

電力ケーブル防護用半割管の開発

Development of a Half-Split Pipe for Power Cable Protection

渡部 隼* 竹田 誠*

Jun Watanabe

Makoto Takeda

鉄道設備において計画的な維持管理、更新が行われているが、電力を供給するケーブルに関する設備の更新は、限られた時間内で施工する必要があり、施工性が向上する製品へのニーズが高まっている。そこで、ケーブル関連設備の一つである、ケーブル保護管について、FRP 引抜成形技術を活かし、施工速度が向上する半割管を開発した。本報では、半割管の構造および性能評価結果を報告する。

The railway equipment is being systematically maintained and renewed. Renewal of the equipment for cable that supplies electric power requires construction within a limited time, and there is an increasing need for products that improve construction.

Therefore, we have developed a half-split pipe for cable protection tubes, which is one of the cable-related equipment, by utilizing FRP pultrusion technology to improve the construction speed.

1 はじめに

鉄道設備は、旅客輸送や貨物輸送を支える重要な設備であり、計画的な維持管理、更新が行われている。その中の一つとして、電力を供給するケーブルがある。ケーブルに関連する設備の更新は、限られた時間内で施工する必要があり、施工速度の向上が求められている。

ケーブルに関連する設備として、図1に示すようなケーブル保護管があり、コンクリートトラフや再生樹脂トラフなどが使用されているが、施工性において以下の課題がある。

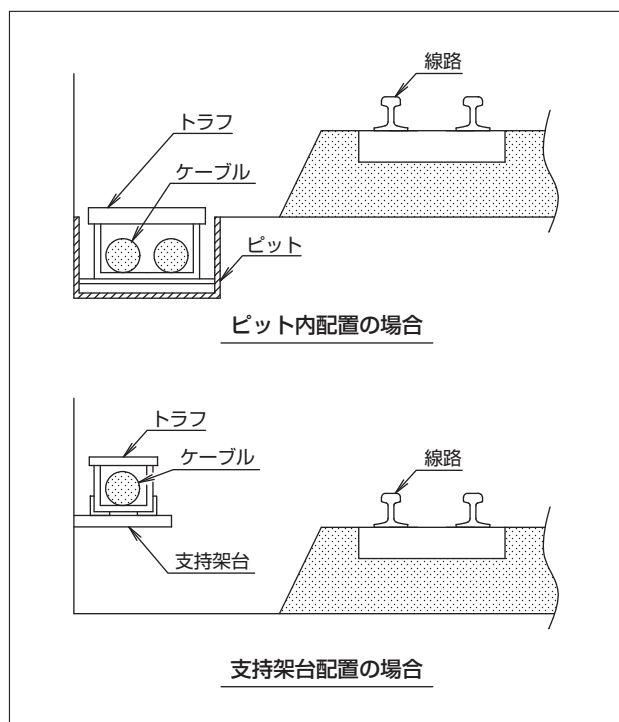


図1 ケーブルトラフの設置状況

①コンクリートトラフは、部材が重く、運搬および設置作業に人員を要する。

(参考:コンクリートトラフ幅 200 mm、長さ 500 mm の場合、20 kg/個程度)

