

次世代分岐器の開発



若月 雅人* 小尾 実*

次世代分岐器の開発では、線路設備である分岐器と信号設備である転てつ装置を、一体のシステムと考えて開発を行い、「次世代分岐器・次世代転てつ機」としての基本形を完成させた。これにより、分岐器の故障防止と省メンテナンス化に効果があることが確認できた。しかしながら、分岐器は種別が多岐にわたるため、基本形だけでは全ての分岐器種別に対応することが出来ない。そのため、多くの分岐器種別に、次世代分岐器で開発した要素技術を導入した各種バリエーション開発を実施している。この開発によって、多くの分岐器においてメンテナンスコストの削減と分岐器不転換事故の大幅な減少が期待される。

●キーワード：分岐器、転てつ機、転てつ装置、トングレー、グリッドまくらぎ

1 はじめに

分岐器は、線路設備のなかで唯一、可動部分をもっており、普通レールを加工した特殊なレール（トングレー）を電気転てつ機等を利用して、左右に転換させることで、列車の進行する線路を切換えする装置である。また、分岐器部分ではレールが四本あったり、レールが交差したりと、とても複雑な構造となっている。

これに加えて、分岐器転換不能や軌道短絡などの故障時には、列車遅延や運休など安定輸送に大きな障害を与える場合もたびたび発生している。このため、保守区所では、日常の検査や保守作業に、多大な労力を費やしているのが現状である。

そこで、在来線用分岐器を対象に、「省メンテナンスで故障を起こしにくい分岐器」を目指して、「次世代分岐器」の開発を進めてきたので、以下に紹介する。

2 次世代分岐器の開発経緯

2.1 開発の重点項目

従来タイプの分岐器と区別するため、今回新しく開発した分岐器を、「次世代分岐器」と総称している。次世代分岐器の開発にあたっては、以下の点に重点を置いて開発に取り組んできた。

- ①分岐器本体（保線担当）と転てつ装置（信号担当）を一体のシステムと捉え、両者で協調して開発を実施する
- ②現場で実際に発生している保守上の課題を解消できる分岐器構造を目指す
- ③海外分岐器の利点等も積極的に採用する

2.2 基本形の完成

次世代分岐器の基本形については、1998年より開発に着手した。一期試作として、山手線に敷設されたTC型省力化軌道区間の分岐器を、ターゲットとして開発が進められ、1999年10月に山手線大崎駅構内に試験敷設を行った（図1）。



図1：敷設された一期試作品（大崎駅構内）

この分岐器の主な特徴としては、

- ①分岐器敷設後に道床碎石を填充材で固結強化するこ

とで、道床の定期的なつき固め作業を不要とした
 ②レール締結装置に、ボルトの緩み管理が不要なパ
 ンドロール締結を全面的に採用した
 ことが挙げられる。

しかしながら、一期試作の内容では、初期投資額が従来の
 分岐器に比べて約2倍と大きく、コスト的に問題があった。

そのため、初期投資額の削減と施策として展開が図れるも
 のを目標として、二期試作に引き続き着手した。

二期試作では、トンゲレールが転換する可動部分で、構造上の
 重要部である「ポイント部」の構造強化に重点を置いて開発を
 行った。

また、トンゲレール等の重要部品については、複数タイプを部
 分試作や基礎試験により選定し、側線等での車両走行試験を
 実施して安全性確認を行なう手法で開発を進めてきた。

試作品の最終形として、2002年2月に大宮駅構内へ60kgレ
 ール用12番片開きの次世代分岐器を試験敷設した(図2)。敷
 設後、約3年間継続して軌道状態等を調査したが、従来タイプ
 と比較して軌道変位進みも小さく、現在まで転換不能等のトラ
 ブルもなく、良好に推移している。



