

踏み切りでの道路交通流特性と遅れの推定式に関する調査研究

TRAFFIC FLOW CHARACTERISTICS AND DELAY AT URBAN RAILROAD CROSSINGS

岩崎 征人*・渡邊 隆**・宮沢 竹久***

By Masato IWASAKI, Takashi WATANABE and Takehisa MIYAZAWA

This paper deals with traffic characteristics and delay at urban railroad crossings. It is well recognized that railroad crossings in urban area are one of the bottlenecks for urban traffic. In peak hours, trains are passed much higher than other day and night time. Then severe congestion of road traffic are caused at every railroad crossings in urban area in Japan.

Traffic characteristics, including starting headway, capacity and passenger car equivalence, however, have not been clarified.

The purposes of this paper are to clarify saturation flow rate and capacity, passenger car equivalence, and to formulate delay of road traffic flows at railroad crossings.

Keywords: railroad crossing, traffic capacity, delay

1. はじめに

既成市街地における交通渋滞が、都市生活者にとって重大な社会問題であるといわれてからすでに久しい。ことに都市内の鉄道と幹線街路との交差部では、鉄道運行本数の高密度化と街路交通需要の増大に伴い激しい渋滞が頻発している。このため、わが国では市街地における道路交通の円滑化・安全性の確保、および分断された市街地の一体化をはかるために、街路と鉄道との連続的な立体交差化を推進している。しかし、この立体交差化には多額の工事費と長い年月を必要とし、また往々にして沿線住民の反発もあって市街地を通る鉄道全線を立体化することには非常な困難を伴うことが多い。

踏み切りが渋滞発生の大きな要因になっていることは広く周知の事実であるにもかかわらず、踏み切りの交通処理能力やそこでの交通現象、さらには街路交通の遅れ等の基礎的な情報はきわめて不足している。

本研究の目的は、踏み切りを通過する道路交通流に着目して、①踏み切りの交通現象を解析して、飽和交通流

量の基本値および交通処理能力を定量的に把握すること、②踏み切りでの道路交通の遅れの推定式を提案すること、にある。

2. 交通現象と遮断時間の観測

本研究は、まず踏み切りにおける街路交通の基本的な現象を知るために可能なかぎり単純な道路および交通条件の得られる観測地点を東京都内で選定した。したがって曲線部で線路の片勾配による路面の凹凸のため通過する自動車の速度に影響を与える地点や駅付近での歩行者交通の影響を大きく受けるような地点は除外した。

道路交通はビデオカメラを用いて観測し、踏み切りの特性としては遮断時間および通過電車本数調査を行っている。表一は、道路交通調査地点と観測時間の概略を示したものである。表中に示した一般の踏み切り以外の地点（信号交差点および信号化されている踏み切り=以後信号化踏み切りとよぶ）については、後述する交通処理能力および大型車当量等に関して比較検討を行うために実施したものである。なお、街路上には多くの一時停止交差点があり、そこでは基本的には踏み切りと同様な車両挙動が生じていると考えられるが、交通容量上の隘路としてはその影響度は比較的低いと考えてよいであろう。そのため、本研究では一時停止交差点を解析の対象

* 正会員 工博 武蔵工業大学助教授 土木工学科
(〒158 世田谷区玉堤 1-28-1)

** 正会員 工博 武蔵工業大学教授 土木工学科 (同上)

*** 工修 佐藤工業 (株)

表-1 交通現象観測地点

観測地点	
踏み切り	宿河原踏み切り
	小平踏み切り
	石神井踏み切り
	井荻踏み切り
	成城学園踏み切り
	武蔵小杉踏み切り
	川崎大師踏み切り
	自由が丘踏み切り
	国分寺踏み切り
	小村井踏み切り
曳舟踏み切り	
信号化踏み切り	若大鳥居踏み切り
	金町踏み切り
	林踏み切り
信号交差点	梶ヶ谷交差点
	田園調布交差点

表-2 遮断時間調査地点

路線名	地点数	観測時間(回)
小田急線	12	53
東急大井町線	2	8
東急東横線	1	2
西武新宿線	2	6
西武池袋線	2	8
西武国分寺線	1	5
西武洋島線	1	4
京急大師線	1	5
東武亀戸線	1	6
京成押上線	1	5
相模鉄道	1	2
JR南武線	2	10

