

# わが国における最近の鉄道車両

## The Recent Development of Rolling-Stock in Japan

北 島 颯 正\*  
Akimasa Kitabatake

### 1. 緒 言

近時、自動車、航空機などの発達に伴って、鉄道は輸送量の分担比率が下がり、経営の悪化に苦しむようになってきた。しかしながら鉄道の最大の強みは、大量の旅客貨物を安全確実に、かつ廉価に輸送しうる点にあるのであるから、いずれの鉄道も思い切った近代化を計画し、それぞれの国情に応じた輸送方式を発展させて経営の立て直しをはかっている。わが国においては人口密度が高く、都市が連続しており、産業活動もますます活発になってきたので、外国における鉄道斜陽化のすう勢に反し、国鉄私鉄を問わず客貨輸送量が著しく増加している。現在線は改善強化され、地下鉄などが建設されるなど、鉄道の使命はますます高まりつつある。したがって国鉄においても私鉄においても5箇年計画が立てられ、輸送力の増強とサービスの向上がはかられているが、特にわが国最大の交通動脈である東海道に超近代的な新幹線が建設されていることは世界の注目を浴びている。

このような近代化に適応すべき鉄道車両としては、性能の優秀はもちろんであるが、特に使用効率が高く保守費のかからないものでなければならない。なるべく少数の車両を高度に活用することにより付帯の投資をも節減することができるからである。

東海道新幹線には使用車両においても輸送方式においても画期的な新技術が盛り込まれるはずであり、それを対象とする多方面の研究を通じて今後の車両技術は急速に進展するものと期待される。

この機会に国鉄では鉄道技術研究所に高性能の車両試験装置を設置し、昭和35年春より使用を開始した。この装置は各種車両の特性を広い速度範囲にわたって試験することができ、最高試験速度は250 km/h に及ぶものである<sup>(1)</sup>。

日本の車両製造工業はこのすう勢に基づいて苦境からようやく立ち直ってきたが、国内車両需要のみではなお十分の操業度を維持することが困難である。昭和33年以来アジア地域の鉄道主脳者が会合しているアジア鉄道会議を通じて日本の鉄道ならびに車両技術の水準の高さが認識されたことは、輸出に活路を見出さねばならない車両業界にとって誠に喜ばしいことである。多くの鉄道がディーゼル化を計画しており、今後の輸出はディーゼル機関車、ディーゼル動車などが最も有望と思われる。輸出の実績も着々上りつつあるが、その中で目下エジプト鉄道に納入されているディーゼル動車は全数350両という大量のものであり、現地において好評を博し、注目を浴びている<sup>(2)</sup>。

しかしながらわが国の顧客である諸国も近時多くは外貨不足のなやみをもっており、長期の延払いを条件としたり、車両または部品をできるだけ自国で生産するための技術提携を条件とするなど、輸出の前途も誠に多難になってきた。今後輸出を伸長するためには、このような状況に対処する強力な施策を要するものと思われる。

以下国内における車両の概況について車種別にふれてみる。

### 2. 電気機関車<sup>(4)</sup>

商用周波数による単相交流方式は、昭和30年夏よりの国鉄仙山線における直接式および水銀整流器式の試作機関車<sup>(5)</sup>による試験の成

功により幹線電化に採用されることになり、北陸線には1,500 kWのED70形、東北線には1,900 kWのED形<sup>(6)</sup>が投入された。

交流区間と従来の直流区間との接続については、輸送上問題の少ない地点を選び、交直両用の動力車によって直通させる方法が標準となった。常磐線の急行用として昭和34年に試作されたED46形<sup>(7)</sup>は、変圧器および水銀整流器を搭載し、交直両区間とも直流電動機を抵抗制御する方式のもので、直流区間の客車電気暖房はインバータによっている。本州と北九州との接続には、関門トンネル区間に専用される交直両用のEF30形が昭和35年春に試作された。この両形式はともに1台車に電動機1個を有し、全動軸を駆動する方式のものである。

機関車の整流器として、取扱い保守の便利なシリコン整流器が次第に実用化してきた。わが国ではED4521(改造)に取付けられたのが最初のものである<sup>(8)</sup>。

機関車の引出し性能を左右する動輪の粘着および再粘着特性を改善する研究は、交流機関車の出現により急速に成果をあげた。ED71形に対しては、主電動機の端子電圧を制御する方法が採用され、35%をこえる粘着係数が得られるようになった。

直流区間に対しても最近の技術の進歩を取入れた新形機関車が投入された。地方線用中形ED60形およびそれに電力回生装置を付加したED61形<sup>(9)</sup>は、ともに出力1,600 kWのものであり、機械的に軸重移動を軽減する台車構造に加えて、電氣的に各主電動機の界磁を制御して空転の防止をはかり、さらに空転した主電動機の電機子を抵抗で短絡して再粘着をはかるなど、引出し性能の向上に大いに力を注いだ結果、30%に及ぶ粘着係数を得て、一部大形機関車の仕業領域にまで進出しうようになった。EF60形はこの方式を踏襲した幹線用の強力機関車で、従来の8動軸EH10形に匹敵する性能を発揮している。

