

路面電車の軌道周辺に適用された車道用 自然石ブロック舗装の施工

新潟県土木施工管理技士会

大成ロテック株式会社 中部支社

係長

福里次康[○]

Tsugiyasu Fukusato

課長代理

米林博己

Hiroki Yonebayashi

課長代理

岩野智

Satoru Iwano

1. はじめに

富山城周辺のまちづくり景観整備事業において、路面電車環状線（セントラム）が37年ぶりに復活し、路面電車の軌道部を含む周辺の車道部表層に自然石ブロック舗装が適用され、当社工法であるCAモルタル充填式の自然石ブロック舗装（以下、インジェクト工法）が採用された。

インジェクト工法とは、自然石ブロック舗装のブロック下層にCAモルタル（以下、ベースファルト）を充填した支持層（以下、インジェクト層）を構築することで、大型車両の走行にも耐えうるブロック舗装を構築する自然石ブロック舗装工法である。

従来のブロック舗装（自然石を含む）は、歩道あるいは軽交通用舗装として適用されてきたが、景観舗装の普及にともない一般車道へ適用する機会が増加している。しかし、歩道の場合と同様に空練りモルタルの上にブロックを並べる従来工法では、車両の繰返し荷重や衝撃荷重に対し耐久性が不十分なため、貨物車両が通行したり、小型でも交通量が多い道路では早期に破壊する事例が顕在化している。従来のブロック舗装工法とインジェクト工法を比較した断面例を図-1に示す。

本文は、路面電車の軌道周辺部におけるインジェクト工法による車道用自然石ブロック舗装の施

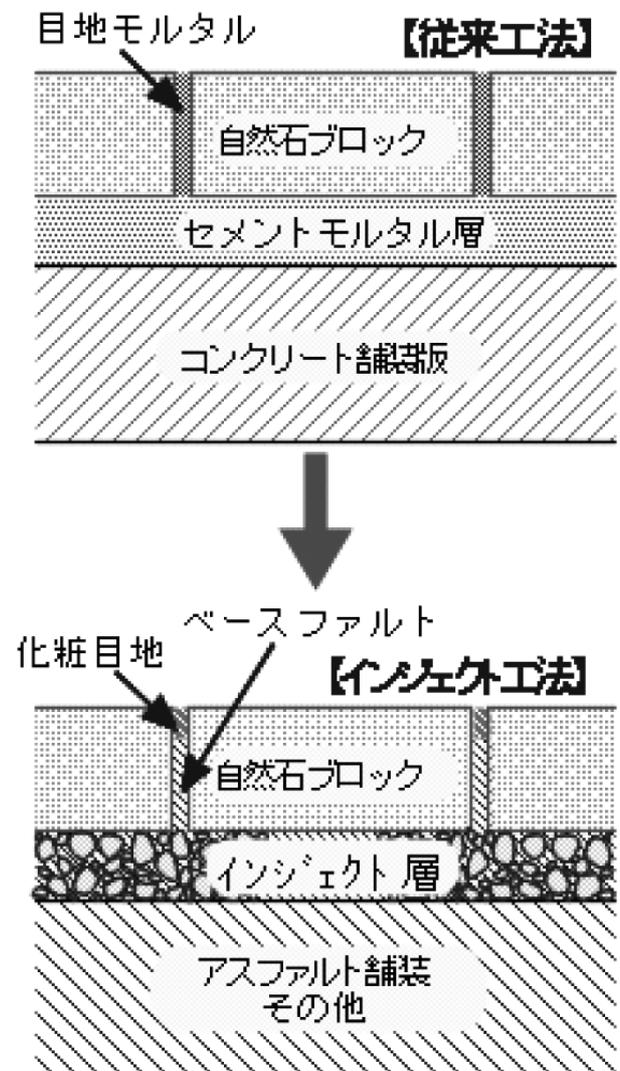


図-1 従来工法とインジェクト工法の比較

工に際し、ベースファルトの配合検討による作業性向上など、施工における品質管理結果を報告する。

2. 工事概要

- ・工事名：富山都心線軌道路盤設置工事
(その1～その4工事)
 - ・工事場所：富山市大手町地内
 - ・発注者：富山市
 - ・工期：平成21年8月17日～
平成21年12月22日
(インジェクト工法施工：9月～12月)
 - ・施工面積(インジェクト工法) = 約3,600㎡
 - ・幅員：軌道部 = 0.56m、車道部 = 4.0m
 - ・横断勾配：軌道部 = 0%、車道部 = 2%
 - ・縦断勾配：0.5%
 - ・自然石ブロック寸法：18.5cm 角、厚さ 6 cm
 - ・インジェクト層の厚さ：3 cm
- 着手前の現地状況を図-2に示す。



