

IV-468

小型模型を用いた軟弱地盤上の省力化軌道の載荷試験

小野田ケミコ（株）
（財）鉄道総合技術研究所

正会員 大西 達人
正会員 村本 勝己 蔣 関魯

1. はじめに

有道床軌道に比べて剛性の高い省力化軌道を、含水比の高い軟弱地盤上に敷設すると、列車の繰返し荷重によって噴泥が生じたり、路盤土が流出したりする事がある。このような現象が生じると、剛性の高い軌道下には空洞が生じ、軌道剛性が耐えられなくなると異常沈下が生じたりして抜本的な補修が必要となる。

今回は、軟弱地盤上に3種類の軌道構造の小型模型を設置して、繰返し載荷を行い、それらの沈下特性と間隙水圧の発生状況について観察を行った。

2. 試験概要

まず、地盤は表1に示す関東ロームを土槽内に締固めて作製した。締固め終了後、土槽を真空にして、通水して飽和させた。さらに、一旦バラストを敷き、軌道模型敷設範囲と同じ広さの鉄板を置いて、列車荷重相当の圧力を加えてバラストを地盤に貫入させて、営業線の路盤の再現を試みた。その後、超小型のコーン（ $\phi=5\text{mm}$ ）を用いて貫入試験を行い、地盤強度の確認を行った後、路盤面を整理して軌道模型を敷設した。

その路盤上に、図1、図2に示す2種類の土路盤上省力化軌道と、有道床軌道模型を敷設して、レール上に繰返し荷重を載荷した。

模型のスケールは1/10であり、まくらぎ、レールなどは曲げ剛性が実物と同様の比率になるように材料と断面を設計した。荷重は応力レベルが実物と同じになるように軸荷重を最大160kgf(1/100)とした。また、載荷周波数は地盤内の水の移動を考慮してフルード則を適用し、実物大で約6Hzを仮定して2Hz(1/√10)とした。

さらに、路盤面下20mmの位置に超小型の間隙水圧計を埋設し、載荷に伴う水圧の変化も測定した。

3. 地盤強度と荷重の確認

図3に超小型コーン貫入試験の結果を示す。有道床軌道については測定位置が異なるため、ジオセル軌道とE型軌道のみについて掲載した。試験は予備載荷にてバラストを貫入

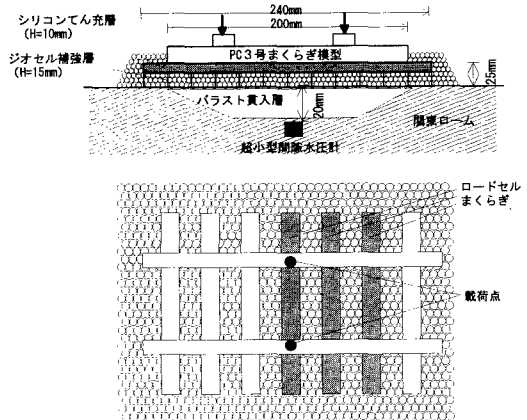


図1 ジオセル併用でん充軌道模型

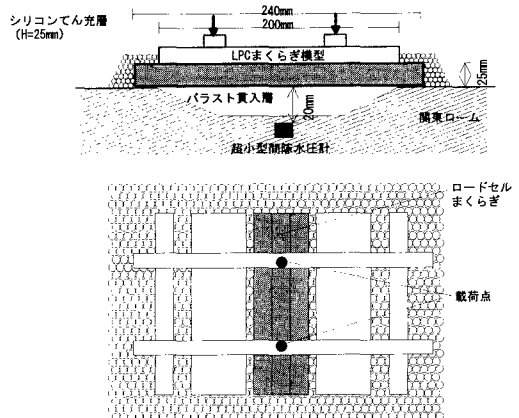


図2 全層でん充E型舗装軌道模型

表1 地盤模型に使用した関東ローム(VH₂)

土粒子の密度	2.771g/cm ³
自然含水比	128.5%
液性限界 w_L	181.5%
塑性限界 w_p	94.3%

キーワード: 路盤, 関東ローム, 省力化軌道, でん充, E型舗装軌道, 模型試験, 間隙水圧

〒111-8637 東京都台東区柳橋 2-17-4 アルプス第3ビル

〒185-8540 東京都国分寺市光町 2-8-38

TEL:03-3866-5222

TEL:042-573-7261

FAX:03-3864-5779

FAX:042-573-7248

させた後、下バラスト上面からコーンをひずみ制御で貫入して行った。路盤面以下 1cm 程度まではほぼ強度が同じであり、このあたりまで、予備載荷によってバラストが貫入していると予想される。それ以下の地盤強度はジオセル軌道の方が強いが、バラツキを考えると、荷重影響範囲内ではそれほど大きな違いはないと考える。

