整備新幹線用高速シンプル架線の開発

正員	網 干 光 雄	(鉄道総合技術研究所)
正員	大 浦 泰	(鉄道総合技術研究所)
正員	小 林 輝 雄	(東日本旅客鉄道)
正員	円 谷 哲 男	(東日本旅客鉄道)
正員	上 野 勝 禧	(日本鉄道建設公団)
正員	金 子 誠	(日本鉄道建設公団)

Development of Overhead Catenary System for Projected Shinkansen

Mitsuo Aboshi, Member, Yasu Oura, Member (RTRI), Teruo Kobayashi, Member, Tetsuo Tsuburaya, Member (JR-EAST), Katsuyosi Ueno, Member, Makoto Kaneko, Member (JRCC)

For projected Shinkansen, it is necessary to develop an economical overhead catenary system allowing stable train operation at high-speed and meeting the transport demands. In order to develop a new overhead catenary system for this purpose, we designed a high tension simple catenary system with CS contact wire (Copper contact wire with Steel-core), and constructed this system on Tohoku Shinkansen line for operation test. During 4 years, we measured contact loss of pantograph, uplift and stress of contact wire, its maintainability including the wear of contact wire, and others. The test results so far obtained prove that its performance is as high as that of high-tension heavy compound catenary system.

キーワード： 電気鉄道，集電，架線方式，整備新幹線，トロリ線

1. まえがき

近年，電気鉄道の分野においては，TGV（フランス），新幹線（日本）等の速度記録の達成や 300km/h 付近での営業運転が実施されるなど，鉄道の高速度化が目ざましく進展した。またこれに対応するため，集電系（架線・パンタグラフ系）においては，高速域においてパンタグラフ離線が少なく，架線の押上量・応力が許容値以下で走行安全性が確保され，さらにトロリ線異常摩耗が発生しない保全性の高いシステムを目指して集電性能の向上が図られてきた。

架線方式については，日本の新幹線は輸送需要が多く列車本数が多いため，多数パンタグラフ走行に伴う架線断線事故防止と電流容量確保の必要性から，電線の断面積が大きくかつ高い張力で使用するヘビーコンパウンド架線が開発されて⁽¹⁾現在使用されている。しかしこの架線方式の高速性能は 270 km/h 程度が限度と考えられ⁽²⁾，これ以上の高速化区間については，トロリ線の張力を強化した高張力ヘビーコンパウンド架線が使用されている。

一方，今後建設される予定の整備新幹線については，既設新幹線と比較して輸送需要が少ないことが予想されるため，高速集電性能を追求しながらも，輸送量に見合った経済的な架線方式を開発することが求められている。

図 1 に，トロリ線の種類とその断面形状を示す。最近になって開発・実用化された銅覆鋼トロリ線⁽³⁾（以下，「CS トロリ線」という）は，電流容量が比較的小さいものの，軽量・高張力化が可能のため架線の高速性能を高めることができる。

そこで筆者らは，整備新幹線用架線方式として，CS トロリ線を用いた軽量で高張力のシンプル架線（以下，「CS シンプル架線」という）を提案し，4 年間にわたり現車走行試験を含めた各種試験を実施してきた⁽⁴⁾⁽⁵⁾⁽⁶⁾。その結果，300 km/h 領域の高速においてもパンタグラフ離線の少ない安定した集電が可能で，しかも経済的で保全性にも優れた架線方式を開発した。この架線方式は，新幹線高速走行用としては日本で初めてのシンプル系架線である。図 2 に，CS シンプル架線の架線構成を，従来のヘビーコンパウンド架線と比較して示す。

本論文では，最初に，高速域においてパンタグラフ離線が少なくかつ安全走行可能な条件について，集電理論や動特性のシミュレーション手法を用いて検討した。次に，これに基づいて開発した架線方式の仕様を述べるとともに，東北新幹線における現車走行試験の結果を中心に，CS シンプル架線の高速集電性能やトロリ線摩耗等の保全性に関する測定結果を示し，この架線方式が所期の開発目標性能

