

# NS-A 形電気転てつ機の鎖錠に関する課題と改善手法

五十嵐 義信\*

## Tasks and Methods of Improving Lock System of the NS-A Type Electric Switching Machine

Yoshinobu IGARASHI

A detection function and a lock function, which are important functions of electric switching machines, are fulfilled by a mechanical lock system. Restudying of lock system in 1980s indicates that the system must adopt a bumper between a cam mechanism and a lock piece. An electric switching machine, which reflects restudying, has been developed, but hasn't been widely used. On the other hand, the NS type electric switching machine, which hasn't been able to adopt the bumper, is widely used today.

In this report, we describe the study on installation of the bumper lock system to the NS type electric switching machine, and also describe an example of its practical usage.

キーワード：転換鎖錠装置，転てつ機，緩衝機構

### 1. はじめに

在来線の主力電気転てつ機である NS 形は一つの課題を抱えている。それは、転てつ機にとって最も重要な鎖錠機構に緩衝機構を備えていないために、妨害発生時に鎖錠機構が破損することである。NS 形と同時期に開発された新幹線用の T 形には既に緩衝機構が備わっている。しかし、在来線用転てつ機では、NS 形の開発から 20 年以上経って初めて採用された。また、その後開発された全ての転てつ機が緩衝機能を備えているにも関わらず、最も多く使用されている NS 形では緩衝機能が採用されることなく、今日に至っている。そこで、NS 形の機構を大幅に変更することなく適応可能な緩衝機構を開発した。

本報告では、NS 形で緩衝機能を採用することが困難である理由、および、開発した緩衝機構について述べる。

### 2. 転てつ機の機能および鎖錠方式

#### 2.1 転てつ機の基本機能

まず、電気転てつ機の基本機能について述べる。これは、以下に示す 4 つの機能である。

- ① 転換機能
- ② 照査機能
- ③ 鎖錠機能
- ④ 表示機能

転換機能は、トングレールを定位・反位に転換する機能である。照査機能は、分岐器の開通方向の検出および

トングレール先端部の基本レールとの接着を照査する機能である。鎖錠機能は、転換終了後のトングレールの状態を保持する機能である。

また、各機能は、図 1 に示すように、それぞれ①動作かん、②鎖錠かん、③照査かんと呼ばれる棒状の部品によって電気転てつ機と分岐器が接続されることによって、実現されている。また、鎖錠かんと照査かんは同一箇所に取り付けられている。ただし、JNR 仕様の転てつ機には照査かんはない。

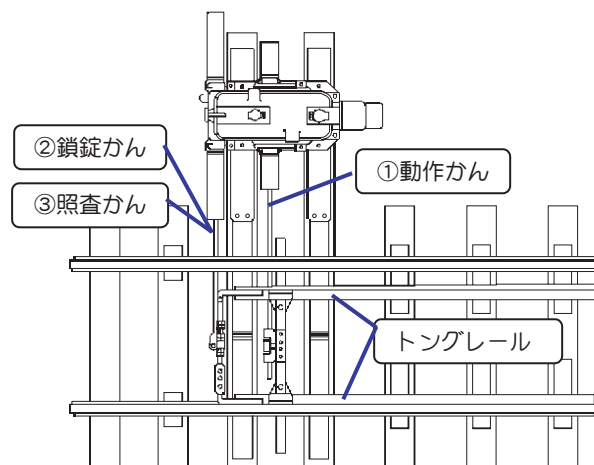


図 1 在来線用分岐器と電気転てつ機の構成

#### 2.2 鎖錠機構の種類

転てつ機の鎖錠機構には、in-out 方式とスタッガーロック方式の 2 種類がある。in-out 方式は、鎖錠かんの鎖錠だけを目的とした方式で、鎖錠かんの 2 つ（定位用と反位用）の切り欠きに 1 つのロックピースを挿入する

\* 信号通信技術研究部（信号）

特集：信号通信技術

方法であり、分岐器開通方向の照査ができない。したがって、別途、開通方向の照査のために照査かんを必要とする。スタaggerロック方式は、鎖錠かんの2つの切り欠きに対応した2つのロックピースを用意して、分岐器の開通方向の照査とトングレールの鎖錠の両方をおこなえる方式である。

2.3 NS形電気転てつ機の鎖錠機構

NS形で鎖錠機構に緩衝機構を採用するのが困難なのは、NS形の原型となった転てつ機の構造に起因しているため、NS形以前の転てつ機について紹介する。初期の日本の転てつ機は、日本のオリジナルな設計ではなく、米国メーカの転てつ機の構造を基に製作された。その転てつ機の特徴は、以下の通りである。

- ① 転換歯車の1つの転換ローラーで、転換動作（動作かんを動かす）と鎖錠動作（ロックピースを動かす）をおこなう巧みな機構。
- ② 構造の簡単な in-out 方式の鎖錠機構を採用。
- ③ 上記に伴い、照査かんを備える。

