

IV-410 網状立体補強材による有道床軌道の沈下低減効果に開口径の与える影響

(財) 鉄道総合技術研究所 正会員 ○矢崎澄雄 関根悦夫
(財) 鉄道総合技術研究所 正会員 矢口直幸 村本勝巳
前田工織 (株) 松下 厚 岡本敏雄
帝人 (株) 内川哲茂

1. はじめに

有道床軌道の沈下低減方法として、板状の立体補強材により道床バラストを拘束することが効果的であり、立体補強材の高さが沈下低減効果に影響することはこれまでに報告している。^{1)~2)}

今回は、道床バラスト層内の排水性を考慮した網状の立体補強材を用い、その沈下低減効果と補強材の開口径の違いが沈下低減効果に与える影響について、実物大模型による繰返し載荷試験を実施し検討を行ったので報告する。

2. 実験概要

実験に用いた補強材は、図 1 に示す高密度ポリエチレン製、高さ 150mm の網状立体補強材（以降、補強材と称す）である。

軌道模型は、図 2 に示すように幅 7.0m、奥行き 3.5m、深さ 2.5m の土槽内に構築した路床、路盤上に実物大で作製した。

路床は A 群の砂 (SW) を用いて締固め密度比 90% 以上に締固め、路盤は厚さ 15cm のアスファルトコンクリート層として、繰返し載荷による路床・路盤の塑性沈下が無い地盤とした。

実験は、無補強の有道床軌道 (ケース 1) と、道床バラスト層内に補強材を設置したケースを行い、補強材の開口径による補強効果の違いを把握することを目的として、セルへの道床バラストの自由落下により、密度がセルのない時と同じになる開口径 400mm (ケース 3) と、それより密度が小さい 300mm (ケース 2) とを設定した。

軌道模型に対して、静的載荷および繰返し載荷試験を実施した。静的載荷試験では 1.0tf ごとに 17.0tf まで載荷した後除荷した。繰返し載荷は、列車相当荷重 (9±8ton) にて周波数 11Hz の正弦波で載荷回数 150 万回まで行い、道床バラスト層の沈下等の測定を実施した。

3. 実験結果

(1) 静的載荷試験

図 3 に載荷荷重と道床バラスト層の沈下量の関係を示す。

同図から、各ケースとも道床バラスト層の沈下は載荷に伴い線形的に増加し、除荷に伴い減少、除荷後に塑性沈下が残留する傾向にあることがわかる。最大荷重時の沈下量は、無補強のケース 1 で最も大きく、次いで開口径 300mm のケース 2、開口径 400mm のケース 3 で最も小さい結果となっている。また、除荷後の塑性沈下量は各ケースともほぼ同程度となっている。

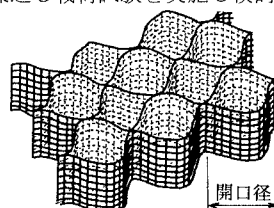


図 1 網状立体補強材

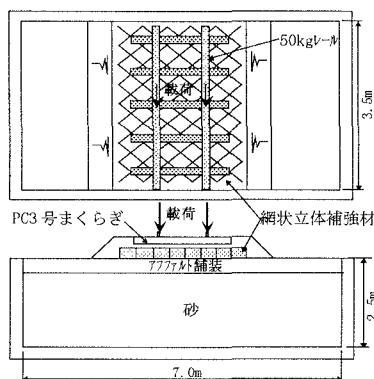


図 2 実物大模型概略図（補強有り）

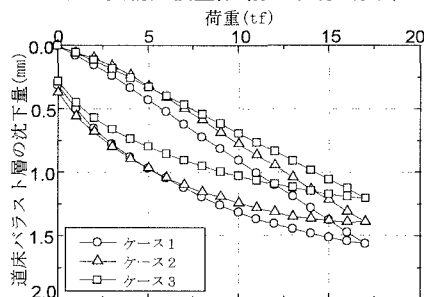


図 3 載荷荷重と道床バラスト層の沈下量

キーワード：省力化軌道 有道床軌道 立体補強材 繰返し載荷試験 沈下

連絡先：〒185-8540 東京都国分寺市光町 2-8-38 TEL 042-573-7261 FAX 042-573-7248

〒919-0422 福井県坂井郡春江町沖布目 TEL 0776-51-3535 FAX 0776-51-3545

〒100-8585 東京都千代田区内幸町 2-1-1 TEL 03-3506-4185 FAX 03-3506-4199

載荷過程における道床バラスト層の沈下の進行が線形的であることから、各軌道の剛性を比較するために、最大載荷荷重を沈下量で除した値を軌道のパネ値として図4に比較を示す。軌道のパネ値は、ケース3で最も大きく14tf/mm程度、ケース2で12tf/mm程度、無補強のケース1で最も小さく10.5tf/mm程度となっており、補強により軌道の剛性が高くなり、その効果は開口径300mmよりも400mmで高いことがわかる。

