

表面含浸材を用いた鉄道用軌道スラブの凍結融解抵抗性向上に関する検討

公益財団法人鉄道総合技術研究所 正会員 〇高橋成汰，高橋貴蔵，北条優

1. 目的

スラブ軌道は，レールを固定した軌道スラブと称されるコンクリート版をてん充層で支持する軌道構造である．寒冷地に敷設されている一部の軌道スラブでは，図 1 に示すようなスケーリング等の劣化が生じている．軌道スラブの交換は夜間の限られた時間の中で行う必要があり，施工コストが高くなる傾向にあることから，劣化の進行を抑止し，軌道スラブを継続して使用することが望まれる．そこで，現地から撤去した軌道スラブに対して表面含浸材を塗布し，凍結融解試験を実施することで劣化抑制効果について検討を行った．

2. 試験方法

凍結融解試験には軌道スラブ（4950×2340×190mm）から切り出した角柱供試体（以下，「供試体」とする）を用いた．供試体の条件を表 1 に示す．供試体の寸法は 100×100×400（S1）と 100×85×400mm（S2）の 2 種類である（図 2 参照）．供試体の切り出し位置は図 3 の通り，軌道スラブ上面と切断面（スケーリングのはつり面を想定）とした．S1 については，供試体を横断する 2 本の鉄筋が供試体中心からそれぞれ 80mm の位置にあり，鉄筋のかぶりは 30mm である．S2 については，供試体内部に長手方向の鉄筋を含まないようにするため幅を 85mm とした．なお，S2 には横断する鉄筋が含まれていない．

40℃の恒温槽に供試体を 5 日間保管した後，表面含浸材を塗布しない 5 面をエポキシ樹脂でコーティングした．表面含浸材を塗布した面は，実際の施工手順を想定して，S1 に対して上面，S2 に対して切断面をディスクサンダーで 1~2mm 程度研磨した面とした．表面含浸材の種類はシラン・シロキサン系含浸材（以下，「シラン系」とする）および反応型けい酸塩系含浸材（以下，「けい酸塩系」とする）とした．No.1，2，4，5 にはシラン系，No.6 にはけい酸塩系を用い，No.3 は無塗布とした．なお，No.2 で塗布範囲を半面としたのは，無塗布範囲の影響と塗布境界部の影響を確認するためである．また，表面含浸材の塗布量は各材料の標準量（シラン系：350g/m²，けい酸塩系：150 g/m²）を基本とし，シラン系については，塗布量と性能の関係を把握するため，標準量の約 1.5 倍となる 500g/m² を塗布した条件でも検討を行った（No.5）．けい酸塩系の塗布は，コンクリート表面を湿潤させた後に実施し，塗布後は材料を定着させるため，供試体表面に散水して養生した．

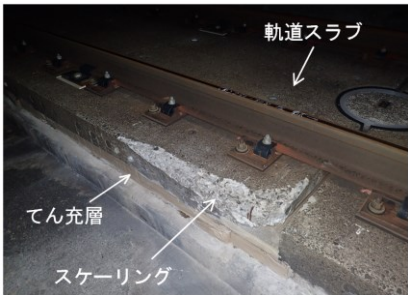


図 1 軌道スラブの劣化状況の例

表 1 角柱供試体の条件

No.	供試体 種別	塗布範囲	表面含浸材 の種類	塗布量 (g/m ²)
1	S1	上面全面	シラン系	350
2		上面半面		350
3	S2	切断面	—	—
4			シラン系	350
5				500
6			けい酸塩系	150

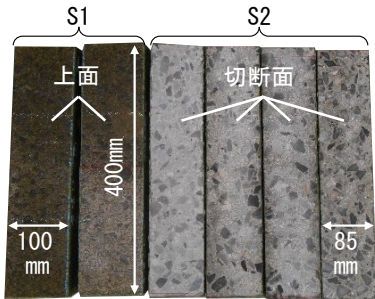
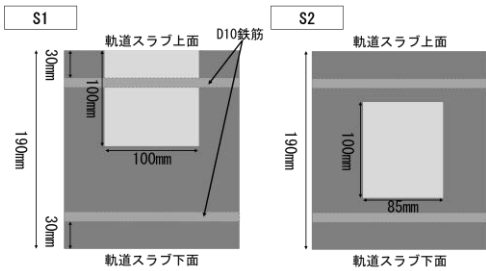
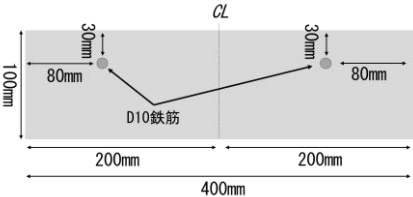


図 2 角柱供試体の外観図



(a) 断面図（供試体短手方向）



(b) 断面図（S1 供試体長手方向）

図 3 供試体の切り出し位置

キーワード スラブ軌道，軌道スラブ，凍結融解，表面含浸材，劣化抑制効果

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 軌道技術研究部 軌道・路盤研究室 TEL042-573-7276

