

南浦和 2 号幹線築造工事の概要

さいたま市 非会員 山口 匡

鹿島建設（株） 非会員 堤 和大

○ 鹿島建設（株） 正会員 齋藤 啓文

1. はじめに

さいたま市の下水道事業は、昭和 28 年以降、合流式下水道として着手され、現在も約 1,900ha が合流式下水道の区域である。

近年、この区域は、急激な都市化による雨水流出量の増加や多発する集中豪雨に、既設の下水管では対応できていない状況となっている。

このようなことから、さいたま市は平成 12 年度より、浸水対策を目的とした合流改善事業に着手している。この事業の一環として、笹目川と JR 京浜東北線に挟まれた白幡地区から文蔵地区一体の浸水被害の軽減を図るために計画されたのが、南浦和 2 号幹線である。

本工事は、この事業のうち、主となる貯留管を築造するものである。

2. 工事概要

本工事は、泥土圧式シールド工法を採用しており、

セグメント外径がφ5,400mm、仕上り内径がφ4,750mm、路線延長が 2,260m、貯留量が約 40,000m³となる貯留管を築造するものである。この貯留管には、9 箇所の人孔が設置される予定である（別工事）。

図 2-1 に路線図を示す。ルートは、発進立坑がある白幡地区から到達立坑がある文蔵地区までであり、最小で R=30m の急曲線を含む。また、4.6‰の下り勾配が発進立坑から到達立坑に向かって設定されている。

掘削する地盤は、図 2-2 に示すように、洪積世の粘性土層が大半であり、到達立坑付近では砂礫層となる。

発進立坑および到達立坑は、共に SMW 工法を採用している。

(1) シールドマシン

表 2-1 にシールドマシンの主な特徴を、図 2-3 にシールドマシンの全景をそれぞれ示す。

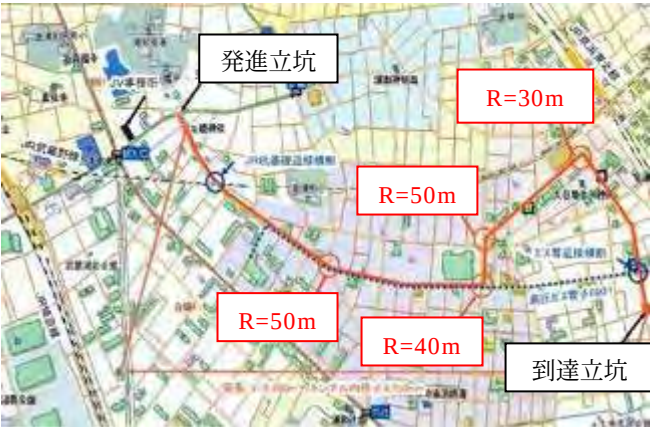


図 2-1 路線図

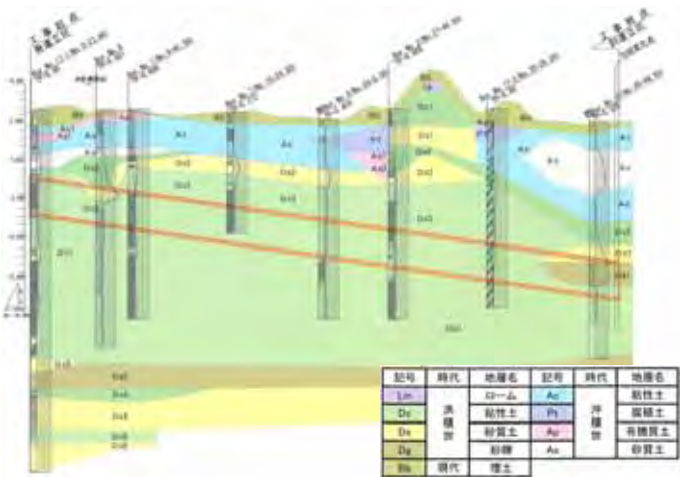


図 2-2 地質縦断面図

表 2-1 シールドマシンの主な特徴

■主仕様	外径φ5,580mm、機長7,875mm、中折れ方式、排土スクリーコンベアー、シールドジャッキ 総推力32,000kN、ストローク1,450mm
■長距離施工対策	カッタービット材質にE5種を採用 テールシール最後部はウレタン注入型を採用 テールシールは機内から自動給脂装置を装備
■急曲線施工対策	中折れ角 左右9.0°、余堀部へボイド充填材を注入
■その他	同時裏込注入装置、テール内形状保持装置

