

最近実用化された新しい架線方式

鉄道総合技術研究所 電力技術研究部（電車線構造）
主任研究員 原田智

1. はじめに

整備新幹線区間では、従来のヘビーコンパウンド架線に代えて経済性と高速性を両立した高速シンプル架線が採用されている。平成 22 年 12 月に開業した東北新幹線・八戸～新青森間から、従来の CS シンプル架線に代わり、PHC シンプル架線が採用された。また、平成 22 年 7 月に開業した成田スカイアクセスの新規建設区間では、き電ちょう架式としては初めて 160km/h 走行に対応した、き電ちょう架式コンパウンド架線が採用されている。これらの開発経緯、基本仕様と特徴等を紹介する。

2. PHC シンプル架線

2.1 開発経緯

集電系において高速性を確保するためには、トロリ線の波動伝播速度を向上することが必要である。これに対応するため、CS トロリ線、PHC トロリ線等の高強度トロリ線が開発された。高速シンプル架線はこれらのトロリ線を採用し、鉄道・運輸機構、JR 東日本、鉄道総研の 3 者で開発したものである。開発にあたり、東北新幹線（古川～くりこま高原間）で高速性、保守性等の実証試験を実施した。表 1 に開発経緯と採用線区を示す。

2.2 PHC シンプル架線の開発目標と特長

1997 年に開業した北陸新幹線（高崎～長野間）で初めて実用化された CS シンプル架線は、速度 300km/h まで対応可能な性能を有しているが、近年の速度向上機運の高まりや、地球温暖化等の環境問題に対する社会的関心の高まりに対応するため、新たに PHC シンプル架線を開発した。開発目標は 300km/h 超域の高速性能確保と、トロリ線張替周期の延伸やリサイクル性向上による環境負荷の軽減である。

CS トロリ線（銅覆鋼線）は、銅（導電部）と鋼（抗張力部）の複合構造とすることにより機械的強度を高め、波動伝播速度を向上させている。これに対して PHC トロリ線は、無酸素銅に Cr、Zr などを添加した析出強化型銅合金トロリ線（Precipitation-Hardened Copper alloy contact wire）で、CS トロリ線と同等の強度を持つ、導電率が高い、単一構造のためリサイクル性が高いなどの特長がある（表 2）。また、硬度が大きいため摩耗率の低減が期待できる。

表 1 高速シンプル架線の開発経緯と採用線区

	CS シンプル架線	PHC シンプル架線
本線実証試験	1991～1994 年度	2001～2005 年度
実用化	1997 年度	2010 年度
採用線区 (予定線区)	高崎～長野 盛岡～八戸 新八代～鹿児島中 央	八戸～新青森 博多～新八代 (長野～金沢) (新青森～函館)

2.3 PHC シンプル架線の実証試験

PHC シンプル架線の高速性、保守性等を確認するため、2001 年度から東北新幹線古川～くりこま高原間において試験架設（図 2）を行い、営業速度域における集電性能やトロリ線摩耗率等の諸特性が良好であることを確認した。2005 年度には JR 東日本の高速化試験に合わせ、速度 350km/h 域の集電特性を確認した¹⁾。また、高速性確保とトロリ線局部摩耗低減のため、ダンパハンガとコネクティングハンガの開発も行った。これらの試験により、PHC シンプル架線の集電性能は高速化対応のヘビーコンパウンド架線（PHC110 トロリ線（張力 19.6kN）を使用）と同程度であり、速度 350km/h 域で走行が可能である結果が得られた。また、PHC トロリ線の摩耗率は CS トロリ線の 70%程度であり、10%程度環境負荷を軽減できる（図 3、表 3）。

以上の成果により、PHC シンプル架線は 2010 年度に東北新幹線（八戸～新青森）、九州新幹線（博多～新八代）において実用化された。また、高速シンプル用のオーバーラップ構造¹⁾や曲線引金具の引角度低減（R=1000m 以下の急曲線区間）等の技術も採用されている。

高速シンプル用のオーバーラップ構造は、トロリ線の引上開始点をトロリ線交差部（中柱支持点）より遠方とすることにより、パンタグラフ進入時の B 線トロリ線との離隔を確保し、局部摩耗を防止するものである。また、曲線引金具の引角度低減は、従来 12 度であった引き角度を 9 度に低減して、支持点におけるトロリ線の引き上がりを抑制し、局部摩耗を低減するものである。

表 2 CS トロリ線と PHC トロリ線の特性

線種	破断荷重 (kN)	質量 (kg/m)	導電率 (%)	張力 19.6kN 時の特性	
				波動伝搬速度	摩耗限度
CS110mm ²	65.1	0.935	60	521km/h($\beta^{*1}=0.58$)	8.34mm(安全率 2.5)
PHC110mm ²	59.0	0.991	76	506km/h($\beta^{*1}=0.59$)	8.8 mm(安全率 2.2)

