

P&PC セグメント工法における高チクソ型 PC グラウトの現場充てん性確認実験と施工実績

～ 南浦和 2 号幹線築造工事 ～

	さいたま市	山口 匡
鹿島・ユーディーケー・三ツ和特定共同企業体	正会員	齋藤 啓文
鹿島・ユーディーケー・三ツ和特定共同企業体		堤 和大
鹿島建設(株)	正会員	柳井 修司

1. はじめに

南浦和 2 号幹線築造工事では、外径 5,400mm、仕上り内径 4,750mm、延長 2,260m、貯留量 40,000m³の雨水貯留施設の建設を行っている。本シールドトンネル工事では、組み立てた RC セグメントの円周方向にプレストレスを導入する P&PC セグメント工法を採用している。

図 - 1 に P&PC セグメント工法の概要を示す。本工法では、シース管と PC 鋼より線の間グラウト材を充てんする必要があるが、セグメントの円周方向にグラウト材を注入するため、最大 90° の下り勾配の部分にも、空隙なく充てんしなくてはならない。しかし、従来のセメント系の PC グラウト材では、下り勾配部に先流れ現象が発生し、エア溜まりが残る可能性がある。そこで、本工事では中口径 P&PC セグメント工法において、良好な充てん性が確認されている高チクソトロピー性を有する（以下、高チクソ型）グラウト材¹⁾²⁾を採用した。

本稿は、本工事で実施した P&PC セグメント工法における PC グラウトの現場充てん性確認実験の結果とその施工実績をまとめたものである。

2. 現場充てん性確認実験の概要

図 - 2 に実験設備の概要を、表 - 1 に使用したシース管および PC 鋼線の仕様を示す。実験設備は、シールドトンネルの内壁面を利用して設置した。シース管には実構造物に採用したものと同一ポリエチレン製シースを用いた。シース管内には実構造物に用いるアンボンド PC 鋼より線を模したプラスチックチューブを挿入し、鋳鉄製一体型定着体（X アンカー）で接続した。

表 - 2 にグラウト材の配合を示す。セメントには高炉セメント B 種を用い、混和剤には高チクソトロピー性を付与する混和剤を用いた。実験水準は、水セメント比 (W/C) とし、W/C の変化に伴うグラウト材のフレッシュ性状の違いが充てん性に及ぼす影響を評価した。その上で、実施工におけるグラウト材の品質管理基準を見出すことを試みた。実験では、注入後に排出側のホースから出てきた（以下、排出口）グラウト材の性状に特に着目した。これは、流動先端部でのグラウト材の性状が充てん性と密接な関係があると考えたからである。

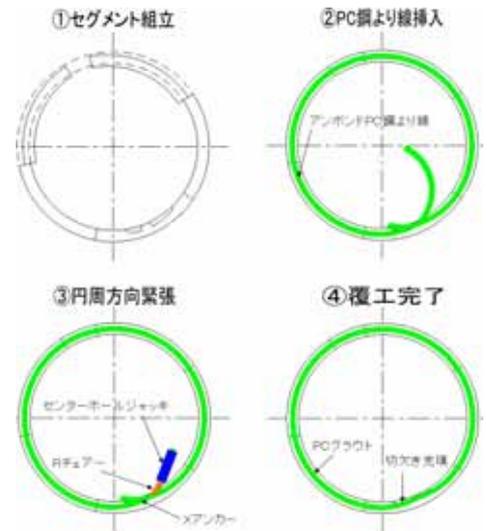


図 1 P&PC セグメント工法の概要

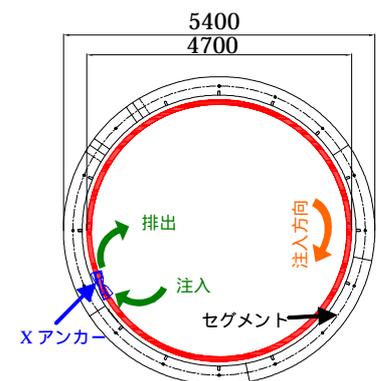


図 - 2 実験設備の概要

表 - 1 シース管および PC 鋼線の仕様

	仕様	径 (mm)	断面積 (mm ²)	空隙率 (%)
シース	ポリエチレン製シース	36.0 (内径)	1018	---
PC 鋼線	1S17.8 (PC 鋼より線) (実構造物)	21.8 (外径)	373	63.3
	プラスチックチューブ (充てん確認実験)	22.0 (外径)	380	62.8

表 - 2 グラウト材の配合

Case	W/C (%)	計量値 (kg/バッチ)		
		水	セメント (高炉セメント B 種)	混和剤 (高チクソ型)
A	38	28.5	75 (3 袋)	3 (1 袋)
B	40	30.0	75 (3 袋)	3 (1 袋)
C	42	31.5	75 (3 袋)	3 (1 袋)
D	44	33.0	75 (3 袋)	3 (1 袋)

