

側・後側方障害物警報システム(SOWS)の試験方法に関する調査研究

1. 目的

ISO/TC204/WG14（走行制御）において、側・後側方障害物警報システム（SOWS：Side Obstacle Warning Systems、以下、「SOWS」と略記する）の国際標準化ドラフトの作成が進められている。SOWSは、隣接車線上の走行車両や障害物を検知し、車線変更等により衝突の危険性が生じた場合に警報を提示し、ドライバーの注意を促す装置である。現在、SOWSの標準化作業において、システムの警報動作要件の審議がほぼ終了し、試験法の審議が開始された段階である。

本調査研究の目的は、GPSを用いた場合のSOWS試験の計測精度を検証し、SOWS試験に使用した場合の計測システムとそのテスト方法を提案する。そのため、以下の事項について検討を行った。

- (1) GPSと車々間通信を用いたSOWS計測システムを構築する。
- (2) GPSと車々間通信を用いて構築したSOWSにより警報発生した際に車線変更車両と隣接車線上の車両との相対車間距離の計測精度の検証、およびTTCの計測精度の確認を行う。
- (3) GPSと車々間通信を用いたSOWS計測システムおよびそのテスト方法を提案する。

2. 実施内容

GPSで計測した評価車とターゲット車両の相対速度や相対位置等の情報をSOWS警報発生基準に適用して警報提示を正しく行うためには、GPSと車々間通信を用いて計測した情報がリアルタイム性を有することが要求され、かつ高精度に計測されなければならない。以上のことを検証するため、本課題は以下の事項に関して調査研究を行った（ただし、今年度は、直進走行時の実車実験のみとした）。

- (1) リアルタイム性を有する高精度GPS計測システムの構築
- (2) 計測システムを用いたSOWSテスト方法の検討
- (3) 計測システムの計測精度の検証
- (4) GPSと車々間通信を用いたSOWS計測システムおよびテスト方法の提案

2.1 GPS計測システムの構築

本研究では、図1に示すGPSと車々間通信を用いた計測システムを構築した。このシステムのGPS受信系は、RTK-GPS（Real Time Kinematic GPS）方式であり、

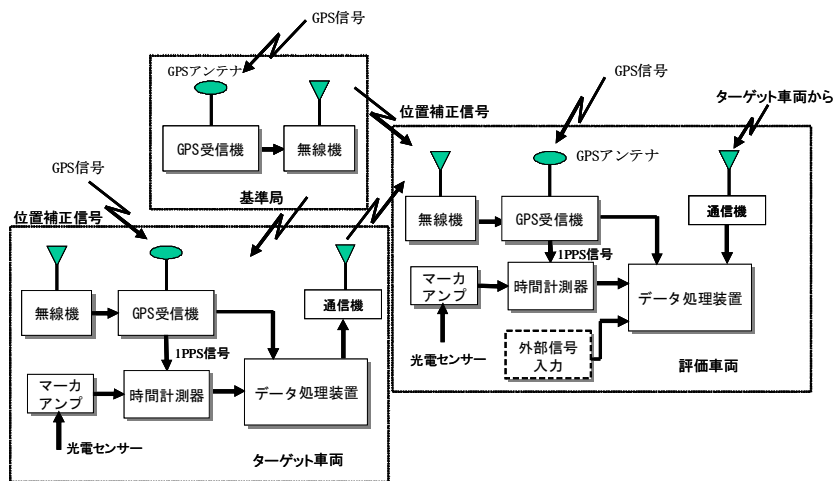


図1 GPS計測システムの構成

GPS 衛星の信号搬送波位相と基準局からの位置補正信号を試験車両が受信し相対的な位置を決定する干渉測位法（Phase Differential Positioning Method）を使用している。また、試験車両に搭載した GPS 受信機の出力や、コンピュータ（PC）処理（演算処理、データ I/O 処理、記録等）および通信系の遅れ等による計測誤差を補正するために、計測システムに時間計測器を設けた。時間計測器に内蔵された外部クロックを、GPS 受信信号に含まれているタイムスタンプ（1 PPS）に同期させ、コンピュータ等の処理系や通信系による遅延時間を算出して、システムの遅れ等による測位の誤差を補正している。このシステムを用い、側・後側方のターゲット車は、自車の GPS で測定した座標位置、速度等情報にタイムスタンプを加え、車々間通信機を通して評車へ伝送する。評車はターゲット車からの情報を自車の位置座標や、時間同期情報と合わせて処理を行い、自車とターゲット車の処理時間遅れ、通信系の遅れ等を算出して、車両間の正確な相対車間距離と TTC を計測する。

