

24. 簡易形凍結防止剤散布機の開発

建設省四国技術事務所：須田 道夫・河野 信雄
市原 道弘

1. はじめに

温暖な地方の特に平野部における路面の凍結は部分的（橋梁上や日陰等）であり、凍結防止剤の散布には小形トラックの荷台後部に人力供給式（ハンガー式）散布機を取付け、25kg入袋詰薬剤を人力により開袋し散布機のホッパーへ投入して散布する方法が効率的且つ経済的であるとされている。しかしながらこの方法は、作業員にとっては劣悪な作業環境であり更に安全面においても問題があり決して最良の方法であるとは言えない。

そこで、凍結防止剤散布作業の省力化と安全性並びに作業環境の向上を図ることを主目的に経済的にも有利な「簡易形凍結防止剤散布機」の開発を行ったものである。

2. 調査概要

今回開発した装置は、袋詰薬剤（25～30kg）の使用を前提とした簡易形で、従来のハンガー式散布機の特質を生かしながら袋詰薬剤の開袋・投入等の一連の作業が、一部最小限の作業を除き自動で行えることを基本としたもので、開発は図-1のフローに従い実施した。



図-1 開発フロー

3. 調査結果

3-1 基本構想の策定

袋詰薬剤を供給、開袋、投入、散布、空袋回収する各作業のうち実袋を供給する作業を人力に置き換え、以降の作業を機械により連続して行えることを基本として、基本的諸元を下記のとおり決定した。

薬剤収納数量	-----	5袋程度（ホッパー内容量を含む）
薬剤散布量	-----	20～70g/m ²
薬剤散布幅	-----	3～7m
作業速度	-----	5～20km/h
対象車両	-----	2t積トラックに積載可能

これらの条件から、基本構想として4種類程度のプランを立案し、構造、価格、安全性、操作性等を総合的に検討した結果、装置の構造はチェーンコンベア式を基本とすることに決定した。

3-2 実験装置の製作と基礎実験

基本構想の策定に基づき袋詰薬剤の間袋、ホッパーへの投入、空袋の回収等を調査するための基礎実験用としてチェーンコンベア式実験装置を製作し、作業機構に関する基礎実験を実施したところ、薬剤をホッパーへ投入する作業(袋内の薬剤を取り出す作業)が以外に困難であることが判明した。そこで、新たに薬剤吐出方法とそのための機械装置について考案と改良を繰り返し、実験を行った結果、袋の左右両端を水平に切断し、袋の中央で2つ折りにして吊るすという方法が、機械的に薬剤を吐出するのに最も効果的で、空袋の回収状況も良好であることが判明した。

実験装置の外観と薬剤の吐出状況を図-2に示す。

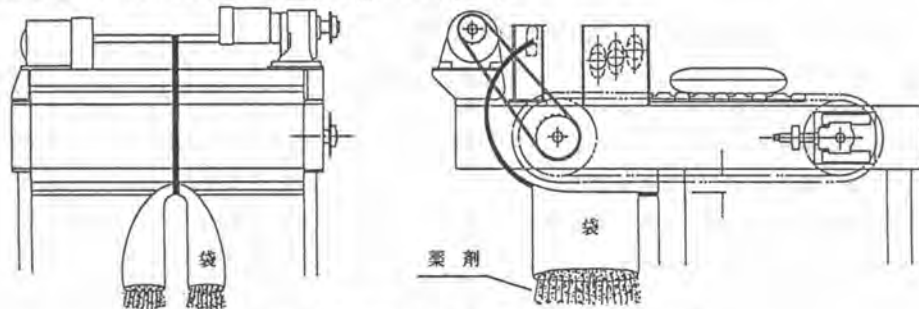


図-2 実験装置の外観及び袋詰薬剤吐出状況

3-3 試作機による制御機構の基礎設計

(1) 試作機の製作

基礎実験の結果を踏まえ、各機械要素等の仕様を決定し図-3に示すような試作機を製作した。

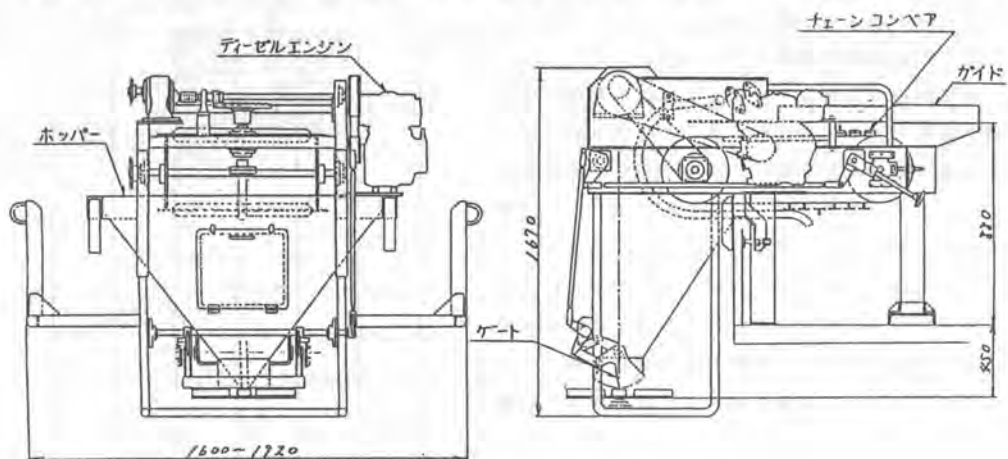


図-3 試作機の外観図

(2) 制御機構の基礎設計

前述の基本的諸元を満たすべく、試作機を用い性能試験を実施することにより開発機の基礎設計を行った。

1) 薬剤散布量の制御

基本構想の策定で、散布量20~70g/m²、散布幅3~7m、作業時最高速度20km/hの基本条件を満たす性能が要求されており、時間当たり散布量の関係式は

$$W = B \cdot D \cdot V \quad \text{--- (式-1)}$$

但し

- W : 時間当たりの散布量 (kg/h)
- B : 散布幅 (m)
- D : 散布量 (g/m²)
- V : 作業速度 (km/h)