キーワード シールドトンネル, P&PC セグメント, PC グラウト, 充てん性, 高チクソトロピー性

連絡先 〒336-0022 南浦和幹線シールド JV 工事事務所 TEL048-845-9550

練混ぜにはグラウトミキサ(100 ,1000rpm)を用い,水に混和剤を投入し1分間攪拌後,セメントを投入し3分間攪拌した.さらに,ミキサ内壁に付着した材料を搔落した後,2分間攪拌した.注入にはインバータ制御式スクイズポンプを用い,Xアンカーの注入口から円弧上方に向けて注入した.

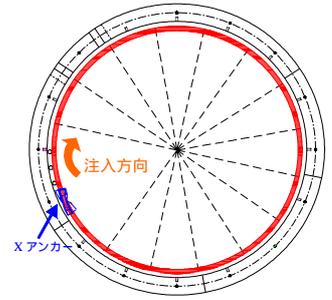


図 - 3 シース管切断位置

測定項目は,練上り直後(以下,練直)および排出口から採取したグラウト材についてのJASSフロー値である.また,注入中および硬化後の充てん状況を観察した.硬化後の充てん状況確認は,図-3のようにシース管を切断・除去して行った.

3. 現場充てん性確認実験の結果および考察

表-3に実験結果と充てん状況を示す.写真-1に充てん状況を示す.グラウト注入中,いずれのケースにおいても下り勾配部において先流れすることなく,シース内を充てんしていく様子を観察することができた.

硬化後の充てん状況は,Case Aでは,写真-1(1)のようにシースリブ頂部まで完全に充てんされていた.また,Case BおよびCase Cでは,写真-1(2)のように,材料に含まれていたエントラップドエアと思われる非常に小さい独立した空隙が確認されたものの,シース内はほぼ完全に充てんされていた.これに対して,Case Dにおいては,写真-1(3)のように連続空隙に近い未充てん部が確認された.また,リブ内の空隙が大きい箇所が多くみられた.このときの排出口でのJASSフローの値は130mmであった.

実施工においては,Case Dの状態を回避するため,Case A~Case CまでのW/CおよびJASSフローで品質を管理する必要があると判断した.

4. 施工実績

写真-2に施工状況を示す.現場充てん性確認実験の結果に基づき,安全性を考慮してW/Cは42.0%以下とし,JASSフロー値は練直で60mm~80mm,排出口で120mm以下となるように管理してPCグラウト注入を行っている.1日に約20リング(40本)のペースでグラウト注入を行い,平成20年3月現在,P&PCセグメント1939リング中,1085リングの施工を順調に終えている.



写真 - 2 PCグラウト施工状況

【謝辞】 今回の充てん性確認実験ならびに実施工においては,(株)デイ・シイの方々に多大な協力を得た.ここに深く感謝の意を表します.

- 【参考文献】** 1) 蝦名,二戸,丸岡,藤原:高チクソトロピー性グラウトの研究開発,プレストレスコンクリート,Vol.47, No.3, pp64-70, 2005.5
 2) 滝本,杉本,植竹,犬伏,金子,白石:中口径P&PCセグメント工法におけるPCグラウトの実規模注入実験,土木学会第62回年次学術講演会,3-182, pp.363-364, 2007.9

表 - 3 実験結果と充てん状況

Case	W/C (%)	坑内温度 (°C)	水温 (°C)	グラウト温度 (°C)	JASS フロー (mm × mm)			注入中の先流れ	硬化後の評価	
					練直	排出口			判定	備考
A	38	25.0	24.0	31.5	66 × 65	66	95 × 94	95	なし	空隙なし
B	40			32.0	90 × 89	90	112 × 111	112	なし	の外側リブ先端に深さの非常に小さい独立した空隙あり
C	42			32.0	99 × 99	99	120 × 119	120	なし	の内側リブ先端に深さの非常に小さい独立した空隙あり
D	44			32.0	109 × 108	109	130 × 128	130	なし	のシース内側に連続空隙の一手手前の空隙あり でシース内側リブ内の空隙径が大きく,多い

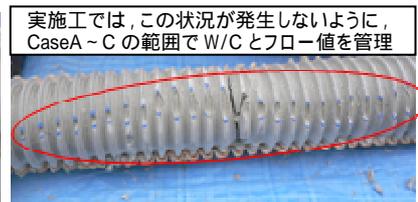
ブリーディング率は0%



(1) 空隙なし(Case A)



(2) 非常に小さい空隙(Case B, C)



(3) 連続空隙の一手手前(Case D)

写真 - 1 充てん状況