から除外している。表-2は遮断時間と電車通過本数を調査した地点を示したものである。

踏み切り通過時の車頭時間は大型車とそれ以外の車種(以後小型車とよぶ)の2種類に分けて集計した。遮断時間は、遮断機の下がり終わりから上がり始めまでの時間と定義している。

3. 踏み切りでの道路交通流の特性

(1) 発進順位と平均車頭時間

図-1は、踏み切り、信号化踏み切りおよび信号交差点について、踏み切りについては遮断機の上がり始めた時点からの発進交通の、信号制御地点については青点灯時の発進交通の発進順位と平均車頭時間との関係のうち小型車だけで形成された車群だけのものを抽出して例示したものである。

これによれば、踏み切りで停止している車群先頭車の発進時の遅れ時間は、信号交差点および信号化踏み切りの場合とほとんど変わらず2.7秒程度であることがわかる。このことは、信号が青に変化した場合の運転者の反応と遮断機が上がり始めたときの運転者の反応とが平均

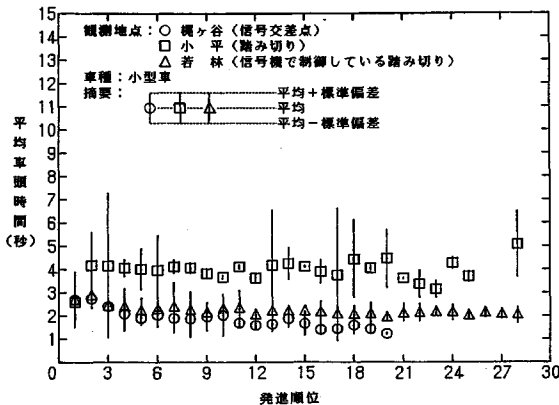


図-1 発進順位と平均車頭時間との関係

的にはほぼ等しいことを意味している。

2台目以降の発進車頭時間は、信号制御の場合と遮断機制御の場合とでは明らかに異なった傾向を示している。両者の差の大きな原因は、おそらくは踏み切りでの一時停止規制によるものと考えられる。踏み切り内の路面の凹凸も多少影響しているのかもしれないが今回の解析では路面の凹凸の影響を独立して把握していないのでその影響を明確にはできなかった。

信号交差点と信号化踏み切りとの発進車頭時間の傾向はほとんど同様の傾向を示しているといえそうである。しかし、全体としては信号化踏み切りのほうがやや大きな値を取る傾向にあり図-1に示した以外の信号化踏み切りからもほぼ同様な結果が得られていることからみて一般的な傾向であると考えられる。信号化踏み切りは一時停止をする必要はないのであるが、踏み切り通過時の心理的影響や上述した路面の凹凸が影響しているためかもしれない。

(2) 踏み切りでの大型車当量

大型車の交通流に与える影響の度合いを定量的に表現するために、大型車の乗用車換算係数(以下大型車当量とよぶ)が用いられる。大型車当量の算出は、一般に車頭時間の視点から分析される例が多い。従来の研究では、大型車当量の値は単路部の平坦部が1.7程度、信号交差点では直進車線の場合で1.4~2.0程度とされている¹⁾。

本節では、踏み切り通過時の交通流の大型車当量を車頭時間を用いた手法で推定しようとするものである。車種については大型車と小型車との2分類とし、次式によって算出する。

$$\text{大型車当量} = \frac{\text{大型車同士の車頭時間の平均値(秒)}}{\text{小型車同士の車頭時間の平均値(秒)}}$$

この結果推定された大型車当量を観測地点ごとに示したものが表-3である。わが国の踏み切りでは道路交通法によって、すべての車両は一時停止を義務づけられて

表-3 大型車当量

観測地点		大型車当量
踏み切り	宿河原踏み切り	1.5
	小平踏み切り	1.5
	石神井踏み切り	1.7
	井荻踏み切り	1.7
	成城学園踏み切り	—*
	武蔵小杉踏み切り	—*
	川崎大師踏み切り	1.6
	自由が丘踏み切り	—*
	国分寺踏み切り	1.6
	小村井踏み切り	—*
曳舟踏み切り	1.7	
信号化踏み切り	若大鳥居踏み切り	1.7
	金町踏み切り	1.9
	林踏み切り	1.6
信号交差点	梶ヶ谷交差点	1.6
	田園調布交差点	—*

