

高頻度運転における通過列車主体ダイヤの饋電特性への影響

The Impact of High Frequency Train Operation on the Whole System Performance of the DC Railway Power Feeding Systems

渡辺 賢央 (電気システム工学科)

Masao WATANABE

交通・電力・環境システム研究室 指導教員 高木 亮 准教授

1. はじめに

通勤鉄道における混雑緩和を図るため、抜本的な輸送力増強を図るためには、通過列車主体の列車ダイヤの導入が効果的であることはすでに知られている^[1]。しかし、現状の饋電システムはそのような通過列車主体の列車ダイヤを前提に設計されていない。列車の発進・停止の頻度が現在よりかなり少なくなる通過列車主体ダイヤにおいては、饋電特性にも大きな差が出るのが予想されるが、これまでそのような列車ダイヤの饋電特性への影響について論じた研究は多くない。

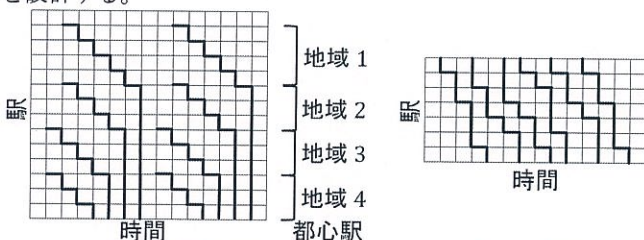
本研究では、急行線側の需要が多い線路別複々線の通勤鉄道において、急行線に通過列車主体ダイヤを適用して抜本的な列車頻度増を図り、かつ緩行線・急行線間で一部列車の転線を行うことにより乗客の不効用低減も図った列車ダイヤを設計し、これが従来に比べてどのような饋電特性上の差異を帰結するのかを、シミュレーションをベースに議論することを目的とする。

2. 列車ダイヤと饋電システム

列車ダイヤは自由に設定可能ではあるが、実際のものをみるとよく見られる類型が存在する。これらはダイヤパターンと呼ばれており、典型的なものとして全列車が各駅停車の「平行ダイヤ」や緩急列車を混ぜて走らせるダイヤとして「緩急結合ダイヤ」などを挙げることができる。また、実用事例は多くないものの、古くから提案されてきた高頻度運転向けパターンとして、都心から郊外へ向かう旅客数をほぼ等分にした地域に分け、都心とそれぞれの地域を結ぶ専用列車を配置する「地域分離ダイヤ(図.1(a))」、複数の列車で停車駅を分担する「選択停車ダイヤ(図.1(b))」があり、これらの適用により混雑緩和と停車駅削減による高速化が期待できる。

ここで、列車ダイヤパターンが饋電システムに与える影響について考える。平行ダイヤでは列車の総停車回数が増えるため、消費エネルギーが増える。緩急結合ダイヤは列車密度を増加させると先行の非優等列車に後続の優等列車が追いついてしまい、結果的に優等列車の機外停止などを引き、エネルギーを浪費するような場面が増える。これに対し、高頻度運転向けパターンは通過列車主体のため総停車回数が大幅に削減されることから省エネルギー化が期待でき、緩急結合ダイヤのように高頻度運転時も先行列車に追いついた後続列車が極端な徐行を強いられることがない。

本研究では、郊外と都心を結ぶ通勤路線において高頻度運転を行った場合の旅客の不効用及び饋電特性を評価するため、高頻度運転に適するとされている、「地域分離ダイヤ」を主なダイヤパターンとして用い、地域分離ダイヤの弱点である地域間の移動対策として「選択停車ダイヤ」を組合せたダイヤを設計する。



(a) 地域分離ダイヤ (b) 選択停車ダイヤ
図1 高頻度運転向けダイヤ

3. モデル路線

郊外と都心を結び複々線を含む実在路線に多少変更を加え、モデルとして利用した。0 駅～31 駅まで 32 駅を有し (31 駅が都心側)、12 駅～29 駅間が複々線 (基本的に線路別配線だが 29 駅のみ方向別配線) である。複々線区間は、12～18・21・25・29 駅について急行線にホームがあり、このうち 12・18 駅は 1 方向あたり 2 線、21 駅は 1 方向あたり 3 線の着発線がある。21 駅は路線途中にあるが主要な都心側ターミナル駅となっている。緩行線は 29 駅からこの路線とは反対側の郊外に向けて走る路線に直通する。列車の折返しは 0・2・5・9・12(緩行線のみ)・18(緩行線のみ)・21(急行線のみ)・31 駅で可能である。急行線・緩行線間の渡りは 12・18・29 駅で可能とした。

4. 提案ダイヤ

モデル路線の現状においては、ラッシュ時の急行線は基本的にすべて各駅停車で、列車本数は最大 30 本/h である。本研究の提案では急行線の列車本数を最大 50 本/h とし、12・18・29 駅の付近にて緩行線・急行線相互間で一部列車の転線を行うこととした。下表 1 に設計したダイヤにおける停車パターンを示す。○が停車、△が一部列車停車を意味する。

表 1 設計したダイヤの地域分離

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	
○	○	○																			○				△					○	○	○
		○	○	○	○																○				△					○	○	○
						○	○	○													○				△					○	○	○
									○	○	○										○				△					○	○	○
												○	○	○							○				△					○	○	○
															○	○	○				○				△					○	○	○
																					○				△					○	○	○
																					○				△					○	○	○
																					○				△					○	○	○
																					○				△					○	○	○
																					○				△					○	○	○
																					○				△					○	○	○
																					○				△					○	○	○
																					○				△					○	○	○
																					○				△					○	○	○
																					○				△					○	○	○
																					○				△					○	○	○
																					○				△					○	○	○
																					○				△					○	○	○
																					○				△					○	○	○
																					○				△					○	○	○
																					○				△					○	○	○
																					○				△					○	○	○
																					○				△					○	○	○
																					○				△					○	○	○
																					○				△					○	○	○
																					○				△					○	○	○
																					○				△					○	○	○
																					○				△					○	○	○
																					○				△					○	○	○
																					○				△					○	○	○
																					○				△					○	○	○
																					○				△					○	○	○
																					○				△					○	○	○
																					○				△					○	○	○
																					○				△					○	○	○
																					○				△					○	○	○
																					○				△					○	○	○
																					○				△					○	○	○
																					○				△					○	○	○
																					○				△					○	○	○
																					○				△					○	○	○
																					○				△					○	○	○
																					○				△					○	○	○
																					○				△					○	○	○
																					○				△					○	○	○
																					○				△					○	○	○
																					○				△					○	○	○
																					○				△					○	○	○
																					○				△					○	○	○
																					○				△					○	○	○
																					○				△					○	○	○
																					○				△					○	○	○
																					○				△					○	○	○
																					○				△					○	○	○
																					○				△					○	○	○
																					○				△					○	○	○
																					○				△					○	○	○
																					○				△					○	○	○
																					○				△					○	○	○
																					○				△					○	○	○
																					○				△					○	○	○
																					○				△					○	○	○
																					○				△					○	○	○
																					○				△					○	○	○
																					○				△					○	○	○
																					○				△					○	○	○
																					○				△					○	○	○