

IV-58 合流部の交通現象について

阪神高速道路公団 正員 松尾 武

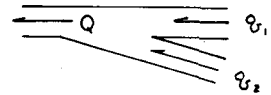
1. はじめに

高速道路の本線とランプあるいは本線どうしの合流部は、単路部にくらべて交通容量が小さいためボトルネックとなって渋滞を発生させる。この容量の低下は、合流部へ流入する2方向からの交通量の比率によってどのような影響を受けるかを考察してみた。

2. 合流比率と容量

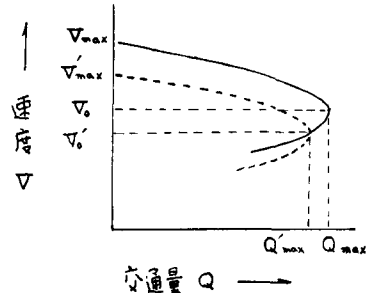
いま、図-1のような合流部を考える。 $Q_2=0$ のとき 合流部における交通量 Q と平均速度 V の関係は単路部の場合と同じであり、これを次式で表わす。 $Q = Q_{\max} - \alpha(V - V_0)^2$ ……(1) ここで $Q_{\max}$ は最大交通量(容量)、 V_0 は最大交通量を与えるときの速度、 α は定数である。

図-1 合流部



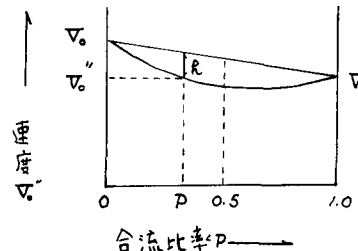
この式において $Q = Q_{\max}$ 、すなわち Q_2 のみで最大交通量となるときに Q_2 がわずかに増加したとすると、合流部の速度 V は合流車の影響で幾分低下する。このため交通量 Q は $Q_2=0$ の場合より減少することになる。この現象を最大交通量付近の不安定な交通流が合流車によっておこしたために強制状態の交通流へと変化する状態であると考えると、新しい均衡状態も式1で表わされる曲線上にあると仮定することができる。そこで合流比率を $P = Q_2 / (Q_1 + Q_2)$ ……(2) で表わし、 $0 \leq P \leq 1$ であるすべての合流比率について上の仮定が成立つ、すなわち合流比率が変化しても最大交通量は常に式1で表わされる曲線上にあると仮定する。この仮定から $Q_2=0$ のときの交通量と速度の関係は $Q = Q_{\max} - \alpha(V - V_0)^2$ ……(3) で表わすと 式1との関係は図-2に示すとおりとなる。ただし、本線どうしの合流部では式3は式1と等しくなるものと表わされる。

図-2 交通量と速度の関係



また、合流現象が速度に与える影響は、 $P = 0.5$ のときに最大となり、ある合流比率 P において最大交通量を与えるときの速度 V_0' は $V_0' = bP^2 + cP + V_0$ ……(4) で与えられるとする。ここに b, c は定数である。このとき図-3に示される R は、合流現象の影響による速度低下であり $P = 0.5$ のときに R が最大になるという仮定から式4は $V_0' = bP^2 + (V_0' - V_0 - c)P + V_0$ ……(5) とする。

図-3 合流比率と最大交通量時速度の関係



つぎに、ある合流比率のときの交通量と速度の関係を $Q = Q_{\max}' - \alpha'(V - V_0')^2$ ……(6) で表わすと $Q_{\max}', V_0'$ は式1で表わされる曲線上にあるから $Q_{\max}' = Q_{\max} - \alpha(V_0' - V_0)^2$ ……(7) であり、これを式6に代入すると $Q = Q_{\max} - \alpha(V_0' - V_0)^2 - \alpha'(V - V_0')^2$ ……(8) が得られる。

ここで、すべての合流比率について容量が最大となるときの速度は一定であると仮定すると(理論的には容量最大で速度は0とすべきであるが、強制状態とせよに交通量と速度の関係を

2次式で表わすと、強制状態の交通流において交通量が0となるとき速度が0にならないといったことが起こる。
 α と α' には $\alpha' = \alpha \cdot \frac{V_{max} - V_0''}{(V_{max} - V_0) + (V_0'' - V_0)}$ (9) の関係が得られる。これを式8に代入すると、

$$Q = Q_{max} - \alpha (V_0 - V_0'')^2 - \alpha' \cdot \frac{(V_{max} - V_0'')(V - V_0'')^2}{(V_{max} - V_0) + (V_0'' - V_0)} \quad \text{..... (10) とする。}$$

3. 観測データによる計算結果

阪神高速道路における観測データをもとに必要な定数を求め、合流比率と容量の関係と算出した。

本線とこうが合流する豊中合流部では $Q_{max} = 366$, $V_0 = 47$, $V_{max} = 75$, $\alpha = 0.470$, $V_0'' = 40$ とし、観測データを用いて式10から V_0'' を求め、さらに式5の定数を最小2乗法で求めると $b = 2.71$ とじた。この値を用いて、合流比率 P と最大交通量と与えるときの速度 V_0'' の関係および合流比率と最大交通量 Q_{max} の関係を求めると図-4、図-5に示すとおりの結果となった。

また、本線とこうが合流する守口合流部では、 $Q_{max} = 400$, $V_0 = 60$, $V_{max} = 86$, $\alpha = 0.565$, $V_0'' = 60$ とし $b = 15.58$ が得られ、図-6、図-7に示されるおりの結果となった。

豊中合流部 (本線とこう)

守口合流部 (本線とこう)

図-4 合流比率と最大交通量時速度の関係

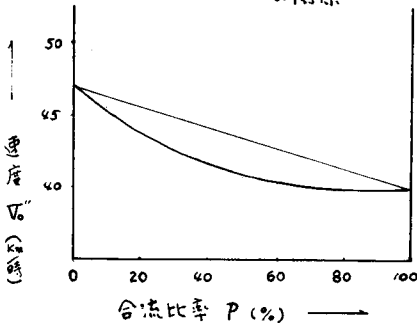


図-6 合流比率と最大交通量時速度の関係

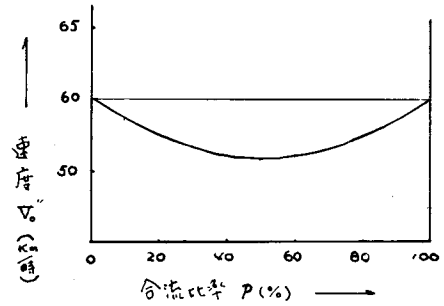


図-5 合流比率と最大交通量の関係

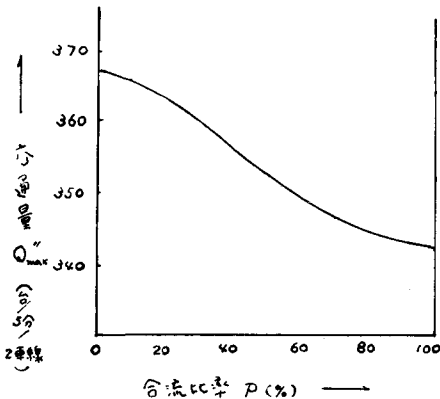


図-7 合流比率と最大交通量の関係

