

技術紹介

6 鉄道車両向けイーサネット伝送用コネクタ JK09 シリーズの開発

Development of ethernet transmission connector for rail car “JK09 series”

竹下 隆広

Takahiro Takeshita

コネクタ事業部・製品開発二部 主任

松本 悦夫

Etsuo Matsumoto

コネクタ事業部・製品開発二部 技術シニアマネージャー

キーワード：鉄道車両、イーサネット伝送、丸型、ワンタッチロック、コネクタ

Keywords: Rail car, Ethernet transmission, Circular, One-touch lock, Connector

要 旨

近年、鉄道車両（新幹線・在来線）の機能向上に伴い、コネクタへの要求も増加してきています。鉄道車両搭載機器の状態監視機能強化、セキュリティの向上、車体の揺れを軽減する制振制御による快適性の向上の為、従来よりも高速・大容量のイーサネット伝送が必要になってきています。

鉄道車両内部の通信についても、イーサネットの情報が伝達するようになり、伝送系のケーブルではカッドケーブルが利用されています。今回、伝送接続に対応した特殊なコンタクトを搭載し、伝送特性を維持した結合コネクタを開発致しました（図1）。

SUMMARY

In recent years, as the functions of rolling stock (Shinkansen and old railroad line) have improved, the requirements for connectors have also increased. Ethernet transmission with higher speed and capacity than before is required to enhance the status monitoring function of equipment installed in railcars, to improve security, and to improve comfort through vibration control to reduce the vibration of railcars.

Ethernet information is also being transmitted for communication inside railroad vehicles, and quad cables are being used in the transmission system. The connectors are also equipped with special contacts for transmission connections, and we have developed coupling connectors that maintain the transmission characteristics.



図 1. JK09 シリーズ外観写真

1. はじめに

鉄道車両には多種多様な機器・装置が搭載されており、各種インターフェースコネクタ用途等、国内新幹線・在来線および海外の高速車両向けに当社製品が幅広い用途で、多数採用されています(図 2)。

近年では、主回路装置等の各種鉄道車両用機器・装置の高機能化や乗客のニーズに対応したサービスの多様化等によって、伝送路の情報量は年々増加してきており、コネクタへの要求も増加してきています。鉄道車両搭載機器(主回路装置・車両機器・ブレーキ制御装置等)の状態監視機能強化、セキュリティの向上、車体の揺れを軽減する制振制御による快適性の向上の為に、従来よりも高速・大容量のイーサネット伝送が必要になってきます。

車両内部の通信においては、イーサネットの情報が伝達するようになり、伝送系のケーブルでは 2 本で 1 対の銅線を単位とし、それが 2 対束ねられた(合計 2 対 4 芯)カッド構造を持ったイーサネットケーブルが使われることが一般的になっています。

今回ご紹介する JK09 コネクタは、イーサネット伝送用の通信ネットワーク規格である ISO/IEC 11801(2002) JIS X 5150(2004)の接続器具規定:カテゴリー5(配線規定:クラス D)に対応したコンタクトを搭載した製品であり、安定した伝送特性を維持することが可能で、ケーブル結線作業(シールド編組処理)の簡易化も考慮した製品として開発致しました。

