

### 第87回

# 電気転てつ機

## はじめに

電気転てつ機は、分岐器のトンダレールやノーズレールなどの可動部を、電気を動力として動作(転換)させるとともに、機械的にその状態を保持(鎖錠)し、鎖錠や開通方向などの状態をチェック(照査)する機能をもつ信号保安設備です。かつては機械連動装置と組み合わせて、機械的なてこによりその機能を実現していました。その後、電気回路を用いた連動装置(電気連動、継電連動、電子連動など)と組み合わせるべく、大正時代より電気を動力として機能を実現する電気転てつ機が用

いられてきました。ここでは、電気転てつ機に関する歴史と、今後の展望について紹介します。

## 電気転てつ機の輸入と国産化(1914年~1945年)

日本国内に初めて導入された電気転てつ機は、1914(大正3)年に京都駅構内に設備された5台の英国Siemens社製電気転てつ機といわれています(図1)。また、翌1915(大正4)年には米国GRS社4A電気転てつ機、1922(大正11)年にはGRS-5電気転てつ機、1926(大正15)年には米USS社の

USS-M形電気転てつ機がそれぞれ導入されました(図2)。

最初期に輸入されたSiemens製の電気転てつ機は、モーターで信号鉄管を駆動させるだけの簡易な構造でした。そのため、鎖錠や照査といった機能は、転換用の信号鉄管とは別の鉄管を介して接続した外部の鎖錠器などを用いる必要がありました。

一方、米GRS社とUSS社の電気転てつ機は、現在の電気転てつ機と同様に転換、鎖錠、照査の機能を電気転てつ機単体で実現できる構造でした。電気転てつ機の国産化は、米国2社の電気転てつ機、とくに製造が比較的容易

なGRS社の電気転てつ機の構造を参考に製造するところから始まりました。

国産第1号の電気転てつ機は1921(大正10)年にGRS-4A形をモデルとして製作されました(図3)。1927(昭和2)年には、GRS-5形をモデルに製作された京三製作所AM形と三村工場(現在の日本信号)M形電気転てつ機が鉄道省に採用されました。その後、国産電気転てつ機は広く普及し、1931(昭和6)年ごろには電気転てつ機の輸入が不要になったといわれています。この間、国内信号メーカーと米GRS社、USS社との間の技術提携が行

