

## トッピングシートを用いた補強・補修方法に関する検討

丸五ゴム工業(株) 正会員 ○藤原泰明  
PHM フェロー会員 高田知典

### 1. はじめに

バブル時代に整備された社会インフラの老朽化は、国民の安全・安心な生活を脅かす大きな社会問題となってきた。今後、社会インフラの点検・補修に膨大な費用が必要であり、社会インフラの補修技術の高度化、合理化は欠かせぬ課題となってきた。一方で、新素材の活用に関する研究が進み、炭素繊維、アラミド繊維を用いたコンクリート構造物の補修・補強工法が実用化されている。

そこで、自動車のホースや配管に用いられているアラミド繊維などによる繊維補強入りゴムシート（以下トッピングシート）を用いた支柱補強の可能性について検討を行った。本稿では、圧縮強度、曲げ強度試験を行い、トッピングシートの補強効果について検討した結果を報告する。

### 2. トッピングシートを用いた補強・補修方法

#### (1)トッピングシート

織布（補強糸）の上にゴムを圧延して製造する繊維補強入りのゴムシートであり、自動車の吸気ホースなどに広く利用されている。トッピングシートの特性を表-1 にとりまとめた。図-1 示すように布の配する方向（布中の補強糸の角度は直角）を調整することにより、補強力と装着性のバランスを調整することができる特性を持っている。

#### (2)トッピングシートを用いた補強具

補強効果を確認するために円筒形状の巻き補強具を試作した（写真-2）。強度は、トッピングシートの巻きつけ回数を調整することで、次の2種類とした。

- ・補強具①  
(3 プライ品：シートを3周巻き)  
外径 φ66, 内径 φ60, 肉厚 3mm
- ・補強具②  
(5 プライ品：シートを5周巻き)  
外径 φ70, 内径 φ60, 肉厚 5mm

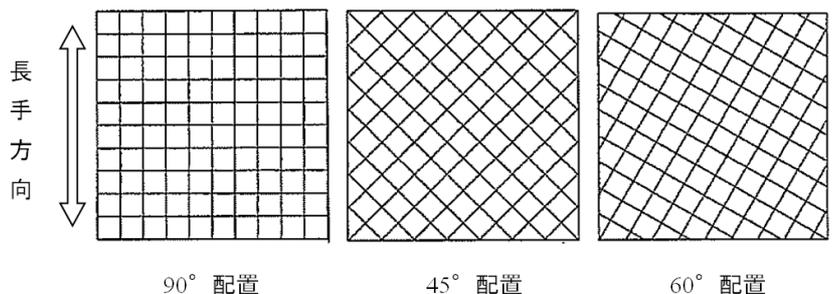


図-1 布配置方向

表-1 トッピングシートの特性

特性	内 容
加工性	・補強糸が入ったゴム素材シートで形状が自由に加工できる。 ・繊維の配向方向により、補強強度と装着性の変更ができる。
耐候性	・ゴム素材中に補強糸が埋設されているため紫外線劣化がない。 ・用途による耐環境性適合を考慮した素材を選定できる。 (耐紫外線性、耐アルカリ性など)
耐衝撃性	・糸の固定材がゴム素材であるため、衝撃に強い
密着性 (投錨効果)	・ゴム素材が柔軟性があるため、被補強体と一体的に変形し、原位置に復帰するため、補強性能を効率的に利用できる(補強材のはく離や破壊が起こりにくい)。 ・被補強構造体と補強具は補強具のゴム素材の摩擦力と投錨効果によりずれにくい。
施工性 経済性	・工場生産品の補強具を現場で設置するため、現場で巻きつけ接着施工を行う従来の方法に比べ、施工性に優れている。 ・接着剤の養生時間が不要なため施工時間の短縮になる。

### 3. 支柱補強への試行

試作した円筒補強具を支柱に被せ、圧縮試験及び曲げ試験を実施した。

#### (1)圧縮試験

被補強体に各補強具を図-2 写真-2 のように取り付け、図に示す方向から圧縮荷重を負荷し「荷重-たわみ曲線」を測定した。

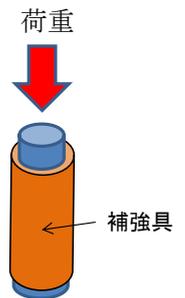


図-2 荷重方向

- ・圧縮スピード：6mm/min
- ・試験方法は JIS K6931 準拠
- ・被補強体（パイプ）：  
ポリエチレン製パイプ  
(外径 φ60, 内径 φ48, 肉厚 6mm、長さ 120mm)
- ・補強具：シリコンゴムトッピングシートを所定回数巻いた筒形状（長さ 100mm）。

