

5. 信号交差点での対向直進交通による右折容量の低下における検証

一般的な街路において、信号交差点での右折待ち車両が後続車両の走行を障害し、渋滞の原因となっている事例を多く見かける。右折待ち車両は、青現示において対向直進交通が途切れるのを待っている。その結果、交差点を右折する交通容量が対向直進の交通量によって低下する。

本検討では、信号交差点における右折交通が対向直進交通によって受ける影響について検証を行う。

この検証の目的は、シミュレーション結果が理論値と厳密に合致していることを求めるものではなく、理論との相関または相違を確認しながらモデルの特質を明らかにすること、および各種のモデルパラメータとモデル挙動の関係を明確にすることである。¹⁾

5.1 検証方法

(1) 検証モデル

検証モデルは、図 5-1 に示すように1つの信号交差点を含むネットワークを作成する。

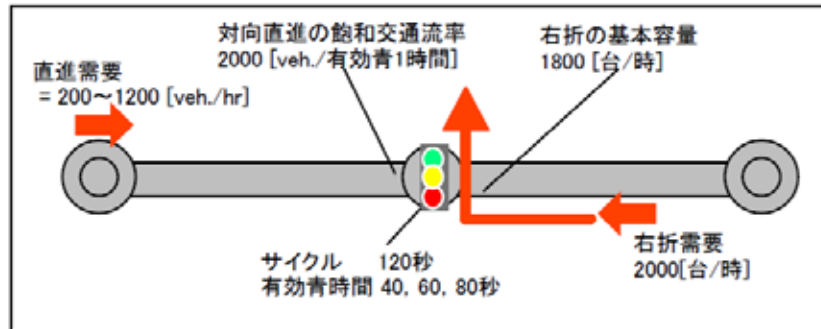


図 5-1 信号交差点における右折容量検証用設定説明図

(2) 検証手順

- 1) 検証用モデルを作成後、対向直進交通の飽和交通流率は 2,000(台/有効青 1hr)あるいはこれと同レベルに設定を行う。また、右折の基本容量は 1,800 (台/hr) とし、交差点内に滞留できる右折待ち車両台数は 2 台とする。
- 2) 信号パラメータは 1 サイクルを 120 秒とし、有効青時間をそれぞれ 40、60、80 (s) の 3 段階に変えて、シミュレーションを行う。
- 3) 各信号パラメータのセットに対して、対向直進の交通需要を 200、400、600、800、1,000、1,200 (台/hr) の 6 段階に変えながら、右折交通量を観測する。
- 4) 交差点を右折する交通需要は、つねに車両が供給されるように 2,000 (台/hr) 程度の値とする。
- 5) シミュレーションの観測結果を下式に示す値と比較する。

$$S_R = 1800 f(SG - qC) / (S - q)C + 3600K / C \quad \dots(1)$$

S_R …右折専用車線の交通容量 [台/時]

S …対向直進流入部の飽和交通流率 [台/有効青 1 時間]

q …対向直進流入部の交通量 [台/時]

C …サイクル長 [秒]

G …有効青時間 [秒]

K …信号の変わり目で捌ける台数 [台/サイクル]

f …次の関係で与えられるギャップアクセプタンス確率

$f =$	1.00	($q=0$),	0.81	($q=200$),
	0.65	($q=400$),	0.54	($q=600$),
	0.45	($q=800$),	0.37	($q=1000$),
	0.0	($q>1000$),	中間の q の値については補間する。	

(3) 設定パラメータ

1) 直進需要

200、400、600、800、1,000、1,200 (台/hr) の 6 ケース

2) 右折基本容量

右折基本容量については、UC-win/Road 上で、右折時の走行速度と平均車頭間隔を計測し、その結果に基づいて (式 1) により算出する。

$$C = 1,000 \cdot V / S$$

ここで、C : 交通容量 (台/h) S : 最小車頭間隔 (m) V : 速度 (m/s)

UC-win/Road 上で、乗用車 (セダンタイプ) における右折時の走行速度と平均車頭間隔を計測した結果は以下のようになる。

$$V = 19 \text{ km/h}$$

$$S = 13.9 \text{ m} \quad (10 \text{ 回計測、} 12.8\text{m} \sim 14.6\text{m})$$

上記の値を用いて、交通容量を算定すると、以下のようになる。

$$C = 1,000 \cdot V / S = 1,000 \cdot 19(\text{km/h}) / 13.9(\text{m}) = 1,367 \text{ (台/h)}$$

3) 右折需要

2,000 (台/hr)

