

砂路盤上における SFC てん充道床の適用に関する研究

鉄道総合技術研究所 正会員 ○ 瀧上 翔太
 正会員 高橋 貴蔵
 正会員 中村 貴久
 正会員 桃谷 尚嗣

1. 目的

沿岸部の砂州地域に敷設されるバラスト軌道においては、海砂の飛散により道床噴泥を生じている箇所がある。道床噴泥に対する対策としててん充道床軌道へ改良する方法があるが、これまでに砂州地域においててん充道床軌道を敷設した事例はない。本研究では、超微粒子セメントミルク（以下、SFC ミルク）を適用した SFC てん充道床軌道¹⁾について、実物大試験等により砂州地域に敷設されるバラスト軌道への適用を検討した。

2. 営業線における砂路盤の路盤剛性

設計標準²⁾において、省力化軌道を敷設可能な路床の適合みなし仕様として $K_{30} \geq 110 \text{ MN/m}^3$ と定められており、SFC てん充道床軌道については路盤に同条件を適用している。そこで、沿岸部の砂州地域に敷設されるバラスト軌道区間の 3 地点において、小型 FWD 試験および簡易動的コーン貫入試験により砂路盤の路盤剛性を測定した。図 1 に示す粒度分布より、砂路盤は東北 5 号珪砂に近い粒度分布であった。試験用バラストは後述する実物大試験で用いたバラストである。測定の結果、小型 FWD 試験から求めた K_{30} 値の平均値は 146 MN/m^3 と前述した路盤剛性を満足するが、簡易動的コーン貫入試験から求めた K_{30} 値の平均値（深さ 50cm まで）は 42 MN/m^3 となり、両試験の推定値が異なる結果となった。これは現地の砂路盤が比較的単一の粒径で構成され、その性質を反映した強度特性によるものと推察される。

3. 路盤材を用いた円柱供試体の繰返し载荷試験

実列車相当の繰返し荷重に対する砂路盤の沈下特性を確認するため、円柱供試体の繰返し载荷試験を行った。砂路盤の材料には 5 号珪砂を用い、比較対象として砂路盤と同等の K_{30} 値となるように密度を調整した真砂土（盛土材料[A 群]）についても同様の試験を行った（図 2 参照）。5 号珪砂の簡易動的コーン貫入試験から求めた K_{30} 値は現地の測定値よりもやや小さく、供試体の境界条件等による影響と考えられるが、真砂土と比較すると相対的に小さな値であった。図 3 に载荷板の最大変位と载荷回数（×10³回）の関係を示す。同図より、 K_{30} 値が同等の真砂土と比較して、