* : サンプル数が少ないため算出せず

いるため、各車両の発進車頭時間は図—1に示したように、信号制御された地点での車頭時間に比べ大きな値となっている。しかし、車頭時間比で示された踏み切り通過時の大型車当量は表—3からも明らかなようにほぼ1.5~1.7の範囲にあることがわかった。ここで推定された値の範囲は、従来の研究で推定された信号交差点での大型車当量1.4~2.0とほぼ同一の値であり、停止—発進を義務づけられている踏み切りの大型車についても、信号交差点での交通流中の大型車とほぼ同様な影響度を有していることがわかった。

(3) 飽和交通流量の基本値と交通処理能力

現在踏み切りの交通容量推定には、踏み切りの交通現象そのものの解析が行われていなかったため、定まった方法はない。

踏み切りでの車両は一時停止を行ったあと発進する。そこで本研究では、このような車両の走行挙動を信号交差点での車両の挙動と類似性を有するものと仮定して、信号交差点の交通容量解析で用いられている手法を適用することとした。なお、当然のことながら直進する交通流だけを解析の対象としている。

踏み切りと信号交差点とは、交通流の中断時間（以下遮断時間とよぶこととする）がやや異なっている。踏み切りの交通流遮断時間は、信号交差点に比べ不規則である。すなわち信号の赤時間はあらかじめ設定されているのに対して、踏み切りでは長い場合もまた時には短い場合もある。このため、交通容量算出の基本となる待ち車両列の把握の仕方が両者間で異なると考えられる。一般に、信号交差点では1回の青時間でさばき切れない待ち車両列を観測し、この車列のうち青時間でさばけた台数だけを解析の対象として飽和交通流量を算出するのであるが、踏み切りの場合は中断から開放されている時間（以下開放時間とよぶこととする）そのものが変動する。このため、当然のことながら踏み切りでは1回の遮断で生ずる待ち車両列の大きさも、その後の開放でさばける車両数もともに変動する。ここでは、このような変動によるデータの偏りをできるだけ除去して踏み切りの飽和交通流量の基本値を推定するために、1つの目安として待ち車両列の中の30番目までの車両だけを対象として解析を行うこととした。

踏み切りでの交通流は遮断から開放されても、信号交差点のように停止せずに進行することはできない。そのため、踏み切りでの発進現象は信号交差点での現象と全く同一であるとはいえない。このような理由から、ここでは各車両の停止—発進を独立の事象と考えて解析することとした。飽和交通流量の基本値の算出は以下のよう手順で行っている。

① 図—1からも明かなように、待ち車両列の先頭

車の発進車頭時間は、2番目以降の車両のものとは異質であるので、これを算定対象から除外する。

② 2番目以下の車両の車種を小型車と大型車の2種類に分類する。そして、前車が小型車である場合にこれに続く小型車の発進車頭時間を対象として、観測時間帯全体にわたっての和とその対象とした台数を求める。

③ ②の小型車発進車頭時間の和とその台数から小型車の平均発進車頭時間を算出する。これを用いて飽和交通流量の基本値を推定する。

④ 飽和交通流量の単位は台/車線・開放1時間を定義する。この意味は、もし1時間遮断がないと仮定したときに、当該踏み切りがさばき得る最大の小型車の台数である。

$$S_0 = \frac{3600}{\sum_{i=1}^n h_i / N} \dots \dots \dots (1)$$

ここで、 S_0 : 飽和交通流量の基本値 (台/車線・開放1時間)

h_i : i 番目小型車の発進車頭時間 (秒)

N : サンプル数

このようにして算出した飽和交通流量の基本値を、観測地点ごとに示したものが表—4である。なお、表中に同時に示してある信号交差点および信号化踏み切りの飽和交通流量の基本値は、従来から用いられている手法¹⁾で算出したものである。

信号交差点の直進車線の値は、ほぼ1600~2100台/車線・青1時間の範囲にあり、平均値は約2000台/車線・青1時間であることが知られている²⁾。本研究で対象とした信号交差点の直進車線の飽和交通流量の基本値は1800~1900台/車線・青1時間であった。調査地点の少ない(2か所)こともあるため、このような結果となったとも考えられるが、この値は従来の結果とほぼ同一の範囲にあるとみて差し支えないであろう。

