

第52回

分岐器

はじめに

分岐器とは、軌道を二つ以上の軌道に分けるため設けられた軌道構造のことをいい、進路を切り替えることにより多様な運行を可能としています。代表的なものとして、直線の軌道から左側または右側に分かれる分岐器を片開き分岐器(図1)といいます。二つの軌道が交差するダイヤモンドクロッシング(図2)などは厳密な意味では分岐器といわず、分岐器とダイヤモンドクロッシングなどを含めて正式には分岐器類といいますが、一般には分岐器類をさして単に分岐器ということが多いです¹⁾。

分岐器は、ポイント、リード、クロッシ

ングおよびガードから構成され、主要な部材として、トングレール、クロッシング、ガードレール、基本レール、リードレールおよび主レールがあります(図3)。

分岐器は安全性の向上、高速化、低コスト化などさまざまな要求に伴い構造の改良が行われてきました。ここでは、日本の鉄道開通時代から使用されている分岐器の変遷について紹介します。

鉄道開通時の分岐器²⁾³⁾⁴⁾

明治5年に鉄道が新橋・横浜間で開設されたとき、11組の分岐器が敷設されていたことが当時の文献からわかっています。その後、明治39年に

鉄道国有法が公布されるまで、主にイギリスやアメリカ製の分岐器が使用されていました。

日本で最初に分岐器用品が製作されたのは明治6年のことで、政府とイギリス人技師の指導のもとに東京三田農具製作所でポイントとクロッシング用品が製作されました。明治32年には政府の指定工場においてポイントとクロッシングの製作が始められ、分岐器の製作は明治38年に開始されました。

現在、保存されている最も古い分岐器は、長浜鉄道スクエアにあるポイント(図4)であり、明治13年の長浜・^{つるが}敦賀間の建設にあたり、イギリスから購入したもので、30kgレールが使用されています。現在使用されているポイントとの大きな違いは、基本レールの腹部に穴を開けて、転てつ棒を貫通させている点です。ただし、原理的には現在のものと変わりなく、鉄道開通当初からポイントの形態は現在まで継承されてきたといえます。

当時の分岐器の構造は非常に簡易な構造で、かつ、保守が困難であったことから、脱線事故もしばしば発生していました。日本で最初の運転事故は、明治7年10月11日に発生した新橋駅構内のポイントにおける機関車と貨車の脱線転覆事故です。

鉄道国有法が公布された明治39年から大正7年までに、それまでの分岐器を整理統合して規格化したものが旧



図1 片開き分岐器



図2 ダイヤモンドクロッシング

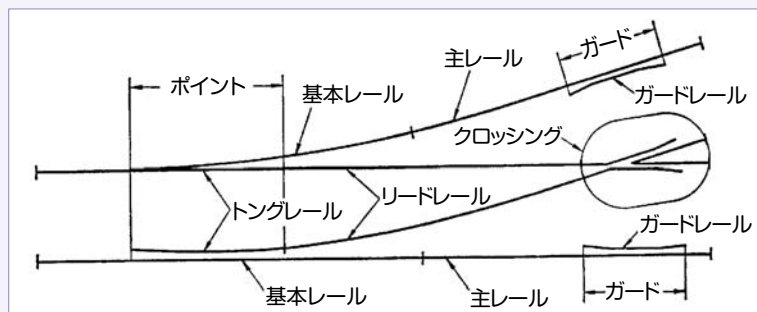


図3 分岐器の構成

形定規図であり、これらの設計については主としてアメリカ製分岐器の設計が採用されました。

日本独自の標準設計²⁾³⁾⁴⁾

大正の初期から、旧形定規図の根本的改良が着手されることになりました。大正8年に官房研究所に軌道係ができ、国鉄独自の設計に取り組み、大正14年に完了したものが大正14年形分岐器(図5)で、その後30年間に数回の改良が加えられました。大正14年形分岐器には、30kg、37kgおよび50kgレール用のものがあります。