図2：敷設された二期試作品（大宮駅構内）

開発した次世代分岐器では、ポイント部に多くの開発要素が
 導入されている(図3)。

新しい構造である、「グリッドまくらぎ」(図4)は、鋼材とガラス



図4：グリッドまくらぎ

2.3 開発した要素技術

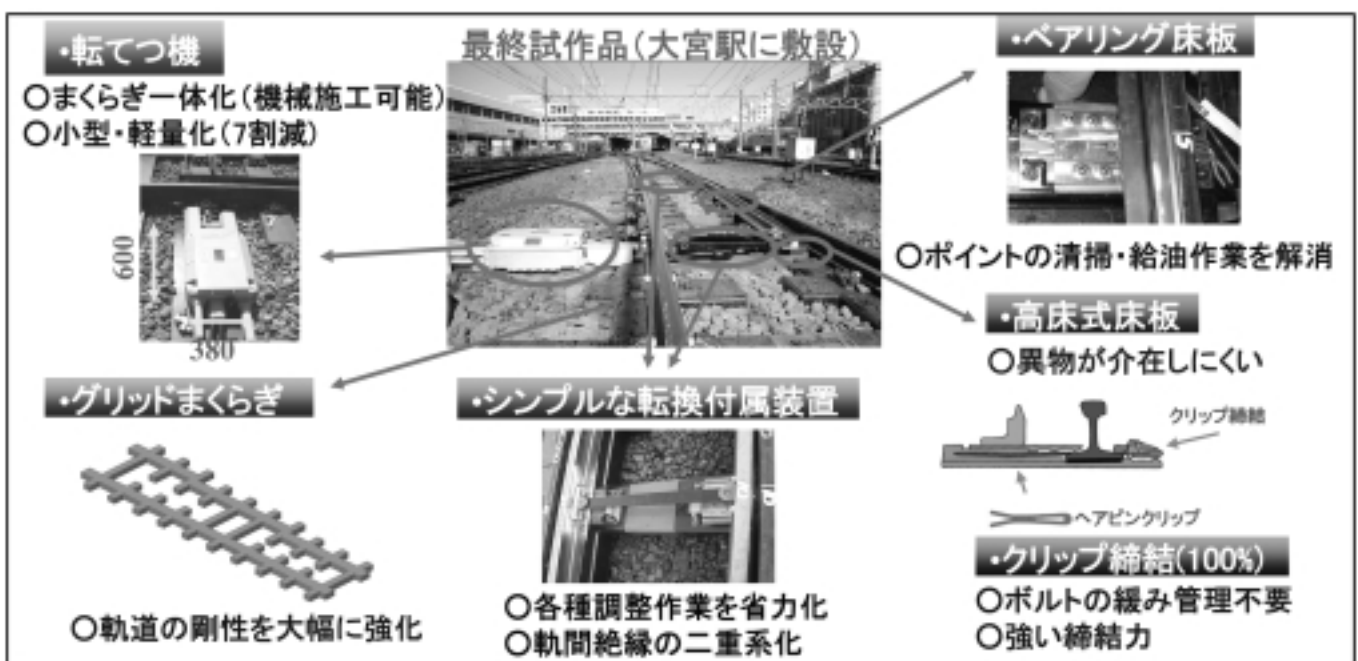


図3：次世代分岐器の主な開発要素

繊維で補強した合成まくらぎを組み合わせ、両者の長所を生かすことで、軌道の左右・上下方向の剛性を飛躍的にアップした、画期的な材料である。

また、同時に導入された新しい電気転てつ機は、「次世代転てつ機」としてテクニカルセンター情報制御グループが開発を進めたものである。

このほか、レール締結には各部の構造に合わせた各種ばねクリップ(図5)を採用することで、構造の簡素化と、ボルトの緩み管理を不要とした。また、分岐器を含めたロングレール化にも対応できるよう、「溶接クロッシング」や「接着絶縁継目」も採用されている。