表—4 飽和交通流量の基本値

	観測地点	飽和交通流量の基本値
踏み切り	宿河原踏み切り	860
	小平踏み切り	920
	石神井踏み切り	1060
	井荻踏み切り	1030
	成城学園踏み切り	970
	武蔵小杉踏み切り	820
	川崎大師踏み切り	1060
	自由が丘踏み切り	1030
	国分寺踏み切り	970
	小村井踏み切り	1060
曳舟踏み切り	1130	
信号化踏み切り	若林踏み切り	1640
	大鳥居踏み切り	1800
	有楽町踏み切り	1800
	金町踏み切り	1710
信号交差点	梶ヶ谷交差点	1890
	田園調布交差点	1800

①: (単位) 信号交差点(及び信号化踏み切り) = (台/車線・青1時間)

踏み切りの直進車線の飽和交通流量の基本値は、800～1100台/車線・開放1時間と推定できた。平均値でみると約1000台/車線・開放1時間であり、変動の幅はほぼ±100台/車線・開放1時間であるとみてよさそうである。この変動幅の中には、踏み切りでの路面の凹凸や踏み切りの設置されている地域の交通特性などが複合して影響しているのかもしれない。しかしながら、本研究の段階ではこれらの影響要因を把握する解析を行ってはいないので明確なことはいえない。ここで得られた値は、上述した信号交差点の値のちょうど50%であるにすぎない。

一方、信号化踏み切りの直進車線の飽和交通流量の基本値は、1650～1800台/車線・青1時間であり、平均値は約1750台/車線・青1時間となっている。この値は、信号交差点の約88%、遮断式踏み切りの175%である。

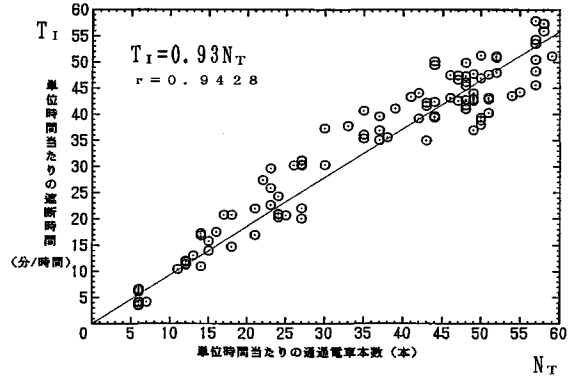
次に、踏み切りが開放されている時間にどの程度の交通量をさばくことができるか（交通処理能力）について考えてみる。今回の遮断時間調査によれば、ピーク時には2分程度しか開放されなかった踏み切り（小田急東北沢6号）もあった。また、小田急線では12か所の踏み切りのピーク時（8:00～9:00 AM）の平均開放時間が約8分であることが明らかにされた。

調査の対象となった各社線のピーク時（8:00～9:00 AM）の開放時間は、運行本数20本以上の場合についてみると、約2分から30分（遮断時間では30分から58分程度）の範囲にあることが知られた。このような開放時間の状況と上述の飽和交通流量の基本値とから、ピーク時の踏み切りの交通処理能力は最低で33台/車線・時にも低下する場合があり、最大でも500台/車線・時程度の処理能力しかないことがわかった。

一方、信号交差点の直進車線の交通処理能力を考えてみる。いま飽和度の等しい街路同士の信号交差点を考えると、スプリットは0.5と考えてよいから、交通処理能力は $2000 \times 0.5 = 1000$ （台/車線・時）となる。踏み切りの交通処理能力をこの値と比較すると、ピーク時の踏み切りは信号交差点の約3%から50%程度にしかならないことがわかる。このような踏み切りの交通処理能力の低さが市街地における重度の交通渋滞発生の1つの原因であることは明らかである。

4. 踏み切りの遮断特性

本章では視点を変えて、通過電車本数が踏み切りの遮断時間および遮断回数とにどのようにかかわっているかを考察してゆく。これは、遮断時間や遮断回数が踏み切りでの道路交通の遅れや、停止—発進を繰り返すことによって生じる燃料消費量の増大と密接にかかわっている



図—2 踏み切りの遮断時間と通過電車本数との関係

と考えたためである。

(1) 遮断時間と通過電車本数

東京都内にある私鉄およびJR線の踏み切りのうち27か所について延べ114時間の遮断時間調査を実施した。調査対象踏み切り地点はすべて複線軌道となっている。この調査から得られた1時間ごとの遮断時間とそのときの通過電車本数との関係を示したものが図—2である。ここでデータ集計単位時間として1時間を用いたのは以下のような理由によるものである。

