g/cm^3)	間隙比 e_0	拘束圧 σ_r' (kgf/cm^2)
TA9A	6.0	1.80	0.49	0.2
G-CASE4	3.73	1.872	0.448	0.2
G-CASE2	3.71	2.089	0.297	0.2
G-CASE6	3.73	2.213	0.224	0.2

3. 試験結果及び考察: 図 2(a),(b) は、最大乾燥密度 (ρ_d)_{max}($=2.3\text{g/cm}^3$) の 78%~96% までの締固め程度に対する拘束圧 0.2kgf/cm^2 での軸差応力 q ~軸ひずみ ϵ_a 関係である。図に示すように、乾燥密度 ρ_d が大きくなるにつれ、軸差応力~ひずみ関係は、砂岩、風化軟岩に見られるような S 字型の変形特性を示していることが分かる。図 1 大型三軸試験装置概略図

また、圧縮強度が急激に増大するとともに、軸差応力~ひずみ関係の勾配も大きくなっている。図 3(a)には接線ヤング率 E_{tan} の軸ひずみレベル依存性、図 3(b)には接線ヤング率のせん断応力レベル依存性の比較をそれぞれ示す。 ρ_d が大きくなると軸差応力~ひずみ関係が S 字型変形特性を示すことから、載荷初期では E_{tan} が減少するが、その後、せん断の進行とともに E_{tan} は増加する傾向にある。特に、G-CASE6 では初期ヤング率 E_0 程度まで大きくなっている。また、 $\rho_d > 2.0$ である G-CASE2 と G-CASE6 を比べると、ひずみレベル ϵ_a が $0.01\% \sim 0.1\%$ 程度の範囲での $E_{tan} \sim \epsilon_a$ 関係、および、軸差応力が $0.12 \sim 1\text{kgf/cm}^2$ 程度の範囲での $E_{tan} \sim \sigma_a$ 関係がそれぞれ一致している。一方、 ρ_d が比較的小さい TA9A では、 E_{tan} が単調減少傾向にある。図 4 には初期ヤング率 E_0 及び $E_0/\{(2.17-e)^2/(1+e)\}$ の間隙比 e_0 依存性を示す。初期ヤング率 E_0 は、 e_0 が小さいほど大きく、その関係はヤング率の密度補正式 $f(e)=(2.17-e)^2/(1+e)$ とほぼあっている。以上より、締固めた礫の変形特性は密度の影響を強く受けることが分かる。

図 5、6 にはピーク強度 q_{max} 及び内部摩擦角 ϕ の ρ_d 依存性の比較をそれぞれ示す。これらの図から次のことが分かる。即ち、ピーク強度 q_{max} 及び内部摩擦角 ϕ は、乾燥密度が大きくなるにつれて増加し、その関係はほぼ一次式の関係である。以上より、締固めた礫の強度特性も密度の影響を強く受けることが分かる。

