

IV-307

立体補強材を用いた有道床軌道の繰返し載荷試験

（財）鉄道総合技術研究所 正会員 関根 悦夫
同 上 正会員 村本 勝巳
横浜ゴム（株） 正会員 長谷川恵一

1. はじめに

最近、鉄道各社においては、営業線の軌道保守の低減を目的として省力化軌道の開発や現地敷設を盛んに行っており、併せて省力化軌道の低廉化の開発も行っている。

そこで、経済的な省力化軌道の開発の一環として、図1に示す立体補強材（以下ジオセルという）を道床の強化に適用することを検討してきた。ジオセルによる道床の強化は、荷重が作用すると崩れやすい単粒径の集合体の道床を拘束し、道床の沈下を低減させるものである。今回、ジオセルによる道床強化の効果を確認するために、実物大の模型による繰返し載荷試験を行ったので報告する。

ジオセルについては、これまで、軟弱路盤の改良に適用する（図2参照）と効果のあることを各種試験、鉄道営業線での試験施工等により確認しているものである^{1),2),3),4),5),6)}。

2. 試験概要

ジオセル

試験に用いた立体補強材は、厚さ 1.2mm で材質が高密度ポリエチレンの短冊状の材料を一定間隔で千鳥に熱融着して作成したセルの連続体である。補強材の高さは 200mm、1セルの開口 200mm である。材料の引張り強度は 21kgf/cm、熱融着部の強度は 322kgf（セル幅 20cm）である。

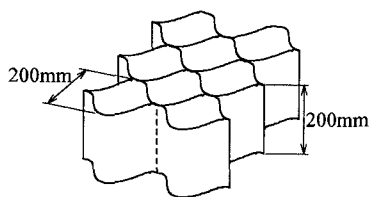


図1 立体補強材

模型概要

実物大模型は、図3に示すように、軌道と路盤とで構成される。路盤材料は粒度調整砕石（M-30）で、振動ローラーで十分な転圧を行い、路盤表面での K_{30} 値は 25kgf/cm³ 以上とし、繰返し載荷による沈下はほとんど無い条件とした。

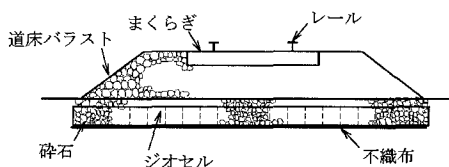


図2 立体補強材を用いた路盤

軌道については、50kgN レール、PC3 号まくらぎを用い、道床厚さは 30cm とした。従って、ジオセルで強化した道床については、道床厚さ 30cm のうち下部 20cm にジオセルを敷設したものであり、まくらぎ下 10cm の部分でタイタンパーによる軌道の整正をすることにした。

試験概要

試験は、大型の載荷装置を用いた静的載荷試験と繰返し載荷試験である。静的載荷試験は、1 レール当たり 1tf ピッチで 10tf まで載荷するものであり、繰返し載荷試験は、周波数 11Hz の正弦波にて、1 レール当たり 5±4tf を 150 万回載荷するものである。

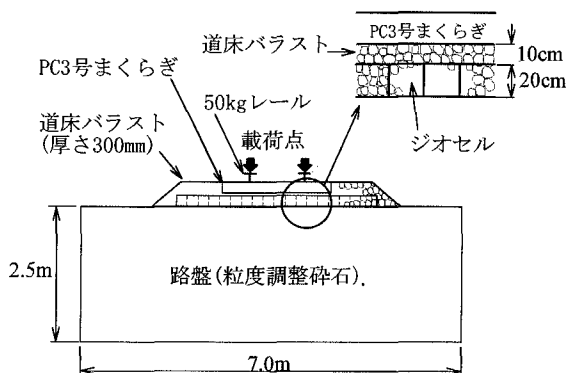


図3 模型の概要

3. 試験結果

静的載荷試験

図4に静的載荷試験の結果を示す。同図は、2レールに載荷した荷重と道床バラスト部分の沈下との関係である。ジオセル有りの場合は、荷重と沈下との関係は線形であるのに対し、セル無しの場合は非線形な形状となっている。また、20tf 載荷時の沈下量は、セル有りは無しの約50%であった。

