

通し番号 260

6.2 計算例

・表 4-6-1 飽和交通流率および交差点飽和度の計算に、信号青時間比から計算した交通容量を示し、交通量との比較を行うと改良の目安になるので追加すると良い。

対応方針：⑨ 設計した交通処理案のチェック を追加

第3編 3.6.2 計算例 の改訂案

現行版 第4章 6.2 計算例 をベースに一部修正した

例題2は、車線数を逆算する例であるが、このような用途は多くないと考えられ、内容も用地の制約があまりない条件ながら、交差点の飽和度が0.857で推奨しにくい内容のため、削除する。

(改訂案)

3.66-2 計算例

~~例題1~~ 交通量の増加にともなって、[図](#)のような各流入部2車線の十字交差点を改良する。流入部A、Cを一部拡幅して右折専用車線を設置するものとするが、信号現示方式を設定し、交通容量を算定する。

[改良前後の交差点図、計画交通量図挿入](#)

〔解〕

① 信号現示案の設定

まず右折専用現示を付加しない2現示で交通容量の検討を行ってみる。

[現示図挿入](#)

② 各流入部の飽和交通流率の算定

各流入部の飽和交通流率を算定するまえに、設定した信号現示案で右折専用車線の右折交通が処理できるかどうかを検討する。そこで右折専用車線の交通容量を[4.4.3式](#)より算出するが、流入部A、Cの直進交通量がともに1,000台/時を超えているため[4.4.3式](#)中のfの値は0となり、右折車は現示の変り目にしかさばけない。したがって、計画水準2を想定するとしてサイクル長C=90秒と[仮設定](#)し、 S_R を求めると、

$$S_R = K \times \frac{3600}{C} = 2 \times \frac{3600}{90} = 80(\text{台/時}) < 160, 220$$

よって、流入部A、Cの右折交通量をさばくことはできない。

そこで、信号現示案を修正することにする。右折専用現示を付加して3現示とし、修正現示案は次のとおりである。

[現示図挿入](#)

修正した現示案に基づいて各流入部の飽和交通流率を算定する。

流入部A:

第1車線の飽和交通流率 S_{A1} ;

$$\text{左折車混入率} L = \frac{160}{(1280 + 160)/2} \times 100 = 22(\%)$$

$$S_{A1} = 2000 \times 0.97 \times 0.94 = 1820(\text{台/青1時間})$$

(大型車) (左折車)

[\(参照する表番号の修正\)](#)

[表4-4-5](#) [表4-4-9](#)

第2車線の飽和交通流率 S_{A2} ;

$$S_{A2} = 2000 \times 0.97 = 1940(\text{台/青1時間})$$

右折専用車線の飽和交通流率 S_{AR} ;

信号現示案では右折専用現示を設定しており、その現示の飽和度を求める必要があるため、~~その場合6.1.2で述べたように~~右折専用車線の飽和交通流率 S_R (台/青1時間)を算出する。

$$S_{AR} = 1800 \times 1.00 \times 0.97 = 1750 \text{ (台/青1時間)}$$

(車線幅員) (大型車)

(参照する表番号の修正)

表4-4-3 表4-4-5

流入部 B:

第1車線の飽和交通流率 S_{B1} ;

$$\text{左折車混入率 } L = \frac{150}{700/2} \times 100 = 43(\%)$$

$$S_{B1} = 2000 \times 0.97 \times 0.87 = 1690 \text{ (台/青1時間)}$$

(大型車) (左折車)

(参照する表番号の修正)

表4-4-5 表4-4-9

第2車線の飽和交通流率 S_{B2} ;

$$\text{右折車混入率 } R = \frac{100}{700/2} \times 100 = 29(\%)$$

右折車混入による補正率 α_{RT} を求めるのに E_{RT} を算出する必要がある。→ 4.4.4式で直接算出するか、もしくは巻末付録6のノモグラムより S_R を求めて E_{RT} を算出する。次に 4.4.5式を用いる。 E_{RT} を算出する ~~その~~ためには C および G の値が必要であり、ここでは次の方法により予備的に求めることとする。

