

橋梁添架用 FRP 製長スパン補修管の開発

Development of FRP Long-Span Repair Pipes for Bridges

奥田忠弘* 竹田 誠*

Tadahiro Okuda Makoto Takeda

通信分野において、橋梁に添架されているケーブル保護管には鋼管が多く使用されている。このような金属製保護管は、長年の降雨や凍結防止剤の影響などにより腐食劣化が進行している。そこで、耐食性に優れた FRP 製半割補修管を開発し、採用されているが、この補修管は強度面から適用できる管路の支持スパンが 2,500 mm 以下に限定されている。しかし、支持スパンが 2,500 mm を超え 5,500 mm 以下のケーブル保護管も多くあり、このスパンに対応する補修部材が求められていた。そこで、この要望に応えるため、支持スパン 5,500 mm に適用可能な FRP 製半割補修管を開発したので報告する。

In telecommunications, most pipes for cable ducts used in bridges are made of steel. A metal duct of this type is corroded and deteriorated due to the effects of antifreeze and rainfall over many years. In response to such situations, we have developed an FRP (fiber-reinforced plastic) half-round repair pipe that possesses excellent corrosion resistance and has been used as a repair pipe. However, the support span of this pipe is limited to 2,500 mm due to its limited strength. There are, however, many metal cable ducts with support spans from 2,500 to 5,500 mm, and repair materials suitable for such longer spans have become necessary. We report in this paper that we have developed an FRP half-round repair pipe that is suitable for spans of up to 5,500 mm.

1 はじめに

橋梁添架設備の1つとして、電力または通信用ケーブルがある。これらのケーブル類は、紫外線劣化や外力による損傷を防止するため、ケーブル保護管内に設置されている。通信用のケーブル保護管は、橋梁に支持部材を用いて添架されており、鋼管などが多く使用されている(図1参照)。このようなケーブル保護管は、降雨や凍結防止剤などの影響を受けて腐食劣化しており、この場合、ケーブルへの悪影響や保護管が橋梁下へ落下することなどが懸念される(図2参照)。そこで、腐食劣化した保護管を補修する方法として、耐食性に優れた FRP 半割補修工法を開発し、採用されているが、補修管の強度面から適用できる管路の支持スパンが 2,500 mm 以下に限定されている。しかし、ケーブル保護管の支持スパンは 2,500 mm を超え 5,500 mm 以下のものも多く、この場合、現行の補修方法では対応が困難である。このような状況の中、日本電信電話株式会社アクセスサービスシステム研究所殿より、支持スパン 5,500 mm にも対応可能な、FRP 補修部材の共同開発依頼があり、橋梁添架用長スパン FRP 製補修部材として開発を実施した。以下、その概要と各種性能試験結果について報告する¹⁾。

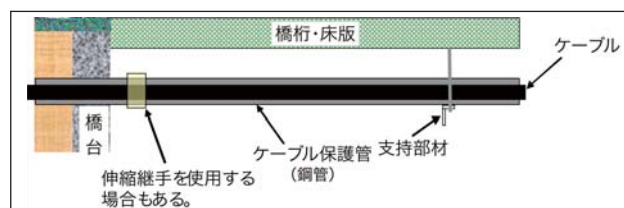


図1 橋梁添架ケーブル保護管



図2 金属製保護管の腐食状況

2 目標性能

開発する補修部材の目標性能を表1に示す。

表1 目標性能

項目	目標性能
形状 ^{*1}	半割形状
寸法 ^{*2}	内径：80mm以上 幅：90mm以下 高さ：104mm以下
支持スパン	5,500mm
たわみ量 ^{*3}	18.3mm以下
曲げ剛性	$1.54 \times 10^{11} \text{N} \cdot \text{mm}^2$ 以上
静摩擦係数 ^{*4}	0.5以下
施工性	現行の補修方法と同等以上

*化成産品事業部 技術開発部

- ※1 管路の補修は、ケーブルが入線された状態で行うため、補修部材の形状は半割形状とした。
- ※2 寸法は既設管の管径および管ピッチを考慮した。
- ※3 たわみ量は支持スパンの 1/300 以下とした。
- ※4 静摩擦係数は、ケーブルの入替工事を考慮した。