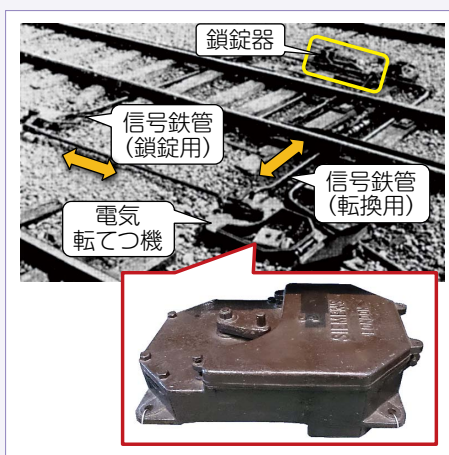


図1 Siemens社製電気転てつ機<sup>1)</sup>  
(下部写真)撮影協力: 鉄道博物館



図3 国産第1号電気転てつ機  
撮影協力: 鉄道博物館

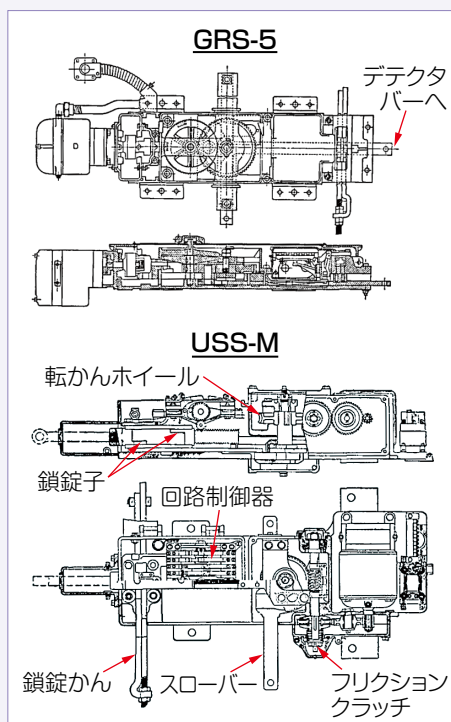


図2 GRS-5, USS-M形電気転てつ機<sup>2)</sup>  
出典: 鉄道信号発達史

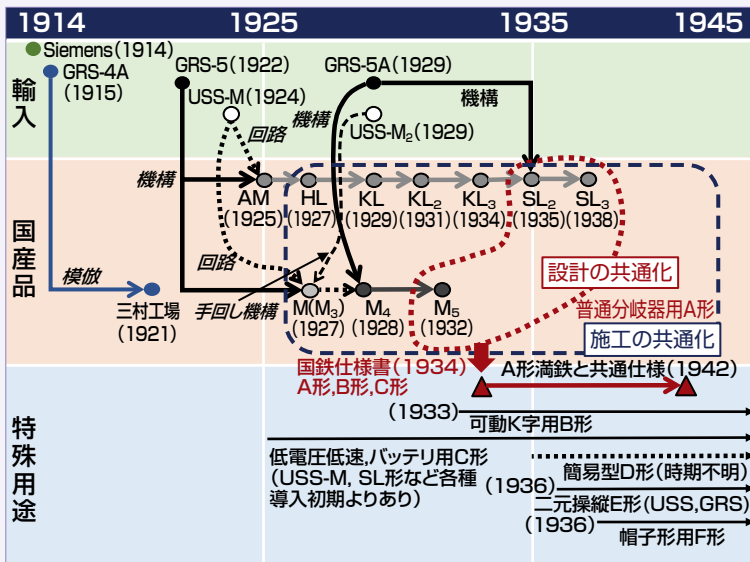


図4 電気転てつ機の系譜(～1945年) 2),3)をもとに作成

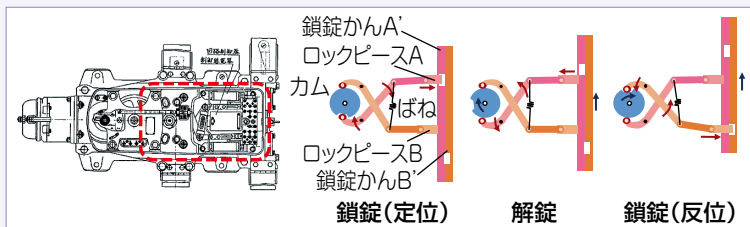


図6 H-2形電気転てつ機と照査機構<sup>4)</sup>  
(左図)出典：信号保安, Vol.14, No.7

われ、製造技術や品質面での改善が進みました。

図4に1945(昭和20)年ごろまでの電気転てつ機の系譜を示します。国産電気転てつ機はいずれも、比較的製造が容易といわれていたGRS社製電気転てつ機の機構を基本にしています。ただし、電気回路については、USS社の電気転てつ機を基本とした回路が採用されました。国産化以降は、電気転てつ機のモーター出力の見直し、クラッチの改良、分岐器とあわせた動作かんストローク(移動量)の変更などの改良が行われました。また、可動K字や帽子形分岐器に対応した電気転てつ機、電源事情の悪い地方に対応した蓄電池対応の電気転てつ機など、用途別の電気転てつ機が製造されました。1934(昭和9)年には調達や施工、保守の標準化を目的に鉄道省で仕様書の制定が行われ、用途別にA形,B形,C形の3形式が制定されています。

### 保安度の向上と標準化(1938年～1966年)

GRS社の電気転てつ機や、これをモデルとした戦前に製造された電気転てつ機のほとんどは、1本のロックピースを用い、動作かんの鎖錠(主鎖錠)、鎖錠かん切欠への挿入による転換完了状態の照査(「鎖錠」「解錠」の2状態)を行う、「In-out方式」とよばれる構造が採用されていました。

モデルとなった米GRS社の電気転てつ機は、鎖錠かんとは別に「照査かん」が備えられていました。照査かんと鎖錠かんの開通方向が一致するときのみ、所定の開通方向であることの表示を行います。そのため、鎖錠かんや接続かん、フロントロッドなどの部材の折損などにより制御した開通方向と現場の分岐器の開通方向が異なる場合は検知することが可能です(図5(a))。

