

実物大模型による道床バラストの沈下抑制物

○東洋道路興業(株) 正会員 長橋 孝次
 富山県工業技術センター 上野 実
 富山県工業技術センター 九曜 英雄
 金沢工業大学 伊能 忠敏

1.はじめに

鉄道150年の歴史の中で、バラスト軌道には列車走行による繰返し荷重や振動が継続して加えられてきた。この荷重振動は、道床バラストに振動を与え、各個にバラストが沈降する。このため、定期的な軌道の保守管理が必須とされてきた。バラスト軌道の沈下を抑制する方法としては、バラストをセメントや樹脂等で固める工法があるが、かなりのコストと時間を要している。今回は、道床バラストの中に、沈下抑制物として直方体の高強度繊維補強ブロックを点在混入させ、実物大模型によるバラスト軌道の沈下抑制や耐久性等の評価を行ったので報告する。

2.実験方法

(1) 材料

混入する沈下抑制物である高強度繊維補強ブロックは、高強度セメントモルタルに有機系繊維を混合し、縦横60mm高さ50mmの直方体とした。作成した高強度繊維補強ブロックは、財団法人鉄道総合技術研究所において吸水率、摩損率、硬度、吸水耐圧強度、圧縮粉碎率の道床バラスト石質試験を行い、それぞれが判定値を上回っていることを確認した(直方体形状物のため、単位容積質量、形状、粒度試験を除く)。また、実物大模型の構築に使用する道床バラストは、甲州産安山岩の新しい砕石とした。

(2) 実物大模型軌道

図-1に示すように、まくらぎ1本からなる実物大のバラスト軌道の模型を、財団法人鉄道総合技術研究所日野土木実験所で構築し試験を行った。実物大模型軌道の緒元は50kgNレール、PC3号まくらぎ、そして道床厚250mmで設定した。試験軌道は、バラストのみの無対策軌道と、まくらぎ下の中間部に手作業で並列に高強度繊維補強ブロックを60mmの間隔で120個を設置した高強度繊維補強ブロック混入軌道とした。

(3) 繰返し載荷試験

実物大模型による繰返し載荷試験には、レール締結部疲労試験機を用いた。荷重条件は、軸重160kNの列車荷重をまくらぎ5本で分担すると仮定、中央まくらぎ位置の荷重分担を考慮して、載荷荷重振幅 P_{damp} ($=P_{dmax}-P_{dmin}$) を80kN ($=$ 軸重160kN $\times$ 荷重分担0.5)とし、最大載荷荷重 P_{dmax} を90kN、最小載荷荷重 P_{dmin} を10kNとした。載荷周波数は、列車速度120km/h、軸間距離2.1mを想定して15Hz、載荷回数は150万回とした。これは、8両編成の列車が1日に50列車通過した場合、約2年半分の輸送量に相当する。これらに基づいてアクチュエータから載荷治具を介して2本のレールに載荷を繰返すこととした。なお、測定用の変位計はまくらぎ両端部と中央部の上面に設置した。

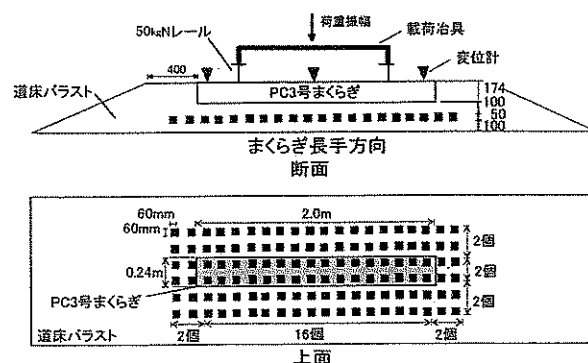


図-1 試験軌道の概要

キーワード バラスト、沈下抑制物、耐久性

連絡先 〒939-1553 富山県南砺市上川崎 1650 TEL 0763-22-4610 FAX 0763-22-7147

3. 試験結果

(1) 無対策軌道

P_{dmin} 作用時の変位を残留変位とすると、図2に示すようにアクチュエータの残留変位は、1万回程度で約1.3mm、150万回载荷後では約2.4mmであった。また、 P_{dmax} 、 P_{dmin} 作用時の変位の差を変位振幅とすると、図-3に示すようにアクチュエータ変位振幅は1万回程度でほぼ一定となり、約1.5mmであった。

