

INSPECTOR Verification

1. 車両の発生

車両発生の機能について検証する。

1.1 車両の総発生台数

図 1-1 のような検証用ネットワークを用意し、500, 1000, 2000 [台/時]の3段階の需要を与え、1時間のシミュレーションを5回実行し、車両の総発生台数を記録する。

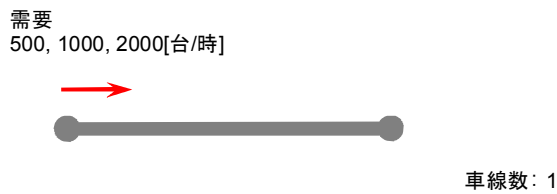


図 1-1 車両発生検証用ネットワーク

図 1-2 に検証結果を示す。

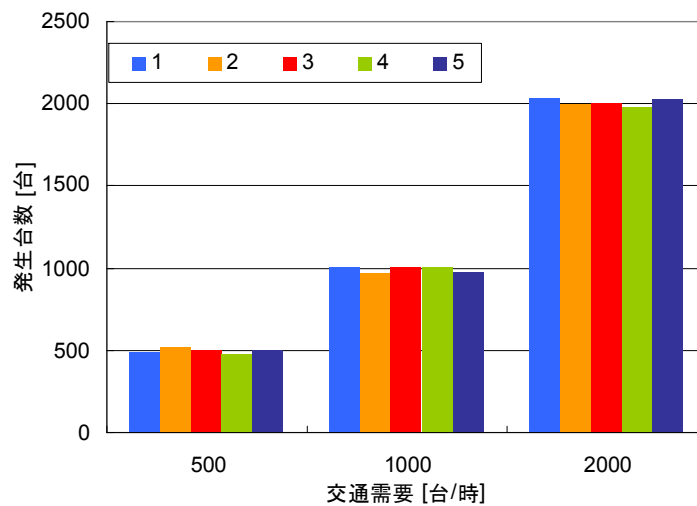


図 1-2 車両の総発生台数

1.2 発生車頭時間分布

需要を変化させたときの発生車頭時間分布が、設定した分布パターンに正しく従っているかについて検証を行う。需要を500, 1000, 2000[台/時]の3段階の需要を与え、図1-1のネットワークで1時間のシミュレーションを5回実行する。

以下に検証結果を示す。

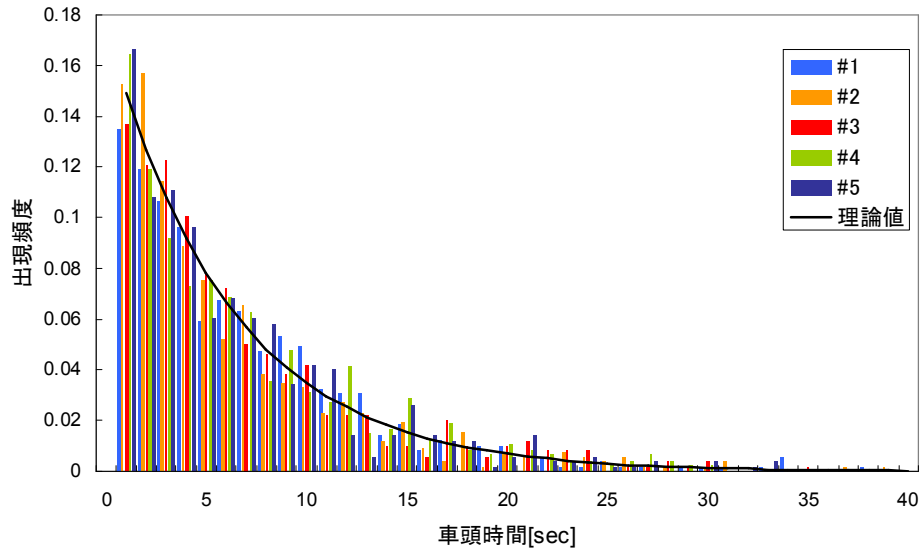


図 1-3 発生車頭時間間隔の分布 (500[台/時])

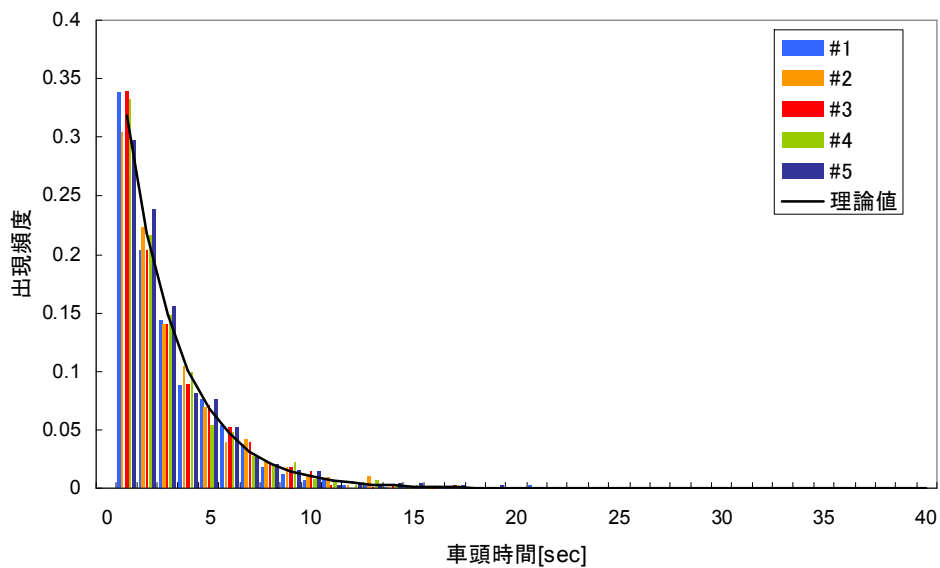


図 1-4 発生車頭時間間隔の分布 (q=1000[台/時])

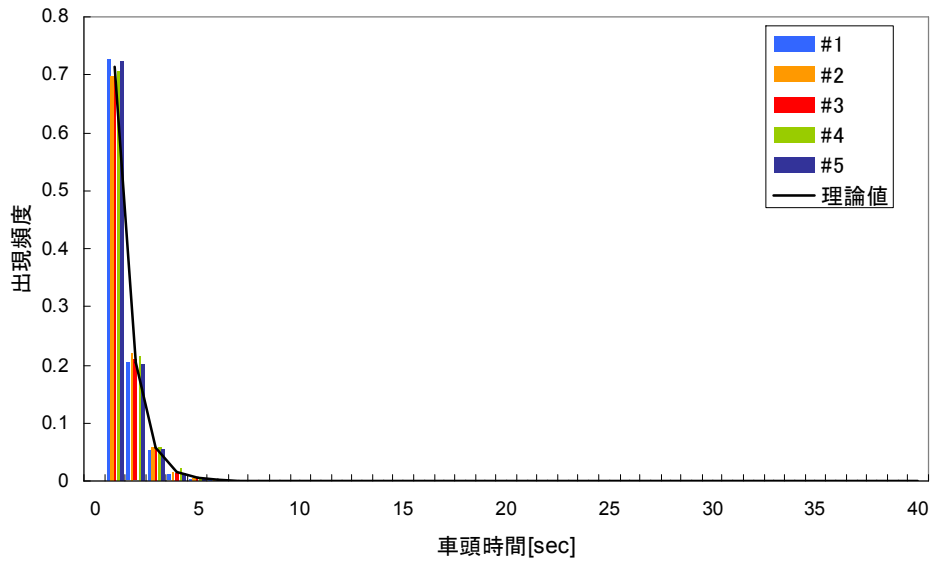


図 1-5 発生車頭時間間隔の分布 (2000[台/時])

1.3 超過需要の処理

指定時間帯で発生しきれなかった超過交通需要が、次の時間帯においても消滅せずに正しく発生しているかについて検証を行う。ここでは、最初の1時間に4400[台/時]の需要を与え、それ以降は全く需要を与えず、リンク下流端での交通量が0になるまでシミュレーションを行う。