②コンクリートトラフは、最大支持スパンが 500 mm であり、支持架台の数が増え、設置に手間がかかる (図2 参照)。

③再生樹脂トラフは、支持架台の上にラダーが必要であり、設置に手間がかかる (図3 参照)。

このような課題を解決するために、軽量かつ最大支持スパンの延長を実現する FRP 製半割管を開発した。以下にその概要について報告する。

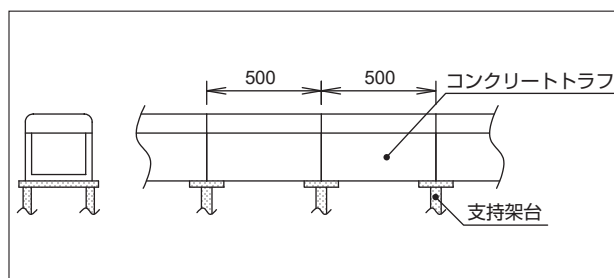


図2 コンクリートトラフの支持状況

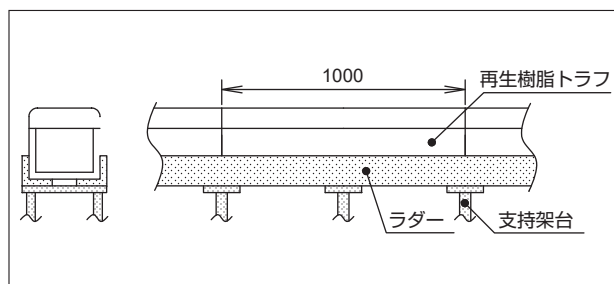


図3 再生樹脂トラフの支持状況

2 目標性能

設定した半割管の目標性能は以下の通りである。

- ①人力での搬入、施工が容易な重量であること。
(1部材 15 kg 以下)
- ②最大支持スパンが 1.5 m であること。
- ③本管部中央に上載荷重 13.7 kN (安全率 3) が作用した際に破壊しないこと。(半割管に入線するケーブル荷重と、緊急時に乗客が避難用通路として使用するための荷重を考慮した)
- ④ソケット部に上載荷重 4.51 kN が作用した際に破壊しないこと。(電気設備の技術基準¹⁾における規定の荷重 122.6 kN/m² から設定した。)
- ⑤内幅 220 mm、平面、縦断 R=2 m の曲線ピット内で施工できること。
- ⑥半割管の上半分、下半分をステンレスバンドで容易に締結し、一体化できること。また、メンテナンス時にステンレスバンドを取除いた後、再度締結が可能であること。
- ⑦自消性のある難燃性を有すること。

3 半割管の仕様

3.1 半割管の構造

半割管は、ケーブルを収める本管部と、本管部を接続するためのソケットで構成される (図4参照)。

半割管の上下締結は、ソケットに設けられた溝にステンレスバンドを巻付けて行う構造とした (図5参照)。

本管部は、最大支持スパン 1.5 m を実現するために、延長方向の曲げ強度に優れた引抜成形品を適用した。ソケットは複雑な形状を実現するために、プレス成形品を適用した。

