

Ⅲ - A103

繰返し載荷履歴を受けた道床バラストの変形・強度特性

(財)鉄道総合技術研究所 正会員 ○木幡行宏・蔭 関魯
千葉工業大学 石塚友常

1. まえがき； 道床バラストからなる有道床軌道では、列車走行時の繰返し荷重でバラストが摩耗したり、側方への移動などにより沈下が生じる。ある基準値以上の沈下が生じると道床交換を行うが、その際に発生するバラストは、産業廃棄物扱いとなり膨大な処理費がかかる。近年、保守費の軽減や資源の有効利用の観点から、発生バラストを再利用する状況になりつつある。通常、発生バラストは細粒化が進んでいるため、バラストの粒度分布基準を満たさずそのままでは再利用できない。したがって、現状ではふるい分けで基準内の粒度に調整した後、再利用することになるが、その変形・強度特性については十分に検討されていない。本報告では、実線の種々の位置から採取した発生バラストに対して大型繰返し三軸試験を実施し、発生バラストの変形・強度特性を検討する。

2. 実験； 試験に用いた道床バラストは安山岩であり、図1に示すような位置から採取した3種類のバラスト（上面 U： $\rho_d=1.79\text{g/cm}^3$, $U_c=1.58$, $D_{50}=34\text{mm}$ ，摩耗により白色化していた摩耗 W： $\rho_d=1.78\text{g/cm}^3$, $U_c=1.48$, $D_{50}=35.6\text{mm}$ ，細粒分が混入している細粒分混入 A： $\rho_d=1.94\text{g/cm}^3$, $U_c=3.61$, $D_{50}=49.3\text{mm}$ ）と同じ石質の新品バラスト（新品 N： $\rho_d=1.64\text{g/cm}^3$, $U_c=1.58$, $D_{50}=40.2\text{mm}$ ）の4種類である。供試体は、高さ 60cm，直径 30cm の円柱形で、気乾状態の試料を5層に分け、各層毎に一定のエネルギーで締固めて作製した。実験は、図2に示す大型三軸試験装置を用いて、等方応力状態で 19.6 kPa の拘束圧まで負圧により載荷した後、正弦波で載荷周波数を 1 Hz、両振幅軸差応力を 73.5 kPa として、4 万回の繰返し載荷を実施した。繰返し試験後に、同一供試体でひずみ速度 0.01%/min にて単調載荷試験を行った。

3. 実験結果と考察； 図3は、繰返し三軸試験前と試験後の粒径加積曲線である。細粒分混入 A 試料は、破碎したバラストや土粒子が多く分布している道床底面付近より採取したために細粒分が他の試料に比べて多い。三軸試験前後の粒度分布を比べると、すべての試料で変化が見られず、本報告の載荷条件範囲内では試験によってバラスト粒子は破碎しないことが分かる。図4に、繰返し載荷試験後に実施した単調載荷三軸圧縮試験の軸差応力 q ・軸ひずみ ϵ_a 関係を示す。ピーク強度は、細粒分混入 A > 上面 U > 新品 N = 摩耗 W の順に大きい。また、細粒分混入 A、上面 U はピーク後に q が減少傾向を示すのに対して、新品 N、摩耗 W はピークに至るまで q が単調増加傾向にある。これは締固め効果と粒子形状の違いによるものと考えられる¹⁻³⁾。図5は繰返し載荷中の一つのループにおける最大軸差応力での軸ひずみ $(\epsilon_a)_{\max}$ および最小軸差応力での軸ひずみ $(\epsilon_a)_{\min}$ と載荷回数の関係である。すべての試料で載荷初期に軸ひずみが大きく発生しているが、1000 回以降に注目すると、軸ひずみの発生量は摩耗 W、新品 N、上面 U、細粒分混入 A の順に大きい。また、

Keyword: 変形特性，繰返し荷重，礫，変形係数，三軸試験

〒185-8540 東京都国分寺市光町 2-8-38

TEL: 042-573-7261

FAX: 042-573-7248

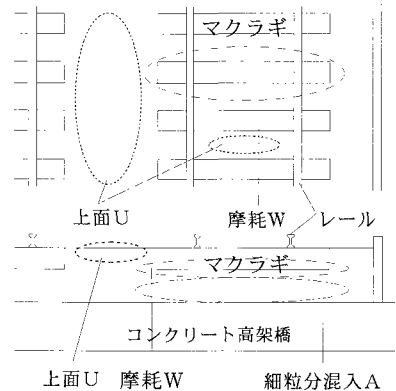


図1 バラスト採取位置の概略図

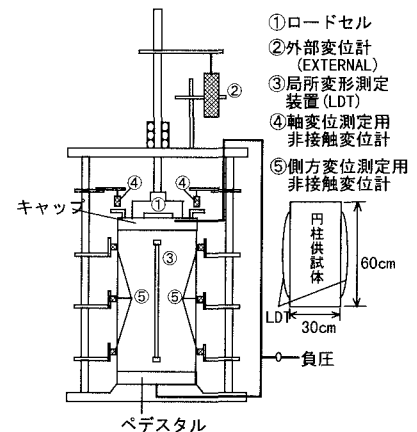


図2 大型三軸試験装置の概略図

軸ひずみ振幅を表す $(\epsilon_a)_{\max}$ と $(\epsilon_a)_{\min}$ の差は、細粒分混入 A が最も小さい。図 6 は、繰返し载荷試験における等価ヤング率 E_{eq} と载荷回数との関係である。締固め密度が大きい細粒分混入 A の E_{eq} が最も大きい。また、すべての試料において载荷初期の E_{eq} の増加率が大きく、その後は漸増傾向にある。図 7 に、繰返し载荷試験における等価ポア