### 3. ディーゼル機関車

本線用のディーゼル機関車は性能がよく取扱いの便利な電気式のもの一般的である。国鉄では1,000 PS、B<sub>0</sub>-B<sub>0</sub>のDF50形に引きつづき、1,200 PS (Sulzer形) および1,400 PS (MAN形) 機関を備えたB<sub>0</sub>-B<sub>0</sub>-B<sub>0</sub>のDF50形が地方線用の標準機関車として増備されている。

主要幹線用としては、日立製作所が独自の設計によりMAN社製1,900 PS機関を搭載したC<sub>0</sub>-C<sub>0</sub>形電気式機関車を製作し、昭和32年6月よりDF901号として国鉄常磐線に好成績で使用されている<sup>(10)</sup>。これは狭軌鉄道用としては世界最大級のものである。

ディーゼル機関車を軽量安価にするため、高速機関を用い、動力伝達に液体変速機を利用することは、本線用大形機関車にはかなり難問題が多かった。ドイツは戦前からこの方式の開発に努力し、最近では機関の出力を2,000 PSまで高め、これを2組用いて4,000 PSの大形機関車をも試作した。しかしながらわが国においては、従来高速機関や液体変速機の適当なものがなく、入換用または私鉄その他の小単位列車用として400 PS級の機関2台を用いたものが製作された程度である<sup>(11)</sup>。この種の機関車は国鉄用にはDD13形として量産されている。国鉄本線用にはDF50形に匹敵する液体式機関車が要望されており、各社で試作研究が進められているが、日立製作

\* 日立製作所水戸工場副工場長

所が昭和35年春完成し目下試験中の1,100 PS C-C形機関車は今後の成績を期待されている。

#### 4. 蒸気機関車

日本国有鉄道では、昭和23年以降、蒸気機関車の増備がなく、約6,000を数えたその両数も逐年減少を続けている。昭和34年6月、動力近代化調査委員会<sup>(12)</sup>はおそくも15年間に主要線区約5,000 kmの電化とそのほかの線区のディーゼル化を行い、蒸気運転を全廃すべきであると発表した。最近のディーゼル化の進展に伴い、大形機関車は特に多数余剰となってきたが、その一部は軸重軽減改造の上、地方線に転用されている。

#### 5. 電車

電車は都市内および近郊の交通機関として最も一般的なものであるが、日本においては人口密度が高く、列車回数が非常に多いので、幹線の長距離列車についても電車が好適とされている。すなわち動力が分散されているため、比較的軽量で高い加速度、減速度をもつことができ、最高速度も高めることができるので、軌道強化の投資を少なくして輸送の量と質を改善できるからである。また電車は使用効率を高くしうる上に、輸送量に応じて分割併合が簡単に行えるので、電化区間の旅客列車は大部分これに置きかえられ、機関車けん引の列車は非電化区間へ直通するものだけとなる傾向にある。最近の電車は性能ならびに保守の面から考えて台車装荷の主電動機、可とう駆動装置、多段式制御器、電空併用ブレーキなどを有し、高速から電気ブレーキをかけうるものが一般的になった。都市内から郊外へ直通する電車には長短2種の駅間距離区間を経済的に高い表定速度で走るため、主電動機の界磁を広範囲に制御しうる、いわゆる広領域電動機が採用されるようになった。

制御装置については、長い間日立MMC制御器で代表されるカム軸1方向2回転式の多段式制御器が用いられてきたが、機構の簡易化と保守の便をねらってカム軸1回転で直併列制御および界磁制御まで行いうるものが開発された<sup>(13)</sup>。さらに超多段式制御としてバーニャノッチ制御器が完成され、従来MM編成でなければ得られないと考えられていた3 km/h/sの加速度がMT編成で得られることがわかり、経済車設計の一方式が開発された。

また電力の消費量を少なくし、変電所尖頭負荷を軽減する目的で電力回生ブレーキの採用も行われてきた。

このほか制御器具については、磁気増幅器、トランジスタなどの利用、無接点継電器の採用など各種の近代化がみられる。

国鉄の交流電車については、交流専用には整流子電動機付のもの、交直両用には水銀整流器式のもの为重点的に試作された。後者は交直接続無加圧区間を通過する間に手動または自動的に回路を切換えるもので、交直接続方式の基本を定めた意義ある試作車である<sup>(14)</sup>。その後水銀整流器はシリコン整流器に置きかえられて引きつづき試用されている<sup>(15)</sup>。今後の交直両用電車はシリコン整流式が標準として量産される予定である。

