

都市鉄道の混雑改善と速達性向上のための 3線運行手法の提案

平成18年11月1日 運輸政策研究機構 大会議室

1. 講師——江口 弘 (財) 運輸政策研究機構運輸政策研究所研究員

2. コメンテーター——岩倉成志 芝浦工業大学工学部土木工学科教授

3. 司会——森地 茂 (財) 運輸政策研究機構運輸政策研究所長

■ 講演の概要

1—はじめに

少子高齢化の進展にともない、大都市圏における鉄道の輸送需要は、今後、低迷期を迎えると予想されている。しかし、特に朝の混雑時間帯において、一部の都市鉄道路線では、いまだに輸送サービス水準の改善が求められていることも事実である。一方、鉄道事業者の大規模な設備投資に対するインセンティブは低下しており、さらに、線路の増設にともなう拡張用地の買収や沿線地域との合意形成等、都市鉄道の輸送サービス水準の改善は難しい課題である。

本研究では、このような混雑した都市鉄道路線を対象に、その輸送サービス水準の抜本的な改善を目的として、既存の複線路線に線路を1本追加することによる3線運行の導入を提案するとともに、その技術的な実現可能性と有効性を検証する。

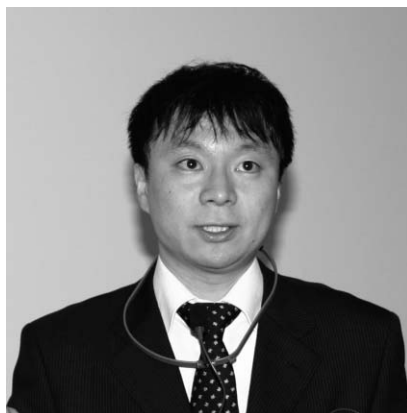


コメンテーター：岩倉成志

2—都市鉄道の輸送サービス水準の現状と将来

2.1 輸送サービスの現状と改善要望

東京圏の主要31路線を対象とした輸送サービス水準を見ると、これまでの大規模設備投資やダイヤ改正等により、輸送力は全体的に増加している。また、輸送人員については、人口構成の変化により1993年度以降は減少する傾向が見られる。1975年度に221%だった平均混雑率は年々緩和されており、2004年度には171%にまで改善された。しかし、都心から半径50km付近までの72路線を対象に、各路線の主要区間における最混雑1時間の平均混雑率を調べると、2002年度の時点で200%以上の路線が10路線、200%未満180%以上の路線が13路線存在した。さらに、閑散時と比較した混雑時の速達性の低下も過密鉄道路線の問題点である。高い運転密度、乗降に必要な停車時間、優等列車の追い越し運転にともなう普通列車



講師：江口 弘

の待避時間等に起因して、東京圏の主要路線における混雑時の表定速度は、閑散時と比較して平均で約25%低下している。これを所要時間に換算すると約3割も増加することになり、大きな時間損失が発生している。

一方、そのような都市鉄道の輸送サービス水準に対する改善要望に関して、2004年にある鉄道事業者で実施したアンケート調査(複数回答)では、回答者の約60%から「朝ラッシュ時の混雑緩和」を望む結果が得られた。さらに、「夜間の増発」と「所要時間の短縮」の要望が、それぞれ回答者の約30%からあった。また、混雑時の具体的なサービス改善施策では、回答者の57%が「運転本数の増加」、38%が「複々線化やバイパスルートの整備」を要望していた。この調査結果は、混雑が激しい鉄道の輸送サービス水準に対して、不満を感じている利用者が多いことを示している。

2.2 将来の混雑率の予測

東京圏の72路線の最混雑区間を対象に、2002年における1時間あたりの通過車両数と混雑率の関係を調べた。信号システムや駅の停車時間等の影響により、各鉄道路線の線路容量は異なるが、本研究では、線路容量が飽和状態に近いことを表す基準として、1時間あたりの通過車両数を240両と仮定する。これは10両編成の列車が2分30秒間隔で運行するのと等しい。また、混雑率については、運輸政策審議会答申第18号の中で、

混雑時間帯の平均混雑率の緩和目標である150%を基準とする。このとき通過車両数が240両/時以上で、かつ混雑率が150%以上の路線は18路線存在した。

朝の混雑時間帯における鉄道の利用目的は、主に通勤、通学である。2002年における1都3県の生産年齢人口を1.00とすると、2025年では東京都が0.93、埼玉県が0.87、千葉県が0.84、神奈川県が0.90まで減少すると予測されている。ここでは各路線の通過車両数が今後、変化しないと仮定し、この生産年齢人口の将来予測を考慮すると、2025年において通過車両数が240両/時以上で、かつ混雑率が150%以上の路線は、依然として15路線も存在することが予想される。この結果は今後、これらの混雑路線の輸送力が増加しない限り、将来においても利用者の快適性が損なわれ続ける可能性を示している。