図5：導入した各種レール締結装置

3 バリエーション開発

分岐器には、各駅の構内配線に対応する必要性などから、種別が多数あり、今回開発した基本形だけでは、本線で使用している7割程度の分岐器しかカバーできない。

このため、残りの分岐器種別についても、次世代分岐器化を可能とするための開発や、次世代分岐器の導入を推進するため、初期投資額を抑えるための各種バリエーション開発を行ってきた。

このうち、主なものを次に紹介する。

3.1 高番数分岐器への対応

現行の高番数分岐器(在来線では一般に延長が大きい16番、20番分岐器を言う)では、列車が分岐線側を高速通過できるが、左右に転換するトングレールが長くなるため、図6のように転換用ロッドを介して2箇所でトングレールを転換している。このため、このロッド類の調整作業が伴い、調整も困難なものとなっている。次世代分岐器化に際しては、小型化が図られた次世

代転てつ機の利点を生かし、転てつ機2台による新しい転換方式を情報制御グループと共同で検討している(図7)。

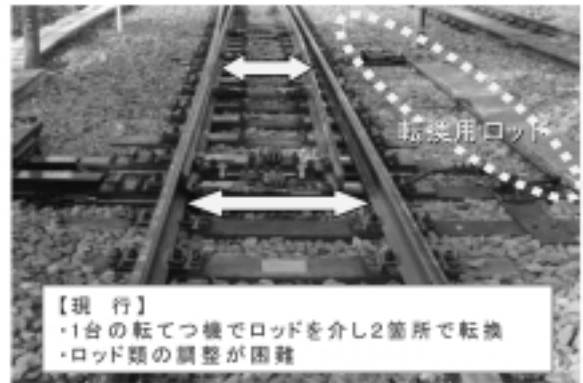


図6：現行の転換方式



図7：開発中の新しい転換方式

3.2 ポイント部のカセット交換

次世代分岐器では、各種開発要素が集中しているポイント部のみを部分交換で敷設(カセット交換タイプ)することで、1箇所当たりの投資コストを抑制し、合わせて敷設数の増加を図っている(図8)。

具体的な内容としては、ポイント部カセット交換用の分岐器図面の試設計と、カセット交換用の必要材料や作業手順等の交換マニュアルの整備を行ってきた。

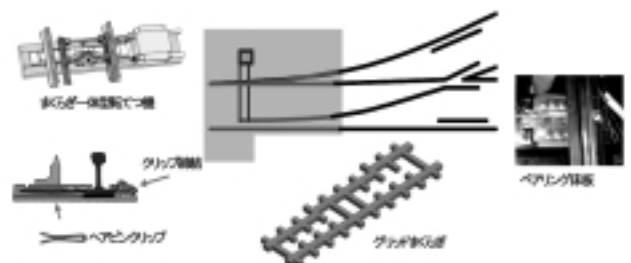


図8：カセット交換における主な導入項目

3.3 その他

次世代分岐器化により、新たに必要となる、分岐器付属部品の開発にも取り組んでいる。

具体的には、

- ①次世代分岐器対応ポイントガード(図9)
- ②グリッドまくらぎに対応する絶縁継目構造
- ③グリッドまくらぎ接続継手の構造簡素化等が挙げられる。



図9：次世代分岐器用ポイントガード

このほか、次世代分岐器の要素技術を生かし、既存の特殊分岐器(DSS,SSS等)の構造強化にも取り組んでいる。

特殊分岐器(図10)は、列車の進路を複数設定できる利点がある反面、複数のレールが局部的に接近しているため、部材の少しの位置関係のずれ等で、レール転換に支障が発生する場合がある。過去の調査では、故障発生率は普通分岐器の約10倍に達している。



図10：特殊分岐器(DSS)(上野駅構内)

