

IV-405

異なる道床バラストを用いた大型模型による繰返し載荷試験

(財) 鉄道総合技術研究所 正会員○矢崎澄雄 正会員 関根悦夫

正会員 木幡行宏

東海旅客鉄道(株) 正会員 宮本秀郎 正会員 長戸 博

1. はじめに

有道床軌道においては、列車の繰返し荷重により道床バラストが路盤へ貫入したり、列車荷重の影響により路盤の変形が大きくなり、軌道保守量が増加する問題がある。しかし、開業後数十年を経過した路盤では、道床バラストの路盤への貫入はほぼ収束しており、軌道保守量の増加は、主に道床バラスト層の沈下起因するものと考えられる。

道床バラスト層の沈下は、列車の繰返し荷重により道床バラスト粒子どうしのかみ合せが崩れることにより、発生するものと考えられる。しかし、道床バラスト粒子のかみ合せの程度は、道床バラストの種類によって異なっており、その結果、道床バラスト層の沈下の程度や、沈下速度も異なることが予想される。このことから、数種の道床バラストを用いた大型模型による繰返し載荷試験を実施し、道床バラスト種類の違いによる道床バラスト層の沈下特性について検討を行った。本稿は、その結果についての報告である。

なお、路盤の変形が道床バラスト層の沈下に及ぼす影響については、前回報告した。¹⁾

2. 試験試料

試験に用いた試料は、安山岩・玄武岩・輝緑岩の3種であり、その粒度分布を図1に、また、石質試験²⁾結果を表1に示す。図1から、安山岩・玄武岩についてはほぼ同様の分布を示しているが、輝緑岩は粒径の大きな粒子がやや多い分布であることがわかる。また、表1から、輝緑岩は他の2種と比べ比重が大きいことから、単位体積重量も大きな値を示している。摩損率・圧縮粉砕率は、輝緑岩が最も小さく、安山岩で最も大きい。このことから、輝緑岩は摩耗・破砕の最もにくい試料であり、安山岩はしやすい試料であると考えられる。道床バラスト粒子の形状は、輝緑岩は他の2種と比べ、細長度が大きく・扁平度が小さい。このことは、輝緑岩が、他の2種と比べ、粒子の体積が大きいことを示していると考えられる。これら3種の道床バラストについては、強度・変形特性を把握するために、大型三軸試験機による単調載荷試験および繰返し載荷試験を実施しており、その結果、輝緑岩で剛性が最も高く、繰返し載荷による軸ひずみが最も小さい結果であり、安山岩で剛性が最も低く、軸ひずみが最も大きいことが報告されている。³⁾

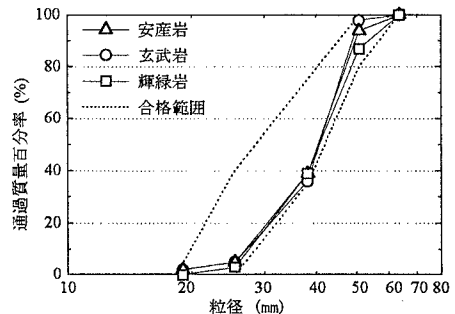


図1 各試料の粒度分布

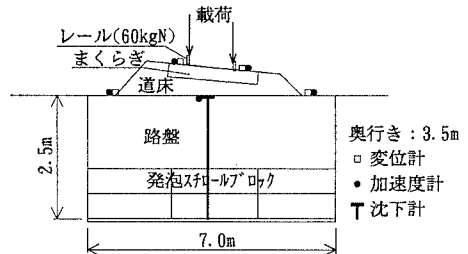


図2 模型概略図

3. 試験概要

図2に大型模型の概略を示す。軌道は、曲線区間(カト200mm)

表1 各試料の石質試験結果

ケース	岩石名	単位体積重量(t/m ³)	摩損率(%)	圧縮粉砕率(%)	細長度(%)	扁平度(%)	みかけ比重
1	安山岩	1.57	16.7	19.8	17.6	17.0	2.62
2	玄武岩	1.56	21.7	20.7	14.2	16.7	2.64
3	輝緑岩	1.80	12.1	14.7	36.6	11.3	3.08

キーワード：有道床軌道，道床バラスト，沈下，繰返し載荷試験

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

〒454 愛知県名古屋市中川区長良町 1-1, TEL 052-363-7924 FAX 052-351-8184

を設定し、道床バラストは前述の3試料にて、3ケースを実施した。路盤は全てのケースで同一路盤を使用し、その強度を列車荷重による変形量で代表させた。その構造は、繰返し荷重による残留沈下が生じないように、上層を十分に締固めた碎石層、下層を発泡スチロール層とした。载荷中の路盤の変形量から路盤の K_{30} 値は 4kgf/cm^3 程度であると考えられる。

