

## ラッピング工法用可とうセグメントの開発（その１：技術の概要）

○大成建設（株） 正会員 島田哲治 五洋建設（株） 原修一  
 （株）奥村組 畑山栄一 六菱ゴム（株） 北脇道夫

## 1. はじめに

ラッピング工法（トンネル外周被覆工法）<sup>1)</sup>は、セグメント外周全体を止水性と耐久性に優れた防水シート（以下、シートと称す）で覆う新しいシールド施工技术である。このことにより、高水压下においても止水性の向上とトンネル構造物の長寿命化を実現し、その効果として将来の維持管理費を含めたトータルコストダウンを提供するものである。

筆者らは、ラッピング工法の高い止水性を活かして、施工性・経済性に優れたラッピング工法用可とうセグメント<sup>2)</sup>（以下、本可とうセグメントと称す）を開発した。このたび、試験体（外径φ2800mm）を製作し、実物大実験を行いその可とう性能と止水性能を確認し、実用化の見通しを得ることが出来た。

本報では、本可とうセグメントの開発技術について報告するものである。

## 2. ラッピング工法用可とうセグメントの概要

本可とうセグメントは、ラッピング工法により構築されたシールドトンネルの地震や不等沈下等により発生する応力や変位を吸収するものである。図-1に概要図を示す。本可とうセグメントは、トンネル外周のシートが止水性を確保できるため、セグメントのピースに予め変位吸収性能を有する緩衝ゴムが組込まれており、1リング組立後は、緩衝ゴムの加硫接合等行う作業が不要である（写真-1参照）。

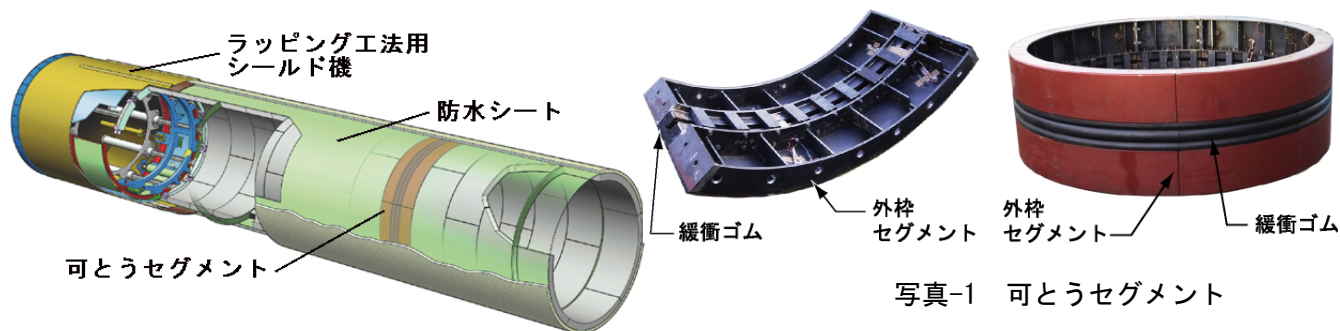


図-1 概要図

本可とうセグメントの構造は、図-2に示すように、緩衝ゴムの2つの鋼枠（外枠セグメント）で挟み、緩衝ゴムの下部には、耐圧板、推力受材および変位規制材が設けてある。

以下に各部材の機能を示す。

- ・緩衝ゴム：地震や不等沈下による地盤の変位吸収と防水シートを保護する間詰材的な役割をする。
- ・耐圧板：外圧と緩衝ゴムの変形により発生する圧力を受ける。
- ・推力受材：シールドジャッキの推力を伝達する部材で、推力の影響がなくなった時点で撤去する。
- ・変位規制材：推力受材を撤去したあと、供用時にせん断と伸び量の変位を規制する。
- ・Tセクション：緩衝ゴムと鋼枠を一体化させる。

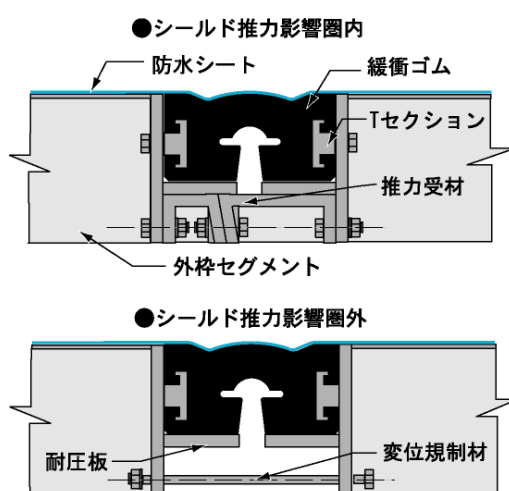


図-2 可とう部の構造

キーワード：シールドトンネル、外周被覆工法、防水シート、可とうセグメント

連絡先：大成建設（株） 技術センター 土木技術開発部

〒245-0051 横浜市戸塚区名瀬町 344-1 TEL 045-814-7229 FAX 045-814-7252

### 3. 特長

#### (1) 構造の簡素化

可とう部は、外周に被覆されたシートが止水性を確保するため、変位吸収性能を有する緩衝ゴムと耐圧板のみで土水圧を支えるシンプルな構造である。

#### (2) 優れた施工性

ピースの分割形状と 1 リングの組立は、一般のセグメントと同じである。従来の可とうセグメントのように、止水ゴムの取付け・接続等を行う必要がないため、施工サイクルに影響を与えない。

