

粒度の違いによる道床バラストの沈下特性

ソイルアンドロックエンジニアリング（株）	正会員	大島章夫
鉄道総合技術研究所	土質・基礎研究室	正会員 須長 誠
鉄道総合技術研究所	土質・基礎研究室	正会員 池内久満
鉄道総合技術研究所	軌道構造研究室	正会員 堀池高広
ソイルアンドロックエンジニアリング（株）	正会員	間瀬勝則

1. まえがき

道床バラストの粒度は、経験と実務を通じて現在図1に示すように規程されている。しかし現行の粒度は、列車の高速化とともに生じる道床バラストの飛散現象を考慮したものにはなっていない。飛散防止には大粒径の道床バラストが適していると考えられるが、従来の研究により大粒径になった場合、締固めが困難になること等が指摘されている¹⁾。本報告は、現行粒度の最大粒径は変えずに細粒径分を削除した粒度において、ビブロゾール試験機（不平衡の重錘を回転させてマクラギに繰返し荷重を与える試験機）を用いて繰返し載荷した場合の大粒径道床バラストの沈下特性を現行の粒度と比較したものである。

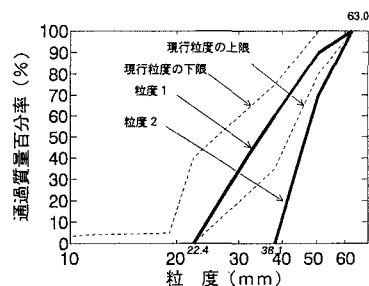


図1 試験粒度

2. 試験内容

試験は、図1に示す現行粒度の中間である粒度1と63.0～38.1mmの大粒径で構成される粒度2を用いて、ビブロジール試験機を用いて、繰返し載荷における道床バラストの沈下、密度変化を測定比較した。使用した道床バラストは山梨県大月市産の安山岩であり、その他試験条件を以下に示す。

2. 1 試験種別

試験個数は3個とし、その内訳として粒度1の場合、タイタンパーによる締固めをせずに手積みで構築したものを試験No. 1、タイタンパーで締固めたもののうち粒度1を用いたものを試験No. 2、粒度2を用いたものを試験No. 3とした。

2. 2 供試体の作成と測定計器

図2に示すビブロジール試験機の土槽にPC3号マクラギと50 Nレールを用いて道床厚さ30cmの軌道を試験No. 1～3について構築する。またレール圧力、マクラギ沈下測定器の他に、繰返しに伴う道床バラストの密度変化をガンマ線を用いて測定するための計器の設置²⁾と载荷に伴う道床バラスト沈下のうち側方流動によるものを把握するための側方流動変位計を設置した。側方流動変位計は厚さ1.0mm、幅20mm、長さ1400mmのりん青銅の板に図3に示すようにひずみゲージを両側に貼付たものであり、これを図2に示すように一端を土槽の壁体に固定し、道床厚さの上部下部の2段に設置した。

2.3 载荷条件

載荷条件は以下に示すとおりであり、沈下、密度測定等は

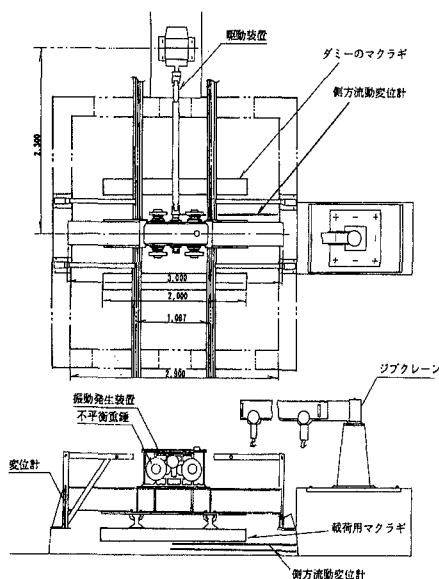


図2 ビブローゾール試験機と供試体

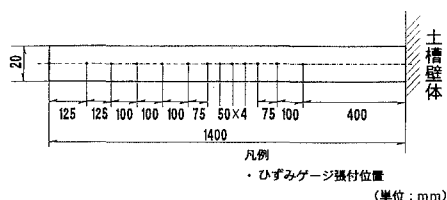


図3 側方流動変位計

所定の繰返し回数時において試験機を止めて行った。

- 繰返し荷重：9.8～68.6kN
- 繰返し回数：560万回
- 繰返し周波数：約32Hz（1900r.p.m）
- 繰返し波形：サイン波
- 載荷マクラギ：3本のうちの中央マクラギ（他の2本には荷重は載荷されない）

