

P Cグラウトの注入実験（その1） - 部分モデルによる充填性確認結果 -

P C 建設業協会 正会員 ○ 亀山誠人
 日本道路公団 静岡建設局 正会員 青木圭一
 日本道路公団 技術部 大城壮司
 P C 建設業協会 正会員 高木康宏

1. はじめに

プレストレストコンクリート（P C）橋のグラウトは、P C鋼材の防錆およびコンクリートとの一体性を確保するために重要な要素である。しかし、その充填性に関しては世界的に課題となっているのが現状であるが、系統立てた詳細な検討が行われていない。そこで、(1)ケーブル定着部付近の充填性に着目した部分モデルの充填性、(2)長大ケーブルの注入方法における充填性を確認する基礎的実験を行い、さらに、これらを踏まえて、実物大（100m）グラウト注入実験を行った。このうち、本報告では基礎的実験によるグラウト充填性の確認結果について述べる。なお、今回の実験で対象としているケーブル構造は、ドイツなどの規準¹⁾からウェブ内にはP C鋼材を配置せず、床版内に直線配置されたケーブル構造である。

2. グラウト材料適性試験

2.1 試験概要

試験体諸元を表-1に、試験体形状を図-1に示す。原則として、下り勾配のグラウト注入は行わないが、定着部は定着縁辺を確保するために、下り勾配となる可能性がある。そこで、本試験では全体的に2.5%の下り勾配で直線配置する形状とし、さらに定着部付近は5度の下り勾配を有する形状とした。また粘性およびシース空隙率を変化させ、それらが注入状況および充填度に及ぼす影響を確認することとした。注入には電動グラウトポンプを使用し、全排出口からのグラウトの排出および閉塞後、注入時の最大圧力まで再加圧した。

2.2 試験結果

代表例として、写真-1,2に高粘性および超低粘性の注入状況、写真-3に空隙状況を示す。高粘性および低粘性は、先端に20～50cm程度の勾配区間を有する状態を維持して充填された。超低粘性（φ75）は、勾配区間は長くなったものの、同様な流れ状態で充填された。また、グラウト硬化後において試験体頂部に空隙が確認されたが、シースのリブ頂部付近に若干の空

表-1 材料適性試験体諸元

試験体 記号	ケーブル		ポリアレン製シース		空隙 面積 (mm ²)	空隙率 (%)	グラウト 材料	流下時間 1 (sec)
	種別	断面積 (mm ²)	呼び径 φ	断面積 (mm ²)				
1-H-13	12S12.7	1184.5	70	3848.5	2644.0	69.2	高粘性	17.4
1-H-15	12S15.2	1664.4	80	5026.5	3362.1	66.9	高粘性	
1-L-13	12S12.7	1184.5	70	3848.5	2644.0	69.2	低粘性	12.0
1-L-15	12S15.2	1664.4	80	5026.5	3362.1	66.9	低粘性	
1-SL-13	12S12.7	1184.5	70	3848.5	2644.0	69.2	超低粘性	3.2
1-SL-15	12S15.2	1664.4	80	5026.5	3362.1	66.9	超低粘性	
1-SL-15T	12S15.2	1664.4	75	4417.9	2753.5	62.3	超低粘性	