2.2 実験方法と条件

実験は以下の 3 通りで行った。

- (1) 静的計測精度の検証
- (2) 単独車両の動的計測精度の検証
- (3) 追い越し走行時の動的計測精度の確認

なお、実験車両は評価車とターゲット車とも 2000 cc の一般乗用車(AT 車)であった。

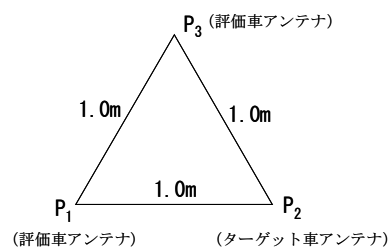


図 2 静的測位方法

2.2.1 静的計測精度の検証実験方法

図 2 に示す地上固定正三角形 3 点のうち、まず P_1 点と P_2 点にそれぞれ評価車とターゲット車の GPS アンテナを置き、2 点の静止座標を同時に約 10 秒間計測した。次に P_1 点に置いた評価車の GPS アンテナを P_3 点に移動し、 P_2 と P_3 の静止座標を同時に約 10 秒間測定した。ターゲット車の計測データが車々間通信機で評価車に伝送され、評価車で各点間の距離を算出する。

2.2.2 単独車両の動的計測精度の検証実験方法

単独車両の動的計測実験は、図 3 に示すように、評価車が固定で、ターゲット車が地上反射板 AB 間の距離を通過したときの GPS 計測値と AB 間の実距離との比較で行った。AB 間距離は 20m、40m と 60m の 3 水準、ターゲット車の通過速度は 60km/h、80km/h と 100km/h とした。なお、条件ごとに 3 走行した。

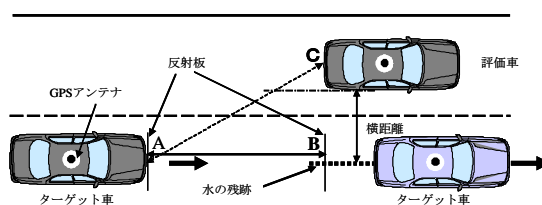


図 3 単独車両の動的計測方法

2.2.3 追い越し走行時の動的計測精度の確認方法

計測システムに簡易的 SOWS 機能を持たせ、

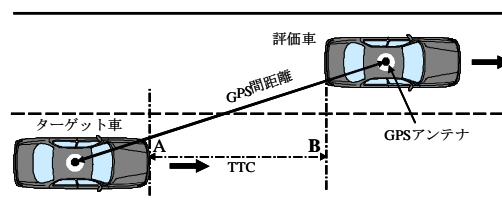


図 4 追い越し走行時の動的計測方法

設定した TTC 値で警報を発生させる。警報が発生したときの TTC 実測値と設定値との比較で TTC 換算時の計測精度を評価する。また、実験後に警報発生時の車両間の実距離を GPS アンテナを動かし、両ポイント間の距離を金属巻尺で測定して、走行時の GPS 計測距離データと比較する。ただし、便宜上、両ポイント間の距離は図 4 に示す GPS 間距離とした。実験条件は表 1 の通りである。

