

3505 付随車用低コストアンチロックブレーキシステムの開発

Development of Low Cost Antilock Brake System for Trailers and Freight Cars

正 [機] ○ 川 口 清 (財団法人鉄道総合技術研究所)

Kiyoshi Kawaguchi, Railway Technical Research Institute, 2-8-38, Hikari-cho, Kokubunji-shi, Tokyo

We are developing the Anti-lock Brake System (ABS/WSP: Wheel-Slide-protection) for trailers and freight cars required for improvement of the quality freight railway transportation like as top speed, deceleration, shock, and so on. The main two features of this system are, 1) the static electric energy storage to EDLC: electric double layer capacitor, 2) low power valve and valve driving control method. In this paper, We show an outline of new developing low cost low power ABS equipment for trailers and freight cars, using energy storage technology.

Keywords: ABS: Antilock-Brake-System, WSP, EDLC: Electric Double Layer Capacitors, Dump valve, Freight car

1. はじめに

地球温暖化防止に有効な貨物鉄道へのモータリシフトを支援するために、高速化と良質な輸送に必須の貨車用アンチロックブレーキシステム (ABS) を開発している。

背景として、日本の貨物鉄道には、旅客列車主体の線路を走行する上での制約がある。例えば主要な高速コンテナ貨車であるコキ 100 系は最高速度 110km/h であるが、貨車のブレーキ方式は世界標準の単純な自動空気ブレーキ方式が基本にあり、電車に比べ常用ブレーキ制御が緩慢で空走時間が長い。そのため、最高速度から 600 m 未満で停止させるために要する実平均減速度は 120km/h 級の電車よりも大きくなり、結果として車輪フラットなどの車輪損傷の発生を招いている。

車輪フラットの発生は、上下震動に伴う騒音や振動に加え、軸受損傷などの問題や荷物の形崩れ、ダンボール塗装面やバーコード、並びに商品の擦傷、荷主への補償費の発生や車輪保守費の増大を招く。こうしたことから、電車用 ABS と鉛電池とを貨車へ単に適用する困難な試みが内外で何度か行われてきた。しかしながら貨車特有の難題、例えば無電源や貧弱な電源環境、発電部や蓄電部の付加、蓄電部の寿命と信頼性、屋外使用温度環境、振動や衝撃、大幅な価格低減と投資効果などが障害になり、未だ内外とも本格的な実用化には至っていない。

そこで、実用的な貨車用 ABS を開発するため、電車用と異なる貨車特有の仕様 (使用雰囲気温度、振動、軸箱構造、電源レス、充発電部、電源容量、空気容量、コストなど) を徹底的に考慮し、当該ブレーキ要素部品を見直し、実用的な貨車用 ABS の構築に必須の部品 (例えば、電気式制御演算部、省電力滑走防止弁、空圧式制御部、蓄電部、発電部など) を部品レベルから開発してい

る。なお、この開発は 2001~2003 年度の国土交通省補助金「貨車用アンチロックブレーキシステムの開発」を受けて実施している。そこで本論文では、第一報として昨年度末までに試作した装置とベンチ試験結果について概要を紹介する。

2. 付随車用 ABS システムの特徴と目標値

主な特徴と目標値を以下に列挙する。

- (1) 方式: 自己発電・蓄電式 2 チャンネル ABS
- (2) 省保守: 蓄電部含む 8 年間無保守
- (3) 使用雰囲気温度: 蓄電部や弁体も -30~60℃
- (4) 価格: 発電・蓄電を要しない電車用よりも安価
- (5) 大幅な省電力化: 弁・制御装置・制御法を含む

2.1 滑走防止弁

滑走防止弁の省電力化について、試作弁の検討の結果、弁の磁気装荷化と流量増幅弁とを一体化し、弁の開閉手法の新概念を考案し、貨車用に特性を最適化する方法によって、省電力化と大容量化を両立できる可能性を得た。その原理に基づき貨車用 ABS の滑走防止弁を試作し、種々の評価試験や耐久試験を行なった結果、従来弁に比べ、消費電力を最大 1/10 以下まで低減し、大幅な低コスト化と大容量化、長寿命化や絶縁耐圧についても良好な値であることを確認した (図 1, 表 1)。開発した試作弁 (第 3 モデル) の概観を図 2 に示す。

2.2 蓄電部

貨車用 ABS の蓄電部については、従来の蓄電部の課題 (寿命、低温時の性能、省保守化、低コスト化等) をいずれも根本的に改善させるため、進歩の著しい各種蓄電媒体を調査し、本 ABS 用の省保守化と信頼性向上と低コスト化や長寿命化について調査・検討を行った。

