

○名古屋工業大学 学生員 藤田素弘

名古屋工業大学 正員 松井 寛

名古屋工業大学 正員 溝上章志

1. はじめに

現在行われている経路配分交通量予測はそのほとんどが日単位の配分である。また、道路の容量制約として、日Q-V式と呼ばれる日交通量と日平均旅行速度との関係式を用いている。さて、時間交通量を単位とする時間q-v式は、道路構造、沿道条件を加味しながら実査データより求めることができるが、日Q-V式は交通量の時間変動パターンなどの需要側の影響を無視できないため、道路構造、沿道条件が定まったとしても一様に求まらない。すなわち、その需要側の影響をどのように考慮するかによって日Q-V式は異なってくる。従って現状ではそのほとんどが経験的に設定されてきている。そこで本研究では、その日Q-V式を実査データに基づいて時間q-v式をベースに理論的に構築する方法を提案し、その日Q-V式の妥当性について検討を加えるものである。

2. 日Q-V式の理論的導出

ここで提案する日Q-V式は以下のような仮定を持つ。

仮定1: 交通量の24時間変動パターンは日交通量の増減に対して不変である。

仮定2: 各時間帯における時間q-v式は同一である。

上記の仮定のもとに日平均旅行速度を次のように定義する。すなわち、各時間帯の交通量と速度を q_i , v_i ($i=1, 2, \dots, 24$), 日交通量を Q とおくと日平均旅行速度は、

$$V = \frac{\sum_{i=1}^{24} (q_i \times v_i)}{\sum_{i=1}^{24} q_i} = \frac{\sum_{i=1}^{24} (q_i \times v_i)}{Q} \quad (1)$$

と表わせる。

今、時間平均旅行速度 v_i が一次回帰式として、

$$v_i = a - b \cdot q_i \quad (a, b \text{ は回帰係数}) \quad (2)$$

で与えられたものとする。すると (1)式は、(簡単

のため $\sum_{i=1}^{24}$ を Σ と書く。)

$$V = \frac{\Sigma \{q_i \times (a - b \cdot q_i)\}}{\Sigma q_i} = a - b \cdot \frac{\Sigma q_i^2}{Q} \quad (3)$$

となる。時間係数を $\eta_i (= q_i / Q, i=1, 2, \dots, 24)$

とすれば、仮定1より η_i は日交通量 Q に対して不変である。よって $q_i = \eta_i \times Q$ より(3)式は、

$$V = a - b \cdot \frac{\Sigma (\eta_i \cdot Q)^2}{Q} = a - b \cdot (\Sigma \eta_i^2) \cdot Q \quad (4)$$

となる。さらに、 η_i の平均を $\bar{\eta}$, 分散を σ_η^2 とすれば、

$$\bar{\eta} = \Sigma \eta_i / 24 = 1/24$$

$$\sigma_\eta^2 = \frac{\Sigma \eta_i^2}{24} - \bar{\eta}^2 = \frac{\Sigma \eta_i^2}{24} - \frac{1}{24} \quad (5)$$

となり、(5)式より $\Sigma \eta_i^2 = 24 \cdot \sigma_\eta^2 + 1/24$ を(4)式に代入すれば、

$$V = a - \frac{b}{24} \cdot (24^2 \cdot \sigma_\eta^2 + 1) \cdot Q \quad (6)$$

となり、時間q-v式に基づく日Q-V式が定式化できた。(6)式は時間q-v式に(2)式を用いたものであるが、一般に多項式として、

$$v_i = a + a_2 \cdot q + a_3 \cdot q^2 + \dots = \Sigma_{j=1}^n a_j \cdot q^{j-1} \quad (7)$$

で与えた場合にも日Q-V式は、

$$V = \Sigma_{j=1}^n a_j \cdot (\Sigma \eta_i^j) \cdot Q^{j-1} \quad (8)$$

となることが、(6)式を導出した時とまったく同様に証明できる。

さて、(6)式は以下のようにも変形できる。

$$V = a - \frac{b}{24 \cdot \eta_i} \cdot (24^2 \cdot \sigma_\eta^2 + 1) \cdot q_i \quad (9)$$

$$V = a \cdot \left(1 - \frac{\Sigma \eta_i^2}{\eta_i}\right) + \frac{\Sigma \eta_i^2}{\eta_i} \cdot v_i \quad (10)$$