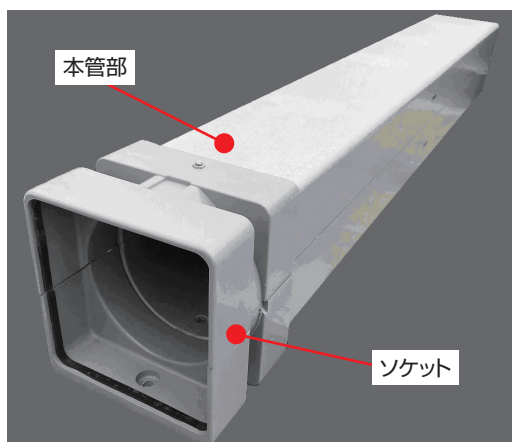


図4 半割管

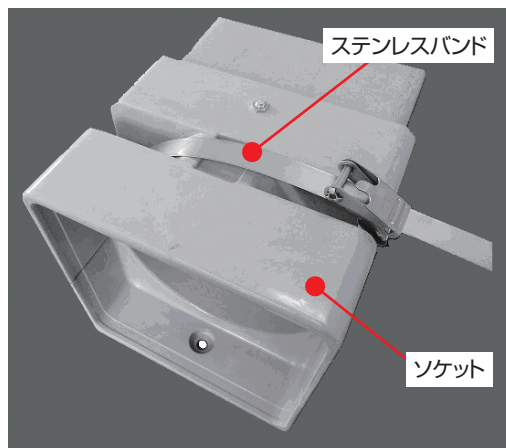


図5 ソケットでの締結構造

半割管の断面は、図6に示すように内面を円形、外面を角形とした半割形状とした。また、引抜成形法の特長である中空断面を採用した。

これにより、図7に示す開発当初案の角形断面より断面積を低減し、軽量化ならびに材料コストの低減に成功した。

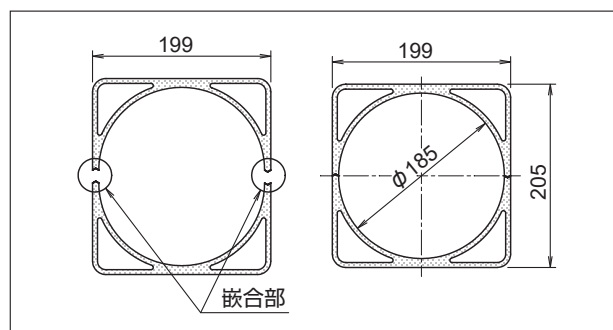


図6 半割管本管部断面図

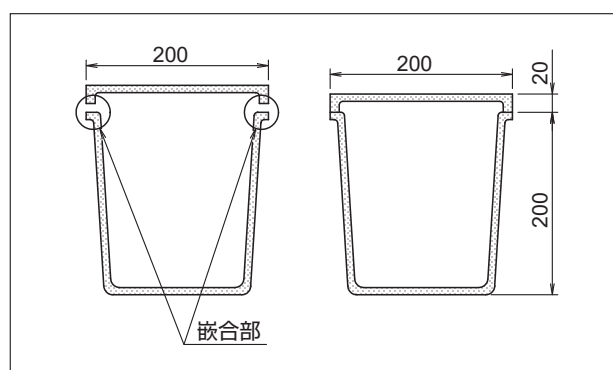


図7 開発当初断面図案

3.2 半割管の特長

半割管の特長は以下の通りである。

- ①最大支持スパンが 1.5 m であるため、支持架台の数を低減することができる。
- ②幅 199 mm、高さ 205 mm のコンパクトな形状であるため、狭いピット内でも配置可能である。(図6参照)。

- ③本管部とソケットを一体化しており、現場搬入時の部材数を低減できる。
- ④ソケットで最大6°の可撓角を設けることができ、曲線配管が可能である。
- ⑤本管部+ソケットの半断面で、約12 kg/1.5 mと軽量であり、人力でのスムーズな運搬、施工が可能である。
(参考:コンクリートトラフ本体重量約20 kg/0.5 m)
- ⑥半割管の上下を固定するために、ソケットにステンレスバンド用の溝を設けている。また、半割管の下半分にはステンレスバンドを通すためのガイドを設けており、狭いピット内においても容易に締結が可能である。(図8参照)

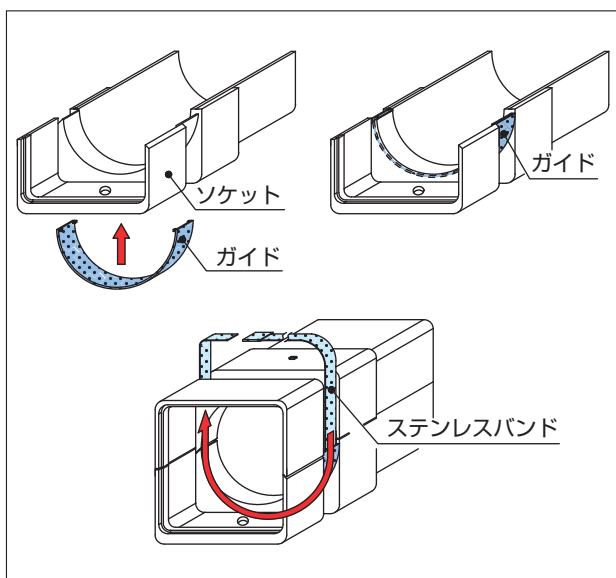


図8 半割管上下固定概要図

3.3 施工手順

- 施工手順を以下に示す(図9参照)。
- ①半割管(下側)のソケット部を支持架台上に固定する。次に接続する半割管をソケットにはめ込む。
 - ②ケーブルを敷設し、半割管(上側)を設置する。
 - ③半割管の上下をステンレスバンドで締結する。

