

IV-76 渦電流式レールブレーキの軌道に及ぼす影響

国鉄・鉄道技術研究所 正員 佐藤吉彦

1 まえがき

最近、日本国鉄においては、高速時に減少する粘着係数の特性によるブレーキ力の不足を補ない、鉄道車両の台車から電磁的に直接レールに働きかける全く新しい原理に基づいた渦電流式レールブレーキ (Eddy Current Brake-ECB と略称) が提案され、新幹線の951形式試験電車に取附けられて各種の試験が行なわれたので、この結果について報告する。

ECBの現物は図-1に示すようなもので、これが図-2のように台車の前後車輪の間にレールに10~20mm前後の間隙をもって対向して取附けられる。走行中にこれが直流により作動されると図中に示すようにNS極を生じて磁力線を発生し、これがレール頭頂部からレールの中を通過する結果、レンツの法則によりレールに渦電流を発生し、その運動を止めようとする力が働らく。このような力はMaxwellの電磁方程式に支配されるもので、従来のNewtonの運動の方程式のみに支配される系とは若干異なったものとなる。

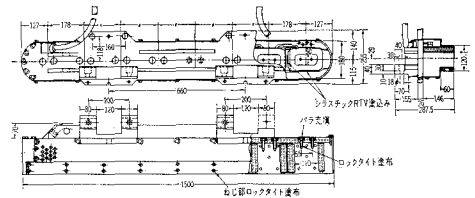


図-1 ECBの外形図

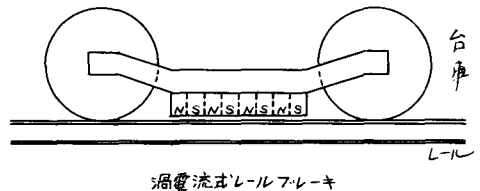


図-2 ECBの取附状態

このようなECBが軌道に及ぼす影響については、まず直接的には、(1) 電磁力による軌道の变形、(2) 渦電流によるレール温度の上昇 (3) 周辺鉄道の吸引と落下、(4) ECBならびにその取附装置によるばね下重量の増加とこれによる軌道破壊の増大、(5) レールの磁化、である。その他ECBの製作、取附の際に検討すべき、形状ならび構造上の問題もあるが、これについては文末の文献を参照されたい。

2. 定置試験

ECBが軌道に及ぼす上記のような影響については、当然走行試験によるのが妥当であるが、未知の要素も可成りあると考えられたので、まず定置状態での試験が行なわれた。

試験は、昭和44年5月21~23日までの3日間、東海道新幹線支社の大阪運転所の構内で行なわれた。その結果、以下の事項が明らかにされた。

- (1) ECBによる吸引力については、図-3に示すようなフランスで始められたレール腹部の剪断力による新には輪重測定法により輪重変化として測定した結果、ECBのレールとの間隙9.5~11.5mmでECB電流320Aに対して27~3.4tであった。またこの測定法は十分安定して居り、原理的にも信頼できるものである。

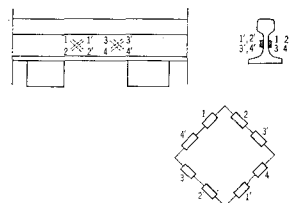


図-3 輪重の測定方法

- (2) 一般軌道におけるレール応力、変位等は吸引力に対応して弾性

床上の梁として計算された値に近い値を示す。

- (3) レール切断箇所におけるレールはECBに容易に吸着されるが、レール端部がECBに付着するのは原則としてECB中央なので、ECB端面が滑らかであれば同一問題はない。

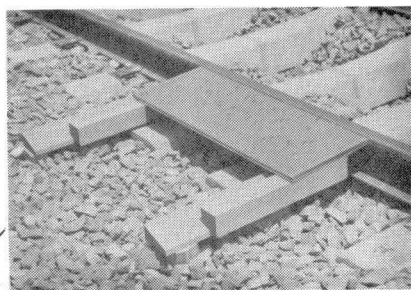


図-4 鋼球盤とその設置状態

- (4) 分岐器においては吸着側トングレール、非吸着側トングレール、軌道と一般軌道に較べて特に問題となるような応力や変位を生ずることはない。

- (5) 磁気による周辺鉄道への吸引に関しては、レール頭頂面から7mm下がった部分から1/20の勾配で下がる図-4のような鋼球盤のみぞに直径5mmの鋼球をおいた場合、10cm程度までの範囲は瞬時的に吸引されるが、左部ではこの程度の勾配があれば、全く吸引しない。

3 走行試験

定置試験の結果、試験電車2両程度ならば特に問題はなく、走行試験を行うことは可能と考えられたので、昭和44年11月3～7日の夜の夜間2晩にわたって東海道新幹線京都～新大阪間の上りおよび下り線を使い試験電車に取付けたECBのレールとの間隙を20mmから15mm、さらに10mmまでつめて、160km/hまでの速度でこれが軌道に与える影響に関する試験を行なった。

この試験結果の概要は、つぎの如くである。

- (1) 試験電車でECBを作働して走行したときの一般軌道の変形は、定置試験の場合に較べて小さく、特に問題となるほどのレール応力、レール変位は生じていない。
- (2) 試験電車に取付けたECBの作働によるレール温度の上昇については、共和電業KK製の配非接着型温度ゲージKTB-7-50-A1を用いて測定した結果、走行速度の倍速に比例して増大し実速度140km/hで試験電車通過後における温度上昇は、ECBとレールとの間隙が15mmの場合レール頭部において45℃、10mmの場合60℃であった。またこの温度変化の測定は、若干歪の影響に入るが、安定に行なえることが明らかにされた。
- (3) 分岐器トングレールにおける変形は、基本レールの変位1/mmに較べ、同等乃至これ以下で特に問題となるものはない。

4. おひび

以上を総括すると、ECBが軌道に及ぼす影響は、その変形の点では一応問題となるほど大きくはないが、温度上昇の点ではその使用箇數、配置、使用条件等を含めて、さらに今後の検討が必要であることが明らかにされた。

〔文献〕 佐藤吉彦「新幹線試験電車に取付けた渦電流式レールブレーキの定置試験」鉄道線路第17巻第12号、昭和44年12月。