サイクル長 C は計画水準2を想定するとして $C=90$ 秒に仮設定する。 4.6.3式より、

$$g_i = \frac{G_i}{C} = (1 - L/C) \cdot q_i^\circ / \sum_i q_i^\circ$$

$$G_i = (C - L) \cdot q_i^\circ / \sum_i q_i^\circ$$

1 サイクルのクリアランス時間 L は、標準的な十字型交差点であることから、10秒と仮設定する。 ~~損失時間 L は、2φと3φの間に全赤時間2秒、3φと1φの間に黄3秒、全赤時間4秒をとるとすると(1φと2φの間の黄時間は損失時間に含めない)、 $L=3+4+3=10$ 秒である。~~

$$G_3 = (90 - 10) \cdot \frac{700}{1580 + 200 + 700} = 22 \text{ (秒)}$$

そこで、 $q=400$ 台/時、 $G/C=22/90=0.24$ 、 $C=90$ 秒としてノモグラムより $S_R=265$ 台/時(ただし $K=2$ 台)が得られ、 E_{RT} は

$$E_{RT} = \frac{2000 \cdot G/C}{S_R} = \frac{2000 \times 0.24}{265} = 1.81$$

補正率 α_{RT} は 4.4.5式より

$$\alpha_{RT} = \frac{100}{(100 - R) + E_{RT} \cdot R} = \frac{100}{(100 - 29) + 1.81 \times 29} = 0.81$$

よって

$$S_{B2} = 2000 \times 0.97 \times 0.81 = 1570 \text{ (台/青1時間)}$$

(大型車) (右折車)

(参照する表番号の修正)

表4-4-5

流入部 C:

第1車線の飽和交通流率 S_{C1} ;

$$\text{左折車混入率(第1車線)} = \frac{150}{(1430 + 150)/2} \cdot 100 = 19(\%)$$

$$S_{C1} = 2000 \times 0.97 \times 0.94 = 1820 \text{ (台/青1時間)}$$

(大型車) (左折車)

(参照する表番号の修正)

表4-4-5 表4-4-9

第2車線の飽和交通流率 S_{C2} ;

$$S_{C2} = S_{A2} = 1940(\text{台/青1時間})$$

右折専用車線の飽和交通流率 S_{CR} ;

$$S_{CR} = S_{AR} = 1750(\text{台/青1時間})$$

流入部 D:

第1車線の飽和交通流率 S_{D1} ;

$$\text{左折車混入率 } L = \frac{100}{600/2} \cdot 100 = 33(\%)$$

$$S_{D1} = 2000 \times 0.97 \times 0.90 = 1750(\text{台/青1時間})$$

(大型車) (左折車)

(参照する表番号の修正)

表4-4-5 表4-4-9

第2車線の飽和交通流率 S_{D2} ;

$$\text{右折車混入率 } R = \frac{100}{600/2} \cdot 100 = 33(\%)$$

$q=450(\text{台/時})$, $G/C=0.24$, $C=90(\text{秒})$ よりノモグラムより $S_R=245(\text{台/時})$ が得られ, E_{RT} は

$$E_{RT} = \frac{2000 \times G/C}{S_R} = \frac{2000 \times 0.24}{245} = 1.96$$

4.4.5式より

$$\alpha_{RT} = \frac{100}{(100-R) + E_{RT} \times R} = \frac{100}{(100-33) + 1.96 \times 33} = 0.76$$

よって,

$$S_{D2} = 2000 \times 0.97 \times 0.76 = 1470(\text{台/青1時間})$$

(大型車) (右折車)

(参照する表番号の修正)

表4-4-5

③ 正規化交通量の算定

流入部 A:

(直進, 左折)

$$\rho_{A,SL} = \frac{1280 + 160}{1820 + 1940} = 0.383$$

(右折)

右折車は信号現示の変わり目に捌けるため, 右折交通量からその捌け台数を差し引いた交通量で正規化交通量を求める.

$$\rho_{A,R} = \frac{160 - K \times 3600/C}{1750} = \frac{160 - 2 \times 3600/90}{1750} = 0.046$$

流入部 B:

(直進, 左折, 右折)

$$\rho_S = \frac{700}{1690 + 1570} = 0.215$$

流入部 C:

(直進, 左折)

$$\rho_{C,SL} = \frac{1430 + 150}{1820 + 1940} = 0.420$$

(右折)

右折車は信号現示の変わり目に捌けるため, 右折交通量からその捌け台数を差し引いた交通量で正規化交通量を求める.

$$\rho_{C,R} = \frac{220 - 2 \times 3600/90}{1750} = 0.080$$

流入部 D :