を有し、実用可能であることを述べる。

図1 トロリ線の種類と断面形状
Fig.1. Forms of contact wires

架線方式	架線構成(線種) (張力)	備 考
CSシンプル架線	M:PH150 19.6kN ハンガ T:CS110 19.6kN	今回開発した 整備新幹線用 架線方式 北陸新幹線
ヘビーコンパウンド架線	M:St180 24.5kN Ax:PH150 14.7kN T:GT170 14.7kN	既設新幹線の 標準架線方式 東北・上越 新幹線等

M: ちょう架線 Ax: 補助ちょう架線 T: トロリ線

図2 CSシンプル架線の架線構成
Fig.2. Configuration of catenary systems

2. 集電理論と架線方式の仕様

〈2.1〉 高速集電性能とトロリ線波動伝播速度 走行速度が高くなるほど、一般的にパンタグラフの離線率（離線時間総和の走行時間に対する比）は高くなり、電気車への電力供給やすり板摩耗・騒音等の環境問題に悪影響を与える。集電系的高速化に対しては、離線率を下げるのが最も重要な課題である。

高速走行時の集電性能については、図3に示すようなハンガ間弛度（ハンガ間隔 ℓ_h ）を想定したトロリ線モデルにおいて周期運動を考える。時間 t 、進行方向距離 x におけるトロリ線の上下振動変位を $y(x, t)$ 、トロリ線のハンガ間弛度変位を $y_d(t)$ 、パンタグラフの上下振動変位を $y_1(t)$ で表し、またハンガ間弛度を基本波成分の正弦波で近似すると

$$y(x, t) \big|_{x=vt} + y_d(t) = y_1(t) \quad \text{----- (1)}$$

ただし $y_d(t) = Y_d \exp(i\omega vt)$
 $Y_d = \rho g \ell_h^2 / 2\pi^2 T, \omega v = 2\pi V / \ell_h$

図3 トロリ線凹凸を考慮した解析モデル
Fig.3. Model of contact wire and pantograph

である。ただし、 V はパンタグラフの走行速度、 ρ 、 T はそれぞれトロリ線の線密度、張力、 Y_d はハンガ間弛度の片振幅、 g は重力加速度、 i は虚数単位を表す。ここでトロリ線とパンタグラフの加振点インピーダンスをそれぞれ Z_0 、 Z_p 、接触力変動を F_v 、パンタグラフの等価質量を m とすると

$$\frac{\partial y(x, t)}{\partial t} \big|_{x=vt} = \frac{F_v}{Z_0} \quad \text{----- (2)}$$

$$\frac{dy_1(t)}{dt} = \frac{-F_v}{Z_p} = \frac{-F_v}{im\omega v} \quad \text{----- (3)}$$

であるから、これらを(1)式に代入して整理すると、パンタグラフの接触力変動は

$$F_v = \frac{2gZ_0}{Z_0 + Z_p} m \left(\frac{V}{C} \right)^2 \quad \text{----- (4)}$$

で表される⁽⁷⁾。ただし C はトロリ線の波動伝播速度で

$$C = \sqrt{\frac{T}{\rho}} \quad \text{----- (5)}$$

である。ところでパンタグラフの移動加振力による加振点インピーダンス Z_0 の計算法は既に示されている⁽⁸⁾。つまり図3において、パンタグラフを質量のない周期加振力と考えると(6)式が成り立つ。

$$\rho \frac{\partial^2 y}{\partial t^2} + EI \frac{\partial^4 y}{\partial x^4} - T \frac{\partial^2 y}{\partial x^2} = \delta(x-Vt) \cdot F \exp(i\omega t) \quad \text{----- (6)}$$

ただし δ はディラックのデルタ関数、 F は周期加振力の振幅を表す。(6)式を加振点 $x=Vt$ を原点とする移動座標系 $\xi = x-Vt$ と変換し、 $y = Y(\xi) \exp(i\omega t)$ とすると

$$EI \frac{d^4 Y}{d\xi^4} + (\rho V^2 - T) \frac{d^2 Y}{d\xi^2} - 2V\rho\omega i \frac{dY}{d\xi} - \rho\omega^2 Y = \delta(\xi) F \quad \text{----- (8)}$$

