

次世代転てつ機の実用化



安岡 和恵*

次世代転てつ機（以下、『ES形電気転てつ機』）は、NS形電気転てつ機に代わる新しい電気転てつ機である。次世代分岐器と共に、転換不能の削減と省メンテナンス化によるコストダウンを目的として開発され、現在までに大宮、熱海、新宿駅等で順調に稼働している。転てつ機自体の軽量化や遠隔地でのメンテナンス情報の監視、調整箇所の削減及び調整方法の改善は、施工・調整時間の短縮、コストダウンや輸送障害の削減が期待されている。

今回は、ES形電気転てつ機について、開発の経緯及からメンテナンス手法について紹介する。

1 はじめに

JR東日本では、3K作業の解消を目的として信号通信業務の改善に力を入れ、電気転てつ機もその対象となった。日本の電気転てつ機は、1960年前後に最初の直流又は交流使用の電気転てつ機が仕様化され、1966年に現在使用されているNS形転てつ機が開発された。しかし、現在まで新幹線用（TS形）、在来線用マグネットクラッチ化等の若干の改良が行われて来たが、基本的構成は変更されてこなかった。そうした中で、まず1996年度より、海外転てつ機購入の検討を行ってきたが、海外転てつ機導入には連動条件の違いからくるインターフェース部の機能追加及び、施工方法の違いからくる現地調整等に問題があることが判った。そこで、日本の作業形態に合い、かつ現在の問題点を解決し、将来のメンテナンス軽減につながる分岐器・転てつ機を新たに開発することとした。

2 新しい電気転てつ機の検討

日本における既設の転てつ機の問題点と海外転てつ機（直接鎖錠方式）の試験的導入の評価を踏まえて、1999年下期より新しい分岐器・転てつ機の検討を開始した。

2.1 軽量化

現在使用されているNS形電気転てつ機は約380kgと重く施工が大変であった。そこで、次世代転てつ機100kg以下を目標として、思い切った軽量対策を実施した。対策としては、NS形電気転てつ機で使用されている交流誘導モータをやめ、200V供給のサーボモータを使用すること、モータの力をボールネジによる直接駆動方式とし、外枠はアルミ合金化を行っている。

2.2 省メンテナンス

(1) 密着調整

転てつ機の調整では、分岐器の基本レールとトングレールが一定の力で密着するように、密着力を調整している。この密着力の調整は、現状ではトングレールの先端部を調整工具や密着測定器でこじ開けて、その開口力が規定通りとなるようにするため、ある程度の経験が必要であった。

しかし、ES形電気転てつ機では、定密着形スイッチアジャスタを採用することにより、内蔵バネを利かせ密着度を定量的・自動的に管理する構造とした。そのため調整作業においては、スイッチアジャスタに目印をつけ、その目印に合うようにナットの調整を行うだけで調整できるようにしたので、これまでのように勘や経験、測定器による密着力の確認が不要となった（図1）。

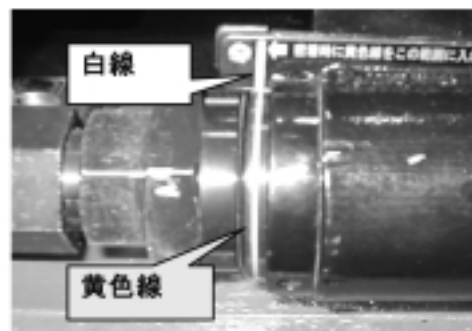


図1：スイッチアジャスタ調整部

(2) ロック調整

転てつ機の調整には、転てつ機転換状態を鎖錠するロックピースと鎖錠かんの隙間を調整する、ロック調整作業がある。このロック調整作業のために、現状では図2のように転てつ機の鎖錠かんを覗き込み、ロックピースの左右の隙間を目視により確認している。