で与えられる。この関係式より時間当たり散布量を算出すると

$$\begin{cases} W_{\min} = 1,200 & (\text{kg/h}) \\ W_{\max} = 9,800 & (\text{kg/h}) \end{cases}$$

となり相当の開きがある。

図-4は、塩化カルシウムの粒状及びフレーク状について、ゲート開口部の面積を変化させて時間当たり散布量との関係を調査した結果である。

図より1,200~9,800 kg/hの散布量を得るためにはゲート開口面積は15~120 cm²の範囲で5~8段階に調整できる機構とすれば、時間当たり散布量の定量的制御が可能であると判断した。

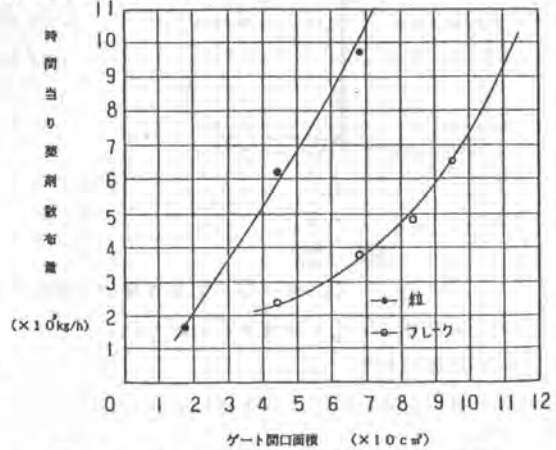


図-4 ゲート開口面積と散布量との関係

2) 薬剤散布幅の制御

散布円盤の回転数を変化させれば、薬剤の飛距離(散布幅)も比例変化することは経験的に判っているが、これを定性的に解明するため粒状及びフレーク状の塩化カルシウム各々について、円盤回転数と散布幅の関係を実験により求めてみた。

図-5は、実験結果を図示したもので、粒状とフレーク状では多少の差はあるが両者とも実験値には相関関係があり、開発機の計画散布幅(3m~7m)に対して定量的制御が可能であると判断した。

また、開発機の設計については、実作業における作業条件(散布高さ)等を若干加味する必要がある

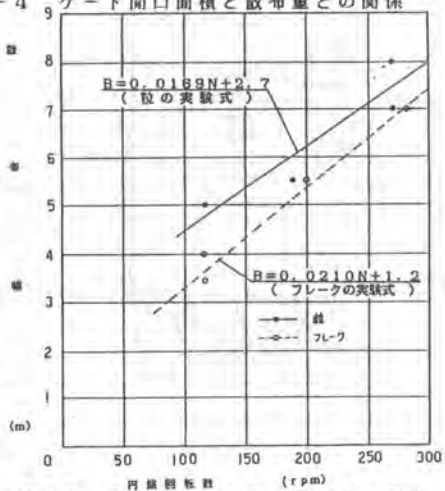


図-5 円盤回転数と薬剤散布幅の関係

あるため、実験式を次のとおり補正して設計の目安とした。

$$B = 0.0252N + 1.4 \quad (\text{m}) \quad \text{————— (式-2) 但し [N:円盤回転数]}$$

式-2より、散布幅3~7mに対する散布円盤の回転数Nは $63 \text{rpm} \leq N \leq 222 \text{rpm}$ とすればよく、この調整は主として機関回転数を変えることにより制御可能であると判断した。

3-4 試作機による現地作業試験

装置の機能、性能、その他について実用化に向けての最終的なチェックを行うことを目的に試作機を現地(四国技術事務所構内)に持ち込み作業試験を実施したところ、試験段階で確認された機能、性能はほぼ満足しており、十分実用性があると判断された。

なお、本試験等の結果を基に判断した開発機の特徴は次のとおりである。

- ①作業員は薬剤の粉塵に曝されることなく、また安全である。
- ②袋詰薬剤は1袋ずつ開袋、投入、散布されるため、薬剤がホッパー内に残ることが少なく経済的である。
- ③機構が単純であるため故障が少ない。
- ④2t積トラックに開発機を積載した場合、40袋程度の予備用薬剤を搭載できるため、散布延長が長い場合でも対応が容易である。
- ⑤塩化カルシウム(粒状及びフレーク状)及び塩化ナトリウムのうち凍結防止剤用に製造された四号特例塩については、問題なく散布できるが、粉碎塩については散布薬剤の性状及び安息角等の関係で、散布が困難である。

また、試作機を2.75t積の作業車に積載した写真を次に示す。



写真-1 散布機積載状況(後面)
4. おわりに

写真-2 散布機積載状況(側面)

今回、凍結防止剤散布作業の省力化と安全性並びに作業環境の向上を図ることを主目的に「簡易形凍結防止剤散布機」の開発を行った結果、一応当初の目標に沿った機械を開発することができた。

本装置は、従来のハンガー式散布機に比べ大巾に作業環境や安全性が向上できたものと自負しており、四国の平野部のような凍結頻度の少ない温暖な地域では十分活用されるものと期待される。

また、今後は四国地建管内で凍結頻度が少なく、主として現在ハンガー式散布機を使用している地域を対象に順次導入する予定であり、実作業を通じて調査を行い、信頼性の向上に努める所存である。