3— 鉄道輸送サービスに影響する要因

3.1 速達性と快適性の要因

鉄道の輸送サービス水準を表すとき、所要時間を意味する速達性と、車両内の混雑率から求められる快適性の二つの指標が主に用いられる。1路線単位でこれらの指標に影響する要因を考えると、速達性は駅間の走行速度と駅の停車時間、快適性は単位時間あたりの運転本数と1列車の乗車定員と関係がある。ここで駅間走行速度、駅停車時間、運転本数の3つの要素は相互に関連があるため、これらを同時に改善することは理論上不可能である。運行頻度が高く、駅間距離が短い都市鉄道では、駅停車時間が運転可能な列車本数の主な制約となる。1時間あたりの運転本数が仮に30本のとき、運転間隔は120秒であり、一般にその内訳は、先行列車が駅を出発してから後続列車がその駅に到着するまでの時間が約70秒、乗降に必要な駅停車時間が約50秒である。駅停車時間が短い場合には運転本

数を増やすことができるが、反対に乗降に長時間を必要とする駅が1駅でも存在する路線では、そこがボトルネックとなり、路線全体の輸送力に影響を与える恐れがある。

運転本数と所要時間の関係について実路線を例にあげる。京王線の調布駅から新宿駅方向の朝7時台の運転本数は24本/時であり、この時間帯に列車が1km進行するときの所要時間は、日中の閑散時と比較すると平均26秒増加する。8時台の運転本数は30本/時で、所要時間は同様に40秒増加する。一般に、運転本数とその限界である線路容量に達する以前に、ある本数を超えたところから所要時間も増加する現象が発生する。

3.2 これまでの輸送サービスの改善施策

都市鉄道の輸送サービスの改善施策を、輸送力の増強と速達性の向上に分けてまとめる。

輸送力を決定する要因の一つは運転密度であるが、現行の信号システムでは一部の例外を除いて30本/時が限界だと言える。路線に1駅でも停車時間の長い駅が存在する場合には、そこが路線全体のボトルネックとなることを避けるため、交互発着運転や多扉車両の導入等により、停車時間の短縮が必要である。また、車両の大型化や編成車両数の増加も有効な施策ではあるが、建築限界やホーム延伸の問題が存在する。

速達性の向上については急行列車の導入が最も効果的である。一般的な都市鉄道の駅間走行速度、駅停車時間、車両の加減速性能から計算すると、急行列車が1駅通過することで、約1分の時間短縮が可能である。しかしその際には、急行列車の運行にともない発生する普通列車の待避損失時間を十分に考慮する必要がある。その他の施策として、加減速性能に優れた新型車両の導入により平均2~3秒/km、曲線区間のカントの見直しや分岐器の大型化に

よる制限速度の向上により、平均4~5秒/kmの短縮が確認されている。

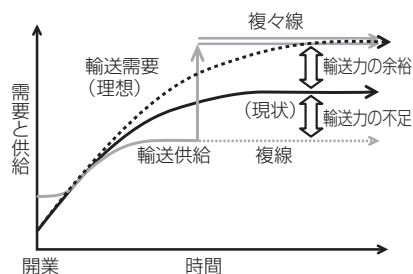
これまで実施された複々線化による輸送サービスの改善効果の例をあげる。東武伊勢崎線では1970年代から複々線区間を少しずつ延伸しており、当初30本/時だった運転本数は、2001年には1.5倍の45本/時にまで増加し、混雑の緩和に大きく貢献している。しかし、複々線化により理論上は輸送力を2倍まで増やすことができるが、実際の線路1本あたりの走行車両数は、他路線の複々線区間と比較すると7割以下である。これは複々線の輸送力を最大に活用するほど、現状の輸送需要が大きくないことを表している。

次に、複々線化による速達性の向上の例をあげる。小田急小田原線では複々線が完成する前後で、登戸駅から下北沢駅の区間では、朝の混雑時に普通列車で平均28秒/km、優等列車で平均25秒/kmの時間短縮が図られた。また、日中の閑散時においても当該区間の普通列車で平均15秒/km短縮されている。これは主に緩急別運転の実施によるものである。この結果は先にあげた車両性能の向上、曲線や分岐器の改良と比較して、複々線化で線路を増設することによる速達性の向上効果の大きさを示している。

4— 3線運行手法の提案

4.1 都市鉄道の需要と供給の関係

都市鉄道における長期的な輸送需要と供給の関係を図—1に示す。鉄道路線が開業した直後は、その輸送需要は



■図—1 鉄道輸送の需要と供給

まだ少なく、輸送力に余裕のある状態がしばらく続く。その後、沿線地域の開発や宅地整備等により増加する輸送需要に対応するため、初期の段階では主にダイヤ改正等のオペレーション上の輸送力増強施策が実施される。しかし、ある時点で輸送力は飽和し、伸び続ける輸送需要とのギャップが、特に朝の車両内混雑を引き起こす。ここで複々線化の大規模設備投資が実施されたと仮定すると、その時点で輸送力は大幅に増強される。このとき増強した輸送力を十分に活用できる水準まで、輸送需要が増加し続けることが理想であるが、実情は需要が伸び悩んでいる路線が多く存在する。すなわち、複線では輸送力が不足しているにもかかわらず、複々線化により輸送力が増加したとしても、それを十分に活用するだけの需要がない路線が存在する。