(9), (10)式は、 i 時間帯交通量及び旅行速度から日平均旅行速度がそれぞれ求められることを示している。

ところで(6)式から明らかなように、この日Q-V式は時間q-v式の傾き b を分散によって補正する式になっている。その意味は、分散が大きくなればQ-

V式の傾きが増し、配分される日交通量も少なくなるが、分散が小さくなればQ-V式の傾きが減り、配分される日交通量は多くなる、ということである。例えば、ピーク時間交通量が同程度であれば、分散が小さく時間変動パターンの分布形が平らな方が、分散が大きくその分布形が尖っている方よりも、日交通量は当然多い。よって配分においてもその分布形をあらかじめ予測して、分散が小さい方が大きい方よりも交通流が流れやすくなるようにする必要がある。この点において、この日Q-V式はその内部に分散のパラメータを含んでいるのでこの機能を果たすことができる。

さて、次に日Q-V式の渋滞領域(図-2)について考える。渋滞領域は日交通量が設計日交通容量 Q_c を越えた部分であるとし、 Q_c は次式で求める。対象とする道路の設計時間交通容量を q_c 、ピーク時間帯の時間係数(ピーク率)を η_p とすれば Q_c は、

$$Q_c = q_c / \eta_p \tag{11}$$

で表される。なお、渋滞領域における速度はその都度政策的に定めるとする。

3. 日Q-V式の設定例と今後の課題

前節より、対象とする道路の時間q-v式、時間変動パターンの分散及び設計時間交通容量さえあらかじめ求めておけば、日Q-V式は(6)、(11)式より容易に設定できることがわかった。ここでは実査データより実際に設定した例を示す。図-1は地点速度と時間交通量の実査データより一次回帰して求めた時間q-v式である。その式と分散を用いて設定した日Q-V式を図-2の実線で示した。同図では比較のためにパーソントリップ調査に使われたP.T.日Q-V式を破線で示した。傾向として今回提案した日Q-V式は、従来経験的に設定されてきた日Q-V式よりも速度が高めに出るようである。これは、日交通量に対応する速度が日平均旅行速度であることを考えれば理解できるであろう。

図-3は、時間変動パターンの分散と昼夜率の関係を示したものである。図から分かるように両者はかなりの相関を示し、昼夜率が分かれば分散も予測可能であろう。これは、分散の地域分布の形態、及びその将来予測をする上で重要な結果である。

さて、今後の課題としては、時間q-v式を各種道路規格について設定すること、日Q-V式の将来

予測や適切なグルーピングについて調べること、などが挙げられる。そしてそれらの結果を用いて、ここで提案した日Q-V式を実際の道路網に当てはめて配分計算を行い、従来のQ-V式を用いた配分結果と比較検討する予定である。

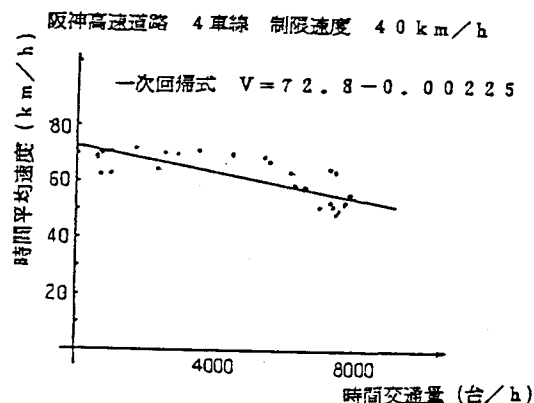


図-1 時間q-v式

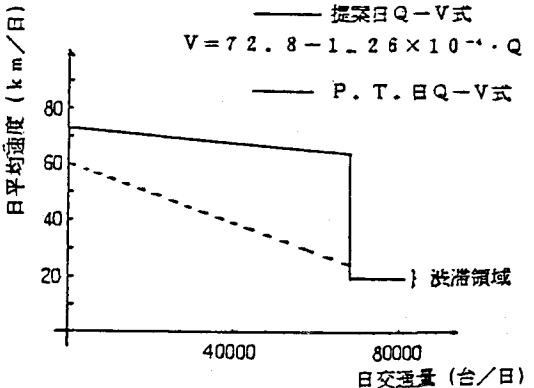


図-2 日Q-V式

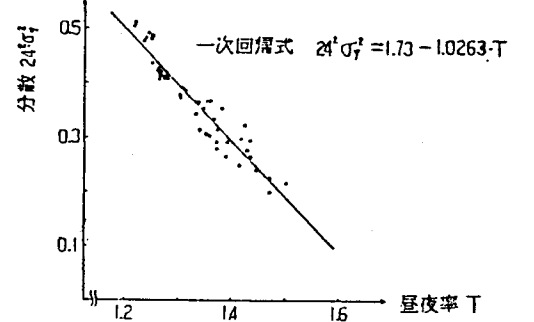


図-3 時間変動パターンの分散と昼夜率

参考文献 1)北川久, 太田勝敏;「配分手法で用いるQ-V式に関する研究」「交通工学」1984, NO.3
2)高速道路調査会;「旅行時間設定手法に関する研究報告書(Ⅱ)」昭和54年3月