Keyword: 乾燥密度、初期ヤング率、内部摩擦角、ピーク強度

〒185 東京都国分寺市光町 2-8-38 TEL:0425-73-7261 FAX:0425-73-7248

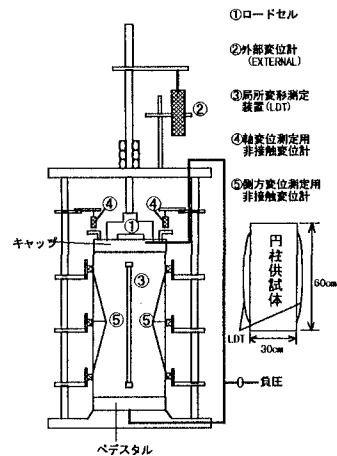


図1 大型三軸試験装置概略図

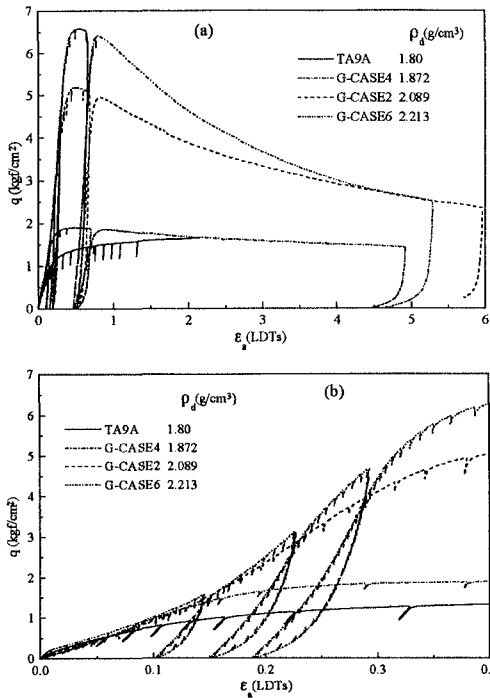


図2 密度の違いによる軸差応力~ひずみ関係の比較

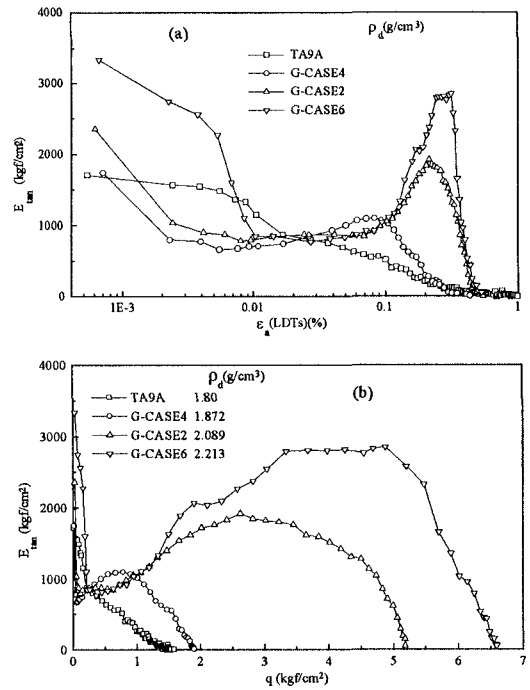


図3 密度の違いによる $E_{tan} \sim \epsilon_a$ 及び $E_{tan} \sim q$ の関係の比較

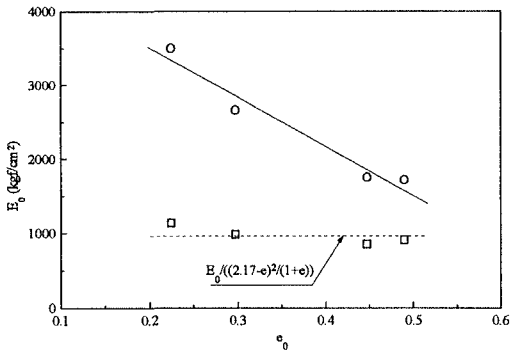


図4 初期ヤング率 E_0 と間隙比 e_0 の関係

4. まとめ： 粒度調整碎石の変形・強度特性は、密度の影響を強く受けることが確認された。乾燥密度が大きくなるにつれ、応力~ひずみ関係は、著しく S 字型の変形特性になり、ピーク強度、内部摩擦角、初期ヤング率も急激に増加する。

参考文献:1) 蔣関魯・龍岡文夫・古関潤一・木幡行宏 (1996)「大型三軸試験による締固めたレキの変形・強度特性」土木学会第 51 回学術講演会, pp.96~97.2) 木幡行宏・蔣関魯・須長誠 (1997)「粒度調整碎石の除荷・再載荷時の変形特性」土木学会第 52 回学術講演会

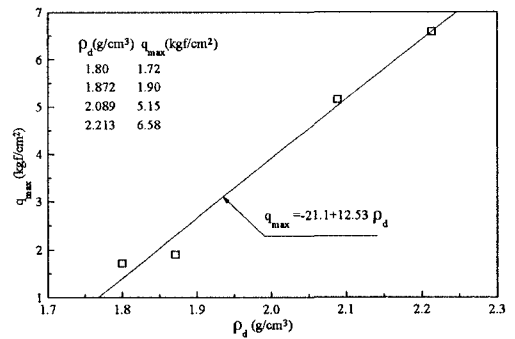


図5 ピーク強度 q_{max} と乾燥密度 ρ_d の関係

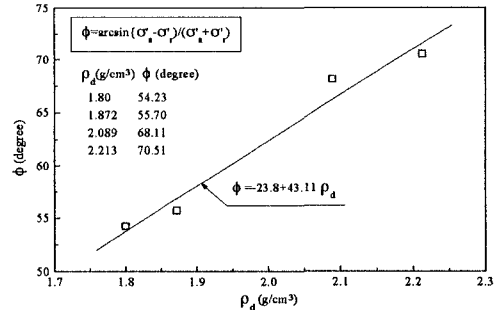


図6 内部摩擦角 ϕ と乾燥密度 ρ_d の関係