

IV-49 交通流の小时間変動について

東京工業大学 正員 片倉正彦○
 東京都立大学 正員 鍋島泰雄
 武蔵工業大学 正員 岩崎征人
 茨城県庁 正員 浦田健一

1. はじめに

交通管制を行なうためには、交通状況を正確にまたなるべく短時間に把握することが必要である。交通流の状態をあらわす特性として、交通量、密度、平均速度が一般に用いられているが、これらは時間的に常に変動しているから、単位時間のとり方が問題となってくる。

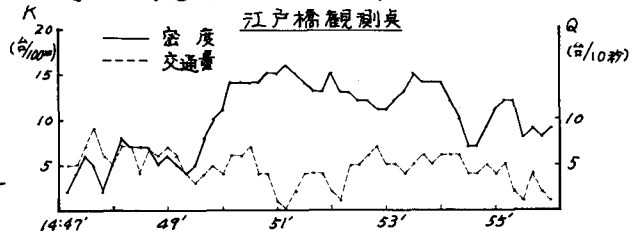
交通流の変動に3〜4分の周期性が見られることを筆者の1人は首都高速道路4号線の交通量からまた H.S. MIKA^③は、J. Lodge Freeway で平均速度についてパワースペクトル計算から求めている。

この報文は、その周期性について確認すると共に、交通状態との関係を求めようとしたものである。また渋滞波の伝播について、2地間の交通流の変動からその相互相関関数により、伝播時間を求めた。

2. 観測

- a. 昭和44年10月2日 12:30〜15:30 30分間ずつ4回 16mmメモモーションカメラで観測
 首都高速道路環状線外回り、江戸橋インターチェンジ〜汐留トンネル間約4km区間、4地帯
 10秒間交通量および10秒毎に100m区間の存在数として密度を測定。
- b. 昭和44年9月6日 8:30〜12:30 8mmメモモーションカメラで連続観測
 首都高速道路環状線 浅草橋インターチェンジ合流部、合流前、後2地帯
 6秒毎の100m区間密度を測定

図-1 交通流の小时間変動例
 江戸橋観測点



3. パワースペクトルの計算

時間間隔Δtで、 t_n 時刻におけるデータ値を $x(t_n)$ とすると、時間差 τ

$\tau = t_{n+k} - t_n$ に対する自己相関関数 $R_{xx}(\tau)$ は、

$$R_{xx}(\tau) = \frac{1}{N-k} \sum_{n=1}^{N-k} x(t_n) \cdot x(t_{n+k}) \dots \dots \dots ①$$

$$\text{ただし、} \bar{x} = \frac{1}{N} \sum_{n=1}^N x(t_n) \dots \dots \dots ② \quad \bar{x} = \frac{1}{N} \sum_{n=1}^N x(t_n) \dots \dots \dots ③$$

m は $R_{xx}(\tau)$ の振幅の最大値

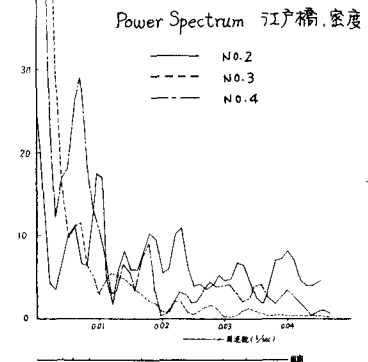
$R_{xx}(\tau)$ をフーリエ変換するとパワースペクトルが得られ、周波数 $\frac{r}{m} \cdot \frac{1}{2\Delta t}$ に対するパワースペクトルは

$$P\left(\frac{r}{m} \cdot \frac{1}{2\Delta t}\right) = 2\Delta t \sum_{k=0}^m R_{xx}(k) \cos\left(2\pi \frac{r}{2m} k\right) \dots \dots \dots ④ \quad r=0, 1, \dots, m$$

この式ではデータ数が有限のため、必ずみのあるスペクトルになるので、次の Hanning の式を用いて修正した。

$$\text{HP}\left(\frac{r}{m} \cdot \frac{1}{2\Delta t}\right) = 0.25P\left(\frac{r-1}{m} \cdot \frac{1}{2\Delta t}\right) + 0.50P\left(\frac{r}{m} \cdot \frac{1}{2\Delta t}\right) + 0.25P\left(\frac{r+1}{m} \cdot \frac{1}{2\Delta t}\right) \dots \dots \dots ⑤$$

図-2 パワースペクトラム (全平均)

