

PC グラウトの流動特性が充填性に及ぼす影響

千葉工業大学大学院 学生員 伊藤 一聡

千葉工業大学 F 会員 足立 一郎

東京大学 国際・産学共同研究センター F 会員 魚本 健人

1. はじめに

近年、英国 Y.Y.G 橋のグラウトに起因する落橋や、我国でも PC の施工が始まって 40 年が経過し、グラウトの充填不全による損傷が一部に見られるようになり、PC グラウトの充填に対して見直されるようになった。PC グラウトは、緊張材の防錆および付着を目的として注入されるが、その性能は充填性に依存するといつて過言ではない。現在、充填には図 1 のようなグラウトの全断面が均等に流れ、下り勾配部でも残留空気溜りができない全断面流下がよいとされている。

本研究では、グラウトが流体であることに着目し、その流動特性を調べ、全断面流下になる諸条件をその要因である流動特性・管の勾配・管径・注入流量を変えることにより求めた。

2. 実験概要および結果

2.1 実験 1：注入実験

1) 実験概要

全断面流下による充填性を確認するため、注入材料を変え、注入実験を行った。その実験図を図 2 に示す。注入材料は全断面流下とそうでないものを得るため、一般によく用いられるグラウト配合(以後標準グラウトと表記)と水を使用した。シースとして管径 = 32 mm のビニールホースを使用し、ホースの中央に排気口を設けない連続桁で注入した。本来、排気口は空隙になりやすいとされる位置(図 2 参照)に取り付けるものであるが、本実験では全断面流下での充填性を確認するため、中央の排気口を設けなかった。

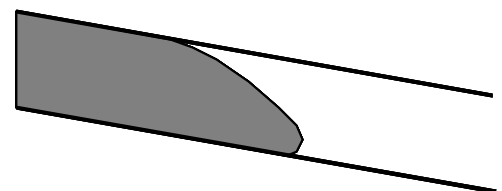
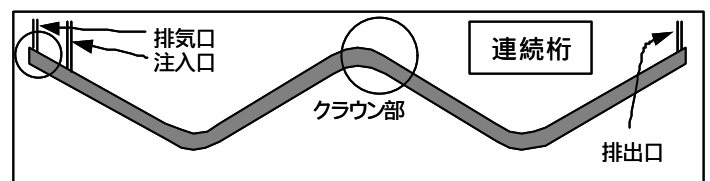


図 1 全断面流下



注 空隙となりやすい部分

図 2 注入実験図

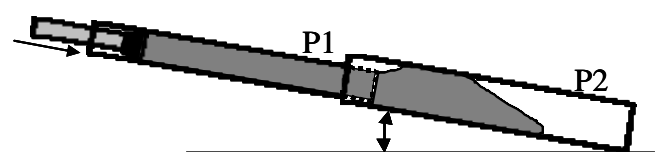


図 3 実験装置

2) 結果

標準グラウトを使用した場合、全断面流下となりほぼ完全に充填された。しかし、水を使用した場合は下り勾配部で全断面流下にならず、クラウン部に 36 cm もの未充填部が確認された。水で充填できなかったのは全断面流下でなかったためであり、全断面流下でなければ完全には充填できないことが確認された。

2.2 実験 2：全断面流下実験

1) 実験概要

実験 2 として全断面流下するために必要な諸条件を求める目的で全断面流下実験を行った。この実験は、注入管 P1 および測定管 P2 にアクリル管、ピストンにゴム栓を使用し、図 3 のような実験装置を作成した。

表 1 要因および注入管・測定管相対表

管の勾配	注入速度[cm/s]	管径 [mm]	
		P1	P2
0°	5,10,20,40の4水準	19	32
10°	10,20,40,60の4水準	32	50
20°	20,40,60,80の4水準	50	70

流下断面が全断面を満足しない場合、注入速度80以降100,140まで測定

キーワード：プレストレストコンクリート、PC グラウト、充填性

〒275 0016 千葉県習志野市津田沼 2 17 1 0474 78 0445

〒106 8558 東京都港区六本木 7 22 1 03 3403 6231

全断面流下に必要な要因として、グラウトの流動特性・管の勾配・管径・注入流量が挙げられる。そこで、異なる流動特性を持つ配合6種類・注入速度・管の勾配・管径を表1のように変化させ、全断面流下となる諸条件を求めた。注入流量はそれぞれの注入速度より求めた。

異なる流動特性を得るため、表2のように基準となる標準グラウトのほか、比較的経時変化の少ない高炉スラグで、流動特性に影響を及ぼす要因である水粉体比・増粘剤添加率の異なる配合を用いて、J14ロート流下時間および二重円筒型回転粘度計によりレオロジー定数（塑性粘度・降伏値）を測定した。

2) 結果と考察

レオロジー定数の測定結果は表2に示す通りである。全断面流下実験の結果の一例として管径 $p_2 = 50$ mmの時の全断面流下に必要な塑性粘度と注入流量の関係を管の勾配別に図4に示す。図中の黒丸はそれぞれの塑性粘度で注入流量を増していった時、測定管 P2 で全断面流下になった点、三角は全断面流下にならなかった点を示している。これにより図の塗りつぶし部分は全断面流下になる範囲であるといえる。