1: JP ロートを使用した流動性試験結果、規格値：高粘性 14～23sec、低粘性 6～14sec

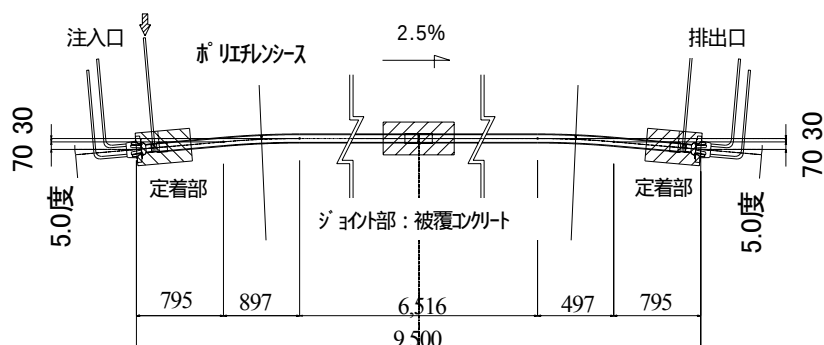


図-1 材料適正試験体形状

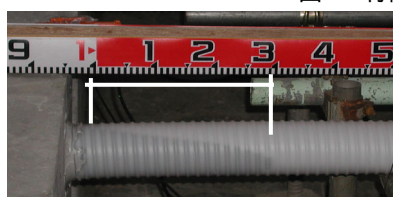


写真-1 高粘性グラウト注入状況

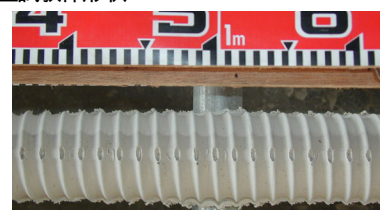


写真-3 高粘性空隙状況

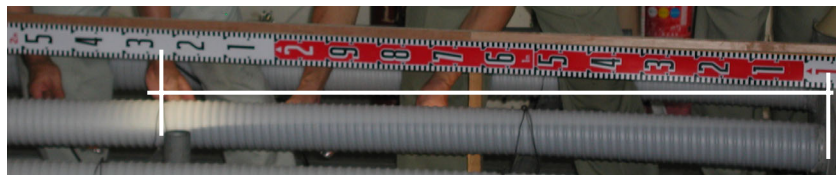


写真-2 超低粘性グラウト注入状況

キーワード：P Cグラウト、粘性、空隙高、ステップバイステップ式

〒329-0432 栃木県河内郡南河内町仁良川 1726 TEL:0285-48-2611 FAX:0285-48-2655

隙が確認されたのみであり、この高さはシースリップ高さ以内で、TR47 規格値²⁾も満足した（図-3 参照）。一方、超低粘性（ $\phi 70, 80$ ）は端部定着体到達まで先流れし、その到達したグラウトが逆流しながら充填された。また、一部にシース内径部にまで及ぶ空隙が確認された。

3. 中間注入口位置特定試験

3.1 試験概要

長大ケーブルのグラウト注入方法として、ステップバイステップ式（流出が確認された中間位置の排出口を注入口として段階的に注入する方式）で注入するのがよいとされている³⁾。本方式において、中間排気口から再注入を行う場合、再注入位置までグラウトが充填されていることが前提であり、その位置は施工性も考慮して配置しなければならない。また、再注入によってホース内などの空気も同時にシース内に注入されるため、この空気の排出も重要となる。そこで、本試験では、中間排気口の位置を 20m 間隔とし、また、中間注入口の 2.0m 先に専用の排気口を設けることとした。グラウト材料は前試験と同一粘性とし、2 種類の試験体を製作した。試験体諸元を表-2 に、試験体形状を図-2（TYPE-1 のみ）に示す。TYPE-1 では、再注入による空気の排出の可否について、TYPE-2 ではグラウト注入停止に伴う排気口内グラウト高の変化に着目し、試験を行った。

3.2 試験結果

TYPE-1 において、再注入による空気は 2.0m 先の専用排気口から排出されることを目視により確認できた。また、硬化後において、材料適性試験同様、高粘性および低粘性では、シースリップ高さ以内の空隙のみ確認された（図-3 参照）。このことより、再注入による空気を含めた残留空気は排出されたものと考えられる。一方、超低粘性では、再注入口から 1 次注入口側（下り勾配側）にシース内径部にまで及ぶ空隙が確認された。

注入時の先端勾配は高・低粘性が 20cm～40cm であり、超低粘性では 70cm～1.5m であった。注入停止後の安定した勾配は、高・低粘性が約 80cm、低粘性が 2.7m であり、いずれのグラウト材料もレベルになることはなかった。

