

IV-225

AHS の交通流へ与える影響に関する分析

建設省土木研究所 正会員 ○横田 敏幸<sup>1</sup>

東京大学生産技術研究所 正会員 桑原 雅夫

日本のITSの研究開発は1970年頃に開始され、1996年7月にはITSのマスタープランとなる「高度道路交通システム（ITS）推進に関する全体構想」の策定により将来のITS推進の方向性がより明確化されてきている。ITSの9つの開発分野の一つであり、安全性の飛躍的な向上を図るとともに、輸送効率や快適性の向上等を目指したAHS(Advanced cruise-assist Highway System)は1995年、1996年に公開実験が行われるなど研究開発が進んでいる。

本論文ではAHSの効率性向上に関するマクロ的理論解析とシミュレータを用いたミクロ的解析を行い報告を行う。

1. AHSのSpacing（車頭間隔）とV（速度）の関係

本研究を進めるに当たってAHSの設定：車間距離(S)―速度(V)を速度によらず車頭時間を一定値と仮定する。図-1にAHSの設定と実交通の比較が可能のようにAHSのS-V直線及び普通車の追従走行の観測データとの重ね合わせた比較図を示す。

2. マクロ的解析

2.1. 単路部の交通容量

headway  $h_i$  のAHS車が普及率  $d\%$  で普通車と混在した場合の交通容量の変化を単路部の多車線道路の基本交通容量（2,200pcu/h）を基に算出する。ここで、AHS車は先行車が普通車かAHS車であるかに関わらず設定したheadwayで走行すると仮定するとAHSと非AHSが混在する交通容量の基本式は(1)式で示される。

$$q_a = 3600 / (h_i \times d + (3,600/2,200) \times (1 - d))$$

(1)

2.2. 「発進ロス」を考慮したAHSの信号交差点の発進流率

AHSのS-V図は図-1に示すように最小車頭距離 $m$ と原点を通る傾き＝目標headwayの直線によって表される。このとき単位時間(s)あたりの交通流率は図-1の $(V_i, S_i)$ と原点を結んだ直線の傾きの逆数として与えられ、速度が $m/h_i$ 以上になった場合は目標headwayの逆数に等しくなる。そのため、信号交差点において車が交差点を通過する速度が $m/h_i$ 以下の場合、 $V_i/S_i < 1/h_i$ となり交通流率を減少させるロスを生じることとなる。このような信号直下の交通流において、ロス時間を考慮したAHSの普及率100%、青時間Tの場合の信号交差点を通過する1サイクルあたりの交通量 $q$ は(2)式で示される。

$$q_T = \int_0^T V_i / S_i dt$$

(2)

(2)式において、 $a$ ：AHS車の加速度( $m/s^2$ )、 $m$ ：最小車頭距離、AHSの普及率：100%とした場合の信号直下を通過する累積通過台数と時間の関係を示したグラフを図-2に示す。ここで、時刻 $t$ が $m/(a \cdot h_i)$ 以下の時の累積損出は $t/h_i - (a/2m)t^2$ で表され、 $m/(a \cdot h_i)$ 以上の時の累積損出は $m/(2a \cdot h_i^2)$ で表さる。また、交通流率が $1/\text{headway}$ で与えられるまでに $m/(a \cdot h_i)$ の

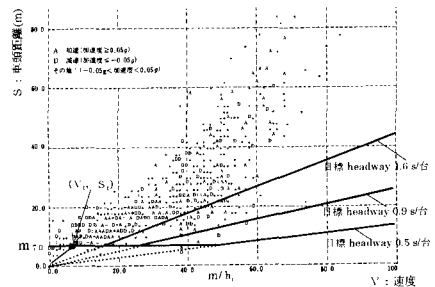


図-1 実測データと重ね合わせたAHSのS-V図

実測データの出自：越前線、桑原雅夫ほか「交通工学通論」pp.86、技術書院、September.

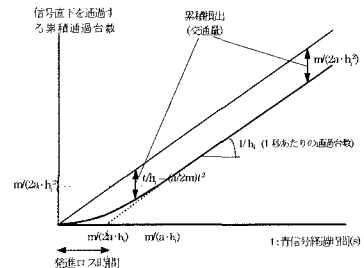


図-2 信号直下を通過する累積通過台数

時間的ズレが生じ、発進ロス時間（累積通過台数の時間的ズレ）として  $m/(2a \cdot h_1)$  だけ生じていることがわかる。発進ロス時間を考慮した AHS 車と普通車が混在した場合の信号交差点直進方向の青信号有効1時間あたりの交通流率を「発進流率」と定義し(3)式に示す。ここで、 $a$  : AHS 車の加速度( $m/s^2$ )、 $2,000pcu$  : 発進流率の基本値

$$q_{id} = \frac{3,600}{(T/(T/h_1 - m/(2a \cdot h_1^2)))d + (3,600/2,000)(1-d)} \quad (3)$$

