

近年の鉄道技術の発達に対応した路線選定と速度向上に関する研究

| | | | |
|---------|---------|-------|------|
| 九州大学工学部 | 地球環境工学科 | ○学生会員 | 初井 舞 |
| 九州大学大学院 | 工学府 | 学生会員 | 江島 武 |
| 九州大学大学院 | 工学府 | 学生会員 | 劉 建宏 |
| 九州大学大学院 | 工学研究院 | 正会員 | 角 知憲 |

1. はじめに

本研究は、鉄道の在来線を対象として、近年の車両・電気技術の進歩を反映して、勾配制限を緩和し、曲線半径を拡大することにより実現する所要時間の短縮効果を検討したものである。山岳地帯の多い日本においては、急勾配を回避するために急曲線を走行せざるを得ず、低速度で走行している箇所が多くある。近年の電気技術の発達により、回転数を積極的に制御することで空転を起こしにくくできると言われるVVVFモータや、レールブレーキが実用化している。さらに、車両の軽量化や搭載機器の小型化により、車両の低重心化が可能である。これらの技術を採用し、急勾配を許して曲線半径を拡大し、低重心化に応じてカントを拡大すれば、曲線区間における最大速度をさらに上げ、所要時間を大幅に短縮することができる。本研究は進歩した技術に基づき、新たに路線選定を行えば、大きく所要時間を短縮することが可能であることを示そうとするものである。

2. 鉄道技術の発達と性能規定化に伴う曲線走行の高速化

(1) VVVFモータ

現在最も多く使われているモータの一つに電圧と交流周波数の両方を変えてパワーと回転数を制御するVVVFモータがある。これは直流モータよりはるかに小型で高出力を実現している。さらに、応答が早いことから、空転・滑走に対するよりきめ細やかな制御が可能で、雨天時、急勾配走行時に空転・滑走が発生しにくくなると共に、車輪表面に凹凸ができることを防止することができる。

(2) レールブレーキ

現在の粘着ブレーキだけでは不足するブレーキ力を非粘着ブレーキを用いて補う方法があり、その非粘着ブレーキの一つにレールブレーキがある。その中の吸着渦電流レールブレーキは、磁極・レール間の有効接触面積を大きくでき、摩擦力の増大が期待さ

れる。又、ブレーキ力に関しては、高速で速度依存性が小さく、低速で大きくなる。さらに、散水条件でもブレーキ力は低下しないという特徴を持つ。

(3) 車両の軽量化

車体構体・車内設備の軽量化に関しては、ステンレス鋼製やアルミ合金を用いることによって軽量化が可能となる。また、車両搭載機器に関しては、VVVF制御方式の採用によって電動機の質量をほぼ半分にできる。また、VVVF制御方式は、力行・ブレーキ、前・後進の切り替えに接触器を必要とせず、主回路の無接点化が図れることから、さらなる軽量化が可能であるということが分かる。

(4) 曲線走行の高速化

最近、鉄道の建設・運用に関する告示・省令について改正が行われた。改正後は、ある最小曲線半径における設計最高速度や、最急勾配、カントの具体的制限がなくなっている。そして大きな変化として、鉄道運転規則における非常制動による列車の制動距離は600m以下という規定がなくなっていることがある。これより、列車の最高速度が130km/h以上でもよくなったということが分かる。

以上の鉄道技術の進歩や、性能規定化を採用すれば、急勾配走行が可能になり、曲線半径の拡大を許すことができる。曲線が緩やかになれば、従来よりも短時間での走行が可能となる。さらに、車両の軽量化や、空調設備・コンプレッサーの床下配置によって、重心を低くすることが可能となる。重心を低くすることで、制限最大カントを従来より大きくすることが可能となり、最大制限速度をさらに上げることができるようになる。また、性能規定化の中の非常制動距離の規定がなくなったことにより、重心高さと曲線半径に見合えば、高速度での走行が可能となると言える。

3. 新しい路線選定とそれに見合う効果

(1) 対象地形について

都市から離れた、特に山岳地帯を鉄道が走っている地域では、自動車の利用者の方が多い。これは、山岳地帯においては、道路ではほとんど渋滞がなく、曲線における速度制限が緩やかな自動車の方が早く目的地に到着できるのに対し、鉄道は、曲線区間が非常に多いため、スピードが遅くなるからである。従って、以下ではこのような状況にある鉄道路線を対象に、急