大正14年形分岐器の特徴は、直線ポイントを使用して、分岐線は基準線に対して入射角をもっていることです。また、トングレールは普通レールから製作され、トングレールと基本レールの高さには差があります。クロッシングは組み立て式であり、大床板にリベットで締め付けられています。ガードには主レールと同種のレールを曲げ加工したガードレールを用いており、主レールとは平行間隔材とこう配付間隔材を用いてボルトで固定されています。大正14年形分岐器はコスト的に有利でしたが、構造的な弱点があり、軌道変位や分岐器用品の摩耗が比較的早いなどの欠点がありました。

大正15年にドイツから輸入した弾性ポイント(☞参照)を試験敷設したところ、非常に優秀な成績でしたが、非常に高価でした。そこで、これに代わるものとして、昭和10年に50kgレール用帽子形ポイントが設計されました。帽子形ポイントの特徴は、特殊断面形状である帽子型レールから製作した入射角付きの曲線トングレールを用いていることや、ピボット形式の関節ポイント(☞参照)であることです。

一方、クロッシングについては、摩



図4 現存する最古のポイント
(長浜鉄道スクエア)



図6 鈍端可動クロッシング
出典：鉄道線路, Vol.20, No.10, 日本鉄道施設協会²⁾

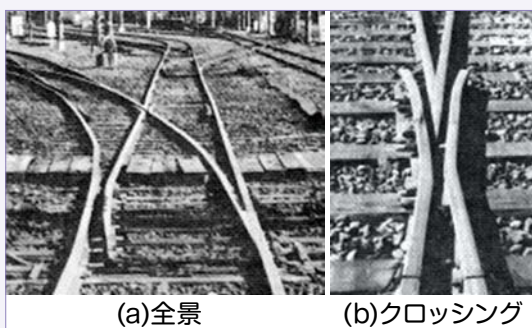


図5 大正14年形分岐器
出典：分岐器の構造と保守, 日本鉄道施設協会⁴⁾

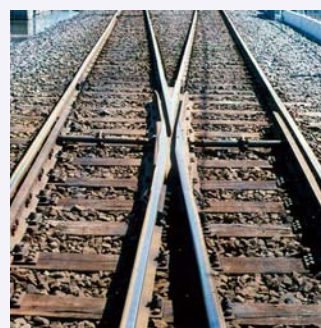


図7 マンガンクロッシング

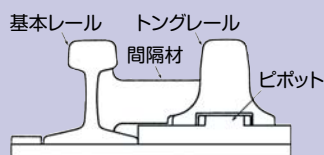
耗の早い組立クロッシングに代わるものとして、軌間線欠線のない鈍端可動クロッシング(図6)が昭和3年から開発され、改良を重ねて昭和7年に標準設計が行われました。鈍端可動クロッシングには、マンガン鋼製のレールが使用されていました。

帽子形ポイントと鈍端可動クロッシングの組み合わせは、当時の高速用分岐器として主要幹線に多数敷設されて

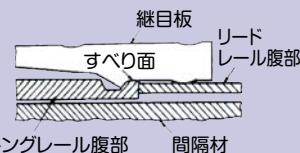
いました。しかし、鈍端可動クロッシングには、レールふく進による不転換が発生しやすいことや、可動レールが短くて衝撃が大きく、かつレール折損時に大事故となりやすい欠点があり、昭和25年には脱線転覆事故が2回連続して発生したことから、鈍端可動クロッシングを廃止して、後述のマンガンクロッシング(図7)に取り替えられることになりました。

☞ 関節ポイントと弾性ポイント

関節ポイントとは、転換の際にトングレールが後端付近の回転中心を軸に動く形式のものです。ピボット形式と継目板形式があります。

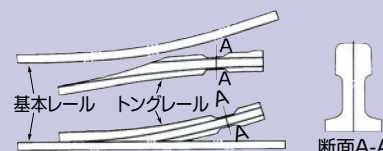


帽子形ポイント後端のピボット



関節ポイント(継目板方式)の構造

弾性ポイントとは、トングレールの後端を固定し、転換の際にトングレールが弾性変形する形式のものです。



新幹線用分岐器の弾性ポイント

戦時、戦後の分岐器²⁾³⁾⁴⁾

昭和18年に制定された戦時形分岐器には、破壊された駅構内において応急的に現場で組み立てができることや、物資不足に対応して各部品を極端に簡略化しているといった特徴があります。また、終戦直後には戦時形分岐器を改良した無床板形分岐器が制定されました。無床板形分岐器では、クロッシングの大床板を廃止したため、まくらぎの不同沈下によるクロッシングのボルトの緩みや折損が発生する傾向があり、さらに、まくらぎへの食い込みが大きいことや、犬くぎが抜け上がるなどの欠点がありました。これらの分岐器は、戦時および終戦直後の一時期のみ使用されたものです。