一般に、輸送需要は連続的に変化するのに対して、供給（輸送力）は設備容量に依存する場合が多く、その変化は離散的かつ段階的である。その結果、仮に長期的には必要な設備投資であっても、初期の段階では過剰投資と見なされる場合がある。また、将来において十分な輸送需要が見込めないと判断された場合には、新規の設備投資に躊躇する結果、現在の需要すら満たせない状況に陥る恐れがある。

4.2 時間帯および方向別に偏った輸送需要

都心と郊外を結ぶ都市鉄道の特徴は、時間帯および方向別に輸送需要が大きく偏っていることである。平日の都心方向へは、朝の数時間に都心ターミナル駅に到着する列車を中心に需要が集中しており、慢性的に輸送力が不足している。逆に郊外方向へは夕方から夜間に需要が集まるが、朝の混雑時と比較すると分散する傾向がありピークも低い。また、朝の混雑時の郊外方向への輸送力は、需要に対して過剰であるが、これは

都心部に留置できない車両を郊外方面に移動させることを主な目的としている。

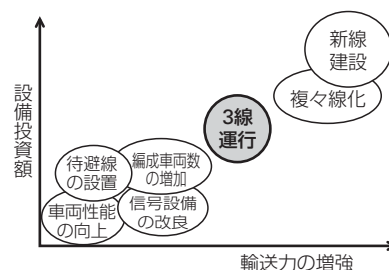
4.3 3線運行手法の目的

都市鉄道を取り巻く状況を整理する。まず、輸送サービスの改善が必要な鉄道路線が将来も残存する可能性がある。しかし、低迷する輸送需要により複々線では過剰投資の恐れがあることと、運賃収入の伸び悩みから設備投資意欲が低下していること、そして線路用地の大幅な拡幅にともなう沿線地域との合意形成等の問題から、今後、複々線化による輸送サービスの改善は有効な施策とはなりにくい。さらに、都市鉄道には非効率な設備利用を招く、時間帯、方向別に偏った輸送需要の特徴がある。

本研究ではこれらを考慮し、複線区間に線路を1本追加することによる3線運行手法を提案する。3線であれば、複線路線の切土区間や盛土区間の法面の改良、および線路脇用地を活用することで、複々線化よりも容易に線路1本分の用地拡幅ができる。提案する3線運行手法は、3本の線路の内、外側の2線は従来と同様に上下の走行方向を固定し、中央の線路は需要の変動に応じて柔軟にその走行方向を変化させるものである。この3線運行は、輸送量（需要）と輸送力（供給）をより等しい関係にすることを目的とする。

4.4 3線運行の位置付け

輸送力を増強するために、これまで様々な施策が行われてきた。輸送力の増強と設備投資額との関係を図-2に示す。ホーム延伸により編成車両数を増加すると、それにほぼ比例して輸送力が増加する。また、駅部に待避線を設置することは、交互発着運転による運転時隔の短縮や追越運転による速達性の向上に有効である。これらと比較して設備投資額は莫大になるが、新線建設や複々線化等の施策は、大きな輸送需要が見



■図-2 輸送力の増強と設備投資額

込める場合には有効である。提案する3線運行は、図-2に示すように、これらの中に位置付けられると考える。

5—国内と海外の3線運行の事例

東京圏では、一部の区間を除いて駅部だけに3線路が敷設されている。JR線を除いた24事業者78路線を対象に調査した結果、3線路を敷設している駅は32駅存在する。その中で実際に急行列車の追越運転を実施している駅は13駅と非常に少なく、朝の混雑時のみや上下一方向のみの運行等、その活用方法は限定的である。

一方、海外では3線運行を導入している路線は複数存在する。そして、そのほとんどは都市間を結ぶ運行頻度の低い路線である。ここでは東京圏の都市鉄道と同様に運行頻度が高く、時間帯および方向別に輸送需要に偏りがあるニューヨークの地下鉄 (MTA New York City Subway) の事例を紹介する。ニューヨークの地下鉄では、複数の駅間に渡る長い区間で3線路が敷設されている。外側の線路は普通列車の専用線として走行する方向を固定しており、中央の線路は上下方向に走行可能な信号システム



■写真-1 ニューヨーク地下鉄の3線区間 (6号線WhitlockAv駅)

