

## Ⅲ - A42

## 粒度調整碎石の除荷・再載荷時の変形特性

(財)鉄道総合技術研究所 正会員 木幡行宏・蔣 関魯・須長 誠

1. まえがき； 粒度調整碎石は鉄道の盛土と橋台へのアプローチ部分や道路の路床材など、沈下を認めないような重要な部分に広く用いられている。さらに、最近では粒度調整碎石を用いた盛土に、プレロード・プレストレスを導入した補強盛土などが提案されている<sup>1,2)</sup>。本報告では、非常に密に締め固めた粒度調整碎石に対してせん断载荷中に除荷・再載荷を伴う大型三軸圧縮試験を実施し、除荷・再載荷時の変形特性について検討を加える。

2. 実験； 試験に用いた試料は、栃木県葛生産の M-30 粒度調整碎石であり、試験装置は大型三軸試験装置を用いた。せん断は、等方応力条件で所定の拘束圧 ( $\sigma'_r = 0.2, 0.5, 0.8 \text{ kgf/cm}^2$ ) まで負圧によって载荷した後、ひずみ速度  $0.01 \text{ %/min}$  にて排気条件で C D 試験を実施した。なお、軸変位の測定には局所変形測定装置(LDT)を用いた。試料の物理的性質および試験装置については文献 3,4) を参照されたい。

3. 実験結果と考察； 図 1 (a) には、拘束圧  $0.2, 0.5, 0.8 \text{ kgf/cm}^2$  に対する応力～ひずみ関係の全体像を、図 1 (b)(c) には  $\sigma'_r = 0.2, 0.8 \text{ kgf/cm}^2$  の最終の履歴ループまでのひずみレベルでの応力～ひずみ関係をそれぞれ示す。応力～ひずみ関係は S 字型を示しているが、拘束圧が大きいくほど S 字型の程度が減少している。また、拘束圧が大きくなるほど  $q_{\max}$  は大きく、 $q_{\max}$  に対する残留時の  $q$  の減少率が小さい。すなわち、拘束圧が小さいほど締め固め効果が大きく、供試体が過圧密状態になっていることを示している。

図 2 (a)(b) には、G-CASE6 ( $\sigma'_r = 0.2 \text{ kgf/cm}^2$ ) および G-CASE8 ( $\sigma'_r = 0.8 \text{ kgf/cm}^2$ ) での载荷曲線および再載荷曲線における接線ヤング率  $E_{\tan}$  と軸ひずみ増分 ( $\epsilon_a - (\epsilon_a)_s$ ) の関係を示す。また、図 3 (a)(b) には、 $E_{\tan} \sim q$  関係を示す。なお、载荷時の変形特性と比較するために、除荷時(unload)、再載荷時(reload)の軸ひずみを、除荷時の  $q=0$  での軸ひずみ  $(\epsilon_a)_s$  を原点とした増分量、すなわち、「(全軸ひずみ  $\epsilon_a$ ) - ( $q=0$  の時の軸ひずみ  $(\epsilon_a)_s$ )」で定義した。载荷曲線による  $E_{\tan}$  を見ると、拘束圧の違いによらず载荷初期で減少した後、せん断の進行とともに増加し  $q_{\max}$  の 7 割程度の  $q$  付近でピークを示す。一方、 $q_{\max}$  前の再載荷曲線の  $E_{\tan}$  (G-CASE6 での reload 1～3 および G-CASE8 での reload 1～5) は载荷曲線の  $E_{\tan}$  に比べて 2.5～3 倍程度大きく、除荷開始点の  $q$  に近づくにつれ減少し、载荷時の  $E_{\tan}$  に至る。 $E_{\tan}$  の減少率は除荷開始点の  $q$  が大きいほど小さい。これは、除荷開始点の  $q$  が大きいほど、繰返し履歴ループが閉じないことを示している。 $q_{\max}$  付近の再載荷曲線に