図-2 着手前の現地状況

3. ベースファルトの配合と施工上の問題点

(1) ベースファルトのタイプと配合

インジェクト工法に用いるベースファルトには、即日交通開放(材齢3時間程度以上)が可能な速硬タイプと、養生時間(1～3日程度)がとれる

場合に適用する普通タイプの2種類がある。

当該工事箇所は、ほとんどの区間が交通規制範囲にあり、養生時間を確保することができるため、交差点部などを除き普通タイプで施工した。よって、普通タイプの施工管理について報告する。

インジェクト工法の強度発現によるタイプ別施工量の内訳を表-1に、普通タイプベースファルトの標準配合を表-2に示す。

表-1 インジェクト舗装工の強度発現タイプ内訳

工種	強度発現	施工面積(㎡)
石張り舗装(車道・電車軌道)	普通タイプ	3,520
" (交差点・乗入れ部)	速硬タイプ	80

表-2 普通タイプベースファルトの配合

配合種別	特殊セメント	特殊乳剤	添加水	合計
	BF-R	PM-H		
1,000㎡当たり	802kg	482kg	241kg	1,525kg
現場配合 (1ハッチ)	30 kg (1袋)	18 kg (1缶)	9 kg	37kg

(2) 普通タイプの施工上の問題点

低温環境下の普通タイプベースファルトは、硬化までに丸一日程度かかる。本工事では施工時期が冬季にかかるため、施工性等を確認することを目的に、本施工箇所と同様の試験施工ヤード(横断勾配2%、幅員4m)を作製(図-3参照)して、普通タイプのベースファルトの充填試験を行った。その結果、以下の問題が明らかになった。

① 勾配下側からの流出

普通タイプのベースファルトは、速硬タイプと比べて粘性が低く、流動性が高いため、勾配下側から溢れ出しやすくなる。

② 材料分離

粘度増加(以下、ゲル化)するまでの時間が長いため、勾配下側に分離したアスファルト乳剤が溜まる傾向がある(図-4参照)。



図-3 幅員を分割した試験施工の状況

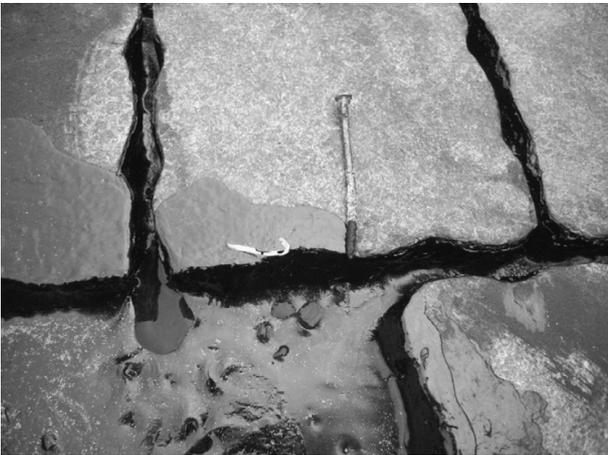


図-4 勾配下方の材料分離状況

これらの問題の解決策として、幅員4mを2分割して充填・仕上げするなど、施工方法からも検討したが、施工効率が大幅に落ちることが予想された。そこで、普通タイプベースファルトの性状を改善し、ゲル化の時間を早めて、速硬タイプと同程度の施工性を確保するため、添加剤の適用など、配合検討が急務となった。

4. ベースファルトの施工性改善

(1) 添加剤による性状改善の検討

普通タイプベースファルトの性状を改善し、充填後のゲル化を促進するため、数種類の添加剤について混合試験を行った結果、市販のセメント急結剤（以下、急結剤-M）を選択した。

ここで、室内試験による急結剤-MをC×1.5%

添加した配合および無添加（標準配合）の材齢と圧縮強度の関係を図-5に示す。

図より、弱材齢（3日程度まで）において、急結剤-Mの有無で強度発現に大きな差が出ていることが分かった。

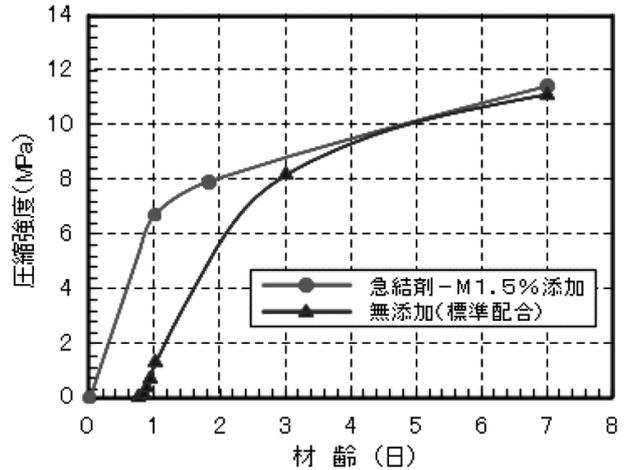


図-5 ベースファルトの強度試験結果

(2) 添加剤による施工性改善の検討

急結剤-Mを添加したベースファルトの配合を表-3に示す。

ここで、添加率2.5%では、添加直後からゲル化が生じ充填不可能となった。これに対し、添加率1.5%では、速硬タイプに近い流動性が得られ、充填性を確保することができた。