により、輸送需要の変化に応じて混雑方向に急行列車を高頻度で運行している(写真一)。

東京圏では駅部のみならず追越設備が設置されているため、急行列車は普通列車を時間的および空間的に「点」で追いつく必要があり、いずれかの列車に遅延が発生している場合は相互に波及する恐れがある。さらに普通列車には急行列車の運行にともなう待避損失時間が必然的に発生し、普通列車の速達性を損なっている。一方、ニューヨークの地下鉄では、混雑方向には緩急別運転を実施しているため、普通列車に待避損失時間が発生することはなく、さらに普通列車と急行列車の間で、遅延が直接的に波及することもない。また、閑散方向へは普通列車のみを運行しており、方向別の需要に応じて輸送サービスの内容を大きく変化させている。本研究では、この3線運行の実例を発展させて、時間帯による需要の変化に合わせた柔軟な列車運行手法を提案する。

6—3線運行手法の技術的な検討

6.1 輸送需要に応じた運行手法

平日朝の混雑時は都心方向に向けて輸送力が不足し、さらに高密度な運行により日中の閑散時と比較して速達性が損なわれている。そこで3線路の内、外側の上り線と中央の線路(中線)を都心方向に使用して、輸送力を増強し、かつ緩急別運転を実施することで速達性の向上も図る。

閑散時は上下方向の需要がほぼ等しいため、中線を急行専用線として上下方向で均等に区間配分することで、普通列車に待避損失時間を発生させない運行手法を提案する。

平日夜間については、現行の輸送力にまだ余裕があるため、ここでは閑散時に準じた運行手法によるものとする。

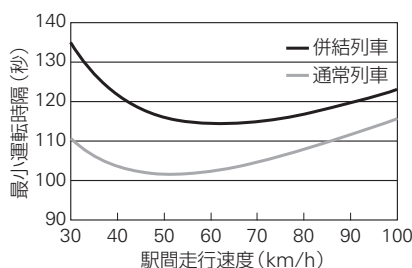
6.2 混雑時の運行手法

6.2.1 併結運転による線路容量の増加

朝の混雑時の都心方向へは、上り線と中線の2線路を使用するが、ここで問題になるのは、これらの列車を折り返して1本の下り線でも郊外方向に戻す方法である。これまで3線運行は、上下方向の輸送力に差が生じるため、終端駅等で連続的な運行が困難だと思われていた。この問題に対する解決策として、郊外方向に走行する列車に対しては、その一部の列車同士を併結することで長編成化(以下、併結列車)し、1線路あたりの車両走行密度を増加することを提案する。このとき郊外方向への輸送需要を考慮すると、併結列車の半分の車両のみに利用者を乗車させ、残りの車両は空車で運行する。すなわち通常の営業列車と空車の回送列車を併結して運転することで、現行のホーム長での運用が可能になる。

6.2.2 併結運転による3線運行の要点

1線路あたりの線路容量は、列車間の最小運転時間に依存し、それは信号設備、車両性能、運転速度、駅の停車条件、列車編成長等により決定される。ここで列車を併結することによる列車編成長の増大が、最小運転時間に与える影響を図一3に示す。列車の駅間走行速度により必要な最小運転時間は変化する。また、閉そくによる列車防護区間があるため、最小運転時間が最も小さくなる走行速度が存在する。通常の列車編成長(以下、通常列車)(列車長200m)と併結列車(列車長400m)の最小運転時間を



■図一3 最小運転時間の比較

比較すると、駅間走行速度が60km/時のときでは12秒程度、運転間隔が増大する結果がシミュレーションより得られた。

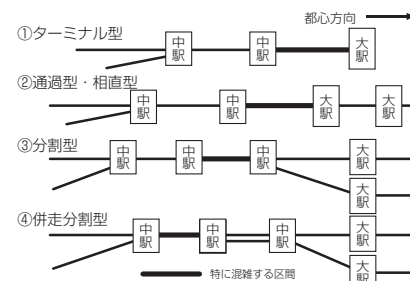
同一線路上を通常列車と併結列車を混在させて運転するとき、併結列車の運転割合が増えると、列車相互間の運転間隔の増大を考慮しても、走行車両数は増加する。仮に全ての列車を併結列車として運転すると、その走行車両数は全列車が通常列車のときと比較して、約1.8倍まで増加させることが可能である。ここで重要なことは、併結列車の運転本数と列車間の併結作業にともなう損失時間の関係によって下り線の走行車両数が決まり、それが上下方向を合わせた路線全体の輸送力を決定することである。

朝の混雑時の都心方向へは、2本の線路で運行することで以下の効果がある。

- ・運転本数の増加による輸送力の増強と運転間隔の短縮
- ・1線路あたりの余裕運転間隔の増加と緩急別運転による速達性の向上
- ・余裕運転間隔の増加による遅延波及の抑制

6.2.3 検討対象とする路線形態

既存の複線路線に3線運行を導入するにあたり、その運行上の技術的可能性とその効果を検証する。東京圏に存在する路線形態を整理すると、図一4に示すように大きく4つに分類できる。ここで検討を必要とする路線形態を整理すると、3線と複線、ならびに3線と複々線(複線+複線)の接続形態を有する2パ



