

場所打ちライニング工法におけるゴム製テールシールの開発

大成建設株式会社 正会員 ○竹中計行 正会員 高倉克彦
西武ポリマ化成株式会社 福田興士 荒木崇裕

1. はじめに

場所打ちライニング（以下、ECL という）工法は、シールド工法と NATM 工法の中間に位置付けられており、シールドの掘進と同時にテール部でフレッシュコンクリートを加圧充填して地山に密着させる工法である。ECL 工法では、図-1 に示すように妻型枠を移動させる際にテールブラシの突出部に硬化したコンクリートが居つき、テールプレート後方から内型枠に向けてひびわれが発生する現象が見られる。また、テールブラシ内にコンクリートが侵入して固化するので、ブラシの機能が損なわれ更に内型枠との摩擦により早期に劣化する現象が見られる。よって、筆者らはこの課題を解決するためテールブラシではなくコンクリートとの付着力の少ないゴム製テールシールの実用化を目指した技術開発を行ったので、その内容について報告する。

2. ゴム製テールシール

ゴム製テールシールの写真を写-1 に示す。ゴム製テールシールの幅はテールブラシと同じ 200mm とし、端部を段差形状にして隣接するテールシールとラップ接合とした。これにより、テールシールが破損しても全体に影響を与えることなく、破損した部分のみを交換できる。また、テールシール内側は反転防止用のバネ板を配置し、テールシールとバネ板はボルトにて固定金具と定着する構造とした。

3. 引張試験

過去のシールド機のテールシールはウレタン製であったが、テールシールの磨耗や定着部で引きちぎられる現象が発生し、ワイヤーブラシが主流となった。よって、ゴム製テールシールの定着部の強度アップを目指す引張試験を実施した。引張試験は、表-1 に示す 5 タイプとし、試験体は幅 30mm、厚さ 20mm とした。①ゴム単体は破壊には至らなかったが、ゴムの最大伸び率は 300%以上なので最大引張応力 4.3N/mm²程度と予測される。ゴム単体の次に最大となるのは、④鉄板内挿のボルト締結で②ボルト締結の 1.3 倍の引張応力 3.9N/mm²となった。よって、ゴム単体とほぼ同じ剛性で耐力の大きい④鉄板内挿のボルト締結を定着方法として選定した。

表-1 引張試験結果

NO	①	②	③	④	⑤
試験仕様	ゴム単体	ボルト締結	カラー入りボルト締結	鉄板内挿ボルト締結	補強布内挿ボルト締結
最大引張応力 (N/mm ²)	2.48	2.99	3.56	3.90	3.54
伸び率 (%)	166	280	305	286	306

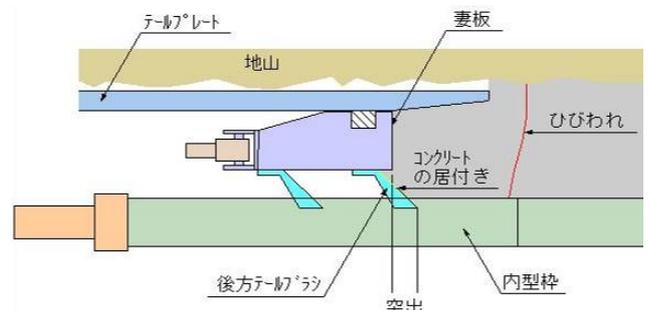
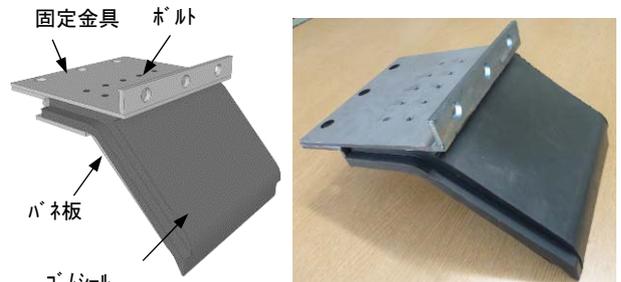