図 1-6 に検証結果を示す。

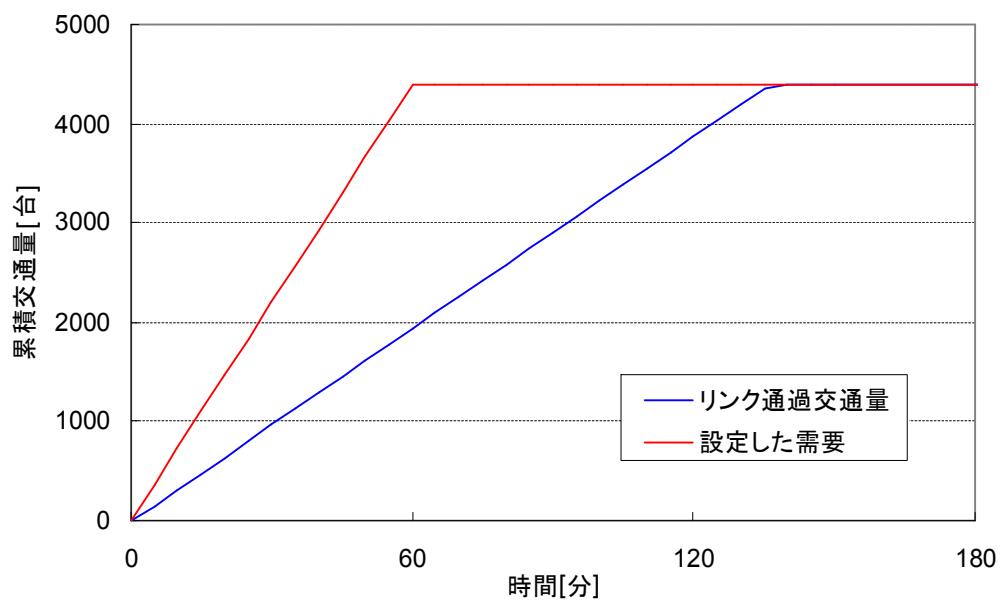


図 1-6 発生交通量とリンク通過交通量

2. ボトルネック容量

パラメータの違いによって再現される Q-K 曲線について検証する。

2.1 自由流側の Q-K 曲線

以下の手順により, 自由流側の Q-K 曲線を求める。

- ① 図 2-1 のようなネットワークを用意する。
- ② 表 2-1 で示したパラメータセットについて, まず 300 台/h の需要を与える。
- ③ 当該リンクが自由流で定常状態になるのを待ち, 定常状態になってから, 当該リンクの上流端と下流端の累積交通量を観測する。大型車については乗用車換算係数を 1.7 としてカウントする。
- ④ ある 10 分間について, 1 分ごとにリンク上流端と下流端の累積交通量の差で区間内の車両台数を求め, これらを平均してその 10 分間の交通密度とする。このとき, 同じ 10 分間で下流端を通過した車両台数を交通量とする。
- ⑤ この結果を, Q-K 平面上にプロットする。
- ⑥ 次の 10 分間で④～⑤を繰り返し同様にプロットする。これを 10 回繰り返し, 同様にプロットする。
- ⑦ 一旦, シミュレーションを終了し, 次に交通需要を 300 台/h ずつ増加させて 2100 台/h になるまで③～⑥を繰り返す。

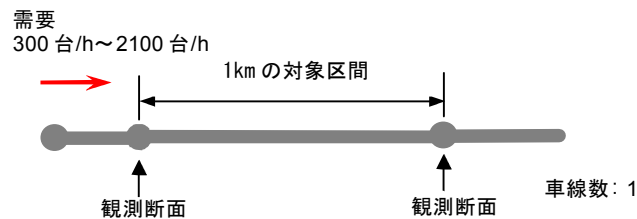


図 2-1 自由流側の Q-K 曲線検証用ネットワーク

表 2-1 自由流側のパラメータセット

	最小車頭距離	大型車混入率	平均速度
Free1 (base case)	8.0m	0%	50km/h
Free2	8.0m	30%	50km/h

2.2 渋滞流側の Q-K 曲線

以下の手順で、渋滞流側の Q-K 曲線を求める。

- ① 図 2-2 のようなネットワークを用意する。
- ② 表 2-2 で示すように、自由流側の Q-K 曲線を求めるときに用いたパラメータセットについて、ボトルネック区間の平均速度を 30km/h に設定し、シミュレーションを行う。この時、ボトルネックで渋滞が発生するように 2200 台/h の需要を与える。
- ③ 当該リンクが自由流で定常状態になるのを待ち、定常状態になってから、当該リンクの上流端と下流端の累積交通量を観測する。大型車については乗用車換算係数を 1.7 としてカウントする。
- ④ ある 10 分間について、1 分ごとにリンク上流端と下流端の累積交通量の差で区間内の車両台数を求め、これらを平均してその 10 分間の交通密度とする。このとき、同じ 10 分間で下流端を通過した車両台数を交通量とする。
- ⑤ この結果を、Q-K 平面上にプロットする。
- ⑥ 次の 10 分間で④～⑤を繰り返し同様にプロットする。これを 10 回繰り返し、同様にプロットする。
- ⑦ 一旦、シミュレーションを終了し、次にボトルネックにおける平均速度を 20km/h、10km/h に設定し、②～⑥を行う。

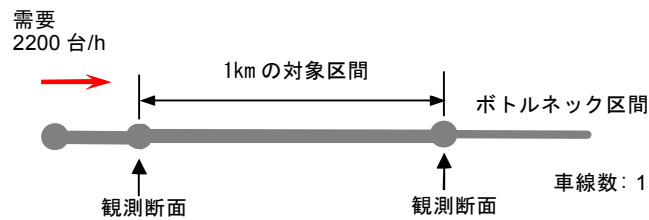


図 2-2 渋滞流側の Q-K 曲線検証用ネットワーク

表 2-2 渋滞流側のパラメータセット

Jam1	Free1+ボトルネック区間の平均速度を 10km/h~30km/h
Jam2	Free2+ボトルネック区間の平均速度を 10km/h~30km/h

2.3 検証結果

パラメータセットごとに得られる自由流側と渋滞流側の Q-K 曲線を重ねて以下に図示する。

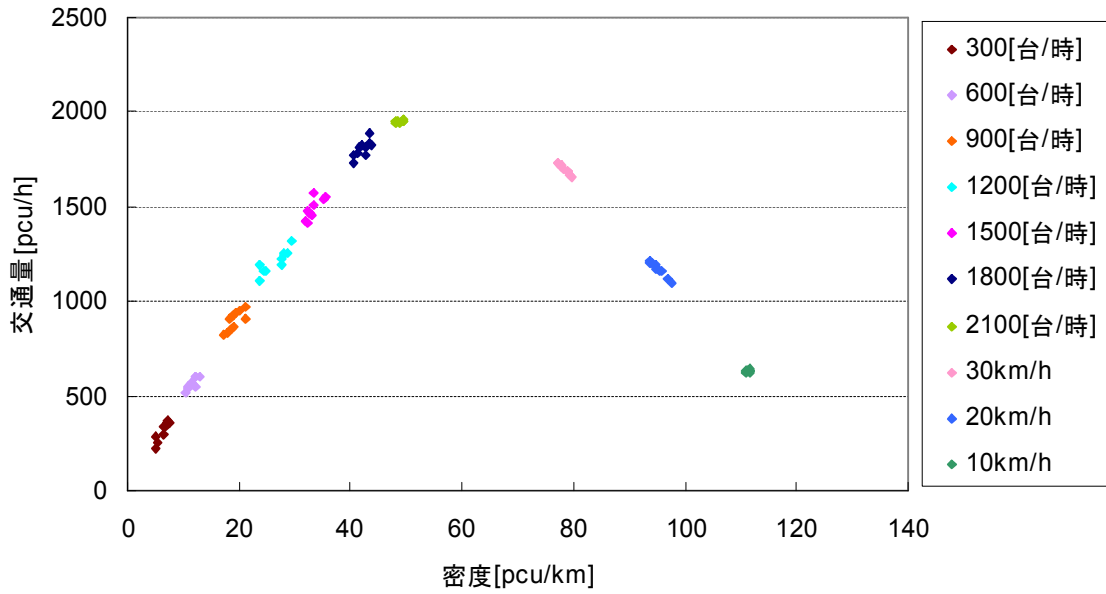


図 2-3 Q-K 曲線 (Free1)

