

目的地に速く・早く着くために

岡本 勲

(財)鉄道総合技術研究所(顧問)



おかもと いさお

はじめに

鉄道は、乗り物として安全であることは当然として、速いこと、目的地に早く着く(所要時間が短い)こと、快適であること、経済的であること、時間が正確であることなどが求められます。中でも、速いことは、目的地までの所要時間を短くするためには必須の要件であり、また、“速い乗り物”であることは、鉄道の魅力の一つになっています。最近では、営業速度が300km/hを超える高速鉄道も実用化されており、鉄道の最高速度の更なる向上にも関心が高まっています。

しかし、鉄道を利用されるお客様にとっては、目的地に早く着くことが重要であり、利用する交通機関を選択する際に優先して考慮される点と考えられます。ただ、この目的地までの所要時間を短くするためには、列車の最高速度の向上と共に、曲線や分岐器の走行速度の向上、加速度や減速度の向上、乗り継ぎ駅での列車の接続を良くするなど総合的な対策が必要です。鉄道事業者にとっては、こうした高速化に対応するための技術開発、車両や地上設備の改良、種々の環境対策などが必要となり、大きな投資も伴いますが、自動車や飛行機と競争して鉄道の旅客輸送割合(鉄道のシェア)を増やすためには重要な施策となっています。

ここでは、鉄道的高速化や目的地までの所要時間を短くするための方策、それに伴う技術的な課題や対策、高速化の現状などについて紹介します。

目的地までの所要時間と鉄道のシェア

旅行者が乗り物を選ぶ際の理由としては、目的地までの距離と所要時間、コスト(運賃)、快適さ、乗り継ぎの便利さなどが挙げられますが、以下では、目的地までの所要時間と鉄道のシェアに着目して分析した例を示します。

図1は、UIC(国際鉄道連合)が2005年に

発表した資料に最近のデータを加えて作成したもので、300km~600km程離れた都市間を移動する際の所要時間に対して鉄道と飛行機が選択された割合を実績に基づいてまとめたものです。これによると、所要時間が3.5時間前後の場合に鉄道のシェアが50%程度となり、それ以内では鉄道を選択する人の方が多くなることが判ります。すなわち、鉄道のシェアは、目的地までの所要時間に対して反比例の関係にあり、飛行機などに対して鉄道のシェアを増やすためには、“所要時間3~3.5時間圏”を拡大する取り組みが重要となります。

例えば、最近、東日本旅客鉄道が、東北新幹線を八戸から新青森まで延伸する際に、新しいE5系新幹線電車を投入するなどして最高速度を現在の275km/hから国内最高の320km/hに向上する計画を進めています。この速度向上により、東京~青森間の所要時間は、現在の八戸から特急列車を利用する場合の最速3時間59分から2012年度末には3時間5分程度に短くなり、東京~青森間における航空機に対する鉄道のシェア(2004年度で約67%)を増大させることができると期待されています。