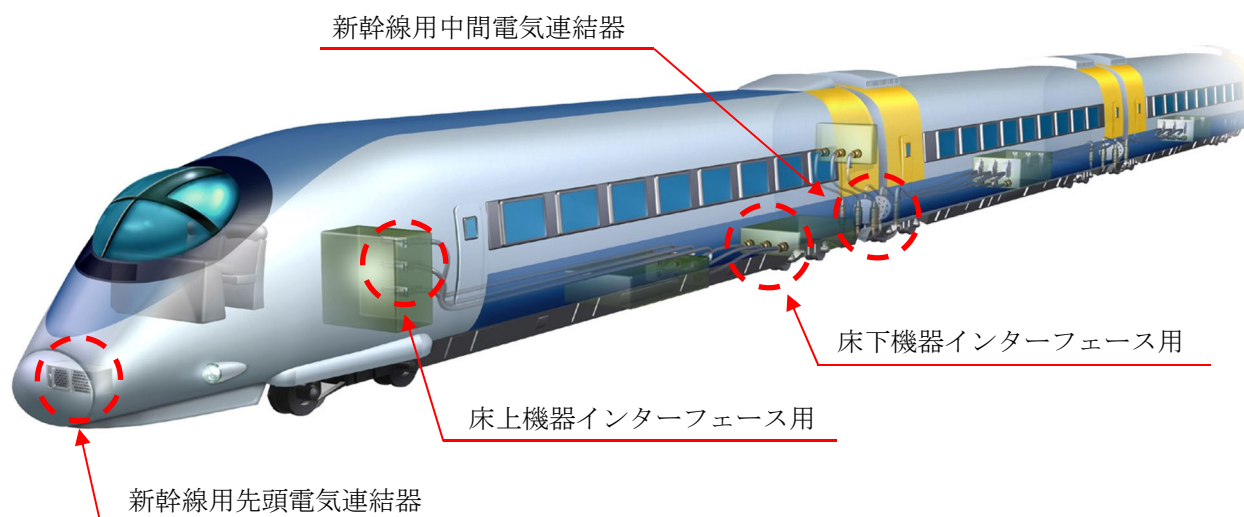


図 2. 鉄道車両向けコネクタの使用部位

2. 製品仕様

JK09 コネクタの製品仕様を表 1 に示します。

表 1. JK09 製品仕様

項目		仕様
一般仕様	コネクタ形態	レセプタクル:隔壁中継タイプ プラグ:ストレートタイプ
	フランジ形状	丸型
	シェルサイズ	36 サイズ(嵌合部径:58 mm)
	筐体取付方式	パネル取付方式
	結線方式	圧着
	嵌合方式	ワンタッチ・バイヨネットロック式
	芯数	カッドコンタクト 4 芯 (インナーコンタクト 4 本/1 芯)
	使用温度範囲	-55 °C ~ +85 °C
	使用電線	鉄道車両用イーサネットケーブル (導体サイズ:0.75 mm ²)
電気性能	定格電流	5 A(インナーコンタクト 1 本当たり)
	絶縁抵抗	5000 MΩ 以上
	耐電圧	AC.1000 Vr.m.s.(インナーコンタクト間)
機械性能	嵌合寿命	500 回
	防水性能	嵌合時防水構造(IPX7)
伝送性能	反射減衰量(RL)	ISO/IEC 11801(2002) JIS X 5150(2004)
	挿入損失(IL)	接続器具規定:カテゴリー5 (配線規定:クラス D)
	近端漏話減衰量(NEXT)	(ANSI/TIA/EIA Cat.5e 相当)
	遠端漏話減衰量(FEXT)	(100 Mbps イーサネット伝送対応)

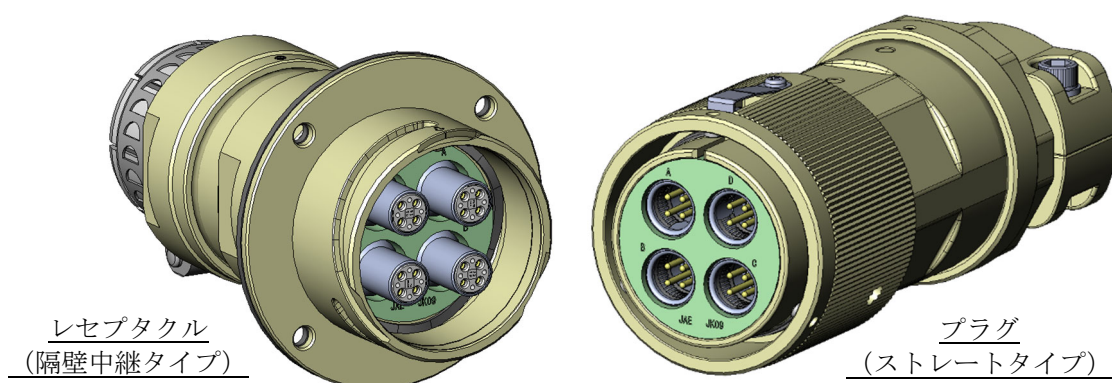


図 3. JK09 シリーズ外観図

3. 製品概要

JK09 コネクタの概略図を図 4 に示します。長い実績のある鉄道車両用丸型コネクタの外殻をベースにカテゴリ5 対応のカッド (4 ピン) コンタクトを 4 芯搭載したコネクタとして設定しています。

伝送性能のスペックとしては、ISO/IEC 11801(2002) JIS X 5150(2004)の接続器具規定:カテゴリ5 (配線規定:クラス D) となっており、伝送速度 100Mbps のイーサネット伝送に対応しています。

結線部のゴム製グロメットでケーブル接続部を密閉すると共に、嵌合部シェル突合せ面の”O”リングにより、外部からの水、塵等を完全に防止する構造です。堅牢で耐寒、耐湿及び耐振動、衝撃に優れており、隔壁中継用レセプタクル (ピンインサート) とストレートプラグ (ソケットインサート) の組合せで、鉄道車両の外部接続用として最適なコネクタとなっています。

