

N-402 立体補強材と注入材を組み合わせた新軌道構造の提案と動的載荷試験結果

鉄道総合技術研究所 ○村田 修 関根悦夫
東亜道路工業 小林建次 牛島幸司郎
小野田ケミコ 岡田光芳 大西達人

1. はじめに

軌道保守の省力化は鉄道事業者にとり重要な課題で、営業線を対象とした省力化軌道の研究開発は従来より行われており、JR東日本の山手線においては、主にE型舗装軌道が適用されてきた。

ただし、路盤条件が軟弱な場合（平板載荷試験 $K_{30} < 7 \text{ kgf/cm}^3$ ）には、

- ・列車走行時の変形が大きいと、注入層以下の道床バラストが崩れやすくなり、それに起因する沈下が生じる。
- ・路盤噴泥を生じやすい土では、雨水の流入に加え、軌道が剛な板状となるために、列車荷重によりサクションが発生し、バラスト軌道で噴泥を生じていない場合でも噴泥が発生しやすくなる。

などの変状が発生する可能性がある。

そこで、路盤条件が軟弱な場合にも耐久性があり、しかも低廉な、立体補強材（以下、ジオセルと呼ぶ）と注入材を組み合わせた新軌道構造を提案した。本論文では、新軌道の構造概要、特徴を示すとともに、その性能を確認するために行った動的載荷試験結果の概要を報告する。

2. 立体補強材（ジオセル）と注入材を組み合わせた新軌道構造

筆者らは、図1に示すような、道床バラストをジオセルにより拘束する道床強化工法を開発し、沈下を大幅に低減することが可能であることを確認した¹⁾。さらに、ジオセルで拘束する上部の道床バラストに注入材（急硬性のセメントとアスファルト等）を注入することにより沈下がほとんど生じない新軌道構造を提案した。この断面を図2に示す。

新軌道構造の施工手順は、基本的に二段階施工である。第一次施工として、道床交換を行う際に、路盤面上にジオセルを敷設し、ジオセル内にバラストを充填して図1の構造とする。この場合、ジオセル内に充填するバラストは発生バラストでもよい。また、この構造では、通常のマルチ作業が可能である。

次に軌道状態が落ち着く期間を待って、第二次施工として注入材の注入作業を行う。注入材を注入する道床バラストの部分は新バラストが望ましい（発生バラストで施工可能かは今後検討する予定である）。

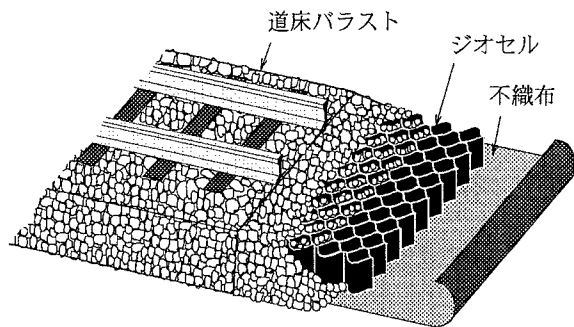


図1 ジオセルによる道床強化工法

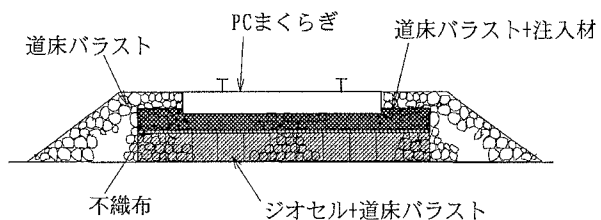


図2 ジオセルと注入材を組み合わせた新軌道構造

キーワード：省力化軌道 立体補強材 注入材 動的載荷試験

鉄道総合技術研究所（東京都分寺市光町2-8-38、TEL:0425-73-7230、FAX:0425-73-7209）

注入材としては、夜間作業間合いで施工を行うことから、急硬性である必要があるが、変形の大きい路盤への追随性を考えると、長期的には変形係数が小さく、じん性に富む方が望ましい。このような特性をもつ注入材について開発を進め、各種力学試験を実施してきた²⁾。この注入材を注入することにより、バラストをプレバクド材とした複合体（従来のてん充道床のようなもの）となり、注入材がE型舗装軌道におけるような単体でないため、注入材の剛性が小さくても高い圧縮強度を発現するところに特徴がある。

