

(Ⅳ-2)

鉄道設備の改良による踏切改善施策の評価について

JR 東日本 東京工事事務所

○正会員 原田 慎一

JR 東日本 東京工事事務所

正会員 井上 晋一

JR 東日本 東京工事事務所

正会員 荒川 英司

1. はじめに

踏切は、鉄道交通と道路交通の交差点であるが、特に都市内では道路交通のボトルネックとなっている箇所が多く、道路交通渋滞や周辺環境悪化の大きな要因となっている。これらの踏切における諸問題の解決策としては、立体交差化のような鉄道と道路を完全に分離する施策と、鉄道信号改良による踏切遮断時間の短縮や道路交通信号と鉄道信号の連動といった、道路交通の円滑化を図る施策が考えられる。

しかし、これらの踏切改善施策を評価する手法については、これまでほとんど検討されていないのが現状である。

そこで、本研究では、踏切改善施策の評価方法として、道路交通利用者の時間短縮効果に着目し、各施策を実施した場合の時間短縮便益を定量的に把握する手法を提案することを目的とする。

2. 道路交通利用者の時間短縮便益算出の考え方

(1) 前提条件

道路交通利用者の時間短縮便益の算出にあたっては、以下に示す複線区間の踏切を仮定する。

- ・ 列車本数： N (本/時)
- ・ 1 列車当たりの遮断時分： s (秒/本)
- ・ 踏切通過交通量： Q (人/時)または(台/時)

※ただし、ピーク 1 時間あたりとする。

(2) 時間短縮便益の算出

i) 歩行者、自転車の時間短縮便益

今、ある歩行者が踏切に到着した時刻を t とし、この時、遮断機が閉まっている確率を $u(t)$ 、待ち時間の平均値を T (秒)とする。 $u(t)$ が常に一定と仮定すると、踏切遮断による待ち時間の期待値 E (秒)は、

$$E = T \int u(t) dt = \frac{N \cdot s^2}{7200}$$

である。次に、踏切改善施策による遮断短縮時間を

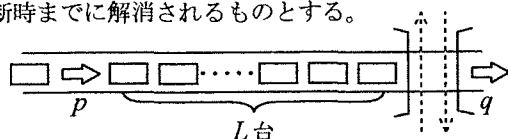
Δs (秒/本)、時間価値を ω (円/分・人)とすると、施策による時間短縮効果 e (秒)及び、便益 B (円/時)は次式で表される。

$$e = E_{wo} - E_{wi} = \frac{N(2s \cdot \Delta s - \Delta s^2)}{7200}$$

$$B = \omega \cdot \frac{e}{60} \cdot Q = \omega \cdot Q \left\{ \frac{N(2s \cdot \Delta s - \Delta s^2)}{432 \times 10^3} \right\}$$

ii) 自動車の時間短縮便益

自動車の場合、踏切遮断による待ち時間に加え、形成された渋滞通過時間を考慮する必要がある。今、渋滞に流入する交通量を p (台/分)、流出する交通量を q (台/分)として、以下のような状態を仮定する。ただし p 、 q 及び車頭時間間隔は常に一定とし、1 時間あたりの流入量と流出量は等しいものとする。また、1 回の遮断により生じた渋滞は、次の踏切遮断時までには解消されるものとする。



踏切遮断により形成される渋滞長の最大値 L (台)及び、渋滞が解消されるまでの平均時間 W (秒)は、

$$L = \frac{p \cdot s}{60} = \frac{Q \cdot s}{3600} \quad W = \frac{1}{2} \cdot \frac{Q \cdot s}{60q} = \frac{Q \cdot s}{120 \cdot q}$$

となり、待ち時間+渋滞通過時間の期待値 E (秒)は、

$$E = (T + W) \int u(t) dt = \frac{N \cdot s^2}{7200} \left(1 + \frac{Q}{60q} \right)$$

である。次に、踏切改善施策による遮断短縮時間を Δs (秒/本)、時間価値を ω (円/分・台)とすると、施策による時間短縮効果 e (秒)及び、便益 B (円/時)は次式で表される。

$$e = E_{wo} - E_{wi} = \frac{N(2s \cdot \Delta s - \Delta s^2)}{7200} \left(1 + \frac{Q}{60q} \right)$$

$$B = \omega \cdot \frac{e}{60} \cdot Q = \omega \cdot Q \left\{ \frac{N(2s \cdot \Delta s - \Delta s^2)}{432 \times 10^3} \right\} \left(1 + \frac{Q}{60q} \right)$$

