

ラッピング工法（トンネル外周被覆工法）の開発（その２）

—ポリエチレンシートの適用について—

大成建設(株) 芳賀由紀夫
 五洋建設(株) 松岡義治
 ○(株)奥村組 正会員 竹本光慶
 シーアイ化成(株) 古屋岳文
 (株)ケー・エフ・シー 西里 亮

１．はじめに

近年、シールド工事は地下構造物の輻輳化により大深度化の傾向にある。大成建設(株)・五洋建設(株)・(株)奥村組・日立建機(株)・石川島播磨重工(株)の５社は共同で高水圧に対応する止水技術として、セグメント外周を防水シートで覆うラッピング工法を開発を行った^{１)}。本報告では、ラッピング工法に用いる防水シートの耐久性試験の結果と総合実験で得られた溶着試験の結果について報告する。

２．ラッピング工法における防水シート

ラッピング工法に用いる防水シートは、今回新たに開発して総合実験に使用したメタロセン触媒ポリエチレンシート（以下、MPEと表す）とラッピングシールド工法^{１)}に用いたポリエチレンシート（以下、PE-2Sと表す）の２種類がある。

表 - １にMPEと、PE-2Sの物性およびラッピング工法規格値（案）を示す。

表 - １ ラッピング工法用防水シート物性と規格値（案）

試験項目		試験方法	単位	規格値（案）	防水シートの物性値	
					MPE	PE-2S
比重		JIS K 6773-1999	-	0.95±0.05	0.903	0.930
硬さ		JIS K 6773-1999	-	98 以下	97	92
厚さ		JIS A 6008-1997	mm	2.0 以上	2.09	2.02
引張り強さ	20	JIS K 6773-1999	N/mm ²	10	32.3	21.0
	-10			18	41.2	36.5
引張りひずみ	20		%	500 以上	800	700
	-10			350 以上	602	640
引裂強さ		JIS K 6252 準拠	N/mm	40 以上	95	81
耐薬品性 質量変化率	アルカリ	JIS K 6773-1999 準拠	%	±1 以内	±0.0	±0.1
	酸			±1 以内	+0.1	+0.1
	食塩水			±1 以内	+0.1	+0.1
継目強度試験		鉄道建設公団規格 JTA (案)	%	30 以上	85.7	73.5

* 規格値は日本鉄建公団のシート防水材の品質管理基準値を参考とした^{２)}。

３．耐久性試験

薬品における、MPEの耐久性（耐薬品性）試験を JIS K 6773-1999 に従い実施し、今回開発したMPEの質量変化率が規格値である±1%以内であることを確認した（表 - １ 参照）。同時に実施した引張試験（強さ・ひずみ）の結果を図 - １ に示す。

耐アルカリ、耐酸、耐食塩水のいずれも引張試験（強度・ひずみ）の結果は、材齢 28 週（6 ヶ月）後も劣化がほとんどなく、規格値（引張り強さ 10 N/mm²、引張りひずみ 500 %）を満足している。

キーワード：シールド 防水シート 耐久性 溶着 接合強度

連絡先：(株)奥村組 技術研究所 〒300-2612

茨城県つくば市大字大砂 387 TEL0298-65-1521 FAX0298-65-1522

2 8 週と短期材齢であるが、M P E が薬品に対して影響がないことが確認できた。

4 . 総合実験装置の概要および強度試験

シールド機外径 3 4 7 8 mm の実験機を用いて総合実験を行った。総合実験装置とその仕様を写真 - 1、表 - 2 に示す。

実験では、実施工と同じ手順で「シールド掘進・シート巻立」と「セグメント組立」作業を交互に行い、施工性やシート巻立精度・溶着部の継目強度などを調べた。



写真 - 1 総合実験状況

5 . 溶着部継目強度試験結果

溶着速度を 2.5 m / 分にてシート接合を行い、セグメントに巻立てたシートの溶着部より試験片を採取して継目強度を確認した¹⁾。

溶着における、溶着温度および押圧力と継目部のせん断強さの関係を図 - 2 に示す。

溶着温度 4 4 0 ~ 5 2 0 、押圧力 6 0 0 ~ 1 0 0 0 N の範囲の中で、接合部のせん断強さは、多少のバラツキはあるが 2 0 N / mm 前後であった。継目強度は、表 - 1 より引張り強さの規格値の 3 0 % (6.3 N / mm) 以上を満足している。