(2) セグメント

セグメントは、耐久性・内面平滑性を高めるため、高耐久性樹脂被覆「HD ライニング」を用いた二次覆工省略型を採用している。

継手部は、施工性を上げるため、セグメントのリング間およびピース間にそれぞれワンタッチタイプのDS (Locked Disk Spring) 継手およびコーンコネクタ継手を用いている。図 2-4 にそれぞれの継手の構造を示す。

直線部および R=200m の曲線部には、P&PC セグメント工法を採用している。この工法は、あらかじめシースを埋め込んだコンクリート製のセグメントを 1 リング組立て後、セグメントに設けた切欠き部から PC 鋼より線をシース内に挿入し、緊張定着することにより、トンネルにプレストレスを導入するセグメントである。本工事では、1 リングあたり 2 本の PC 鋼より線を用い、トンネルの円周方向にプレストレスを導入する。

R=100m 以下の曲線部および人孔設置のための開口部には、コンクリート中詰め鋼製セグメント (SSPC セグメント) を採用している。

図 2-5 に P&PC セグメントの組立概要を、図 2-6 に



図 2-3 シールドマシン

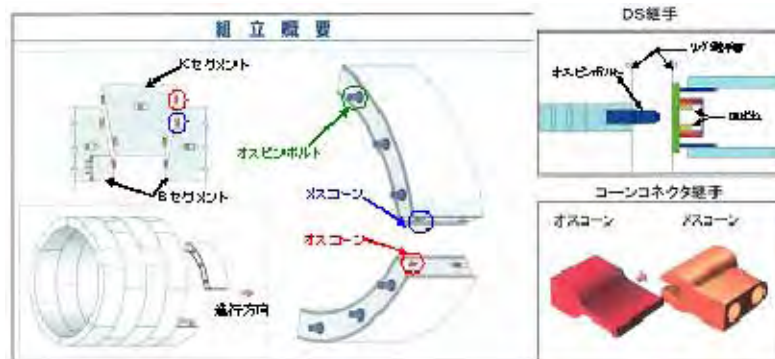


図 2-4 継手の構造

PC 鋼より線緊張装置を、図 2-7 にトンネル坑内の状況を示す。

3. 急曲線余堀部充填工法

急曲線部ではマシンを大きく曲げて掘進するため、余堀量は急曲線部で最大 100mm にもなる。そこで、地表面の沈下を防ぐため、余堀部を充填しながら掘進する急曲線余堀部充填工法を採用している。

