

トンネル照明用コネクタ「ショウタッチ[®]」 (5極, 6極用)の開発

Development of “Showtouch” (5P, 6P) Connector for Tunnel Lighting

小嶋 一輝¹⁾
Kazuki KOJIMA

太田 翔¹⁾
Sho OHTA

吉田 敏一¹⁾
Toshikazu YOSHIDA

北川 寿也¹⁾
Hisaya KITAGAWA

相井 康弘¹⁾
Yasuhiro SOHI

渡辺 雄
Yu WATANABE

大石 智雄
Tomoo OHISHI

高速道路のトンネル照明では、省電力で長寿命かつ出力調整の容易なLED照明化が進んでいる。LED照明のきめ細やかな明るさ調整(調光)に対応するため、ショウタッチの5極, 6極用を開発したので報告する。ショウタッチの5極, 6極用は、首都圏中央連絡自動車道の相模原八王子トンネル等に採用された。

For highway tunnel lighting, the LED Lighting is progressing because of its power saving, long life characteristics and ease of brightness adjustment. We report that 5P and 6P of a "Showtouch" connector is developed in order to correspond to attentive brightness adjustment of LED lighting. 5P and 6P of a "Showtouch" connector was adopted into the Sagami Hachioji tunnel and so on.

1. はじめに

昭和電線ケーブルシステム(株)と行田電線(株)は、高速道路等のトンネル照明用のケーブルとして分岐付ケーブル(ショウブランチ[®]L)、分岐線の端末用コネクタとしてショウタッチを開発し、2極~4極用を7年間製造してきた。

従来の照明器具は蛍光灯やセラミックメタルハライド灯が主流であったが、近年は省電力で長寿命であるLED照明が主流となってきている。高速道路のトンネル照明はトンネル内と外との明るさによって、きめ細かな明るさ調整(調光)が必要となる。従来照明では、灯具を複数ライン配置し明るさに応じてスイッチをON, OFFすることで対応していたが、LED照明では個々の灯具での調光が可能となった。調光を5段階とする仕様に対応するため、分岐線の端末用ショウタッチの5極, 6極化が必要となると判断し開発を行い、製品化した。

2. ショウタッチの構造

従来の2極~4極用の取付状況を図1に示す。

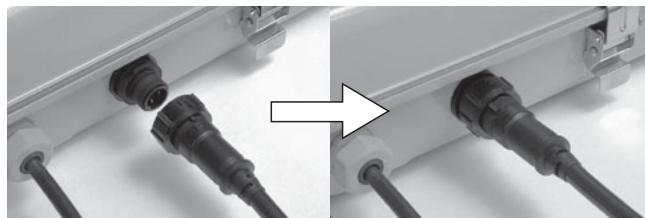


図1 ショウタッチ取付(従来品)

灯具直付タイプの場合、トンネル設置前の灯具にレセプタクルを事前に取り付けておき、分岐付ケーブルの分岐線の端末にはプラグを取り付け、トンネル内では延線後にプラグを挿し込むだけで灯具との接続が完了する。誤配線もなく暗所での接続が容易に行えるため、省力化、工期短縮が可能となる。

2.1 5極, 6極用コネクタの構造

従来品の2極~4極用の構造と5極, 6極用の構造の概略図を図2に示す。絶縁特性を従来品と同様以上とするため、ピン間の離隔距離は従来と同じとした。そのため、5極, 6極用は外径φ45mm(2極~4極用はφ40mm)と若干大きくなったが、灯具取付後の長さ方向の寸法はほとんど変わらない(図3, 図4)。