4) 信号サイクル

120 (s)

5) 有効青時間

40、60、80 (s) の 3 ケース

6) 対向直進の飽和交通流率

2,000 (台/有効 1 時間) 程度に設定。

有効青時間: 40s の場合

信号サイクルが 120 s であるため、信号サイクルは 1 時間当たり 30 サイクルとなる。ここで、1 時間の内で青時間は、 $40 \text{ s} \times 30 \text{ サイクル} = 1,200 \text{ s}$ となり、また、1 時間は $3,600 \text{ s}$ であるため、この有効青時間においては $3,600 / 1,200 = 3$ となる。

$$\text{よって、} 2,000 \text{ 台/有効青 1 時間} = 2,000 / (1 \times 3) = 667 \text{ 台/h}$$

有効青時間: 60s の場合

$$1 \text{ 時間の内で青時間は、} 60 \text{ s} \times 30 \text{ サイクル} = 1,800 \text{ s}$$

$$3,600 / 1,800 = 2$$

$$2,000 \text{ 台/有効青 1 時間} = 2,000 / (1 \times 2) = 1,000 \text{ 台/h}$$

有効青時間: 80s の場合

$$1 \text{ 時間の内で青時間は、} 80 \text{ s} \times 30 \text{ サイクル} = 2,400 \text{ s}$$

$$3,600 / 1,800 = 2$$

$$2,000 \text{ 台/有効青 1 時間} = 2,000 / (1 \times 1.5) = 1,333 \text{ 台/h}$$

UC-win/Road における交通容量

UC-win/Road 上で、乗用車 (セダンタイプ) における右折時の走行速度と平均車頭間隔を計測した結果は以下のようになる。

$$V = 50 \text{ km/h}$$

$$S = 27.3 \text{ m} \quad (10 \text{ 回計測、} 26.6\text{m} \sim 28.0\text{m})$$

上記の値を用いて、交通容量を算定すると、以下のようになる。

$$C = 1,000 \cdot V / S = 1,000 \cdot 50(\text{km/h}) / 27.3(\text{m}) = 1,831 \text{ (台/h)}$$

上記より、UC-win/Road 上では、有効青 1 時間当たりの交通容量として 2,000 台は確保できている。

- 7) 交差点内に滞留できる右折待ち車両台数
2台。

5.2 検証結果

対向直進交通量を変化させ、青有効時間を固定した状態で、右折交通量を計測した結果が表 5-1～5-3 および図 5-2～5-4 である。

各パターンにおいて、基本的には 5 回ずつ計測を行い、平均値を算出した。ここで、直進交通量が多いパターンについては 2 回ずつ計測を行った。その理由は、交通量が多くなると、右折する交通量が一定となるためである。

ここで、各有効青時間で計測した結果の傾向は、以下のようである。

直進需要が増加するのに従って右折交通量は減少し、一定交通需要を超えると信号の変わる時間帯しか右折できなくなる。これは、交差点内に滞留できる右折待ち車両が 2 台で、1 時間当たりの信号サイクルは 30 サイクルとなるため、 $30 \text{ サイクル} \times 2 \text{ 台} = 60 \text{ 台}$ の通過であると想定される。

JSTE の理論式による計算結果（以下、JSTE 理論値とする）と、Uc-win/Road において仮定した交通容量等の数値を理論式に当てはめた結果（以下、Road 理論値とする）を算出した。

計測結果および Road 理論値を JSTE 理論値と比較すると、計測結果は JSTE 理論値の 4～7 割程度、Road 理論値の 6～9 割程度と小さい値となった。

表 5-1 青時間 40 秒の場合の計測結果

セダン - 有効青時間40秒								
対向直進交通量(veh/h)	右折交通量(veh/h)						平均	JSTE理論値
	1回目	2回目	3回目	4回目	5回目			
200	282	241	277	244	271	263	438	
400	138	140	133	140	131	136	255	
600	60	60				60	106	
800	60	60				60	60	
1,000	60	60				60	60	
1,200	60	60				60	60	

表 5-2 青時間 60 秒の場合の計測結果

セダン - 有効青時間60秒								
対向直進交通量(veh/h)	右折交通量(veh/h)						平均	JSTE理論値
	1回目	2回目	3回目	4回目	5回目			
200	461	437	453	445	450	449.2	708	
400	306	295	262	267	276	281.2	498	
600	169	127	171	153	163	156.6	337	
800	66	73	67	69	85	72.0	195	
1000	60	60				60.0	60	
1200	60	60				60.0	60	