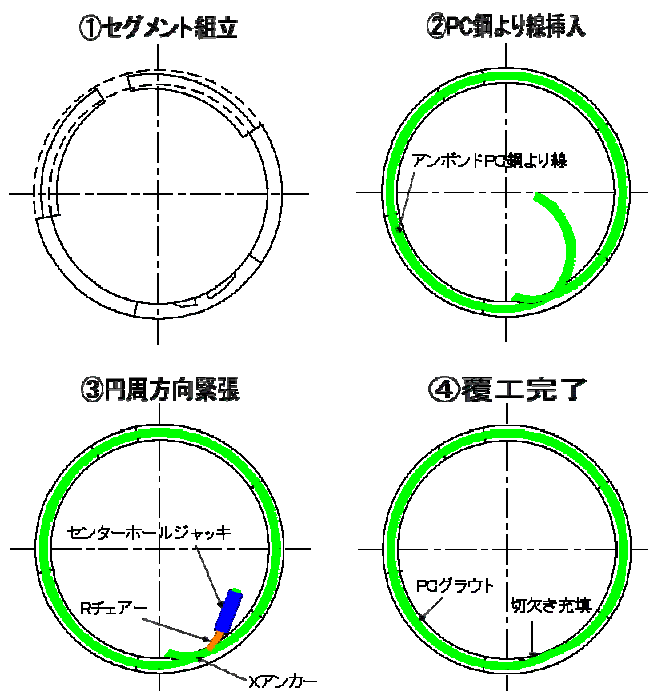


図 2-5 P&PC セグメント組立概要

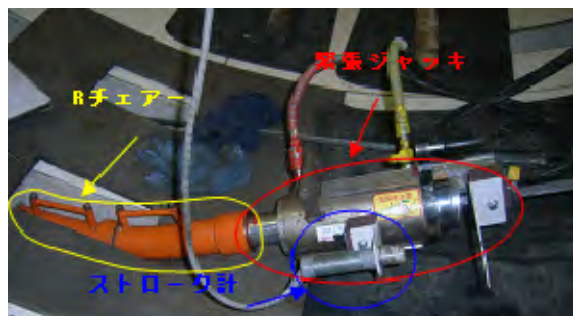


図 2-6 PC 鋼より線緊張装置



図 2-7 トンネル坑内の状況

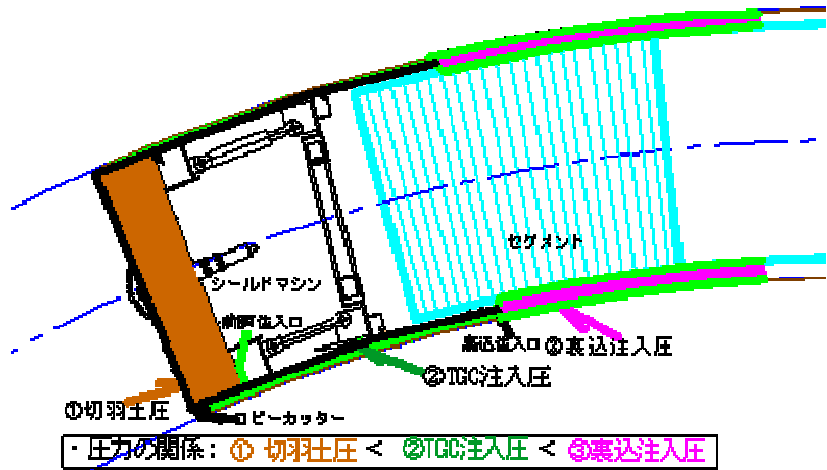


図 3-1 急曲線余堀充填工法のイメージ

表 3-1 余堀充填材の配合および性状

配合			性状	
A液		B液	ゲルタイム	粘性
ペントナイト	水	珪酸		
150 (kg)	830 (L)	110 (L)	60～90 (秒)	15,000(cp)

図 3-1 にこの工法のイメージを、表 3-1 に充填材の配合とその性状をそれぞれ示す。

本工事で用いた充填材は A 液と B 液からなり、注入口の手前でショットするタイプを採用した。この材料は、裏込材と同じなので、サイロやミキサーなどの設備を兼用できる。

施工中は、注入量および注入圧力の管理を行っている。注入量の管理は、急曲線部に入ったところで、一旦、余掘り体積の 130%を充填する。その後、シールド機前進に伴ってロスしてゆく（脱水されて地山に膜状にへばりつく）充填材を補充するため、引き続き注入する。補充注入量は余掘り体積の 100%とする。注入圧力の管理は、充填材注入圧力を裏込材注入圧よりも低く、また、切羽土圧よりも高く設定する。これにより、余堀部を確実に充填することが出来る。注入する区間は、BC 点から EC 点の間とした。

4. 高チクソトロピー性グラウト材

図 4-1 に本工事における PC グラウト工のイメージを示す。図 4-1 に示したとおり、シース管と PC 鋼より線の間を充填する必要がある。本工事では、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、空隙なく充填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、リング状に圧送すると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、本工事では高チクソ

