

## 田園都市線・新玉川線におけるスピードアップ の方策と効果に関する一考察\*

Study on Improvement of the Train Speed of Den-en-Toshi and Shintamagawa Lines  
and Its Effects

城石 典明\*\*・八方 隆邦\*\*\*・久慈 正幸\*\*\*\*

By Fumiaki SHIROISHI, Takakuni HAPPO and Masayuki KUJI

Recently improvement of the commuting trains' speed has been introduced by JR and the other private rail companies in pursuit of higher competition power. Few papers, however, discuss the effects of the speed improvement and its evaluation. The objective of this paper is to address the effects of the speed improvement on Den-en-Toshi and Shintamagawa Lines, evaluating the shortened travel time in terms of Net Present Value, as well as to illustrate several ideas to improve the train speed. The investment needed for the improvement is found to be effective.

### 1. はじめに

従来から、都市と都市を結ぶ都市間輸送鉄道については、JRを中心にスピードアップに対する取り組みが盛んに行われ、これらに対する技術的な報告書も多数発表されてきた<sup>1)</sup>。特に、新幹線や在来線の特急などのスピードアップについてはめざましいものがあり、時間的都市間距離は日を追うごとに短くなりつつあるといえよう。

ところが、近年になって、通勤・通学、買い物などの利用が主体の都市圏鉄道についてもスピードアップに対する同様な取り組みが行われはじめ、すでにいくつかの報告書も発表されている<sup>2)</sup>。これは、

現代のように価値観が多様化し、しかも変化の激しい社会情勢にあっては、利用距離の短い都市圏鉄道においても、スピードを増すことによって、他の路線との差別化を図り、競争力を強化することが重要な要因であると考えられているからと判断される。特に、関西の鉄道に見られるような他路線との著しい競合は、経営の根幹に係わるまでの問題となっており、その意味からスピードアップは交通サービスを提供する者の一大使命となっているといえる。

そのために、都市圏鉄道に関するこれらの報告書は、いずれもが競争力強化のためのスピードアップに必要な具体的な技術的方策に重点が置かれ、運転時分が短縮化されることによる具体的な効果 — 特に投資との関係 — については、ほとんど触れられていないのが実情である。

したがって、本報告では、当社の主要路線である田園都市線・新玉川線を例にとり、スピードアップ化を図るための具体的な方策を述べるだけでなく、スピードアップによる運転時間の短縮化がもたらす

\* キーワード：スピードアップ，効果，現在価値

\*\* 正会員 M.S. 東京急行電鉄交通事業本部

工務部土木課係長

(〒150 渋谷区南平台町2-17)

\*\*\* 正会員 同工務部次長

\*\*\*\* 正会員 同工務部建設課

具体的な効果に重点を置き、その評価についてプロジェクト評価で用いられる現在価値の概念を取り入れて議論を行うこととする。

まず、2章において、田園都市線・新玉川線についての概要を紹介し、続いて、3章でスピードアップのための具体的な方策を、4章で費用および工程について、それぞれ述べる。さらに、スピードアップがもたらす効果について、現在価値という観点からの評価を加えながら5章において詳述する。そして、最後に今後の展望を述べる。

## 2. 田園都市線・新玉川線の概要

田園都市線は、東京急行電鉄が開発を進めている多摩田園都市を都心と直結する基幹交通として、すでに営業を行っていた大井町線（大井町～二子玉川園～溝の口）を路線延長するかたちで計画・建設され、昭和41年4月に溝の口～長津田間において営業を開始した比較的新しい路線である。その後、長津田～つくし野、つくし野～すずかけ台と順次延伸が行われ、昭和51年には、つきみ野まで開通した。