■図一4 路線形態の分類

ターンに集約できる。これらの異なる路線形態を接続する駅が運行上の主なボトルネックになるため、その接続駅で適用可能な運行手法により得られる輸送力が、路線全体の輸送サービス水準を決定する重要な要素になる。

6.2.4 3線化による輸送力の変化

(1) 3線と複線を接続するケース

図-5に構内配線の一例を示す。A駅は都心のターミナル駅であり、朝の混雑時は多くの利用者が降車することを想定している。駅構内には、郊外方向から到着した列車の一部を折り返すための引上線を1本敷設する。

郊外方向から上り線と中線を走行してA駅に到着した列車のうち、引上線に引き込んだ列車以外は、そのまま都心方向に継続して運行する。引上線で運転方向を換えた車両(回送列車)は、下り線のホームに乗降のため停車中の営業列車と併結後、郊外方向へ走行する。

3線区間の上り線と中線を合わせた走

行車両数は、この駅で一部の列車の併結作業にともない発生する損失時間から決定される下り線の走行車両数と等しい。このときの3線区間の下り線を走行する全列車に対する併結列車の割合と、上下方向別の輸送力の変化を図-6に示す。この例では現行の運行手法による場合、すなわち全列車を通常列車で運転したときの輸送力を100%とすると、併結列車の割合が50%のときに、上り方向の輸送力が127%で最大化される結果が得られた。一方、そのときの下り方向の輸送力は83%に低下する。

(2) 3線と複々線を接続するケース

図-7に構内配線の一例を示す。郊外方向へは複々線区間の2本の線路(下り線1, 下り線2)が、B駅から先の3線区間では1本になるため、郊外方向に走行する一部の列車をこの駅で併結する。

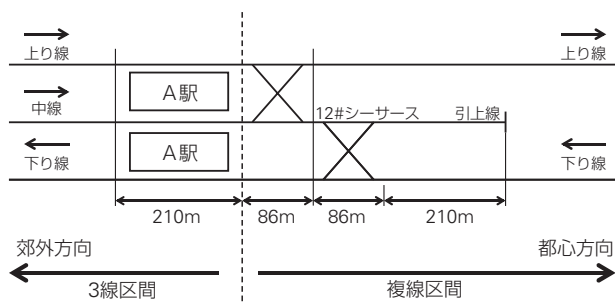
3線と複々線を接続するケースと同様に、3線区間の下り線を走行する全列車に対する併結列車の割合と、上下線別の輸送力の変化を図-8に示す。この例

では併結列車の割合が50%のときに、上り方向の輸送力が140%で最大化され、下り方向の輸送力は93%に低下する結果が得られた。

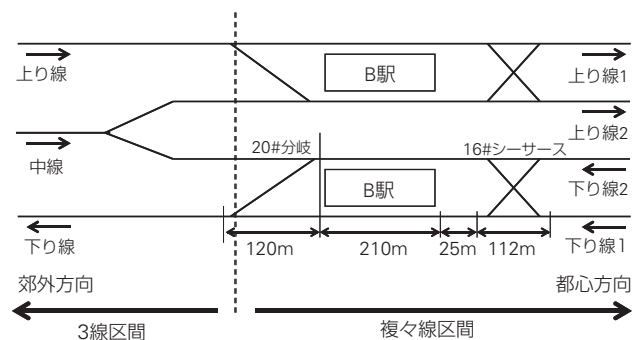
ここで例として示した2つの構内配線以外に、引上線やホーム部の線路の追加等、線路配置を変更すると得られる輸送力も変化する。また、併結割合を選択する際には、上下方向の輸送需要のバランスを考慮して、下り方向の快適性を大きく損なわないようにすることが重要である。

6.3 閑散時の運行手法

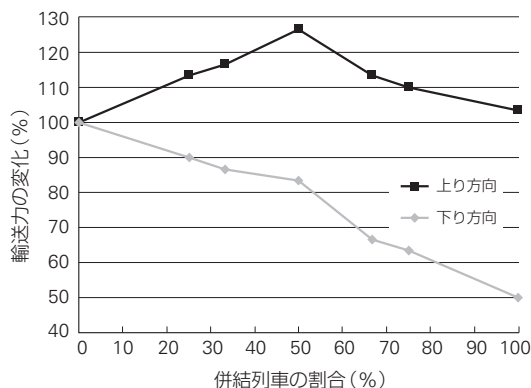
閑散時は輸送需要に対して十分な輸送力があるため、本研究では、上下方向の急行運転にともない発生する普通列車の待避損失時間を削減する運行手法を提案する。図-9に示すように、外側の2本の線路は上下の走行方向を固定する。中線は急行列車専用の通過線と位置付け、上下方向に対して均等に区間を配分する。ニューヨークの地下鉄