1) 行田電線株式会社

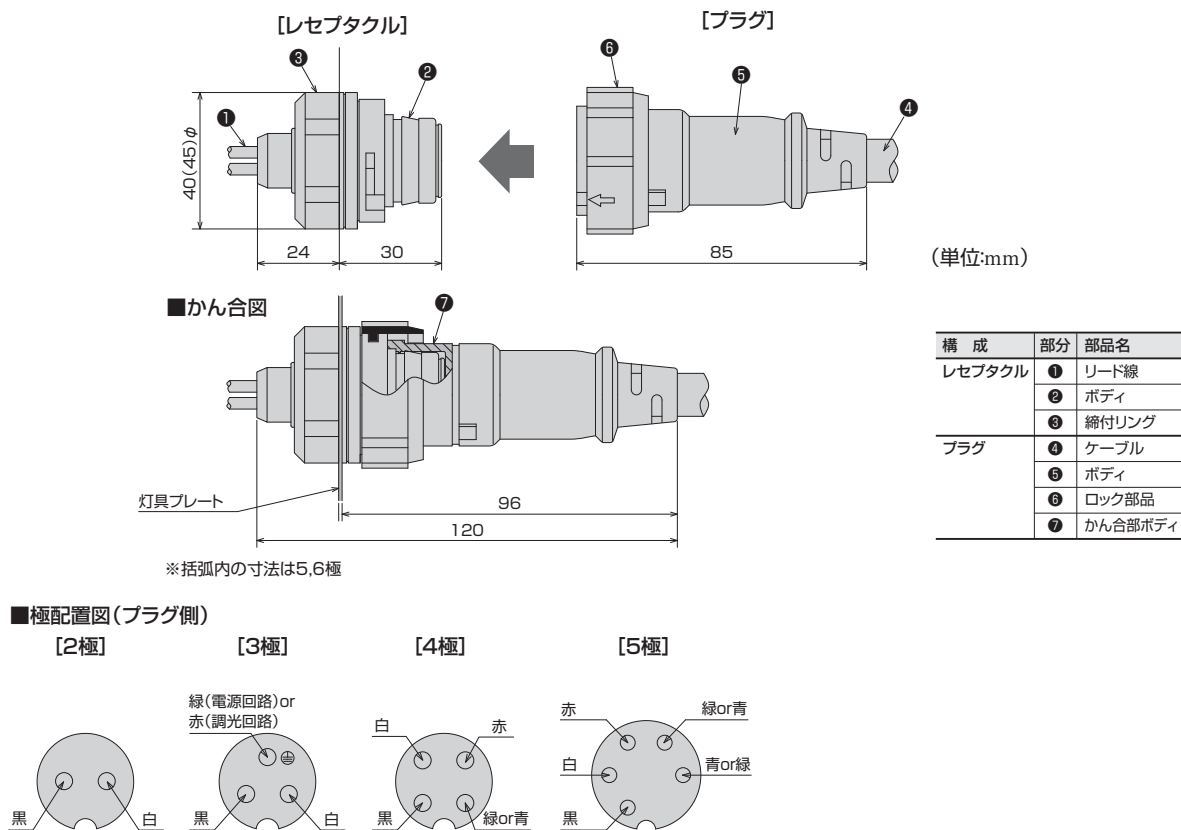


図2 ショウタッチ概略図

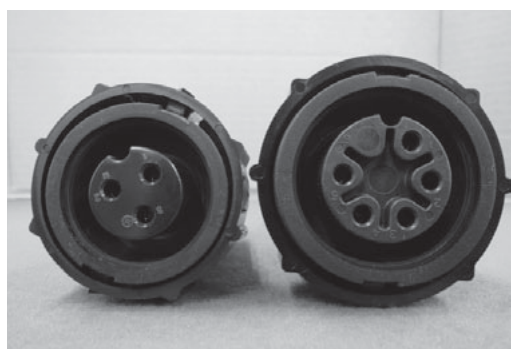


図3 ショウタッチプラグ接続面
(左 従来品, 右 開発品)

2.2 5極, 6極用の改良点

中子とリング部を一体化させ、レセプタクルのねじ部の強度向上や成型時のずれを防止した。(図5)