それらの解消を目指して、以下の対策を実施中である。

- ①まくらぎやレールの移動防止対策

- ②狭隘箇所レール可動部での短絡防止対策

- ③次世代転てつ機等の導入にむけての部品改良

4 既存分岐器への応用

4.1 トングレール水平裂対策

次世代分岐器の開発成果のうち、既存の一般分岐器へ水平展開された項目もある。

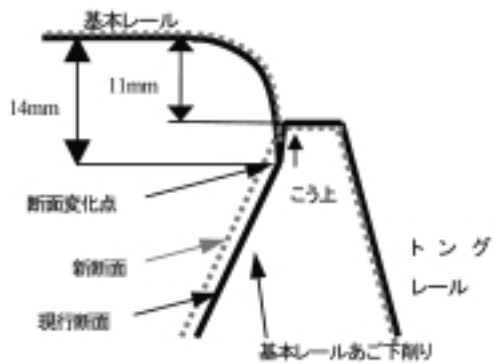
一例として、60kgレール用トングレール断面形状の変更があげられる。従来、60kgレール用分岐器では分岐線側の通過列車が多い箇所、トングレール先端部に図11のような水平に欠ける損傷(水平裂)が発生し、トングレール敷設後数ヶ月で交換を余儀なくされていた箇所があった。



図11：トングレール先端に発生した水平裂

今回の次世代分岐器では、この点にも配慮し、旧国鉄分岐器研究会¹⁾において試行された「断面変化点こう上タイプ」の基本レール・トングレール断面を採用した(図12)。本タイプでは、基本レールあご下削りの断面変化点を頭頂面から11mmの高さに変更することで、トングレール母材の水平裂発生要因を大幅に減少させることができた。この改良で従来形状のトングレールと同等位置で比較すると、図13のように水平裂の起点が除去され、トングレールの実質肉厚も1mm増加している。

この成果を既存分岐器と比較した結果が図14である。試験箇所は常磐線取手駅構内の10番片開き分岐器で、従来は4ヶ月程度で水平裂の発生からトングレールを交換していたものが、新形状では2年以上経過した現在も損傷の発生はなく、交換周期延伸に大きく寄与できている。追跡調査からの試算では、約7倍以上にも寿命延伸が図られ、修繕費のコストダウンに



- 《改良の主な内容》
- ①基本レールあご下削りを変更(現行断面から新断面へ)
 - ②①により断面変化点が3mm(14mm→11mm)こう上
 - ③トングレールの実質肉厚が1mm増加