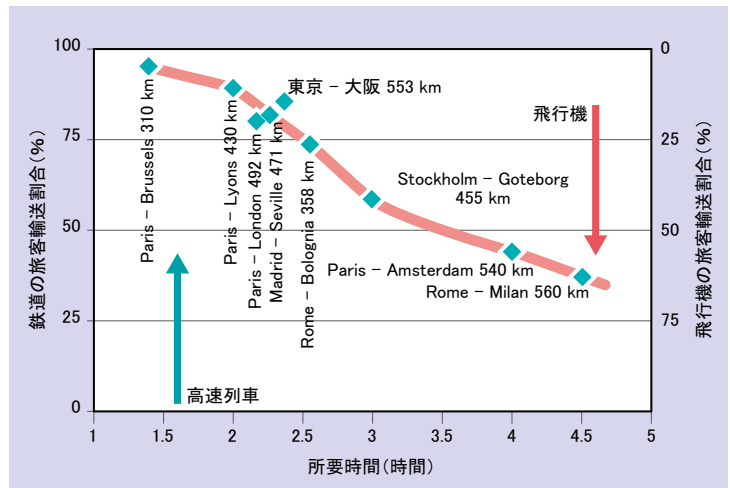


図1 目的地までの所要時間に対する鉄道のシェア

表1 目的地までの所要時間を短くする方策

分類	方策	技術的な課題と対策
ハード対策による 所要時間の短縮	最高速度の向上	高速走行安定性の向上, 環境対策, 力行・ブレーキ性能の向上
	曲線走行速度の向上	車体傾斜車両の導入 曲線改良, カント改良
	分岐器走行速度の向上	一線スルー方式の採用 高速分岐器の採用
	起動加速度・減速度の向上	出力向上, ブレーキ性能の向上
	勾配走行速度の向上	
ソフト対策による 所要時間の短縮	直通化	ミニ新幹線(改軌による直通化), 同一軌間の路線間の相互直通, 軌間可変車両の導入
	停車駅減	特急列車, 快速列車等の設定
	列車の接続時間の短縮	乗り換え時間の短縮
	列車ダイヤ(列車本数, 退避時間)の改良	待ち時間の短縮
	他の交通機関とのアクセスの向上	乗り換え時間・待ち時間の短縮

所要時間を短くする方策と技術的な課題

対象とする路線の特徴から、高速化や所要時間を短くするために重点を置いて進めるべき適切な方策(表1)を選定して、実施することが重要です。ここで言う“路線の特徴”とは、線形(直線区間が多いか、曲線区間が多いか)、軌間の種類(標準軌か、狭軌か)、軌道、架線、信号など地上設備の構造、性能、整備の状態(高速走行に適しているか)などを意味しています。

ここでは、国内を代表する路線として、新幹線、在来線、ミニ新幹線を採用し、各路線の特徴、高速化や所要時間を短くするために必要な方策、それに伴う技術的な課題や対策を紹介します。

なお、図2では、各路線の特徴を图示しています。

(1) 新幹線(図2のA駅～B～C～D駅)

新幹線の特徴としては、標準軌で、直線区間が多く、本線上の曲線は半径が大きく(最小曲線半径は東海道新幹線2500m、岡山以西の山陽新幹線以後4000m)、踏切が無く、軌道、架線、信号などの地上設備の構造、性能、整備の状態は、新幹線の高速度走行に適したものとなっています。

所要時間を短くする方策として、従来は、最高速度の向上が主体で

した。しかし、東海旅客鉄道と西日本旅客鉄道のN700系新幹線電車(2007年営業開始)では、新幹線では初めて、空気ばね式車体傾斜装置を採用して東海道新幹線の半径2500mの曲線の走行速度を250km/hから270km/hに向上し、起動加速度を1.6km/h/sから2.6km/h/sに増大するなどにより、東京～新大阪間の所要時間を最大5分短く