又、イーサネット伝送用ケーブルの結線作業を単純化する為に、専用工具無しでのケーブルシールド編組の接続処理や簡単にリワーク作業を行うことが可能な構造となっており、容易な作業性を実現しています。

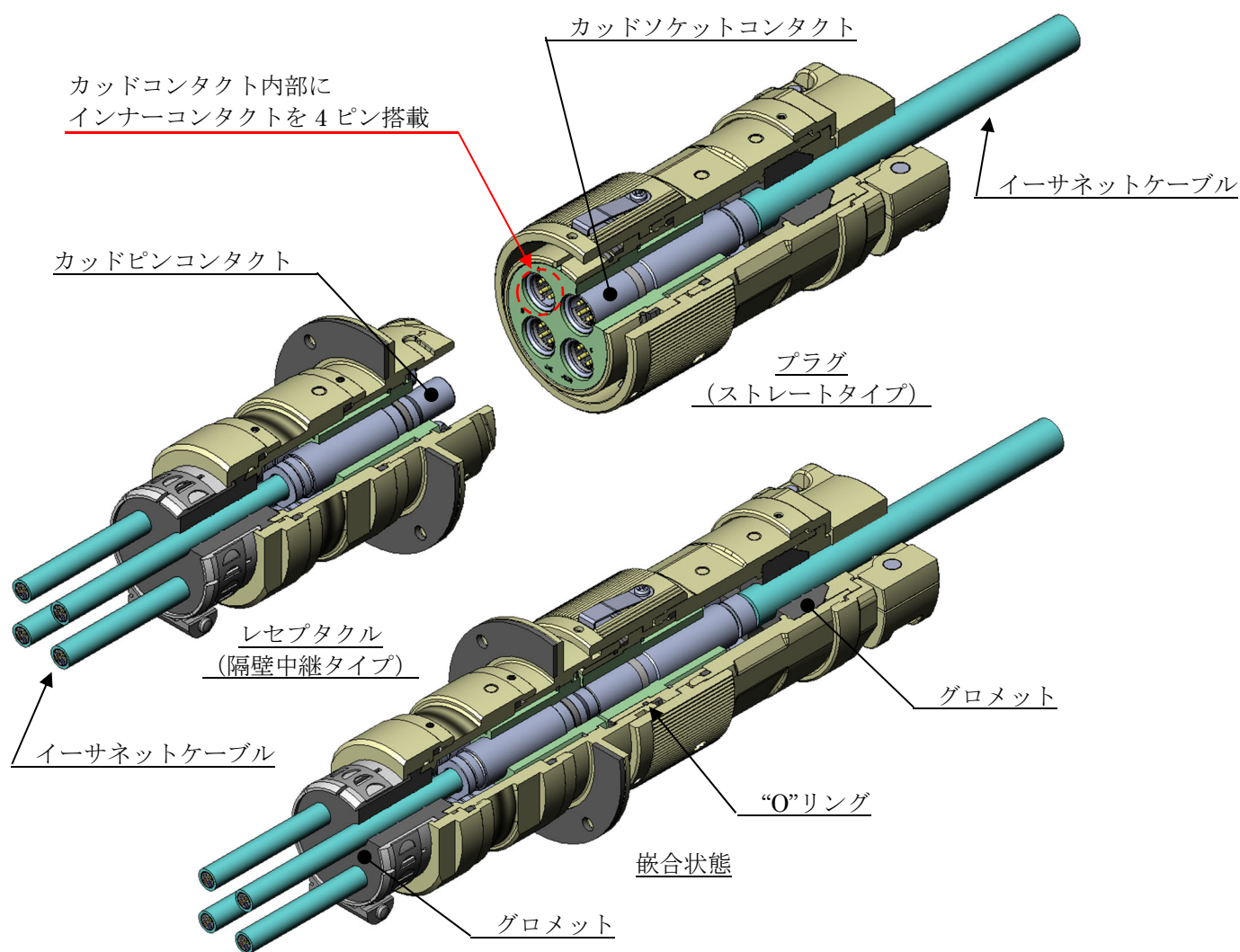


図 4. JK09 シリーズ概略図

4. 製品特長

4.1 安定した伝送特性の維持

ケーブルの伝送特性を損なわずに良好な性能を維持する為には、コネクタに搭載されている伝送用コンタクト（カッドコンタクト）全体が隙間なくシールドで覆われおり、ケーブルと同じ状態を維持していることが重要です。コンタクト同士の嵌合部分やケーブルのシールド編組との接続部分に大きな隙間がある場合、シールド効果が不完全になってしまう為、JK09 では嵌合部分とケーブルのシールド編組との接続部分を隙間なく接続する構造としています（図 5、6）。