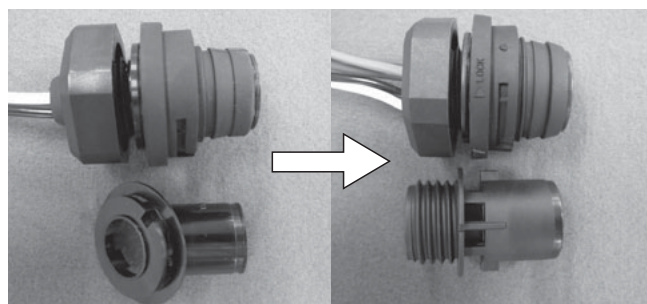


図5 中子およびリング部構造 (従来品→開発品)

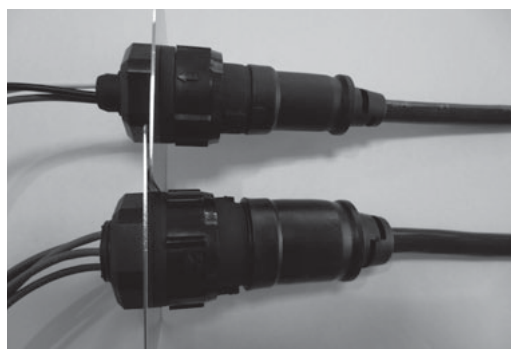


図4 ショウタッチ接続
(上 従来品, 下 開発品)

3. ショウタッチの性能検証

高速道路等のトンネル内の環境は、粉塵、雨水、海沿いの道路や凍結防止剤による塩害、高湿度、排気ガス、飛石などが考えられる。その環境下でも、ショウタッチは、ケーブル同様に10～15年程度の耐用年数が求められる。

FMEAにて故障モードを想定し、従来品で検証済の耐候性試験などを除いた計17項目について、開発品での検証を実施した。主な項目を報告する。

3.1 防塵・防水性

トンネル内の砂粒などの粉塵, 雨水などを想定し, JIS C 0920:2003 の IP67 の試験を一般財団法人 日本品質保証機構殿で実施した(図6, 図7)。評価基準となる IP6X は, 粉塵が内部に侵入しないこと, IPX7 は水深1 mに30分間浸漬後, 内部に水が浸入しないことを要求している。

内部に粉塵, 水の浸入した形跡はなく, コネクタの防塵・防水性が IP67 に適合することの認証を取得した。

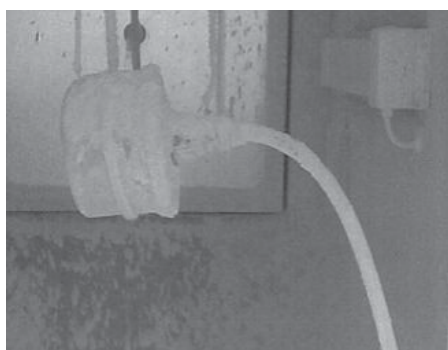


図6 タルク粉吹き付け状況

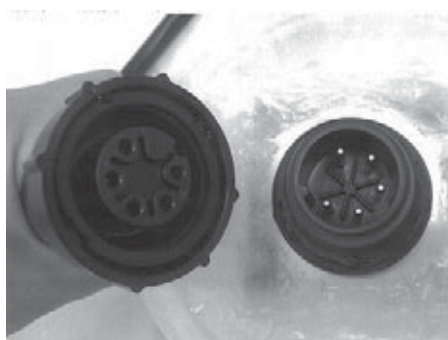


図7 防水試験後



図8 塩水噴霧試験



図9 プラグ内部(塩水噴霧試験後)