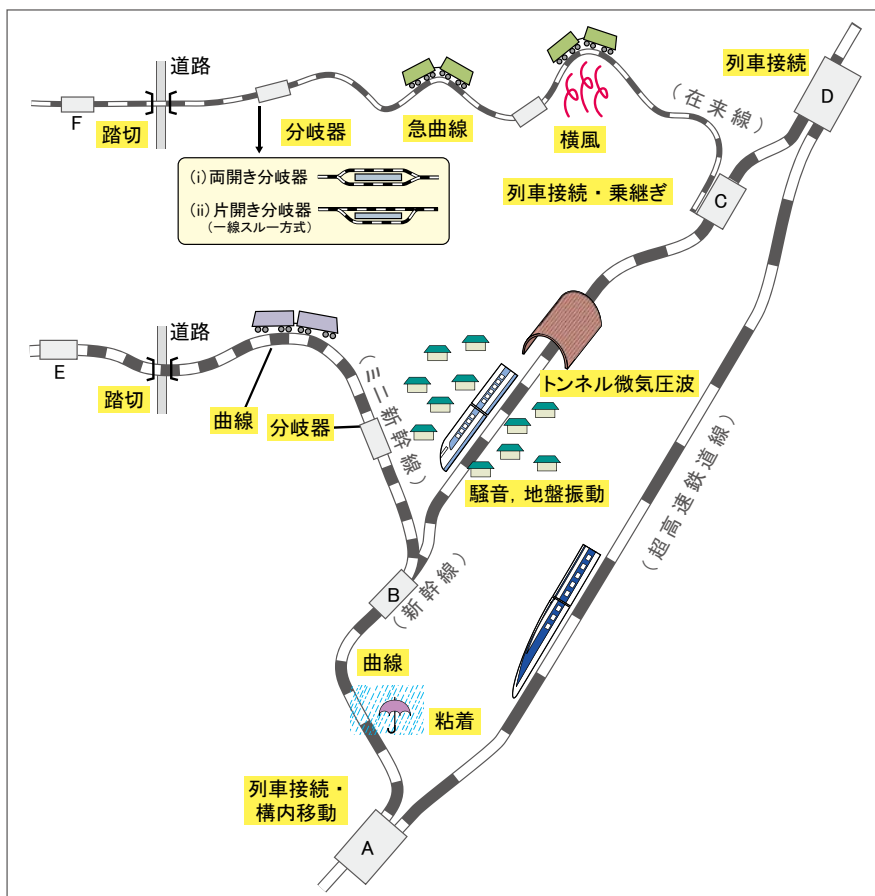


図2 新幹線, 在来線, ミニ新幹線の路線図



図3 同一ホーム対面乗り換えの例
(九州新幹線新八代駅)
(国土交通省ホームページより)

することが可能になりました。また、デジタルATC(自動列車制御装置)の採用による一段ブレーキ化でも所要時間を短くしています。在来線に乗り継ぐ場合に、乗り継ぎ駅における乗り換え時間を短くするため、例えば、九州新幹線新八代駅では、同一ホーム対面乗り換え方式(特急「リレーつばめ」と新幹線「つばめ」を乗り継ぐ場合、指定席の位置をできるだけ同じにする配慮をしている)を採用して所要時間を短くしています(図3)。

次に、高速化や所要時間の短縮に伴う主な技術的な課題とその対策について述べます。

- ①高速走行安定性を向上するため、軽量で走行性能の良い新幹線電車用ボルスタレス台車を開発し、300系“のぞみ”以降の新幹線電車に採用しています(図4)。
- ②高速走行時やブレーキ時の車輪～レール間の粘着性能を向上するため、増粘着研磨子や増粘着材噴射装置などを採用しています。
- ③高速走行時の乗り心地を向上するため、アクティブ制振装置(左右振動乗り心地の改善)や空気ばね式車体傾斜装置(曲線走行時の左右定常加速度の影響低減)、車体間ヨーダンパなどを採用しています。
- ④高速走行時の車外騒音を低減する低騒音パンタグラフ、全周ホロ、台車カバーやトンネル微気圧波を低減する車両の先頭部形状、トンネル緩衝工などを採用しています。

(2) 在来線(図2のC駅～F駅)