勾配をゆるして曲線半径を拡大する可能性を検討してみる。

(2) 路線選定とその効果

最急勾配を 60‰として路線選定を行った結果以下の図-2 のようになった。又、これに基づいた全長、等の路線選定前後の比較を以下の表-1 に、重心高さ 1.5m, 1.0m の場合と現在の規定のままでの所要時間の、実際の所要時間との比較を表-2 に示す。又、路線選定後対象地域の実際の地形を図-1 に示す。

表-1 各項目における効果

| 項目 | 路線選定前 | 路線選定後 |
|------|---------|---------|
| 全長 | 3018.3m | 2955.3m |
| トンネル | 597.6m | 338.3m |
| 橋梁 | 145m | 442.4m |

表-2 時間短縮効果

| | |
|---------------|-------|
| 実際の所要時間 | 2分38秒 |
| 現在の規定での所要時間 | 2分24秒 |
| 重心高さ1500mmの場合 | 1分41秒 |
| 重心高さ1000mmの場合 | 1分23秒 |

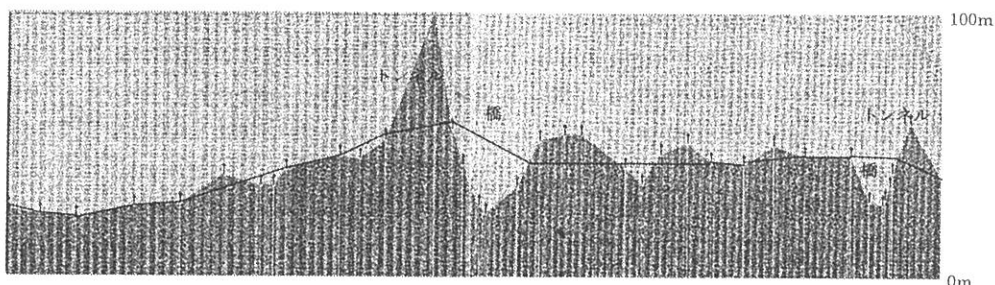


図-1 実際の地形

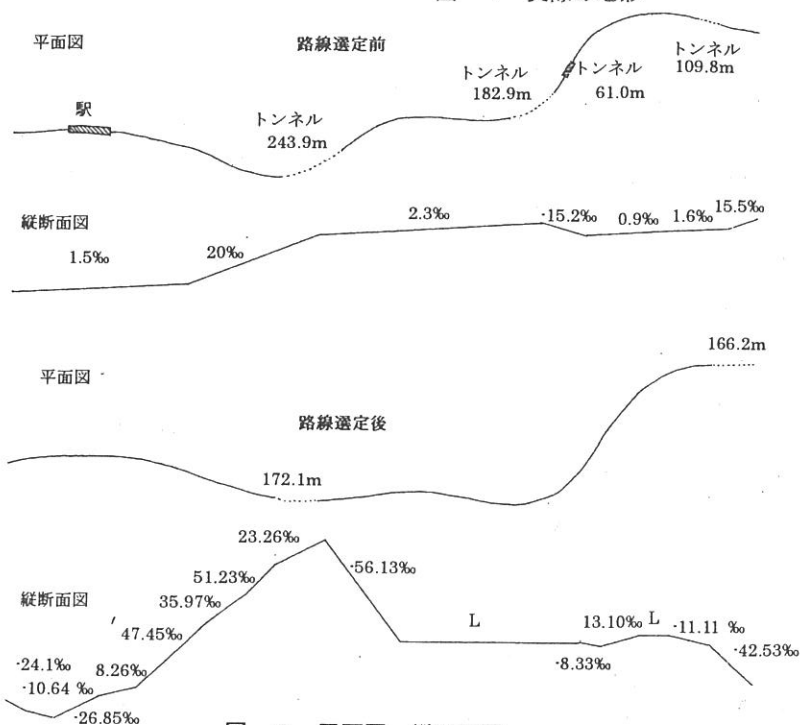


図-2 平面図・縦断面図

5. おわりに

以上から分かるように、最新の技術と、改正後の性能規定化に基づいて新しい路線選定を行えば、かなりの走行時間の短縮ができ、効率的な走行ができることより、路線改善が必要である。又、今後の課題として、費用計算も組み合わせて行えば、さらに現実的な路線選定が行える。そして、これが今後の鉄道事業の発展に活かされれば良い。

(参考文献)

- 注解 鉄道六法H8年度版
- 注解 鉄道六法H14年度
- 運輸省鉄道局