となる。ただし EI はトロリ線の曲げ剛性である。この式にフーリエ変換を用いて、さらに数値計算によって $Y(\xi)$ を求めることができる。加振点インピーダンス Z_0 はこの点に作用する力をトロリ線上下振動速度 ($\xi=0$ におけるトロリ線上下振動変位を1回微分したもの: $Y'(0)$) で除したものであるから、(9)式で求めることができる。

$$Z_0 = F \exp(i\omega t) / Y'(0) \quad (9)$$

図4に、例としてトロリ線GT170 mm²、張力14.7kN、ハンガ間隔 $\ell_h = 5\text{m}$ 、パンタグラフ等価質量 $m = 6.5\text{kg}$ の場合の加振点インピーダンス振幅 $|Z_0|$ と、接触力変動振幅 $|F_v|$ の速度特性を示す。走行速度 V のトロリ線波動伝播速度 C に対する比 $\beta (V/C)$ が0.7~0.8程度以上になると、トロリ線の曲げ剛性の影響により加振点インピーダンス振幅 $|Z_0|$ が急激に増大する。またこれにより、パンタグラフの接触力変動振幅 $|F_v|$ の増加傾向もさらに著しくなり、離線率が高くなることが予想される（接触力が0になると離線する）。

図4. 加振点インピーダンス及び接触力変動の速度特性
Fig.4. Velocity characteristics of impedance and contact force change

一方、トロリ線を弾性支床モデルとして考えた場合、パンタグラフ点のトロリ線押上量 y_0 と、押上に伴うトロリ線曲げ歪み量 σ （トロリ線上面における長さ変化量 $\Delta \ell$ の元の長さ ℓ に対する割合： $\sigma = \Delta \ell / \ell$ ）は、次のように表される⁽⁹⁾。

$$y_0 = \frac{F_0}{2 \sqrt{k_0 T} \sqrt{1 - (V/C)^2}} \quad (10)$$

$$\sigma = \frac{F_0}{2 Z} \sqrt{\frac{EI}{T}} \cdot \frac{1}{\sqrt{1 - (V/C)^2}} \quad (11)$$

ただし k_0 、 Z 、 F_0 は、それぞれ弾性支床の等価ばね定数、トロリ線の断面係数、パンタグラフ押上力である。

走行速度 V がトロリ線の波動伝播速度 C に近づくにつれてこれらの値が急激に増加する。過大な押上量は曲線引金具等の架線金具へのパンタグラフ衝突、また過大なトロリ線曲げ歪み量（曲げ応力）はトロリ線疲労破断の恐れがある。高速域での安全走行を確保するためには、これらの値を許容値以下にする必要がある。したがって前述の接触力変動と同様に、速度比 $\beta (V/C)$ をできるだけ小さくすることが必要である。以上示したように、高速集電性能を高め

るためにはトロリ線波動伝播速度を向上させることが有効である。

整備新幹線計画速度は現在のところ260 km/hであるが、今回の架線方式の開発に際しては、将来の速度向上の可能性を考慮して、300 km/h領域でも使用可能を目標とした。したがって β を0.7~0.8程度以下とするため、トロリ線波動伝播速度は約430 km/h以上とすることが必要である。この値は銅又は銅合金トロリ線では難しく、CSトロリ線のような軽量・高強度のトロリ線が不可欠である。

〈2.2〉 架線方式の仕様 表1に、今回開発したCSシンプル架線を構成する電線線種を、また表2にCSシンプル架線の諸定数を示す。

トロリ線については、許容摩耗量を4mmとし（年間通過パンタグラフ数約5万パンタ、トロリ線摩耗率0.04mm/万パンタ、局部摩耗を想定して余裕率2、トロリ線張替周期10年以上を目標とした）、その摩耗限度における強度を考慮してCS110 mm²を19.6kN(2000kgf)で架設する。トロリ線の高張力化は、トロリ線波動伝播速度向上の他に、シンプル系架線におけるパンタグラフ上下振動振幅増大を抑制する効果も期待できる。