在来線の特徴としては、小さな半径の曲線が多く、大半は、狭軌で、踏切が有り、軌道、架線、信号などの地上設備の構造、性能、整備の状態は、最高速度が120～

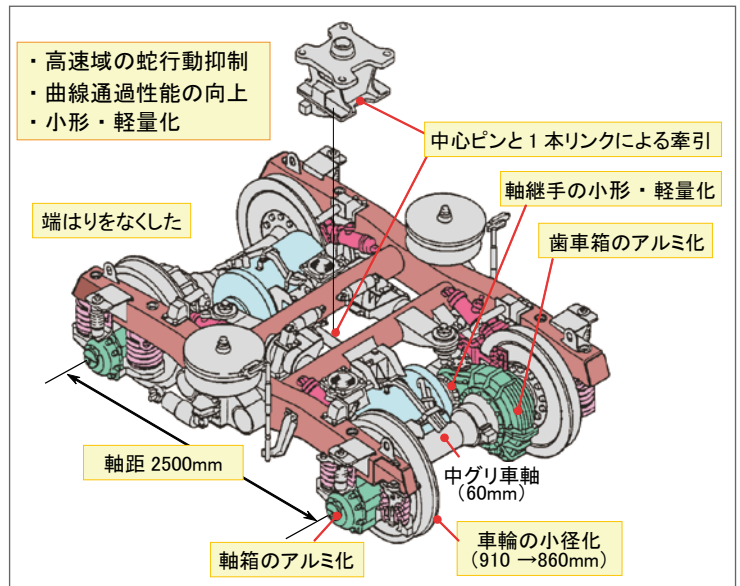


図4 新幹線電車用ボルスタレス台車

130km/h程度を前提としたものになっています。

所要時間を短くする方策としては、在来線では最高速度が120～130km/h程度に抑えられているため、曲線や分岐器の走行速度の向上、加速度や減速度の向上、異なる路線間の相互直通化やソフト対策(表1)による停車駅減(特急や快速などの設定)、乗り継ぎ駅における列車の接続時間、乗り換え時間の短縮などが主体となります。

次に、所要時間の短縮に伴う主な技術的な課題とその対策について述べます。

- ①曲線や分岐器で速度を上げると、大きな横圧が発生して走行性能が悪くなり、計画した速度向上ができなくなる場合があります。この場合、軸重の軽減や操舵性の良い台車(図5)の採用など車両側の改良と、曲線半径を大

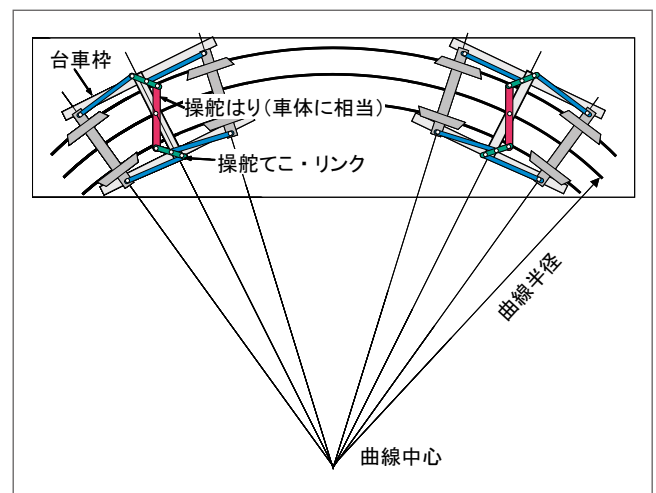


図5 ボギー角連動リンク式操舵台車のしくみ

きくしたり、カントを高くしたり、分岐器通過速度を向上する一線スルー方式を採用する(図2)など軌道側の対策を検討する必要があります。

- ②曲線の走行速度を向上すると、大きな左右定常加速度が発生して乗り心地が悪くなります。そこで、乗客が感じる左右定常加速度を軽減するため、曲線走行中に車体を曲線の内側に傾ける車体傾斜車両(図6)の導入やカント改良など軌道側の対策が必要になります。

北海道旅客鉄道は、1997年に、札幌～釧路間(349km)の高速化を行うため、283系振り子式特急気動車の投入と軌道改良を行い、所要時間を4時間25分から3時間40分台へ大幅に短縮しました。この283系特急気動車は、上記の車体傾斜機構とボギー角連動リンク式操舵台車(図6)を採用しており、従来の振り子車に比べて乗り心地が向上し、平均横圧を1/2～1/3に低減することができました。

