

S1-1-4.

編成滑走制御の開発

[機] ○森山 淳, [機] 島宗 亮平, [機] 野元 浩(J R 東日本),
限部 憲一, 高田 勝治 (ナブテスコ株),
井出 伸一, 嶋 雄史 (株東芝)

Development of Total Skid Control System in Train

Atsushi Moriyama, Ryohei Shimamune, Hiroshi Nomoto (East Japan Railway Company),
Ken-ichi Kumabe, Katsuji Takada (Nabtesco),
Shin-ichi Ide, Yuushi Kamo (Toshiba)

For the speed-up of conventional railways, shortening the braking distance is one of the major problem. Up to now, various types of braking system were developed for this issue. On the other hand, the increase of braking distance is caused by wheel skid in wet condition. One of the solution of this problem, the authors developed the total skid control system in train. In this method, if wheel skid happened, brake share of skidding wheel is decreased, and decreased brake share is added to the non-skidding truck in train. From the results of test run using 'AC Train', the most effective parameters are found out.

キーワード：ブレーキ距離、滑走制御、車両制御情報システム

Keywords: Braking Distance, Skid Control, Train Information Management System

1. はじめに

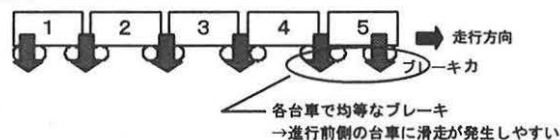
在来線の速度向上に際してはブレーキ距離の短縮が課題であり、この方策として従来から滑走制御、ブレーキ圧増圧等の方式が開発されてきている。これらの方式においては軸単独で制御を行なっているが、IT 技術の活用により制御の単位を編成全体とし、滑走検知時、滑走台車のブレーキ力負担を下げ、不足分を粘着台車に再配分することで、ブレーキ力の損失を最小限にする方式が実現可能となった。

本報告では、この考え方で開発した編成滑走制御システムの概要、及び AC Train を用いて行なった現車走行試験の結果について報告する。

2. 編成滑走制御システムの概要

通常、ブレーキ時において滑走が発生した場合、各車両内（または各台車内）で滑走再粘着制御が行なわれるが、再粘着するまでは滑走台車のブレーキ力が一時的に減少するため、編成全体としてのブレーキ力が少なくなり、ブレーキ距離延伸の原因となる。滑走は一般的に進行前側の台車に多く発生するが、今回開発のシステムは、この滑走発生台車のブレーキ力を再粘着が期待できる程度にまで減少させ、減じたブレーキ力を滑走が発生していない後位の台車に再配分するものである。今回開発を行なった編成滑走制御システムの基本的な考え方を図 1 に示す。

<通常時>



<編成滑走制御実施時>



<システム>

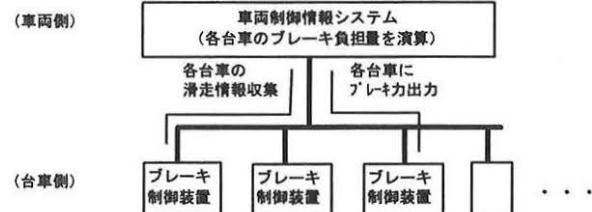


図 1 編成滑走制御システムの概念図

3. 試験結果

<3.1>試験条件の検討

本システムを実際に試作し、走行試験により効果を検証した。ここでシステムを搭載する車両は、当センターで様々

な試験を行なっている AC Train (E 9 9 3 系電車) とした。

AC Train は 5 車体 6 台車の連節編成であり、今回の試験ではこのうち一番先頭の台車、または先頭側の 2 台車が滑走した際にブレーキ力を減じるものとした。ブレーキ力の低減率は、過去の AC Train ブレーキ試験結果では 40% 程度の低減でほぼどの輪軸も再粘着していたため、今回試験ではこれを基に 30%～60% まで 10% 刻みで設定するものとした。また今回は条件を単純化するため、減じたブレーキ力を後位の台車に均等に再配分するものとした。

以上をもとに、各台車のブレーキ負担率をまとめたものが表 1 である。ブレーキ時にまず先頭台車が滑走すると、表 1(1)に基づいてブレーキ力が再配分され、その後次位台車が滑走すると表 1(2)に基づくブレーキ力配分に変更される。なお、今回の試験では非常ブレーキを想定し、電気ブレーキは考慮に入れず、空気ブレーキのみを使用する条件で構成するものとした。

