

PC グラウトの充填性に与える影響要因に関する検討

芝浦工業大学大学院 学生会員 宮本 一成
 芝浦工業大学 正会員 勝木 太
 東京大学生産技術研究所 F 会員 魚本 健人

1. はじめに

PC グラウトは、PC 構造物において付着効果ならびに防食効果の重要な役割を果たすものであり、その品質や施工の良否により構造物の耐久性に大きな影響を与えるものである。これらの目的を達成するためには、シース内にグラウトを完全に充填することが必要であるが、近年グラウトの充填不良に起因した既存構造物の劣化事例¹⁾が報告されている。1997年4月より、ノンブリーディングタイプグラウトへの全面移行が成され²⁾、高粘性グラウトを使用することにより、PC グラウトの先流れを防止し、空隙を残留させることなくグラウトを充填する方法が用いられている。しかし、グラウトの粘性が高くなると注入圧力が大きくなるなど施工性の低下が懸念されるなど、施工方法として完全に確立されたとは言い難い。

そこで本研究では、PC グラウトの充填性に影響を及ぼすと考えられる PC グラウトの流動特性や注入条件を変化させて注入実験を行い、これらの違いが充填性に及ぼす影響を検討した。

2. 実験概要

図1に示す実験装置を用いて、注入実験を行った。注入実験装置は、充填状況を目視で確認することができる長さ 5mの透明シースを用い、グラウト注入後の充填状況を観察して充填性の評価を行うことができる。このため、残留空隙が一切発見できない場合を完全充填とし、発見することができる場合を未充填として、残留空隙の大きさの測定を行った。また、図中に示すように2ヶ所に圧力センサを設け、注入時の圧力の測定も同時に行った。注入条件は、表1に示すようにシース径ならびに鋼材を模擬したゴムホース外径の組み合わせにより変化させた。

本実験で使用した PC グラウトは水セメント比 45%一定で、普通ポルトランドセメントと増粘材と減水剤が配合されたノンブリーディンググラウト用混和剤を使用し、混和剤添加率を変化させることにより流動特性を変化させた。図2は、あらかじめ行った配合実験により得られた J14 漏斗流下時間と塑性粘度との関係を示している。注入実験の際には、図中に示す関係式を用い、J14 漏斗流下時間から求めた塑性粘度を流動特性のパラメータとした。

3. 実験結果および考察

図3に塑性粘度と注入圧力の関係を示す。図より、点線で示す 15KPa を境界として充填状況は完全充填と未充填に分かれていることがわかる。また、図4は、未充填だったものについて、未充填箇所のシース長手方向における残留空隙の大きさと注入圧力の関係を示したものである。図より、注入圧力が小さいほど残留する空隙は大きくなる傾向が見られ、これらはグラウトの流下の仕方が関係していると考えられる。これは、充填状況が未充填である場合、グラウトがシース断面を満たさずに流れる先流れ現象を起こしているために、注入圧力は小さくなったものと考えられる。一方で、完全充填するときには、グラウトがシース全断面をほぼ満たしており、グラウトを流下させるために、

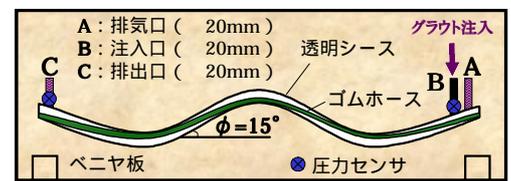


図1 注入実験装置の概要

表1 注入条件

シース径 (mm)	ホース外径 (mm)	空隙率(%)	空隙面積 (mm ²)
38	0	100	1140
	10	93	1066
	23	64	725
50	0	100	2043
	14	92	1889
	28.5	69	1405
	33	58	1188
	41	35	723

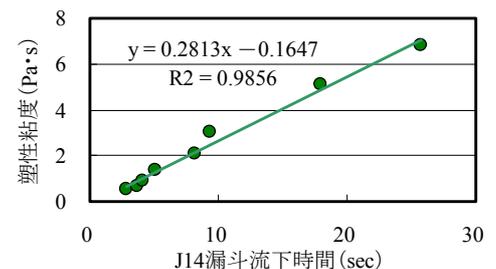


図2 J14 漏斗流下時間と塑性粘度の関係

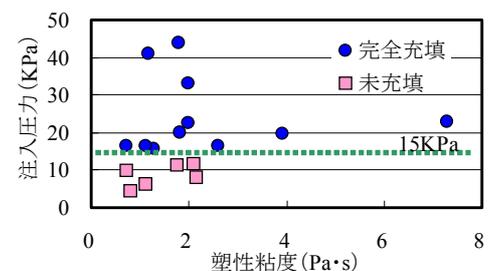


図3 塑性粘度と注入圧力の関係

キーワード PC グラウト, 充填性, 塑性粘度, 注入条件, 注入圧力

連絡先 〒153-8505 東京都目黒区駒場 4-6-1 東京大学生産技術研究所 TEL: 03-5452-6098 ex.58090

より大きな注入圧力を必要としたことから、注入圧力は大きくなるものと考えられる。このようなことから、グラウトをシース内に完全充填させるためには、ある一定値以上の注入圧力が必要であることがわかった。

しかしながら、注入圧力はあくまでグラウト注入時の測定結果であるということや注入時に圧力をコントロールすることは非常に難しいことが挙げられる。そこで、間接的に注入圧力を変化させることが可能であるか検討を行った。