また单相誘導電動機を用いる方式は交流専用の場合価格が安く、保守修繕が容易な新しい方式のものとして注目され、動力伝達装置として液体変速機を用いたもの<sup>(16)</sup>および電磁遊星歯車変速機を用いたものの2種が試作された。誘導電動機式はこのほかに電力回生の容易なこと、および通信誘導障害が少ないことなどの利点も認められている。最近では油圧駆動装置(オイルモータ)との組み合わせも研究されつつある。

列車運転の自動化、すなわち従来運転士の感と技りょうとにたよっていた制御を電子頭脳に置き換えんとする、いわゆる列車自動制御が各方面で真剣に研究されてきた。名古屋市交通局地下鉄用とし

て日立製作所が製作したものは、力行、だ行、ブレーキの全域を完全自動制御するわが国最初のものであり、試験の結果も良好で、広く注目されている。

#### 6. ディーゼル動車

地方線のサービス改善と経営合理化のため使用されていたディーゼル動車は近年に至り、機関、動力伝達装置、総括制御装置などの発達に伴い、客電車における車体、台車の改善手法を取り入れて、長距離の急行列車にまで進出するようになった。日本国有鉄道ではディーゼル動車の普及が特に著しく、昭和34年度末における保有数は約1,800両におよび、イギリスについて世界第2の保有国となった。

わが国のディーゼル動車は、動力装置をすべて床下に納めて全表面を有効に利用している。動力伝達は最近すべて液体変速機により、機関は1種類、変速機は2種類に限定してすべての用途に共通してきたので、製作ならびに保守修繕が極度に合理化され、これが今日の普及をもたらした最大の因をなしている。国鉄のディーゼル動車の機関出力は、最近では180 PSであるが、次の標準として400 PSのものが試作検討されている。この場合も動力装置はすべて床下に納められる。

最近東北線特急“はつかり”は初の編成列車形態のディーゼル動車に置きかえられたが、機関は180 PSの標準品が各車に分散配置されており、ヨーロッパの国際列車 TEE のように800~1,100 PS というような大出力の機関を1編成に1台または2台取付ける機関車形式とは趣を異にしている。

#### 7. 客車

軽量部材の使用、張かく構造など合理的な部材配置などによる客車の軽量化は最近大いに進み、普通用途の客車では車体長さ1 m当り完成車で1.2 tを下まわるようになった。台車の振動特性の改善にも急速な進歩があり、空気バネ、オイルダンパなども実用の域に入った。

客室の防振防音構造、空気調和、ラジオ、テレビ、無線通話および食堂車設備など乗客へのサービス面の進歩も著しいものがある。また車体にステンレス鋼や軽合金を用いて塗装費の節約をねらったもの、プラスチックの利用により外観の美とあわせて軽量化および保守の簡易化をはかったものなども目立ってきた。

国鉄においては昭和33年にはじめて編成列車“あさかぜ”を就役させ好評を博したので、引きつづき“さくら”“はやぶさ”もこの種の優秀客車に置きかえた。これらは荷物車の一部にディーゼル機関または直流電動機により駆動される集中電源用発電機を置いて、照明、空気調和、暖房、調理用そのほかに給電している。

このような客車の構造、設備の改善はそのまま電車、内燃動車に適用されていることはもちろんである。

#### 8. 貨車

国内の生産の増大に伴って貨車の需要も著しく増したので、国鉄の貨車は量産に適するよう設計が改められた。また輸送原価を低減するため、荷造包装の簡略化および積み込み積卸しの機械化が可能な貨車構造や輸送方式が大いに推進されつつある。

鉄道と自動車との協同輸送により、戸口より戸口への受渡しができるようにコンテナを使用することもすでに東京、大阪間で実用化され、今後ほかの幹線にも普及する機運にある。

アメリカにおいてはビギーバッグと称し自動車のトレーラを貨車にのせたまま輸送する方式が発達しているが、日本では車両限界が小さいため不可能であるので、トレーラの台車を取りはずし、車体だけを積み込むことも研究されている。

貨車の形態は一方には使用効率を高めるため多方面の用途に共通に用いられるよう、たとえば有がい無がい兼用車のような試作が行われているが、他方には反対にそれぞれの貨物に適合する専用貨車が開発されつつある。石油工業、化学工業などの発達に伴い、タンク車、ホッパ車などにその例が多い。

### 9. 産業車両

一般交通用車両に比べて産業車両の進歩はややおくれているように思われるが、最近では各種産業における材料、製品の取扱い運搬の合理化が著しく進み、高性能の専用輸送車両や強力なけん引車が登場した。これらは製品原価の低減と品質の向上に大きな役割を果たすものである。

