

(4) 新しい漏水対策技術

(1) シート防水工

東京湾アクアラインのシールドトンネルは、高水圧下（6 kgf/cm²）に建設されたことから、防水に関しては十分な事前対策が検討され、従来の漏水対策（水膨張性シール材、ボルトパッキン、グラウト注入孔プラグパッキン等）に加え、第二次の防水対策として1次覆工（セグメント）と2次覆工の間に導水タイプのシート防水工が設けられた。シート防水工の目的と機能を以下に示す。

- ・ 1次覆工からの漏水を速やかに排水し、1次覆工の劣化を防止する
- ・ 2次覆工に作用する水圧を低減する
- ・ 1次・2次覆工間の拘束度を低減し、2次覆工コンクリートのひび割れを防止する
- ・ 漏水のない快適な走行空間を確保すると共に、トンネル内機器類の腐食を防止する

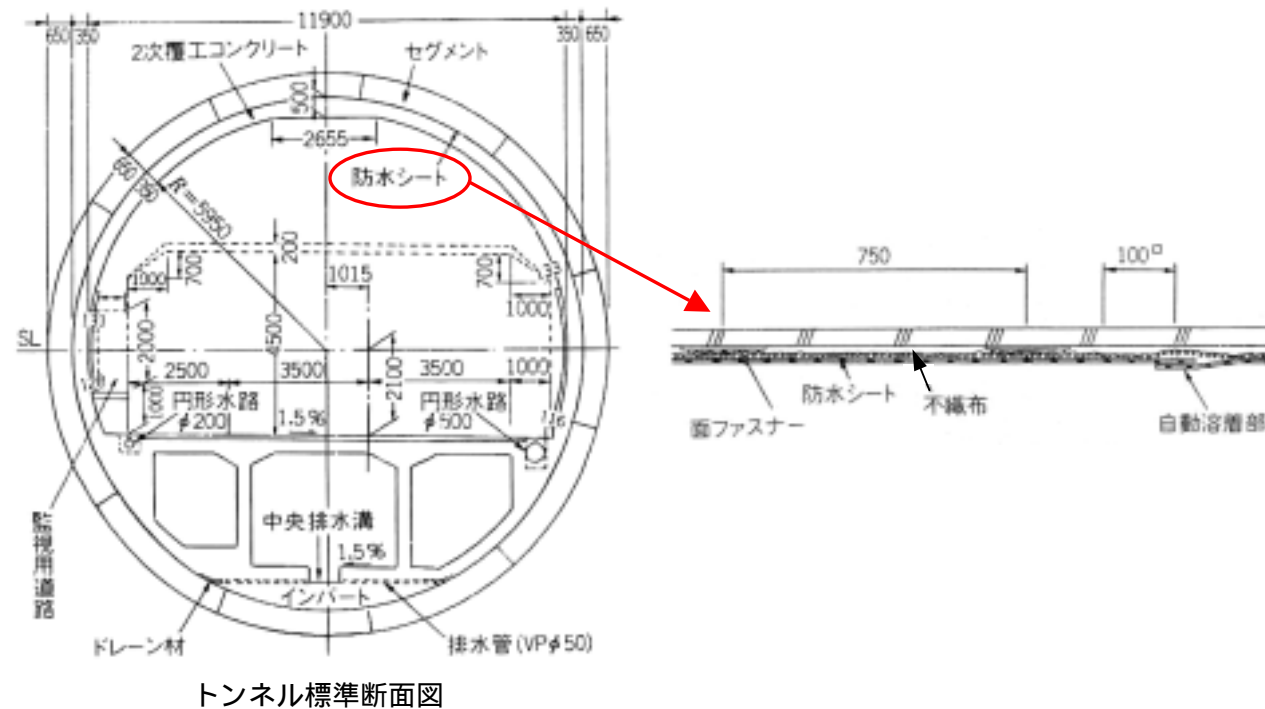


図 7-1-4 東京湾アクアラインのシールドトンネル事例

(2) 新工法（ラッピングシールド工法）

工法概要

本工法はセグメントの外周全体に防水シートを巻き立て、完全止水のシールドトンネルを構築するものである。セグメントと地下水をシート遮断することにより、トンネル内への漏水を完全に防ぐことが期待できる。特徴を以下に示す。

- ・ 厚さ 2 mm 以上の防水シートを用いる
- ・ 約 30 m 毎にリング状の隔壁をセグメントリング間に設けることで、不測の事態でシートが破れても、早期に漏水区間が特定できる
- ・ 完全止水が期待できるため、地下水変動や地盤沈下を抑制できる
- ・ 2次覆工が省略可能