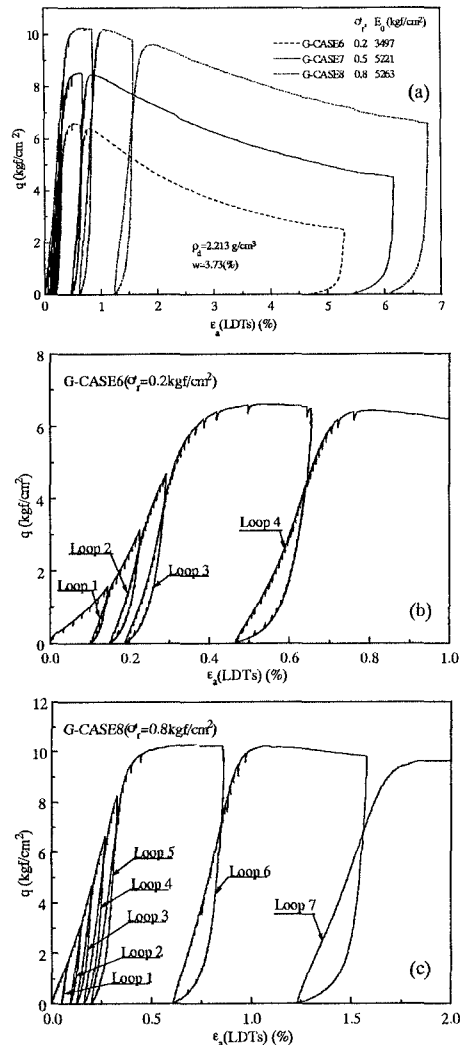


図1 応力～ひずみ関係

Keyword: 礫, 接線変形係数, 三軸圧縮試験, 除荷, 再載荷, 変形特性

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

よる  $E_{tan}$  は、載荷曲線の  $E_{tan}$  に等しいが、残留状態での再載荷曲線の  $E_{tan}$  は載荷曲線の  $E_{tan}$  に比べて小さい。図4, 図5は、除荷時の  $E_{tan} \sim (\epsilon_a - (\epsilon_a)_s)$  関係および  $E_{tan} \sim q$  関係をそれぞれ示している。除荷開始時の  $E_{tan}$  は、 $q \sim \epsilon_a$  関係におけるピーク前後に関係なく、除荷初期で極めて大きな値を示すが、除荷とともに減少し、ある応力レベル以下では載荷時の  $E_{tan}$  より小さくなる。また、同じひずみレベルで見ると、除荷開始点での  $q$  が小さいほど  $E_{tan}$  が大きくなっている傾向にある。一方、 $E_{tan} \sim q$  関係は、ほぼ線形関係にあるが、除荷開始点の  $q$  が大きいほど  $E_{tan} \sim q$  関係の勾配が小さくなる傾向にある。

以上をまとめると、非常に密に締固めた礫においては、応力 $\sim$ ひずみ関係でのピーク前の再載荷時の剛性は、載荷時の剛性に比べて増大するが、ピーク後の再載荷時の剛性は増大せず載荷時の剛性に等しいか小さくなる傾向にある。

一方、除荷時の剛性は除荷初期で載荷時の剛性に比べて非常に大きいが、除荷とともに剛性は減少し、ある応力レベル以下では載荷時の剛性より小さくなる傾向にある。

参考文献; 1) 内村太郎・龍岡文夫・中村宏之・丸山大介・館山勝・古賀徹志: プレローディッド・プレストレスト補強土橋脚の実施工, 第32回地盤工学研究発表会講演集, 1997. 2) 丸山大介・龍岡文夫・内村太郎・中村宏之・館山勝: プレローディッド・プレストレスト補強土実物大模型の繰返し載荷試験, 第32回地盤工学研究発表会講演集, 1997. 3) 関根悦夫・村田修・木幡行宏・矢崎澄雄・阿部長門・丸山輝彦: 礫材を用いた鉄道盛土の転圧試験(1)-全体計画-, 第31回地盤工学研究発表会講演集, pp.2339-2340, 1996. 4) 蔣魯魯・木幡行宏・須長誠: レキの変形・強度特性に及ぼす密度の影響, 第52回土木学会年次学術講演会概要集, III, 1997.