一方、新玉川線は、渋谷や世田谷の発展に伴い、激増する輸送需要に対し大幅な輸送力を確保するために、軌道であった玉川線の代替地下鉄路線として計画・建設され、昭和52年に、渋谷～二子玉川園間において開通した。これを受けて、昭和54年には、従来までの大井町～二子玉川園～つきみ野のルートから渋谷～二子玉川園～つきみ野のルートに変更、田園都市線と新玉川線は一本の路線となり、さらには営団半蔵門線とも乗入れ、3本の路線が相互直通運転を行うようになった（分離された大井町～二子玉川園間は、従来の大井町線の名称のまま爾来、区間運転を行っている）。その後、昭和59年に、小田急江ノ島線の中央林間まで延伸が行われ、現在では水天宮前～渋谷～中央林間間において、半蔵門線・新玉川線・田園都市線の3線により相互直通運転が行われている（図-1）。

田園都市線沿線にある多摩田園都市は、多摩川の西南部に広がる丘陵地帯に首都圏への優良な住宅を供給することを目的として開発された居住都市であり、総開発面積は約5千ha、定着人口は45万人を越えており、人口は現在もなお増え続けている。さらにまた、その隣接地に、住宅都市整備公団によ

る港北ニュータウンの開発も現在進行中である。これらの開発によって、同線の利用者は年々増加の一途をたどっており、これと歩調を合わせるかのように新玉川線の利用者も増加している（図-2）。

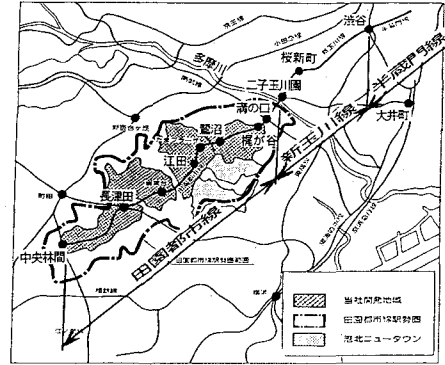


図-1 路線図

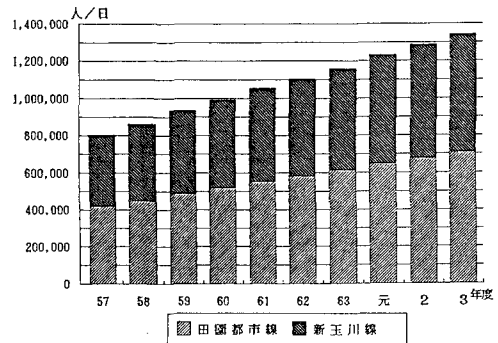


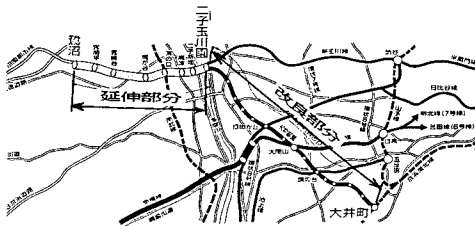
図-2 利用者数の推移（1日平均）

また、横浜市営3号線が平成5年春にあざみ野において接続される予定になっており、すでに連絡しているいくつかの路線も含めて、他路線からの流入が今後増加していくことも予想され、両線の利用客数はますます増加していくものと思われる。

このような輸送需要に対して、列車編成長については、開業当初18m車両4両編成（田園都市線）での運行であったものを、現在では20m車両10両編成での運行に対応しており、列車本数についても、現在朝間ラッシュ1時間あたり25本の運転で対応しているものを、近い将来、30本まで増やし、2分ヘッド運転を実施する計画である。

また、抜本的な輸送力増強策として、大井町線を二子玉川園より鷺沼付近まで延伸し、実質田園都市線の複々線化を行い、併せて大井町線の活性化も図

る計画も現在進行中である（図－3）。



図－3 大井町線改良・延伸計画

### 3. スピードアップのための方策

上述したように、田園都市線・新玉川線は非常に運転密度の高い通勤路線であるが、旅客サービスの向上と輸送コストの削減を図り、高密度でより効率の高い路線を実現するために、スピードアップのためのいくつかの方策を取り入れることとなった。一般的にスピードアップを行うためには、最高速度、曲線通過速度、分岐器通過速度、加減速度の向上を図らねばならないが、今回取り入れた方策は加減速度を除く3つの速度の向上をめざしたもので、具体的には施設改良と規程類の変更のふたつに分けることができる。以下にその内容について述べる。