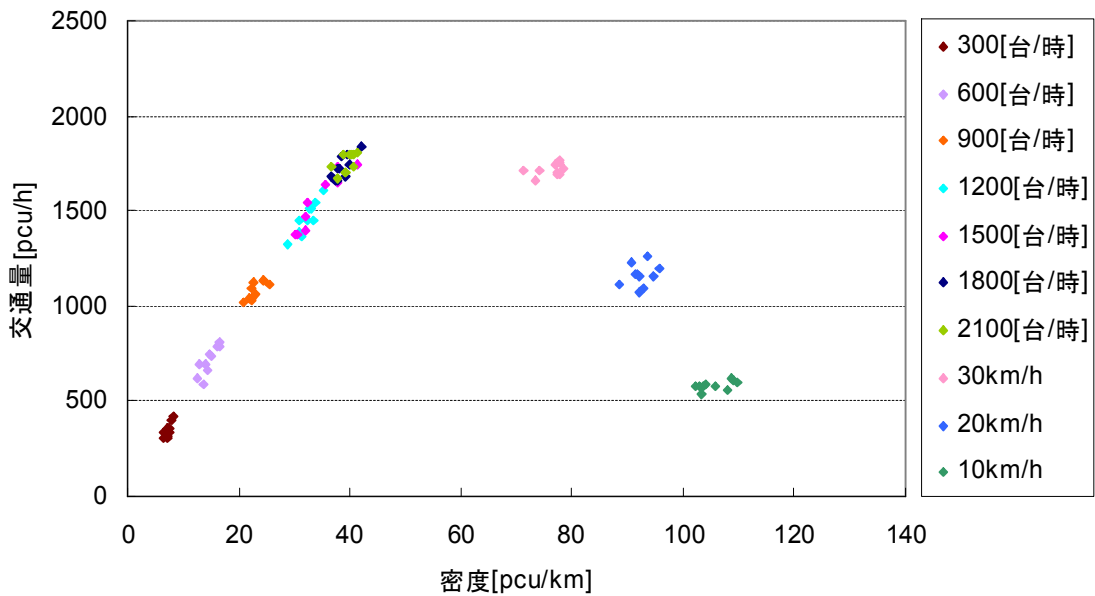


図 2-4 Q-K 曲線 (Free2)

3. 飽和交通流率

パラメータの違いによって再現される飽和交通流率について検証する。赤現示の間に滞留した車両が、青現示の間に流出していく様子を確認するものである。

以下の手順で検証を行う。

- ① 図 3-1 のような検証用ネットワークを用意する。
- ② 表 3-1 に示すようなパラメータセットについて、それぞれ需要を 1000[台/時]に設定し、シミュレーションを行う。
- ③ シミュレーション開始後 10 サイクル程度経過してから、10 サイクルの間、リンクからの流出量を観測する。観測する時間間隔は 1 秒とする。
- ④ 青現示が始まってからの 1 サイクルごとの流出交通量を累積曲線にして、10 サイクル分重ねて図示する。交通流が飽和している間はいずれのサイクルでも流率が安定して再現されていることを確認する。



図 3-1 飽和交通流率検証用ネットワーク

表 3-1 飽和交通流率検証用パラメータセット

	最小車頭距離	大型車混入率	平均速度
SFR1 (base case)	8.0m	0%	50km/h
SFR2	8.0m	30%	50km/h

以下に検証結果を示す。

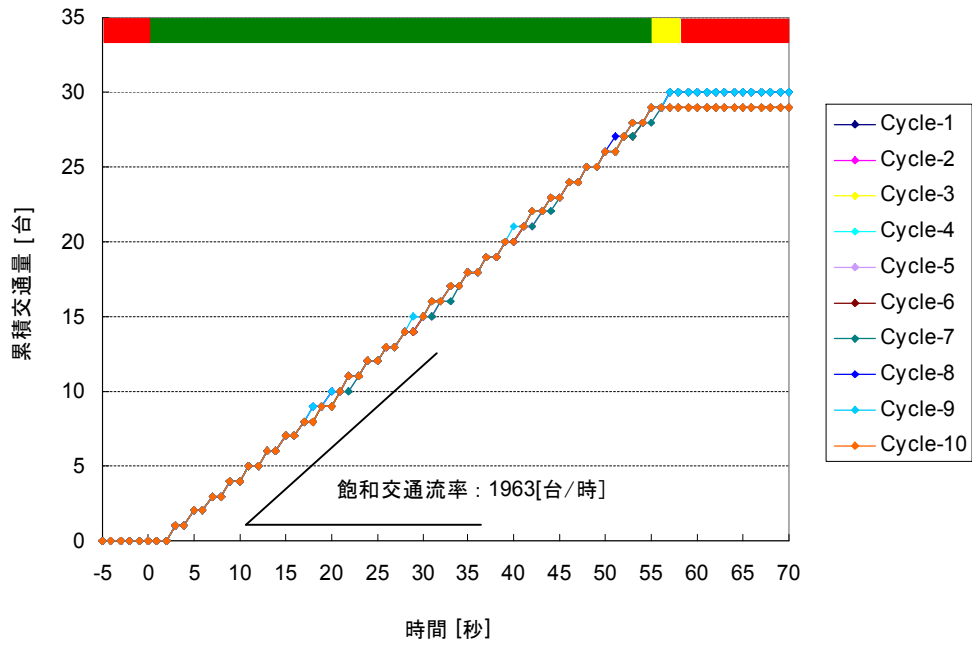


図 3-2 飽和交通流率 (SFR1)

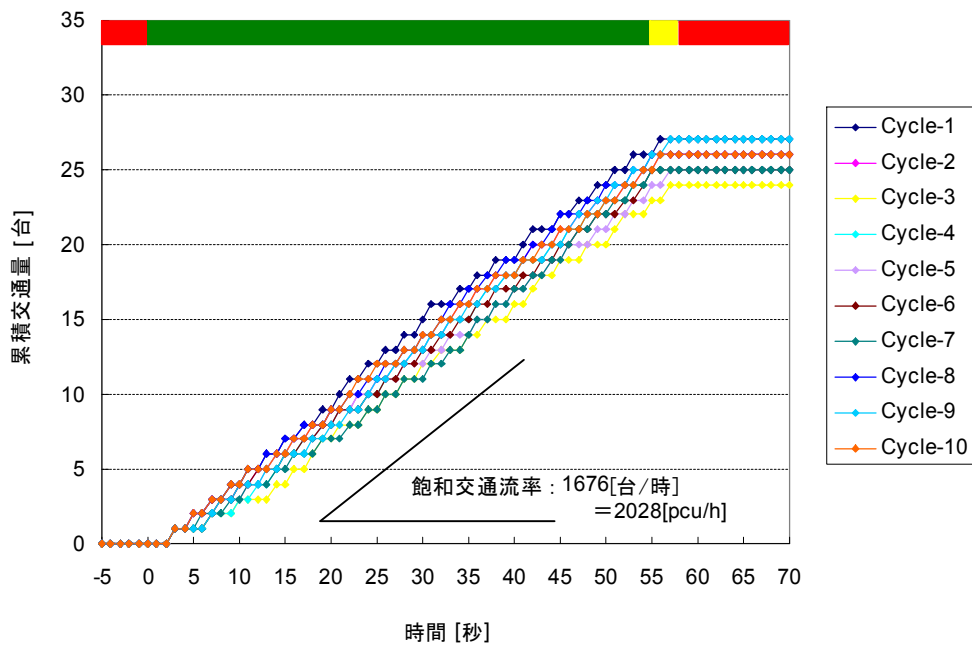


図 3-3 飽和交通流率 (SFR2)

4. 渋滞の延伸と解消およびショックウェーブの伝播速度

4.1 渋滞の延伸と解消

ボトルネックを含む単路部において、a) 需要がボトルネック容量を上回り、渋滞が上流に延伸していく状況、b) 需要がボトルネック容量を下回り、需要が上流から解消していく状況、について渋滞の延伸と解消がショックウェーブ理論と比べてどのように再現されているかについて検証を行う。

以下の手順で検証を行う。

- ① 図 4-1 のような検証用ネットワークを用意する。ボトルネック区間での平均速度は 18km/h とする。
- ② 表 4-1 のようなパラメータセットについて、0 分～15 分に 800[pcu/h]、15 分～25 分に 1600[pcu/h]、25 分～60 分に 800[pcu/h]の需要を与え、1 時間のシミュレーションを実行する。
- ③ 渋滞が延伸し、解消する様子を各観測断面で累積通過交通量を記録し、通過交通量累積曲線を作成する。
- ④ 各パラメータセットが示す Q-K 曲線から求められるショックウェーブの伝播速度を求め、ボトルネック上流側での交通量遷移図を作成する。(図 4-2, 4-3)
- ⑤ ③で得られた通過交通量累積曲線と④で得られた交通状態遷移図を重ね、渋滞の延伸と解消が理論と比べてどのように再現されているかを確認する。