マンガンクロッシングは、大正12年にイギリスとアメリカから輸入して試験敷設が行われました。その結果、摩耗に対しては優秀でしたが、損傷の発生が非常に多く、良い結果ではありませんでした。しかし、損傷が少なければ耐摩耗性に優れることから、研究は継続され、昭和22年に一体铸造によるマンガンクロッシングが開発されました。その後、前述の鈍端可動クロッシングの事故に伴い、マンガンクロッシングが大量に敷設されることになりました。

昭和29年に大正14年形分岐器の欠点を改良するため、入射角なしの曲線

ポイントを用いた分岐器が試験敷設されました。この試験敷設は昭和34年に一応の結論が得られたことから、59形分岐器と名づけられました。この59形分岐器の試験結果は、のちに設計されるNレール用分岐器および新幹線用分岐器の基本構造を決める際に、重要な役割を果たしました。

Nレール用、新幹線用分岐器²⁾³⁾⁴⁾

昭和36年に40kgNおよび50kgNレールが制定されました。これに伴いNレール用分岐器の設計が着手され、昭和37年に設計が完了し、昭和38年から全面的に使用されることになりました。また、昭和43年にJISからウィットねじが外され、ISOのメートルねじが使用されることになり、このねじ切換に併せてNレール用分岐器の改良設計が行われました。

Nレール用分岐器は、レール断面形状の変更に対応するだけでなく、既設の分岐器との互換性を考慮しつつ、59形分岐器の長所を取り入れ、保守の容易さと経済性を考えて設計されました。Nレール用分岐器の特徴は、トンダレールに非対称である特殊断面形状のレールを使用していることで、50Nレール用では70Sレール、40Nレール用では50Sレールから製作しています。

ポイントについては、入射角のない曲線ポイント(図8)となっています。

クロッシングについては、マンガンクロッシングまたは大床板のない組立クロッシングを使用しています。

ガードについては、主レールと同種のレールを切削加工したガードレールを用いており、主レールとは平行間隔材を用いてボルトで固定しています。

なお、メートルねじ採用の際の改良設計では、分岐器用ボルトの直径を20mmと24mmの2種類とし、トンダレール先端およびクロッシングの断面形状や連結板および転てつ棒の取り付け方法などが変更されました。

新幹線用分岐器は、昭和32年に新幹線構想が提案されると同時に、本格的な開発が進められました。高速走行に対応するため、ポイントについてはトンダレールの後方に断面を小さくした弾性部を設け、転換の際にたわむような構造である弾性ポイントを採用することとしました。

クロッシングについては、軌間線欠線をなくすため、乗越クロッシング、マンガン鋼製ノーズ可動クロッシングおよびレール鋼製ノーズ可動クロッシングが検討されました。乗越クロッシングは、車両の下部限界が厳しくなる構造であるため、採用されませんでした。レール鋼製ノーズ可動クロッシングは、ノーズレールが単体ではなく、帽子形レールを突き合わせて構成され、転換の際にレールが若干ずれる構造となっており、この転換方式に難点があ



図8 Nレール用分岐器のポイント 図9 ノーズ可動クロッシング

図10 38番分岐器
提供：東日本旅客鉄道(株)



図11 まくらぎ直結分岐器



図12 次世代分岐器
提供：東日本旅客鉄道㈱



図13 PCまくらぎ分岐器
提供：西日本旅客鉄道㈱

ることが明らかとなり、採用されませんでした。これらの経緯からマンガン鋼製ノーズ可動クロッシング(図9)が採用されることになりました。

新幹線用分岐器は昭和37年に設計が完了し、昭和39年にかけて東海道新幹線の建設に並行して敷設されました。当時は50Tレール用で、トングレーは70Sレールから製作されていましたが、山陽新幹線が60レールで建設されたことから、その後の新幹線用分岐器は、60レール用となり、トングレーは90Sレール(その後廃止となり、80Sレールへ移行)から製作されることになりました。