<3.2> 試験結果

走行試験は平成 16 年 2 月～3 月にかけて、東北本線大宮～宇都宮間において実施した。試験は当該区間中の直線かつなるべく平坦な場所において、120km/h からブレーキ 8 ノッチ（非常ブレーキの減速度に相当）で停止する条件にて行なった。また滑走台車のブレーキ力低減を、滑走を検知した後に行なう制御の他、常時（滑走を検知する前から）先頭側の台車のブレーキ力を低減しておく試験をあわせて行ない、ブレーキ距離等を比較することとした。測定結果を、ブレーキ距離について図 2(a)に、各台車毎の滑走した回数について図 2(b)にそれぞれ示す。

滑走を検知した台車のブレーキ力を 40% 低減させてブレーキ力を再配分する方法が、ブレーキ距離が最も低減し、その時の滑走検知回数も少ない結果となった。常時先頭側台車のブレーキ力を低減した場合も同様な傾向となったが、今回の走行試験では常時低減より滑走検知後低減の方がブレーキ距離、滑走検知回数ともに少なくなっている。ブレーキ距離は滑走検知後低減の方がややばらつきが大きい結果となっているが、これは滑走を検知するタイミングが影響しているものと考えられる。

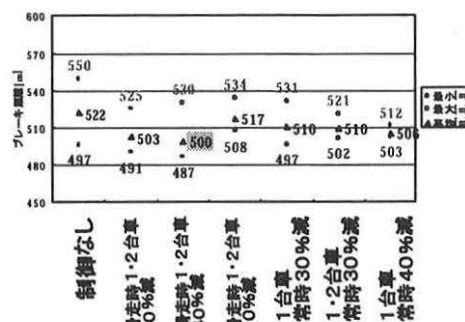
表 1 編成滑走制御時の台車毎ブレーキ負担率

(1) 先頭台車のみ滑走時

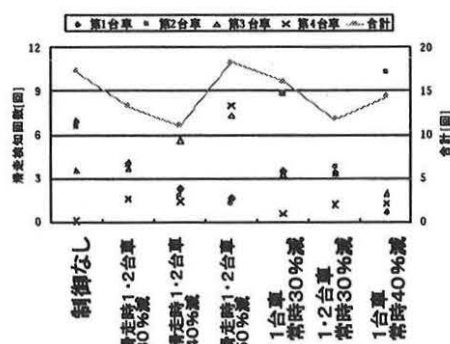
	第 1 台車	第 2 台車	第 3 台車	第 4 台車	第 5 台車	第 6 台車
低減率 30%	70	106	106	106	106	106
低減率 40%	60	108	108	108	108	108
低減率 50%	50	110	110	110	110	110
低減率 60%	40	112	112	112	112	112

(2) 先頭と次位の 2 台車が滑走時

	第 1 台車	第 2 台車	第 3 台車	第 4 台車	第 5 台車	第 6 台車
低減率 30%	70	74	114	114	114	114
低減率 40%	60	65	119	119	119	119
低減率 50%	50	55	124	124	124	124
低減率 60%	40	45	129	129	129	129



(a) ブレーキ距離測定結果



(b) 台車毎の滑走回数測定結果

図 2 測定結果

なお、低減率 50% としたときの試験の際に車輪フラットが発生し、更に低減率を大きくすると滑走していない台車でのブレーキ負担力が大きくなりすぎ、更なるフラット発生が懸念されたため、低減率 60% の試験は実施しなかった。

4. まとめと今後の課題

滑走検知時、滑走台車のブレーキ力負担を下げ、不足分を滑走していない台車に再配分することで編成全体としてのブレーキ力を確保する方式を開発し、AC Train を用いた走行試験を行なった結果、編成滑走制御によってブレーキ距離が短縮することが確認され、以下の知見を得た。

- 滑走を検知した台車のブレーキ力を 40% 低減させてブレーキ力を再配分する方法が、ブレーキ距離が最も低減し、その時の滑走検知回数も少ない。
 - 今回の試験では、滑走検知前から先頭側台車のブレーキ力を低減するよりも、滑走検知後にブレーキ力を低減する方が平均でのブレーキ距離が短く、滑走検知回数も少なかった。これは前者の場合、負担力が大きくなる後位台車での滑走が多い傾向にあるためと考えられる。
- 今回の編成滑走制御試験により、ブレーキ距離短縮に効果のあるブレーキ低減率、及び低減率と滑走回数の相関関係のデータを得ることができた。今後、今回の試験結果をベースにブレーキ負担力低減台車の見直し等、制御アルゴリズムを改善し、ブレーキ距離短縮に有効な編成滑走制御を構築する予定である。