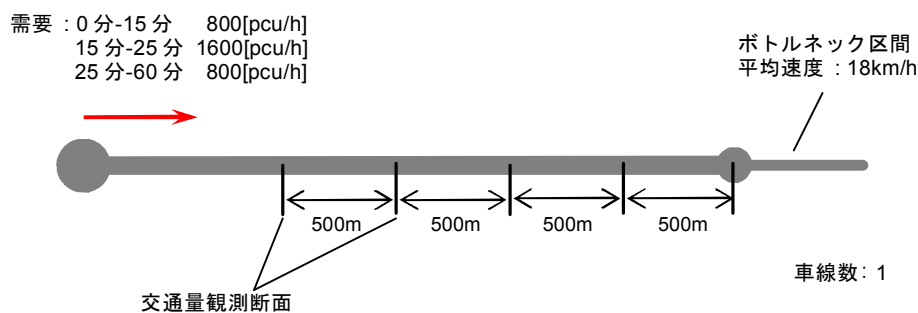


図 4-1 渋滞の延伸と解消の検証用ネットワーク

表 4-1 渋滞の延伸と解消の検証用パラメータセット

	最小車頭距離	大型車混入率	平均速度
SW1 (base case)	8.0m	0%	50km/h
SW2	8.0m	30%	50km/h

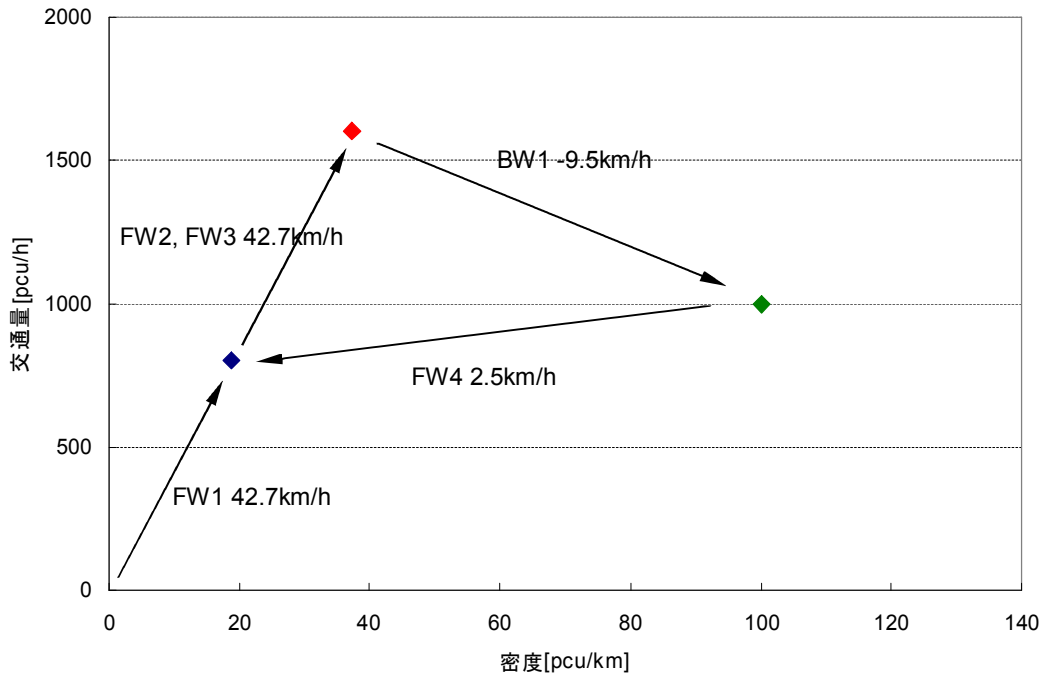


図 4-2 Q-K 曲線から求められるショックウェーブ伝播速度 (SW1)

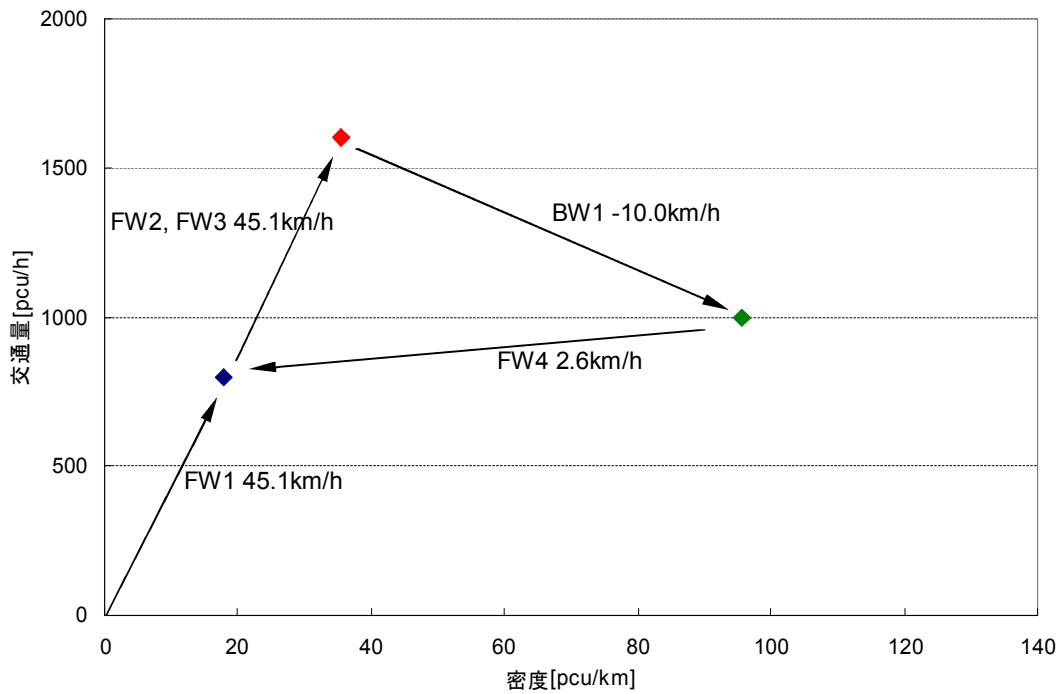


図 4-3 Q-K 曲線から求められるショックウェーブ伝播速度 (SW2)

以下に検証結果を示す。

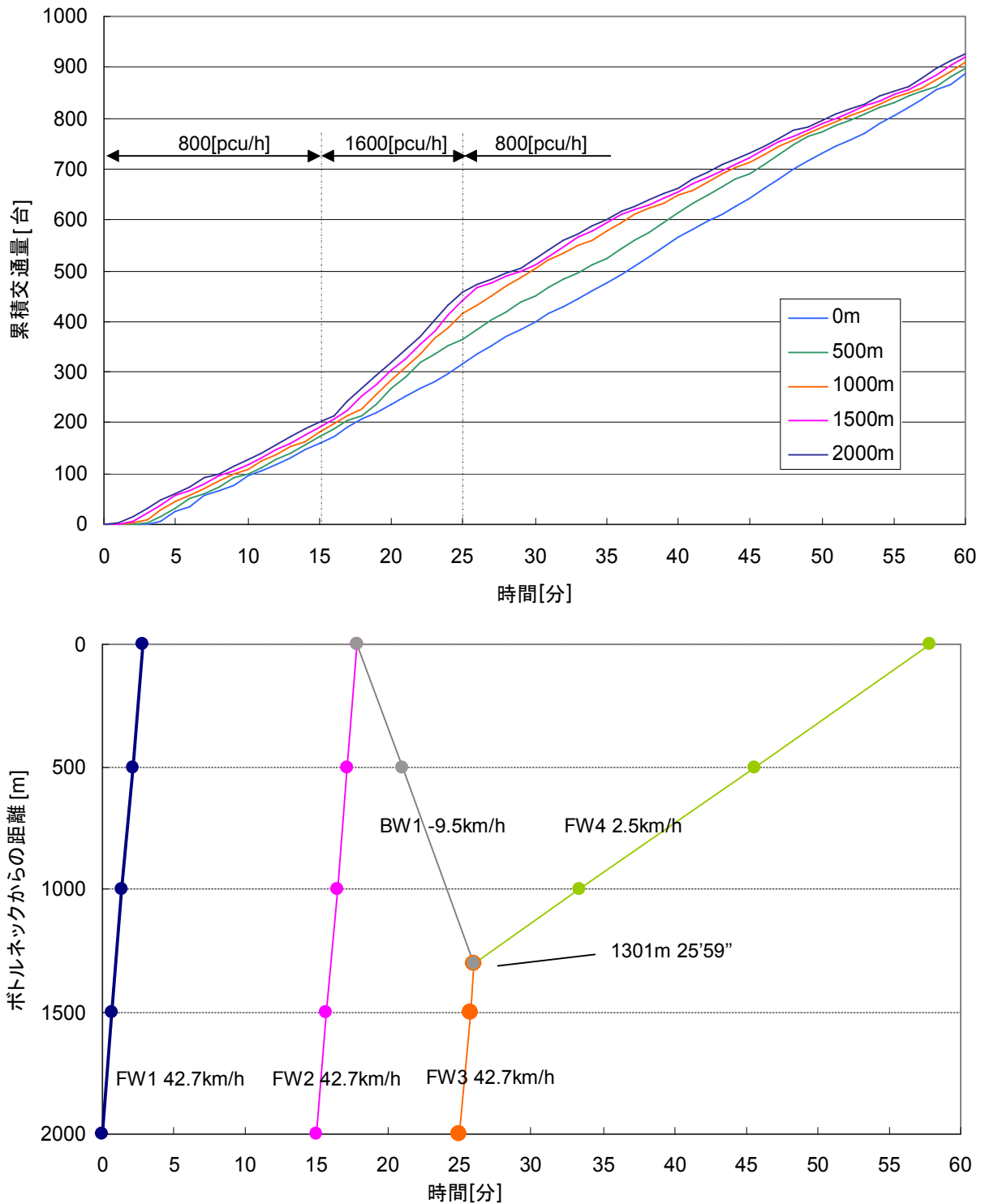


図 4-4 ボトルネック上流の交通状態遷移図(下)と各観測断面での通過交通量累積曲線(上) (SW1)

