

車両 制御 方式の変遷

直接式制御器

1920(大正9)年、当社は京阪電気鉄道に架線電圧600V用DB1-K形を12台納入した。これはイギリス・ディッカー社(イングリッシュ・エレクトリック)の図面により、主要材料は同社からの輸入品であった。後に順次国産化されて国内生産となり、1950(昭和30)年代まで路面電車用として納入した。

総括制御装置

郊外電車で、2両以上連結して先頭にいる運転士一人で運転する場合は、主幹制御器によって複数の制御装置を総括制御する必要がある。これもディッカー社の図面により、同社の電動カム軸式を採用した。

1926年、京成電気軌道100形電車向けの架線電圧600V、105HP(78kW)直巻電動機4台用ES151-A形を納入した。引き続き京阪電気鉄道、名古屋鉄道などにも納入した。

1928年に、新京阪鉄道(現 阪急電鉄) P-6形(後のデイ100形)電車向けの架線電圧1500V、200HP(150kW)直巻電動機4台用ES504-A形を納入した。この制御装置は大容量であり、遮断器は電磁空気式とし、わが国初の減流遮断方式を採用した。引き続き阪和電気鉄道、伊勢電気鉄道、湘南電気鉄道などにも同様のシステムを納入した。特に阪和電気鉄道モヨ100形電車は、阪和天王寺～阪和東和歌山間61.2kmを45分で走行する超特急で、当時日本一の高速電車であった。

発電ブレーキ付、回生ブレーキ付制御装置

1933年、駅停車の常用ブレーキを発電ブレーキとするわが国初の制御装置として、大阪市電気局高速電気軌道100形電車向けの第三軌条電圧750V、230HP(170kW)直巻電動機2台用ES512-A形制御装置を納入した。低電圧大電流仕様のためカムスイッチはダブル幅とし、制御装置外形は大型化した。将来は郊外へと延伸し、地上区間では架線電圧1500V、主電動機4台仕様へ改造できる設計としていたが、残念ながら実現はしなかった。

1930年、国産初の回生ブレーキ付制御装置は、阪和電気鉄道ロコ1000形(後に国鉄ED38形)電気機関車用の架線電圧1500V、220HP(164kW)直巻電動機4台用制御装置、回生・発電ブレーキ付、電磁単位スイッチ式であった。電車同様に高速で走行し、大阪～和



直接制御装置 DB1-K4形

歌山の県境を頂点とした最急勾配25パーミルにおいて、200トン貨物に対応する性能を有した。

1931年、南海鉄道と高野山電気鉄道が直通運転するにあたり、回生ブレーキ付制御装置ES603-A形を納入した。これは高野山電気鉄道デ100形、デニ500形電車に使用されていたドイツ・AEG製の制御装置を参考に独自の改良を加えた、その置き換え用であった。架線電圧600V、100HP(75kW)直巻電動機4台用で、3～4両連結運転の電車が50パーミル下り勾配で時速30km/h、あるいは25パーミル下り勾配で時速40km/hの平衡速度での運転が可能であった。

これらの回生ブレーキは、直巻電動機の界磁を電車線により励磁するシステムであったが、架線電圧が急変した場合は回生ブレーキ制御が安定しないことがある。そのため、当社では安定した回生ブレーキ制御が可能な複巻電動機を使用し、分巻界磁制御する方式を研究していた。1932年、東京市電気局向けの直巻電動機を分巻電動機に改造し、現車試験を実施した。同年、京阪電気鉄道京津線50形(55～58号車)に複巻電動機による回生ブレーキ付直接制御器DR3形と間接制御器UN242形の組み合わせを納入した。架線電圧600V、85HP(63kW)複巻電動機2台制御で、最急勾配66.7パーミルにおいて安定した平衡速度と省エネ効果が達成できた。

鉄道省向け制御装置

鉄道省(後の運輸省、国鉄)向けでは、1934年にCS5形制御装置2台を納入したのが最初である。架線電圧1500V、150～190HP(100～142kW)主電動機4台用で、すでに他メーカーで製作されていた電空カム軸式であった。このCS5形は戦後まで採用された。

