

ラッピング工法用可とうセグメントの開発（その2：性能確認実験）

（株）奥村組 正会員 三澤孝史 大成建設（株） 芳賀由紀夫
五洋建設（株） 松岡義治 三菱ゴム（株） 田中 健

1. はじめに

ラッピング工法¹⁾は、高水圧下での長期にわたる止水性の向上、トンネル構造物の長寿命化、を目的に開発された工法であり、セグメントの外周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）で覆う工法である。筆者らは、ラッピング工法の付加技術として、その止水性を活かし、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²⁾を開発した。本報では、開発したラッピング工法用可とうセグメント（以下、本可とうセグメントと称す）の性能を確認するために実施した性能確認実験結果について報告する。

2. 実験概要

表-1 設計変位量

2.1 実験目的

実験は、主に以下の項目の確認を目的に行った。

本可とうセグメントの変形性能が設計変位量（表-1参照）を満足する。

変形時において、外周に敷設したシートの止水性に悪影響を与えない。

については、本可とうセグメントは、ラッピング工法によりセグメント外周に敷設されたシートによって、止水性を確保する構造である。従って、可とう部の変形により、シートに過大な応力が集中することによる破損等、止水性に影響を及ぼさないことを確認する。

2.2 実験装置

実験装置を写真-1に示す。実験装置の仕様を表-2に示す。この装置は、計4本のスクリージャッキにより载荷フレームを移動する機構である。上下のスクリージャッキが独立に作動可能なため、载荷フレームを傾けることにより载荷板間に設置した試験体にせん断変形を与えることができる。

2.3 試験体

試験体は、外径 2800mmの実物大の試験体を用いた（写真-2参照）。セグメント分割は5分割とした。外枠セグメントは、幅350mm、桁高150mmである。図-1に可とう部の構造を示す。

2.4 実験方法

実験は、圧縮、伸び、偏心の各変形、偏心と圧縮・伸びを組み合わせた変形、および屈曲角について、設計変

圧縮量	伸び量	偏心量	屈曲角*
20mm	20mm	30mm	0.8deg

*：今回の試験体での設計値



写真-1 実験装置

表-2 実験装置の仕様一覧表

耐軸推力	4000 kN
試験体最大口径	3200mm
フレーム面間寸法	最小 1100mm～最大 8000mm
フレーム傾斜角度	±7.5°
フレーム移動速度	2段階（Lo:32mm/min、Hi:125mm/min）

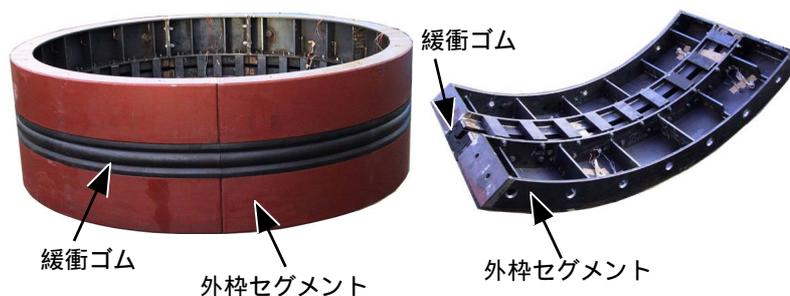


写真-2 試験体（外径 2800mm）

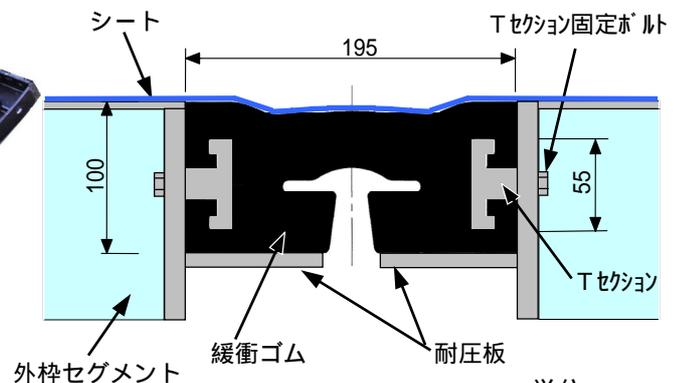


図-1 可とう部の構造

単位：mm

キーワード：ラッピング工法、可とうセグメント、シールドトンネル

連絡先：〒300-2612 茨城県つくば市大字大砂 387 (株)奥村組技術研究所 TEL0298-65-1521 FAX0298-65-1522

位置まで与えた(外圧負荷実験)。外圧は、シート外周に設置した外筒管に注水加圧することにより 0.5MPa まで作用させた。写真-3 にシート設置状況、写真-4 に実験状況を示す。なお、緩衝ゴムの変形状態を確認するために、シートを設置する前に、外圧を作用させない外圧無負荷実験も実施した。また、設計変位量の 2 倍近くまでの変形性能の余裕の確認も行った(本論では、変形余裕確認実験と呼ぶ)。表-3 に実験ケースをまとめて示す。