#### (1) 施設改良

スピードアップに非常に効果的な分岐器通過速度の向上を達成するために、分岐器の改良（分岐器番号を上げる、高速分岐器に改良する等）を行ない、それに伴う線路線形の変更（用地買収を伴う場合がある）、ホーム等の修正、信号回路の変更等を行う。これらの施設改良は、表－1に示されるように桜新町、梶が谷、鷺沼、江田、長津田の5駅において行う。

また、最大許容カント量に達していない区間においては可能な限りカント量の増加を図り、速度が変更する区間においては信号回路の変更等を行う。

表－1 施設改良

| 件 名      | 内 容                                                |
|----------|----------------------------------------------------|
| 桜新町分岐器変更 | 新設計分岐器、直結近味改良、ホーム修正、信号回路変更他                        |
| 梶が谷分岐器変更 | 新設計分岐器、一部線形改良、ホーム修正、信号回路変更他                        |
| 鷺沼分岐器変更  | 新設計分岐器、一部線形改良、ホーム修正、踏道一部切削補修、信号回路変更他               |
| 江田配線変更   | 下り線本線入替、新設計分岐器、線形改良、ホーム修正、柵梁一部撤去、道路付替、用地買収、信号回路変更他 |
| 長津田配線変更  | 下り線本線入替、新設計分岐器、線形改良、ホーム修正、道路付替、水路付替、用地買収、信号回路変更他   |
| 新玉川線その他  | 信号回路変更他                                            |
| 田園都市線その他 | カント量増加、付帯施設変更、信号回路変更他                              |

#### (2) 規程類の変更

##### a) 曲線分岐器の基準線側における速度制限の解除

曲線分岐器の場合、現在分岐側だけでなく基準線側についても速度制限を受けているが、これを一般曲線に付する速度制限に変更をし、制限の緩和を行う。このことは、すでにJRにおいては採用されており、安全面、乗り心地面での確認がなされている。

##### b) 最大カント不足量の変更

カント不足量については、現在最大30mmまで許容されているが、車両性能の向上や軌道構造の改良等にもなっており、実際には安全面においてかなり余裕を持った数字となっているため、これを60mmまでに変更を行う。ただし、この変更には、乗客の乗り心地にどのような影響を与えるか等については不明確な部分が伴うために、実車による乗り心地試験を行って確認する予定である。

##### c) 最高速度の向上

現在、既認可の最高速度は、田園都市線で110km/h、新玉川線で90km/hであるが、どちらの線区においてもこれらの最高速度は実際には出していない（表－2）。これは、現在の運転曲線が、従来の加速性能のあまり良くない車両を基本に引かれているためで、近年の車両性能の向上に合わせ、運転上既認可の最高速度が十分可能な区間については、今回見直しを行うこととする。

表－2 最高速度

|         | 新 玉 川 線   |           | 田 園 都 市 線  |
|---------|-----------|-----------|------------|
|         | 駅 部       | 駅 間       |            |
| 既認可最高速度 | 90 (km/h) |           | 110 (km/h) |
| 現行最高速度  | 65 (km/h) | 75 (km/h) | 100 (km/h) |

ただし、全区間が隧道である新玉川線については、列車風の発生による利用者への影響の問題があるために、その大きさによっては速度制限を受ける可能性がある。したがって、影響の著しいホーム通過時の速度にたいしては、とりあえず現最高速度のまま変更を行わず、駅間部においてのみ、速度向上を行うこととする。しかし、列車風の影響については、現在のところ明確な基準がなく、不明瞭な部分があるために、実験等を行い十分に確認しておく必要がある。