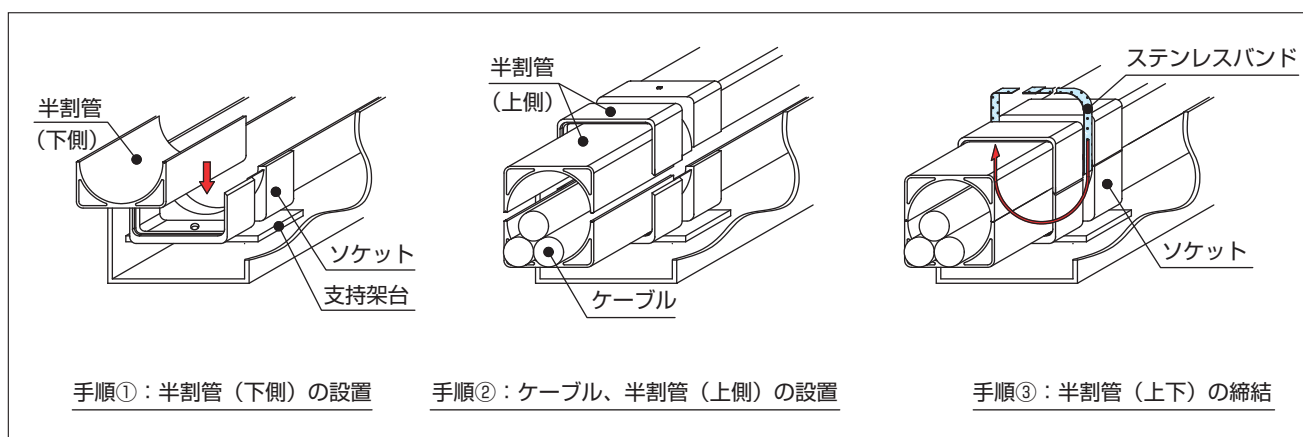


図9 半割管の施工手順

4 半割管の性能評価

主な性能評価項目は以下の4項目である。

- ①曲げ破壊荷重試験
- ②圧縮破壊荷重試験
- ③難燃性試験
- ④曲線配管試験

4.1 曲げ破壊荷重試験

半割管を1.5 mスパンで台座に固定し、本管部中央部に10 mm/minの速度で荷重を載荷し、破壊荷重値を測定した。試験状況を図10に、試験結果を表1に示す。

破壊荷重値は、平均28.5 kNであり、目標値の13.7 kNを満足することを確認した。



図10 曲げ破壊荷重試験状況

表1 曲げ破壊荷重試験結果

項目	破壊荷重値 (kN)	
	測定値	平均値
試験結果	28.5	28.5
	28.9	
	28.1	
目標値	13.7 以上	

4.2 圧縮破壊荷重試験

ソケット周辺の接続部を切出した試験体を試験装置に設置し、上面部全体に10 mm/minの速度で荷重を載荷し、破壊荷重値を測定した。試験状況を図11に、試験結果を表2に示す。

破壊荷重値は、46.0 kNであり、目標値の4.51 kNを満足することを確認した。

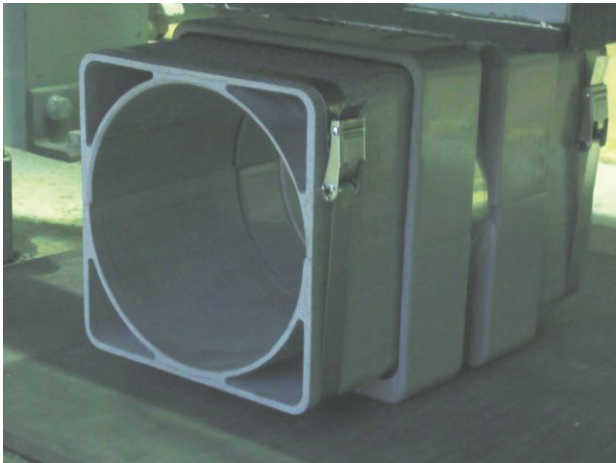


図11 圧縮破壊荷重試験状況

表2 圧縮破壊荷重試験結果

項目	破壊荷重値 (kN)
試験結果	46.0
目標値	4.51 以上

4.3 難燃性試験

JESC E 7003 (2005)「地中電線を取める管又はトラフの自消性のある難燃性試験方法」に準拠し、本管部およびソケットの試験を実施した。試験体の外面をブンゼンバーナーで燃焼させ、着火後、60秒以内に消火した場合、「自消性のある難燃性」を有すると判定できる。