電流容量については、整備新幹線の輸送需要が小さいことを考慮して、ヘビーコンパウンド架線の約7割程度を確保することとした。このため、ちょう架線には硬銅より線150 mm²を採用して容量確保を図った。

表1 CSシンプル架線の線種

Table 1. Wire of CS simple catenary system

	線種	張力 kN	線密度 kg/m	破断荷重 kN	許容電流 A	電気抵抗 Ω/km
ちょう架線	PH150	19.6	1.375	58.8	616	0.118
トロリ線	CS110	19.6	0.939	65.1		0.259
	摩耗限	→	0.560	49.5	255	0.421

表2 CSシンプル架線の諸定数

Table 2. Constants of CS simple catenary

	CSシンプル架線	ヘビーコンパウンド架線
トロリ線の波動伝播速度	520 km/h	355 km/h
架線系全体の波動伝播速度	469 km/h	401 km/h
トロリ線の許容摩耗量	4.0 mm	6.4 mm
連続許容電流 (架線系全体、摩耗限)	623 A	951 A
線路インピーダンス (Ω/km)	R=0.19 X=0.81	R=0.16 X=0.82

一方、トロリ線を伝播する波動が、ハンガ点を通して遠方へ透過する割合（透過係数 P ）は、質量、電線の曲げ剛性を無視し、トロリ線及びちょう架線の線密度、張力をそれぞれ ρ_t 、 T_t 、 ρ_m 、 T_m すると(12)式で表され、この透過係数の値が小さいほど、パンタグラフ通過時にハンガ

点で接触力変動が大きくなる傾向がある⁽¹⁰⁾（このような箇所を硬点という）。

$$P = \frac{\sqrt{\rho_t T_t}}{\sqrt{\rho_t T_t} + \sqrt{\rho_m T_m}} \quad \text{-----(12)}$$

CSシンプル架線は、電流容量の観点からトロリ線に比べて比較的線密度の大きいちょう架線を使用することから、透過係数は比較的小さくなる傾向がある。ちょう架線の張力については、透過係数をあまり過小とならないように、交流ヘビーシンプル架線の透過係数0.4程度以上を目標に19.6kN(2000kgf)とした。

〈2.3〉 シミュレーションによる解析 離線率等の集電性能を予測するため、コンピュータシミュレーション手法⁽¹¹⁾を用いて動特性を解析した。

シミュレーションでは架線系を多数の質点系で表し、各質点に関する連立方程式として表現している。またパンタ

グラフも質点・ばね押上力系で表現する。パンタグラフは100m間隔の2個、押上力は54N(静的)、揚力特性は200 km/hで20Nの増加とした。またパンタグラフダンパの定数については130Ns/mとし、架線の径間長は50m、ハンガ間隔は5mとした。図5に、シミュレーション結果のうち第2パンタグラフの離線率、高さ変化量(径間内の上下振動振幅)並びに支持点におけるトロリ線押上量を示す。

トロリ線の波動伝播速度を高めた結果、離線率は300 km/h領域でも10%以下であり、ヘビーコンパウンド架線に比べて良好な性能を有している。またトロリ線押上量についても過大となる傾向は見られない。

なお、200 km/h付近で第2パンタグラフの高さ変化量が大きくなっているが、これは多数パンタグラフ走行に伴う共振現象と考えられる。これは架線の固有振動周期とパンタグラフ到来周期とがほぼ一致する時に後続パンタグラフの上下運動が大きくなる現象であり、共振速度 V_n は(13)式で表される⁽¹²⁾。

$$V_n = \frac{\gamma L_p}{2 n L_s} \cdot C_t \quad \text{-----(13)}$$

ここに、 L_p 、 L_s 、 C_t はそれぞれ、パンタグラフ間隔、架線の径間長(支持点間隔)、架線全体の波動伝播速度を表し、 n はパンタグラフが到来する間に架線が上下する回数、 γ は励起される架線振動モードによるパラメータ(シンプル架線の場合0.8~0.9程度)である。