3. 試験結果

繰返し載荷による道床バラストの沈下と密度変化を図4、5に示す。沈下は左右のレールで測定したが、図は左右レールの平均値で表した。沈下は試験No. 1が手積みで構築したため初期密度が1.464g/cm³と小さく、最も大きくなった。沈下の順序は、図5に示すように繰返し載荷前の初期密度の大きさ順序となった。試験No. 2と3はタイタンパーで同じように締固めたにもかかわらず、試験No. 3が密度が小さくなったのは、同じような粒径で構成され、また大粒径のため空隙が大きくなり締まらなかったためと考えられる。図5に示す密度変化は、沈下量が最大で7mm以内と小さいため、載荷初期の段階で増加したがその後は小さかった。ここで沈下の機構について考察する。仮に沈下が道床厚さ方向に1次元的な圧縮で生じるとすれば、その圧縮率Sは沈下量と密度の変化量から(1)式のように表すことができる。

$$S = \frac{H - H_0}{H_0} \times 100 = \frac{\rho - \rho_0}{\rho} \times 100 \quad (\%)$$

H₀, ρ₀：初期厚さ(30cm)および初期密度

H, ρ：載荷後の厚さおよび密度

密度の測定は左レール側で行ったので沈下も左レールの値で示した。表1に圧縮率を示す。沈下量から求めた方が密度の変化量から求めた圧縮率よりも大きいことは、沈下が1次元的な圧縮だけでなく、道床バラストの側方流動によるものもあることを示している。図6は下段に設置した側方流動変位計による結果であり、載荷前の曲げひずみを初期値とし所定の載荷回数ごとに曲げひずみを測定したものである。図6によればレール位置付近で曲げひずみが大きいことにより側方流動はレール位置付近で発生していると考えられる。

参考文献

- 1) 乾清一：中間粒度バラストの細粒化および軌道沈下に及ぼす効果，鉄道線路，24-11，1976.11，pp.4～8
- 2) 須長誠，榎本秀明：ラジアルイト・Pを用いた道床バラストの密度測定，鉄道総研報告，第5巻第10号，1992.10

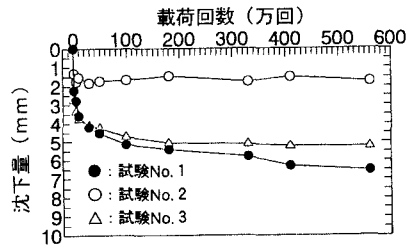


図4 道床バラストの経時沈下

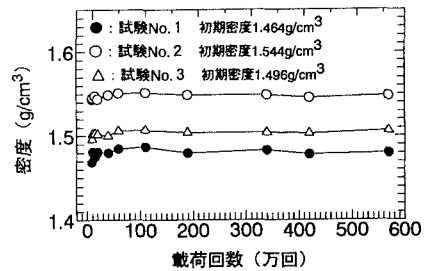


図5 道床バラストの密度変化

表1 道床バラストの圧縮率

測定項目		試験No. 1	試験No. 2	試験No. 3
沈下	初期厚さ (mm)	300	300	300
	載荷後厚さ (mm)	295.0	298.43	294.85
	圧縮率 (%)	1.67	0.52	1.72
密度	初期密度 (g/cm ³)	1.469	1.544	1.496
	載荷後密度 (g/cm ³)	1.480	1.548	1.506
	圧縮率 (%)	0.74	0.26	0.66

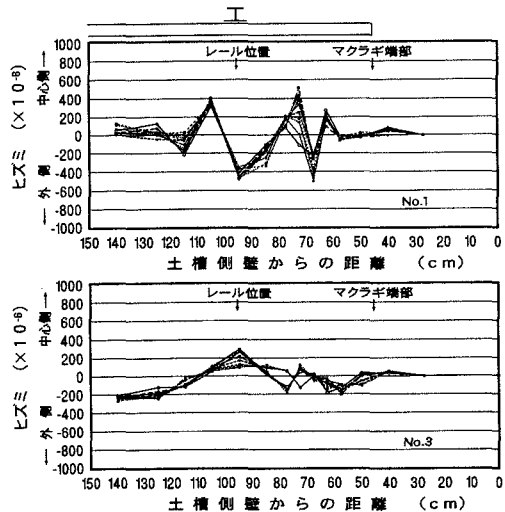


図6 下部の側方流動変位計のひずみ変化