

# 方向別複々線区間における運転線路変更の効果

熊澤 一将\*, 田中 峻一, 古関 隆章 (東京大学)

Effect of Change of Running Tracks on Quadruple Track Section

Kazumasa Kumazawa, Shunichi Tanaka, Takafumi Koseki (The University of Tokyo)

## 1. はじめに

鉄道輸送において人身事故や信号故障といった運行障害が発生すると、その影響によって列車のダイヤが大きく乱れてしまう。このとき乱れたダイヤを適切に変更して、その波及の防止・回復を図る作業を運転整理と呼ぶ。現在、この作業は指令員の人手によって行われている。運転整理は指令員の負担が大きく、運転整理案の定量評価が難しいといった問題がある<sup>(1)</sup>。これまで、乗客の行動モデルを仮定し列車ダイヤを乗客の視点から定量的に評価する手法の研究が行われてきた<sup>(2)</sup>。また、計算機によって運転整理を支援するシステムの開発も行われている<sup>(3)</sup>。

本研究では、運転整理案作成・実行時間を考慮した支援システムの作成を行っている<sup>(4)</sup>。ここで、作成する運転整理案の部分に新たに運転線路変更を追加したシステムを提案する。さらに、このシステムによって運転線路変更の適用判断についての検証を行う。

## 2. 運転整理支援システムの概要

<2・1>システムの構成 本システムは、列車ダイヤの作成とダイヤの評価の部分から構成されている。列車ダイヤの作成では、列車の遅延情報をもとにして待避駅の変更や時隔調整といった運転整理手法をダイヤに適用し運転整理案を生成する。整理案をもとに列車運行シミュレーションを行い、各列車の各駅における着発時刻を決定する。

ダイヤの評価では、列車運行シミュレーションにおいて判明した各駅の着発時刻をもとにして、乗客の流動を推定する乗客シミュレーションを行う。その後、次節で説明する項目においてダイヤの評価を行う。この評価値をもとに新しいダイヤ案の採否判定を行う処理を繰り返すことにより整理案を作成する。

<2・2>乗客の視点から見た整理案の評価<sup>(2)</sup> 本研究においては、乗客行動シミュレーションによって判明した乗客行動推定から、それぞれの乗客が被る損失の総和を作成された運転整理案の評価値とする。そこにおける評価基準としては目的駅までの所要時間、乗換、混雑度の3つを用いる。これらはそれぞれ次元が異なる量である。そのため、それぞれの損失を時間換算した値の総和を作成された運転整理案の評価値とする。乗客の損失の小さい整理案ほどよりよい案であると判断する。

<2・3>運転整理案作成時間を考慮したシステム<sup>(4)</sup> 本シ

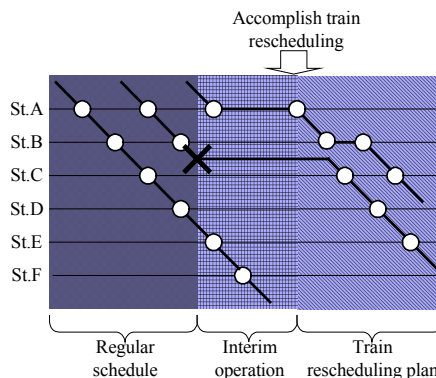


図1 運転整理案作成時間を考慮した運行計画  
Fig.1. Train schedule considering time for train rescheduling

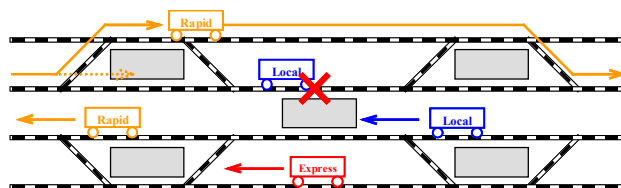


図2 複々線区間における運転線路変更  
Fig.2. Change of running tracks on quadruple track section

ステムにおいては、正常時と整理案作成後の運行計画の間に障害発生直後の抑止を行う暫定整理案を明示的に挿入する。具体的には図1に示すように障害発生時刻と運転整理ダイヤ開始時の2箇所で運行のシナリオを分割し、その2時点の間に施行する抑止のみを考慮した暫定運行計画を作成・挿入する。これによって、運転整理案作成・実行時間を考慮したより現実に即した運転整理案が作成できる。

## 3. 運転線路変更の効果

<3・1>運転線路変更 複々線や単線並列の区間では、駅間で走行可能な線路が複数存在している。列車が走行する線路はあらかじめダイヤで決められているが、障害発生により本来走行する線路が不通になってしまった場合や、運行の乱れによって多数の列車が特定の線路に集中してしまった場合には駅間で走行する線路を変更することがある。この図2に示すような手法を運転線路変更と呼ぶ。

