

停車駅と追い越し駅調整による平均旅行時間短縮の検討

Shortening average trip time by adjustment rapid train stopping and overtaking station

○香取 照臣.¹, 泉 隆²*Teruomi Katori¹, Takashi Izumi²

Abstract: To shorten average trip time, we adjust stopping and overtaking stations for rapid train. The stopping stations are determined by dynamic programming, and the overtaking stations is based real existing facilities. The evaluation value is average trip time.

We applied this method for Tokyo metro tozai line and connected Toyo rapid line. Results of the stations combination depend on OD number. And regular interval stopping stations and overtaking stations have efficient when OD number distribute uniform.

1. まえがき

鉄道輸送における到達時間の短縮には様々な方法があるが、本研究では快速列車の運行に際しての、停車駅と先行列車の追い越し駅を適切に調整することでの短縮を検討している⁽¹⁾。本論文では実在の路線で動的計画法により停車駅と追い越し駅を設定し、その短縮効果を検証したので報告する。

2. 列車運行の仮定

本研究における列車運行や状況設定の仮定を、以下に示す。

- ・列車種別は2種類（普通と快速）。
- ・快速停車駅と追い越し駅は固定。
- ・列車ダイヤは単位時間ごとに同パターンを繰り返す。
- ・路線は複線。追い越しは駅でのみ。
- ・途中駅どまりの列車はない。
- ・普通列車は一度だけ快速に抜かれる。
- ・最小運転時隔：2分、駅停車時間：1分。
- ・快速を運転しても駅間所要時間は短縮されない。
- ・快速は特別料金不要。
- ・乗客は片方向の移動のみ。
- ・途中駅で乗り換えることで到達時間が短縮される乗客は、全員乗り換える。
- ・車両の走行性能は同一。

3. 動的計画法による停車駅・追い越し駅の決定

〈3・1〉 動計画法のモデル

図1に、本研究での動的計画法による停車駅・追い越し駅の決定の概念図を示す。停車駅、追い越し駅、駅数を軸とした3次元空間で解を探索していく。特

定の停車駅を設定した場合に適切な追い越し駅を求めたり、または実際に追い越し設備を持つ駅で追い越し場合の適切な停車駅を求めることも可能である。

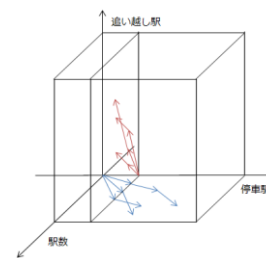


Figure 1 Concept of DP in 3 dimensions.

〈3・2〉 列車ダイヤの作成

まず快速列車のスジを設定する。続いて快速列車が各駅停車を追い越す駅から、上下方向に各駅停車のスジを決定する。こうして作成される快速と各駅停車のスジを、単位時間（1時間）分繰り返す。

〈3・3〉 評価値

評価値は平均旅行時間である。

$$\text{Average trip time} = \frac{\sum_t \sum_i \sum_j \text{OD}(i,j,t) * \text{rt}(i,j,t)}{\sum_t \sum_i \sum_j \text{OD}(i,j,t)} \quad \dots (1)$$

OD(i,j,t): 時刻 t に i 駅に発生する j 駅へ行く乗客数

rt(i,j,t): 時刻 t の i 駅から j 駅への所要時間

この所要時間には、駅での待ち時間や乗り換え時の待ち合わせ時間も含む。評価値が小さいほど旅行時間を短縮する停車駅と追い越し駅の組み合わせである。

4. 適用例と考察

〈4・1〉 適用路線

対象とした路線は東京メトロ東西線～東葉高速線で

1 : 日大短大・教員・総合 2 : 日大理工・教員・情報

ある。この路線の状況を、Figure 1 と Table 2 に示す。

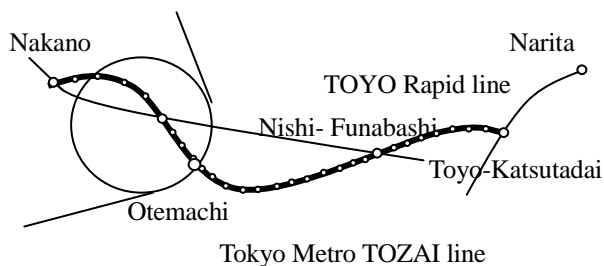


Figure 2 Tokyo Metro Toai line – Toyo Rapid line.

Table 1 Conditions of the line under consideration

Total length	47km
Station number	31 stations
Overtaking equipment number	7stations (including terminal)

全列車直通運転を行うが、会社境界駅(No.22)には必ず停車するものとする。追い越し設備は、現有設備を基本とする。また、混雑による遅延は考慮していない。

〈4・2〉 結果と考察

OD データは文献(2)によるものを用い、追い越し駅の設定条件別に平均旅行時間を短縮する停車駅の組み合わせを求めた結果を、Table 2 に示す。

結果は OD に強く依存しており、乗降人数が最も多い駅(No.10)には全ての条件下で停車している。

OD に大きな変化がない状況下では、停車駅の間隔を一定にする傾向が表れている。このようなことから、停車駅を単純に乗降人数の多い駅から決定すること⁽¹⁾は、必ずしも適切ではないと言える。

追い越し駅については、追い越し回数が増えることによる各駅停車の時間的損失が増加するため、追い越し回数を多くすべきではない。

追い越し駅を No.16 とした場合は短い旅行時間の結果となっている。全駅数が 31 であるため、この駅はほぼ中間に位置している。また、現有追い越し設備は No.0 ~15 には存在していない。このことから追い越し駅についても、等間隔とする場合が有効と言える。

停車駅と追い越し駅の両方を現有設備にこだわらず設定した場合は、最も短い旅行時間が得られた。このような結果は、設備計画への利用が可能である。

5. まとめ

平均旅行時間を短縮するために、快速の停車駅と追い越し駅の調整を行った。停車駅は平均旅行時間を評価値とした動的計画法で決定し、追い越し駅は現有設備を基本とした。

停車駅の組み合わせの結果は、OD データに依存し各駅での乗降人数に大きな差がない場合は停車駅を一定間隔に設定することが有効であり、乗降人数の多い順に設定することは必ずしも適切でないことを示した。また追い越し駅を多く設定しすぎると、追越による時間的損失が増えて、かえって平均旅行時間が延びてしまう。追い越し駅についても一定間隔に設定することが有効であることを示した。

今後の課題として、結果データのさらなる解析と、最適解の算出方法を検討することが挙げられる。

参考文献

- (1)T.Katori, T.Izumi & Y.Takahashi, “Shortening total trip time by short station dwell time and passing local trains”, WIT Press, Computers in Railways, Vol.VIII, pp.769-777(Jun/2002)
- (2)運輸省運輸政策局、“平成 14 年版都市交通年報”、(財) 運輸政策研究機構(2002-3)

Table 2 Station combinations and average trip time

Overtaking station	Rapid train stopping stations												Average trip time[min]													
	Local only																									
													18.77													
16 27	0	2	5	8	9	10	13	15	16	17	22	25	30	18.44												
16 22	0	3	6	10				15			22		30	18.57												
16 21	0	2	6	8	9	10	12	15		20	21	22	23	30	18.35											
16 20	0		6	8	10			15			22	25	30	18.47												
16 22 27	0	1	2	3	4	5	10	13	15	17	21	22		30	18.76											
Real (16, 22)	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	17	22	23	24	25	26	27	28	29	30	20.53	
Free (20)	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	13	15	16	17	18	19	21	22	23	24	25	28	30	17.71