凍結融解試験は、軌道スラブが敷設されている環境を考慮して気中凍結水中融解試験とした（JIS A1148（B 法））。表面含浸材を塗布した3日後から3日間の水中養生を行った後、凍結融解試験を開始した。供試体の試験槽内への置き方は、図4に示すように軌道スラブ上面を試験対象とする No.1～2 については上面が水平となるように横置きにし、No.3～6 については、試験槽のスペースを考慮して切断面が垂直となるように縦置きとした。

軌道スラブから採取したコンクリートコアの圧縮強度（3本の平均）は 52.0N/mm^2 であり、設計基準強度である 40 を上回っていた。また、中性化深さ（3本の最大値）は 0.4mm であり、中性化はほとんど進行していなかった。また、リニアトラバース法（ASTM C457）に準拠して測定した気泡組織を示す。一般的に耐凍害性を有していると判断される気泡組織であった¹⁾。

3. 試験結果と考察

気中凍結水中融解試験で得られた相対動弾性係数および質量減少率の結果を図5に示す。

図5(a)より、上面全面にシラン系を塗布した No.1 では質量減少率に変化はなく、半面に塗布した No.2 では質量が増加した。シラン系が塗布されていない面で吸水されたためと考えられる。次に、切断面にシラン系を塗布した No.4 および No.5 では、質量減少率に変化はなく、含浸材を塗布していない No.3 およびけい酸塩系を塗布した No.6 では凍結融解試験開始後から質量が増加した。要因として、表面含浸材が塗布されていない面およびけい酸塩系が塗布された面で吸水されたことが考えられる。なお、No.3 の質量が凍結融解回数 240 回以降で減少したのはスケーリングが進行したためである。

図5(b)より、試験期間中の質量に変動がない No.1, No.4 および No.5 は相対動弾性係数が低下せず、高い凍結融解抵抗性を有していることが分かった。特に、切断面の塗布量を 1.5 倍程度に増やした No.5 の相対動弾性係数は標準量を塗布した No.4 よりも大きくなり、軌道スラブに対して凍害の進行を遅らせる効果が高い可能性がある。上面の半分にシラン系を塗布した No.2 および切断面にけい酸塩系を塗布した No.6 については、凍結融解回数 180 回以降で相対動弾性係数が低下した。

4. まとめ

検討の結果、軌道スラブの劣化抑制方法として、表面含浸材が有効であることを確認した。得られた知見は以下の通りである。

- ・凍結融解試験の結果、シラン系の塗布範囲を上面の半分とした No.2 では、相対動弾性係数が低下したことから、スケーリングが生じている軌道スラブに対しては、表面全体に表面含浸材を塗布した方が効果が高いと考えられる。
- ・スケーリングが生じている箇所については、劣化部をはつり取った後にシラン系を塗布することで劣化の進行を抑制できる可能性が示唆された。さらに、塗布量を標準量の 1.5 倍とした No.5 では、凍結融解抵抗性が向上したことから、特にスケーリングが著しい軌道スラブのはつり箇所については、塗布量を標準量の 1.5 倍程度まで増やすことで、劣化の抑制効果がより高くなると考えられる。

参考文献

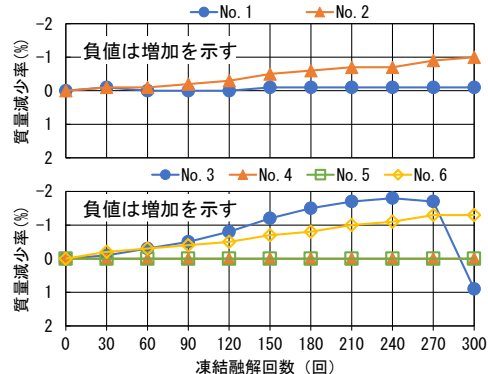
- 1) 長谷川寿夫，藤原忠司：コンクリート構造物の耐久性シリーズ 凍害，技報堂，pp.65-66（1988）



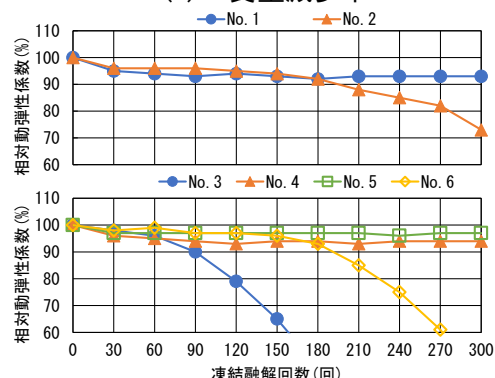
図4 凍結融解槽内の供試体の状況

表2 気泡組織

空気量(%)	気泡間隔係数(μm)
3.6	198



(a) 質量減少率



(b) 相対動弾性係数

図5 気中凍結水中融解試験の結果