パンタグラフ間隔が50mの倍数で径間長が50mの時、(13)式から共振速度は200 km/h前後となり、シミュレーション結果とほぼ一致する。共振速度はパンタグラフ間隔や径間長等によっていずれかの速度領域で発生するが、シミュレーション結果のように大離線を伴わず、実用上問題とならない場合もある。問題が予想される場合には、パンタグラフのダンパ定数増加や、防振ハンガ(F型)を使用する方法で対応が可能である⁽⁶⁾。

3. 現車走行による性能確認試験

これまでの検討の結果、所期の速度特性が得られる見通しが得られたため、平成3年11月、CSシンプル架線を東北新幹線古川〜くりこま高原間下り線に1ドラム(約1300m)を架設し、現車走行による各種性能試験を開始した。図6にその架設状況を示す。

〈3.1〉 高速集電性能 平成4年5月、STAR21(高速走行試験車両)を用いた315 km/hまでの高速試験を実施した。パンタグラフ数は2台で、第1パンタグラフはPS9031型(CFRP舟体)、第2パンタグラフはPS3090型(多分割すり板)である。またパンタグラフ間隔は71.75mである。

測定方法は、パンタグラフの離線については、パンタグラフ間の高圧母線に流れる電流を測定する電流式離線測定方法⁽¹³⁾により、またトロリ線押上量・歪み量については、地上側支持点のトロリ線に変位計及び歪みゲージを取り付け、テレメータにより送受信を行い測定した。

図5 架線の動特性(シミュレーション結果)
Fig.5. Dynamic characteristics (simulation)

図6 東北新幹線に架設したCS シンプル架線
Fig.6. CS simple catenary (Tohoku Shinkansen line)

トロリ線の押上量, 歪み量の目安値はそれぞれ70mm, 500 μ st以下としたが, 離線率についてはトロリ線が新品であることを前提に開発目標値を10% 以下⁽¹⁴⁾とした。

図7に, CS シンプル架線における離線率測定結果を示す。高速域になるほど増加する傾向が見られるが, 第2パンタグラフの離線率は300 km/hで10% 以下である。また図8に各種架線方式との離線率比較を示すが, 高張力ヘビーコンパウンド架線(トロリ線張力19.6kN, 補助ちょう架線張力9.8kN)とほぼ同等かやや小さい値である。また図9にトロリ線押上量測定結果を, 図10にトロリ線歪み量測定結果を示す(いずれも各列車最大値)。高速域になるほどいずれも増加する傾向が見られるが, これらの結果はいずれも目安値以下である。

図7 CS シンプル架線の離線率測定結果
Fig.7. Contact loss ratio of CS simple catenary

図8 各種架線方式との離線率比較
Fig.8. Comparison of Contact loss ratio

図9 CS シンプル架線のトロリ線押上量測定結果
Fig.9. Uplift of contact wire

図10 CS シンプル架線のトロリ線歪み量測定結果
Fig.10. Strain of contact wire

〈3.2〉 シミュレーション結果との比較 これら高速域において測定された各種特性は当面の開発目標値を達成し、良好な高速集電性能を有していると判断できる。シミュレーション解析結果ともほぼ同様な傾向を示しており、高速化のために適用した集電理論の妥当性が実証されたものと考えている。

〈3.3〉 トロリ線摩耗 新幹線高速走行区間においては、トロリ線が均一に摩耗せずに約20cm波長の凹凸（波状摩耗という）が発生する場合がある。早い箇所ではトロリ線張替後数カ月で発生している例もあり、このためパンタグラフの離線増加やトロリ線局部摩耗等の保守上の問題点となっている。この波状摩耗はパンタグラフすり板とトロリ線間の接触力変動に起因して発生することが明らかになっている⁽⁸⁾。したがって、この架線方式におけるトロリ線摩耗状況を観察し波状摩耗の発生傾向を確認することは、保全性を判断する上で重要な要素となる。