すなわち、電車の通過時刻と本数とは時刻表によって知ることができるのであるが、対象とする踏み切りでの実際の通過時刻は、特にピーク時には、駅での乗客の乗車時間が長くなる傾向があり、その結果遅れが生じ同一方向へ進行する電車の車頭時間が短くなりやすいためである。その結果として、1回の遮断で複数の電車が通過するといった状況がしばしば生ずる。また、ピーク時には上下方向の電車が踏み切り設置地点ですれちがう機会も多く、同様に1回の遮断で複数の電車が通過する傾向のあることがわかった。このため、単位時間を短く（たとえば10～30分）すると、複数電車の通過の影響が強くなり、遮断時間の変動中に不規則変動成分の占める割合が大きくなる傾向があることがわかったためである。

図—2からも明らかのように、1時間当たりの通過電車本数と遮断時間との間には次式に示すような線形関係のあることが判明した。

$$T_T = 0.93 N_T \dots\dots\dots (2)$$

$$\text{相関係数} = 0.9428$$

ここで、 T_T ：1時間当たりの遮断時間（分）

N_T ：1時間当たりの通過電車本数

(2) 遮断回数と通過電車本数

踏み切りの遮断によって形成される待ち車両列中の自動車は、遮断と開放の繰り返しによって踏み切りを通過するまでの間に、低速での発進—停止を繰り返すことになる。待ち車両列中でのこのような発進—停止現象は自

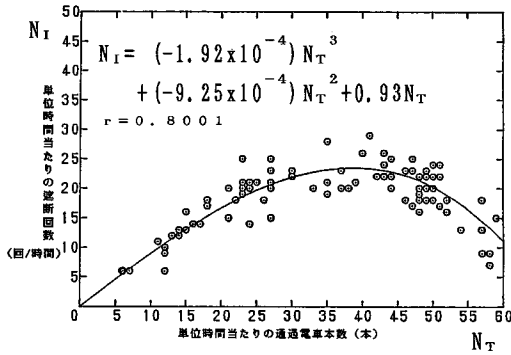


図-3 遮断回数と通過電車本数との関係

動車の燃料消費量を増大させる。発進—停止の回数は、おそらくは踏み切りの遮断回数に依存しているであろう。このような観点に立って、1時間当たりの通過電車本数と遮断回数との関係を解析した結果が図-3である。これによれば、通過電車本数と遮断回数とは下の式(3)のような上に凸の三次曲線で表わせることがわかった。

$$N_I = (-1.92 \times 10^{-4}) N_T^3 + (-9.25 \times 10^{-4}) N_T^2 + 0.93 N_T \quad \dots \dots \dots (3)$$

相関係数=0.8001

ここに、 N_I : 遮断回数(回/時)

N_T : 通過電車本数(本/時)

通過電車本数が増大すれば、当然遮断回数も増大する。一方、遮断機時間は安全のために電車の通過前で約30秒、通過後でも数秒の余分な遮断があるので、通過本数がある値以上になると余分な遮断時間が影響して、遮断時間は増大するので1回の遮断で2本以上の電車が通過するようになり、遮断の回数は減少するが遮断時間は著しく増大する。図-3に示した関係はこのような両者の関係を比較的良好に表現しているといえよう。

5. 踏み切りでの遅れ時間の推定式の提案

踏み切りの存在によって街路交通が受ける総遅れ時間は、遮断時間中の待ち時間が主要な要因となっている。実際には、待ち車列中での発進—停止の繰り返し時に生ずる加・減速に要する時間もあるが、これらの時間は停止時間に比べると短いものでありここでは除外している。踏み切りでの総遅れ時間を考えるにあたって、信号交差点での遅れ算出のモデルとの類似性が考えられる。すなわち、踏み切りの場合でも信号交差点の場合と同様に、流入交通量、流出交通量、および踏み切り開放時間長(あるいは通過電車本数や遮断回数)を用いて表現できるであろう。しかしながら、前章でも述べたように、信号交差点の信号サイクルはあらかじめ設定されている