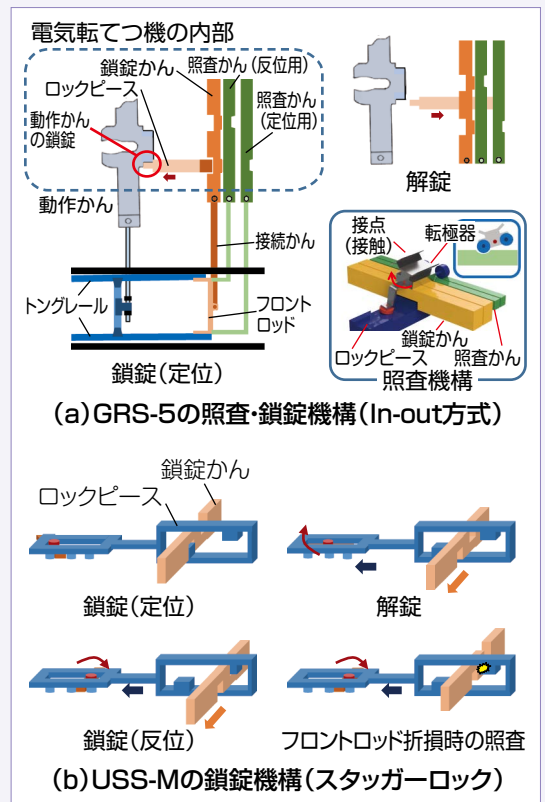


図5 戦前の電気転てつ機の照査・鎖錠機構<sup>2)</sup>

しかし、電気転てつ機の国産化を行った際、照査かんを省略した設計としました。そのため、鎖錠かんなどが折損した場合は電気転てつ機内部では検知が行われず、異なる開通方向の表示を出してしまう安全性の低い構造となっていました。

USS社製の電気転てつ機は照査かんを用いない構造でした。しかし、1本の差込鎖錠かんに定位用、反位用としてそれぞれ備えられている鎖錠片と2本の鎖錠かんを用い、定位鎖錠と反位鎖錠をそれぞれ独立した機構で照査する構造でした。このような、「定位鎖錠」「解錠」「反位鎖錠」の3状態を錯誤なく検知できる「スタaggerロック」(図5(b))の鎖錠機構は、国産電気転てつ機では、1938(昭和13)年に開発されたSL-TC3形電気転てつ機に初めて採用されました。

その後、1958(昭和33)年に仕様書化されたH-2形電気転てつ機(図6)で

も採用され、USS社製の電気転てつ機とは異なる、2対のロックピースと鎖錠かんを備えたスタッガーロックが採用されました。また、差込型の転てつ制御リレー、かさ歯車一体型のクラッチなど、その後の電気転てつ機とも共通する設計が採用されました。

1963(昭和38)年には、動作かんストロークを新規規格のNレール分岐器に対応させたN-1形、N-2形電気転てつ機が開発されました。N形では、スタッガーロックの鎖錠機構の改良が行われ、GRS-5などのIn-out方式の鎖錠機構で用いられていた、動作かんをロックピースで保持する機構が加えられました(図7)。さらに、Nレールと従来のPSレールの分岐器に共通利用できる電気転てつ機として、現在も国内外で広く使用されているNS形電気転てつ機が1966(昭和41)年に開発されました。

## 新幹線用電気転てつ機と標準化(1963~1970年)

1962年ごろからの東海道新幹線のモデル線における走行試験結果を踏まえ、東海道新幹線用の電気転てつ機として、1963(昭和38)年には、T形電気転てつ機(T-1~T-3)が規格化され

ました。

新幹線用の分岐器は在来線用と比べてトングレールが長いため、2箇所転てつ棒位置で転換する必要がありました。そのため、動作かんをまくらぎに対して直角方向に設け、移動方向の変更とストロークの調整、レール横圧の保持機能をもつエスケープクランクと組み合わせてトングレール2箇所を動作させる構成が採用されました。また、鎖錠・照査機構には1本のロックピースを用いるIn-out方式が採用されました。ただし、定位開通と反位開通で異なるロックピースを挿入させる構造を採用し、スタッガーロックと同等の保安度を確保しています(図8)。

その後、1970(昭和45)年には、新幹線用電気転てつ機の標準型となるTS形電気転てつ機が規格化されました。無調整定トルク式クラッチへの改良や、手回し完了を示す矢印表示の導入などの保守性に関わる改良が行われました。また、雷などからの絶縁性を高めることを目的として、転てつ制御リレーの内蔵をやめて機器室に設置する、サージ対策としてトランスが挿入できる交流回路に表示回路を変更するなど、制御、表示回路に関わる変更が行われました。