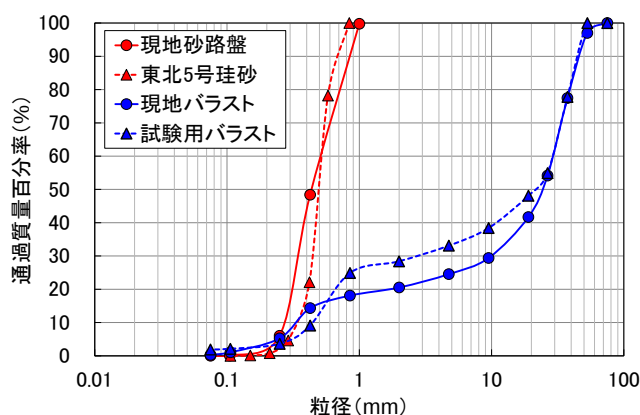


図 1 路盤およびバラストの粒度分布

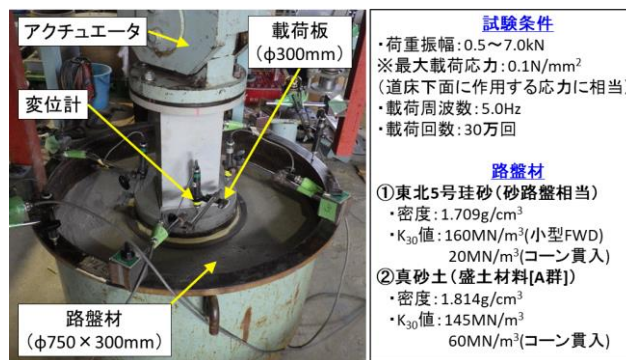


図 2 円柱供試体の概要および試験条件

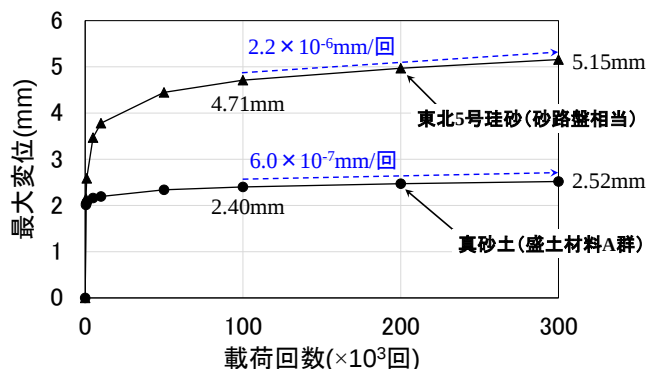


図 3 円柱供試体の载荷試験結果

キーワード SFC てん充道床軌道、繰返し载荷試験、小型 FWD 試験、路盤剛性

連絡先 〒185-8540 東京都国分寺市光町 2-8-38 (公財) 鉄道総合技術研究所 軌道・路盤 TEL 042-573-7276

5号珪砂の30万回載荷時の最大変位は約2倍、10万回以降の最大変位の増分は約4倍となり、相対的に沈下量が大きくなる結果となった。

4. 実物大軌道供試体の繰返し載荷試験

砂路盤上に構築したSFCてん充道床軌道の沈下特性を確認するため、実物大軌道供試体の繰返し載荷試験を行った。図4に実物大供試体の概要を示す。

砂路盤(東北5号珪砂)の密度は1.677g/cm³(相対密度90%,含水比4%)とした。また、小型FWD試験によるK₃₀値は188MN/m³であった。試験用バラストは、新品バラスト、クラッシャランC-30および5号珪砂を所定の質量比で混合することにより現地のバラストを再現し、密度は2.035g/cm³(締固め度90%,含水比3.3%)とした。表1に試験条件、表2にSFCミルクの配合を示す。図5に示すように、SFCミルクはまくらぎ周囲のバラストを掘削した注入孔から自然流下により道床部に注入した。本試験では、まず若材齢における沈下特性を把握するため材齢2時間後に9時間をかけて1500回の繰返し載荷を行った。その後、材齢3日で30万回、材齢21日で散水下(78L,雨量30mm相当)における35万回の繰返し載荷を行った。

図6および図7にまくらぎおよび路盤の最大変位の平均値と載荷回数(回)の関係を示す。材齢2時間以降の載荷において、まくらぎの最大変位は0.41mm、残留変位は0.33mmとなり、初期沈下量は微小であることを確認した。また、材齢3日の30万回載荷において、まくらぎおよび路盤の最大変位の増加は僅かであり、最大変位はまくらぎ0.55mm、路盤0.31mmであった。3章の結果から砂路盤上における軌道の沈下量は大きくなると想定されたが、本実物大試験の条件では軌道は殆ど沈下しない結果となった。さらに、散水下での35万回載荷における最大変位はまくらぎ0.67mm、路盤0.47mmであり、軌道の沈下量は1mm以下となり噴泥等を生じないことを確認した。