そこで、添加率1.5%の配合で2回目の試験施工を行った結果、ゲル化の時間促進により勾配下側からの流出が抑制でき、良好な作業性が得られた。また、硬化時間も早くなり、材料分離の改善が確認された。

表-3 試験施工でのベースファルト配合

急結剤-M添加率(C×%)	2.5	1.5
急結剤-M添加量 (kg)	0.75	0.45
特殊セメント BF-N (kg)	30(一袋)	
特殊乳剤 PM-T (kg)	18(一缶)	
添加水 (kg)		
Pポートフロー値(秒)	14.8	11.7

(3) ベースファルトの混合手順

室内における試し練りによる確認試験において、急結剤の添加時期を特殊セメント混合後とすると、混合むらにより過剰なゲル化を生じることが確認されたため、急結剤は添加水に直接混合した後、その他の材料を投入・混合することにした。

ベースファルトの混合手順を図-6に示す。

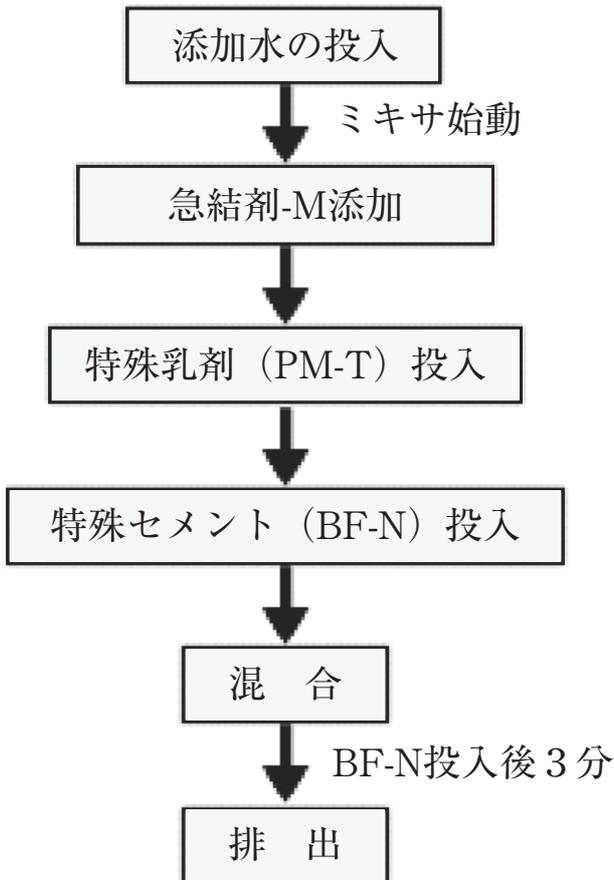


図-6 ベースファルトの混合手順フロー

以上の結果から、急結剤の添加率は1.5%を基本とし、現場での練り上がり温度や流動性を確認しながら、添加量を微調整していく方向で本施工に臨むことにした。

5. 本施工の結果

(1) 急結剤の添加率調整

本施工では、急結剤の添加率1.5%では充填作業中にゲル化が進み、可使時間が不足したため、1.25%に添加率を下げることで可使時間を確保し

た。このことから、急結剤添加時の留意点として、材料の温度や気候によりゲル化の時間が異なるため、常に注意深く観察を行い、添加量を微調整する必要があることが挙げられる。



図-7 自然石ブロックの据付け (横断舗装部)



図-8 ベースファルト充填状況

(2) 日々の作業工程

北陸地方特有の変りやすい天候の中での施工となり、特に夕方からの降雨が多く、自然石ブロック据付終了箇所への雨の浸透が懸念された。そのため、ブロック据付作業を終えた箇所はその日のうちにベースファルトを充填し、日々の施工範囲をその日のうちに仕上げることにした。この結果、当該工事における日施工量は、おおよそ60m²/日となった。

(3) 景観性について

当該工事では、外側線、中央線および横断歩道などが、塗料ではなく、白色の御影石により明示されており、美しい景観が得られている。



図-9 白御影石による路面表示

6. おわりに

普通タイプベースファルトに急結剤を添加することで良好な作業性（充填性と分離の抑制）を確保することができた。また、日々の施工量も幅員4mを1度に施工することが可能となり、工期を遵守することができた。

発注者や地元住民からの注目が集まる中での工事であったが、美しい仕上がりが得られ、当社の自然石ブロック舗装の技術を大いにアピールすることができたものと考えている。



図-10 完成（ライトレール試験走行）