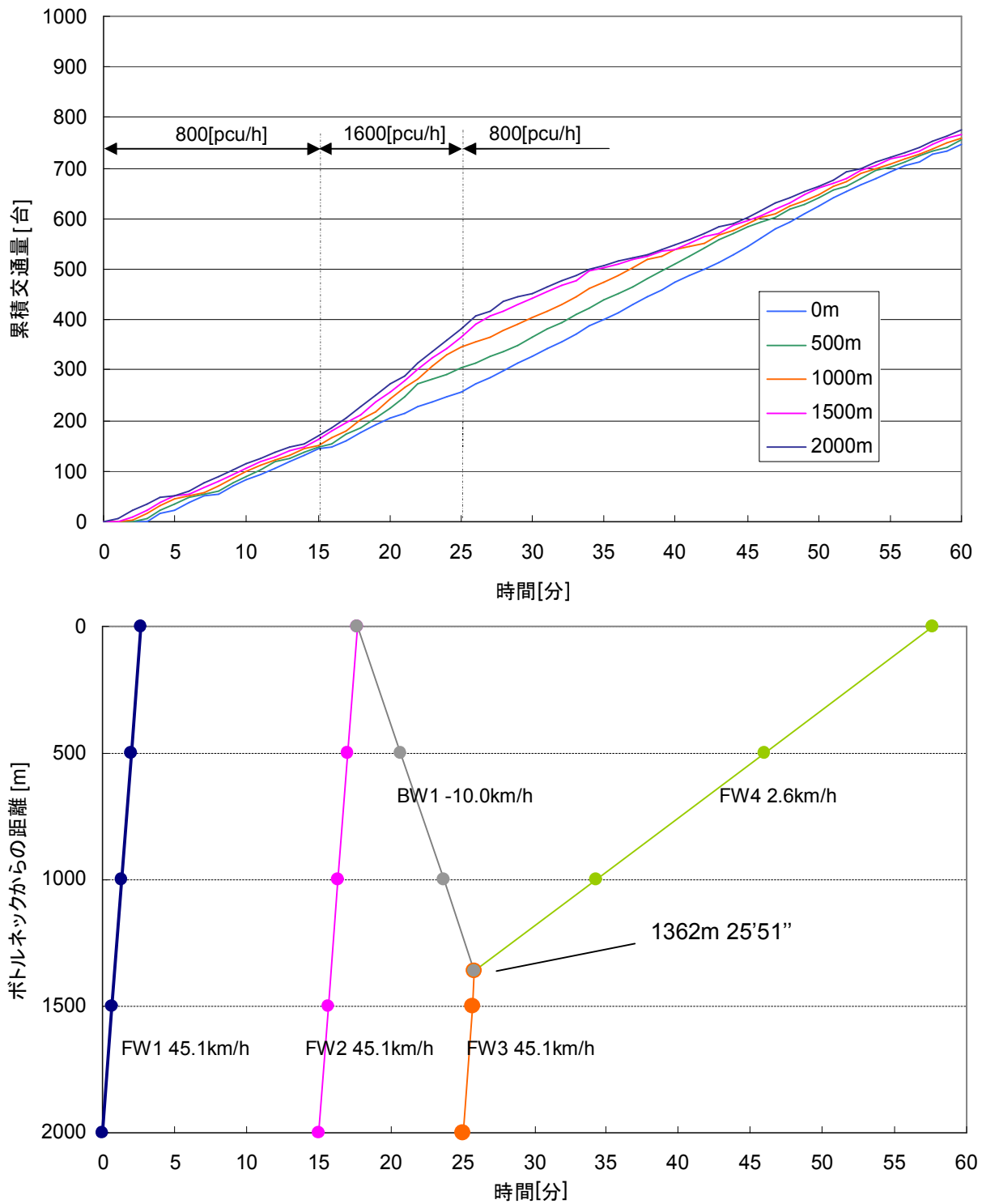


図 4-5 ボトルネック上流の交通状態遷移図(下)と各観測断面での通過交通量累積曲線(上) (SW2)

4.2 信号現示が赤から青に変わることで、滞留が下流から解消していく状況

赤現示の間に滞留した車両が、青現示の間に流出していく様子を検証する。検証は発進波と停止波の伝播速度をショックウェーブ理論から求められる理論値と比較することによって行う。

以下の手順で検証を行う。

- ① 図 4-6 のような、信号交差点を含むネットワークを用意する。信号交差点の上流側には 20m ごとに通過交通量を観測する断面を設定する。
- ② 表 4-2 のようなパラメータセットについて、600[pcu/h]の需要を与えてシミュレーションを行う。このとき、各断面の観測時間間隔は 1 秒とする。また、到着のランダム性が大きいと停止波が一様に伝播せず、比較が難しくなるため、車両の発生は一様到着になるように設定する。
- ③ 与えられたパラメータセットに対応する Q-K 曲線と飽和交通流率から、発進波と停止波の伝播速度を求め、信号交差点上流の交通状態遷移図を作成する(図 4-7, 図 4-8)。また、シミュレーション開始から十分時間をおいた赤現示で始まる 1 サイクルの時間帯について、各断面の通過交通量の累積曲線を重ねて図示する。これを、交通状態遷移図と重ね、傾きが変化する時点が一致するかどうか確認する。

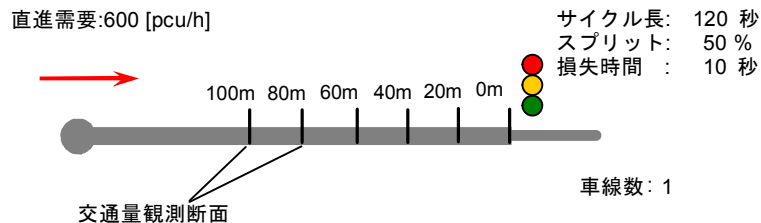


図 4-6 信号による発進波/停止波の再現性検証用ネットワーク

表 4-2 発進波/停止波の検証用パラメータセット

	最小車頭距離	大型車混入率	平均速度
SW1 (base case)	8.0m	0%	50km/h
SW2	8.0m	30%	50km/h

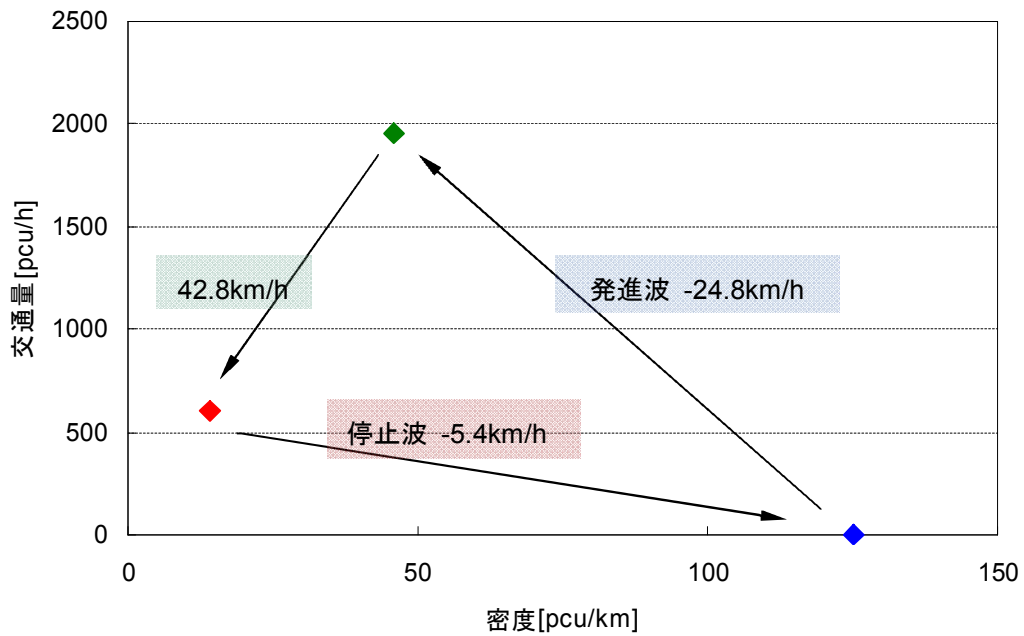


図 4-7 Q-K 曲線から求められる発進波と停止波の速度 (SW1)