5. まとめ

実物大試験より、砂路盤上におけるSFCてん充道床軌道の沈下特性を確認した。今後は路盤改良の方法や営業線での試験施工へ向けた検討を行う。

参考文献

1) 湧上翔太, 中村貴久, 高橋貴蔵, 桃谷尚嗣: 細粒分含有率が高いバラストを活用したてん充道床軌道に関する研究, 舗装工学論文集, 73巻, 3号, pp. 179-187, 2017
2) 公益財団法人鉄道総合技術研究所編: 鉄道構造物等設設計標準・同解説-土構造物-, 2015. 6

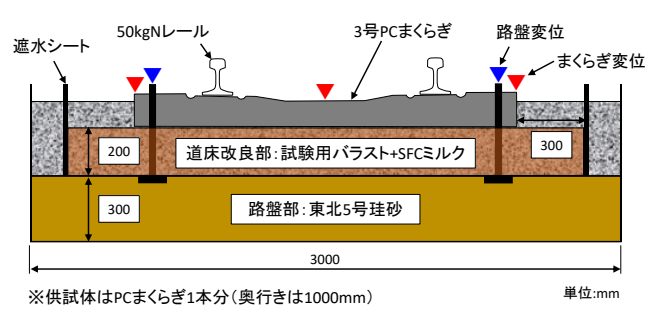


図4 実物大供試体の概要

表1 試験条件

試験ケース	SFC ミルク 材齢	散水	荷重振幅(kN)	載荷周波数(Hz)	載荷回数
CASE1	2 時間	—	5~100	10	1500 回*
CASE2	3 日	—	5~100	10	30 万回
CASE3	21 日	○	5~100	10	35 万回

※100 回×3h+200 回×6h=1500 回 /9h

表2 SFC ミルクの配合

水セメント比 (%)	超微粒子 セメント(kg)	硬化材 (kg)	分散剤 (kg)	水 (kg)	遅延剤 (kg)
80	20	5.15	0.19	20.15	0.155

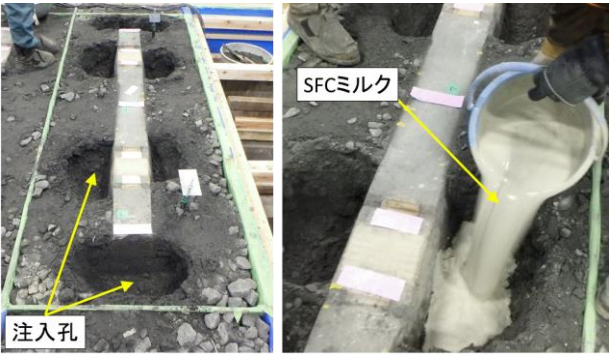


図5 道床部へのSFCミルクの注入状況

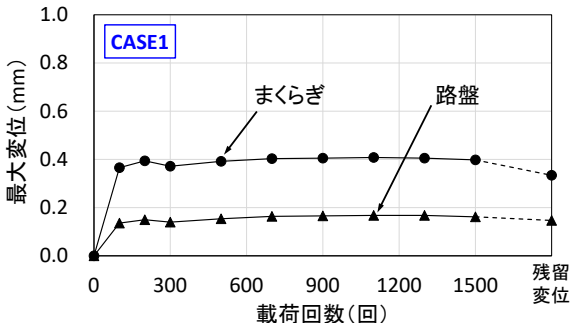


図6 材齢2時間以降における載荷試験結果

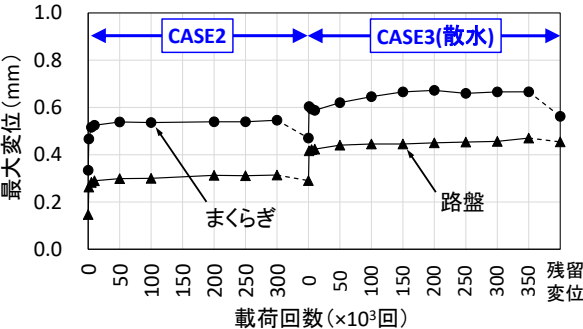


図7 材齢3日以降における載荷試験結果