又、電線の振れや動きによる伝送特性の劣化を防ぐ為、シールド編組の接続と同時にケーブルをクランプ部品で固定する構造となっています。

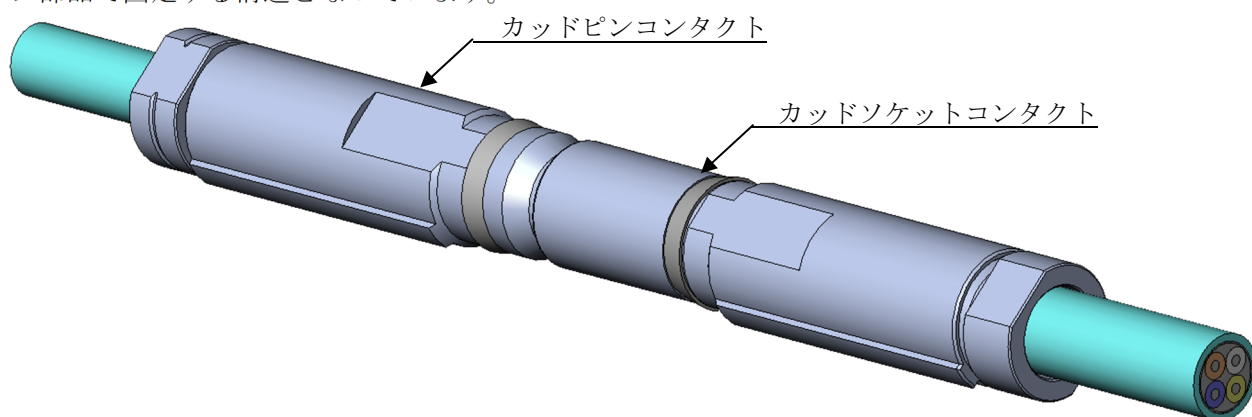


図 5. カッドコンタクトの嵌合状態（外観図）

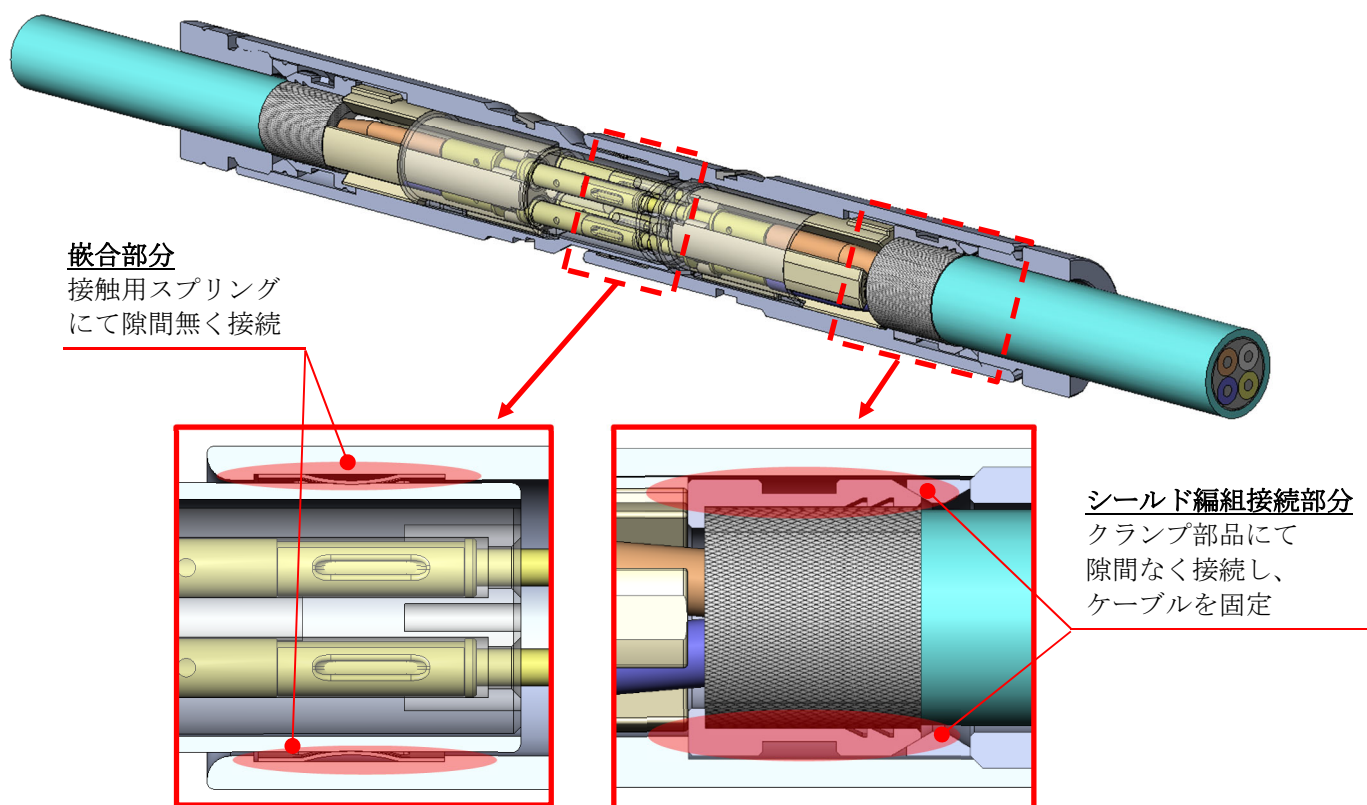


図 6. カッドコンタクトの嵌合状態（断面図）

更に、ケーブルとコンタクトの保持部分については、ケーブルの配置及びコンタクト内部を崩さずに、ケーブルと同じ状態に固定出来る構造となっており、結線作業による品質のばらつきを防ぎ、伝送特性も良好な状態を維持することが出来ます（図 7、8、9）（特許取得済：第 5582870 号）。