3 成型方法の選定

開発する補修管は支持間隔が長いので、管軸方向に高い曲げ剛性が求められる。そこで、軸方向の剛性の向上が可能な引抜成型法を選択した（図3参照）。

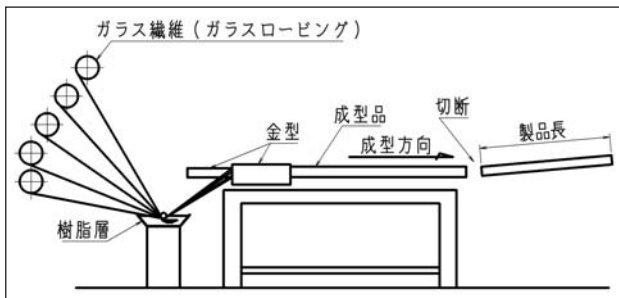


図3 引抜成型法の概要

4 開発品の仕様

4.1 施工手順

ケーブル保護管の補修に用いる主な構成は「FRP 半割差込ソケット」および「FRP 製長スパン半割補修管」である。補修方法を以下に示す（図4参照）。

- 1) 腐食劣化部分を切除する。
- 2) 残った既設管路に、接着剤を塗布した FRP 半割差込ソケットを挿入する。
- 3) 半割差込ソケットを挟み込むように、FRP 製長スパン半割補修管を設置し、ステンレスバンドで結束する。

4.2 形状

FRP 製長スパン半割補修管（以下、長スパン補修管）

および FRP 半割差込ソケット（以下、半割差込ソケット）の形状を次に示す。

1) 長スパン補修管

長スパン補修管の形状を図5に示す。また、長スパン補修管組立後の断面性能を表2に示す。

長スパン補修管の断面形状は、曲げ剛性を向上させるため矩形断面とし、中空部を設けることにより約1kg/本軽量化することが可能となった。なお、重量は半割状態で約3kg/本となっている。

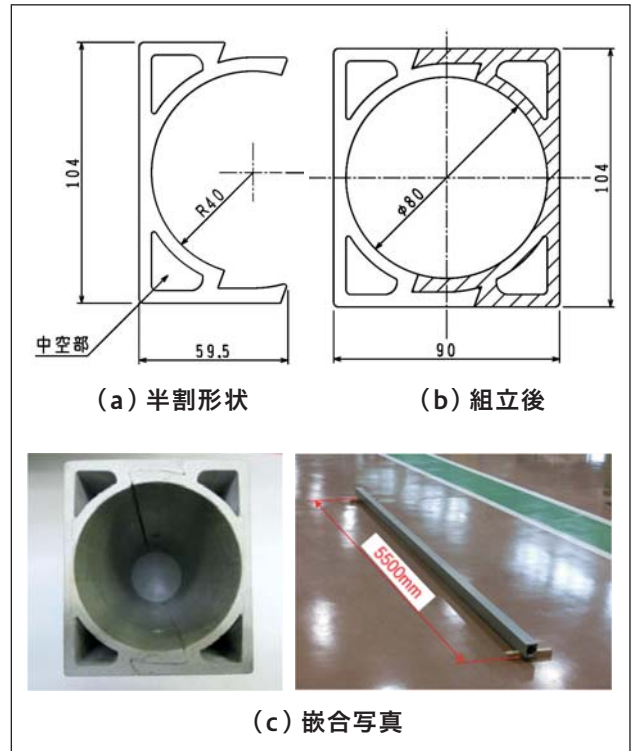


図5 長スパン補修管形状

表2 長スパン補修管組立後の断面性能

断面積	$3.19 \times 10^3 \text{ mm}^2$
断面係数	$9.03 \times 10^4 \text{ mm}^3$
断面二次モーメント	$4.69 \times 10^6 \text{ mm}^4$