本実験の範囲内において、管の勾配が0度では塑性粘度の大きさによらず全断面流下に必要な注入流量は、ほぼ一定であり最低でも塑性粘度 $2 \text{ Pa}\cdot\text{s}$ かつ注入流量 $200 \text{ cm}^3/\text{s}$ 以上ならば確実に全断面流下するといえる。一方10度では、塑性粘度が $9.5 \text{ Pa}\cdot\text{s}$ であれば注入流量 $100 \text{ cm}^3/\text{s}$ 以上でよいが、塑性粘度 $3 \text{ Pa}\cdot\text{s}$ では注入流量 $400 \text{ cm}^3/\text{s}$ 以上必要である。20度では塑性粘度 $3 \text{ Pa}\cdot\text{s}$ では流入流量 $600 \text{ cm}^3/\text{s}$ 以上必要であり、 $9.5 \text{ Pa}\cdot\text{s}$ では流入流量 $200 \text{ cm}^3/\text{s}$ 以上必要である。本研究では高炉スラグを主に用いたが、標準グラウトとスラグ配合の S75-p3 が同じ流動特性を示したことからこれらの結果はセメント配合にも適用できると考えられる。

3. まとめ

本実験により塑性粘度と注入流量の関係より全断面流下に必要な条件を管の勾配別に示すことができた。しかし、管の勾配や管径によりそれぞれ条件が異なるため、細かい条件の設定が必要となる。今後は、これらの条件を統一的に評価できる方法を見つけることが必要である。

謝辞 本研究は東京大学生産技術研究所、第5部魚本研究室で行われたものであり、この機会を与えて頂いた千葉工業大学 足立一郎教授ならびに東京大学 魚本健人教授に多大な感謝を致します。

参考文献 プレストレスト・コンクリート建設業協会：“PCグラウト施工マニュアル”，1996

表2 配合およびレオロジー定数

配合	塑性粘度	降伏値	配合	塑性粘度	降伏値
	[gf·s/cm ²]	[gf/cm ²]		[gf·s/cm ²]	[gf/cm ²]
C45-G1	2.08	10.94	S75-p5	9.54	28.91
S75-p1	0.74	3.40	S65-p3	3.18	15.87
S75-p2	0.90	5.36	S70-p3	2.74	15.72
S75-p3	2.08	9.09	S80-p3	1.96	7.52
S75-p4	2.95	12.67	S85-p3	1.89	7.56

B: ベントナイト, C: セメント, S: 高炉スラグ
 G: ソフラーテック・粘性型混和剤
 (高縮性トリアジン系化合物・水溶性高分子エーテル系化合物)
 p: 粉末増粘剤 (ホリフロンサライド)
 配合表記例 C45-G1
 C: セメント配合, W/C=45%, GをCに対し1%添加
 配合表記例 S75-p3
 S: 高炉スラグ配合, W/S=75%, pを水に対し3%添加

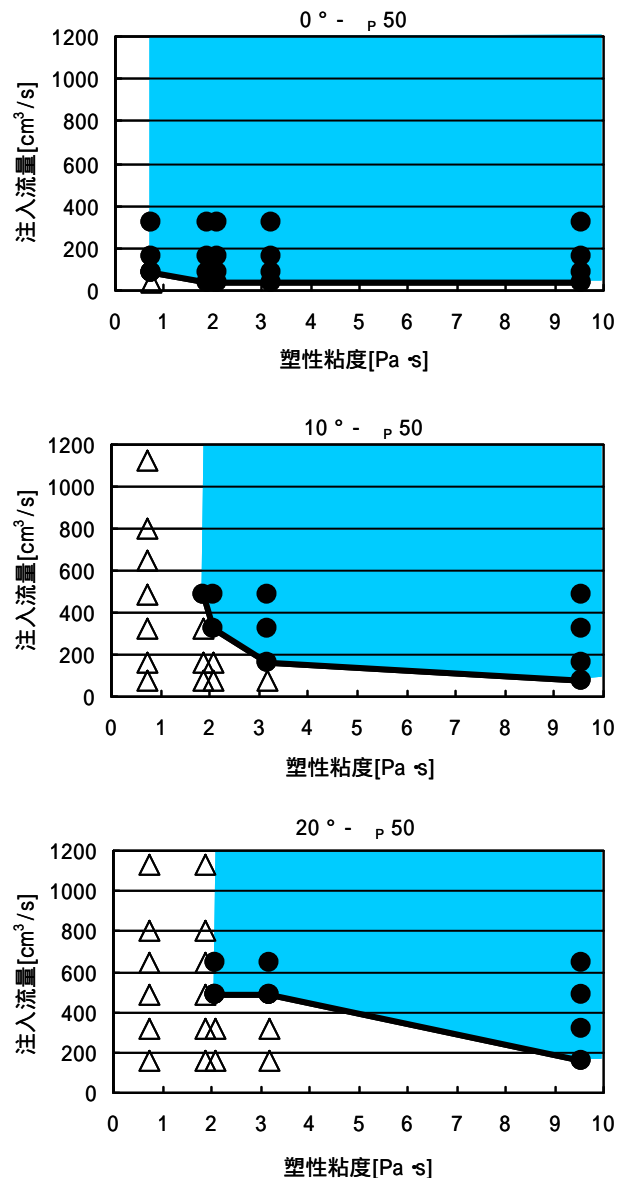


図4 塑性粘度と注入流量の関係