※1 β : トロリ線の波動伝搬速度と走行速度の比 300km/h 走行時の値

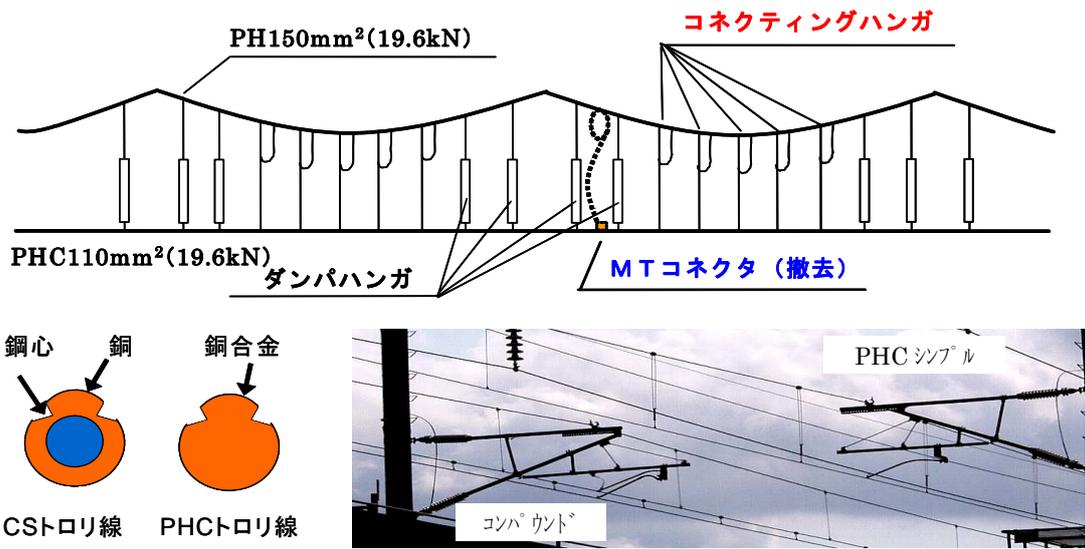


図2 架設試験におけるPHCシンプル架線の構造

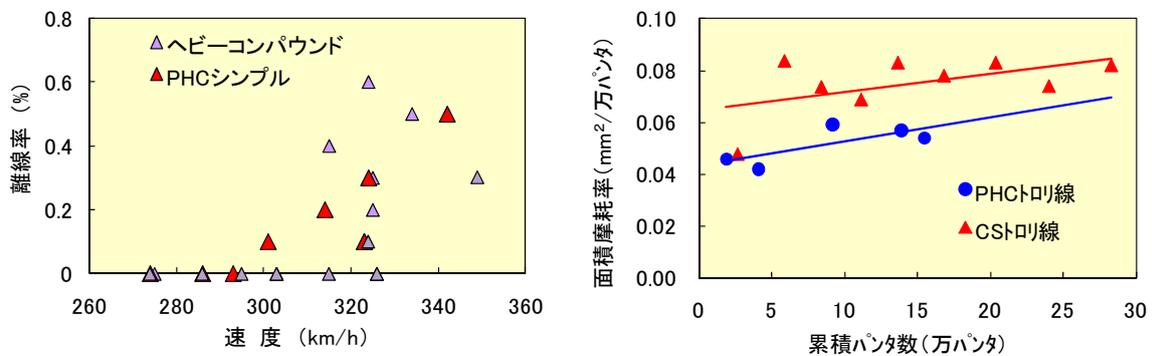


図3 離線特性と摩耗特性

表3 環境負荷量試算結果 (PHC トロリ線を1回使用 (張替) までの期間で比較) () 内は比率

項目	PHC110mm ²	CS110mm ²	
	摩耗限度で張替	摩耗限度で張替	鋼心露出時に張替
CO ₂ 排出量	2.08 kg/m (1.0)	2.27 kg/m (1.09)	4.88 kg/m (2.3)
エネルギー消費量	37.2 MJ/m (1.0)	40.8 MJ/m (1.10)	89.3 MJ/m (2.4)

3. き電ちょう架式コンパウンド架線

成田スカイアクセスは、京成高砂駅から既設区間である北総線を経て、印旛日医大から空港付近までの新規建設区間を通り、最速 36 分で東京都心と成田空港間を結んでいる。既設区間の最高速度は 130km/h、新規建設区間の最高速度は 160km/h である²⁾。

新規建設区間の架線方式は、き電ちょう架式としては初めて 160km/h 走行に対応した、き電ちょう架式コンパウンド架線が採用されている (図 4)。主な仕様と線区の特徴等は以下の通りである。

- ・ トロリ線 線種: GT170 張力: 14.7kN
- ・ 補助ちょう架線 線種: PH356 張力: 14.7kN
- ・ ちょう架線 線種: PH356 張力: 24.5kN
- ・ 張力調整装置: ばね式バランス
- ・ 新型スカイライナー: 8 両編成 4 パンタ (38m 間隔)
- ・ 一般わたり線: 無交差式
- ・ 38 番高速分岐装置対応わたり線: 無交差わたり線 (双方向 160km/h 通過)



図4 き電ちょう架式コンパウンド架線

文献

- 1) 原田、他: PHC トロリ線を用いた新幹線用シンプル架線の開発、鉄道総研報告、Vol.21、No.10、2007
- 2) 鎌田: 成田スカイアクセス開業まで、JREA、Vol.53、No.7