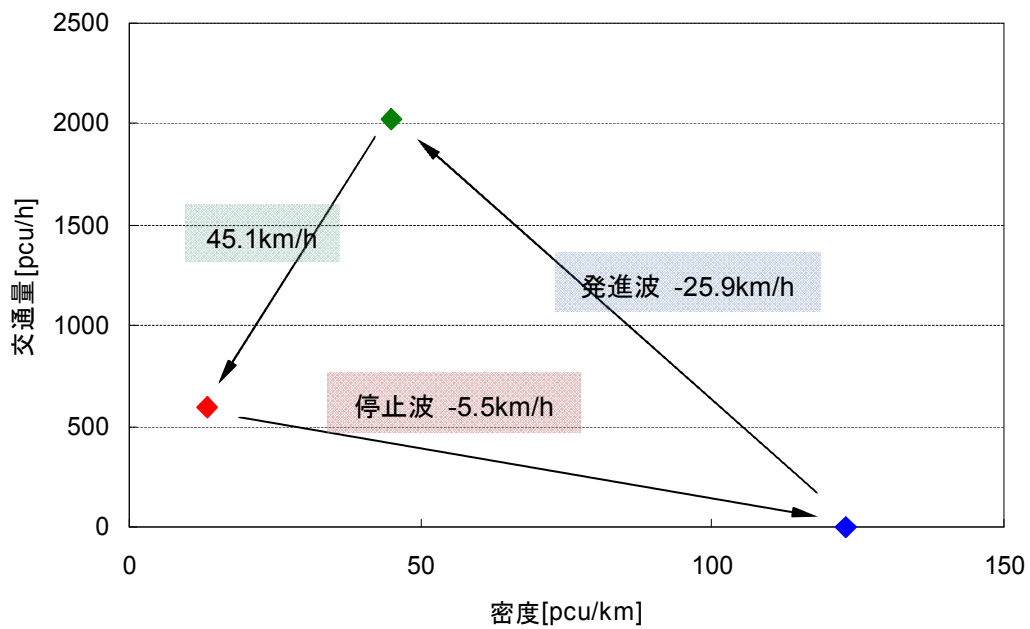


図 4-8 Q-K 曲線から求められる発進波と停止波の速度 (SW2)

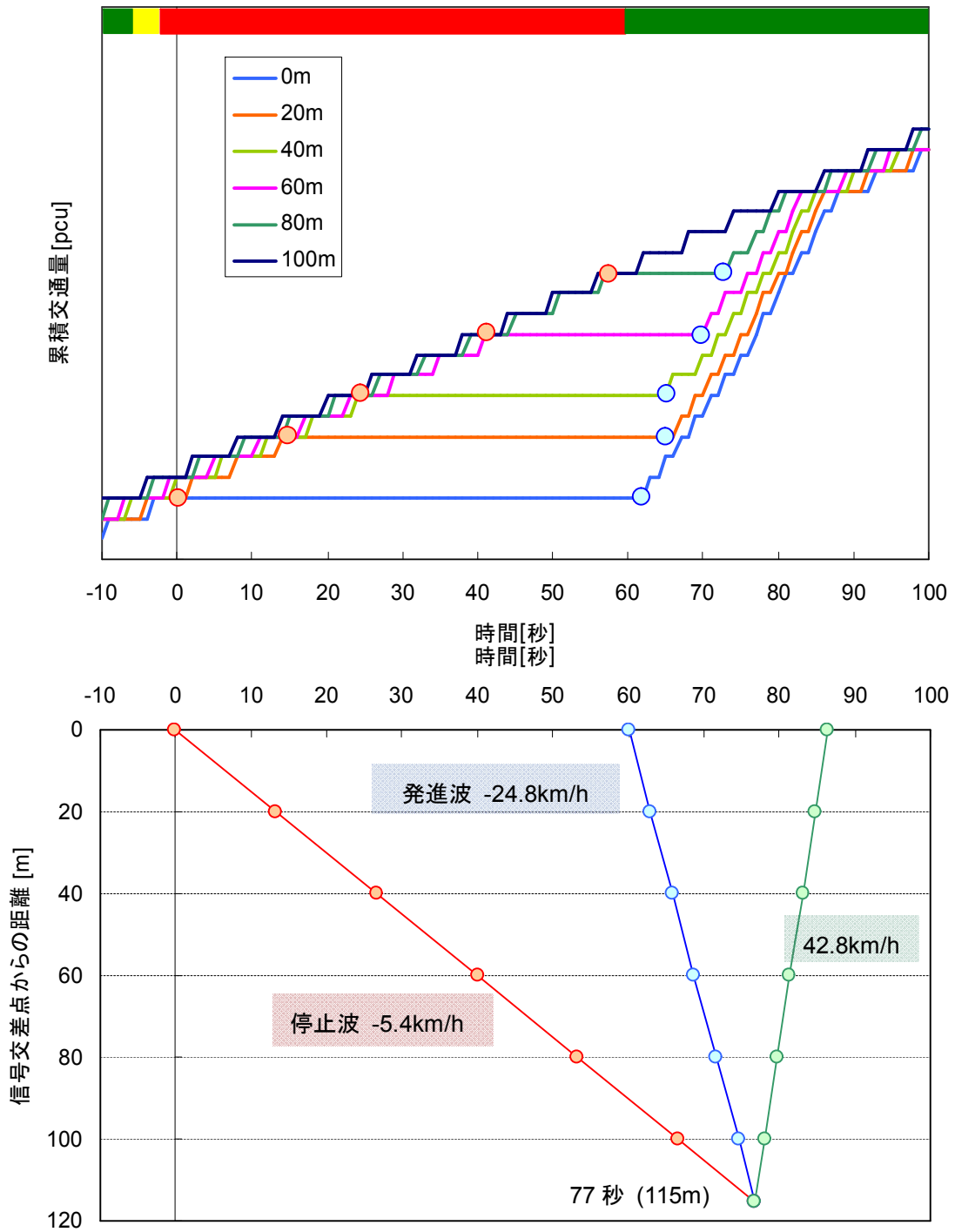


図 4-9 発進波と停止波の伝播の様子と各地点での累積交通量 (SW1)

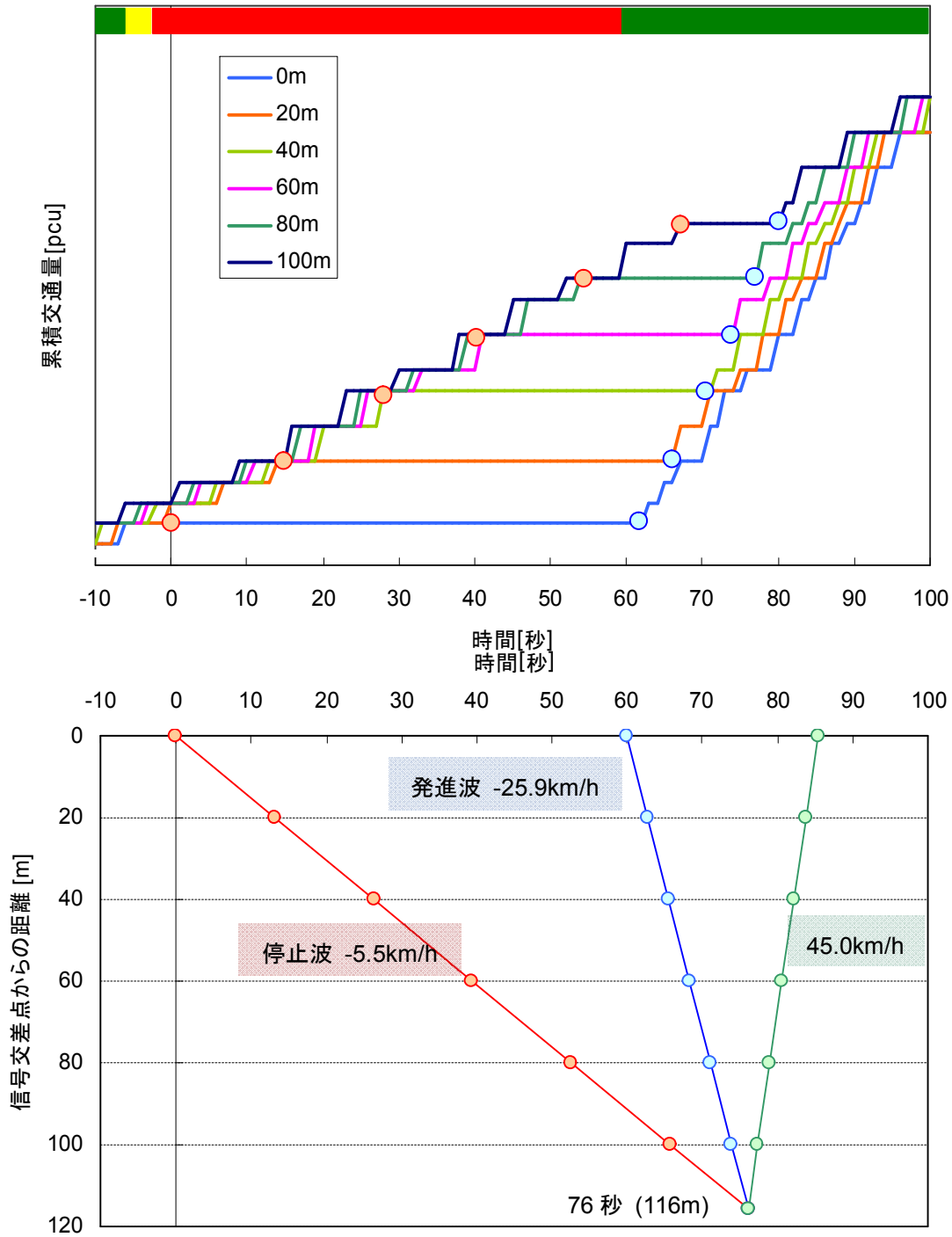


図 4-10 発進波と停止波の伝播の様子と各地点での累積交通量 (SW2)