### 4. 費用および工程

各施設改良に必要な費用は、表-3に示されるとおりで、設備投資総額は約45億円である。

各施設改良の工程は、表-4に表される。基本的には、分岐器の交換必要時期に合わせて施設改良を行い、平成9年10月から予定されている2分ヘッド運転開始までに完了させるスケジュールである。なお、二子玉川園については周辺再開発事業と併せて行う改良工事で、スピードアップ化単独のためのものではないために、工事費は考慮していない。

表-3 設備投資費

|          |  | 単位：百万円 |       |       |
|----------|--|--------|-------|-------|
|          |  | 用地費    | 工事費   | 計     |
| 桜新町      |  | 0      | 506   | 506   |
| 梶が谷      |  | 0      | 352   | 352   |
| 鷺沼       |  | 0      | 925   | 925   |
| 江田       |  | 242    | 1,263 | 1,505 |
| 長津田      |  | 240    | 591   | 831   |
| 小計       |  | 482    | 3,637 | 4,119 |
| 新玉川線その他  |  | 0      | 87    | 87    |
| 田園都市線その他 |  | 0      | 254   | 254   |
| 小計       |  | 0      | 341   | 341   |
| 合計       |  | 482    | 3,978 | 4,460 |

表-4 工程

|          |    | 凡例 ○：工事 ●：分岐器交換必要時期 |                   |                   |                 |   |   |  |
|----------|----|---------------------|-------------------|-------------------|-----------------|---|---|--|
| 姓名       | 年度 | 4                   | 5                 | 6                 | 7               | 8 | 9 |  |
| 桜新町      |    |                     |                   |                   |                 |   | ● |  |
| 二子玉川園    |    |                     |                   |                   |                 | ○ | ● |  |
| 梶が谷      |    |                     | ○                 |                   |                 |   |   |  |
| 鷺沼       |    |                     | ○                 | ○                 |                 |   |   |  |
| 江田       |    | ○                   |                   | ○                 |                 |   |   |  |
| 長津田      |    |                     | ○                 |                   | ○               |   |   |  |
| 新玉川線その他  |    |                     |                   |                   |                 | ○ | ○ |  |
| 田園都市線その他 |    |                     |                   |                   |                 | ○ | ○ |  |
| 効果       |    | 207"                |                   |                   |                 |   |   |  |
| 運転計画等    |    | 45年9月<br>2分15秒ヘッド   | 86年4月<br>2分10秒ヘッド | 87年10月<br>2分5秒ヘッド | 89年10月<br>2分ヘッド |   |   |  |

## 5. スピードアップによる効果

### (1) 費用削減効果

スピードアップによる効果はおもに収入増につながる部分と費用削減につながる部分に分けられる<sup>3)</sup>。収入増は、スピードアップにより競争力が強化され、他路線からの利用者流入が見込まれることに起因するものであるが、これについては今回は定量的な解析や予測を行わず、特に考慮しないこととする。

したがって、本報告ではスピードアップにより削減される費用のみを効果としてとらえ、具体的に、

a) 車両運行に係わる削減費用とb) 車両保有に係わる削減費用の二つの側面から議論を行うものとする。

#### a) 車両運行に係わる削減費用

車両運行に係わる費用は、運転士および車掌の人

件費、電力費、軌道・架線等の維持費などが挙げられるが、この中で最もウェイトが高いのは人件費であるために、簡便のため人件費のみを考慮するものとする。

運転士および車掌の必要人数は、1日あたりの延べ運転時間により与えられ、以下の式に基づいて算出される。

$$(\text{必要乗務員数}) = (1 \text{ 日延べ運転時間}) / (1 \text{ 人当たり基準乗務時間}) \times (\text{公休要員掛け率}) + \alpha$$