また、設置した変位計によると、まくらぎの残留変位は、1万回程度で中央部が1.1mm、両端部がそれぞれ約0.9mmと1.8mmまで急増した。その後はゆるやかに増加し、150万回载荷後では、中央部が2.4mm、両端部が約1.7mmと3.0mmを示した。

(2) 高強度繊維補強ブロック混入軌道

アクチュエータの残留変位は、1万回程度で約0.8mm、150万回载荷後では約1.6mmであった(図-2)。また、アクチュエータ変位振幅は、1万回程度でほぼ一定となり、約1.1mmであった(図-3)。

まくらぎの残留変位は、1万回程度で中央部が0.6mm、両端部が約0.9mmと0.7mmであった。その後はゆるやかに増加し、150万回载荷後で、中央部が1.2mm、両端部が約1.3mmと1.5mmを示した。

(3) 無対策軌道と高強度繊維補強ブロック混入軌道の比較

アクチュエータ残留変位について、高強度繊維補強ブロック混入軌道は繰返し試験直後から無対策軌道よりも小さく、更には、150万回载荷後のアクチュエータ残留変位は、3割程度の沈下低減を示した。

アクチュエータ変位振幅について、高強度繊維補強ブロック混入軌道は、無対策軌道と比較して2～3割程度の低減を示し、支持剛性が增大した。

(4) 試験前後における道床バラストの状況

繰返し载荷試験前後における道床バラストの粒度分布を確認したところ、共に細粒分はわずかに増加していた。しかし、高強度繊維補強ブロック混入軌道は、無対策軌道と比較した場合、道床バラストの細粒化に与える影響は小さいと判断できた。また、高強度繊維補強ブロックの損失重量比率は試験前後で0.1%程度であり、目立った損傷は見受けられなかった。

繰返し载荷試験後、軌道上層のバラストを取り除き、高強度繊維補強ブロックの設置状況を確認したところ、回転や移動など設置状態に大きな変化は見られなかった。

4. まとめ

沈下抑制物である高強度繊維補強ブロックをバラスト軌道に混入させ、実物大模型試験により繰返し载荷試験を行ったところ、本沈下抑制物は道床バラストを固めることなく、従来からの道床バラストの特性を生かしたままで、支持力を約3割高められることがわかった。

謝辞

本研究の試験にあたっては、独立行政法人科学技術振興機構のご支援、そして、関係各所の皆様にも多大なるご協力を頂き感謝申し上げます。

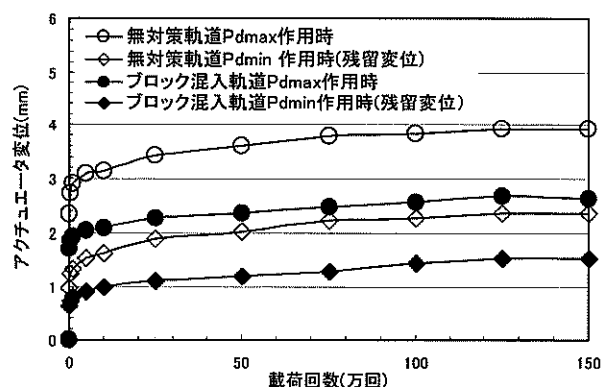


図-2 アクチュエータ残留変位

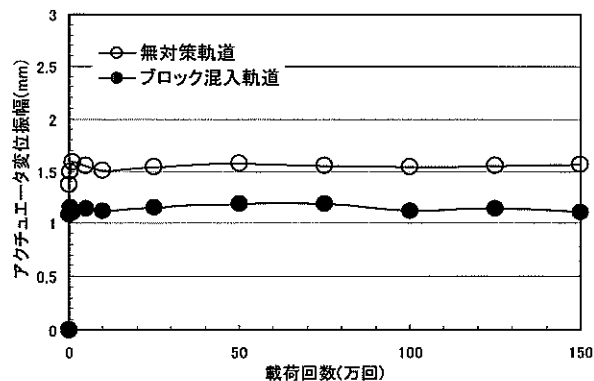


図-3 アクチュエータ変位振幅