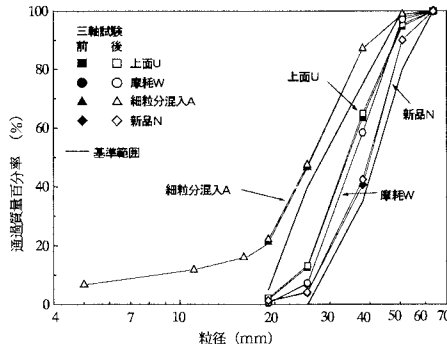


図 3 粒径加積曲線

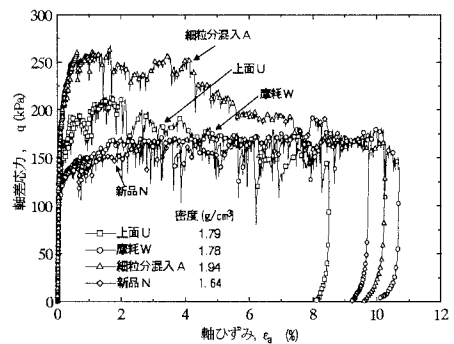


図 4 繰返し载荷試験後に実施した三軸圧縮試験の $q \sim \epsilon_a$ 関係

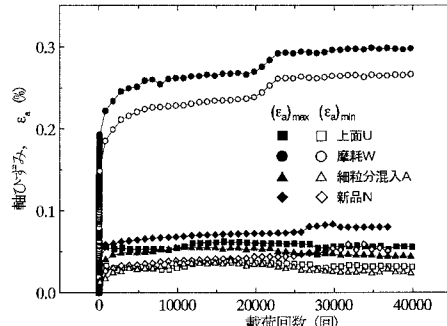


図 5 繰返し载荷中の軸ひずみ～载荷回数関係

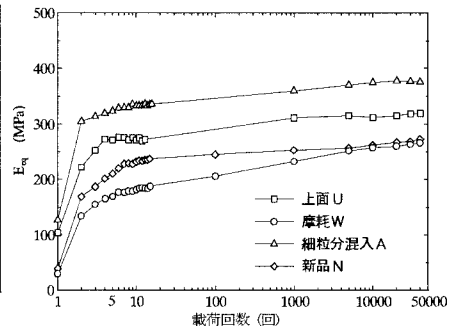


図 6 等価ヤング率 E_{eq} ～载荷回数関係

ソン比 ν_{eq} と载荷回数との関係を示す。上面 U、摩耗 W は载荷初期の数回にポアソン比が大きく減少するが、新品 N は载荷初期にほぼ一定の値を示した後、100 回程度まで減少傾向にあり、その後再び一定の値を示す。このことから、新品 N は他の試料に比べて载荷初期から安定した構造にあり、摩耗 W は不安定な構造で側方向にバラスト粒子が移動しやすい傾向にあると言える。

4. まとめ；

実線における種々の位置から採取した発生バラストの変形・強度特性を検討した結果、以下の知見が得られた。① 細粒分が混入しているバラストの等価ヤング率および強度が最も大きくなったが、これは、細粒分混入バラストの締固め密度が他の試料に比べ大きいこと、均等係数が大きいことによると考えられる。② 繰返し载荷による沈下量は、まくらぎ周辺で白色化した摩耗バラスト、新品バラスト、道床上面から採取したバラスト、細粒分混入バラストの順に大きい。③ 細粒分混入バラストは、最も沈下量が少なく剛性が高いが、剛性が高すぎると保守機械による突固めが困難になることや細粒分が多いと噴泥の原因となるため、そのままでは再利用に適さないとと思われる。

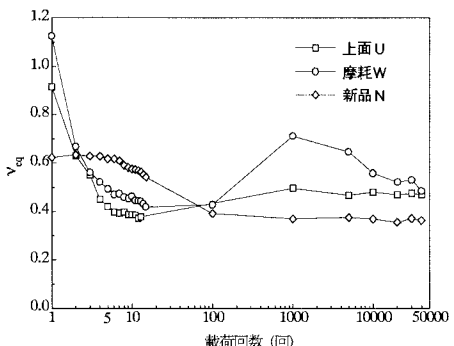


図 7 等価ポアソン比 ν_{eq} ～载荷回数関係

参考文献；1) 蔭・木幡・関根・宮本・長戸・鈴木：道床バラストの変形・強度特性に及ぼす繰返し载荷の影響，第 32 回地盤工学研究発表会講演集，pp.647-648，1997。2) 木幡・蔭・関根・宮本・長戸・鈴木：道床バラストの繰返し载荷中の変形特性について，第 32 回地盤工学研究発表会講演集，pp.649-650，1997。3) 木幡・蔭・須長・関根・宮本・長戸・鈴木：大型三軸圧縮試験による種々の道床バラストの強度・変形特性，第 32 回地盤工学研究発表会講演集，pp.651-652，1997。