表 5-3 青時間 80 秒の場合の計測結果

セダン - 有効青時間80秒								
対向直進交通量(veh/h)	右折交通量(veh/h)						平均	JSTE理論値
	1回目	2回目	3回目	4回目	5回目			
200	606	624	630	655	674	638	978	
400	401	408	435	451	413	422	742	
600	263	263	266	273	271	267	569	
800	174	177	169	180	154	171	420	
1,000	87	76	90	64	86	81	282	
1,200	60	60				60	60	

計測結果をグラフ化したものが図 5-2 ~ 図 5-4 である。数値は理論値と異なるが、グラフは理論値に近い変化の形を示し、計測結果は JSTE 理論値より Road 理論値に形状となっている。

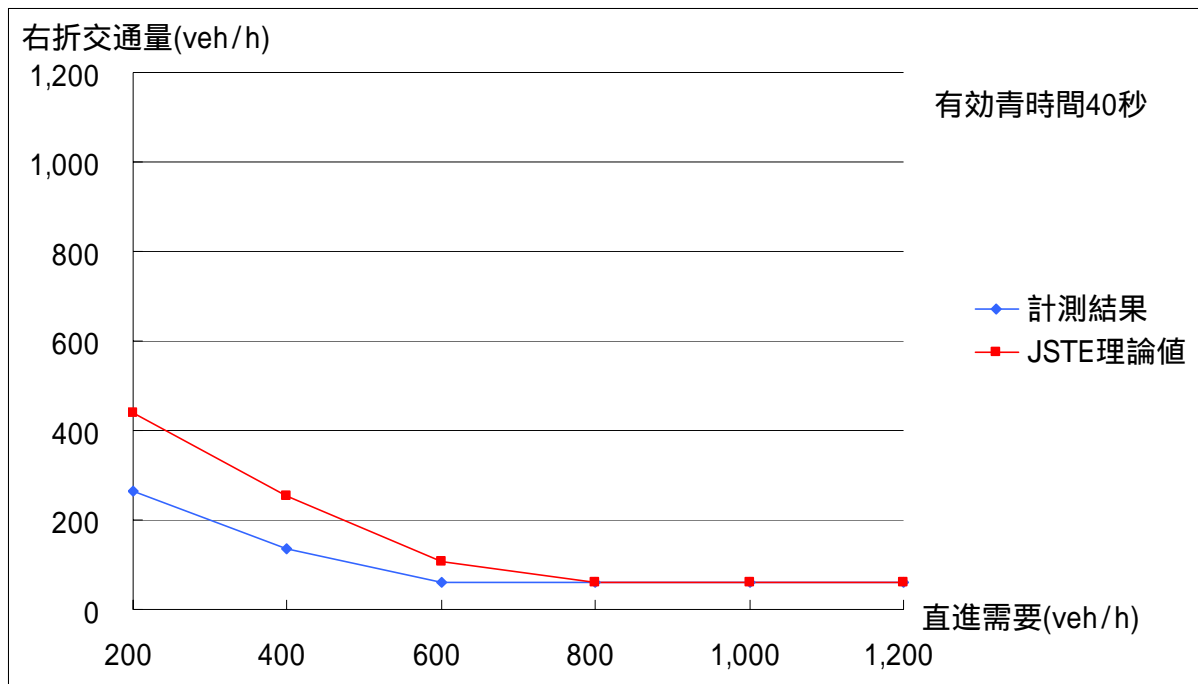