トロリ線の摩耗は、線路直角方向から摩耗残存径を連続的に測定するレーザ式摩耗測定器⁽¹⁵⁾を用いて測定した。

図11に、トロリ線摩耗残存径のパワースペクトル密度の経年変化を示した。なお、トロリ線摩耗残存径のパワースペクトル密度は、摩耗残存径（直流分除去後）の二乗を周波数に分解して密度関数として表したもので、トロリ線摩耗凹凸にどの周波数成分（波長成分）が優勢に形成されているかを表すものである。横軸は周波数に対応させるため、波長の逆数である波数(1/m)を用いて表している。

図11 トロリ線摩耗のスペクトル分布変化

Fig.11. Power spectrum density of wear

トロリ線波状摩耗の約20cm波長（波数5）の位置には特に大きなピークは見られず、現在のところ波状摩耗が発生する傾向は見られない。パンタグラフ接触力変動が比較的小さいことによる効果が表れているものと考えられる。なお約40cmの波長（波数2.5）にピークが見られるが、これはハンガ点における摩耗凹凸波形によるものである。第2章で述べたハンガ点における波動の反射係数による硬点の影響

と考えられるが、架設直後に形成された後はやや落ちつく傾向が見られる。

トロリ線摩耗量の比較的多い箇所は、曲線引金具（支持点）やコネクタ箇所等であり、これら箇所のトロリ線摩耗率は0.048mm/万パンタ程度である。今後鋼芯が露出して摩耗率が低減する効果を考慮すると、目標達成は十分可能と考えられ、保全性にも優れた架線方式と判断できる。

4. あとがき

今回開発したC Sシンプル架線は、日本では初めての新幹線高速用シンプル架線であり、高速集電性能と経済的で保全性に優れた架線方式である。

今回の架線方式の開発に際して重要な点は、従来のヘビーコンパウンド架線より優れた性能を追求するため、高速集電性能に関して理論的に検討し、トロリ線波動伝播速度をこれまでになく大幅に向上させたことであり、またその集電理論の妥当性を現車走行試験において実証したことである。

このC Sシンプル架線の有用性としては、従来のヘビーコンパウンド架線に比べて高速性能が優れていることの他に、架線を構成する電線数が減少したことによる建設工費の低減、部品点数が減少することによる保守・点検の容易さ、軽量・小断面電線による可動ブラケット、電柱等の支持物強度負担の軽減等が挙げられる。しかしながら、C Sシンプル架線は整備新幹線用として開発したものであり、簡素で経済的な架線方式で高速集電性能を確保するため、電流容量やトロリ線許容摩耗量は、従来のヘビーコンパウンド架線に比べて抑えざるを得ない点にも留意しておく必要がある。

今回開発したC Sシンプル架線は、その高速性能と経済性・保全性が認められ、現在建設中の北陸新幹線高崎・長野間に導入することが正式に決定され、鋭意工事が進められている。また九州新幹線等のその他の整備新幹線についても、有力な架線候補として検討が進められている。さらに海外における高速鉄道建設計画においても、今回の研究・開発成果が十分に活用できるものと期待される。

最後に、現地測定試験でご協力いただいた東日本旅客鉄道並びに鉄道総合技術研究所の関係各位に謝意を表す。

（平成7年6月15日受付、平成7年9月27日再受付）

文 献

- (1) 鉄道電化協会：「高速架線構造の研究」, N70-12, 7～31, (昭46-3)
- (2) 大浦 泰・円谷哲男・池田国夫：「ヘビーコンパウンド架線の300 km/h域高速試験結果」, 平成4年電気学会全大, No. 951
- (3) 長沢広樹・小比田 正・青木純久・片山信一：「鋼芯

銅トロリ線の開発」, 電気学会交通・電気鉄道研究会
TER-88-1, (1988-3)