M P E は、溶着温度、および押圧力の設定値が広範囲であっても所定の継目強度を満足し、かつ高い継目強度が得られることを示している。このことから、実施工でのシート溶着における施工管理が容易であることがわかった。

6 . おわりに

M P E の適用性について確認するとともに、防水シート巻立作業性の確認、およびシールド掘進とシート敷設、敷設後のセグメント組立等の施工サイクルも把握できた。今回の総合実験で高水圧に対応する止水技術として、防水シートを用いるラッピング工法の有効性に確信を得た。

参考文献 1) 島田他：ラッピング工法（トンネル外周被覆工法）の開発（その 1），土木学会第 56 回年次学術講演会概要集 投稿中

2) 日本鉄建公団 併進工法における防水シート工設計施工の手引き（案）都市トンネル編

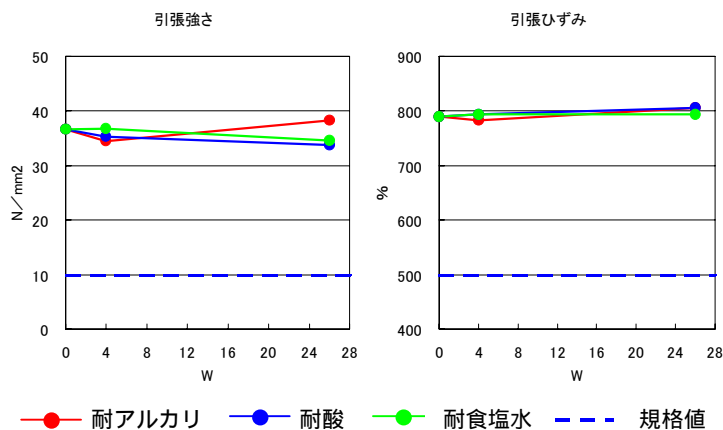


図 - 1 引張り試験 強度・ひずみ（耐薬品性試験）

表 - 2 総合実験仕様

シールド機	外径	3 4 7 8 mm
	シールドジャッキ	ロングロッドシールドジャッキ 1 0 0 kN × 1 4 5 0 mm × 1 0 本 スプレッド(フリーロック装置付)
	テールシール	ワイヤーブラシ 2 段
	ラッピング装置	同調フレーム / ガイドロッド 防水シート巻立装置 新設防水シート固定装置 / 既設防水シート固定装置 円周方向溶着装置 / 軸方向溶着装置
	シートプロテクター	超高分子量ポリエチレン
セグメント	種類	スチール製 / 5 分割 / 軸挿入式
防水シート	外径 / 内径 / 幅	3 3 5 0 × 3 0 5 0 × 9 0 0 mm
	材質 / 厚さ	MPE シート / 2 . 1 mm

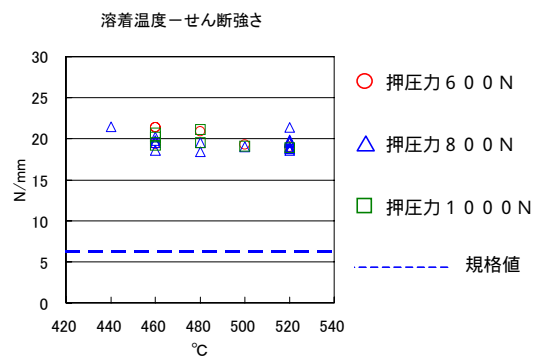


図 - 2 溶着温度、押圧力と引張り強さ