キーワード 補強、補修、繊維補強入りゴムシート

連絡先 〒710-8505 岡山県倉敷市上富井 58 丸五ゴム工業株式会社 新規事業開発部 TEL.086-422-5118

(2)圧縮試験結果

圧縮試験結果を表-2、図-3にまとめた。その結果、たわみの低いところでは最大降伏点の差が出なかったが、圧縮量が多くなるにつれて差が見られた。また補強層のプライ数が増えることにより変化が見られ、3プライ品で補強具なしに対して+7.3%、5プライ品では+20.8%の変化が見られた。このことより、トッピングシートを用いた補強具の補強効果が確認された。

表-2 補強プライ数による最大降伏点の変化

	補強具なし	3プライ	5プライ
荷重[kN]	23.04	24.72 (+7.3)	27.84 (+20.8)

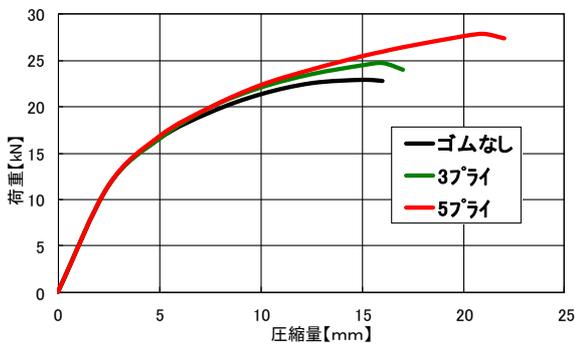


図-3 圧縮荷重によるたわみ量

(3)曲げ試験

下記被試験体に各補強具を取り付け、図-4に示すように支点間480mmの治具にサンプルを固定し、パイプに対して直角方向に荷重を負荷し、「荷重-たわみ曲線」を測定した。

- 曲げスピード：20mm/min.
- 被補強体（パイプ）：ポリエチレン製パイプ（外径φ60、内径φ48、肉厚6mm、長さ680mm）
- 補強具：シリコンゴムトッピングシートを所定回数巻いた筒形状

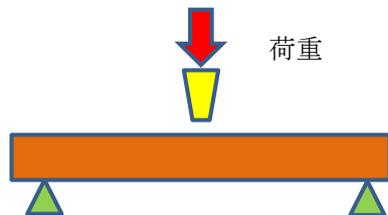


図-4 取付け及び荷重方向

(4)曲げ試験結果

圧縮試験と同様に低いたわみの時には、効果は確認できなかったが、曲げ変位がほぼ20mmから補強の効果が確認された（図-5）。変位が大きくなるにつれ補強の効果が大きくなっていることより、ゴム中の補強糸の緊張によることに起因していると思われる。

表-3 シートプライ数による荷重及び変化率

種類	荷重 [N]		
	補強具なし	3プライ	5プライ
変位20mm時	1440	1440(0%)	1512(+5.0%)
変位25mm時	1608	1632(+1.5%)	1704(+6.0%)
変位30mm時	1728	1776(+2.8%)	1860(+7.6%)

\* ( ) 数値は、補強具なしに対する変化率

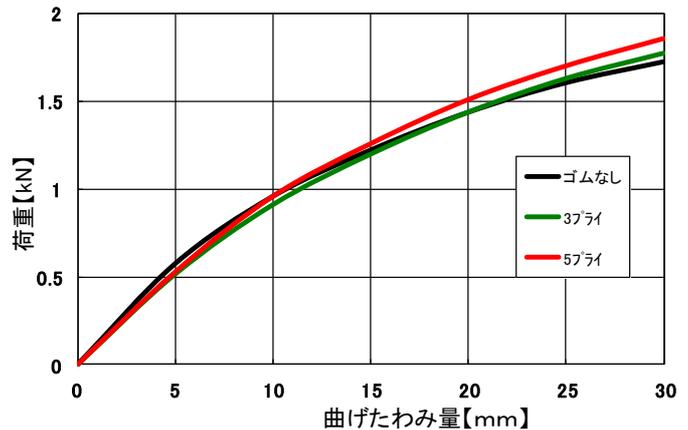


図-5 曲げたわみによる荷重変化



写真-1 試験写真

写真-2 補強具装着例

4. まとめ

トッピングシートを用いての圧縮方向・曲げ方向の試験において補強効果が確認された。試作段階では、顕著な補強効果は見られなかったが、ゴム素材と補強糸の選定、装着方法、被補強材の材料など、検討を続け、実用化に向けて検討を進めて行く所存である。

トッピングシートは従来の補強材にない制振効果、加工のし易さ、経済性などの特長を有しており、実証実験などを通して用途の拡大を確認していきたい。また、補強とセンシングの機能を持ったセンサ機能付き補強部材や補修材の研究を進め、インフラの維持管理に寄与する技術の確立を目指したい。