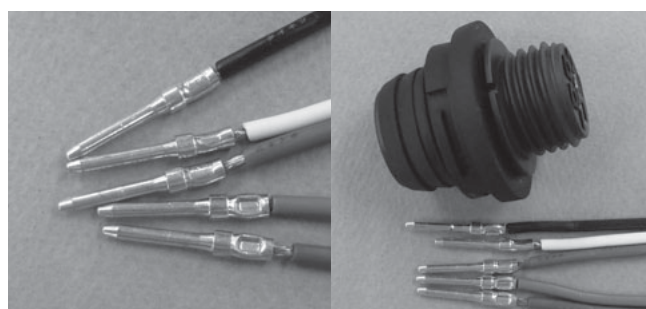


図10 レセプタクル内部(塩水噴霧試験後)

3.2 塩水噴霧試験

従来, 道路トンネル用の照明では, 海沿いの道路や凍結防止剤による塩害を想定し, JIS Z 2371:2000 の5% NaCl の食塩水が噴霧されている環境下で720時間放置する試験が求められていた。LED照明では, 照明器具の長寿命に対応するため, 試験時間が1500時間に延長された(図8)。電気試験は, JIS C 8306:1996に基づき, 耐電圧: AC1500V/1分間の印加で異常なきこと, 絶縁抵抗: 100 MΩ以上であることを確認し, 解体して内部に腐食がないことを確認した(図9, 図10)。

3.3 圧縮強度

作業者が誤ってコネクタを踏んでしまった場合を想定し, プラグを水平に保持し, 600 Nの荷重を1分間加えた(図11)。外観に異常なく, かん合・ロックも問題ないことを確認した。

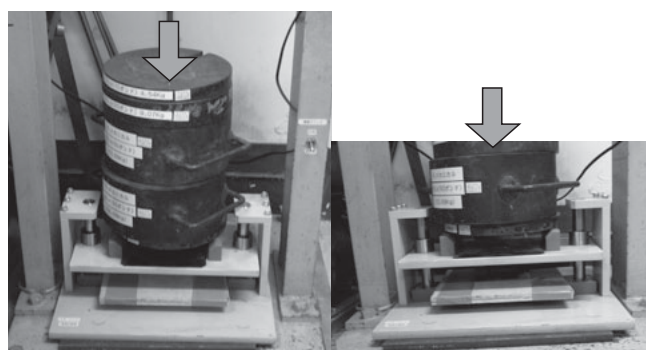


図11 圧縮強度試験

3.4 振り子自重落下

分岐線端末がドラムにぶつかり、衝撃を受けたことを想定し、プラグ（ケーブル長さ 1.14 m）を 90°の角度から自重落下させ、1300 回カエデ木に当てた（図 12）。

当たり傷はあるが、ひび割れ等はないことを確認した。

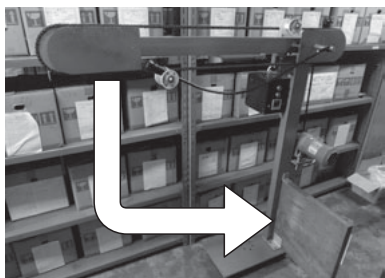


図 12 振り子自重落下試験

3.5 ロック部品強度

ロック部品をロックをしたまま、プラグを引き抜こうとしたときを想定し、引張試験機を用い、引張速度 100 mm/min にて、ロック部品がレセプタクルより離脱する強度を測定した（図 13）。