ここで、1日延べ運転時間は平日で約478時間（土曜、日曜・祭日は異なる）、1人当たり基準乗務時間は6時間35分、公休要員掛け率は1.4（標準値）、 $\alpha$ は予備人数に係わる数字とする。

これに基づいて算出すると、運転士、車掌とも乗車時間が基準乗務時間である6時間35分短縮されると、1.34人ずつそれぞれ削減可能となる。

一方、運転士、車掌の1人あたりの平均年間人件費はそれぞれ、約840万円、760万円（平成3年度）であることから、平日1日当たりの運転時間を6時間35分短縮することで削減される人件費は  
 $(840+760) \text{ (万円)} \times 1.34 = 21.4 \text{ (百万円)}$ 
となり、これから運行時間が1秒短縮されることによる人件費削減効果は

$$21.4 \text{ (百万円/年)} \div 23,700 \text{ (秒)} = 905 \text{ (円/年)}$$

となる。

#### b) 車両保有に係わる削減費用

車両保有に係わるものとしては車両購入費、車庫費（用地費・建設費）、車両維持費がある。

##### ア. 車両購入費

必要車両編成数は以下の式で与えられる。

$$(\text{必要車両編成数}) = (\text{往復所要時間}) \div (\text{運転ヘッド}) + \alpha$$

ここで $\alpha$ は予備編成車両数を示すが、1往復当たり1ヘッド分の所要時間が短縮されれば、必要車両数を1編成削減することができる。車両購入費は1編成（10両）につき14.0億円であるから、運転時間を1秒短縮する効果は  
 $14.0 \text{ (億円)} \div 120 \text{ (秒)} = 11.7 \text{ (百万円)}$ 
となる。

##### イ. 車両用地費

当該車庫である長津田車庫は総面積が73,630㎡で、最大42編成分(2分ヘッド運転時)の留置が可能であるから、1編成当たりの必要車庫面積は1,753㎡となる。一方地価は71.2万円/㎡であるから、運転時間を1秒短縮する効果は

$$1,753(\text{㎡}) \times 71.2(\text{万円/㎡}) \div 120 \\ = 10.4(\text{百万円})$$

となる。

#### ウ. 車庫建設費

現在の車庫留置能力は35編成であるが、今後7編成を増加して42編成留置を行うためには、21.1億円の建設費が必要になる。これから運転時間を1秒短縮する効果は

$$21.1(\text{億円}) \div 7(\text{編成}) \div 120 \\ = 2.5(\text{百万円})$$

となる。

#### エ. 車両維持に要する人件費

現在の車両保有数は1,023両(102.3編成に相当)で、車両維持に係わる人件費は年間24.8億円であるから、1編成当たりの人件費は

$$24.8(\text{億円/年}) \div 102.3(\text{編成}) \\ = 24.2(\text{百万円/年})$$

となる。したがって、運転時間を1秒短縮する効果は

$$24.2(\text{百万円/年}) \div 120 = 202.0(\text{千円/年})$$

となる。

#### オ. 車両修繕費

車両修繕に要する費用は現在年間21.4億円であるから、エ.と同様にして運転時間を1秒短縮する効果は

$$21.4(\text{億円/年}) \div 102.3 \div 120 \\ = 174.3(\text{千円/年})$$

となる。

#### カ. 車両清掃費

車両清掃費は現在年間8.8億円であるから、これもエ.と同様にして運転時間を1秒短縮する効果は

$$8.8(\text{億円/年}) \div 102.3 \div 120 \\ = 71.7(\text{千円/年})$$

となる。

### (2) 評価

上述した削減費用は、その効果が1回に限り現れ

るものと、毎年継続して現れるものの2つに分類することができる。前者はア.～ウ.に示される車両等の費用に係わるもので、後者はそれ以外の定期的に発生する費用である。したがって、これらの異なった削減費用の効果を評価するために、プロジェクト評価としてよく使われる純現在価値の概念を導入して行うこととした。