5. 合流部の容量と合流比

実装されていないため検証対象外。

6. 信号交差点での対向直進交通による右折容量低下

信号交差点での対向直進交通量による右折容量低下について検証する。

以下の手順で検証を行う。

- ① 図 6-1 のような検証用ネットワークを用意する。
- ② 対向直進ギャップアクセプタンスが 3 秒, 5 秒, 7 秒の 3 種類について右折交通量を確認する。
- ③ 信号パラメータはサイクルを 120 秒とし, 有効青時間を 40, 60, 80 秒の 3 段階に変える。
- ④ 各信号パラメータについて対向直進の交通需要を 200, 400, 600, 800, 1000, 1200 [台/時] の 6 段階に変化させながら, 1 時間シミュレーションを行い, 右折交通量を観測する。

なお, この際, 最小車頭距離は 8.0m, 大型車混入率は 0%, 平均速度は 50km/h としている。

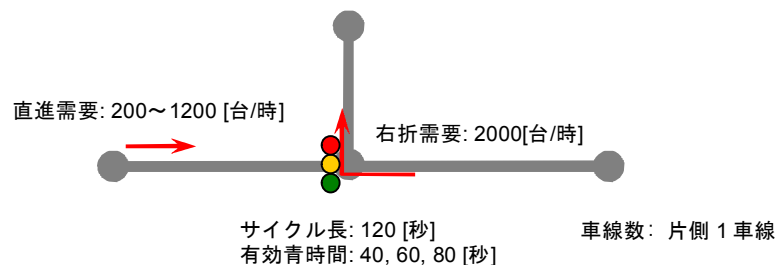


図 6-1 右折容量低下の検証用ネットワーク

右折容量低下の検証は、シミュレーション結果と交通工学研究会の右折容量の算定式と比較することで行う。

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

ここで、

S_R ……右折交通容量[veh/h]

S ……対向直進交通の飽和交通流率[veh/有効青1時間]

q ……対向直進流入部の交通量[veh/h]

C ……サイクル長[s]

G ……有効青時間[s]

K ……信号現示の変わり目で捌ける車両の台数(=2)[台/サイクル]

f ……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	($q>1000$),		

以下に検証結果を示す。

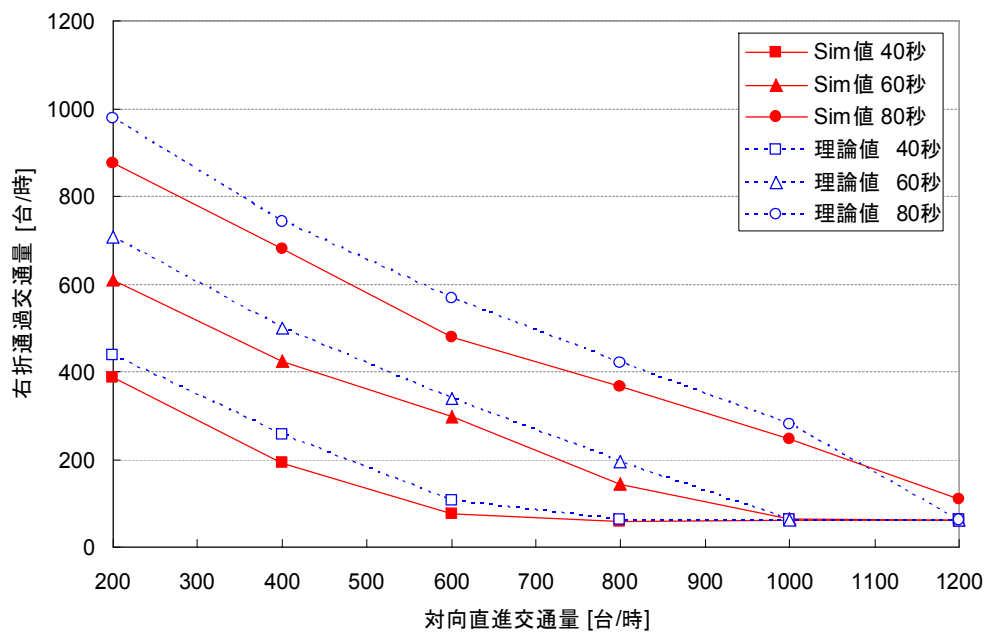


図 6-2 右折容量のシミュレーション値と理論値の比較
(ギャップアクセプタンス : 3 秒)

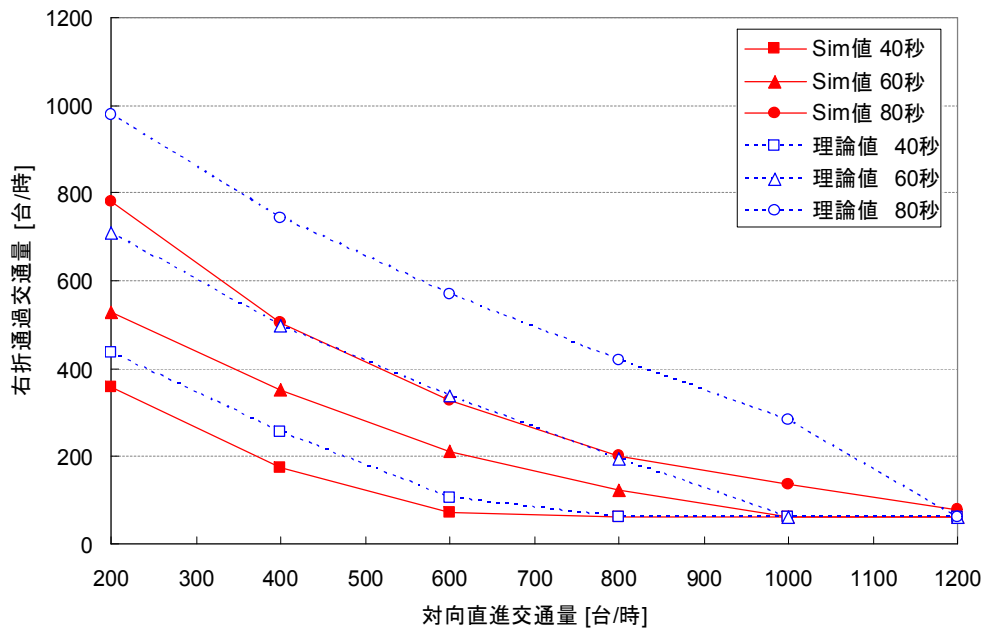


図 6-3 右折容量のシミュレーション値と理論値の比較
 (ギャップアクセプタンス : 5 秒)