しかし、国鉄を始め多くの事業者では、上記の照査かんを外した状態で使用した。このため、錯誤転換の危険性があった。実際に『本来必要である照査かんを外したことによる錯誤転換』が発生したため、NS形の開発ではスタaggerロック方式の鎖錠機構を採用することとされた。

しかし、鎖錠機構部を新規設計とせず、図2に示すように、本来1本であったロックピースを左右2分割してその機能を実現した。

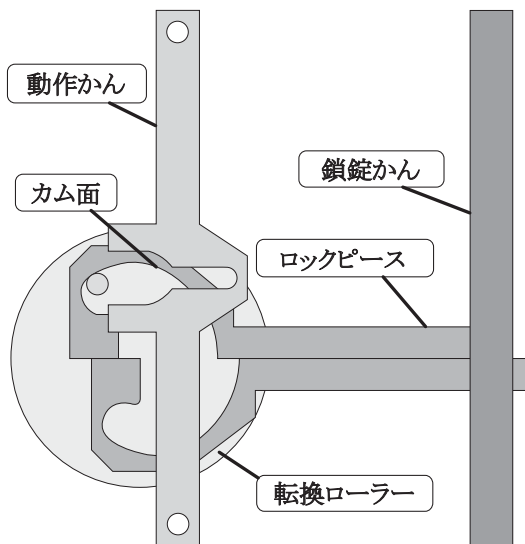
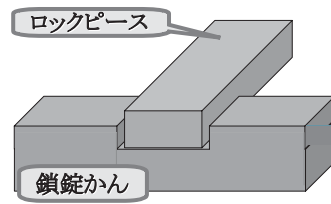


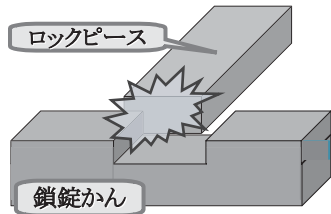
図2 NS形の鎖錠機構と駆動用カム面の構造

2.4 緩衝機構の採用と種類

ほぼ同時期に開発された新幹線用のT形は、転換力が大きいため、NS形と同等な構造では、図3に示すように鎖錠機構に妨害が発生するとロックピースが大きな力で



(a) 正常時の鎖錠かんとロックピース



(b) 妨害時の鎖錠かんとロックピース

図3 鎖錠かんのロック状態

鎖錠かんに接触するために鎖錠機構部が損傷する。このため、緩衝機能の採用が不可欠であると考えられた。その結果、日本の転てつ機として初めて緩衝機能を付加した鎖錠機構が採用された。

さらに、緩衝鎖錠機構は、緩衝機能を鎖錠時と解錠時のどのタイミングで動作させるかで2種類に分けられる。新幹線用のT形（後継機種種のTS形）電気転てつ機では、鎖錠時・解錠時の両方のタイミングで緩衝機能が動作する緩衝鎖錠・緩衝解錠方式が採用されている。このため、分岐器転換終了後、列車通過の影響で鎖錠かん切り欠きとロックピースが接触した状態になると、次の解錠動作時に緩衝機能が働き転換不能となってしまう。

これに対して、鎖錠機構の緩衝機能は鎖錠時のみ動作させ、解錠時には機能させない緩衝鎖錠方式があり、これは緩衝鎖錠・強制解錠方式と呼ばれ、HCW形で初めて実用化された。これは、鎖錠動作時に妨害が発生した場合は緩衝機構が働くが、解錠時には緩衝機構が働くことなく鎖錠かんから強制的にロックピースを引き抜く方

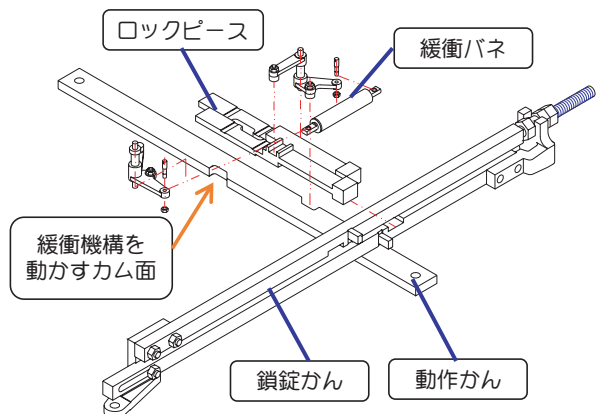


図4 緩衝機構を備えた鎖錠機構の構造

式である。これによって、前述の緩衝鎖錠・緩衝解錠方式で発生する転換不能を防止できる。この緩衝鎖錠・強制解錠方式の鎖錠機構の構造の一例を図4に示す。

### 3. 妨害とNS形電気転てつ機の課題

前述したように、日本の転てつ機では、鎖錠機構によってトングレールの接着の照査をおこなっている。したがって、鎖錠機構は電気転てつ機において、列車の安全に関わる最も重要な機能であると言える。