基本的な考え方は、毎年発生する削減費用を運用金利8.0%で現在価値に割り戻し、一時削減費用と合計したものを総削減費用として、それと改良に必要な費用との比較評価を行う。効果の発生期間は鉄道構造物の耐用年数である50年とし、人件費上昇率、インフレ率等は考慮しないものとする。また、改良費用についてはすべて自己資金を充当するものとする。

この考えに基づいて50年分の削減費用を現在価値に換算すると、年間削減費用の約13.2年分に相当する。すなわち、毎年発生する削減費用の13.2年分がスピードアップの効果として享受できることになる。一般に鉄道連続立体交差化事業においては、高架化に伴う鉄道事業者の受益は年間受益の15年分に相当すると設定されているが、ここで得られた数字はこれに近いものとなっている。

表一五に施設改良ごとの短縮時間と削減費用の効果を示す。これからラッシュ時において207秒、1日当たり39,380秒(10時間56分20秒)の時間短縮が得られ、これらの時間短縮により約68億円の削減費用効果が発生することがわかる。これは、4章で示した設備投資総額45億円を大きく上回るものであり、このことから、この投資が非常に有利なものであることがわかる。

また、田園都市線・新玉川線は1日当たり134万人が利用しているが、これらの利用者がスピードアップによりどの程度の便益を受けるか試算を行ってみる。利用者の時間価値は労働賃金の0.9倍の関係にあることが報告されている<sup>4)</sup>から、労働省勤労統計要覧<sup>5)</sup>より、利用者の時間価値は42円/分であると考えられる。一方当該駅間の短縮時間とその区間の通過人員<sup>6)</sup>から、1日当たりの総短縮時間は9,072.5時間・人となる。これから、スピードアップがもたらす利用者への便益は1日当たり2300万円、1年間で84億円になることがわか

表-5 スピードアップの効果

| 件 名      | 短 縮 時 間           |     |     |     |        |            | 削 減 費 用     |       |             |       |        |       |       |              |         | 合 計 |
|----------|-------------------|-----|-----|-----|--------|------------|-------------|-------|-------------|-------|--------|-------|-------|--------------|---------|-----|
|          | 1 往復当たり短縮時間〔秒/往復〕 |     |     |     |        | 1 日平均      | 一時削減費用〔百万円〕 |       | 毎年削減費用〔百万円〕 |       |        |       |       | 合 計<br>〔百万円〕 |         |     |
|          | 急行                | 快速  | 各停  | 待避  | ワン2時平均 | 総短縮時間      | 車両費         | 車庫費   | 小 計         | 検車コスト | 現在価値   | 乗務コスト | 現在価値  |              | 小 計     |     |
| 板 新 町    | 0                 | 25  | 25  | 25  | 17     | 1' 19'05"  | 198         | 219   | 4 1 8       | 7.6   | 100.3  | 4.3   | 56.8  | 1 5 7        | 5 7 5   |     |
| 二子玉川園    | 20                | 20  | 15  | —   | 17     | 59'00"     | 189         | 219   | 4 1 8       | 7.6   | 100.3  | 3.2   | 42.2  | 1 4 3        | 5 6 1   |     |
| 梶 が 谷    | 20                | 20  | 5   | 40  | 20     | 39'20"     | 234         | 258   | 4 9 2       | 8.9   | 117.5  | 2.1   | 27.7  | 1 4 5        | 6 3 7   |     |
| 鷺 沼      | 10                | 10  | 5   | 40  | 10     | 41'55"     | 117         | 129   | 2 4 6       | 4.5   | 59.4   | 2.3   | 30.4  | 9 0          | 3 3 6   |     |
| 江 田      | 40                | 40  | 15  | 55  | 38     | 1' 22'50"  | 444         | 490   | 9 3 4       | 17.0  | 224.4  | 4.5   | 59.4  | 2 8 4        | 1,2 1 8 |     |
| 長 津 田    | 30                | 30  | 30  | —   | 30     | 1' 48'30"  | 351         | 387   | 7 3 8       | 13.5  | 178.2  | 5.9   | 77.9  | 2 5 6        | 9 9 4   |     |
| 小 計      | 120               | 145 | 95  | 160 | 132    | 6' 50'40"  | 1,544       | 1,702 | 3,2 4 6     | 59.1  | 780.1  | 22.3  | 294.4 | 1,0 7 5      | 4,3 2 1 |     |
| 新玉川線その他  | 85                | 55  | 55  | 0   | 63     | 3' 38'05"  | 737         | 813   | 1,5 5 0     | 28.2  | 372.2  | 11.8  | 155.8 | 5 2 8        | 2,0 7 8 |     |
| 田園都市線その他 | 35                | 35  | 0   | 0   | 12     | 27'35"     | 141         | 155   | 2 9 6       | 5.4   | 71.3   | 1.5   | 19.8  | 9 1          | 3 8 7   |     |
| 小 計      | 120               | 90  | 55  | 0   | 75     | 4' 05'40"  | 878         | 968   | 1,8 4 6     | 33.6  | 443.5  | 13.3  | 175.6 | 6 1 9        | 2,4 6 5 |     |
| 合 計      | 240               | 235 | 150 | 160 | 207    | 10' 56'20" | 2,422       | 2,670 | 5,0 9 2     | 92.7  | 1223.6 | 35.6  | 469.9 | 1,6 9 4      | 6,7 8 6 |     |