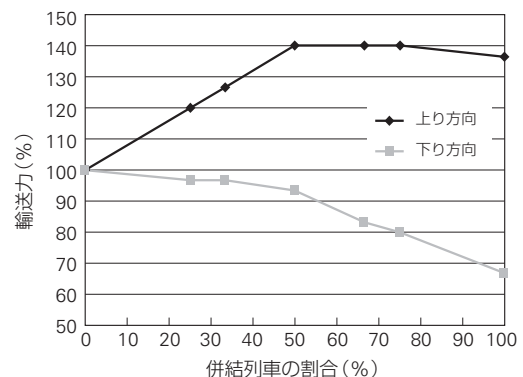
■図-5 構内配線の例(3線-複線)



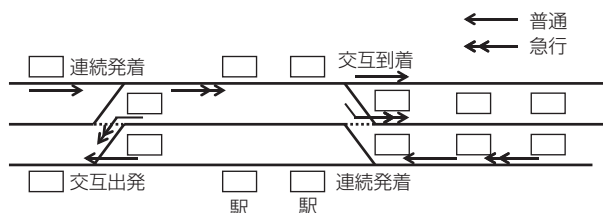
■図-7 構内配線の例(3線-複々線)



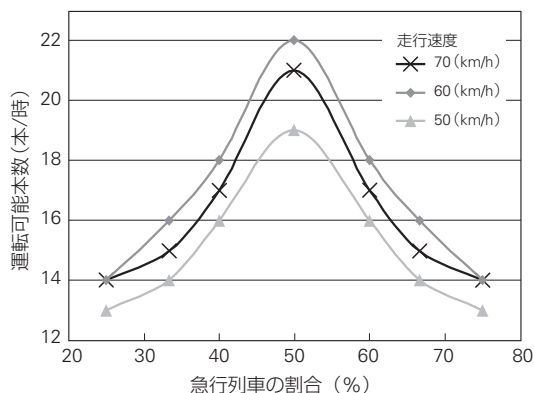
■図-6 併結列車の割合と輸送力の変化(3線-複線)



■図-8 併結列車の割合と輸送力の変化(3線-複々線)



■図-9 閑散時の運行手法



■図-10 急行列車の割合と運転可能本数

では、朝と夕方の混雑時間帯で、中線の全区間において混雑方向のみに急行運転を実施しているが、提案する運行手法は、急行列車が中線と外線を交互に走行することにより、上下方向の速達性を等しく向上させるものである。

この運行手法が有効に機能する条件は以下の2つである。

- ①急行列車が中線を走行している間に普通列車を完全に追い越していること。
- ②急行列車が外線を走行している間は普通列車に追い付かないこと。

次に中線から外線へ、または外線から中線への渡り線が必要な駅を決定するプロセスをまとめる。

- ①駅停車することで発生する駅停車損失時間(減速損失時間、駅乗降損失時間、加速損失時間)を算出する。
- ②列車相互間に必要な運転時隔(連続発着、交互到着、交互出発)を算出する。
- ③急行列車の通過駅数と駅停車損失時間から、追越運転時に列車相互の運転時隔を満たす区間駅数を決定する。
- ④区間駅数にもとづいて渡り線を配置する。

運転可能な列車本数は、図-10に示すように、全列車に対する急行列車の割合と走行速度によって変化し、普通列車と急行列車の運転本数が等しいときに、最も効率的な運行が可能である。

閑散時の運行手法の特徴を以下に示す。

- ・上下線が独立しているため、上下線間で遅延の直接的な波及がない。

- ・駅間距離に関係なく、主に急行列車の通過駅数で外線と中線間の渡り線の配置が決定する。
- ・駅間で追越運転が行われることで、制約条件に時間的および空間的な幅が発生するため、遅延の波及を抑制する効果がある。

7— 輸送サービスの変化と費用便益比

7.1 輸送サービスの変化

既存の複線路線をモデルとして、3線運行を導入した場合の輸送サービスの比較を行った。対象とした路線は、その両端を複々線路線(2つの複線路線)で挟まれた約12kmの複線区間である。

現行の朝の混雑時間帯の輸送力は42,000人/時であるが、3線運行の導入によるシミュレーション結果では、都心方向へは53,000人/時(+26%)、郊外方向へは36,000人/時(-13%)に変化する。また、都心方向への全列車を平均した表定速度は、25km/時から40km/時に向上する。それにより当該区間の平均所要時間は29分から18分に短縮される。

閑散時間帯では、現行の輸送力を維持したまま速達性の向上を図った。その結果、平均33km/時の表定速度が37km/時に向上し、当該区間の平均所要時間を2分短縮できる。

7.2 費用便益比の試算

3線運行により利用者が得られる便益は、速達性の向上により年間約235億

円、混雑緩和にともなう快適性の向上により年間約74億円と試算された。一方、設備が増えることにより、鉄道事業者に発生する追加費用は年間約6億円になり、その結果、年間約303億円の純便益が発生すると試算された。

既存の地上複線路線を3線化するにあたり、地上式、高架式、地下式の各概算事業費、ならびに費用便益比(B/C)を試算した結果を表-1に示す。なお、計算期間は30年、社会的割引率は4%とした。