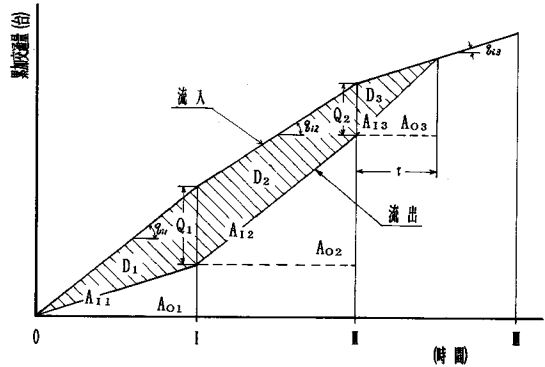


図-4 踏み切りでの遅れ時間の概念図

が、踏み切りの遮断時間は不規則に変化する。そのため、前章のデータ集計時間で述べたように、ここでも遅れ算定の集計単位時間として1時間を用いることとした。

踏み切りでの総遅れ時間の推定式を作成するにあたって以下のような前提を設定する。

- ① 対象とする時間帯の初期には街路上に待ち車両列は形成されていない。
- ② 流入交通量 q_i は1時間ごとに変化するものとする ($q_{it}; i=1, 2, \dots, n$)。

いま、図-4に示すような交通状況を考えると、各1時間ごとの総遅れ時間は図中に斜線を施した面積で表わされる。

i) まず最初の1時間を考えよう。この時間帯の総遅れ時間は図-4で示した流入交通量 q_{i1} と流出交通量 q_0 とで形成されている2つの三角形の面積 (A_{i1} と A_{01}) の差として求められる。すなわち、

$$D_1 = A_{i1} - A_{01} \quad \dots \dots \dots (4)$$

となる。単位時間は1時間であるから、面積 A_{i1} は、

$$A_{i1} = (1/2) q_{i1} \times 1 = (1/2) q_{i1} \quad \dots \dots \dots (5)$$

ここに、 q_{i1} : 流入交通量(台/時)

一方、面積 A_{01} は、開放時間と流出交通量 q_0 、すなわち(1—遮断時間)と飽和交通流量の基本値 S_0 とによって決まる。いま、遮断時間を T_n とすれば、

$$\begin{aligned} A_{01} &= (1/2) q_0 \times 1 = (1/2) q_0 = f(T_n, S_0) \\ &= (1/2) S_0 \times (\text{開放時間}) \\ &= (1/2) S_0 \times (1 - T_n) \quad \dots \dots \dots (6) \end{aligned}$$

ここに、 q_0 : 流出交通量(台/時)

T_n : 遮断時間(分/時)

S_0 : 飽和交通流量の基本値(台/車線・開放1時間)

と表現できる。

遮断時間 T_n は、前章の解析結果から明らかなように、通過電車本数の関数 $T_n = 0.93 N_{Tn}/60$ と表わせるので、上の式(6)は次のように書き直すことができる。

$$A_{01} = (1/2) S_b (1 - 0.93 N_{T1}/60) \dots \dots \dots (7)$$

ここに、 N_{T1} ：1時間当たりの通過電車本数
よって、この時間帯の総遅れ時間は以上の関係を用いて

$$D_1 = A_{11} - A_{01} \\ = (1/2) [q_{11} - S_b (1 - 0.93 N_{T1}/60)] \dots \dots \dots (8)$$

となる。

ii) 次に第2時間目の交通状況下での遅れ D_2 を考える。この時間帯には初期の待ち車両列 Q_1 が存在し、終了時には待ち車両列は Q_2 となっている。ここでの総遅れ時間は Q_1 と $\{Q_2 + S_b \times (1 - T_{12})\}$ とで形成される台形の面積 A_{12} と流出交通量が形成する三角形の面積 A_{02} との差として求められる。よって i) と同様に、

$$D_2 = A_{12} - A_{02} \\ = (1/2) (Q_1 + Q_2) \dots \dots \dots (9)$$

あるいは、流入交通量 q_{12} とこの時間の通過電車本数 N_{T2} を用いて、

$$D_2 = Q_1 + (1/2) q_{12} - (1/2) S_b (1 - 0.93 N_{T2}/60) \dots \dots (10)$$

となる。

iii) 最後に第3時間目の交通状況下での総遅れ時間を考える。ここでは着目した時間の途中で初期に形成されていた待ち車列が消滅している。車列の消滅するまでの時間を τ とすると、斜線を施した三角形の面積（総遅れ時間）は、

$$D_3 = (1/2) [(Q_2 + q_{13} \tau) \tau] - (1/2) [S_b \times \text{開放時間}] \times \tau \dots \dots \dots (11)$$