実証実験機 3250mm



自動溶着機

図 7-1-5 テッピングシールド工法

施工実績

建設省中部地建名四国道工事事務所 「平成10年度23号大高シールド工事」

一般国道23号名四共同溝（延長5.3km）のうち、愛知用水直下の91m区間に本工法を適用した（試験フィールド事業）。



シートセッター使用状況



シート溶着状況

図 7-1-6 工法適用状況

最近のシールド工法における漏水対策事例を表 7-1-1 に示した。

表 7-1-1 シールド工法漏水対策事例

項目 NO.	事業名 トンネル名	都道府県	用途	シールド本 体径 (m)	土か ぶり (m)	掘削 延長 (km)	採用工法			竣工 年月	備考	
							掘削工法	止水・防水	漏水対策			
1	営団地下鉄8号線 晴海単線シールド	東京都	地下鉄	6.84	15～ 26m	1.2	掘削工法 泥水式 シールド工法	スチールワイヤー入り ゴムシールド1段・繊維グ リス充填ブラシ式テール シールド2段	水膨張シールド2列・ポルト 孔に水膨張パッキン・運 河下横断面二次覆工に よる防水	トンネルと 地下 1987年 10月	1987年	複雑な地盤での掘進、高水 圧下の運河の横断、重要構 造物の近接施工において全 て満足のいく好結果である。
2	営団地下鉄7号線 牛込深シールド	東京都	地下鉄	9.70	14～ 19m	0.9	掘削工法 泥水式 シールド工法	グリス充填ブラシ式テール シールド3段	二次覆工は地下水水位が 豊富なため施工	トンネルと 地下 1994年 5月		本工事では、泥水加圧式 シールドを採用し薬液注入改 良を施したため地下水への影 響は少なかった
3	京都市地下鉄 東西線	京都府	地下鉄	5.84	4.2～18 m	4.4	掘削工法 泥土圧式 シールド工法	グリス充填ブラシ式テール シールド		トンネルと 地下 1996年 2月	1995年	切羽安定制御、自動方向制 御、近接影響予測管理、高機 能フィードバック等のシステム 集中制御により、構内への泥 水噴出もなく計測管理による 変状値も管理値内に収まって いる
4	東京湾アクアライン	神奈川県 ～千葉県	道路	14.14	50～ 60m (海面 下)	4.8	掘削工法 泥水式 シールド工法	グリス充填ステンレスブラ シ式テールシールド4段・ 緊急止水シールド3段	水膨張シールド・万が一の 漏水対策のために防水 シートを利用した二次覆 工・高炉スラグ入りセグメ ント	トンネルと 地下 1998年 2月	1997年	自動方向制御、自動測量、自 動セグメント組立装置などの 採用で組立精度が向上し、セ グメントの真円を保ち、目開き 目違いを0mmに近づけ、止水 性能を著しく向上させた。
5	横浜市高速鉄道 1号線	神奈川県	地下鉄	6.66	12～ 15m	0.8	掘削工法 泥水式 シールド工法	グリス充填ブラシ式テール シールド3段		トンネルと 地下 1999年 1月	1998年	地表面沈下量が当初予測 80mmが施工時最大10mm程 度に抑えられた
6	都営地下鉄6号 三田線	東京都	地下鉄	7.35	33m	1.3	掘削工法 泥水式 シールド工法	ステンレスバネ鋼併用発 泡ウレタン充填ブラシ式3 段	水膨張シールドによる防 水・浸透性弾性エポキシ 樹脂塗布セグメント	トンネルと 地下 1999年 3月	1998年	高水圧対策で、止水性を向上 させた。シールド通過時、変 状測定を実施したが影響な し。
7	都営地下鉄 南北線	東京都	地下鉄	6.74	25m	0.24	掘削工法 泥水式 シールド工法	グリス充填ブラシ式テール シールド3段	水膨張シールド・浸透性弾 性エポキシ樹脂セグメント による防水	トンネルと 地下 2000年 11月	1999年	地下観測井戸での確認結果 や隔壁撤去後の湧水の程度 から、地山側の地下水をほぼ 遮断できたと判断した。
8	日本鉄道建設公団 みなとみらい121	神奈川県	地下鉄	9.98	13m	0.4	掘削工法 泥土圧式 シールド工法	グリス充填ブラシ式テール シールド3段	水膨張シールド・背面防水 塗膜による防水	トンネルと 地下 2001年 3月		砂礫層区間の地表面沈下量 は4～8mmであり、周辺地盤 の影響を最小限にした。透水 係数の大きい砂礫地盤にお いて、安定掘削の実現

(5) トンネルの設定条件

シールド工法の適切な設計・施工及び確実な防水工を行えば、トンネル壁面からの漏水は避けられるものと考えた。したがって、地下水挙動の解析上、トンネル外周面は不透水層としてモデル化しても問題ないと判断することができ、トンネル設計条件は以下のとおりとした。

- ・ 外径 14m のシールドトンネルを 2 本並列に設置
- ・ 坑口部は、通水管設置により流況阻害を防止