また、まくらぎ型ロードセルを用いて測定した有道床軌道のまくらぎへの荷重分担率は中央のまくらぎから順に 0.38, 0.18, 0.08 であり、この模型の曲げ剛性は実物をよくシミュレートしていると考えられる。

4. 軌道の沈下

図4に繰返し載荷試験による各軌道の沈下量の推移を示す。測定点は、載荷点直下のまくらぎである。ただし、繰返し載荷試験の際に載荷装置の仕様の問題で、各ケース毎に載荷荷重のバラツキが生じたため、沈下量を実測した軸荷重で割る事によって正規化した値を掲載した。この図から、2種の省力化軌道の全沈下量是有道床軌道の 1/3 以下であり、定常沈下については省力化軌道が収束傾向にあるのに対し、有道床軌道

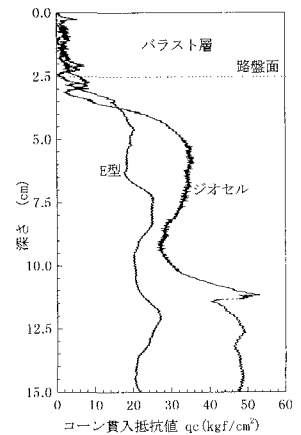


図3 模型地盤の強度

5. 過剰間隙水圧

図5に路盤内に埋設した超小型の間隙水圧計で測定した過剰間隙水圧の推移を示す。この水圧も、軸荷重で正規化している。

この結果を見ると、有道床軌道とジオセル併用でん充軌道については荷重間隙水圧の発生形態は類似しているが、全層でん充した E 型舗装軌道については、載荷直後に大きな過剰間隙水圧が発生している事がわかる。これは、この軌道が全層でん充タイプで路盤面からの排水性が悪い事が大きな原因であると考えられる。

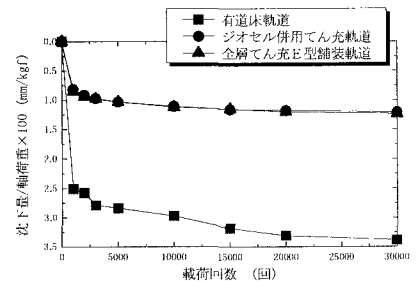


図4 載荷点下まくらぎの沈下量

6. 路盤部のバラスト貫入層

図6は試験後に軌道模型を撤去し、路盤内のバラスト貫入層の深さを観察した結果である。貫入しているバラストはほとんどが予備載荷の際に貫入したものであり、コーン貫入試験の結果からジオセル軌道の地盤が若干強かったためその分貫入層が浅い事が分かる。有道床軌道と E 型の貫入深さがほとんど同じであることから、有道床軌道の沈下の大半はバラストが崩れる事によって生じたものであると推測される。

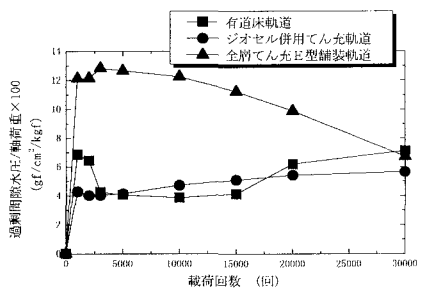


図5 路盤内の過剰間隙水圧の推移

7. まとめ

以上の結果から以下の事が分かった。

①営業線では、軟弱地盤上であっても沈下の大半はバラストが崩れて生じると考えられ、バラストを物理的に拘束する事により沈下量を大幅に低減する事が出来る。

②地下水位の高い路盤上に排水の悪い高剛性の軌道を敷設すると、路盤内に大きな過剰間隙水圧が発生する可能性がある。この場合、路盤土の有効応力が低下し、噴泥や路盤土の流出などの危険性が考えられる。

したがって、軟弱地盤上の省力化軌道は、バラストを拘束しつつ、剛性が低い軌道構造が適していると考えられる。

参考文献:「バラストを安定処理した軌道構造の繰返し載荷試験」、関口、鈴木、矢崎他、第52回土木学会年次学術講演会、1997

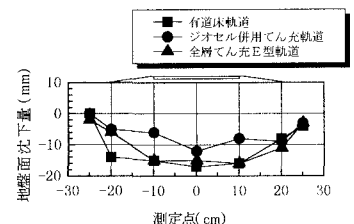


図6 路盤のバラスト貫入層の分布