試験は、静的载荷後、繰返し载荷を実施しており、静的载荷では 0tf から 1tf レール毎に 9tf レールまで载荷した後、 1tf レールずつ 0tf まで除荷した。繰返し载荷の条件は、実際の载荷状態を考慮し、载荷荷重 $5 \pm 4\text{tf}$ レール、周波数 7Hz とした。载荷回数については、载荷回数と道床バラスト層の沈下との関係が(1)式で表せることから、定常沈下状態に移行する 30 万回とした。

$$\varepsilon = \gamma(1 - e^{-\alpha n}) + \beta \cdot n \quad \text{.....(1)}$$

ここに、 ε : 残留沈下比 n : 载荷回数 α : 沈下係数

γ : 初期沈下量 β : 定常沈下係数

4. 試験結果

図 3 に静的载荷による、各試料での道床バラスト層の沈下量を示す。同図から、輝緑岩を用いたケースで、 9tf 载荷時および除荷後の残留沈下量とも最も小さな値となっていることがわかる。玄武岩については、安山岩よりも沈下量が大きくなっているが、他の 2 ケースが内軌側・外軌側で大きな差がないのに対し、玄武岩では差が大きくなっていることから、軌道構築時の突固めが不十分であったことが考えられる。図 4 に、繰返し载荷試験における载荷回数と道床バラスト層の残留沈下量の関係を示す。同図から、沈下は载荷初期に急激に増加し、その後、定常沈下になることがわかる。また、内軌・外軌側とも、残留沈下量は安山岩で最も大きく、輝緑岩で最も小さな値となっている。

繰返し载荷回数とこれに伴う沈下との関係については、前述の(1)式により近似することができ、繰返し荷重による軌道の沈下に対してよく用いられている。(1)式により回帰した結果についても図 4 に併せて示したが、その結果得られた各試料での定常沈下に関する係数 β を、図 5 に示す。また、図 6 に各試料での最終沈下量（载荷回数 30 万回終了後の残留沈下量）を示す。同図から、内軌・外軌側とも輝緑岩で係数 β ・最終沈下量とも最も小さく、安山岩で最も大きな値を示していることがわかる。

5. まとめ

以上の検討と、大型三軸試験の結果から、道床バラスト層の沈下は、道床バラストの種類、すなわち強度や形状・石質により異なり、道床バラストの強度や剛性が大きいほど、繰返し荷重による残留沈下量が小さくなる傾向にあることが明らかとなった。

<参考文献> 1) 矢崎澄雄・関根悦夫・村田修・木幡行宏・宮本秀郎・長戸博；路盤変位を考慮した有道床軌道の大規模型による繰返し载荷試験、土木学会第 51 回年次学術講演会、1996 2) 宮本俊光・渡辺借年編；線路－軌道の設計・管理－、山海堂、1980 3) 木幡行宏・蔭関魯・須長誠・関根悦夫・宮本秀郎・長戸博・鈴木真一；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、1997。

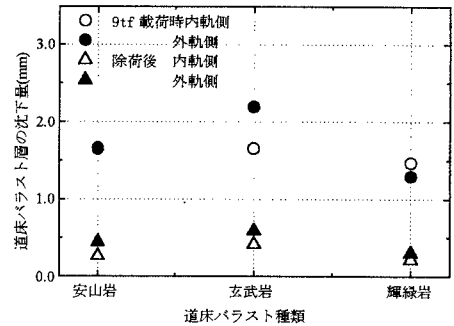


図 3 各試料での静的载荷による沈下量

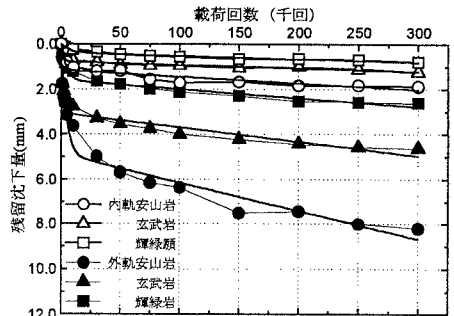


図 4 载荷回数と道床バラスト層の残留沈下量

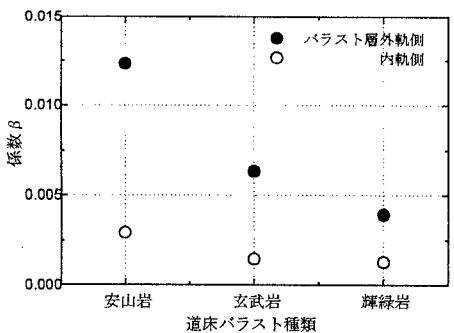


図 5 各試料での定常沈下係数 β

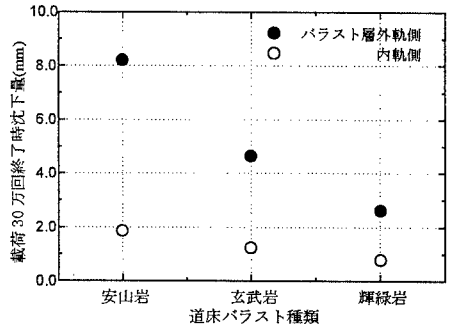


図 6 各試料での最終沈下量