(直進, 左折, 右折)

$$\rho_D = \frac{600}{1750 + 1470} = 0.186$$

④ 現示の飽和度と交差点の飽和度

現示の飽和度 :

$$1\phi \quad \rho_1^\circ = \text{Max}\{0.383, 0.420\} = 0.420$$

$$2\phi \quad \rho_2^\circ = \text{Max}\{0.046, 0.080\} = 0.080$$

$$3\phi \quad \rho_3^\circ = \text{Max}\{0.215, 0.186\} = 0.215$$

交差点の飽和度 :

$$\lambda = \sum \rho_i^\circ = 0.420 + 0.080 + 0.215 = 0.715 < 0.9$$

⑤ クリアランス時間と損失時間の設定

この例では、クリアランス時間として、1φと2φの間に黄時間、2φと3φの間に黄+全赤時間、3φと1φの間に黄+全赤時間を設定することにする。

1) 1φと2φの間の黄時間、および2φと3φの間の黄+全赤時間

流入路 A と C について停止線間距離は、流入路 B と D の車道幅員 13.0m に車道端部から横断歩道までを 4m、横断歩道幅を 4m、横断歩道端から停止線までを 2m を確保することを想定して、両側を合わせて 20m を加えた、33.0m とする。(車道端部から停止線までの距離の考え方については、[現行版第 5 章 5. 横断歩道の図 5-5-1](#) を参照されたい)

流入路 A と C の接近速度を 60[km/hr] とすると、[表 3-1 クリアランス時間 \(黄時間+全赤時間\) の標準値](#) を参考に、クリアランス時間を 6 秒 (黄時間 4 秒、全赤時間 2 秒) を採用する。

この結果、ここでは 1φと2φの間に 4 秒の黄時間、2φと3φの間は、右折専用現示の後であることから標準値から 2 秒短くした 2 秒の黄時間と 2 秒の全赤時間をとるものとする。

2) 3φと1φの間の黄+全赤時間

流入路 B と D について停止線間距離は、上記と同様に流入路 A と C の車道幅員 15.5m に 20m を加えた、35.5m と考える。

流入路 B と D の接近速度を 40[km/hr] とすると、[表 3-1 クリアランス時間 \(黄時間+全赤時間\) の標準値](#) を参考に、3φと1φの間は、クリアランス時間を 7 秒 (黄時間 3 秒、全赤時間 4 秒) をとることにする。

以上の結果、1 サイクルのクリアランス時間 L は、4+2+2+3+4=15 秒となる。

損失時間は、1φと2φの間の黄時間は損失時間に含めず、2φと3φの間の黄時間 2 秒と全赤時間 2 秒、3φと1φの間は全赤を伴うクリアランス時間の合計が 7 秒であるから、1 秒差し引いて 6 秒とし、1 サイクルの損失時間 L' は、L'=2+2+(7-1)=10 秒となる。

⑥ 信号サイクル長の設定

1 サイクルの損失時間 L' を 10 秒と設定したことから、~~信号損失時間 L' を、2φと3φの間に全赤時間 3 秒、3φと1φの間に黄 4 秒、全赤時間 3 秒とすると、L=3+4+3=10 秒、このとき、信号サイクル長を算出すると、C が~~

$$C_{op} = \frac{1.5L + 5}{1 - \lambda} = \frac{1.5 \times 10 + 5}{1 - 0.715} = 70.2$$

また、

$$C \geq \frac{0.9L}{0.9 - \lambda} = \frac{0.9 \times 10}{0.9 - 0.715} = 48.6$$

この結果から、信号サイクル長 C=70 秒とする。~~したがって、この交差点はサービス水準 1 で運用できる。~~

⑦ 各現示の青時間の算定

$$1\phi \quad G_1 = (C - L) \cdot \rho_1^\circ / \lambda = (70 - 15) \times 0.420 / 0.715 = 32.3 \div 32 \text{ 秒 } \text{L の値を変更して修正}$$

$$2\phi \quad G_2 = (C - L) \cdot \rho_2^\circ / \lambda = (70 - 15) \times 0.080 / 0.715 = 6.2 \div 6 \text{ 秒 } \text{L の値を変更して修正}$$

$$3\phi \quad G_3 = (C - L) \cdot \rho_3^\circ / \lambda = (70 - 15) \times 0.215 / 0.715 = 16.5 \div 17 \text{ 秒 } \text{L の値を変更して修正}$$