キーワード：遮断時間短縮、踏切改善施策、鉄道計画

連絡先：〒151-8512 東京都渋谷区代々木 2-2-6 JR 新宿ビル Tel 03(3299)7962 Fax 03(3372)8026

3. 実際の踏切データを用いた分析例

(1) 分析対象

前章で提案した時間短縮便益の算出式を用い、南武線を対象として、立体交差化と鉄道信号改良による踏切遮断時間の短縮策との比較を行う。

i) 立体交差化

立体交差化には、連続立体交差化や単独立体交差化等があるが、本研究では、稲田堤駅・府中本町駅間連続立体交差化事業を対象として分析を行う。この事業は、南武線稲田堤～府中本町間約4.3kmを連続立体交差化し、15箇所の踏切を除却するものである。

便益の算出では、除却される全ての踏切において、待ち時間が全てなくなるものと考え、踏切改善施策による遮断短縮時間を Δs (秒/本) = s (秒/本)とする。

ii) 鉄道信号改良による踏切遮断時間の短縮策

一般的な踏切の制御方法では、一定の警報時間を確保するために、その区間を通過する列車に合わせ、警報の始動点を設定している(図1)。一方、踏切遮断時間を短縮させる方法としては、踏切定時間制御システムがあげられる。この制御システムでは、踏切警報始動点よりも前に、列車種別(通過 or 停車)を判別し、それぞれに別の警報始動点を設定することにより、遮断時間の短縮を図るものである(図2)。

なお、便益の算出は、列車1本あたりの遮断短縮時間を、全ての踏切において一律 $\Delta s=10$ (秒/本)と仮定し、立体交差化と同じ区間での便益を算出する。

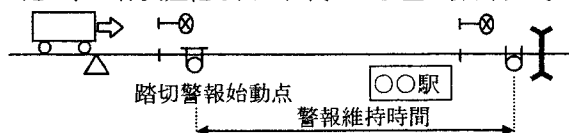


図1 一般的な踏切制御方法

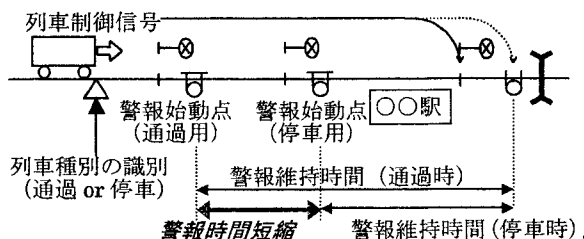


図2 踏切定時間制御システム

(2) 前提条件

本分析における前提条件として、時間価値 ω を、歩行者・自転車は、39.3 円/分・人(勤労統計調査年報)、乗用車は、56.0 円/分・台(道路投資の評価に関する指針)と設定する。

また、列車本数や踏切通過交通量については、ピーク1時間あたりの値として把握しているが、本来、時間短縮便益は各時間帯の列車本数や踏切通過交通量に応じて変化するものと考えられる。しかし、各時間帯における便益を把握することは困難であるため、ここでは、時間短縮便益が踏切通過交通量のピーク率に比例するものとして、これに列車運行時間割合(18時間/24時間と仮定)を乗じることとした。

4. 試算結果

連続立体交差化及び踏切艇時間制御システムによる、道路交通利用者の時間短縮便益を試算した結果を表1に示す。

表1 各施策による時間短縮便益の比較 (千円/年)

施策	連続立体交差化	踏切定時間制御システム
歩行者	30,548	8,361
自転車	26,090	7,786
乗用車	1,154,451	390,342
合計	1,211,089	406,489

各施策を比較した場合、連続立体交差化による便益が踏切定時間制御システムによる便益の約4倍の値となった。これは、踏切における待ち時間が、全てなくなった効果によるものと考えられる。ただし、今回の試算では、施策を行うための費用は一切考慮していないため、今後、各施策のコストを把握し、費用対効果分析等を用いた検討を行う必要がある。

5. おわりに

本研究では、踏切改善施策による効果の1つである、道路交通利用者の時間短縮便益に着目し、各施策を実施した場合の便益を定量的に把握する手法を提案した。この手法は、今後、各線区・区間における踏切改善施策の計画・立案等を支援する評価手法として、活用できるものと考えられる。

また、今後の課題として、より精度の高い踏切改善施策の評価方法を提案するためには、時間短縮便益以外の便益(環境改善便益等)の定量化手法の検討や、前述した、各施策のコストを考慮した費用対効果分析を行っていく必要がある。

【参考文献】1) 運輸政策研究機構、鉄道プロジェクトの費用対効果分析マニュアル 99