

列車折返し設備設置場所スクリーニング手法の提案

広島大学 学生会員 ○野口寛貴

広島大学 正会員 Lam Chi Yung

1. はじめに

鉄道は、日々の生活に必要な不可欠な存在である。ゆえに、ひとたび輸送障害が発生すると日々の生活に深刻な影響を及ぼす。大規模な輸送障害が発生した際には、不通区間を最小にし、輸送力を最大限確保するため、鉄道会社は折返し設備(片渡り線など)を利用した折返し運転を行う¹⁾。折返し運転実施区間は、折返し設備設置駅の配置によって決定される。このように、折返し設備の新設は大規模輸送障害に有効な対策であるが、設置には費用がかかるため、どの駅に新設すればよいか、さらにその効果を定量的に把握する必要がある。既存研究²⁾³⁾は詳細かつ定量的な折返し設備新設効果の評価手法を提供するが、前提となる折返し設備新設駅は予め絞られている。そこで本研究は、ネットワーク特性を活用することで、大規模輸送障害の影響を緩和するためにはどの駅に折返し設備を新設すればよいかをネットワークの全駅の中から簡易的かつ定量的に特定できる手法を提案する。また、本手法の有効性を確認するためシンガポールの Mass Rapid Transit (MRT) に本手法を適用する。

2. 折返し設備新設駅特定手法

本研究で提案する折返し設備新設駅特定手法の全体像を Fig. 1 に示す。実際の折返し設備新設においては様々な状況が考えられるが、本研究では、新たに折返し設備を1つ新設する状況を想定する。本手法は手順(1)～(10)から構成され、折返し設備新設候補駅の選定と折返し設備新設駅の特定に大別できる。各手順で使用したモデル式を Table 1 に示す。折返し設備新設候補駅の選定では、大規模輸送障害が発生した場合に、鉄道ネットワーク全体に深刻な影響を及ぼす駅を識別し、折返し設備新設候補駅を選定する。折返し設備新設候補駅の特定では、選定した候補駅の中から新設効果が高

い駅を特定化する。本研究において大規模輸送障害は、駅での発生を想定し、その発生駅につながるリンクを切断(列車が通過できない)する。

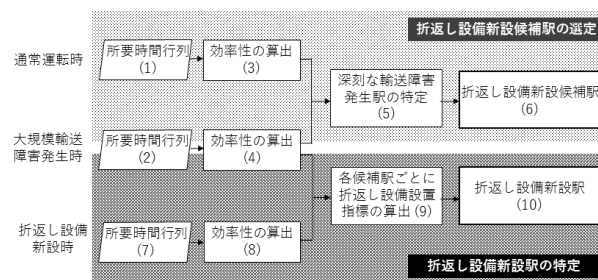


Fig. 1 折返し設備新設駅特定手法のフロー

Table 1 本手法で使用したモデル式

手順	モデル式
(1)(2)(7)	$D = t_{ij}$ D : 所要時間行列, t_{ij} : i, j 駅間の所要時間
(3)(4)(8)	$E = \frac{1}{N(N-1)} \sum_{i \neq j \in G} \frac{1}{t_{ij}}$ E : 効率性, N : 駅数
(5)	$\Delta E_i^A = \frac{E_i^U - E_i^A}{E^U}$ ΔE : 効率性の変化率, U : 通常運行時, A : 大規模輸送障害発生時(新設なし)
(9)	$TI_i = \frac{E_i^A - E_i^T}{E^A}$ TI : 折返し設備設置指標(効率性変化率による), T : 折返し設備新設時, A : 深刻な大規模輸送障害発生時(新設なし)

Fig. 1 の手順(1)から(10)について説明する。まず、通常運転時と大規模輸送障害発生時の鉄道ネットワークの状態を所要時間行列として表現し(手順(1)(2))、それぞれ効率性を算出する(手順(3)(4))。効率性とは、ネットワークの機能性を評価する指標である⁴⁾⁵⁾。この効率性を用いて大規模輸送障害発生によりネットワークの機能低下を評価し、鉄道ネットワーク全体に深刻な影響を及ぼす大規模輸送障害発生駅を識別する(手順(5))。この結果を基に折返し設備新設候補駅を選定する(手

キーワード 鉄道ネットワーク, ネットワーク理論, 鉄道施設整備, ネットワーク効率性

連絡先 〒739-8527 東広島市鏡山 1-4-1 広島大学大学院工学研究科 社会基盤環境工学専攻 事務室

TEL: 082-424-7819・7828

順(6)). 具体的には、大規模輸送障害発生駅によって運転見合わせとなる区間に位置する駅が候補駅となる。次に、手順(6)で選定された各候補駅に折返し設備が新設されたと仮定して、大規模輸送障害が発生した場合を所要時間行列で表現し(手順(7)), 効率性を算出する(手順(8))。この結果を基に折返し設備設置指標(効率性の減少率に基づく)を候補駅ごとに計算し(手順(9)), この指標値が最も低い候補駅を折返し設備新設駅として特定化する(手順(10))。

