

5.4. 実道実験機の性能評価

現場の方々に対して、ヒアリングを実施し、実道実験機の操作性に関する性能を評価した。

5.4.1. 実道実験機に関するヒアリング

実道実験機に関するヒアリング実施概要およびヒアリング結果について示す。

(1) ヒアリング実施概要

実道実験機に関するヒアリング実施概要を次に示す。

○日時：平成 16 年 3 月 16 日 13:30～15:00

○場所：北陸地方整備局 長岡国道事務所 宮本除雪ステーション

○出席者：

- ・長岡国道事務所 長岡維持出張所：池田係長
- ・福田道路(株)： 新保主任
- ・(株)長大：桂木，石濱

○内容：システムの操作性，障害発生状況，システムに対する要望等についてヒアリングを行った。

(2) ヒアリング結果

a) 実験車両および現況車両の運用状況について

■ 実験車両の運用状況

○稼働日数：19 日

○稼働時間：25.5 時間

○出動回数：24 日

■ 現況車両の運用状況

○巡回工（総稼働時間：25 時間）

○凍結防止工（総稼働時間：198. 2 時間）

b) 操作支援システムについて

■ 操作性について

○センサデータ入力用スロットルとして利用している、PC カードのスロットルの接触が悪く改善してもらいたい。

○年配のオペレータの方にとっては、操作が難しく、操作の不要なシステムが望まれる。
例えば、散布計画データの選択については、予め散布計画毎に格納した IC カードを PC 等に差し込むだけですむようなもの、あるいは、無線 LAN 等を活用することが考えられる。

○センサの初期化に時間がかかる。即出動が求められる場合に問題が生じる。こういう場

合には、手動で対応するしかないと考えられる。

■ 障害発生状況について

- 散布したのにもかかわらず、履歴が蓄積されない場合があった。(境交差点付近, ステーションから都市部に向かった最初のカーブ部分, はすがた付近)
- この原因については、計画データを作成し忘れたのか、システムの不具合によるものなのかは不明である。マーカをまたがなかった等により、位置特定がうまくいかなかったことも考えられる。
- 散布計画位置と実際の散布位置の誤差については、現場では確認できなかった。

■ その他

○コストのかからない車線判別方法については、スイッチによりオペレータに入力させる方法が考えられる。

c) 計画支援システムについて

■ 操作性について

- 散布計画のデータ作成が大変である。
- 入力については、地図から入力するよりも、模式的な地図(エクセルシートで作成した、道路を直線化した地図)が良い。その際、マウスで入力できると良い。

d) 巡回システムについて

- 音声入力の認識状況については、声の小さい人や発音の良くない人については、認識状況が悪い場合があった。これについては、オペレータ個別に音声を登録していく必要がある。
- 巡回日報に「特記事項」を記入する欄がある。現在は、巡回後、助手が記入するようにしている。ワンマン化の上では、この部分を音声入力等で入力できると良い。国総研サーバへのデータ登録の際に入力することも考えられるが、時間がかかってしまう。
- ワンマン化を図る上では、上記の改善は必要である。

e) 今後の要望、その他

- 低コストでの導入が可能なので、来年是非とも導入したい。
- 各種車載センサの制御装置については、きれいにラックにまとめて収納してもらいたい。
- レーンマーカセンサについては、丈夫のものにしてもらいたい。取付け位置については、車両前方ではなく、中央、あるいは、後方が良いと思われる。
- 来年、システムを導入する場合、同じ業者にしてもらいたい。(毎回、システムが変わると操作を覚えるのが大変である)

- 塩分濃度の要素をシステムに採り入れることも考えられる。(経験的には、散布材の持続時間は、3時間～4時間程度)
- 助手の役割として、薬剤残量を確認することが挙げられる。ワンマン化する場合、残量が検知できると良い。(これについては、散布車の大型化で対応すれば、残量を気にしないで済む)
- 散布履歴を確実に記録する等、システムの信頼性を高めてもらいたい。