図-4 にグラウト高 - 先端距離関係を示す。TYPE-2 では、グラウト高 1m となるか、グラウト先端が中間排気口より 9m 先に到達するかのいずれかのときに注入を停止した。すべての材料で注入停止後のグラウト先端面が TYPE-2 同様、自立していることが確認できたが、ホース内の残存グラウト高さが下がることを確認された。

4. まとめ

- (1) 粘性が高い材料程、また空隙率が小さい程、グラウトの先流れは少ない。
- (2) 粘性の程度、空隙率の程度によってシース内の残存空隙は大きく変わらず、その量はリップ高さ以内である。
- (3) ステップバイステップ式グラウト注入方法を採用する場合、中間注入口の 2.0m 先に専用の排気口を設けることによって残存する空気を排出することができる。
- (4) グラウト材料で、グラウト注入停止時に、グラウト先端面がある程度の勾配を保って自立していることが確認できたが、ホース内の残存グラウト高さが下がることを確認された。

参考文献

- 1) 青木ら：ドイツの外ケーブルを使用したコンクリート橋に関する指針，プレストレストコンクリート，Vol.42, No.5, pp81-88, 2000, 9
- 2) The Concrete Society(UK)：Concrete Society Technical Report 47，Second Edition, durable post-tensioned concrete bridge 1996, 2002
- 3) 土木学会：コンクリート標準示方書[施工編]，2002

表-2 中間注入口位置特定試験諸元

	試験体長	PC 鋼材	シース		空隙率	縦断勾配
			種類	呼び径		
TYPE-1	12m	12S15.2	ホ ^レ リ ^ン ソ	$\phi 80$	66.9%	0.4%
TYPE-2	44m	12S15.2	塩化ビ ^ニ ル	$\phi 78$	65.2%	0%

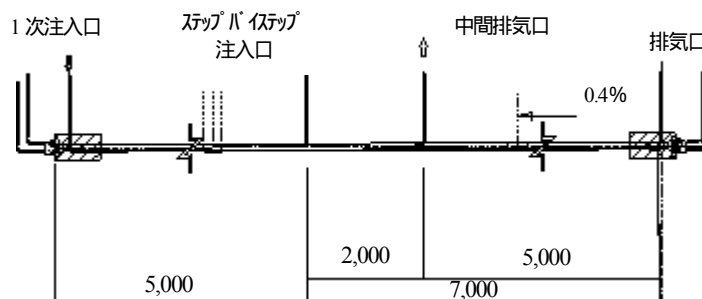


図-2 TYPE-1 試験体形状

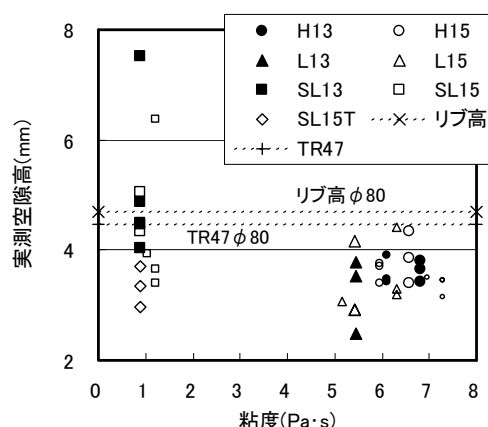


図-3 空隙高計測結果

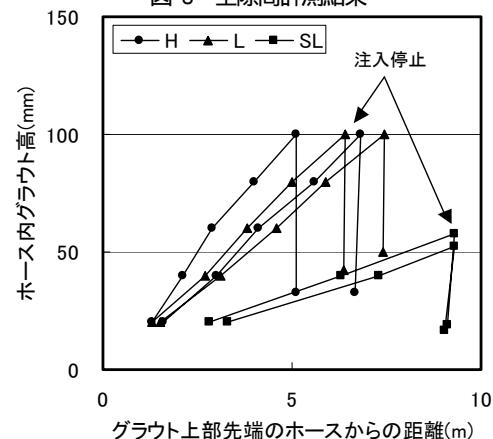


図-4 グラウト高 - 先端距離関係