

でんきの礎

—振り返れば未来が見える—

かいせいぶれーきつ

回生ブレーキ付き

でんきしちよっぱせいぎょしゃりょう

電機子チョッパ制御車両

ちよだせん けいしゃりょう かいはつ

～千代田線6000系車両の開発～

モノ

こと

Armature Chopper Controlled Rolling Stock with Regenerative Brake
: Development of the Series 6000 Train on Chiyoda Line



①



②

回生ブレーキ付き電機子チョッパ制御車両は、1971年（昭和46年）に帝都高速度交通営団（現東京地下鉄株式会社）千代田線6000系車両により世界で初めて営業運転を開始しました。

従来、主電動機の世界速度制御は抵抗制御が主流でしたが、チョッパ制御では、サイリスタ等の半導体デバイスにより回路を高速にオン・オフさせて主電動機入力電圧の平均値を連続的に制御します。加速時には降圧チョッパ装置として主電動機入力電圧を調整し速度制御を行い、減速時には昇圧チョッパ装置として回生電力を電車線に戻します。

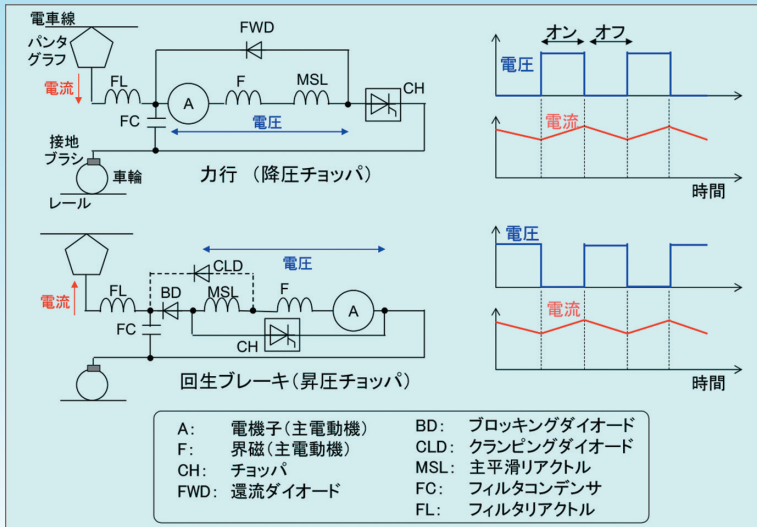
回生ブレーキ付き電機子チョッパ制御車両は、抵抗からの発熱がないため、地下鉄トンネル内の温度上昇を抑制できます。また、電力回生により省エネルギー化が図られます。回生ブレーキの導入にあたっては、高速域でブレーキ力が不足するため、空気ブレーキとの協調動作が重要であり、応答性向上のため電気指令式空気ブレーキが採用されたほか、回生ブレーキ動作中に他の車両の負荷変動により発生する過電圧を抑制する装置等の新技術を導入しました。また、チョッパ制御に伴う高調波電流による信号軌道回路や通信線路への誘導障害対策として、チョッパ装置の多重化や車上フィルタ装置が設けられました。

多くの技術に支えられ、千代田線6000系車両は実用化されました。ここで培われた技術は、その後の半導体電力変換技術の発展に寄与したといえます。

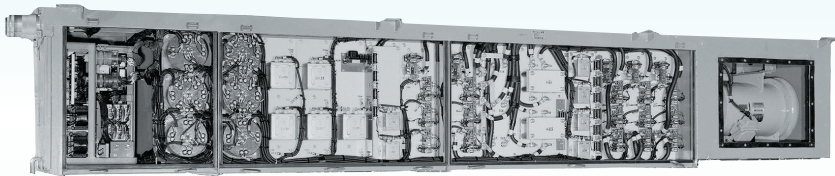
☆顕彰先 : 東京地下鉄株式会社, 三菱電機株式会社, 株式会社日立製作所

☆所在地 : 〒110-8614 東京都台東区東上野3-19-6 (東京地下鉄株式会社)

☆ホームページ : <https://www.tokyometro.jp>



③



④



⑤

車両形式:	6000系	ブレーキ:	電力回生ブレーキ(全界磁) 空気ブレーキ併用
電気方式:	直流1,500V 架空電車線	主電動機:	直流直巻 145kW
車両編成:	6M4T	チョップパ装置:	1500V, 1600A, 2400kW
車両性能:	1時間定格出力 3,480kW 最高速度 100km/h	主サイリスタ:	1200Vまたは1300V, 400A
主回路方式:	電機子チョップパ		
制御方式:	定周波平均値制御		

注: 『チョップパ制御ハンドブック』電気学会 (1976) より作成 ⑥

<写真提供: ①東京地下鉄株式会社, ②金子元昭氏, ④⑤株式会社日立製作所>

- ① 6000系1次量産車両
- ② 6000系1次試作車両
- ③ 電機子チョップパ制御の回路例と電圧・電流 (イメージ)
- ④ 6000系2次試作車用チョップパ制御装置
- ⑤ サイリスタ (1300V, 400A)
- ⑥ 千代田線6000系車両の主な諸元