■表-1 3線化の概算事業費と費用便益比

3線化方式	概算事業費(億円)	B/C
地上式	1,300	3.3
高架式	3,100	1.4
地下式	4,700	0.9

8— 運転支障事故発生時の輸送力の確保

複線区間で1線路が長時間支障する事故が発生した場合は、支障箇所を含む区間をはさんで、上下線間に渡り線が設置されている駅で折り返し運転を実施する。このとき支障箇所を含む区間では、上下方向で運転を見合わせる。しかし、運転支障事故が3線区間で発生したと仮定すると、その事故の内容によっては当該区間を複線として運行を継続し、路線全体の輸送力を確保することが可能になる。

鉄道運転事故等届出書の事故内容から、3線区間で運転支障事故が発生したと仮定したときに、複線として上下方向の輸送力が確保できるものを抽出し

た。輸送力の確保が可能な運転支障事故には、車両故障、駅間での軌道短絡による信号故障等がある。一方、上下方向で運転を支障する事故には、人身事故、踏切障害、中央系統の信号故障、自然災害等がある。

東京圏の大手民鉄やJR等の鉄道事業者から、平成14年度に届け出があった434件の運転支障事故を対象に調べたところ、その39%にあたる170件が、3線化により運行の継続が可能であると推測される。さらに、遅延した列車本数と最大遅延時間から、運転支障事故により発生した時間費用を推計したところ約70億円であったが、3線化によりその33%にあたる23億円の時間費用を削減できる結果が得られた。

9—まとめ

3線運行手法は、混雑時における混雑方向の輸送力増強や、閑散時を含めた緩急別運転による速達性の向上、さらに、遅延の波及を抑制する効果がある。以下に、3線運行の導入が効果的な路線の特徴をまとめる。

(1) 速達性の向上

- ・急行列車の運転本数とその通過駅数が多い路線
- ・閑散時と混雑時で所要時間の差が大きい路線
- ・今後、急行列車の導入が望まれる路線

(2) 輸送力の増強による混雑緩和

- ・時間帯および方向別に輸送需要に偏りがあり、ボトルネック区間が存在する路線

(3) 遅延の波及と拡大の抑制

- ・運転時隔に余裕がなく、慢性的に運行遅延が発生している路線
- ・急行列車の運転本数が多い路線

これまで3線運行が国内の都市鉄道に普及しなかった理由として、かつては運転の保安が人的注意力に頼る部分が多く、柔軟な運行手法の導入が困難だっ

たこと。そして、列車を迅速に連結解放する技術が存在しなかったことが考えられる。提案する3線運行手法は、現行の信号システムと1980年代後半から一部の鉄道路線で普及し始めた自動連結解放装置を用いることで、技術的な実現可能性を見いだしている。

最後に、従来からある慣例にとらわれずに、新しい運行手法を導入することで、これまで困難だと思われていた都市鉄道の輸送サービス水準が改善され、将来の良質な都市インフラ構築の一助になることを期待する。

■コメントの概要

3線運行手法についての有効性等は詳細に述べられていたので、3線運行をプランニングの中に組み込む際の課題と展望について述べる。

1—3線運行手法の価値について

3線運行は、鉄道事業者、鉄道利用者、非鉄道利用者の3者に対して異なった価値をもたらす。

1) 鉄道事業者への価値

3線運行が鉄道事業者に与える第一の価値として、整備コストの圧縮がある。第二の価値としては、工期の短縮があげられる。3線運行は現在の鉄道用地を活用することができるので、関係機関・地権者協議に要する時間を短縮することができる。また、この工期の短縮は時間管理概念とも整合的である。第三の価値は、人口減少下での競争力の確保につなげることができることである。3線運行により輸送力を増強することで、しっかりとした輸送サービスの提供や多様なニーズに対応する輸送サービスの提供が実現できる。第四の価値は、沿線価値の向上（不動産価値向上の内部化）である。最後の価値は、混雑緩和効果の内部化があげられる。

2) 鉄道利用者への価値

3線運行が利用者に与える価値としては、乗車時間の短縮、待ち時間の短縮、列車内の混雑緩和、ホーム上の混雑緩和等があげられる。これらの運輸政策審議会答申第18号（以下、運輸審18号答申）の主要課題の解決に、3線運行は貢献することができる。また、先の工期短縮を踏まえると、早期に輸送力増強の便益を享受することができる。混雑緩和によって、通勤ライナー型サービスや車両別サービス（携帯電話、モバイルミュージック、無線LAN）といった多様なニーズに対応した輸送サービスの質的向上の可能性も出てくる。

3) 非鉄道利用者への価値

非鉄道利用者への価値としては、まず沿線価値の向上があげられる。鉄道沿線の自治体は、鉄道の輸送力増強と質的向上により企業誘致が期待でき、かつ人口の増加も期待できる。そして、固定資産税、都市計画税、事業所税等の増収も期待できるようになる。そして、3線運行による公共交通の発展がCO₂排出削減につながり、自治体が関与するTOD促進にも貢献することができる。