## 保守性の向上と高信頼化(1970年~)

前述の在来線用のNS形、新幹線用のTS形、および1968(昭和43)年に規格化されたヤード用のYS形の3種類の標準型電気転てつ機は、堅牢な構造により国鉄、私鉄を問わず国内各線で広く用いられるようになりました。

これらの電気転てつ機以降は、おもに保守性や信頼性の向上を目的とした改良が行われました。とくに、定期的な保守、調整を必要とする要素部品を対象とした改良が行われました。

1972(昭和47)年に規格化されたG形電気転てつ機では、無調整形オイルクラッチの採用や、給油に関わる構造の変更、材料の表面処理の変更などが行われました。さらに、耐水形電気転てつ機(1972(昭和47)年)やHCW形電気転てつ機(1982(昭和57)年)など、冠水のおそれがある環境や、薄さが求められるトンネル内などに対応する電気転てつ機もNS形やG形を基本に開発されました。また、1977(昭和52)年ごろに試作されたマグネットクラッチは、1980年代後半よりNS形やTS形電気転てつ機用のクラッチとして、転換力向上やクラッチ調整の省力化を目的として広く導入されました。

一方、分岐器や転てつ装置を構成する部材の熱伸縮や、締結部のがたなどの基本レールと電気転てつ機の相対位置の変化によって生じる鎖錠かん位置の変化(ロック狂い)に対しては、ロック狂い検出器(1971(昭和46)年規格化)や、直結装置(1977(昭和52)年)が開発されました。ロック狂い検出器は、鎖錠かんの位置が1.3mm以上移動したことを光学的に検出して警報を通知する装置で、現在も一部で用いられています。1990年代以降、移動量を測定するロックセンサー、電流や電圧な

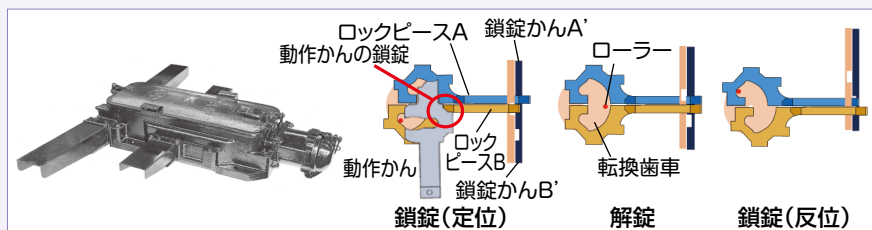


図7 N形電気転てつ機と照査・鎖錠機構<sup>5)</sup>  
(左写真)提供:京三製作所

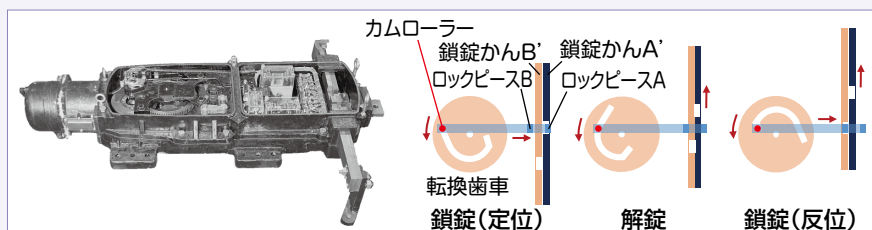


図8 T形電気転てつ機の照査・鎖錠機構<sup>6)</sup>  
(左写真)提供:京三製作所

どの動作状態とともに動作状態の収集、蓄積や監視を行うモニタリング装置へ発展してきました。

同じく1990年代以降、メカトロニクス技術が産業分野で広く用

いられるようになり、小型軽量のサーボモーターを用いた電気転てつ機や、制御および表示回路の電子化が試みられました。1996(平成8)年に製品化されたNTS形電気転てつ機や、2000(平成12)年に製品化されたES形電気転てつ機はその代表例といえます。

また、線区や鉄道事業者のニーズにあわせた電気転てつ機として、38番分岐器に対応する高転換力を有するHT形電気転てつ機(1997(平成9)年)、CS形電気転てつ機(2007(平成19)年)、次世代分岐器用ES-II形電気転てつ機(図9)(2010(平成22)年)などが実用化されました。