#### (3) 優れた経済性

シンプルな構造と優れた施工性により、従来の可とうセグメントに比べ大幅なコスト縮減となる。必要変位量が性能を超える場合、複数個使用しても経済的である。

### 4. 開発のプロセス

#### (1) 基本構造の決定

可とう部の構造は、シートとともに外圧力に耐えることと、伸び・圧縮等の変位を受けるセグメントの動きに追随できる必要がある。そこで、ゴムの非圧縮性を活かし、剛体の密封容器内にゴムを配置し、外圧により隙間（必要伸縮量）からゴムが抜け出すことなくシートを緩衝保護できる構造を基本型とした。

また、この緩衝ゴムは、従来技術の可とう部材であるクロロプレンゴムを使用することにした。

次に、仕様を決定した。使用条件は、実際に可とうセグメントを使用した工事の実績や防水シートの弾性変形量を考慮して、仕様を伸縮量 $\pm 20\text{mm}$ 、偏心量 30mm、耐水圧 1.0MPa とした。この仕様をもとに、長期使用を考慮して、ゴムの弾性変形範囲（10～20%）、シートの弾性変形範囲（4%）から、緩衝ゴムの幅と厚さ寸法を 200×100 と仮定した。

#### (2) 緩衝ゴム形状の決定

緩衝ゴムは、矩形状態ではあまりに硬く、伸びや圧縮、曲げが出来ない。そこで、変形に追従できるように形状の検討を行った。

- ・下部に V 字型の切込みを入れる。      ・ V 字頂点に空洞を設ける。
- ・空洞内部をきのこ形状にする。      ・上部にくびれを入れる。

以上の過程を経て、耐圧性を確保し、かつ、セグメントの動きに追従できるようにした。また、緩衝ゴムは、引張り状態で使用するとクリープの影響を受けやすく寿命に関わるため、**図-3** に示すようセグメントピース製作時に事前に、設計伸び量 20mm 分を圧縮することで、変位吸収時に緩衝ゴム自体の伸びを発生させないようにした。

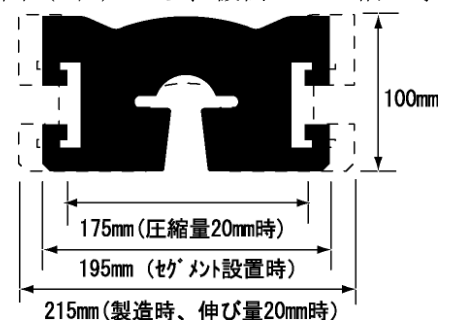


図-3 緩衝ゴム形状

#### (3) 緩衝ゴムの性能確認および取付金具への影響確認

緩衝ゴムの変形状況を確認するため、**写真-2** に示すように、奥行き方向 100mm の試験体に、自由面を拘束した状態で外圧をかけ、圧縮・伸び・偏心試験を行った。また、同条件で、アムスラー試験機を用いて圧縮変形させ、荷重～変位関係を調べ、変形抵抗力がセグメント本体の剛性に比べ充分小さいことを確認した。さらに、外圧および変形により、耐圧板および T セクションに発生する応力とひずみを調べた。本試験の仕様であれば、発生する応力とひずみは、非常に小さいことがわかった。

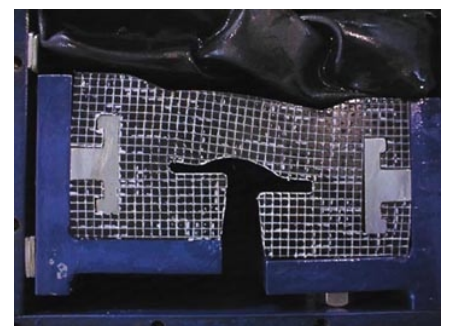


写真-2 緩衝ゴム負荷試験

### 5. おわりに

今回、緩衝ゴムについて、耐薬品性試験も行った。以上の要素実験より、緩衝ゴムの性能・物性を確認することができた。次のステップは、実物大実験を行い、実用化にむけた詳細検討を行う予定である。

【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、第 VI 部門、2001. 10

2) 三澤他：ラッピング工法用可とうセグメントの開発（その 2）、土木学会第 57 回年次学術講演会、第 VI 部門投稿中