図12: トングレール先端形状の変更

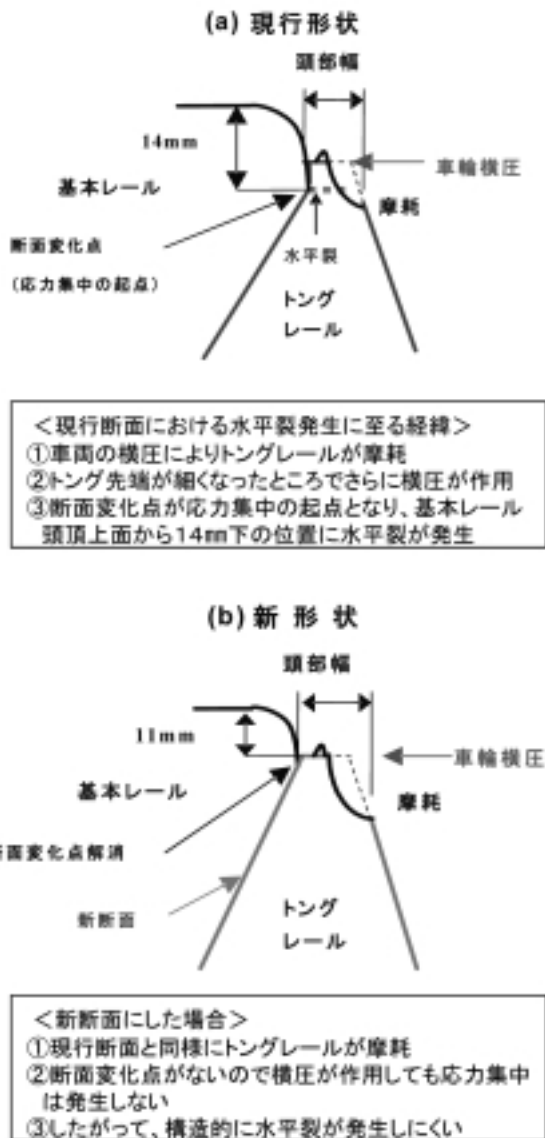


図13: 形状変更による水平裂抑止効果

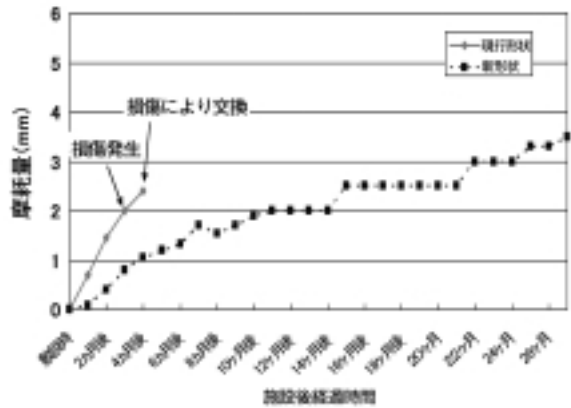


図14: トングレール摩耗推移の比較

も大きく貢献が可能である。

これについては、在来線60kgレール用トングレールのほか、新幹線用の分岐器についても同様な現象が発生していることから、東北新幹線東京駅構内等で試行を行ない、効果を確認中である。

5 コスト削減効果

次世代分岐器は従来型分岐器と比較すると、各部を強化した結果、図15のように敷設時の投資額が13倍になり、これが導入上のネックの一つとなることが考えられる。

しかし、導入時費用と材料の摩耗や損耗による材料交換や軌道整備など、30年分の必要なメンテナンスコストを合算したライフサイクルコストで比較すると、次世代分岐器がコスト的に有利である。このため、初期投資額を抑えることができ、一体交換とほぼ同等なライフサイクルコストが維持できる、カセット交換タイプも有効な手段となってくる。

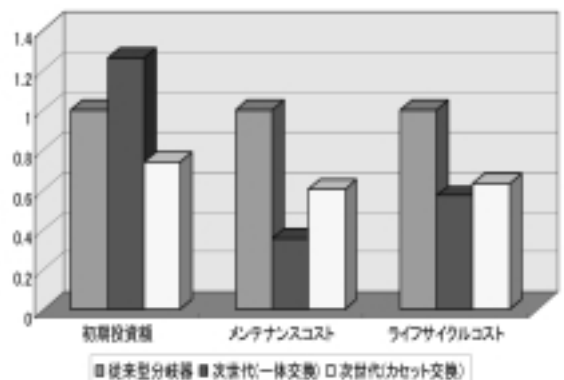


図15: 投入費用の比較 (従来型を1と想定)

また、故障防止の面からみても、次世代分岐器の場合、構造改良で部品の簡素化を図った成果として、故障が起きにくい構造となっている。従来型分岐器での故障例を分析した結果からの試算では、不転換事故を約8割削減できるものと考えている。

6 おわりに

次世代分岐器については、以上のような開発結果を受け、同時に開発した次世代転てつ機と合わせ、2003年度より一部で導入が開始されている(図16)。



図16: 導入された次世代分岐器(川崎貨物駅構内)

今後は少ない投資でコスト削減効果の大きい、カセット交換タイプを中心に主管部で導入計画が推進されていく予定である。

また、次世代分岐器の各種バリエーション開発についても継続して行なうことにより、分岐器の「省メンテナンス」と「故障防止」に貢献していきたいと考えている。

参考文献

- 1) 大井; 分岐器研究会の成果、新線路、1987.9. 鉄道現業社