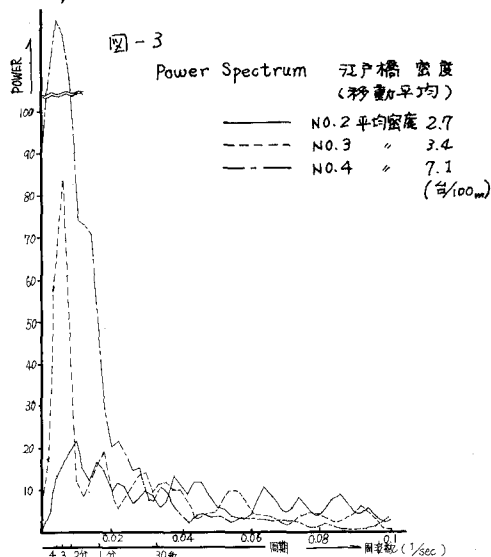


しかしこれによ、求めたパワースペクトルも交通流に傾向変動があると低周波成分が大きくなってしまふ。そこで傾向変動の影響を除くため全平均の代わりに移動平均値を用いて計算した。いま $k \times \Delta t$ 以上の長周期成分を除去するには、 $\bar{x}(n_k) = \frac{1}{K} \sum_{n=n-k+1}^{n-k+K} x(n_k)$, $\tilde{x} = x(n_k) - \bar{x}(n_k)$ とすればよい。

4. 解析結果

各地点の交通流についての計算結果から次のことがわかった。

1. 交通量、密度ともに free flow から停止車の出現める渋滞状態までの地点で 2 ~ 4 分の周期成分が高い。(図-2, 3, 4)
2. 移動平均からの変動について計算すると、この周期性がさらに顕著になる。図4はこの周期性が強く表われている典型的な例で、このようなボトルネックの上流部で渋滞が生じている場合は周期性が特に明白にあらわれるようである。また図3のように、密度の変動は平均密度の増加につれてその周期成分がより強くあらわれる傾向があるようである。

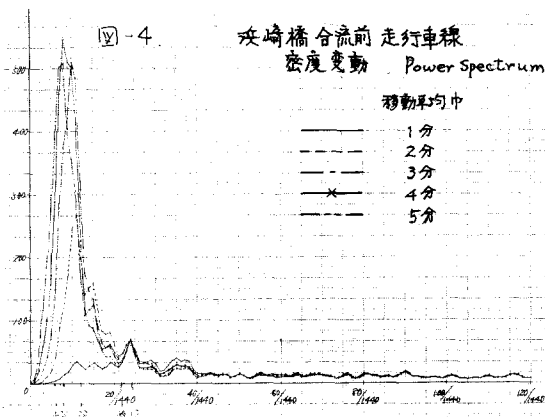


5. 相互相関関数と交通流の伝播時間

2 個所の観測点で各時刻について求めたデータ $x(n_k)$, $y(n_k)$ について、時間差 $\tau = n_k - n_{k+\tau}$ に対する相互相関関数 $C_{xy}(\tau)$ は

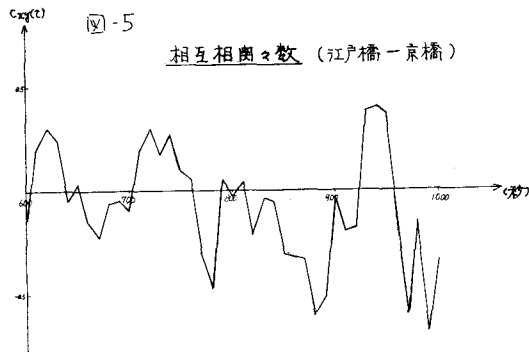
$$C_{xy}(\tau) = \frac{1}{N-k+1} \sum_{n=1}^{N-k+1} \tilde{x}(n_k) \tilde{y}(n_{k+\tau}) \quad \text{⑥}$$

図5は、観測点Aにおける2地点(距離975m)について、渋滞の生じた30分間のデータの計算結果である。著しい相関性は見られないが、すくなくとも $\tau = 960$ 秒を中心になんかなり高い相関性が見られる。これからこの時の渋滞波の伝播時間は960秒と見なされ、この値は2地点の密度変動図を比較して求めた伝播時間940秒とほぼ一致した。



6. むすび

1. 2 ~ 4 分の周期性が交通状態、場所によらず存在することから、交通特性を測定する最小時間値は、4分以上とすべきであるといえる。
2. 渋滞波などの伝播時間の推定に相互相関関数を用いることは有効な方法と思われる。



なお、この資料は交通工学研究は交通管理委員会調査資料の一部である。