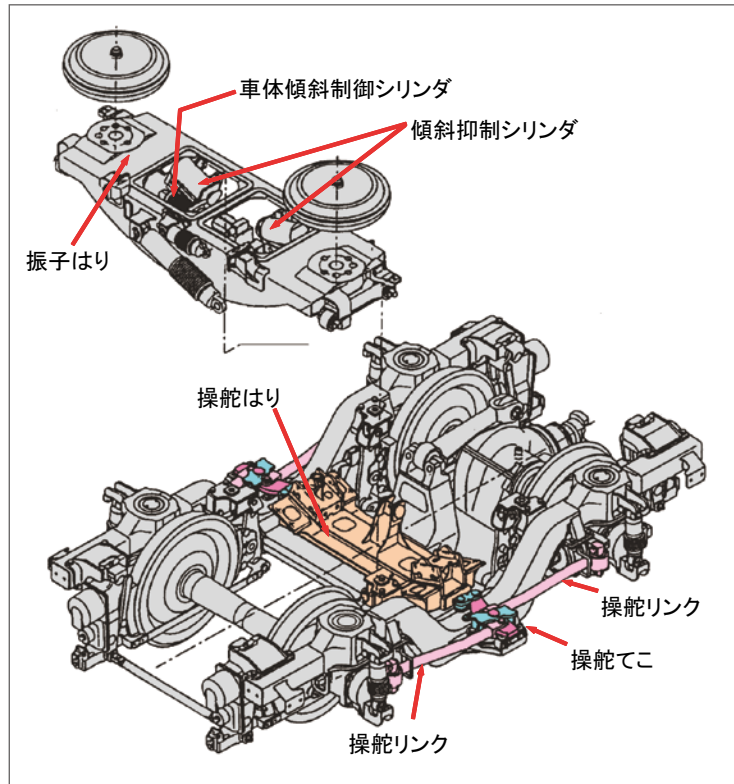


図6 283系振り子式特急気動車の操舵装置付振り子台車

(3) ミニ新幹線(図2のB駅～E駅)

ミニ新幹線は、在来線の線路幅を新幹線の標準軌に改軌し(拡げ)、在来線特急電車並みの大きさの新幹線電車が、新幹線から直通運転ができるようにした路線で、山形新幹線、秋田新幹線があります。ミニ新幹線の特徴としては、改軌前の在来線の線形やトンネル、橋などの構造物は大きな変更をしないため、小さな半径の曲線、大きな勾配、踏切が有り、軌道、架線、信号などの地上設備の構造、性能、整備の状態は、最高速度が130km/hを前提としたものになっています。

所要時間を短くする方策としては、直通運転する車両の新幹線での高速走行性能を確保しながら、ミニ新幹線の曲線や分岐器の走行速度を極力向上できるように、軸重を軽量化し、台車諸元を選定すると共に、曲線改良など軌道側の対策もあわせて行う必要があります。

ミニ新幹線のメリットは、新幹線と在来線間の乗り換えが不要で、乗り換えの時間を省略できる点にあり、山形新幹線の場合、飛行機に対する鉄道のシェアを大幅に増やしました。

高速化の現状とこれから

新幹線は、最高速度210km/hの時代が長く続きましたが、1992年に300系新幹線電車により本格的な270km/h運転が実現しました。更に、1997年に500系新幹線電車が300km/hへ速度向上し、現在、開発中のE5系新幹線電車では、2012年度末に最高速度320km/h運転を予定しています。一方、日本に較べて沿線環境に恵まれたフランスでは、1989年にTGV大西洋線で300km/h、2007年に開業したTGV東ヨーロッパ線で320km/h運転を実現しています。また、2008年に開業した中国の北京・天津高速鉄道では、350km/h運転を行っており、現在、最高速度300km/h以上の営業運転を行っている国、地域は10箇所程にもなっています。更に、日本では、2025年を目標に、最高速度500km/hの超電導リニア鉄道を東京～名古屋間で実用化する計画も進められています。

このように、鉄道は、安全で、環境にやさしいと共に、高速性や速達性においても魅力のある乗り物として発展していくことが期待されます。[RRR]