

IV-241

路盤噴泥防止と軌道変位について

J R 北海道 正会員

高橋 光昭

板東 茂巳

1. はじめに

在来線有道床区間における路盤噴泥は、荷重条件(通過トン数、列車速度、列車荷重、道床状態等)と路盤条件(土質、排水状態、支持層、地下水位等)により大きく異なる。北海道における路盤噴泥は、冬期間に発生する凍上現象の一因となるが、列車回数・通過トン数が比較的少なかったために大きな問題とはならなかった。しかし近年、貨物列車の編成両数の増加、旅客列車の速度向上、運行回数の増加に伴い、主要幹線における軟弱地盤の路盤噴泥が顕著になってきた。路盤とは、列車荷重を支持する地盤の表層等をいい、列車通過の際に発生する列車荷重をレール・マクラギ・道床等を介して支持する層であるため、最大の列車荷重に抵抗するだけの支持力、振動値を有している必要がある。以下に路盤噴泥対策として講じてきた合成ゴムシートと樹脂注入による噴泥防止工法の提案と、施工による軌道変位について報告する。

2. 噴泥防止工法の施工について

江差線の路盤噴泥は、改良工事の際に路盤上層部を除去した箇所排水機能が低下して常時溜水状態となったため、激増した列車荷重によりレキ混粘性土層がポンプアップしたものである。レキ混粘性土の物性値は、N値が0~3、自然含水比が60~100%、一軸圧縮強さ1~6 tf/m²程度と、かなり軟弱な路盤である。従来施工してきた工法は、高含水状態の粘土層を除去した後にサンドシートで置換し、更に上層の道床を交換するものであったが、路盤噴泥を抜本的に解決することは極めて困難であった。

(1) 合成ゴムシートによる工法

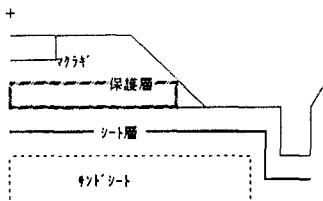
合成ゴムシートによる工法は、従来のシート工法のシート層及び保護層の材質を改良し、ジョイント部での処理方法に改良を施したものである。

<シート層の物性測定値> (※は老化前)

<施工概要>

- 路盤上層の置換厚; 100mm
- サンドシート厚; 80mm
- 合成ゴムシートサイズ; 10,000mm×6,000mm×1.5mm
- シート材質; 加硫系合成ゴム(エチレン・プロピレン、ジエチレン等)
- ジョイント処理形状; 二重折り
- ジョイント処理; 合成ゴム材のジョイントテープ貼付
- 保護層の材質; 合成繊維質(厚さ20mm)

物性値項目	単位	測定値	比較値(JNR)
厚さ	mm	1.5	1.0以上
引張強さ※	kgf/cm ²	200	130以上
伸び※	%	540	500以上
永久伸び	%	23	10以上
引裂強さ	kgf/cm	36	27以上
吸収率	%	0.5	5以下
耐寒性	℃	-40	-20以下

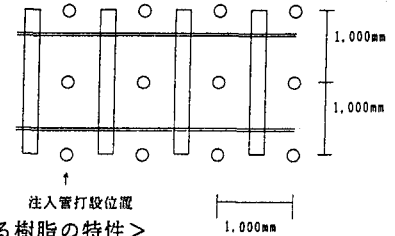


列車間合いでの施工時分が90分程度であることから、1ブロック長を10mとし、接続箇所の端部処理には即乾性に優れている防水性接着剤を使用した。合成ゴムシートは、軟弱地盤上に造成する貯水池のライニング材や、ダムの壁面処理・ジョイントの接合部に使用されており、耐久性に優れていることから多くの実績を有している。

(2) 樹脂注入による工法

上述の合成ゴムシートによる工法は、道床及び路盤を事前に除去するために、列車の間合いと多くの人力を確保する必要があり、またシート層や保護層が特異な使用方法であることから、多額の工事費を要してい

る。このため、上述作業の簡素化・機械化と経費の節減を目指した新しい工法の検討を行った。道床状態が不良でない場合に、前後左右1 mピッチで鋼管製の注入管を道床下面まで打ち込み、発砲ポリウレタン系樹脂液を注入することで、シート層と同位置に遮水層を形成できるものと考えた。



＜施工仕様＞

- 注入管の打ち込み深さは、道床厚程度とする。
- 注入管の材質は直径19 mmの鋼製とし、先端部を45度にカットする。
- 樹脂濃度は30%（配合比は水2：樹脂液1）とし、注入量は8 kg/m²とする。
- 樹脂注入には攪拌機能のある注入器及び高圧ポンプを使用する。

＜試験結果による樹脂の特性＞

- ◎形成膜厚は15 mmである。
- ◎樹脂液の損失率は約30%である。
- ◎路盤面における発砲倍率は1.6倍程度である。
- ◎樹脂膜の浸透拡散面積は直径800 mm～1,000 mmではほぼ円形に形成される。
- ◎硬化時間は外気温10℃で700秒、20℃で350秒、30℃で250秒であった。

今回使用した樹脂の材質は水溶性がよく、水と化学反応後にハイドロゲル化となるが、水に再溶解しない。またハイドロゲル化したポリマーは低分子状態で残存し、外的影響以外に流出等の変形は殆どなく、さらに耐久性に優れたゴム状弾性体に変態した樹脂層は、土粒子への付着性・有害性・安全性に優れている。

3. 軌道変位の試験結果について

上述の2工法施工箇所における高低軌道狂い量と最大上下加速度の関係は、シート工法が最も良好な状態を維持している。回帰直線で比較すると以下の通りとなる。

未施工箇所； $Y = 0.125X - 0.24$

シート工法箇所； $Y = 0.086X + 0.16$

樹脂注入箇所； $Y = 0.101X + 0.19$

相関係数は、各工法とも0.6～0.8と良好であるが、路盤の形状・材質の差異により、上部構造の動的変位に大きな影響を与えるものではないことが判る。

通過トン数当たり軌道狂い進み量と路盤最大上下変位の関係を見ると、路盤噴泥箇所を放置した場合は、シート工法等の処置を施した場合に比べて約2倍の速度で悪化することが判る。

4. まとめ

今回の路盤噴泥防止工法は路盤上面に遮水層を形成し、軌道の悪化を抑止することができた。また施工後の路盤の変形や軌道狂い量の増大を、放置した場合の1/2程度に維持できること等の性能確認ができた。今後、樹脂注入による工法の再改善、深度化を図るとともに、時間効果の高い施工方法を構築すべく努力したい。

