

突起部ウレタン樹脂注入法についての一考察

大鉄工業株式会社 正会員 ○赤星 峻太
大鉄工業株式会社 中澤 孝典

1. はじめに

スラブ軌道とは路盤コンクリート上に軌道スラブと呼ばれるコンクリート製の板を設置し、その上にレール敷く構造である。明かり区間において、路盤と軌道スラブの間に緩衝材として打設されるのがセメントアスファルトモルタル（以下 CA モルタル）、突起部と軌道スラブの間に緩衝材として打設されるのがウレタン樹脂である。

今回は突起部ウレタン樹脂注入において、北陸新幹線 金沢延伸（金沢工区）での従来工法と今回の加賀軌道敷設他（加賀工区）での新しい施工法を比較しながら問題点・対策・施工結果等について、以下に考察する。

2. 従来方法での施工実績

従来の施工方法では、まず上部が空いている袋（以下、オープン式袋）の設置を行う。（写真-1）

人力にて主剤・硬化剤を容器に入れ、固定されたミキサーで 3 分程度攪拌を行い、注入用バケツに移し変え運搬し、樹脂をオープン式袋に流し込んでいく。一次注入後、しばらく置いた後、二次注入を行う。カントのある曲線区間については二次注入後、ヘラ等で傾斜面の成形をする。

施工実績としては、直線区間で 1 日 40 突起、曲線区間については 1 日 10～20 突起程度であった。このように直線区間とカントのある曲線区間では施工数量に差があり、CA モルタル打設グループと施工箇所が開いてしまい、通常 CA モルタル打設の 7 日後に行っているスラブ板上へのレール載荷が遅れるなど、計画通りの工程管理ができなくなる場面もあった。



（写真-1）オープン式袋設置状況

3. これまでの課題と対策（変更点）

従来工法では注入袋貼り付けでの接着剤の塗布や主剤・硬化剤の混合、注入箇所までの運搬といった人力による作業に時間を多く要していた。そこで袋の形状の変更や機械の導入等を行い、作業時間の短縮を図った。

対策については以下の通りである。

（1）袋の変更

今回は上部が閉まっている袋（以下、クローズ式袋）に変更した。（写真-2）。クローズ式袋の上部に注入口を設けることで樹脂を圧入することが出来るようになった。これにより樹脂が均等に袋内部隅々までいきわたるようになり、カントのある曲線区間でも二次注入や斜面形成の必要がなくなった。また、生地については、突起側は樹脂が染み出し、スラブ板側は樹脂が染み出さない生地にする事により、接着剤を塗布する必要がなくなった。



（写真-2）クローズ式袋設置状況

（2）機械の導入

今回導入した機械について、1 つ目は投げ込み式ドラムヒーターを導入することにより、低温時（材料温度 20 度を下回る場合）において樹脂材料温度を 35～40 度に保つことで、流量・圧力異常等のトラブル防止を図ることが出来た。



（写真-3）自動混合機

2 つ目は自動混合機（写真-3）を導入することにより、制御盤にて主剤・硬化剤のポンプ流量（主剤：硬化剤＝4：1）の配合割合を自動管理出来るようになった。また、圧力異常時にはブザーが鳴りポンプ停止、流量異常時にはブザーが鳴り異常を知らせるようになった。これらにより、硬化剤の入れ忘れや配合不良等による硬化不良はなくなった。

