

北海道大学工学部 正員 小川博三 五十嵐日出夫

学生員 清水浩太郎・伊藤昌晴

1. はじめに

札幌のように都心に鉄道により分断されている都市では、交通量の増加とともに踏切の横断や踏切遮断による道路交通の渋滞はかなり大きなものになり、経済、社会活動などに及ぼす影響も見るがとばくなってきている。鉄道と道路の平面交差を除去すれば、それだけで種々の利益をよもたらすが、ここでは時間的な効果と燃料消費量による経済効果の算定方法を考えこみる。

2. 平面交差による時間損失

踏切での時間損失は具体的にどの様な形でなされているかを考えこみよう。

或る車輛が他の車輛の影響を受けずに定められた一旦停止動作を行って踏切を通過する時の速度変化は時間の経過とともに次の様を示すことができる。

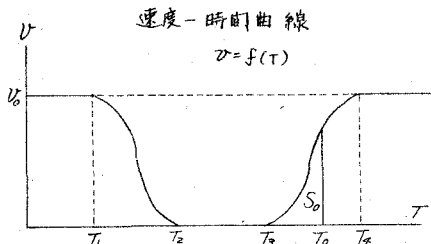


図-1

この一連の動作では次に示されるような時間損失を損失する。

$$L_1 = \frac{S_1 - S_2}{v_0}$$

$$S_1 = v_0(T_4 - T_1), S_2 = \int_{T_1}^{T_4} f(T) dT$$

第一に考えられる車輛一台の損失時間は三の次に踏切遮断時間 t_0 ($t_0 = 0$ の時を含めて) を加えな

$$L = t_0 + L_1$$

である。この平均値 $\bar{L}$ は通過車輛数を n とすれば次の様になる。

$$\bar{L} = \frac{1}{n} \sum (t_0 + L_1) = \frac{\sum t_0}{n} + \bar{L}_1$$

第二に考えらるるのは車輛が連続して通過する場合に後続車が前走車の通過動作を待つ間に損失される時間である。これは前走車が遮断後 S_0 の距離に達した時後続車が図-1に示す操り動作を同様に繰り返して通過するものとすれば図-1における $(T_4 - T_2)$ に踏切遮断時間 t_0 ($t_0 = 0$ の時を含めて) を加えた長さ L をサービス時間とする場合を系を考える事により計算できる。

一般に車輛の到着はポアソン分布に従うと仮定し最も簡単な場合として尤が指数分布する単一窓口を考慮サービスを行なう場合を系を考ふる。

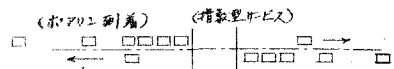


図-2

この時、平均サービス時間は

$$W = \frac{\lambda \bar{L}^2}{1 - \lambda \bar{L}}$$

$$\bar{L} = \frac{\sum L}{n} = \frac{1}{n} \sum (t_0 + L_1) = \frac{\sum t_0}{n} + \bar{L}_1$$

$$L = t_0 + L_1 \quad L_1 = T_4 - T_2$$

λ = 単位時間平均車輛到着数

とすか定数に損失する時間は、待つ行列に相当する距離を道路走行速度 v_0 で走行する時間を差し引いたものから

$$W_f = W - \frac{L_0 \bar{L}}{v_0}$$

$$L_0 = \frac{\lambda \bar{L}^2}{1 - \lambda \bar{L}} = \text{平均待行列長}$$

$\bar{L}$ = 待行列中の平均車頭間隔

である。従って車輛一台当りの損失時間は

$$T = W + \tau_m$$

となる。

しかし今までの考察では踏切が遮断されている時は必ず車輛が到着しているという前提があったが道路交通量の少ない場所では道路交通の障害にならない踏切遮断もある。事実道路交通量の少ない時代においては踏切遮断による交通障害の問題はそれほど大したものではない。

踏切の側から見てある遮断が車輛の到着に遭遇するかどうかということはさっぱり車輛の到着状況によるのである。定測の結果によると踏切遮断が30秒以下にはならない事がわかっている。

そこで平均時間到着数が120台以上の場所では踏切遮断時には必ず車輛到着があるものとし、それ以下の場所では、踏切遮断時間のうち時間到着数%と120との比に比例した部分が道路交通障害に属するものとする。 $x < 120$ のとき

$$\tau_m = \frac{x}{120} \sum t_0 + t_1$$

$$\tau_m = \frac{x}{120} \sum t_0 + t_2$$

として計算すればよい。

3. 踏切通過動作による損失燃料消費量

踏切を通過する場合、車輛は減速、停止、加速などのための余分な燃料を消費する。車輛が一定の速度で走行している時の時間燃料消費量は一定であると考えると、踏切通過時にかかる累積燃料消費量は次の図で示すことのできる損失燃料消費量は G である。

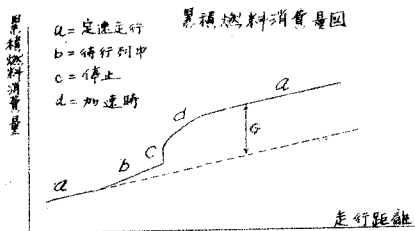


図-3

筆者等がアスファルト道路で走行にある車輛を使っているときの実際の結果によれば

停車時燃料消費量 (CC)

$$y = 0.38t \quad (t = \text{停車時間 (MC)})$$

走行キロ当り燃料消費量 (C/km)

$$y = -1.28x + 182.43$$

(x = 走行速度 ≤ 50 km/h)

所要速度に達するまでの諸元

所要速度	時間	距離	燃料消費量
30	8.6	47	11.3
35	13.2	73	21.3
40	14.2	97	25.0
45	16.1	133	32.5
50	18.5	160	42.8

となっており、走行速度を35 km/h、待行列中での走行速度を1 km/h、一旦停止時間を3秒とすれば

$$G = 0.044 L_0 L + 0.38 \left(3 + \frac{\sum t_0}{x} \right) + 9.60$$

とすることが出来る。

4. 札幌市の函館本線立体化効果の算定

札幌市を横断している函館本線は同市の南北交通の著しい障害になっている。分断された両地域の親密度も明瞭な差を生じさせている。現在各方面で同本線沿河川、豊平川沿(踏切20、踏切)の立体化案が協議され始めている。

同区間について上述の方法により40年8月に作られた市当局の調査資料によって算出したところ

総損失時間 510.42 時間/日

損失燃料 1371 2/日

となりいま車輛を考えずに車輛の平均的な固定費及び可変費の和を10,000 円/日とし、燃料費を50%とすれば

$$510.42 + 24 \times 10,000 \times 365 = 7,623 \text{ 万円/年}$$

$$1371 \times 50 \times 365 = 25 \text{ 万円/年}$$

である。ちなみに同区間高架化費用は355億円と概算されている。

以上