コネクタ保持力の最大規格 80 N に対し、抜け強度が 200 N 以上あることを確認した。

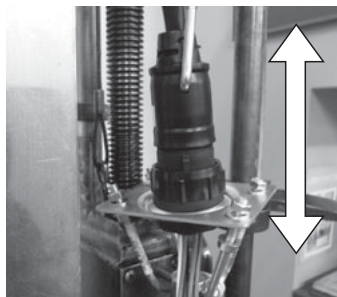


図 13 ロック部品強度試験

3.6 耐外傷性

トンネル内の石跳ねを想定し、プラグに鋼球 500 g を 1.3 m の高さから落下させた（図 14）。

ひび、割れ等の外観に異常がないことを確認した。

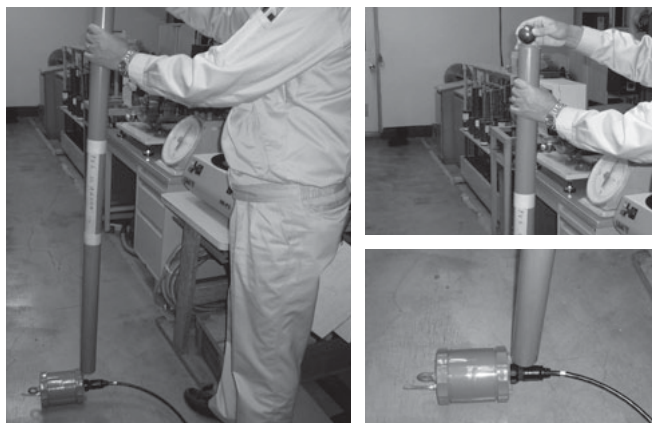


図 14 耐外傷性試験

4. 開発成果と今後の展開

首都圏中央連絡自動車道の相模原八王子他 3 トンネル（図 15）にて、5 極プラグが採用され、2013 年 9 月より納入開始した。



図 15 相模原八王子トンネル他 3 トンネルを含む開通区間

灯具側には納入時にレセプタクルが取付済で、分岐付ケーブルの電源用の分岐線には 3 極プラグ、調光用の分岐線には 5 極プラグを取付けてあるため、布設時の作業性と信頼性が向上した（図 16）。

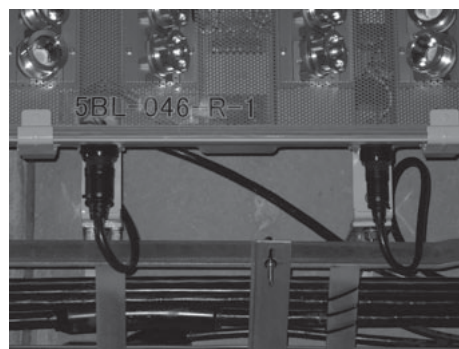


図 16 照明器具とショウタッチ

中日本高速道路(株)殿では、これらの高速道路を 2014 年 6 月の開通に向けて建設を進めている。

今後は、既存の高速道路での保全の需要が増えると考えられる。保全の場合は、既に利用中の高速道路を交通規制して作業する必要があるため、現場での工期短縮が必要となる。灯具交換の際には、LED 照明への切替えも進んでいくと考えられる。

そうした環境から、今回開発したショウタッチ 5 極、6 極用コネクタの需要も増えていくと期待される。

最後に、ショウタッチ 5 極、6 極用の納入に際し、中日本高速道路(株)東京支社殿、(株)中電工殿には、多大なご協力をいただき、厚く御礼申し上げます。

参考文献

- 1) 昭和電線レビュー, Vol.58, No.1, p.71 (2008)

昭和電線ケーブルシステム(株)
小嶋 一輝 (こじま かずき)
電線技術部 被覆線技術課
分岐付ケーブルの設計・開発に従事

行田電線株式会社
太田 翔 (おおた しょう)
技術品質本部 草津グループ
コネクタの設計・開発に従事

行田電線株式会社
吉田 敏一 (よしだ としかず)
技術品質本部 草津グループ 課長
コネクタの設計・開発に従事

行田電線株式会社
北川 寿也 (きたがわ ひさや)
産業電線事業本部 技術・品質グループ
分岐付ケーブルの設計・開発に従事

行田電線株式会社
相井 康弘 (そうい やすひろ)
産業電線事業本部 技術・品質グループ 課長
分岐付ケーブルの設計・開発に従事

昭和電線ケーブルシステム(株)
渡辺 雄 (わたなべ ゆう)
電線技術部 被覆線技術課
分岐付ケーブルの設計・開発に従事

昭和電線ケーブルシステム(株)
大石 智雄 (おおいし ともお)
電線技術部 被覆線技術課長
電線・ケーブルの設計・開発に従事