(3) 性能評価

前項で示したヒアリング結果、実道実験機の性能評価を行った。現場の方からは、来年是非とも導入したい、との意見をいただいたが、同時に運用する側からのいくつかの課題や改善点等の指摘を受けた。これらについて示す。

a) 操作支援システム

- 障害発生状況の現場確認
 - ・特定地点において散布履歴が蓄積されない場合があったとの報告を受けた。原因がシステムにあるのか、データ作成等に問題があるのか、明確ではないが、今後、原因を究明する必要がある。
- レーンマーカセンサの取付け位置に関する見直し
 - ・取付け位置を車両前方では、雪提等に接触し破損する恐れがあるため、中央または後方に配置する。また、レーンマーカセンサのステイについては、丈夫なものにする必要がある。
- センサと PC の接続方法の改良
 - ・RS232C のインターフェイスを持つセンサ (GPS, ジャイロ, レーンマーカセンサ) を PC に取り込む際には、センサの接続をまとめて 1 つの PC カードスロットルから取り込んでいるが、動作が不安定になる場合がある。
 - ・このため、空いている USB ポートからの入力や RS232C のインターフェイスを有する PC を選定する等の対応が考えられる。
- 車載器の収納
 - ・各種センサの制御装置については、頑強なラックに収納する必要がある。

b) 巡回支援システム

- 各オペレータの音声登録
 - ・オペレータによっては、音声認識状況が良くない場合があった。各オペレータの音声をシステムに登録する必要がある。

c) 計画支援システム

- 散布計画データ入力画面の工夫

- ・ 散布計画データの作成を容易にするために、マウスによる入力が可能となるように改良する必要がある。

5.4.2. 散布位置誤差の検討

散布計画データと実際の散布位置の誤差については、次の3つの要因が挙げられ、これら2つの誤差の合計値が、散布計画データと実際の散布位置の誤差となる。

- 位置特定における誤差（走行中の緯度、経度）
- 散布制御周期による誤差
- 散布車制御装置のタイムラグによる誤差

(1) 位置特定における誤差

位置特定における誤差については、位置特定パッケージの性能評価を実施した結果（表 5-1）より、最も高精度の構成を用いた場合で、縦方向 1.3m、横方向 0.79m の誤差となっている。

表 5-1 精度評価試験の概要および評価結果

No.	走行時刻	基本構成	マーカ 補正	マップ マッチング	縦方向誤差 [m]	横方向誤差 [m]
1	14:59	DGPS+3 軸角度センサ	—	—	12.56 (10.56)	1.78
2	15:34	DGPS+3 軸角度センサ	○	—	3.39 (1.39)	1.54
3	16:13	DGPS+3 軸角度センサ	○	○	3.30 (1.30)	0.79

※) 誤差は、レーンマーカの位置に対するレーンマーカ検出直前での位置特定値の誤差であり、2m 程度の算出誤差が生じている。

※) () 内は、上記の算出誤差を差し引いた値である。

(2) 散布制御周期による誤差

散布制御周期による誤差は、散布車制御装置への指示を 1 秒以上あける必要があるため、1 秒周期ごとに位置データ（緯度、経度）を取得して散布制御が行われ、その 1 秒間に走行してしまう距離によって生じる誤差である（図 5-13）。この誤差は走行する速度に比例するもので、時速 60km/h で走行した場合最大 16.7m の誤差を生じることになる（この値はあくまで最大誤差であり、取得したタイミングによっては 0m となる場合もある）。また、横方向の誤差については、車線が正しく識別できていれば現在の車線の散布データを元に制御を行うため誤差は生じることはない。

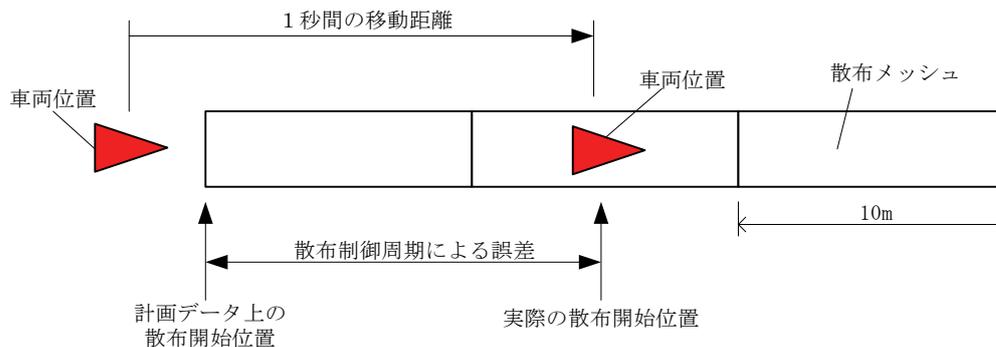


図 5-13 散布制御周期誤差概念図

(3) 散布車制御装置のタイムラグによる誤差

散布車制御装置のタイムラグによる誤差は、散布車制御装置へ指示を出してから実際に薬剤が出てくるまでのタイムラグによる誤差である。これは散布車制御装置が指示を受けてベルトコンベアが回転を開始し薬剤の散布口から実際に薬剤が出るまでの時間であり、この間に走行してしまう距離によって生じるものである。