となる。ここで τ は、

$$\tau = \frac{(S_b \times \text{開放時間}) - Q_2}{q_{13}} \dots \dots \dots (12)$$

と表わせるから、遮断時間 T_{13} と通過電車本数 N_{T3} を用いると総遅れ時間 D_3 は、

$$D_3 = (1/2) Q_2 + (1/2) q_{13} [Q_2^2 - S_b (1 - T_{13}) Q_2] \\ = (Q_2/2 q_{13}) [q_{13} - \{Q_2 - S_b (1 - 0.93 N_{T3}/60)\}] \dots (13)$$

となる。

図-4に示した交通状況下における全遅れ時間 D は、上述した各時間帯における遅れ時間の和、

$$D = D_1 + D_2 + D_3$$

によって推定することができる。

6. 結論および今後の課題

本報文は、従来ほとんど解析されていなかった都市内およびその周辺部の鉄道踏み切りにおける道路交通現象を調査・解析したものである。以下には、本報文で明らかにされた事柄を列挙した。

(1) 踏み切り開放時の車両の平均発進車頭時間は、信号交差点での場合とやや異なっている。車列先頭車の発進遅れは信号交差点の場合とほぼ同一のようであるが、2番目以降の車両の平均発進車頭時間はほぼ一定で

あり、かつ信号交差点とは逆に、先頭車よりも大きな値をとることがわかった。この原因としては、踏み切りでの一時停止が考えられる。

(2) 踏み切りを通過する大型車の乗用車換算係数（大型車当量）としては、1.6～1.9が得られた。この値は、信号交差点での値とほぼ同一であり、大型車は踏み切りにおいても、信号交差点の場合とほぼ同様の影響を及ぼしていると考えてよさそうである。

(3) 踏み切りの飽和交通流量の基本値は、平均値で1000台/車線・開放1時間であると考えてよさそうである。変動の幅は約±100台/車線・開放1時間であった。一方、信号化踏み切りの飽和交通流量の基本値は、平均値で約1750台/車線・青1時間が得られた。これらの値を信号交差点の直進車線の飽和交通流量の基本値（2000台/車線・青1時間）と比較すると、遮断式踏み切りは信号交差点の50%、信号化踏み切りでも約90%に低下することを明らかにできた。

(4) 27か所、延べ114時間の遮断時間調査の結果次の点を明らかにすることができた。

i) 1時間当たりの遮断時間の長さは、通過電車本数と線形関係をもっており、両者は強い相関を有していることがわかった。

ii) 1時間当たりの遮断回数は、通過電車本数が増加すると増大するが、ある通過本数以上になると遮断回数はそれまでとは逆に減少する。この関係は、今回の調査地点データによれば、上に凸の三次式で表わせるようである。

(5) 踏み切りでの道路交通の遅れは遮断によって生ずる。本報文では、流入交通量 (q_{11})、飽和交通流量の基本値 (S_b)、待ち車両列の大きさ (Q)、および通過電車本数 (N_T) を用いて以下のような交通状況下での総遅れ時間の推定式を提案することができた。

i) 初期に待ち車列が形成されていない場合

ii) 対象時間中に待ち車列が解消されない場合

iii) 初期の待ち車列が時間内に解消する場合

本報文の段階では踏み切りでの遅れ時間推定の基礎となっている、電車通過本数と遮断時間および遮断回数との関係式を求める前提として、すべての地点のデータを均質なものとして扱っている。しかし、電車編成の長短、踏み切りと駅との位置関係、電車の通過速度さらには線路のカーブによって生じる路面の大きな凹凸等を考慮することが必要であるかもしれない。

本報文は、踏み切りでの遅れ時間の推定式を提示することが研究目的の1つであった。このため、推定式の妥当性を実測値を用いて検証するまでには至らなかった。今後はこの点の解析を進めてゆく必要がある。

本報文で対象とした踏み切りでの遅れ時間の推定式は

単純な前提のもとに作成したものである。この式の妥当性については、実測データを踏まえて検証することが必要であり、この点については現在解析の準備を進めている。踏み切りの存在によって道路交通が受ける損失には、遅れだけでなく燃料消費量の増大による損失、渋滞時の不快感なども考えられる。今後は、これらの損失を経済的に評価し鉄道の立体化の効果推定の検討も行ってゆく

必要があろう。

参 考 文 献

- 1) 交通工学研究会：道路交通容量検討資料集，昭和61年3月。
 - 2) 鹿田，ほか：信号交差点における飽和交通流量の観測結果について，交通工学，Vol.13，No.4，pp.11～22，1978.
(1988.4.6・受付)
-