2—東京圏の都市鉄道プランから見た3線運行手法の価値

2000年に運政審18号答申が提案されたが、この答申を鑑みただけに、3線運行がどのように位置付けられるのか述べてみたい。

1) 運政審18号答申路線の未着手路線

運政審18号答申では、A路線で450km、B路線を含めて650kmの路線延長の計画が立てられている。このような計画において、3線運行は複々線化の工事が進展していない路線、例えば、A2路線の小田急小田原線（向ヶ丘遊園—新百合ヶ丘）や中央線（立川—三鷹）、B路線の東急田園都市線（溝の口—鷺沼）等

の輸送力増強の整備手法として強力なオプションである。

2) ポスト特定都市鉄道整備事業

複々線化工事が終了した後でも、郊外部で分岐するネットワーク形状を有する路線では、ボトルネックが残される区間がある。このボトルネックにより、複々線区間の線路未利用率が高くなることがある。さらに、ボトルネックがあることで、分岐した路線間のサービス水準（運行本数）のアンバランスが生じる可能性もある。このボトルネック区間において、3線運行はサービス水準のアンバランスを是正するための重要な運行手法になり得ると考えられる。

3) 同・異ゲージ相直

フリーゲージを使用し、相互直通運転を活用することで、東京圏の鉄道ネットワークをさらに充実させることができるようになる。そして、高密度ネットワークの拡張により、さらに新しいサービスの提供ができるようになると考えられる。例えば、JR横浜線から町田を通過して小田急小田原線に入っていくことがあげられる。このような新たな相直を行う際に、路線によってはボトルネックとなる区間を有している可能性があるが、3線運行はそれらの路線をより効率的に使用するための有効な運行手法と考えられる。東京の鉄道ネットワーク全体を通じて新たなサービスを提供することを検討する際には、3線運行を利用することを議論する必要がある。

3—整備スキームの検討課題

上記のような、将来に向けた鉄道の輸送力増強やそれとともなう整備等を検討する際に、どのようなスキームを用いて整備を支えていくのかということ

考える必要がある。

1) 都市鉄道等利便増進法の適用可能性は？

昨年、特定都市鉄道整備積立金制度が廃止になり、現在、民間の都市鉄道事業者の混雑緩和のための整備事業を支える制度はない。そこで、昨年制定された都市鉄道等利便増進法を活用できないか検討する。都市鉄道等利便増進法の施行規則の第四条の三には「列車が追越しを行うために必要となる都市鉄道施設の整備」とある。この部分の解釈によっては、3線運行のための施設更新、整備に同法が適用できるかもしれないと考えられる。

2) 整備スキームの論点

現在の都市鉄道等利便増進法の適用範囲は、複数事業者のミッシングリンクの解消にあるように見える。今後は3線運行という新しいオプションの実現も踏まえて、単一事業者のボトルネックの解消にも、同法の利用を幅広く検討してもよいのではないと思われる。神奈川東部方面線（大倉山一日吉）の複々線化事業は、その適用可能性を拓くものとも考える。

もう一つの論点としては、公益重視型の上下分離スキームを検討する必要があると思われる。公益を重視する際には、収支が発散しない条件での線路使用料の設定ができるようにする必要がある。都心部相直先で発生するネットワーク効果（反射損益）もしっかりと評価する必要がある。

■質疑応答

Q 高い運転密度の下で3線運行を実施した場合に、鉄道運行の安全は担保されるのか。

A 3線運行の導入に際して、現在の鉄

道信号技術で運行の安全を確保することは十分に可能であり、そのように信号システムを設計した上で、導入することは当然のことである。そもそも信号システムの限界を超えた運転は現実的に不可能であり、作為的に取り扱いを間違えない限り、事故が発生する確率はほぼゼロに等しいと考える。

Q シミュレーションにおいて、鉄道事業者にとってのBenefitとは何が含まれるのか。鉄道利用者の増減は含まれているのか。

A 鉄道事業者に対する便益は、サービスの向上にともなう誘発需要により増加する運賃収入である。今回のシミュレーションにおけるB/Cの便益は、利用者の所要時間の短縮、混雑緩和による快適性向上、そして事業者の営業費の増加をベースに試算した。ただし、将来の沿線人口の変化による需要変動は考慮しているが、利便性向上による誘発需要までは含めていない。

C 今回の発表は、多面的かつ積極的な分析にもとづいており、評価できている。3線運行のオペレーションにより事故が発生することは、想定された人的ミスを含んだとしても、事実上ゼロであると考えられる。現在、所属している大学の研究室では、複々線において輸送障害が起きた場合に、残りの3線を活用する方法等についても研究を進めている。

C 3線運行は、鉄道ネットワークの拡張等に活用できると思われる。特に夜間に3線で運行できると保守・点検の問題もクリアできるので、今後も検討を進めていただきたい。