~~各現示のスプリット $g_{ij} (=G_{ij}/C)$ は $g_{ij} \geq \rho_{ij}^\circ / 0.9$ を満足することは、計算の過程から明らかである。~~

また、各現示の青時間は、主交通の1φと3φが15秒以上、従交通の2φが5秒以上であり、車両側からみた最小青時間を満足している(附録3参照)。

⑧ 歩行者交通の検討

歩行者現示を設定した1φ、3φについて、横断歩行者交通の検討を行う。

まず、1φで流入部B、Dを横断する歩行者に対する最小青時間を検討する。流入部B、Dの車道幅員は13mであるから歩行速度を1m/秒とすると、1φは13秒必要である。設定された1φは青時間32秒であり、これを満足する。

次に、流入部A、~~←C~~の車道幅員は15.5mであるから、横断歩行者が安全に横断できるように~~完全にさばくために~~、歩行速度を1m/秒とすると、3φは歩行者交通からみて、最小15.5秒必要である。設定された3φは青時間17~~8~~秒であり、これを満足する。

表 4-6-1

⑨ 設計した交通処理案のチェック

以上設計した交通処理案を基に各流入部の交通容量を算出し、設計交通量が処理できることをチェックする。

流入路 A

$$(1820+1940) \times \frac{32}{70} = 1719 > 1440 : \text{OK}$$

$$1750 \times \frac{6}{70} + 2 \times \frac{3600}{70} = 150 + 103 = 253 > 160 : \text{OK}$$

流入路 B

$$(1690+1570) \times \frac{17}{70} = 792 > 700 : \text{OK}$$

流入路 C

$$(1820+1940) \times \frac{32}{70} = 1719 > 1580 : \text{OK}$$

$$1750 \times \frac{6}{70} + 2 \times \frac{3600}{70} = 150 + 103 = 253 > 220 : \text{OK}$$

流入路 D

$$(1750+1470) \times \frac{17}{70} = 782 > 600 : \text{OK}$$

以上より、本交差点の交通処理案は、サービス水準1で設計交通量を処理可能である。

以下削除

~~例題2. 新設道路の計画に伴って生ずる4枝交差点について各流入部の交通量の推定結果は図のようであった。この交差点を信号交差点として設計する。~~

交差点図

~~【解】ここでは参考のため用地の制約があまりない場合に、まず始めに交通運用方法を設定して必要な道路幅員等を定める場合(図4-6-2)の例として示す。~~

~~① 設計交通量の推定~~

~~主流方向の右、左折率を10%と見こんで計算し、B→C間交通量を多少高く見積って、左図のように推定する。~~

~~流入部A: $1,600 \times 0.1 = 160$~~

~~流入部C: $1,400 \times 0.1 = 140$~~

~~② 信号制御方式の設定~~

~~計画水準1として設計し、サイクル長C=70秒と設定、図のような2現示方式をとるものとする。~~

~~右折交通に対しては、右折専用車線を設置するのが原則であるから、この場合も右折専用車線を設置することとする。以下の検討にはいるまえに、設定した信号現示案で右折専用車線の右折交通が処理できるかどうかを検討する。流入部A、Cの各右折交通に対して対向直進交通量 $q > 1,000$ 台/時となっているので、4.4.3式のfの値は0となり、右折専用車線の交通容量は現示の変り目にさばける右折車の台数だけとなる。すなわち、流入部A、Cともに右折専用車線の交通容量は~~

$$S_{R(A,C)} = K \cdot \frac{3600}{C} = 2 \cdot \frac{3600}{70} = 103 < 105,200$$

~~となり、流入部 A、C の右折交通量をさばくことができない。~~

~~そこで、信号現示案を修正することとする。右折専用現示を付加して 3 現示とし、修正現示案は右図のとおりである。~~

~~図のような 3 現示方式をとると、損失時間 L は、2φ と 3φ の間に全赤時間 2 秒、3φ と 1φ の間に黄 4 秒、全赤時間 2 秒をとるとして (1φ と 2φ の間の黄時間は損失時間に含めない)、 $L=2+4+2=8$ 秒である。~~

~~各現示の現示率 g_i は 4.6.3 式より~~

$$1\phi: g_1 = (1 - 8/70) \cdot \frac{1400}{1400 + 200 + 800} = 0.886 \times 0.583 = 0.517$$

$$2\phi: g_2 = (1 - 8/70) \cdot \frac{200}{1400 + 200 + 800} = 0.886 \times 0.083 = 0.074$$

$$3\phi: g_3 = (1 - 8/70) \cdot \frac{800}{1400 + 200 + 800} = 0.886 \times 0.333 = 0.295$$