る。

## 6. おわりに

今回、簡単な施設改良によりスピードアップを行い、そこから発生する具体的な効果を削減費用という側面から算出し、スピードアップ化のための施設改良の評価を行った。

ここで提案されたスピードアップのための方策は、内容としては一般的なことで特に新しい技術を導入したものではない。しかし、これによってもたらされる効果を現在価値という側面から算出し、評価を行ったことに大きな意義があるものと考ええる。そして、従来は主として競争力を確保するために行われてきたスピードアップが、実は、運転密度の高い都市通勤鉄道においては、それ以外にも大きな効果があり、しかも、投資効果の面においてきわめて有利となりうることを示されたといえる。

今後さらにスピードアップを進めていくにあたっては、車両性能の向上をはじめとして、様々な技術改良を加えていく必要があるのはもちろんではあるが、次のステップとして、現在規定されている曲線通過速度 $V$  (km/h)と曲線半径 $R$  (m)の関係式 $V=3.6\sqrt{R}$ の見直しを行い、曲線通過速度そのものの向上を図ることが重要となろう。この関係式についてはすでに一部で見直しがなされ、大幅な曲線通過速度向上を達成している例<sup>7)</sup>があり、当社としても積極的に取り組んでいく必要がある。

この関係式の見直しを行うためには種々の実験が必要となるが、十分な検討を加えたのち出来るだけ早期にそれらの実験を行い、さらなるスピードアップをはかって行きたいと考えている。

## 参考文献

- 1) 例えば、特集・新幹線の高速化、JREA 6月号、1985年。
- 2) 例えば、寺沢秀樹：名古屋鉄道、日本鉄道施設協会誌7月号、pp.558-560、1991年。
- 3) 小森章：運転曲線はこうして生まれる、鉄道ビクトリアル1月号、pp.62-65、1988年。
- 4) 下石ジョゼ株生・家田仁・玉石修介：地域間旅客輸送における利用者の時間価値分布の推定とその特性、土木計画学研究・講演集 No.11、pp.71-77、1988年。
- 5) 労働省政策調査部編：平成3年版毎月勤労統計要覧、労働法令協会、1991年。
- 6) 運輸統計年報（平成3年度）、東京急行電鉄、pp.26-29、1992年。
- 7) 奥村正晴・岡根修司：近畿日本鉄道におけるスピードアップへの取り組み、JREA 5月号、pp.46-52、1992年。