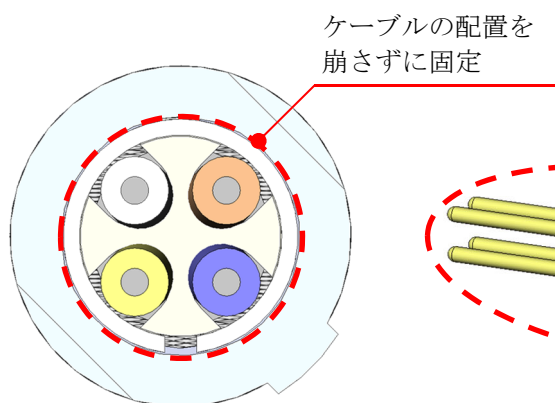


図 7. ケーブル保持部断面

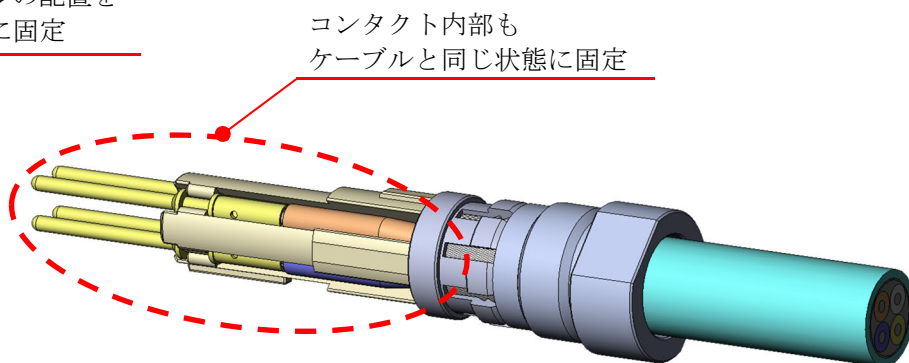


図 8. ケーブルとコンタクトの保持状態

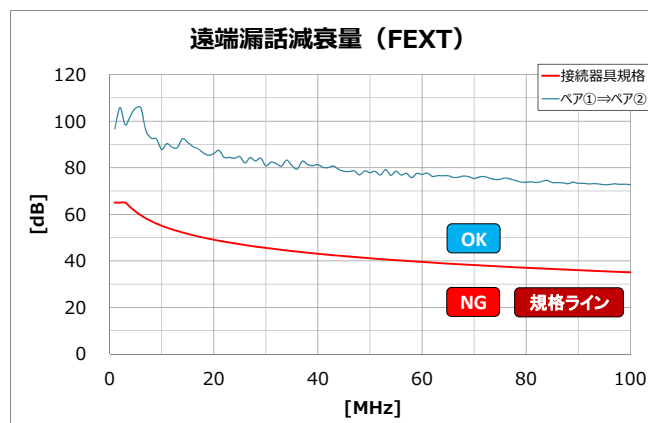
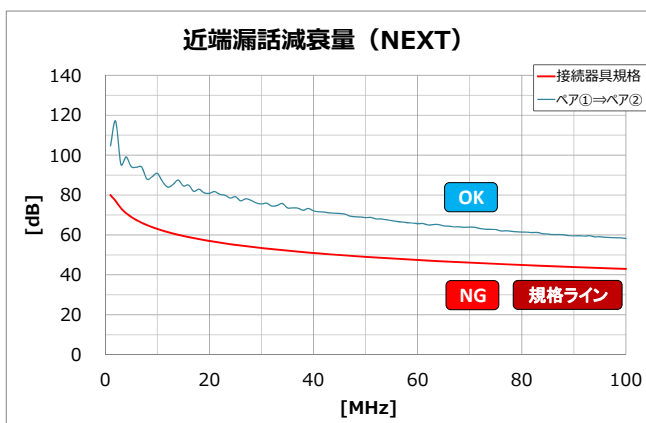
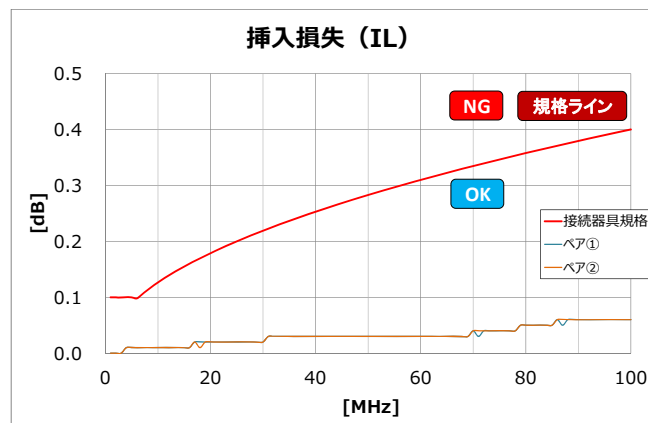
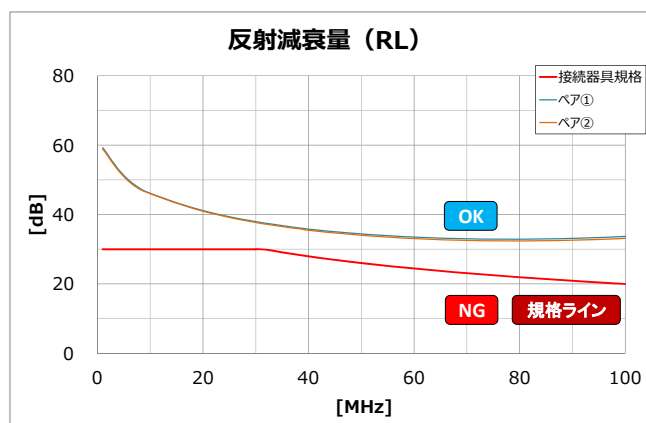


図 9. 伝送特性

4.2 結線作業の簡易化

JK09 コネクタでは、簡易なコンタクト結線作業（シールド接続処理）が可能な構造となっています。一般的な結線として、シールド部分の外側を金属部品でカシメて接続する構造を採用した場合には、専用工具を使用する必要があり、作業後のリワークが不可となってしまいます。

鉄道車両の製作現場では、車両の下での狭い空間で配線作業を行う場合があり、特殊工具の使用や、リワーク作業が難しいのが現状です。

これに対し、JK09 コネクタでは結線作業を単純化する為に、シールド編組の接続処理を行う際に特殊工具を使用することなく簡単に作業をすることが出来る構造となっています。部品を組み込み後、ナットを締めることで、クランプ部品がシールド編組と接続し外被に食い込んで、ケーブルを保持する構造となっており、誰でも簡単に作業をすることが出来ます。レンチなどの一般市販工具で作業が可能となっており、銅箔テープをシールド編組に巻き付けて成形する等の煩雑な作業も不要です（図 10）。