図2：ロックピース外観図

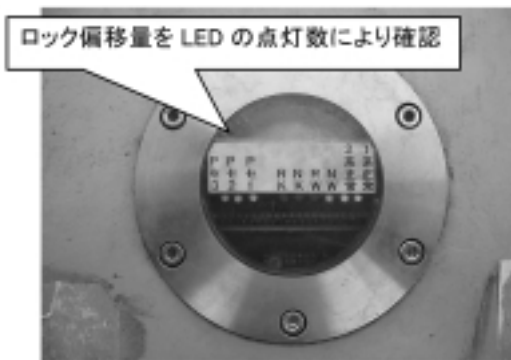


図3：ロック調整用LED表示

そこで、今回の開発において、ロック位置の調整は電気転てつ機の蓋にLEDで表示するようにしたため(図3)、ロックピースの偏移量が夜間でも見やすくなった。また、LEDの点灯数でロックピースの偏りが確認できるので、簡単に基準値内にロック位置を調整することが可能である。

(3) フロントロッドの調整

これまで、接着調整のためフロントロッドには調整しろがあった。しかし、無理な調整によるトンク先端部開口量の不足が保線側から度々指摘されていた。そこで、調整しろの無いジョーピンレスフロントロッドを採用し、調整個所の削減及び保守管理の適正化を図った。

(4) リレーレス化

動作回数管理の排除、小形化を目的として転てつ機内部のリレーレス化を実施するため、連動インターフェースの機能を持つ電子回路で構成された制御部の開発を行った。

(5) 定常監視機能の内蔵

今までは、重要線区のNS形電気転てつ機に別途モニタ装置を取り付け、転てつ機内の状態を監視する方式を採用し、メンテナンスの効率化を図っていた。ES形転てつ機は、連動装置からの制御命令、転かん方向の情報及びモータを制御するサーボアンプの情報及び制御回路で検出した情報を転てつ機に内蔵した伝送部から機器室に伝送する機能を利用し、機器室のモニタに表示するシステムとした。

(6) コネクタ化

従来外部とのインターフェースは、ケーブルと端子により接続していたが、配線の誤りの防止や接続作業の効率化を行うため、新幹線用接着照査器(ME形)用に開発したコネクタを20×12に改良し採用した。このコネクタは、ケーブルにアンプ端子取付け、コネクタ部にネジ止めを行い、レジンを注入する方式により製作するもので、防水・耐振性に優れたコネクタである。このコネクタの外観を図4に示す。



図4：コネクタ外観

3 ES形転てつ機の性能

ES形電気転てつ機の基本的な性能を表1に示す。

表1：基本性能

項目	仕様
動作かんストローク	222mm
鎖錠かんストローク調整範囲	160~225mm
最大転換力	3kN(一定)
転換時間	5.0秒以内
本体質量	99kg
制御方式	プログラム制御
電源電圧	AC200V
消費電力	500VA以下

※在来線用次世代分岐器(60K レール)及び在来線用普通分岐器(70kg 床板付(50N レール) #8~#12 共用)

現在の転てつ機と今回の転てつ機との大きな差は、以下のようなものである。

- (1) 軽量化(99kg)を図ったこと
- (2) 3相200Vサーボモータを採用したこと
- (3) 転てつ装置の外観と転換鎖錠機構を変更したこと(図5,6)
- (4) 蓋の上部に覗き窓を設け内部の状態をLEDで表示したこと



図5： 転てつ機外観

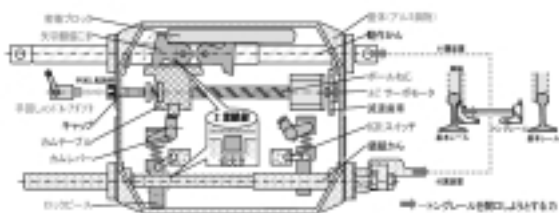


図6： 転換鎖錠機構

4 システム構成

継電連動装置や電子連動等と直接接続できるよう、メタルケーブルでの制御方式とした。これは施工費の低減と現行のNS形転てつ機との互換性を得るためである。これまで同様、制御・表示は接点制御であるが、モータ電源の200V化及び状態監視情報の伝送はメタルケーブルにて行うこととした。この基本的制御回路の概要を図7に示す。