図-1 場所打ちライニングの課題



写-1 ゴム製テールシール

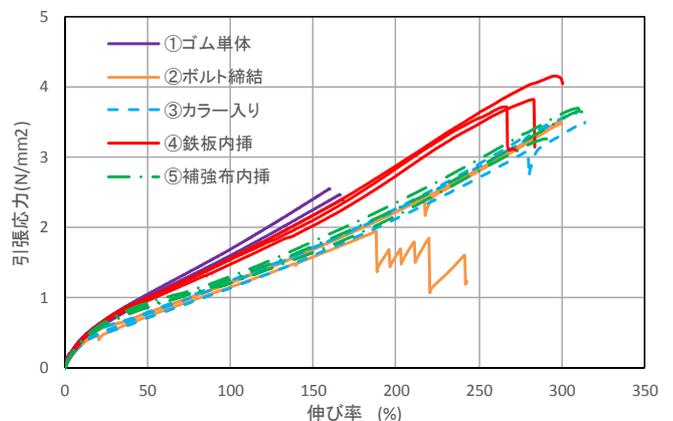


図-2 引張応力と伸び率の関係

キーワード 場所打ちライニング, ゴム製テールシール, 引張試験, 打設試験, 付着試験

連絡先 〒245-0051 横浜市戸塚区名瀬町 344-1 大成建設株式会社 技術センター 土木技術開発部 TEL045-814-7219

4. 打設試験

ECL 工法は、フレッシュコンクリートを高圧で打設して掘進する。よって、図-3 に示すような幅 200mm の鋼製の試験容器を用いて、ゴム製のテールシールが高圧でも漏出しないかを確認する打設試験を行った。打設材料はモルタルとし、打設圧 0.7MPa 以上を 30 分間保持する方法で行った。パラメーターはテールクリアランス (0mm, 30mm, 60mm) とゴム仕様 (単体, ゴム同士の接続部) とした。ゴム単体の最大打設圧は 1.7MPa となったが、ゴムシールは反転することなく漏出もなかった。また、ゴム接続部ではゴム接続部の隙間にモルタルが侵入するが、最大打設圧が 1.8MPa でもゴムシールは反転することなく漏出もなかった。なお、テールクリアランスが 60mm の試験体では打設圧が大きくなるとバネ板が変形し、その後の試験でバネ板がゴムシール先端を浮上げる現象が見られた。よって、ゴムシール先端は口ばし状とし浮上り対策を行った。

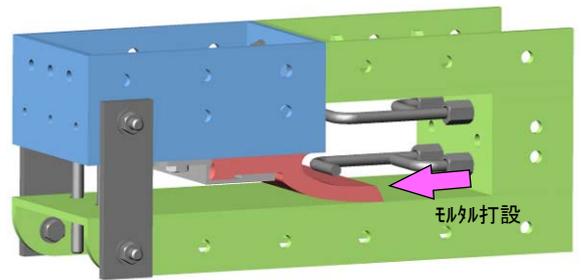


図-3 打設試験体の容器



写-2 打設試験状況

5. 付着試験

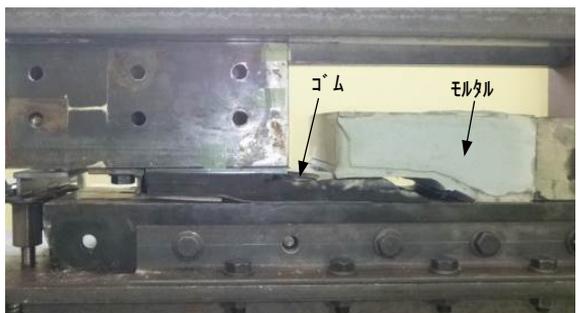
モルタルに対するブラシとゴムの付着性能の違いを確認するため、付着試験を実施した。付着試験は、打設試験の試験体を養生後に鉛直方向の動きを拘束した試験装置を用いた (写-3 参照)。試験結果を表-2 に示す。ゴム単体とゴム接続部の破壊状態はゴムとモルタルの付着切れであり、ゴム単体の付着力はゴム接続部に比べて 70% 程度と低かった (写-4 参照)。これは、ゴム接続部にモルタルが侵入した事が原因と考えられる。ゴムとブラシを半分ずつ配置した接続部の破壊状態は、一部の試験体でモルタルのせん断破壊となった (写-5 参照)。これは、ゴムとブラシの接続部の付着力がゴム接続部の 3 倍以上と大きかったことから発生したと考えられる。よって、ゴムのみとモルタルとの付着力は、ブラシの 1/5 以下であると確認できた。



写-3 付着試験装置

6. まとめ

各種の開発実験を行い、ゴム製テールシールの定着部の性能、打設性能や付着性能を確認した。今後は、ゴム製テールシールを現場にて実証実験を行い、課題の抽出とともに改善に取り組み、早期の実用化を図る所存である。



写-4 付着試験 (ゴム接続部 0mm)

表-2 付着試験結果

試験体	テールクリア	最大引抜き荷重(kN)			破壊状態
		1 回目	2 回目	平均	
①ゴム単体	0mm	2.03	3.54	2.79	ゴムとモルタルの付着切れ
	30mm	3.87	3.40	3.64	ゴムとモルタルの付着切れ
	60mm	4.04	3.84	3.94	ゴムとモルタルの付着切れ
②ゴム接続部	0mm	4.39	6.87	5.63	ゴムとモルタルの付着切れ
	30mm	4.44	4.12	4.28	ゴムとモルタルの付着切れ
	60mm	4.22	5.09	4.66	ゴムとモルタルの付着切れ
③ゴム・ブラシ接続部	0mm	15.96	15.66	15.81	モルタルのせん断破壊
	30mm	9.59	14.20	11.90	ゴム・ブラシとモルタルの付着切れ
	60mm	16.70	16.50	16.60	ゴム・ブラシとモルタルの付着切れ



写-5 付着試験 (ゴム・ブラシ接続部 0mm)