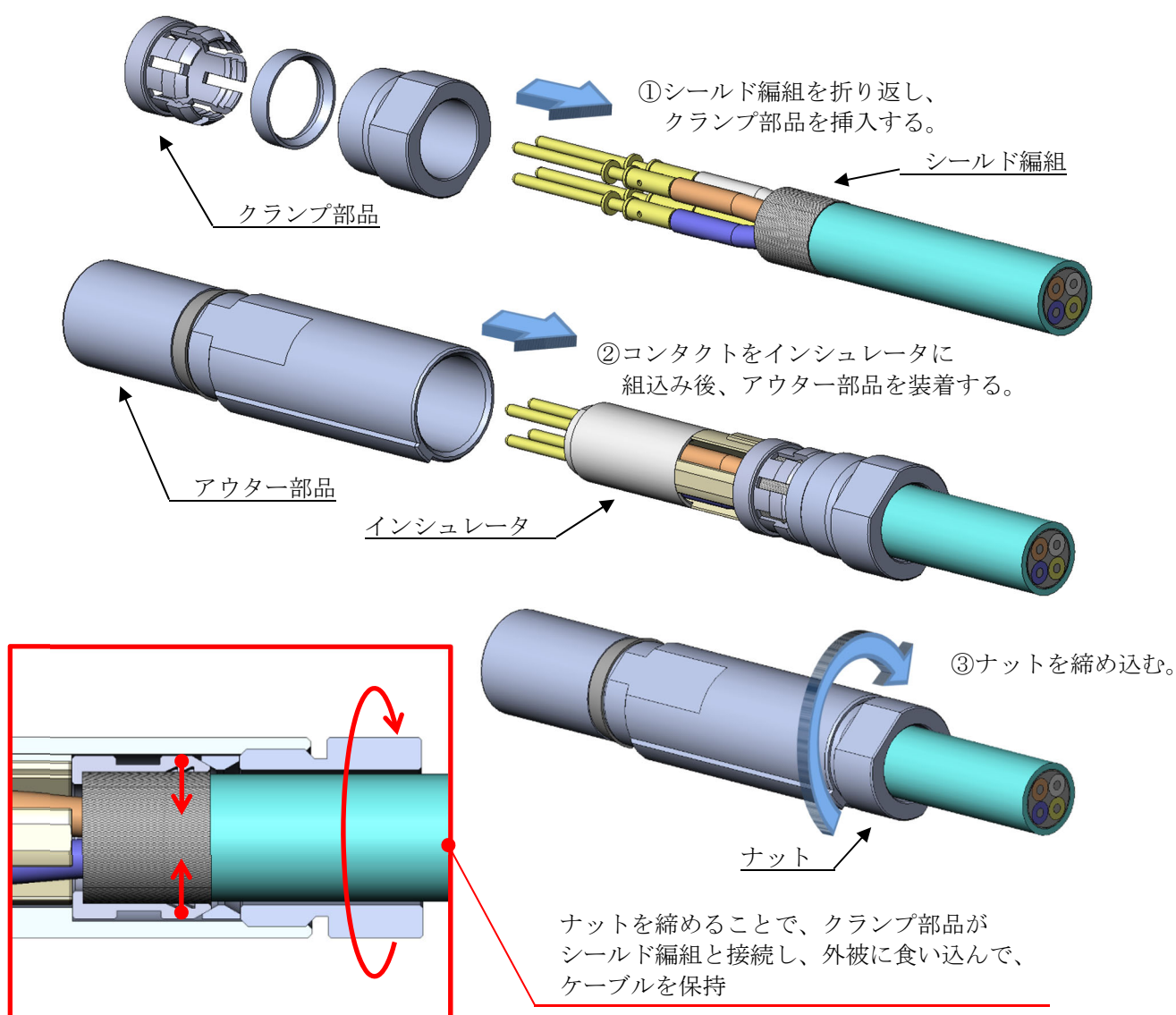


図 10. 結線作業手順概要

4.3 コネクタの嵌合離脱操作性

JK09 コネクタ結合時のロック構造は、鉄道車両市場で長い実績のあるバイヨネットロック式です。レセプタクルのシェルに加工されている 3 ヶ所のリード溝の入り口と、プラグのカップリングナットに付いているスタッドを合わせながら右に 1/3 回転廻すと、「カチッ」とした手応えがあり確実に嵌合出来るワンタッチ機構となっています。嵌合と同時に、カップリングナットに設けられているロックスプリングによって二重ロックされる構造で、耐振動、衝撃に優れています（図 11）。