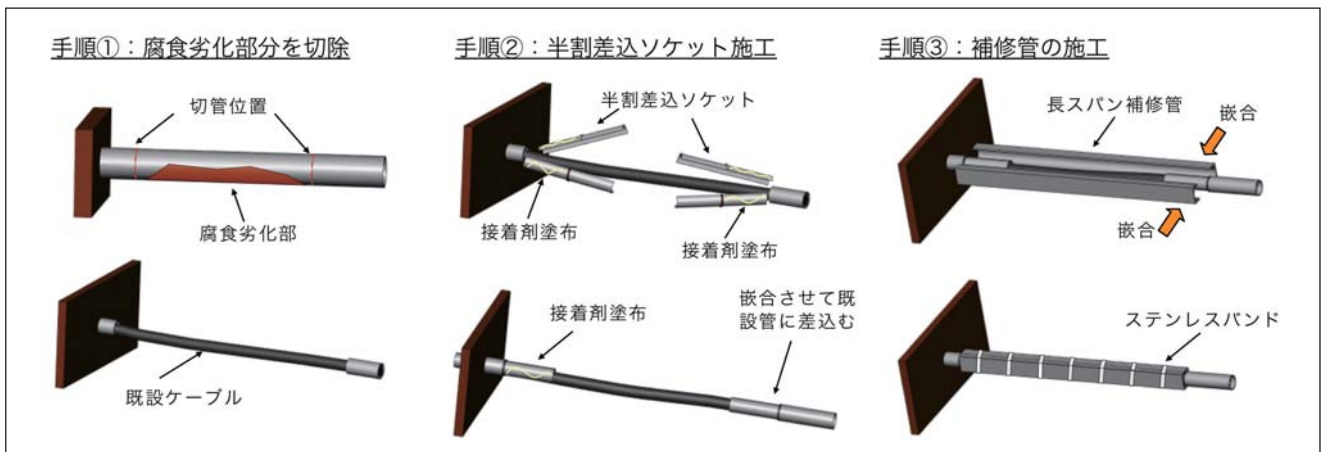


図4 補修方法

2) 半割差込ソケット

既設管と補修管の接続は半割差込ソケットを用いて接続する。半割差込ソケットは、長スパン補修管と同様に半割形状となっており、形状を図6に示す。

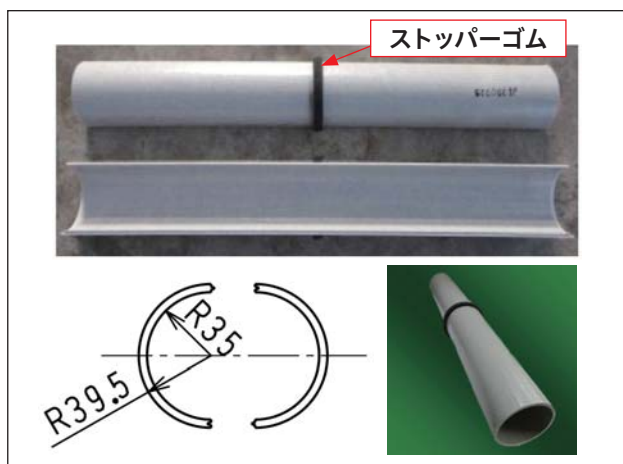


図6 半割差込ソケットの形状

5 性能試験

5.1 曲げ試験

長スパン補修管および半割差込ソケットについて曲げ試験を行った。

1) 長スパン補修管

長スパン補修管は支持スパン3,500mmで3点曲げ試験を実施し、試験結果から曲げ剛性値を算出した。その結果、曲げ剛性値は $1.64 \times 10^{11} \text{N} \cdot \text{mm}^2$ となり、目標値 $1.54 \times 10^{11} \text{N} \cdot \text{mm}^2$ を満足する結果となった。

試験結果を表3に、試験状況を図7に示す。

表3 曲げ試験結果

最大荷重	21.1kN
曲げ応力	204N/mm ²
曲げ剛性値	$1.64 \times 10^{11} \text{N} \cdot \text{mm}^2$

(試験数n=5の平均値)

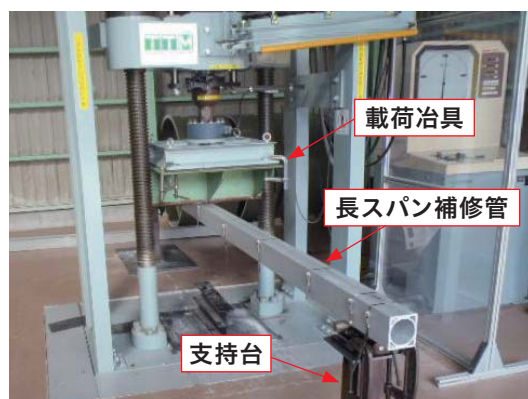


図7 長スパン補修管曲げ試験

2) 半割差込ソケット

半割差込ソケットの曲げ試験は図8に示すように、実際の施工状況と同様となるように、片側を鋼管に接着固定した後、他方に長さ75mmの長スパン補修管を取付け、補修管上部を載荷する方法とした。試験結果を表4に、試験状況を図8に示す。

長スパン補修管を両端固定した場合の曲げモーメントから、半割差込ソケットに発生する曲げ応力を算出すると約22N/mm²となる。なお、試験結果の曲げ応力は112.4N/mm²であったため、安全率は5以上となることが確認できた。