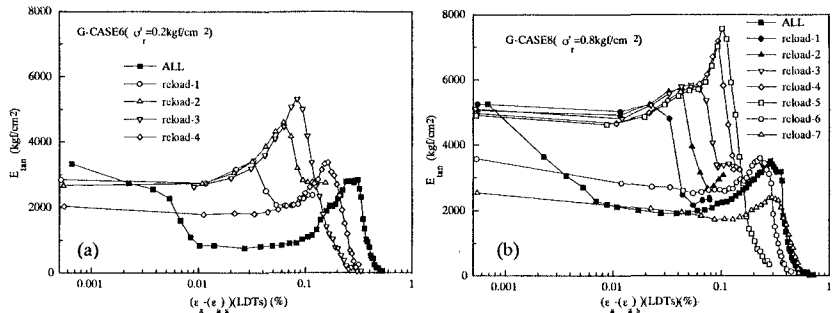


図2 再載荷時の  $E_{tan} \sim (\epsilon_a - (\epsilon_a)_s)$  関係

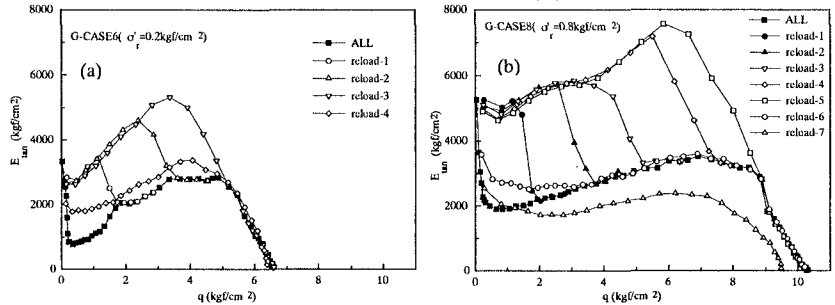


図3 再載荷時の  $E_{tan} \sim q$  関係

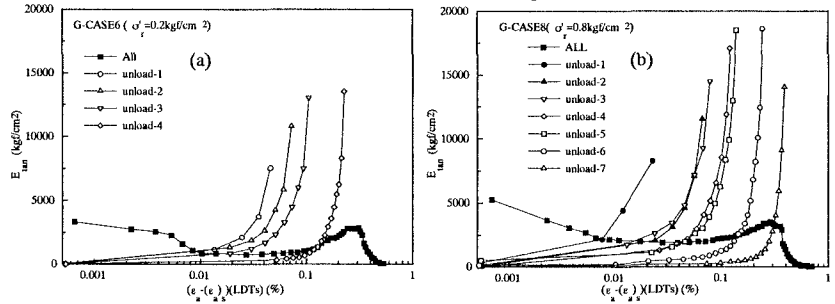


図4 除荷時の  $E_{tan} \sim (\epsilon_a - (\epsilon_a)_s)$  関係

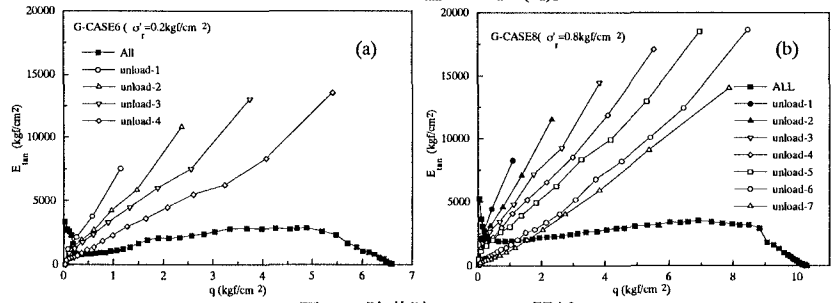


図5 除荷時の  $E_{tan} \sim q$  関係