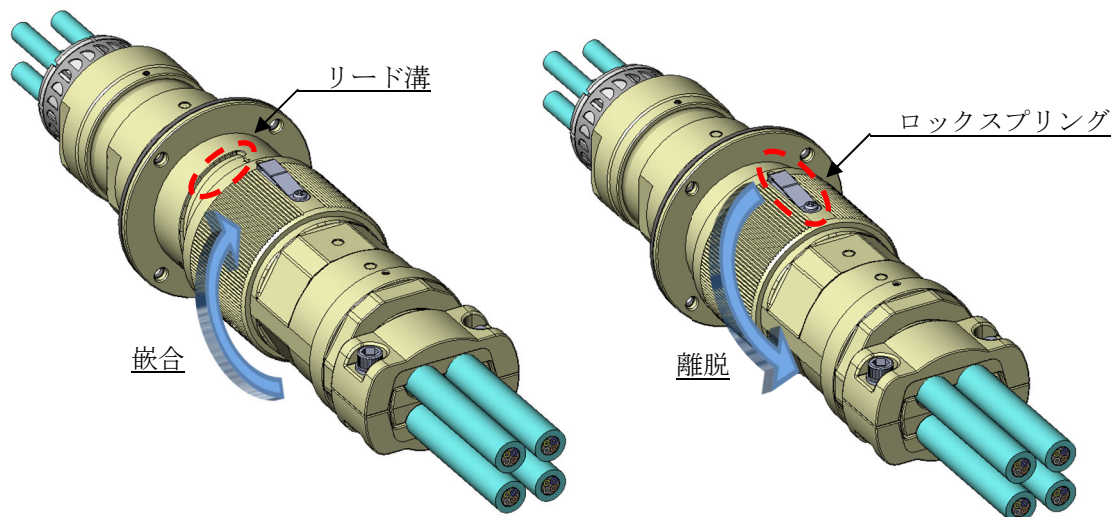


図 11. 嵌合離脱操作

4.4 ケーブル保持構造

鉄道車両間へケーブルを接続したコネクタを図 12 の様に艤装される場合、車両の偏倚の影響を受けてケーブルに負荷が掛かることが予想されます。ケーブルの芯線やシールド編組の断線等を防ぐ為、プラグ側のコネクタにおいて、金属クランプ構造（2 点ボルト止め）にて強固に固定出来る構造を採用しており、安全性の高い設計となっています（図 13）。

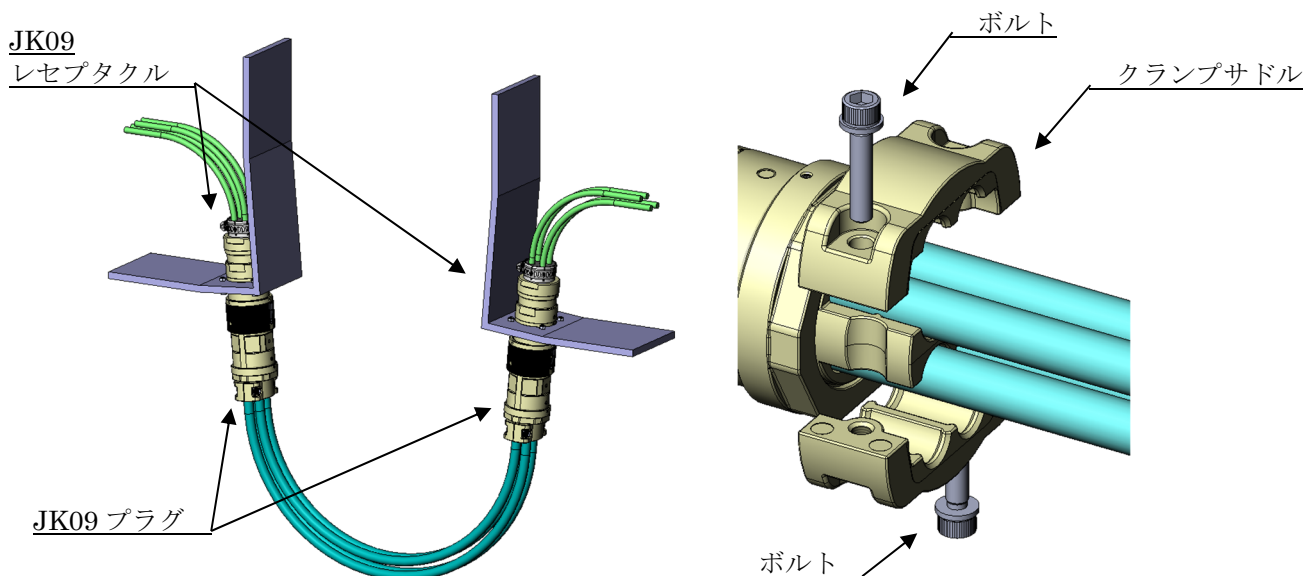


図 12. 艤装形態例

図 13. ケーブル保持

5. まとめ

今回ご紹介致しました JK09 シリーズは、鉄道車両用として実績のある金属外殻を採用した堅牢なコネクタとなっており、イーサネット伝送用の通信ネットワーク規格である ISO/IEC 11801(2002) JIS X 5150(2004)の接続器具規定:カテゴリー5（配線規定:クラス D）の規格を十分に満足する伝送性能に優れたコンタクトを開発し、搭載することで鉄道車両の内部配線に有効な製品となっています。

今回開発したコンタクトは、簡易なケーブル結線作業性を実現しており、専用工具無しでのケーブルシールド編組の接続構造やケーブルの配置を崩さずに固定出来る構造により、安定した伝送品質を維持し、多様な外殻のコネクタに搭載することで鉄道車両のあらゆる部位に搭載可能となる設計となっています。このコンセプトを流用することで、各種伝送機器配線へ大きく展開し、活用することが出来ますので、引き続きシリーズ展開を進めて参ります。今後もお客様の様々なニーズに応えられる製品の開発に努めていきます。