- (4) 網干光雄・藤井保和・円谷哲男・池田国夫・金子
誠:「高速用CSシンプル架線の集電性能」, 電気学
会交通・電気鉄道研究会TER-93-3, (1993-2)
- (5) 網干光雄・中井一成・小林輝雄・円谷哲男・金子 誠
:「高速用CSシンプル架線の集電性能(その2)」,
電気学会交通・電気鉄道研究会TER-93-38, (1993-12)
- (6) 大浦 泰・網干光雄・小林輝雄・円谷哲男・金子
誠:「高速用CSシンプル架線の集電性能(その3)」,
電気学会交通・電気鉄道研究会TER-94-39, (1994-12)
- (7) 真鍋克士:「ハンガ間隔周期的離線現象とその対策」,
鉄道総研報告Vol. 6, No. 9, (1992-9)
- (8) 藤井保和・真鍋克士:「新幹線のトロリ線波状摩耗の
発生機構」, 平成4年電気学会産業応用部門全国大会,
No9
- (9) 鉄道総合技術研究所編:「電車線とパンタグラフの特
性」, 研友社, 58~64, (平5-10)
- (10) 網干光雄・中井一成:「ヘビーシンプル架線の集電性
能とその改善手法」, 電気学会交通・電気鉄道研究会
TER-94-38, (1994-12)
- (11) Y. Fujii, K. manabe : "Computer Simulation for Dy-
namics of Overhead Catenary-Pantograph System"
, Computers in Railways III, (1992-8)
- (12) 真鍋克士・藤井保和:「多数パンタグラフ走行に伴う
共振現象と対策」, 鉄道総研報告Vol. 2, No. 12, (1988-
12)
- (13) 鉄道総合技術研究所編:「電車線とパンタグラフの特
性」, 研友社, 226 ~230, (平5-10)
- (14) 鉄道総合技術研究所編:「電車線とパンタグラフの特
性」, 研友社, 92, (平5-10)
- (15) 高橋哲朗:「小型レーザ式トロリ線摩耗測定器の開
発」, 鉄道と電気, Vol. 42, No. 7, (1988-7)

網干 光雄

(正員) 1957年2月23日生まれ。1979
年3月京都大学工学部電気工学科卒業。
同年4月日本国有鉄道入社。主として
電車線路設備の設計・施工・保全, 電
車線の高速化等の研究開発に従事。現
在, ㈱鉄道総合技術研究所基礎研究部
主任研究員。

大浦 泰

(正員) 1943年8月13日生まれ。1967
年3月芝浦工業大学電気工学科卒業。
同年4月日本国有鉄道入社。主として
電車線の設計, 研究開発に従事。現在,
㈱鉄道総合技術研究所電力技術開発推
進部長。

小林 輝雄

(正員) 1948年1月6日生まれ。1970
年3月東北大学工学部通信工学科卒業。
同年4月日本国有鉄道入社。主として
鉄道制御システムの開発, 新幹線高速
化・マイクロエレクトロニクスの開発
に従事。現在, 東日本旅客鉄道㈱総合
技術開発推進部担当部長。

円谷 哲男

(正員) 1948年1月1日生まれ。1966
年3月東京都立本所工業高校電気科卒
業。同年4月日本国有鉄道入社。主と
して電車線路設計・施工, 新幹線電車
線路設備の高速化の研究・開発に従事。
現在, 東日本旅客鉄道㈱総合技術開発
推進部課長代理。

上野 勝禧

(正員) 1942年1月8日生まれ。1964
年3月九州大学工学部電気工学科卒業。
同年4月日本国有鉄道入社。主として
鉄道電気設備の建設と保守に従事。現
在, 日本鉄道建設公団本社電気部長。

金子 誠

(正員) 1952年3月2日生まれ。1976
年3月武蔵工業大学大学院工学研究科
電気工学専攻修士課程終了。同年4月
日本鉄道建設公団入社。主として電車
線路設備の計画・開発・設計・施工管
理に従事。現在, 本社電気部電力課補
佐。