電気機関車用は、1934年にEF53形2両、EF10形1両をはじめとして、戦時中までの間にEF55形1両、ED42形1両、EF10形4両、EF12形6両を納入した。

国鉄向け電動カム軸制御装置

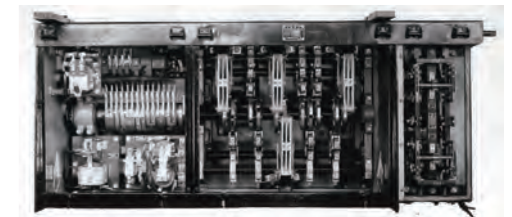
運輸省(後の国鉄)は、電空カム軸式に対して、調整・保守が比較的容易で気温に左右されずに動作が確実という利点をもつ電動カム軸式に着目した。当社では1948年にCS100形主制御装置を15台納入し、他メーカー2社の制御装置との比較試験が実施された。その結果を下に、国鉄と各社との共同設計によって1950年、CS10形主制御装置が63系、70系、80系電車などに採用された。主電動機組み合わせ制御に橋絡渡りを取り入れ、制御段数を多段化したことで加速時における衝動が低減され、乗り心地が改善された。



主幹制御器 ES31R-B形



ES512-D形制御装置(1948年 大阪市交通局納入)

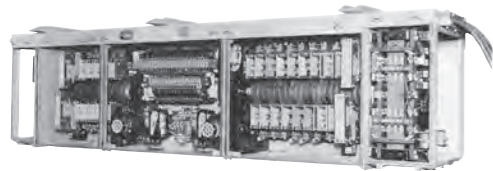


CS10形制御装置

カルダン駆動装置と1C8M制御方式

電車の運転速度の高速化に向けて、車両の軽量化とカルダン駆動装置の開発が進められた。制御装置としては、架線電圧1500Vの場合75～120W主電動機8台制御(M-M'ユニット)、発電ブレーキを常用するシステムとなり、編成の長大化にも対応可能となった。

当社は、1956年に京浜急行電鉄700形(後の600形)電車用にES560-A形を納入した。さらに国鉄と他メーカーの共同設計により、1957年にモハ90形(後の101系)電車用に、1958年にはモハ20形(後の151系、特急こだま号)電車用などに採用された。その後は主電動機の容量増加にも対応し、国鉄ならびに民鉄・公営電車の標準システムとなった。



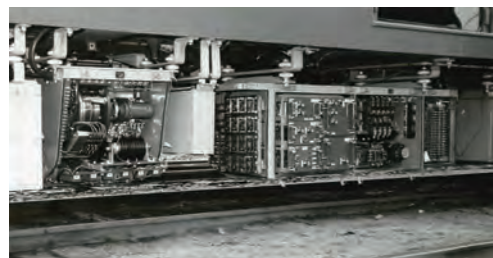
ES560-A形制御装置(1956年 京浜急行電鉄納入)

複巻電動機による回生ブレーキを常用する制御装置

当社は、分巻界磁制御により平坦区間でも回生ブレーキを常用するわが国初のシステムを開発し、1959年に京阪電気鉄道1650形電車において現車試験を実施した。同年、同社2000形電車に架線電圧600V、75kW複巻電動機4台用ES752-A形制御装置を納入した。高加減速性能を有し、力行・惰行・回生を連続して制御できる利点があった。引き続き、東京急行電鉄、京阪神急行電鉄、名古屋鉄道などにも、その発展形として架線電圧1500V対応、トランジスタ採用の高性能制御アンプ、勾配でも車両速度が一定に保てる定速運転機能付きなどを納入した。



京阪1650形 現車試験(1959年)



ES750-A形制御装置(右)と界磁調整器(左)(1959年 京阪電気鉄道現車試験)