試験状況を図12に試験結果を表3に示す。

試験の結果、半割管は「自消性のある難燃性」を有することを確認した。

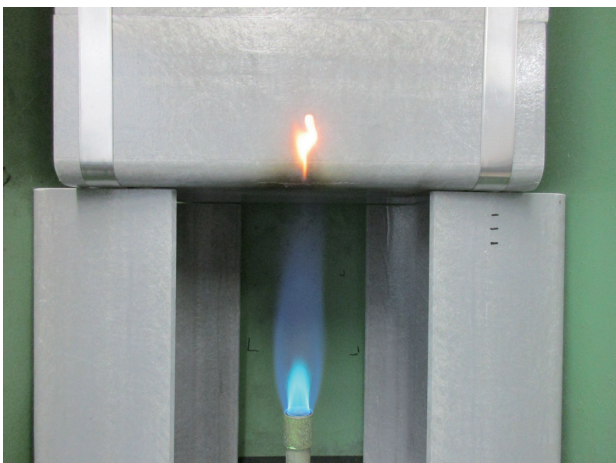


図12 難燃性試験状況

表3 難燃性試験結果

試験対象	本管部 (塗装面)	ソケット (外面)
消火までの時間	2秒	1秒
目標値	60秒以内	

4.4 曲線配管試験

図13に示す平面曲線および縦断曲線を再現した模擬ピット上に、L=150 mmの半割管を設置し、配管の可否を確認した。試験状況を図14、図15に示す。

半割管は、曲線部でも問題なく配置可能であることを確認した。また、ステンレスバンドによるソケットの締結作業について、ピット内の限られたスペースにおいても容易に行えることを確認した。

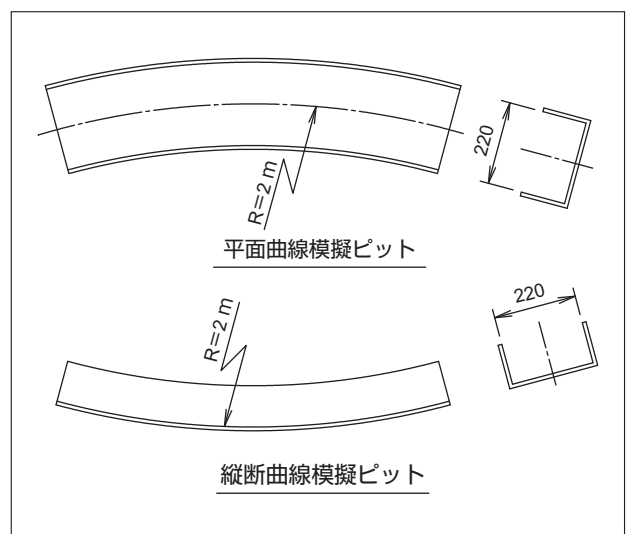


図13 平面・縦断曲線模擬ピット概要図

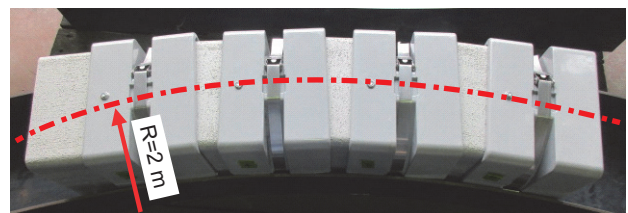


図14 平面曲線配管状況



図15 縦断曲線配管状況

5 まとめ

半割管の評価結果を以下に示す。

- ① 曲げ強度（1.5 m スパン）の目標値 13.7 kN 以上、圧縮強度の目標値 4.51 kN 以上を達成しており、1.5 m の長スパン施工においても問題ない強度を有する。
- ② R=2 m の曲線配管ならびにステンレスバンド締結による一体化を容易に行うことが可能であり、施工性が向上する。
- ③ 電力ケーブルを収める管として求められる自消性のある難燃性を有する。

6 おわりに

今回、軽量かつ高強度で、施工性が向上する半割管の開発に取り組み、製品化を完了した。

今後も、FRP の特性である、軽量、高強度を活かし、鉄道市場のニーズに応える付加価値の高い製品開発に努める。

採用実績：

東海旅客鉄道株式会社殿

参考文献：

- 1) 解説 電気設備の技術基準第 14 版、経済産業省原子力安全・保安院編（2008.10）、p535

執筆者：

渡部 隼

2008 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