表4 曲げ試験結果

最大荷重	8.6kN
曲げ応力	112.4N/mm ²

(試験数n=5の平均値)



図8 半割差込ソケット曲げ試験

5.2 摩擦試験

ケーブルの更新工事を行う際、保護管を設置した状態で、ケーブルの入替えを行う。その際、保護管の摩擦係数が大きい場合は、ケーブルを入線することが困難となり、更新工事の際、支障をきたす恐れがある。

このため、日本電信電話株式会社殿ではケーブル保護管の静摩擦係数は0.5以下と規定されている。そこで、長スパン補修管および半割差込ソケットの摩擦試験を行い、静摩擦係数の確認を行った。

その結果、静摩擦係数は、長スパン補修管では0.39、半割差込ソケットでは0.36となり、0.5以下となることを確認した。

試験結果を表5に、試験状況を図9に示す。

表5 摩擦試験結果

試験片	最大引抜力	静摩擦係数
長スパン補修管	27.4 N	0.39
差込ソケット	25.2 N	0.36

(試験数n=5の平均値)

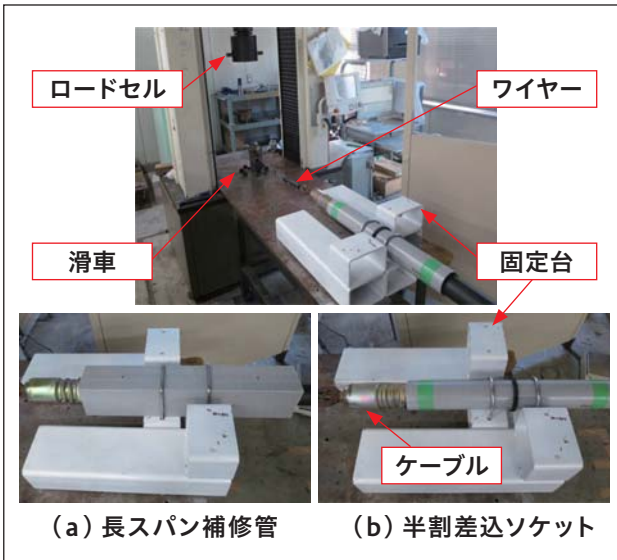


図9 摩擦試験状況

5.3 施工試験

長スパン補修管の施工性を確認するため、施工時間を計測し、現行の補修工法と比較した。試験条件は、現行の補修工法では、補修スパンは2,500 mmとし、長スパン補修管を使用した補修工法の補修スパンは5,500 mmとした。いずれの場合も作業は3人で行った。

現行の補修部材を用いた施工時間は57分であり、開発品の長スパン補修部材を用いた工法では施工時間35分となった。このことから、長スパン補修管を使用した場合、施工性が向上していることを確認できた。これは、長スパン補修部材を用いた場合、サイズ調整片の取付けおよび管割継手の取付け作業がないため、5,500 mmの長スパンにもかかわらず約20分の施工時間短縮が可能となった。また、その結果1,000 mmあたりの施工スピードは4倍となった。

施工試験状況および施工時間を表6に示す。

表6 施工時間測定結果

	半割差込ソケット取付け (時間：15分)	半割補修管取付け (時間：20分)		完成 (合計時間：35分)		
長スパン補修部材						
	半割差込ソケット取付け (時間：14分)	半割補修管取付け (時間：16分)		サイズ調整片の取付け (時間：23分)	管割継手の取付け (時間：4分)	完成 (合計時間：57分)
現行の補修部材						

6 おわりに

従来、橋梁に添架された金属製保護管の腐食劣化部分を補修するFRP製半割補修部材の適用範囲は、強度面から適用可能な支持間隔が2,500 mm以下に規定されていた。

今回、日本電信電話株式会社アクセスサービスシステム研究所殿との共同開発により、各種性能試験および施工試験を実施し、5,500 mm以下の支持間隔に対応できる長スパン補修部材を開発できた。

謝辞：

本開発において、日本電信電話株式会社アクセスサービスシステム研究所殿におかれては多大なるご協力、貴重なご指導を賜りました。ここに記載させていただき感謝の意を表します。

参考文献：

- 1) 山崎、是国、稲村、柴田：新たな橋梁添架管路補修技術の開発、NTT技術ジャーナル(2008.7)、pp.47-50

執筆者：

奥田忠弘

2001年入社

FRP関連の開発に従事



竹田 誠

1999年入社

FRP関連の開発に従事