### 3. ミクロ的解析

交通流シミュレータ<sup>1)</sup>を用い単路部の交通容量及び信号交差点直進方向の発進流率についてミクロ的解析を行う。

#### 3.1. シミュレータによる AHS の追従走行の再現

制限時速 60km/h の道路に信号を設置し、信号下流 5km と上流 50m の 2 つの地点における車両の挙動を分析し AHS 設定 :  $S-V$  の関係が満たされているかの確認を行う。なお、AHS の headway 0.9s、普及率 100% とする。

##### 1) 信号下流 5km 地点通過車両の $S-V$ 図

図-3 において交通流が安定した状態で目標 headway 0.9s 及び目標速度である 60km/h が達成されていることがわかる。

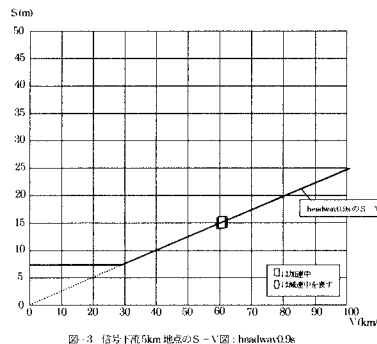


図-3 信号下流 5km 地点の  $S-V$  図 : headway 0.9s

##### 2) 交差点直下通過車両の $S-V$ 図

図-4 より速度変化のある信号上流 50m 地点で設定した  $S-V$  はほとんど達成されていることがわかる。

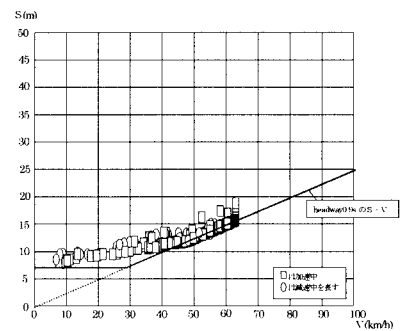


図-4 信号上流 50m 地点の  $S-V$  図 : headway 0.9s

### 4. 分析結果

AHS の headway を 1.6, 0.9s とした場合の単路部及び交差点におけるマクロ的解析及びミクロ的解析結果を表-1 に示す。ただし、理論的に交通容量が変化しない 1.6s の単路部交通容量についてはシミュレーション解析を行わない。なお、平均的加速度<sup>2)</sup>  $a=1.90m/s^2$  を与え、 $m=7m$ 、 $T=60s$  とする。

表-1 理論値とシミュレーション結果の比較

上段：理論値、中段：シミュレーション結果、下段：シミュレーション値/理論値

|        |         | 0%         | 20%        | 40%        | 60%        | 80%        | 100%       |
|--------|---------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| 1.6s/台 | 単路部交通容量 | 2,200h/レーン | 2,200h/レーン | 2,200h/レーン | 2,200h/レーン | 2,200h/レーン | 2,200h/レーン |
|        | 発進流率    | 2,000h/レーン | 2,030h/レーン | 2,061h/レーン | 2,093h/レーン | 2,125h/レーン | 2,159h/レーン |
|        |         | 2,004h/レーン | 2,000h/レーン | 2,020h/レーン | 2,032h/レーン | 2,072h/レーン | 2,104h/レーン |
|        |         | 1.00       | 0.99       | 0.98       | 0.97       | 0.98       | 0.97       |
| 0.9s/台 | 単路部交通容量 | 2,200h/レーン | 2,418h/レーン | 2,683h/レーン | 3,014h/レーン | 3,438h/レーン | 4,000h/レーン |
|        | 発進流率    | 2,230h/レーン | 2,398h/レーン | 2,627h/レーン | 2,904h/レーン | 3,405h/レーン | 4,050h/レーン |
|        |         | 1.01       | 0.99       | 0.98       | 0.96       | 0.99       | 1.01       |
|        |         | 2,000h/レーン | 2,214h/レーン | 2,478h/レーン | 2,815h/レーン | 3,257h/レーン | 3,864h/レーン |
|        |         | 2,004h/レーン | 2,216h/レーン | 2,528h/レーン | 2,896h/レーン | 3,228h/レーン | 3,740h/レーン |
|        |         | 1.00       | 1.00       | 1.02       | 1.03       | 0.99       | 0.97       |

### 5. 結論

本研究は AHS が普及した場合のマクロ的理論解析及び交通流シミュレータによる AHS 走行のミクロ的解析を行いこれらの解析結果の比較を行った。比較の結果、単路部の交通容量及び信号交差点における発進流率のマクロ的理論解析と交通流シミュレータによるミクロ的解析がほぼ一致する結果を得た。今後は実際の道路ネットワークを用いた AHS 導入効果の評価分析を実施する。

<sup>1)</sup> 横田敏幸, 村田重雄 : AHS 交通流シミュレーションの開発, 第 52 回土木学会年次講演会, 1997

<sup>2)</sup> 村田重雄, 上田敏, 横田敏幸 : AHS 交通流シミュレータのミクロ的検証, 第 20 回土木計画学研究発表会, 1997

<sup>3)</sup> 横田敏幸, 上田敏, 村田重雄 : AHS の効率化に関するシミュレーション評価, 第 22 回日本道路会議, 1997

<sup>4)</sup> 池之上慶一郎ほか : 平面交差点の交通流シミュレーション (第 2 報), 科学警察研究所報告交通編, Vol.15, No.1, pp.10, March, 1974