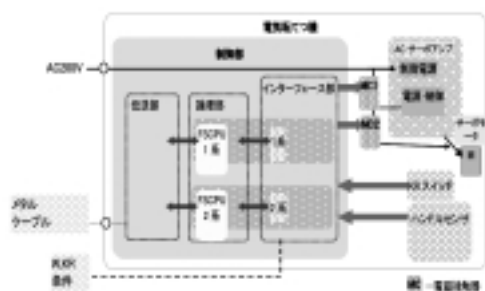


図7： 制御回路

5 転てつ機の転換性能

新しい電気転てつ機は、小形軽量のほか、サーボモータの採用とボールネジの採用、定密着形スイッチアジャスタの採用、分岐器構造の変更を行った。しかし、電気転てつ機としての基本的な仕様を満足していることは、各種性能試験によって確認できた。以下、各種特性について説明する。

5.1 転換性能特性

モータにサーボモータを採用したことにより設定時間内の転換とクラッチレスによる転換制御が可能となった。次世代分岐器と組合せた時の転換力特性を図8に示す。

従来の転てつ機の転換力特性と同等であることが確認できた。また、サーボモータの制御により、異物介入時には、一定負荷以上はモータを切ることで、分岐器に無理な力をかけない制御となっている。

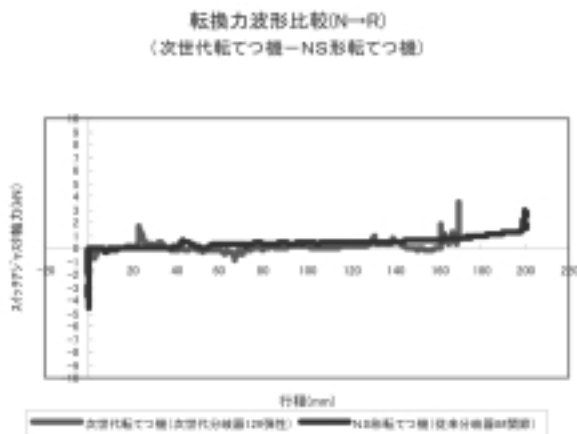


図8： 転換力特性

5.2 異物介入検知特性

異物介入については、ベアリングが床板上面より4mm突出している上をトングレールが移動するため数ミリ以内の鉄片介入による転換不能は防止できる構造となっている。なお、トングレールと基本レールの接着検知は現在の転てつ機と同じ5mm開口、4mm接着となっている(図9)。従来のNS形よりも、スイッチアジャスタのオフセットが小さいため、異物検知は厳しい値である。

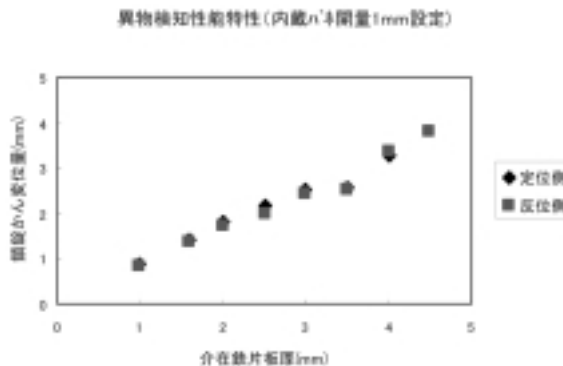


図9： 異物検知性能

5.3 スwitchアジャスタの密着特性

今回の転てつ機は、矢羽鎖錠機構とバネ密着力で、接着を

確保している。現在の転てつ機のように先端をこじ開けることは出来ないが、圧力計を使用し測定した結果転換完了時3kN以上のバネ圧がかかっている事を確認した。

5.4 レールふく進に対する特性

レールのふく進については、強制的にトングレールをふく進させ、どの程度まで転換可能か試験をした結果15mまで転換可能であることを確認した。

6 ES形転てつ機用モニタ装置

ES形電気転てつ機用モニタ中継器と接続することにより、現場に行かずに信号機器室内で転てつ機の詳細情報を取得することができる。

更に、信号機や軌道回路、踏切等の信号設備全体を監視している既存の定常状態監視システムとES形定常状態監視処理装置(仮称)を接続することで、遠隔地である信号メンテナンスセンターで故障情報や転換データを取得することが可能である。定常監視処理装置は、転換データの蓄積と、定常状態監視システムとのデータ伝送を行っている。