表2は、グラウト注入実験結果の一例を示している。表には、異なる径のシース管とゴムホースを組合せて空隙面積を同程度とし、注入したグラウトの塑性粘度もほぼ等しい条件で注入実験を行い、完全充填となった2パターンの結果を示しているが、それぞれの注入圧力に大きな違いが見られることがわかる。この結果から、空隙面積のみでは注入圧力を制御することは難しく、何か他の影響を受けていることが考えられる。そこで、図5に示すような管内摩擦の影響を考慮した L/S という指標を提案した。L/S は、シース管周長とゴムホース周長との和を空隙面積で除したグラウトの流れにくさを示す指標であり、表2においても L/S はそれぞれのパターンで異なっていることがわかる。

図6は、塑性粘度を一定としたときの L/S と注入圧力の関係を示している。図より、L/S が大きくなるほど、注入圧力も大きくなっていることがわかる。また、図7には、L/S を一定としたときの塑性粘度と注入圧力の関係を示しており、図6と同様に、塑性粘度を大きくすると、注入圧力が大きくなっていることがわかる。このため、L/S と塑性粘度を変化させて注入圧力を大きくすることが可能であり、両者のバランスにより注入圧力をコントロールすることが可能であると考える。また、図8は L/S と塑性粘度の関係を示しており、両者の関係において、図2と同様に図中の点線を境界として、完全充填となる範囲と未充填となる範囲を分けることができた。このため、塑性粘度と L/S との組合せにより、グラウトを確実に充填できる条件を選定することが可能であると考えられる。現状としては、PC 鋼材の径に応じたシース管の径が決められているため、L/S に応じてグラウトの塑性粘度の選定を行う方法が妥当である。なお、図中の網掛け部分は、未充填と完全充填が混在しているエリアを示しており、境界には多少の幅が存在するものと考えられる。

4. まとめ

本研究で得られた知見を以下に示す。

- (1) PC グラウトを完全充填させるためには、一定値以上の注入圧力が必要であることがわかり、未充填の場合では注入圧力が小さいほど、残留する空隙が大きくなる傾向が見られた。
- (2) グラウトの塑性粘度と本研究で提案したシースと鋼材の組合せにより変化する L/S は、注入圧力に影響を与えることがわかった。また、この両者の関係において大まかではあるが、完全充填と未充填との境界が存在することから、両者の組合せにより、グラウトを確実に充填できる条件を選定することが可能と考えられる。

参考文献: 1) 小林, 宮川, 杉江, 森: PC 構造物のグラウト不良とその補修のための注入材料に関する実験, プレストレストコンクリート, Vol.36, №3, pp.75-81, 1994 2) 宮川豊章: 日経コンストラクション, 1997.1

謝辞: 本研究は、東京大学生産技術研究所魚本研究室で行ったものであり、研究にあたり多大なご協力を頂いた同研究室の皆様、(株)エヌエムビーの太田晃氏、杉山知巳氏に感謝の意を表し、ここに記します。

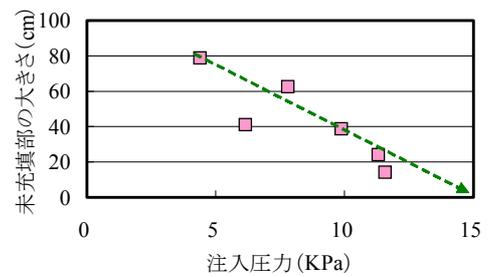


図4 注入圧力と残留空隙の大きさとの関係

表2 グラウト注入実験の結果例

シース径 (mm)	ホース外径 (mm)	空隙面積 (mm ²)	塑性粘度 (Pa·s)	注入圧力 (KPa)	充填状況	L/S (mm ⁻¹)
38	23	724.8	1.14	16.3	完全充填	0.265
50	41	723.2	1.18	40.8	完全充填	0.399
38	0	1140.1	1.81	19.8	完全充填	0.105
50	33	1188.0	1.79	43.8	完全充填	0.222

シース管 (シース管の周長+鋼材の周長) / 空隙面積 = L/S (mm⁻¹)

鋼材 S (mm²)

図5 L/S の定義

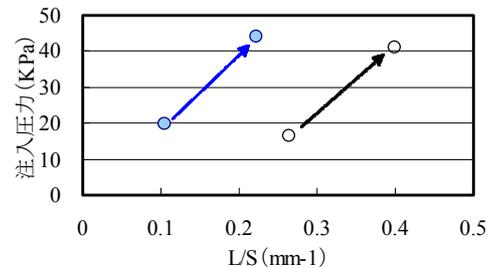


図6 L/S と注入圧力の関係

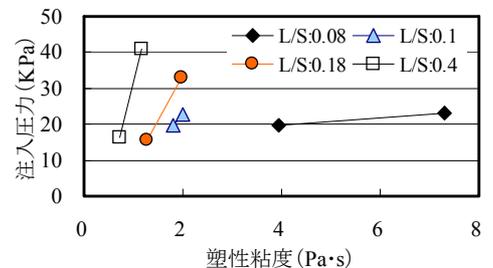


図7 塑性粘度と注入圧力の関係

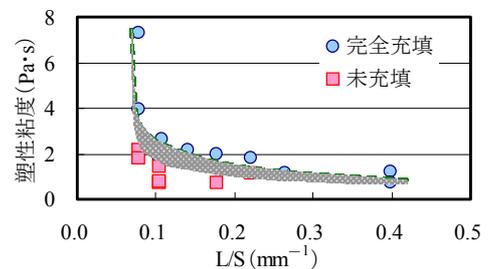


図8 L/S と塑性粘度の関係