1969年に阪急電鉄2800系電車の1両に世界初のサイリスタによる界磁チョップ制御装置の長期実用化試験を開始し、1971年に京王帝都電鉄3100形電車に量産品を納入した。さらに京成電鉄、北総開発鉄道、京浜急行電鉄、阪急電鉄等へも納入した。

一方、複巻電動機の界磁制御方式として、補助電源装置の出力をサイリスタにより位相制御する界磁位相制御方式を1971年に京阪電気鉄道3000系電車に納入した。京阪電気鉄道本線は1984年に架線電圧を600Vから1500Vに昇圧することになり、容易な変更で昇圧対応可能であった。その間において京阪電気鉄道の標準システムとなり、その後、京津線・石山坂本線も1996年に昇圧された。

電機子チョップ制御装置

当社は、サイリスタを用いて主回路の直流電圧を細かく刻んで可変電圧とする電機子チョップ制御の研究を進め、1967年、当社製サイリスタを用いた架線電圧1500V、85kW直巻電動機4台制御の回生・分巻界磁式チョップ制御装置を東京都交通局浅草線5000形に



CH1形チョップ制御装置(1979年 国鉄納入)

仮設し、現車試験を実施した。

さらに、回生ブレーキが有効な車両速度を高速域にまで拡大するため、直並列切り替えチョップ制御装置の研究を進め、1972年に京浜急行久里浜線で600形電車に仮設する現車試験、1974年には国鉄根岸線で103系電車に仮設する現車試験を実施した。

オーソドックスな電機子チョップ装置としては、共同設計によるCH1形チョップ制御装置が、1979年に国鉄201系電車用に、その後203系電車用にも採用された。また、わが国初のチョップ制御電気機関車として、1982年に国鉄EF67形(EF60形から改造)用CH3形チョップ装置を納入した。これは山陽本線・瀬野～八本松の貨物列車用後補機の代替用であった。

1979年、複巻電動機を使って力行・回生ともに中速から高速になるにつれて自動的に界磁を弱められるAFE主回路チョップ方式を開発し、阪急電鉄2300系の一部に、その後東武鉄道に納入した。

界磁添加励磁制御装置

国鉄は、高価な電機子チョップ方式に代わる新回路方式の検討を始めていた。当社は直巻電動機を使用し、大容量補助電源装置によって界磁に添加励磁することで回生ブレーキが可能となるシステムを開発した。1984年、国鉄の技術課題として東海道本線大阪周辺で101系電車に仮設する現車試験を実施した。結果は安定した回生ブレーキを得られることが実証できた。

その量産品として、1985年に国鉄山手線205系電車用と、東海道本線東京口・中京地区および東北本線・高崎線211系電車用に納入した。さらにJR東日本、JR西日本、京阪電気鉄道に納入した。

新交通システム(AGT)用制御装置

1973年、住友商事を窓口として新潟鉄工、住友電気工業との共同研究によるNTSシステムの開発が始まった。車輪はゴムタイヤを使用し、軌道はU字形コンクリート構造の案内軌道を用い、中央コンピューターによって運行管理を行う中量輸送軌道システムである。制御装置を無接点化するため、第三軌条電圧三相交流600Vとし、複巻電動機をサイリスタにより位相制御することで回生ブレーキが得られるシステムで、無人運転にも対応可能となる。

1981年に大阪市交通局南港ポートタウン線に、1982年に山万ユーカリが丘線(直流750V)に、1983年には埼玉新都市交通伊奈線をはじめ各地の新交通システムその他、関西国際空港、香港国際空港などの空港施設内ピープルムーバーにも納入した。



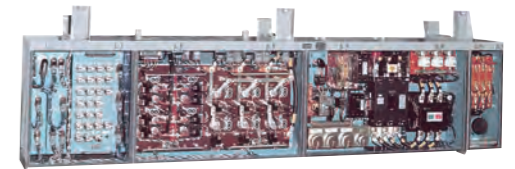
国鉄(JR貨物)EF67形電気機関車(1982年、1990年)



国鉄(JR西日本)213系電車(1987年)



大阪市交通局100系電車(1981年)



主制御装置(1981年 大阪市交通局納入)