## 国外の動向

米国や英連邦諸国では、GRS社やUSS社の事業継承会社や、これと設計思想を共通とする電気転てつ機が広く用いられています。一方、ヨーロッパ大陸諸国ではとくに、電気転てつ機の外部に鎖錠機構を設け、分岐器の可動部を直接保持する直接鎖錠方式が主流です。そのため、電気転てつ機の内部で動作かんを保持する構造や、強度や動力機構の特性が日本や英米のものとは異なっています。中国では、旧ソ連の電気転てつ機に似た、遊星歯車機構を採用するなどの独特な構造の電気転てつ機が用いられていました。現在は、ヨーロッパ大陸系のメーカーの電気転てつ機のほか、これを消化して国産化した電気転てつ機がおもに、高速鉄道

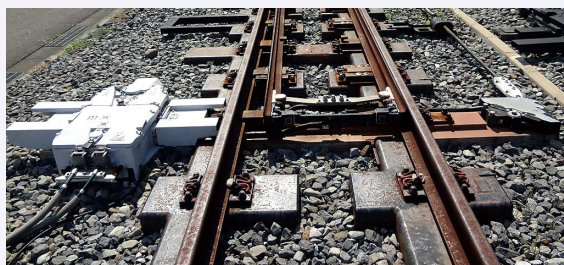


図9 ES-II形電気転てつ機

や都市鉄道で用いられています。

電気転てつ機の構造や性能の内外の違いはそれほど多くはありませんが、機械的な位置調整や照査の機構をモーターやセンサーを用いた制御に置き換えた英国のHPSS電気転てつ機(図10)は国内では事例がないものです。一方、マグネットクラッチの使用例は国外では少なく、フリクションクラッチが現在も多く使われています<sup>7)</sup>。

## 今後の展望

これまでの日本国内の電気転てつ機の開発は、国産化、標準化とその過程での安全性向上、標準化以降の保守性の向上や個別ニーズへの対応といった流れで進められてきたと考えることができます。

しかし、今後労働人口の減少や高齢化といった鉄道システムに関わる人々の減少に対して、電気転てつ機のあり方も変わることが重要です。取り組みはすでに始まっていますが、状態監視装置で取得した電流や電圧、鎖錠かん変位などの情報から、次に調整すべきタイミングを知らせる状態発信形の電気転てつ機は、社会状況の変化に対する一つの回答と考えます。

この実現にはセンサーの活用が必須です。センサーを組み込みやすい構造や、センシングした情報から状態変化を取得しやすい力学的特性をもつ機構の採用など、電気転てつ機自体の構造にも検討の余地があります。しかし、



図10 HPSS電気転てつ機(英国)  
Photo by courtesy of Network Rail.

構造の変更により、本来具備すべき安全性や性能が損なわれることは設計段階で避けなければなりません。転てつ装置や分岐器を含めた機械的な特性を設計段階から解析する技術は、新しい電気転てつ機のあり方を描くうえで重要です。

また、日本の鉄道技術の国外への発信や国外の鉄道技術の導入は今後さらに進む可能性があります。安全性を確保しながら新技術を導入するためには、電気転てつ機の設計や構造については、これまでの思想や知見を文書、仕様書や規格などとして残していくことが必要です。今後も時代の変化に対応し、かつ安全性を確保しながら、電気転てつ機の技術が発展していくことが期待されます。

(潮見俊輔／信号・情報技術研究部  
信号システム研究室)

## 文献

- 1) 日本国有鉄道：日本国有鉄道百年史，第6巻，日本国有鉄道，p.376, 1972
- 2) 信号保安協会：鉄道信号発達史，信号保安協会，1980
- 3) 宮本誠，前田新：電気・電空轉轍機の調査研究（第一報），鉄道業務研究資料，Vol.2, No.10, 鉄道技術研究所，1943
- 4) 大久保政一：H型電気転てつ機について（上），信号保安，Vol.14, No.7, 1959
- 5) 藤森逸男：N型電気転てつ機に就いて，京三サーキュラー，No.23, 1963
- 6) 松木孝正，藤森逸男：東海道新幹線電気転てつ機（SL-K）に就いて，京三サーキュラー，No.21, 1963
- 7) 潮見俊輔，北尾憲一，沼田紘司：海外における転てつ装置の技術動向に関する調査，電気学会研究会資料 交通・電気鉄道研究会，TER-18-069, 2018