図 5-2 有効青時間 40 秒の場合

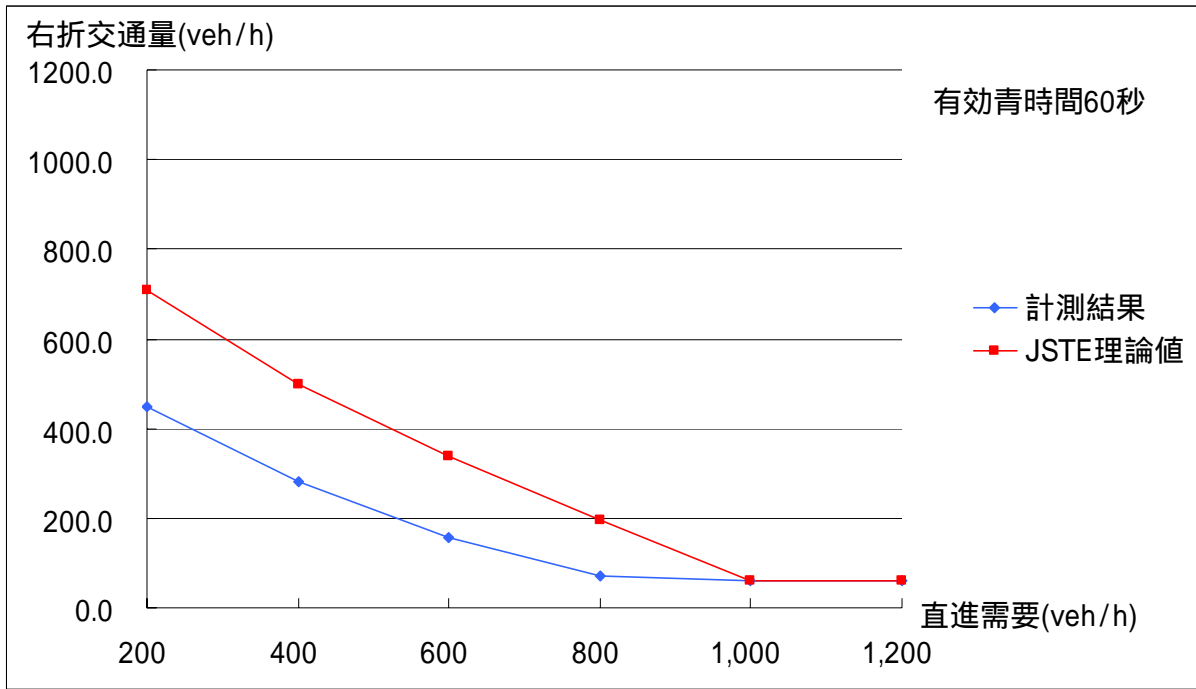


図 5-3 有効青時間 60 秒の場合

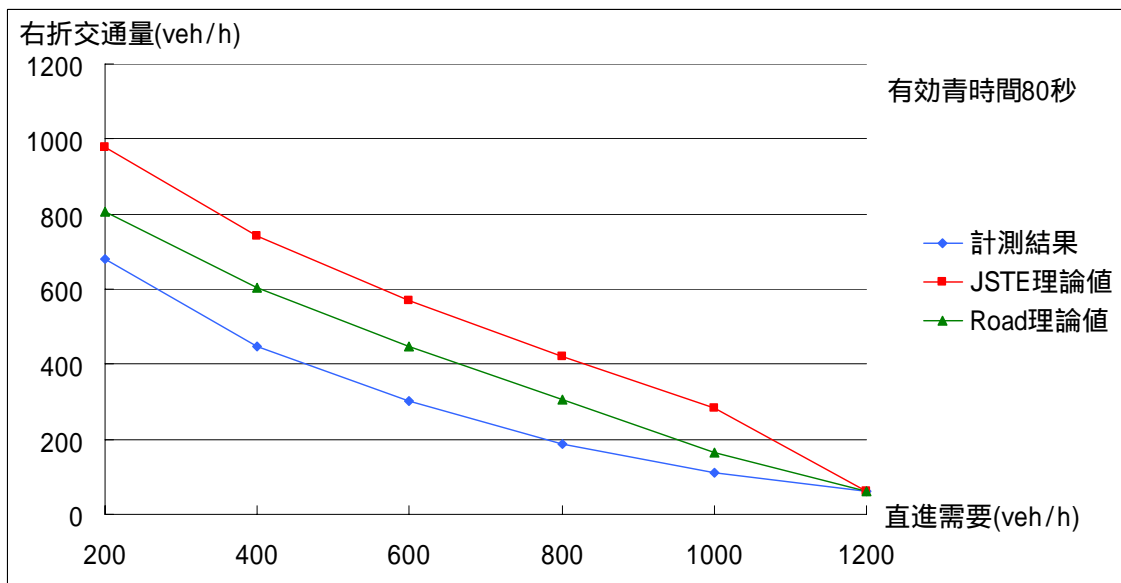


図 5-4 有効青時間 80 秒の場合

交差点付近の交通状況は図 5-5～5-6 に示したとおりである。直進交通量が少ない状態では直進車の切れ目で右折できるので右折容量は大きくなるが、直進交通量が多い場合は右折できず、右折容量は小さくなる。



図 5-5 直進交通が少ない場合

図 5-6 直進交通が多い場合

参考文献：

- 1) 交通流シミュレーションの標準検証プロセス Verification マニュアル(案), p.15, 平成 14 年 6 月(第 2 版), (社)交通工学研究会 交通シミュレーション自主研究委員会.