3. 折返し設備新設駅特定手法の MRT への適用

MRT は、シンガポールにおける都市鉄道の総称であり、北東線(NEL)、東西線(EWL)、チャンギ空港線(CGL)、北南線(NSL)、環状線(CCL)の 5 路線から構成される(Fig. 2)。2.で提案した折返し設備新設駅特定手法を MRT へ適用した。Fig. 3 から Fig5 に、折返し設備新設候補駅の選定結果、折返し設備新設駅の特定結果、折返し設備設置指標の算出結果を示す。

深刻な影響を与える大規模輸送障害発生駅は、東西線 EW16 駅と特定された。この結果を Fig. 3 に示す。また、Fig. 4 より、EW16 駅で大規模輸送障害が発生した場合の影響を緩和するための効果的な折返し設備新設駅は、EW15 駅と特定された。この結果を Fig. 5 に示す。

4. 結論

本研究では、大規模輸送障害の影響を緩和するためにはどの駅に折返し設備を新設すればよいかを全駅の中から簡易的に特定できる手法を提案し、MRT でのケーススタディを通じて本手法の有効性を確認した。また、本手法は、詳細な折返し設備新設効果の分析を提供している既存研究を補完するものであり、本手法と既存研究の手法を組み合わせる使用することが本手法の最適な活用法である。

参考文献

- 1) 電気学会・鉄道における運行計画・運行管理業務高度化に関する調査専門委員会編、鉄道ダイヤ回復の技術、オーム社、2010 年、P15~P68
- 2) 国土交通省鉄道局、鉄道プロジェクトの評価マニュアル(2012 年改訂版)、2012 年
- 3) 國松武俊、坂口隆、石原祐介、寺澤孝彦、旅客利便性の観点からの列車折返し設備設置効果の評価手法、鉄道総研報告 Vol29, No.6, 2015
- 4) Haodong Yin, Baoming Han, Dewei Li, Evaluating Disruption in Rail Transit Network: A Case study of Beijing Subway, Procedia Engineering 137,49-58,

2016

- 5) Latora, V. and Marchiori, M., Efficient behavior of small-world networks Physical review letters 87, 198701.

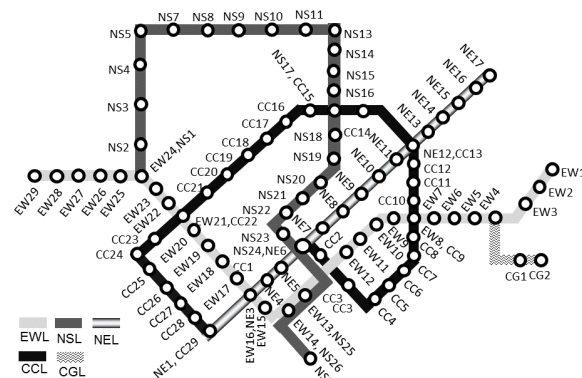


Fig. 2 MRT の鉄道ネットワーク図(2011)

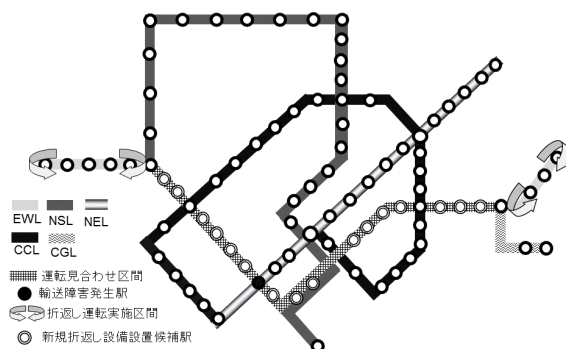


Fig. 3 折返し設備新設候補駅の選定結果

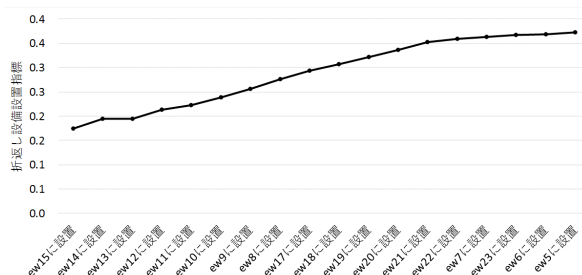


Fig. 4 折返し設備設置指標の算出結果

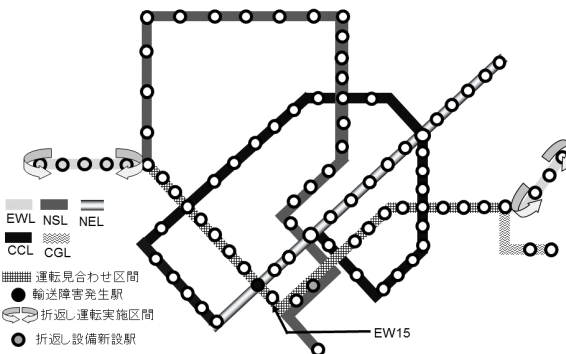


Fig. 5 折返し設備新設駅の特定結果