(2) 繰返し載荷試験

図5は繰返し載荷に伴う道床バラスト層の塑性沈下量の推移である。同図から、繰返し載荷による道床バラスト層の沈下は載荷初期に急激に発生(初期沈下)し、その後ある一定の傾きで累積する(定常沈下)傾向にあることがわかる。

一般に道床バラスト層の列車荷重による沈下は、(1)式により近似することができる³⁾ことから、図5には(1)式により近似した結果についても示した。

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

ここに、 ε : 残留沈下量 n : 載荷回数 β : 定常沈下係数

γ, α : 初期沈下に関する係数

近似曲線から、初期沈下に関する部分については、実測した沈下の進行と若干相違しているものの、定常沈下部分についてはよく近似できている。そこで、各ケースの沈下進行の指標として定常沈下係数 β (以降、 β と称す)および繰返し載荷終了後の塑性沈下量(以降、最終沈下量と称す)の比較を図6に示す。

同図から、 β および最終沈下量とも、補強したケース2、3は無補強のケース1よりも小さな値を示しており、補強材による沈下低減の効果が認められる。

特に開口径400mmで補強したケース3で沈下低減効果が高く、無補強のケース1に対する比は、 β で1/2.2、最終沈下量で1/2.5となっている。

4. おわりに

今回の実験結果から、網状立体補強材により強化した有道床軌道は、剛性が高くなり沈下が低減されることが確認された。また、開口径については、本来、開口径が小さいほうが補強材の横方向の剛性は高いため、補強効果も高くなると考えられる。しかし、今回の実験条件では、開口径400mmのほうが300mmのケースよりも効果が高い結果であった。

この原因としては、模型の作製条件が影響したものと考えられる。実験模型の作製は、現場施工を考慮して補強材内の道床バラストは撒き出しただけであり、十分な締固めを行っていないことから、開口径の小さい補強材では、道床バラストが十分に詰まっていなかったものと考えられ、現在の道床バラスト粒子には、開口径400mmが適合していると考えられる。

<参考文献> 1) 関根ら: 立体補強材を用いた有道床軌道の繰返し載荷試験、土木学会第51回年次学術講演会概要集IV、1996 2)

関根ら: 立体補強材を用いて強化した有道床軌道の沈下特性、土木学会第52回年次学術講演会概要集IV、1997.9 3) 佐藤、梅

原編: 線路工学、日本鉄道施工協会、P28、29

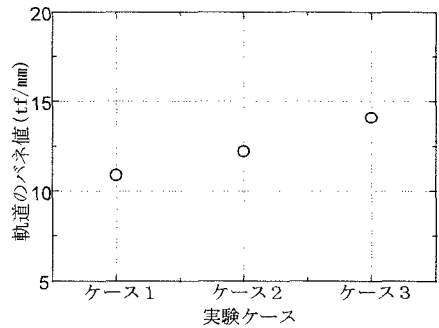


図4 各ケースの軌道のパネ値の比較

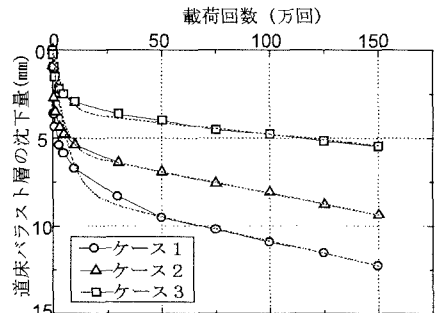


図5 載荷回数と道床バラストの塑性沈下量

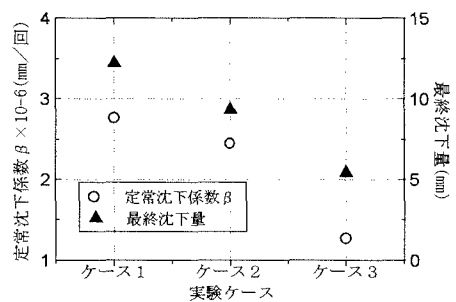


図6 β および最終沈下量の比較