~~各現示の青時間は~~

$$1\phi: G_1 = C \cdot g_1 = 70 \times 0.517 \div 36 \text{ 秒}$$

$$2\phi: G_2 = C \cdot g_2 = 70 \times 0.074 \div 6 \text{ 秒} > \min G (5 \text{ 秒})$$

$$3\phi: G_3 = C \cdot g_3 = 70 \times 0.295 \div 20 \text{ 秒} > \min G (15 \text{ 秒})$$

~~② 各現示で流れる交通流の正規化交通量の最大値 ρ_i°~~

$$1\phi: \rho_1^\circ = 0.9g_1 \div 0.9 \times 0.517 = 0.46$$

$$2\phi: \rho_2^\circ = 0.9g_2 \div 0.9 \times 0.074 = 0.067$$

$$3\phi: \rho_3^\circ = 0.9g_3 \div 0.9 \times 0.295 = 0.26$$

~~④ 流入部に必要な飽和交通流率と車線数の推定~~

~~右折専用車線を設置することとしたから、右折交通は他の交通流と区別して検討する。左折交通についてはこの場合とくに専用車線の設置を考えず、直進交通と合わせて検討する。~~

~~i) 直進及び左折交通~~

$$\text{流入部 A: } S_A = q'_A / \rho_A \geq q'_A / \rho_1^\circ = \frac{1100 + 150}{0.46} = 2717$$

$$\text{流入部 B: } S_B = q'_B / \rho_B \geq q'_B / \rho_3^\circ = \frac{450 + 200}{0.26} = 2500$$

$$\text{流入部 C: } S_C = q'_C / \rho_C \geq q'_C / \rho_1^\circ = \frac{1250 + 150}{0.46} = 3043$$

$$\text{流入部 D: } S_D = q'_D / \rho_D \geq q'_D / \rho_3^\circ = \frac{200 + 150}{0.26} = 1346$$

~~したがって、直進及び左折交通に必要な車線数は~~

$$1\phi \text{ 流入部 A: } n_A = S_A / 2000 = 2717 / 2000 = 1.36$$

$$\text{流入部 C: } n_C = S_C / 2000 = 3043 / 2000 = 1.52$$

$$3\phi \text{ 流入部 B: } n_B = S_B / 2000 = 2500 / 2000 = 1.25$$

$$\text{流入部 D: } n_D = S_D / 2000 = 1346 / 2000 = 0.67$$

~~となり、流入部 D 以外は 2 車線を必要とすることになる。ここでは、各現示で交通量の多い方の C、B 流入部について、端数の合計は $0.52 + 0.25 = 0.77 < 1.0$ となるので、小さい方の B 流入部の車線数を 1 車線として設計することを検討する。~~