工場構内用、土木工事用、鉱山用などいずれも機関車は大形化し高速化しつつある。電気けん引の新しい方式として、三相交流誘導電動機と摩擦クラッチ付2段の変速機とを組合わせた、6 t 交流電気機関車が日本セメント会社の鉱石運搬用に製作されたことは注目すべきである<sup>(18)</sup>。

運搬車もますます大形化し、製鉄所や化学工場などに高性能のものが増備されている。

このように産業車両も技術革新時代にふさわしい飛躍を遂げつつ

あるので、今後の発展に対しては使用者と製作者のいっそう密接な協力が必要であると思われる。

### 参考文献

- (1) 日立評論 42, 155 (昭 35-1)
- (2) 大橋, 六反, 永弘: 日立評論 42, 563 (昭 35-5)
- (3) 衣笠: 日本機械学会誌 63, 133 (昭 35-1)
- (4) 沢野: 電気学会雑誌 79, 459 (昭 34-4)
- (5) 河井, 浅野, 山崎, 益富, 前川: 日立評論 別冊 20, 4 (昭 32-11)
- (6) 伊沢, 水越, 浅野, 河井: 日立評論 41, 969 (昭 34-8)
- (7) 高橋, 水越, 伊沢, 河井, 川上, 前川: 日立評論 42, 345 (昭 35-3)
- (8) 曾根田, 川上: 日立評論 42, 669 (昭 35-6)
- (9) 山崎, 桑原: 日立評論 40, 1471 (昭 33-12)
- (10) 竹村, 小泉, 立川: 日立評論 39, 707 (昭 32-6)
- (11) 浜原, 竹田, 杉本: 日立評論 別冊 20, 39 (昭 32-11)
- (12) 川上: 電気学会雑誌 79, 1621 (昭 34-12)
- (13) 川野, 立川, 今泉: 日立評論 42, 991 (昭 35-9)
- (14) 竹村, 益富: 日立評論 42, 991 (昭 35-9)
- (15) 毛利, 曾根田: 日立評論 別冊 32, 41 (昭 34-11)
- (16) 東条, 益富, 前川: 日立評論 41, 983 (昭 34-8)
- (17) 山本, 斉藤: 日立評論 40, 1478 (昭 33-12)
- (18) 日立評論 42, 146 (昭 35-1)



## 新案の紹介



新案第 512316 号

池田正一郎・竹村伸一

### 交流電気機関車の保護遮断装置

この考案は交流電気機関車が誤って直流饋電区間に侵入したときの保護対策であって、交流自動遮断器による直流の保護遮断を安全確実にしめんとするにある。

交流整流子電動機または脈流電動機 M によって駆動される交流電気機関車が交流トロリー線 L から給電されて運転中には直流遮断器 US は閉合して電流制限抵抗 R を短絡しており、通常の交流負荷電流によっては直流過電流継電器 OC は不作動ではしたがって接点 OC-a は開いている。ところが誤って機関車が直流饋電区間に侵入したとすると、P-ABB-Tr の Pr-OC-US-RL なる回路は直流電圧下におかれ、Tr の Pr は交流のときのインピーダンスから低い抵抗値に突然変化することになるから電流は一挙に十倍~十数倍に急昇し変圧器 Tr を焼損に導くおそれがある。この考案によればこのとき直流過電流継電器 OC が作動してその接点 OC-a を閉成する TC<sub>2</sub> はこれによって US-a との協働により付勢せられて US を開放せしめる。電流制限抵抗 R はこの瞬間に Tr の Pr に直列に現われると同時に US-b の閉成によって TC-1 を付勢して ABB を自動遮断せしめる。

このようにして変圧器 Tr の焼損は防止されるとともに直流遮断困難なる交流遮断器 ABB によって被保護回路の自動遮断を容易かつ確実にしめる。

なお同様の目的で変圧器 Tr の一次巻線 Pr に対して異常電圧保護蓄電器および振動防止用抵抗よりなる分路を用意し抵抗 R の短絡が US によって解かれると同時に分路接続開閉器を閉合するようにした特公昭 35-2323 号があり、また一次巻線 Pr に対する保護分路に異常電圧防護抵抗だけを接続し ABB が開く以前に一次巻線 Pr の保有電磁エネルギーを軽減するようにした特公昭 35-2324 号がある。さらに、変圧器一次巻線 Pr と ABB とに直列に蓄電器を接続

して直流区間に進入の際それによって直流を閉塞し、遮断器 ABB に無電流遮断乃至は小電流遮断をなさしめる特公昭 35-2326 号もある。最後に上記直列蓄電器に並列に限流抵抗を接続し、その一部の電圧降下により遮断器の自動遮断制御を行わせるようにした特許第 257469 号があり、これらの特許および特許公告は直流区間侵入時の一連の保護対策である。(宮崎)