しかし、ロック狂いによる転換不能が発生した場合や、電気転てつ機の保守点検作業時に実施する5mm介在鉄片の検知性能確認時に鎖錠機構に妨害が発生すると、鎖錠機構に損傷を受ける可能性が極めて高い。対策としては、鎖錠機構部の損傷や摩耗の発生を早期に発見するため頻繁に転てつ機の点検を実施するか、その様な状況が発生しないように緩衝機構を採用することが挙げられる。

NS形電気転てつ機では、この照査・鎖錠をおこなっている鎖錠機構の駆動に、トングレールを転換するのと同等の力を使用しているも関わらず、鎖錠機構部の損傷を防止するための緩衝機構が採用されていない。これは、2.2で述べたようにロックピースを2分割したため、緩衝機能の導入が当時は必要とされていなかったことが理由である。

さらに、NS-A形電気転てつ機は、開発当初50N関節分岐器の転換を想定していたため、トングレールを転換する力は約0.98kNとされた。その後、在来線でも弾性分岐器が採用され、これに使用する電気転てつ機の転換能力は約3.92kN～4.90kNが必要となった。この値は、緩衝機構を採用している新幹線用T形電気転てつ機の転換能力約5.88kNとほぼ同等である。この様な経緯により、1980年頃には在来線用電気転てつ機についても鎖錠機構部への緩衝機構の採用は必須と考えられるようになった。実際、これ以降に新規開発された全ての電気転てつ機で緩衝機構が採用されている。

ところが、新規開発の電気転てつ機は高価であったため、NS-A形を改良して転換力を大きくした安価な転てつ機（G形、NS-AM形、NS-CM形等）が、多く採用されている。これらNS形に分類される転てつ機では、転換力を大きくしたにも関わらず、緩衝機構を備えていないため、妨害の影響はNS-A形以上に深刻である。

### 4. 新方式の緩衝鎖錠機構

1990年以降、在来線において弾性分岐器や60kgレールを採用した分岐器が大量に導入された。さらに、これらの分岐器の転換負荷は大幅に増加していた。

従来、NS形ではクラッチトルクの調整により転換力を下げて分岐器を転換していたが、転換負荷の増加により、現在の電気転てつ機は仕様上の最大転換力で使用される状況となっている。このため、クラッチトルクの調整は意味を持たなくなり、実際にトルク調整可能なNS形やTS形は生産されなくなり、後継機種種の転換能力は1.2～1.3倍に増強された。したがって、NS形電気転てつ機においても、鎖錠機能への緩衝機能の採用が必要と考えられる。しかし、従来から実用化されている緩衝鎖錠の構造では、鎖錠機構部以外の転換機構部も含めた内部構造の全面的な変更が必要となる。そこで、NS形の機構を大幅に変更せずに現在の構造・機構を最大限活かして、緩衝鎖錠・強制解錠を実現できる新方式の緩衝鎖錠機構を開発した。

図4に示すように従来の緩衝鎖錠強制解錠の原理は、緩衝バネの反発力によりロックピースが常に鎖錠かんの切り欠きに挿入する方向に力を働かせつつ、鎖錠するタイミング以外では、動作かんの動きに連動したカムおよびリンク等で、ロックピースの動きを阻害して鎖錠しないように動作させることである。したがって、ロックピースには常にロックピースを鎖錠かんに押し込むバネ圧に相当する力が働く。この力を約0.4kNとしているので、鎖錠のタイミングでロック狂いの状態となったとしても、ロックピースが鎖錠かんに接触しても鎖錠機構に損傷を与える可能性はほとんど無い。解錠時には、カムおよびリンク等により動作かんから力が伝達され、この力でロックピースが強制的に鎖錠かんから引き抜かれる。この時の力は伝達機構のてこ比と動作かんの転換力の積となる。例えば、てこ比1:4で転換力0.98kNであれば0.25kNの力となる。

しかし、NS形の鎖錠機構を駆動する機構に従来の方式を採用した場合、バネ圧によるロックピースの動きを全転換ストロークの半分までしか阻止できない。これは、NS形ではロックピースに外力が働くことはないとして、図2に示すようにカム面が半分しかないためである。