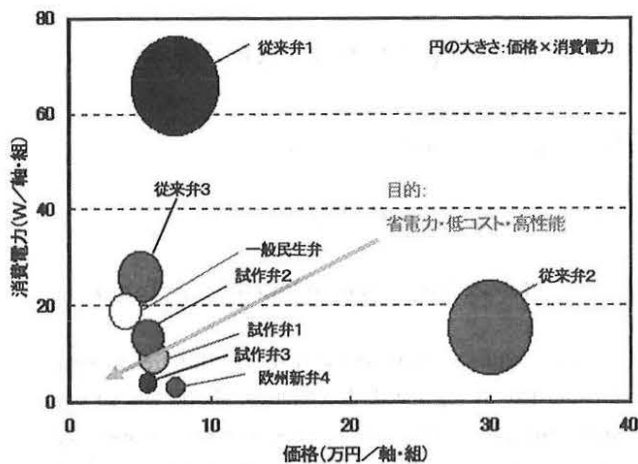


図1. 滑走防止弁の省電力・低コスト面での位置付け
Fig.1. Compared performance of dump valves in the point of power consumption and cost

表1. 省電力滑走防止弁の評価結果 (台上試験)

Table.1. The evaluation result of dump valves

	省電力 (W)	低価格 (円)	性能・機能・耐候	絶縁・耐電圧等	評価	記事
従来1 (車両・ABS)	××	△	○	○	D	不適
従来2 (車両・ABS)	△	×	○	○	C	要・低価格
従来3 (車両・一般)	×	○	××	○	D	不適
欧州新 (車両・ABS)	◎	△	○	○	AA	推薦2
民生 (産業・一般)	△	○	△	○	B	要・容量増
試作1 (新規・ABS)	○	△	○	(△)	A	次点
試作2 (新規・ABS)	△	○	○	○	A	試作3原型
試作3 (新規・ABS)	◎	○	○	○	AAA	推薦1

*記号の意味: 省電力: 4◎<6○<10△<15×<50××

*低価格: 6○<10△<15×, 機能不良等××

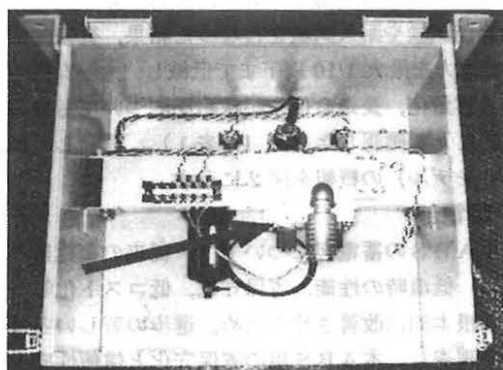


図2. 試作した滑走防止弁 (試作弁第3)
Fig.2. Prototype dump valve (No.3)

そして、静電気を蓄電して駆動する新概念のABS方式に可能性を見出し、-40～+85℃までの屋外条件下でも急速・多頻度充放電が可能で、耐震・耐候構造、バランス制御回路レス化が可能な初の車両用水溶液系電気二重層キャパシタ (24V5F) を開発した (図3)。台上試験の結果、蓄電部の劣化や性能低下等は認められず、目標の8年間無保守レベルの耐久性を十分に有している可能性を得た。さらに、形状と内部構造を工夫したことにより性能を従来の約20%向上させた。



図3. 試作した車両用電気二重層キャパシタ
Fig.3. Prototype EDLC for ABS on vehicles

2.3 制御装置と制御法

貨車用ABSの電気式制御演算部については、貨車特有の車体ブレーキシリンダ容量と流量増幅弁の応答性や省電力化を考慮した台車単位の制御手法を構築し、制御ボード部の大きさや消費電力、コストの大幅な低減に可能性を得、静電気を蓄電して制御するABSの実現にほぼ目途をつけた。

3. まとめ

- (1) 滑走防止弁の省電力化について、弁の磁気装荷化と流量増幅弁とを一体化して最適化することで、省電力化と大容量化を両立する弁を開発した。種々の比較評価試験や耐久試験を行なった結果、従来の同一性能の弁に比べ、消費電力と低コスト化が大幅に改善できる目途を得た。また、弁の容量や絶縁についても問題の無いことを確認した。
- (2) 貨車用ABSの蓄電部について、バランス回路無し・24V5F・屋外使用・急速多頻度充放電・長寿命・耐震/耐候構造の車両用電気二重層キャパシタを開発した。
- (3) 貨車用ABSの電気式制御演算部については、大きさや消費電力やコストの低減策に目途をつけた。

4. 謝辞

この研究開発を進めるにあたってお世話になった、神鋼電機(株)の世古様、竹内様、TACO (株)の永井様、NEC-TOKIN(株)の大北様、カヤバ工業(株)、クノールブルムゼ(株)、SMC(株)、(株)平井、(株)テス、(株)雪ヶ谷制御研究所をはじめとする関係各位に感謝申し上げます。