繰返し載荷試験

道床の中に設置したジオセルに張り付けたひずみゲージにより測定した載荷中のひずみ振幅の分布を図3に示す。各場所ともひずみは、横方向は引っ張り、縦方向は圧縮を示している。また、ひずみ振幅は、まくらぎ端部である軌道中心から1mの部分のひずみ振幅が最も大きい値を示しており、レール下ではその約50%であり、まくらぎの外側ではほとんどひずみは生じていない。

道床バラスト部分の繰返し載荷による残留沈下を図6に示す。ジオセル有り、無しとも10～20万回で初期沈下が終了し、その後は定常沈下となった。150万回載荷終了時の残留沈下は、ジオセル有りの場合は1.2mm程度であり、無しの場合の1/3程度である。

この残留沈下 δ と載荷回数 n との関係を近似式⁷⁾で表すと、
 $\delta(\text{セル無し}) = 1.775 \cdot (1 - e^{-0.3600n}) + 0.00156n$
 $\delta(\text{セル有り}) = 0.915 \cdot (1 - e^{-0.0048n}) + 0.00029n$

ここに、 δ : 残留沈下, n : 載荷回数

であり、セル有りの場合は無しに比べ、初期沈下が1/2、定常沈下の勾配が1/5.6となっている。

4. おわりに

今回の試験により、ジオセルによる道床の強化が道床の沈下抑制にかなり効果があることが確認された。今後は、セルの開口幅、ジオセルの敷設幅、施工法等について検討を進めていく予定である。

【参考文献】

- 1) 関根, 垂水, 太田, 長谷川: 補強材を用いた鉄道路盤の載荷試験, 土木学会第47回年次学術講演会, 1992.9
- 2) 関根, 村本, 垂水, 太田, 長谷川: 補強材を用いた鉄道路盤の載荷試験(2), 土木学会第48回年次学術講演会, 1993.9
- 3) 村本, 関根, 平岩: 立体補強材を用いた鉄道路盤の試験施工, 土木学会第49回年次学術講演会, 1994.9
- 4) 関根, 村本: 補強材を用いた路盤の模型試験(1), 土木学会第49回年次学術講演会, 1994.9
- 5) 関根, 村本: 補強材を用いた路盤の模型試験(2), 土木学会第50回年次学術講演会, 1995.9
- 6) 関根, 村本, 矢口, 長谷川: 補強材を用いた路盤の強度・変形特性, 土木学会第50回年次学術講演会, 1995.9
- 7) 佐藤吉彦, 梅原利之: 線路工学, 日本鉄道施設協会, p.28, 1987

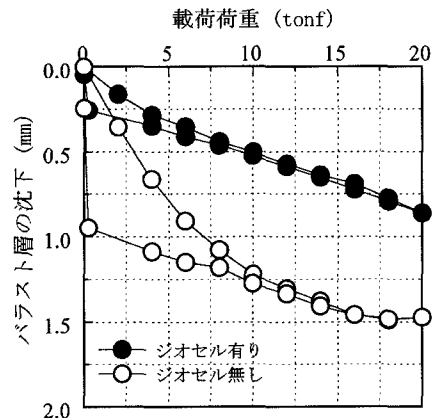


図4 荷重と沈下

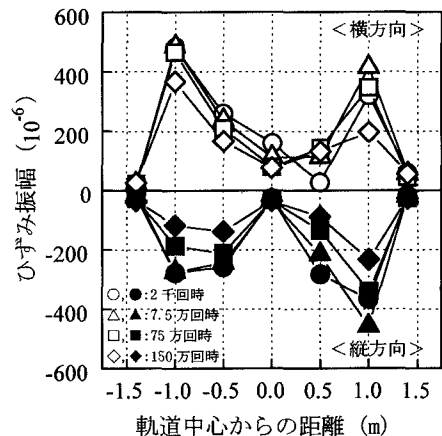


図5 ひずみ振幅の分布

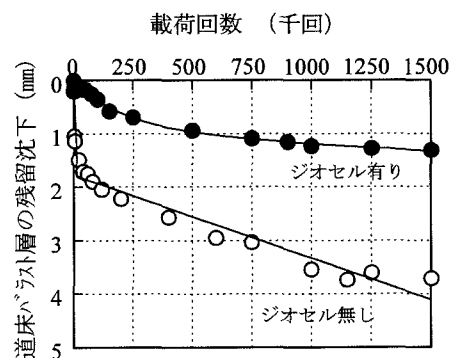


図6 載荷回数と残留沈下