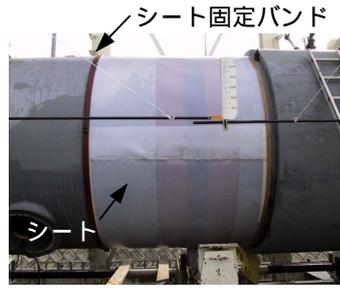


写真-3 シート設置状況



写真-4 外圧負荷試験状況

表-3 実験ケース一覧表

実験名	実験内容						最大外圧
	単位：mm						
	圧縮	伸び	偏心	偏心+圧縮	偏心+伸び	屈曲角	
外圧負荷実験	0～20	0～20	0～30	偏 30 + 圧 0～20	偏 30 + 伸 0～20	0.8°	0.5MPa
外圧無負荷実験	0～20	0～20	0～30	偏 30 + 圧 0～20	偏 30 + 伸 0～20	0.8°	無し
変形余裕確認実験	0～30	0～40	-	-	偏 0～60 + 伸 20	1.6°	無し

2.5 計測項目

計測項目は、荷重、変位、緩衝ゴムを外枠セグメントに支持する鋼材（Tセクション、耐圧板）に作用する圧力、ひずみ、Tセクション固定ボルトの軸力および外圧(注水圧)である。

3. 実験結果

(1)変形性能

外圧負荷実験より、最大外圧 0.5MPa 作用下において、設計変位量まで、全て問題なく変形することを確認した。また、本可とうセグメントの可とう部に使用している緩衝ゴムは、従来の可とうセグメントに使用される止水ゴムに比べ肉厚である。しかし、その作動抵抗力(剛性)は十分に小さく、可とう性に影響を及ぼすものではなかった。

緩衝ゴムの変形状態の一例として、写真-5 に変形余裕確認実験における変形状況を示す。設計変位量の 2 倍程度まで変形させた変形余裕確認実験においても、ピース間の突き合わせ部も含め、問題となるような変形挙動は見られなかった。

(2)止水性

外圧負荷実験より、外圧 0.5MPa 作用下においても漏水は見られなかった。これより、本可とうセグメントは、外周に敷設したシートの止水性に悪影響を与えることなく変形性能を発揮することを確認できた。

(3)緩衝ゴム取付部材

図-2 に実験結果の一例として、外圧負荷実験において、伸び 20mm を与えた時の耐圧板に作用した圧力分布を示す。これより、耐圧板に、緩衝ゴムを介して、外圧(注水圧 0.5MPa)とほぼ同じ圧力が作用していることがわかる。

全実験ケースにおいて、緩衝ゴムを外枠セグメントに固定する鋼材（Tセクション、Tセクション固定ボルト）、緩衝ゴムを介して土水圧に抵抗する耐圧板に作用した応力は小さく、特に問題となるような応力は生じなかった。

4. おわりに

ラッピング工法の付加技術として開発したラッピング工法用可とうセグメントが、目標の性能を有することを確認できた。今後、さらに、ラッピング工法の普及を図っていきたいと考える。

【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 部門、2001.10 2) 島田他：ラッピング工法用可とうセグメントの開発(その1)、土木学会第57回年次学術講演会、第 部門投稿中

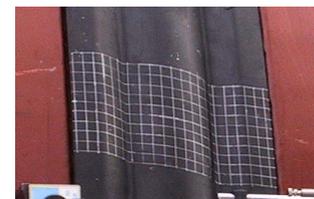
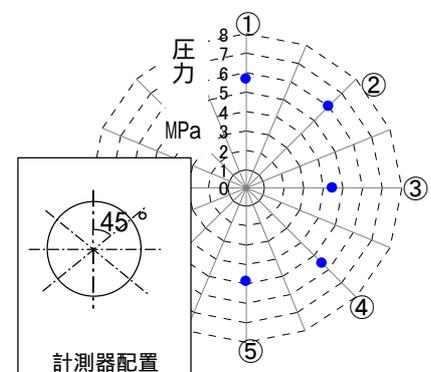


写真-5 変形状況(偏心60mm)

図-2 耐圧板の圧力分布
(外圧負荷実験, 伸び:20mm)