改良形、60レール用分岐器²⁾³⁾⁴⁾

メートルねじ使用のNレール用分岐器は、基準線側の最高速度が100km/hまで向上していましたが、一般区間の120km/hと比較すると、著しい速度制限となり、さらなる速度向上が求められました。そこで、昭和40年頃から、在来線の分岐器における速度向上に関する研究が始められ、改良形分岐器が開発されました。改良形分岐器の特徴は、弾性ポイントを採用し、ガードは主レールと同種のレールを切削加工したガードレールが主レールと独立した構造となっており、溶接クロッシングを使用して分岐器内の普通継目を溶接しています。

60kgレールの使用に伴い、昭和51年に一般用と高速用の60レール用分岐器が制定されました。弾性ポイント

とガードについては共通ですが、クロッシングについては、一般用はマンガンクロッシング、高速用は溶接クロッシングが使用されています。

その後の開発品の紹介

ここまでは主に国鉄時代の分岐器の変遷を紹介しました。その後もさまざまなニーズに対応して分岐器の開発が行われてきました。ここでは、その中のいくつかの例を紹介します。

上越新幹線と北陸新幹線が分岐する高崎駅の終点方約3.3kmの下り線に敷設された38番分岐器(図10)は、分岐線側を160km/hで通過できる日本で最も大きな分岐器です。トングレー長は約42m、転てつ棒は6本、分岐器全長は約135mに及び、リード曲線半径は8400m-4200m-8400mの複心曲線となっています⁵⁾。その後、同じ線形の分岐器が成田湯川駅(京成成田空港線)構内にも敷設されました。

整備新幹線では、保守省力化を目的として、主にまくらぎ直結分岐器(図11)が使用されています。まくらぎを路盤コンクリートに固定しているため、2重タイププレート方式を採用して、上下左右の調整を可能としています。

JR東日本が開発した次世代分岐器(図12)は、故障防止と省メンテナンスを目指し、分岐器構造を全面的に革新したもので、基本レールのばね締結、新Sレールを用いた高床式床板、横まくらぎをレール長手方向に連結したグリッドまくらぎ、転換鎖錠に関する新

しい機構などが採用されています⁶⁾。

JR西日本ではPCまくらぎ分岐器(図13)を多数敷設しており、高低変位の進み量が木まくらぎの半分以下になるといった結果が出ています。また、さらなる保守量低減を目的として、PCまくらぎ下面に弾性材を設置した弾性まくらぎの適用が進められています⁷⁾。

おわりに

分岐器はその構造の複雑さから、保守管理に苦慮しているのが現状です。また、分岐器に関わる信号トラブルや脱線事故などが時々発生しています。鉄道総研では、分岐器におけるさらなる安全性の向上に加えて、保守省力化や乗り心地の向上などについて研究、開発を進めていきます。

(及川祐也/軌道技術研究部
軌道構造研究室)

文 献

- 1) JIS E 1311：鉄道一分岐器類用語，p.2, 2002
- 2) 目で見る保線100年，鉄道線路，Vol.20, No.10, 1972
- 3) 北方常治：分岐器とEJ(新幹線及び高速用)，日本鉄道施設協会，pp.5-18, 1973
- 4) 佐藤泰生：分岐器の構造と保守，日本鉄道施設協会，pp.4-31, 1988
- 5) 鬼憲治，北原勇：38番分岐器とその周辺技術開発，鉄道総研報告，Vol.12, No.3, pp.29-34, 1998
- 6) 小尾実，堀雄一郎：分岐器構造のイノベーション—次世代分岐器の開発—，新線路，Vol.56, No.9, pp.12-16, 2002
- 7) 本野貴志：有道床弾性まくらぎの分岐器への適用，日本鉄道施設協会誌，Vol.51, No.11, pp.31-33, 2013