まくらぎは、在来のPC3号型まくらぎをそのまま用いてもよい。従来注入層のせん断応力を減少させるためにまくらぎの大型化を行ってきた経緯があるが、バラストとの複合体であることから、力学試験²⁾、FEM解析および今回の動的載荷試験³⁾により、まくらぎを大型化する必要性のないことが確認された。

したがって、従来のE型舗装軌道と比較して、道床交換の量、ジオセルの材料費・施工費および注入量の増加などの増加経費はあるが、発生バラストを多く利用できること、まくらぎを交換する必要がないことなどの費用低減効果がある。また、注入材のみで荷重を受ける部分がないため、強度発現を待つ時間を従来より短くすることが可能となる。

しかも、本構造の最大の特徴は、下バラストの部分をジオセルで拘束していることにより、軌道の沈下抑制効果が極めて大きいこと、特に、路盤条件が軟弱な場合には、下バラストの沈下抑制と同時に路盤噴泥防止などにも大きな効果を発揮することが期待される。したがって、従来の省力化軌道では不向きとされた軟弱な路盤条件のもとでもこの構造であれば十分適用可能と考えられる。

3. 新軌道構造の荷重分散効果

アルミニウムでできた分割したブロックおよびコイルバネで、（路盤部+路床部）を構成し、その上に道床、まくらぎを構築し、まくらぎ上のH鋼上から列車荷重相当の荷重を載荷する試験を行った³⁾。

（路盤部+路床部）の K_{30} 値は軟弱地盤を想定して 3kgf/cm^3 となるようにバネの強さを調整した。また、載荷条件としては、荷重を $1\sim 5\text{tf}$ （まくらぎ下面の圧力として最大 1kgf/cm^2 程度）の正弦波で、載荷周波数は 10Hz （列車速度にして 80km/h に相当）で行った。試験を行った軌道構造としては、有道床軌道および新軌道構造で、注入材の攪拌開始1時間後の強度が注入材のみの一軸圧縮強度で 1.2kgf/cm^2 のものである。新軌道構造の載荷開始は攪拌開始から1時間後である。

図3に路盤面の加速度分布を有道床軌道と新軌道構造で比較したものを示すが、同じPC3号型まくらぎを使用していても、新軌道構造は、有道床軌道に比べて、荷重分散が良く、加速度が50%以下に低減することが確認された。今後、実物大の模型載荷実験などにより新軌道構造の効果を確認していく予定である。

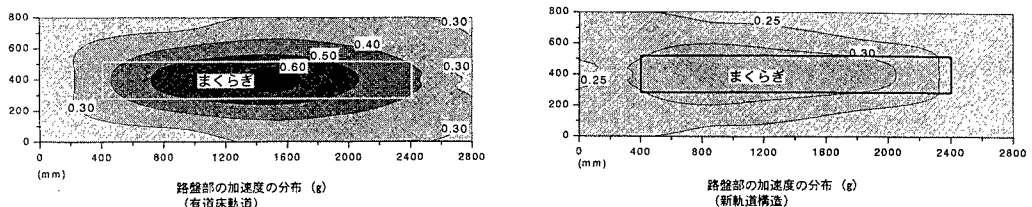


図3 路盤面の加速度分布の比較（有道床軌道と新軌道構造）

（参考文献）

- 1) 関根、村本、長谷川：「立体補強材を用いた有道床軌道の繰返し載荷試験」、第51回土木学会年次学術講演会
- 2) 小林、岡崎、村田、木幡他：「安定処理した道床バラストの短期材令における力学的特性」、第52回土木学会年次学術講演会
- 3) 関口、岡崎、大西、鈴木他：「バラストを安定処理した軌道構造の繰返し載荷試験」、第52回土木学会年次学術講演会