監視項目を表2に示す。転てつ機モニタでは、接続したそれぞれの転てつ機の転換毎の転換データを蓄積しているので、日々の検査データにも活用できる。

表2：転てつモニタ監視項目

項目	内容	
制御・表示	N 転換中、R 転換中 (※1)	
	NW、RW	(※2)
	NK、RK	(※3)
電圧異常	電圧上昇、低下	
制御部	1系正常、2系正常	
	1系重故障	
	1系軽故障	
	1系故障コード	
	チキモータ故障コード	
モニタ中継器	制御部1系伝送異常	
	伝送異常	
数値データ (計測範囲)	転換回数	累積転換回数
	ロック偏移量	-3.0~+3.0mm
	転換トルク	-10~+300%
	ストローク	-170~+170mm
	回転速度	0~4000rpm
	転換時間	0~6秒

(※1) Nは転てつ機定位、Rは転てつ機反位を表す

(※2) NWは定位転換命令、RWは反位転換命令

(※3) NKは定位表示、RKは反位表示

6.1 システム構成

システム構成図を図10に示す。ES形転てつ機内部には転てつ機内部の情報を伝送するためのモデムが内蔵されている。内部の情報はメタルケーブル1対により、機器室へ伝送される。この1対のケーブルは機器室でモニタ中継器に接続され、それを介して定常監視処理装置に情報を送っている。

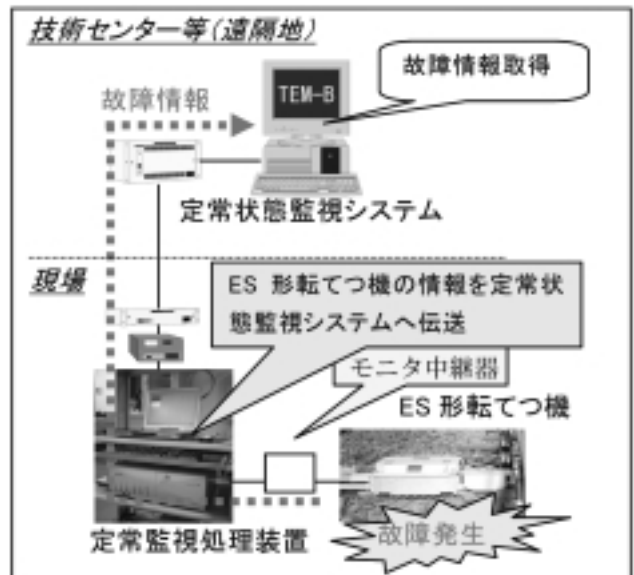


図10：システム構成

6.2 表示内容

(1) 詳細状態表示

詳細状態表示機能について、画面表示の例を図11に示す。画面では転てつ機の開通方向や転換回数、ロック偏移量、電圧状態、制御部状態、故障の内容等の詳細情報がリアルタイムで表示される。



図11：詳細情報表示

(2) 転換データ表示

転換データ表示機能では、転てつ機モニタに接続した転てつ機の転換データを蓄積し、各項目(転換トルク、モータ回転数、

転換ストローク、ロック偏移量)をグラフ表示する(図12)。上半分にモータへの制御命令・表示状態がわかる。下半分のグラフでは、転てつ機にかかる転換時の負荷やロック偏移量の状態の詳細を確認することができる。このため、転換不能等の障害発生時には原因探求の一助となることが期待されている。また、転てつ機ごとに転換トルクとロック偏移量の限界値(しきい値)を設定し、これを超過した場合には信号メンテナンスセンター等の定常状態監視装置の上位装置に警報を表示する。