~~ii) 右折交通~~

~~各流入部とも右折専用車線を 1 車線設置するものとする。~~

~~⑤ 各流入部の車線割当~~

~~以上から、各流入部の車線数は右図のように設定する。~~

~~⑥ 飽和交通流率、正規率交通量の計算~~

~~各流入部の直進左折混入車線 (第 1 車線) の左折率を求めると、~~

~~流入部A: $L_A = \frac{150}{(1100+150)/2} = 0.24$~~

~~流入部B: $L_B = \frac{200}{450+200} = 0.31$~~

~~流入部C: $L_C = \frac{150}{(1250+150)/2} = 0.21$~~

~~流入部D: $L_D = \frac{150}{150+200} = 0.43$~~

~~したがって、直進及び左折に対する設計飽和交通流率は、~~

~~流入部A: $S_A = (2000 + 2000 \times 0.93) \times 0.9 = 3860 \times 0.9 = 3470$~~

~~流入部B: $S_B = 2000 \times 0.91 \times 0.9 = 1640$~~

~~流入部C: $S_C = (2000 + 2000 \times 0.94) \times 0.9 = 3880 \times 0.9 = 3490$~~

~~流入部D: $S_D = 2000 \times 0.87 \times 0.9 = 1570$~~

~~右折専用現示のある右折専用車線の設計飽和交通流率は、~~

~~$S_{R(A)} = S_{R(C)} = 1800 \times 0.9 = 1620$~~

~~正規化交通量は、~~

~~流入部A: $\rho_A = q'_A / S_A = \frac{1100+150}{3470} = 0.360$~~

~~流入部B: $\rho_B = q'_B / S_B = \frac{450+200}{1640} = 0.396$~~

~~流入部C: $\rho_C = q'_C / S_C = \frac{1250+150}{3490} = 0.401$~~

~~流入部D: $\rho_D = q'_D / S_D = \frac{200+150}{1570} = 0.223$~~

~~右折専用車線の正規化交通量は、右折交通量から現示の変り目にさばける右折車の台数(台/時)をさし引いた値を用いて算出する。すなわち、~~

~~$\rho_{R(A)} = \frac{q'_{R(A)} - 2 \cdot \frac{3600}{C}}{S_{R(A)}} = \frac{150 - 103}{1620} = 0.029$~~

~~$\rho_{R(C)} = \frac{q'_{R(C)} - 2 \cdot \frac{3600}{C}}{S_{R(C)}} = \frac{200 - 103}{1620} = 0.060$~~

~~⑦ 交差点の飽和度~~

~~$\lambda = \rho_1^\circ + \rho_2^\circ + \rho_3^\circ = 0.401 + 0.060 + 0.396 = 0.857 < 0.9$~~

~~⑧ 各現示の青時間の算定~~

~~$1\phi: G_1 = (C - L) \cdot \rho_1^\circ / \lambda = (70 - 8) \cdot \frac{0.401}{0.857} \doteq 29\text{sec}$~~

~~$2\phi: G_2 = (C - L) \cdot \rho_2^\circ / \lambda = (70 - 8) \cdot \frac{0.060}{0.857} \doteq 5\text{sec}$~~

~~$3\phi: G_3 = (C - L) \cdot \rho_3^\circ / \lambda = (70 - 8) \cdot \frac{0.396}{0.857} \doteq 28\text{sec}$~~

~~⑨ 右折交通容量の検討~~

~~流入部B、Dの右折現示のない右折専用車線の交通容量を算出して、流入部B、Dの右折交通がさばけるかどうかの検討をする。流入部B、Dともに右折交通量が150台/時であるから、対向直進交通量の多いD流入部について検討する。q=150台/時、C=70秒、 $G_2/C=28/70=0.4$ より付録6のノモグラム(S=2,000台/青1時間、K=2台)を用いて、~~

~~————— $S_R = 380$ 台/時 > 150~~

~~以上の計算から、この交差点については、前図のような車線割当をもった幅員構成で設計すれば、信号サイクル長 70 秒の 3 現示制御で設計することができる。すなわち、サービス水準 1 の交通運用が可能である。~~

参考文献

- (1) O. E. C. D. Road Research Programme, Research Group T8: "Capacity of At-Grade Junctions", Final Report 1974,
- (2) 日本道路協会: "道路構造令の解説と運用", p. p. 65~78, 昭和 45 年
- (3) Evans D. H., Herman R. and Welss G. H. "The highway merging and queuing problem", Operations Research Vol. 12 p. p. 832-857, 1964.
- (4) Highway Research Board: "Highway Capacity Manual" Special Report 87, 1965.
- (5) 鹿田成則, 井上廣胤: 信号交差点における飽和交通量の観測方法について"交通工学, Vol. 12, No2, 1977.
- (6) 交通工学研究会: "平面交差点の計画設計"昭和 44 年 12 月, p. p. 31~52.
- (7) 鹿田成則, 柴田正雄片倉正彦: "信号交差点の交通容量について"交通工学, Vol. 11, No5, 1976.
- (8) 交通容量研究委員会: "信号交差点および織り込み区間の交通容量の研究"交通工学 Vol. 14, 1979.
- (9) Australian Road Research Board: "The Capacity of Signalized Intersections in Australia" Bulletin No3, Mardl. 1968.
- (10) 吉岡昭雄岩城勝正: "平面交差の飽和交通流量"建設省土木研究所土木技術資料 12-3
- (11) 交通容量研究委員会: "信号交差点および織り込み区間の交通容量の研究一トヨタ財団助成研究昭和 53 年, (未発表)
- (12) 越正毅: "系統交通信号におけるサイクル制御の研究"土木学会論文報告集 No241, 1975 年 9 月.
- (13) 交通工学研究会: "信号交差点における時間交通容量の研究"昭和 52 年 3 月.