表 1 追い越し走行時の実験条件

評価車速度	ターゲット車速度	相対速度	TTC設定値	スタート時の車間距離(m)	走行回数
10 m/s (36 km/h)	20 m/s (72 km/h)	10 m/s (36 km/h)	1.0 sec	80	3
			1.5 sec	90	3
			2.0 sec	100	3
	25 m/s (90 km/h)	15 m/s (54 km/h)	1.0 sec	120	3
			1.5 sec	130	3
			2.0 sec	140	3
	30 m/s (108 km/h)	20 m/s (72 km/h)	1.0 sec	160	3
			1.5 sec	170	3
			2.0 sec	180	3

3. 得られた成果

3.1 静的計測精度

正三角形の各点座標の平均値と標準偏差を表 2 に示す。これらの結果から、静止時の GPS の平均測位誤差は P₁、P₃ 間距離で -0.1 cm、P₁、P₂ 間 -0.4 cm、P₂、P₃ 間では 0.4 cm と小さいことがわかる。

表 2 静止点計測結果

計測ポイント	方向	平均値 [m]	標準偏差
P1	北方向	9395.47	0.0026
	東方向	22270.06	0.0028
P2	北方向	9395.669	0.0036
	東方向	22270.98	0.0029
P3	北方向	9394.88	0.0029
	東方向	22270.87	0.0035

3.2 単独車両の動的計測精度

図 5 には単独車両の動的前後方向距離および横方向距離の GPS 計測と実距離との差（誤差）を実験条件ごとに示す。同図により、評価車を地上に固定し、ターゲット車を所定速度および設定車間距離で走行させる場合に、前後方向の計測誤差は ±3 cm 以下、横方向の計測誤差は約 ±4 cm 以下であることがわかった。

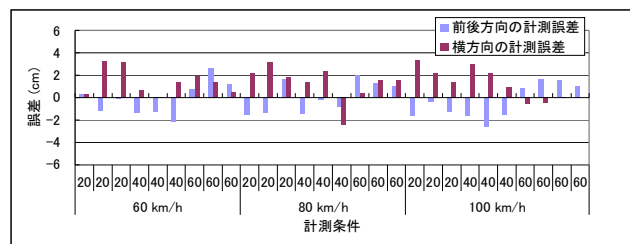


図 5 単独車両の動的計測誤差

3.3 追い越し走行時の動的計測精度の確認

走行実験の全条件における追い越し時の動的 TTC と相対車間距離の計測誤差の頻度分

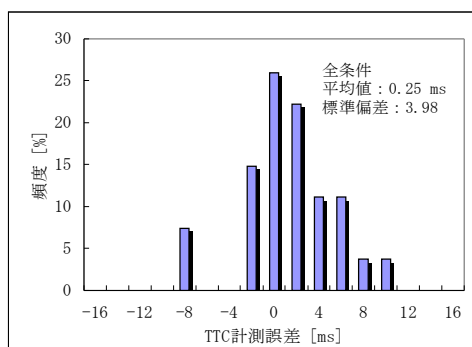


図 6 追越走行時の TTC 計測誤差の頻度分布

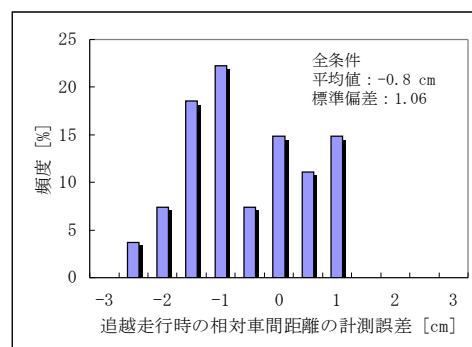


図 7 追越走行時の車間距離計測誤差の頻度分布

布をそれぞれ図 6 と図 7 に示す。これらの図により、追越走行の全条件において、TTC 計測誤差がおおよそ±10 ms の範囲に分布しており、その平均値は 0.25ms (±3.98) であった。相対車間距離ではその計測誤差が±3 cm 以下で、平均値は-0.8 cm (±1.06) であることがわかった。

4. 研究成果の利用

以上の結果を ISO ドラフト案の作成に利用すると共に、ISO/TC204/WG14 国際会議に提示し、GPS と車々間通信を用いた SOWS テスト方法の有効性を裏付ける基礎データとして活用する。