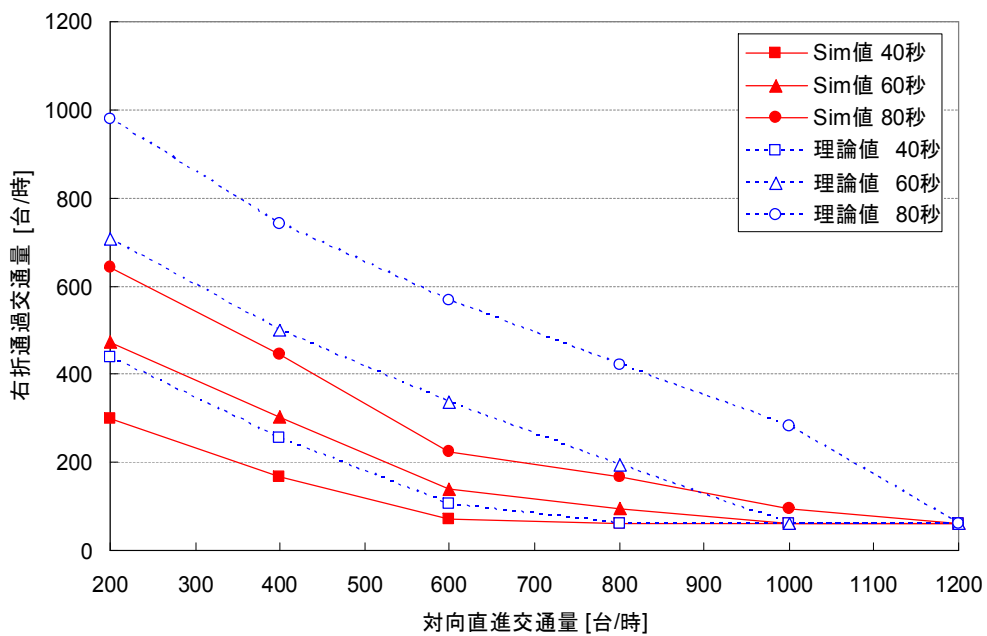


図 6-4 右折容量のシミュレーション値と理論値の比較
 (ギャップアクセプタンス : 7 秒)

7. 経路選択行動

INSPECTOR では出発時のドライバーに対して、目的地までの所要時間、走行経路の平均的な車線数、右左折回数を説明変数とする経路選択モデルにより、最大3つまで列挙された経路から確率的に選択させている。ここでは、経路の所要時間情報の更新間隔の違いによって、経路選択がどのように変化するかを検証する。

以下の手順で検証を行う。

- ① 図 7-1 に示すように2つの経路で所要時間のみに違いが生じるような検証用ネットワークを用意する。リンク3で渋滞が発生するように平均速度は 25km/h とし、リンク0～2 では平均速度は 36km/h とする。合流部での合流比は 1:1 になるように設定する。
- ② 経路の所要時間情報の更新の時間間隔 5 分、15 分、30 分の場合について、2 時間のシミュレーションを行う。
- ③ 各ケースで、リンク1とリンク2の流出と流入の累積交通量を観測し、累積交通量曲線を作成する。

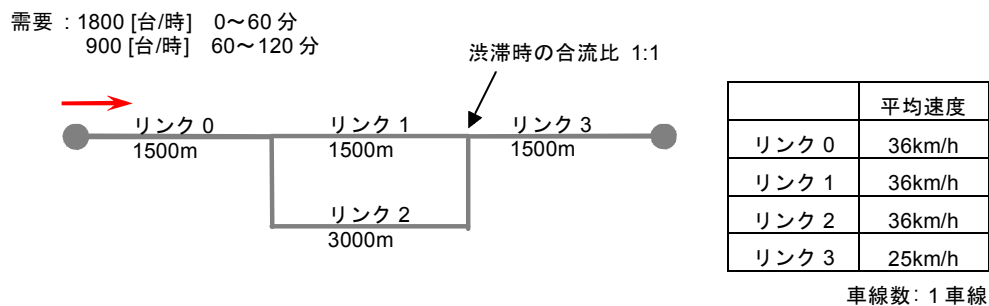


図 7-1 経路選択行動検証用ネットワーク

検証結果を図 7-2～図 7-4 に示す。

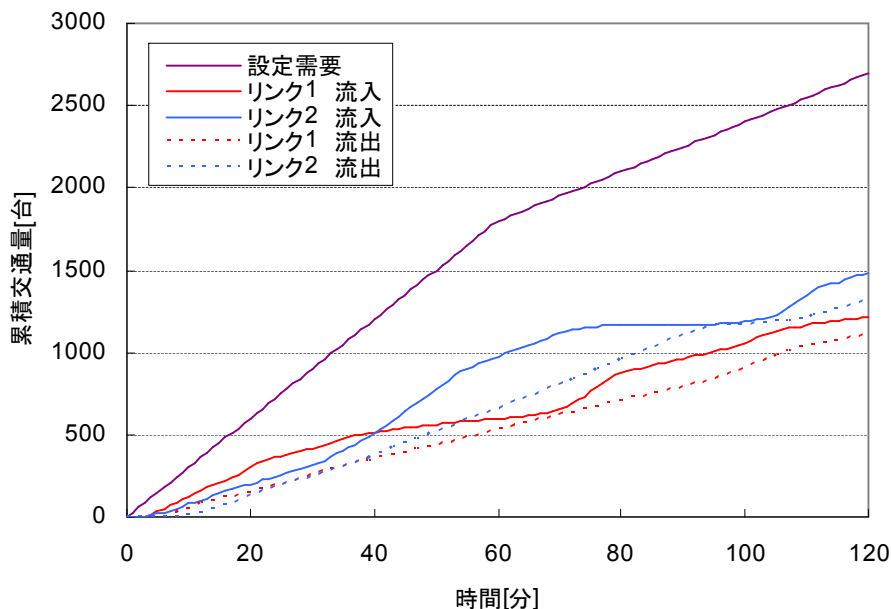


図 7-2 リンク 1 と 2 の累積流入流出交通量曲線 (5 分間隔)

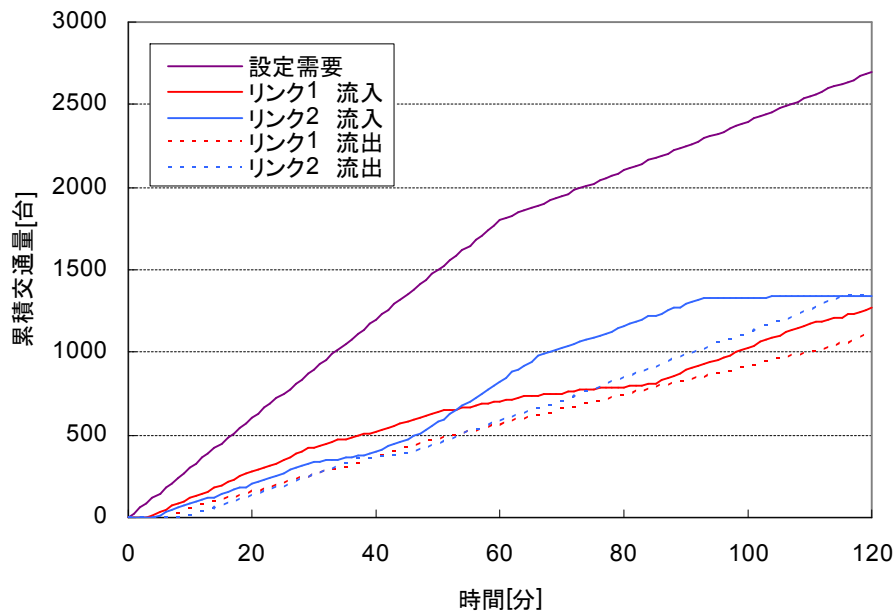


図 7-3 リンク 1 と 2 の累積流入交通量曲線 (15 分間隔)

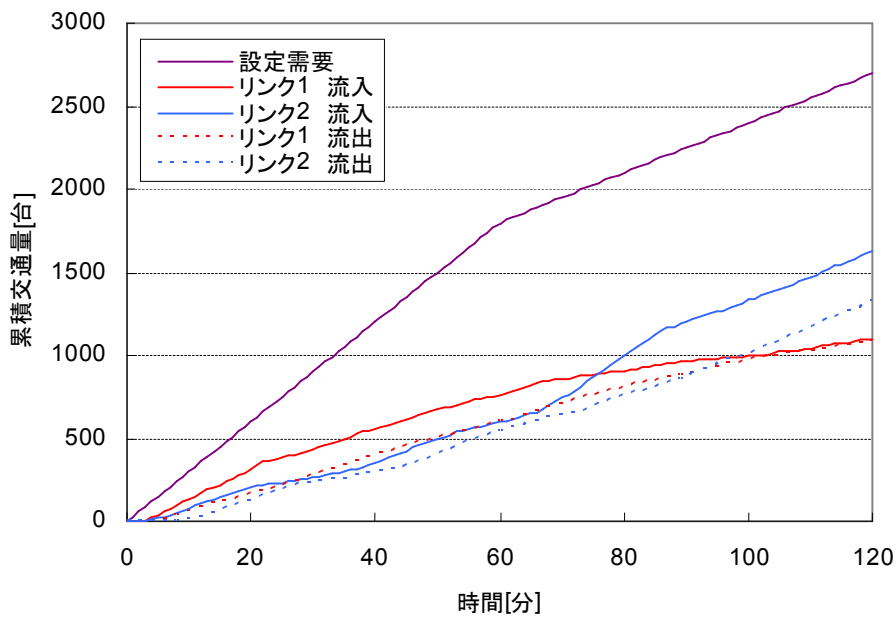


図 7-4 リンク 1 と 2 の累積流入交通量曲線 (30 分間隔)