<3・2>運転線路変更シミュレーション 前節で紹介した運転線路変更を実装することで、モデル路線における運転線路変更の適用による効果の評価を行う。モデル路線は、

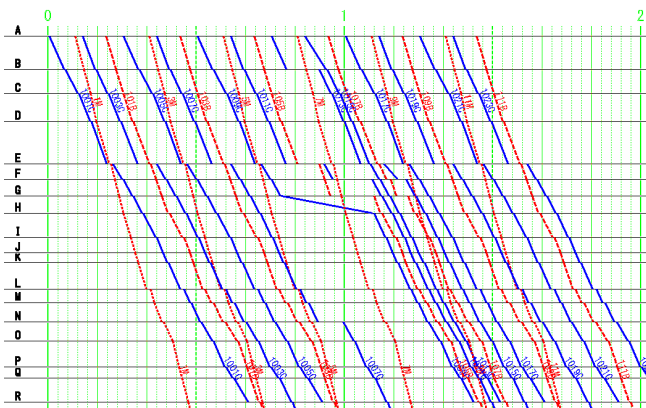


図3 整理案1  
Fig.3. Rescheduling plan 1

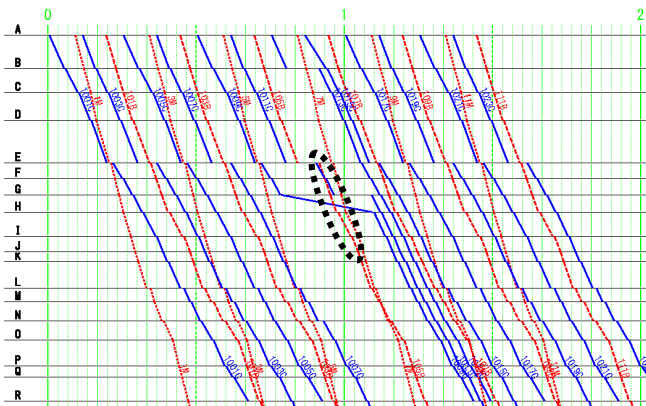


図4 整理案2  
Fig.4. Rescheduling plan 2

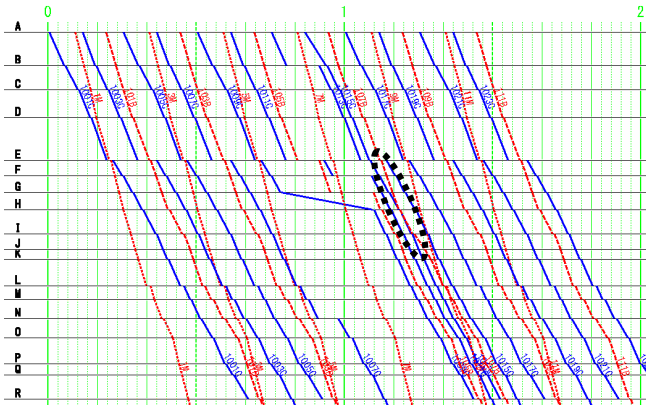


図5 整理案3  
Fig.5. Rescheduling plan 3

A~X まで 24 駅からなる都市路線とする。全区間が方向別複々線である。急行が急行線、快速、普通が緩行線を走行する。15 分周期に急行 1 本、快速 1 本、普通 2 本が運行している。E, L で急行と普通、E, R で快速と普通が接続する。普通列車 1008C に G~H 間で約 17 分の遅延が発生し、運転整理案の作成・実行に 7 分程度の時間を要した場合を想定する。さらに、E と J において運転線路変更が可能な

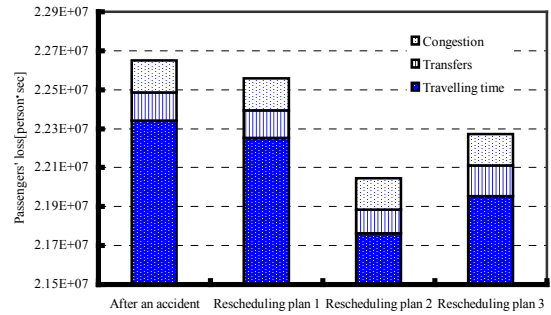


図6 評価値の比較  
Fig.6. Comparison of passengers' loss

渡り線の設備が存在する。ここで、運転線路変更を適用する列車の違いによる効果を検証するため、3つのモデルを設定する。

- ①整理案 1：運転線路変更を適用しない(図 3)。
- ②整理案 2：列車運行が疎になっている時間帯の快速列車 105B に運転線路変更を適用する(図 4)。
- ③整理案 3：列車運行が密になっている時間帯の快速列車 107B に運転線路変更を適用する(図 5)。

<3・3> 運転線路変更の適用判断 それぞれの運転整理案の評価値を図 6 に示す。この結果より、整理案 2 が 1 番乗客の損失が少ないことがわかる。これは、列車運行が疎となっている時間帯に運行した場合は、H以降に向かう乗客の所要時間が大幅に短縮されたことによると考察できる。対照的に、整理案 3 においては列車運行が密になっているため、107B の速達性を向上させても乗客の所要時間短縮には大きな利益が存在しない。逆に、途中駅での接続が存在により、乗換損失が大きくなることわかる。

#### 4. まとめ

運転整理案作成時間を考慮した運転整理支援システムにおける運転線路変更の実装を行った。これによって、本システムにおいて運転線路変更の適用判断が行うことが可能になった。さらに本稿では、モデル路線における運転線路変更の効果を検証した。この結果、運転線路変更を適用する列車はなるべく運行が疎になっている時間帯を運行可能なものにすべきであることが判明した。

#### 文献

- (1)電気鉄道ハンドブック編集委員会：「電気鉄道ハンドブック」, pp. 436-443 (2007)
- (2)林良太郎・古関隆章：「都市圏鉄道における運転整理案の評価と効率的手法の提案」平成 13 年電気学会全国大会, 4-234, pp. 1578-1579 (2001)
- (3)原和弘・熊澤一将・古関隆章：「運転整理計算機支援のための列車運転乱れ時における乗客流推定」平成 20 年電気学会全国大会, 5-082, pp. 130-131 (2008)
- (4)K. Kumazawa, K. Hara, T. Koseki: "A Novel Train Rescheduling Algorithm for Correcting Disrupted Train Operation in a Dense Urban Environment", COMPRAIL2008, pp. 565-574