このタイムラグは散布車両や散布の開始、散布量の変更などの制御情報によって値が異なるため一概に決めることはできないが、ここで仮にこのタイムラグを 0.2 秒と仮定すると、時速 60km/h では約 3.3m の誤差を生じることになる。

5.4.3. システム全体における散布位置の誤差

以上示した 3 つの縦方向の最大誤差を速度毎に整理した結果を表 5-2 に示す。

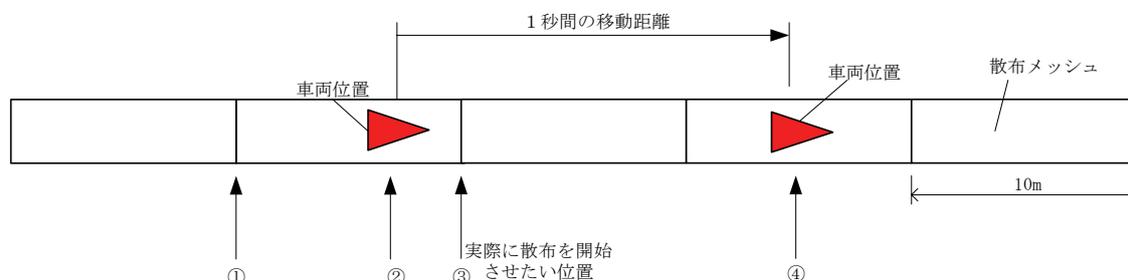
表 5-2 速度毎の縦方向散布位置誤差

速度 (km/h)	位置特定誤差 (m)	制御周期誤差 (m)	散布車タイムラグ誤差 (m)	最大誤差 (m)
20	1.3	5.6	1.1	8.0
40	1.3	11.1	2.2	14.6
60	1.3	16.7	3.3	21.3
80	1.3	22.2	4.4	27.9

※散布車制御装置のタイムラグを 0.2 秒と仮定

これらの誤差は全て散布制御に対する遅れとして生じるものであることから、実際に散布制御を行う位置を現実の位置より手前に設定することによって対応する必要がある (図 5-14)。実際、今回長岡で用いた散布計画データについてもこの制御の遅れを考慮して散布計画データを作成しており基本的には 50m 手前から散布を制御するようなデータとなっている。これは、手動散布において現在行われているように、散布車制御装置のタイムラグを考慮して実際の散布開始箇所よりも手前からスイッチを入れているのと同じと考えてもらえばよい。

横方向の誤差については、車線判別の精度に関わっており、基本的に車線変更しない場合については散布制御誤差は生じないが、車線変更があった場合はヨーレート（横方向の加速度）により車線変更を検知している。ただし、この機能は現地でのテストの結果、カーブ途中に車線変更した場合は認識率が著しく低下する。その場合、レーンマーカにより車線を判別するまでの間、最大1車線分の誤差を生じる。



③の実際に散布を開始させたい位置で散布計画データを作成すると、実際には④の位置で散布が開始され散布位置が遅れてしまう。このため、③の位置で散布を開始させたい場合には、散布計画データを①の位置で作成することによって、実際には②の位置から散布が開始され、③では散布が開始されている状態となる。

図 5-14 散布計画データ作成イメージ

(1) 総括

自動散布による発生誤差は以上のとおりであり、実作業を鑑みて、考察すると以下のとおりとなる。

実作業では概ね最大でも時速60 km/h程度の作業速度であり、この条件から従来の手動操作と比較した誤差量は最大で位置特定誤差（1.3 m）＋制御周期誤差（16.7 m）の18 mである。これはあくまでも最大値であり、最小では1.3 mとなる。

この対処方法としては、前項でもコメントしたとおり、計画データを手前側に余裕を持たせる事で十分に回避できるものである。（今年度使用した計画データも基本的にこれを考慮している）

また、車線認識については、現状のヨーレートによる判別が完全でないことから、レーンマーカ間かつカーブ部で走行車線側へ変更した場合、車線変更認識が出来ずに走行車線側の散布計画データのまま作業を続行する（散布幅が縮小されない）が、レーンマーカを通過することで修正され、未散布となることは無い。

さらに、散布作業中に急遽、計画エリア外で散布を行いたい場合には、手動の切替スイッチにて1アクションで強制散布が可能であり、急な道路状況の変化にも対応が可能である。

よって、実運用にあたって、現状より路面管理レベルを低下させる要因はないも考える。