キーワード 北陸新幹線, ウレタン樹脂, コスト削減, 工期短縮, 先端混合, 機械導入

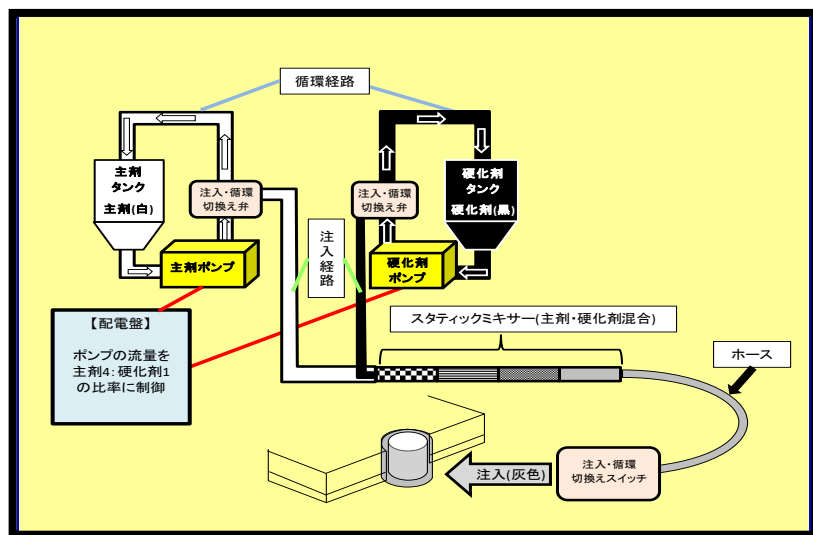
連絡先 〒532-8532 大阪市淀川区西中島3丁目9番15号 大鉄工業（株）線路本部 TEL 06-6195-6126

(3) 樹脂混合について

従来の施工方法では固定されたミキサーにより樹脂を混合していたが、今回の施工ではスタティックミキサーを採用し、主剤と硬化剤を別々の循環経路(図-1)により送り込み主剤と硬化剤が混合機のスタティックミキサーを通過するだけで混合可能な構造とした。これにより樹脂の攪拌不良が発生しなくなった。

(4) 樹脂の色相変更

主剤を黒色から白色にすることで、硬化剤の黒色との樹脂の混合状態が目視により確認することが可能となった。



(図-1) 自動混合器の注入経路について

施工段階では初流を別容器で確認することで、まだら模様が出た場合や粒状に硬化剤が点在して流れの筋が不均一となった場合、混合不十分であると判断出来るようになった。

(5) 樹脂混合機からの注入ホースの導入

樹脂混合機から注入ホース(5m)を使用することで、車両の1移動につき3突起分の注入が可能となり、注入用バケツを運搬する作業員が不要となった。また、クローズ式袋上部の注入口からホースにて直接注入することにより、樹脂でスラブ板上を汚すことが少なくなった。

4. 施工結果

これらの変更点により、直線区間・曲線区間にかかわらず、1日50突起の施工を可能となり、袋設置においても20分程度かかっていたものが5~7分程度での取付けが可能となった。また、攪拌不良も今のところ発生していない。

施工日数について、今回の加賀工区の線形にて計算してみると、従来の施工方法より直線区間で4.59日、曲線区間については70.19日の短縮となり、合計で約75日の短縮が可能と考えられる。(図-2)

作業員について、従来の施工方法ではユニモグ運転者抜きで10名体制、今回では6名体制での施工が可能となった。先ほどの施工日数から、作業員1,008名の削減になると考えられる。

最後にコスト面について、人件費については約2,100万円削減、材料費は突起袋改良・樹脂量増等で約900万円増になった。また、機械賃料等が約300万円増となり、トータル約900万円の減少という算出結果となった。(図-3)

5. まとめ

今回の袋の変更により、カントが200mmある曲線区間でも直線区間と同様に安定して1日50突起施工可能となり、工程を管理しやすくなった。

今回の北陸新幹線 加賀工区では、加賀トンネルを除く明かり区間において曲線区間が全体の約72%を占めているため、施工日数、作業員、コスト削減の面について今回の施工方法はとても有効であると考えられる。また、工区内における曲線区間の割合が何%から有効であるかを算出したところ、20%以上で有効であるという計算結果が出た。

	直線区間	曲線区間	合計
従来	22.95日	116.98日	139.93日
今回	18.36日	46.79日	65.15日
差	△ 4.59日	△ 70.19日	△ 74.78日

計算条件 (従来…直線 40 突起/日、曲線 20 突起/日)

(今回…直線 50 突起/日、曲線 50 突起/日)

(図-2) 施工日数の比較図

	施工日数	人件費	材料関係
従来	140日	約 2,900万円	約 2,800万円
今回	65日	約 800万円	約 3,700万円
差	△ 75日	約 △ 2,100万円	約 900万円

(図-3) コスト面の比較図