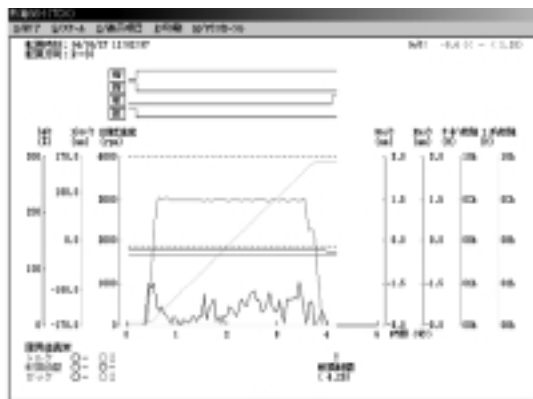


図12：転換データ表示

(3) 傾向値表示

傾向値表示機能では、転てつ機の転換トルクとロック偏移量について、それぞれの最大値、平均値、最小値の変動を月毎、日毎、転換毎に表示する。図13は転換トルクの変動を日毎に表示したものであり、トルクが日々多少変化していることが確認できる。この傾向値の管理により、転てつ機の異常の兆候を事前に把握できる。また、傾向値の限界値(しきい値)までの余裕度を把握することで、メンテナンスのタイミングの指標になる。

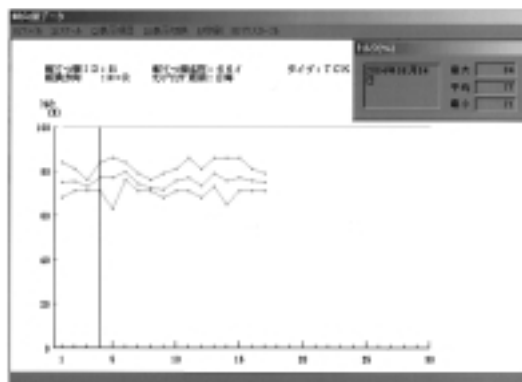


図13：傾向値表示

このように、転てつ機モニタにより、機器室または遠隔地から現場の転てつ機の詳細情報が取得できる。転てつ機モニタでは、接続したそれぞれの転てつ機の転換毎の転換データを蓄積しているので、日々の検査データにも活用できる。

7 導入後稼動状況

熱海駅に施工した次世代転てつ機の半年後におけるロック等の傾向値の例を図14に示す。

このロックの偏移量を見ると、変動が少なく分岐器状態が安定していることが確認できた。

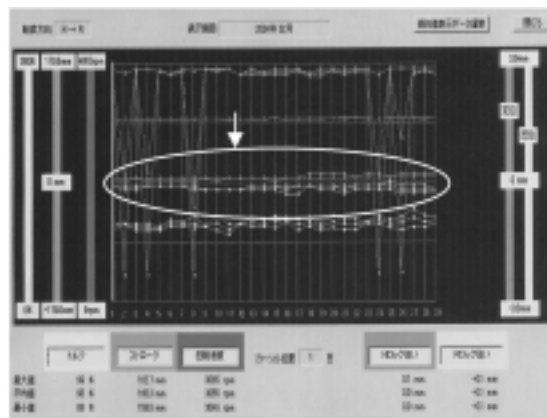


図14：各部の動き(熱海駅)

これまで、ES形電気転てつ機を大宮支社ほか4支社対して18台導入した。

これまでに導入した台数は表3の通りである。

表3：導入状況

支社名	駅	分岐器種類	導入時期
大宮	大宮橋内	12番	H14/2
横浜	熱海橋内	10番	H15/8
貨物	川崎貨物9-7号	10番	H16/1
千葉	東千葉	8番(普通分岐)	H15/12
横浜	小田原・早川	10番 12番	H16/5
	小田原	12番	H16/7
東京	新宿	10番 12番	H16/9

(平成17年1月現在)

8 まとめ

ES形電気転てつ機は、今後重要線区の重要分岐器及び、首都圏100km内の分岐器に導入する計画を策定中である。

今回開発した転てつ機は、機能向上、省力化という大きな課題をクリア出来たものと考えており、今後この開発成果をもとに高番数分岐器の転てつ機2台引の実用化及び新幹線用転てつ機の開発を行っていく予定である。