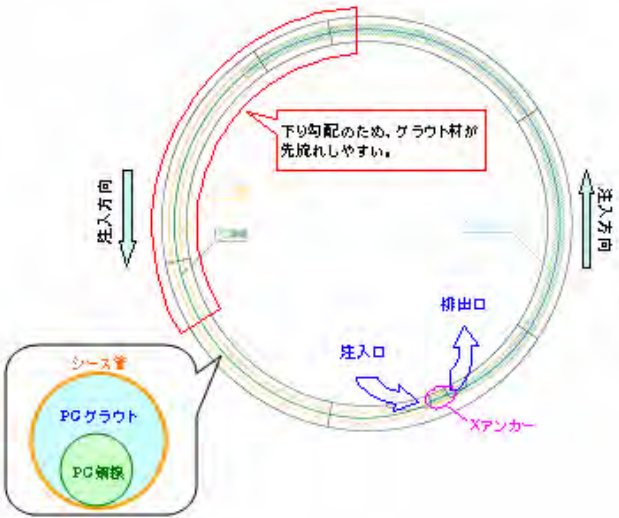


図 4-1 PC グラウト工の施工イメージ

トロピー性グラウト材を採用している。これを用いることにより、先流れ現象を防止でき、信頼性の高いグラウト施工が可能になる。¹⁾

高チクソトロピー性グラウト材は、力が作用することにより見かけの粘性が低下（流動性が増大）し、静置することで粘性が回復するという特性を持つ。このような性質のグラウト材を用いることにより、グラウト注入時に圧力がかかることでグラウト材の流動性が増し、注入しやすくなると同時に、注入されたグラウトの先端部分では圧力がかからなくなることでグラウト材の粘性が回復し、先流れしにくくなる。

図 4-2 に実物大実験を行ったときの状況を、図 4-3 に高チクソトロピー性グラウト材の練上り直後の性状を、図 4-4 に硬化後の充填状況をそれぞれ示す。図 4-2 および図 4-4 より、下り勾配においても先流れすることなく、注入できることがわかる。

表 4-1 高チクソトロピー性グラウト材の配合

	水セメント比 (%)	水 (kg)	セメント (kg)	混和材 (kg)
単位量 (1m ³)	36.0～42.0	523～561	1336～1453	53.44～58.12
バッチ配合		27.0～31.5	75	3.0

表 4-2 高チクソトロピー性グラウト材の品質規格

JP漏斗流下時間 (秒)	JASSフロー(mm)		塩化物含有量 (kg/m ³)	ブリーディング率 (%)	体積変化率 (%)	28日圧縮強度 (N/mm ²)
	練直	排出口				
∞ (流下してしまわない)	70±10	120以下	0.3以下	0	-0.5～0.5	30以上



図 4-2 PC グラウト実物大実験の様子

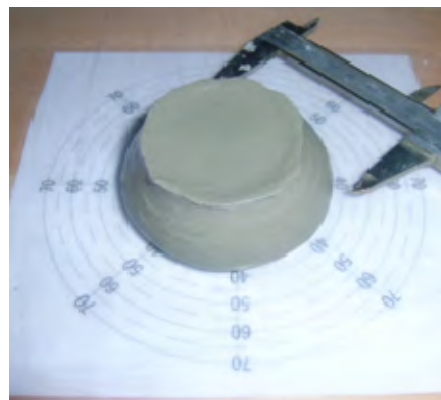
図 4-3 高チクソトロピー性グラウト材
(練上り直後)

表 4-1 にこのグラウト材の配合を、表 4-2 に品質規格を示す。ここで、表中の「練直」は練上り直後のグラウト材、「排出口」は注入後に排出側のホースから出てきたグラウト材をそれぞれ意味する。

現場では、品質管理として、JASS フロー、ブリーディング率および塩化物含有量を測定している。JASS フローに関して、排出口の値に上限を設定しているのは、排出口での JASS フローの値が大きすぎると、シース管内に空隙ができてしまう可能性を実物大実験で確認したからである。

5. おわりに

工事は 2008 年 1 月現在、掘進は R50m, R40m の急曲線部の施工も終え、約 1,290m まで進んでいる。トンネル坑内では、PC グラウト工およびコーキング工の施工を行っている。また、掘進と平行して、到達立坑を構築中である。本工事は P&PC セグメントと HD ライニング被覆の一次覆工、新しいグラウト材を用いた PC グラウトなど多くの特殊な技術が集結したシールドトンネルであり、従来のシールドトンネルとは違った細かい工夫をしながら、現在までのところ順調に進捗している。

今後、急曲線施工 (R30m・R50m)、砂礫層での土砂

図 4-4 高チクソトロピー性グラウト材
(硬化後)

ポンプ圧送など難しい施工が続くが、事前の検討を重ね、進捗の確保とトラブルの未然防止に努めていきたい。

参考文献

- 1) 中口径 P&PC セグメント工法における PC グラウト実規模注入実験，土木学会第 62 回年次学術講演会，平成 19 年 9 月