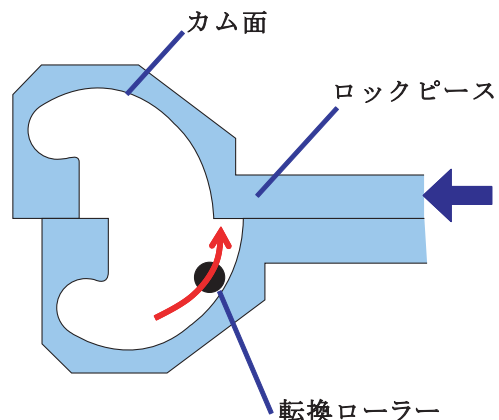


図5 鎖錠かんのロック状態

特集：信号通信技術

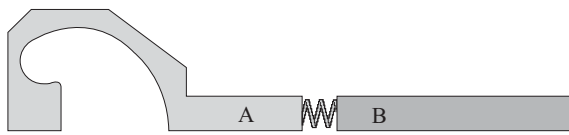


図6 ロックピースの分割

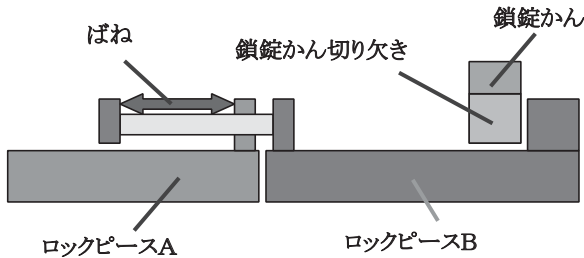


図7 新方式の緩衝鎖錠機構の構造

さらに、NS形のロックピースは転換動作時に決まった位置に保持される構造でないため、緩衝バネの力でロックピースが移動する。ロックピースが移動して図5に示すような状態になると、転換ローラが定位用のカム面から反位用のカム面に移る動作が阻害される。このため、転てつ機は転換不能となってしまいます。したがって、NS形転てつ機では従来のような、常時緩衝バネによりロックピースを押し付ける方式は採用できない。

提案する機構ではロックピースには外力を与えずに、緩衝機構を動作させるため、現状のロックピースを図6のように2つに分割して、この分割面にバネ力を作用させる方法とした。

実際には図7に示すような構造とすることにより、矢印の部分のバネの反発力により分割したロックピースA、Bは外力が加わらない限り従来通り一体のロックピースとして動作する。したがって、前述のようなバネ力に起因する転換不能は発生しない。

鎖錠かんを鎖錠するタイミングに、ロック狂いの状態でなければ転換ローラによりロックピースAは左方向に移動する。この時ロックピースBの動きは阻止されないため、バネ力によりロックピースBも左方向に移動してロックピースが鎖錠かん切り欠きに挿入され鎖錠かんは鎖錠される。

この鎖錠かんを鎖錠するタイミングで、ロック狂いの状態であれば転換ローラによりロックピースAは左方向に移動するが、ロックピースBは鎖錠かんとの接触によりその動きを阻止され、それ以上左方向に移動できなくなる。ロックピースAは更に左方向に移動するが、この時バネが圧縮することによりロックピースBの移動はない。この動作がすなわち、緩衝機能となる。また、この時のバネの圧縮力がロックピースと鎖錠かんに作用する力となる。今回は、分離形転てつ機の実績より約0.4kNとしている。

この新方式の強制解錠時の動作は、ロックピースAが直接ロックピースBを押して右方向に移動するため、ロックピースに加わる力は電気転てつ機の転換力相当となる。

### 5. 転てつ機の試作

前述の機構の実用性を検証するため、実際にNS形電気転てつ機の完成品を改造した。図8に実際の緩衝機構部を示す。また、機能確認のため在来線用弾性分岐器に取り付けた状況を図9に示す。図8のように、鎖錠機構部は従来の機構部分に組み込み可能な形状である。また、妨害試験の結果、緩衝動作が正常に機能するを確認した。

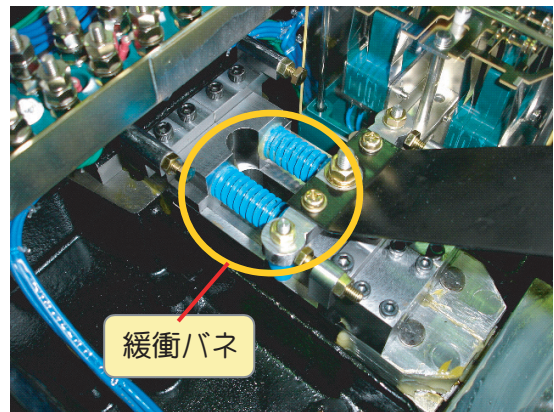


図8 試作した緩衝機構部



図9 確認試験の様子

### 6. まとめ

提案する緩衝鎖錠機構は、NS形の内部機構の大幅な変更をせずに実現可能であり、その緩衝鎖錠強制解錠の動作も正常に働くことが確認された。したがって、従来不可能とされていたNS形での緩衝鎖錠機構の導入が可能となり、今回開発した鎖錠機構の有効性は十分高いと考えられる。今後も、このような転てつ機の機能向上や保守の省力化に役立つ機構改良について検討していきたいと考えている。