

プラスチックハウス内の防除装置の自動運転に関する研究 (第2報)

— 噴霧車の移動用運搬車の試作 —

小嶋和雄・杉村輝男

Automatic Operation of the Pest Control Equipment in Plastic House (II)

— Design and Experimental Work of the Transport Car
of the Spraying Car —

Kazuo KOJIMA and Teruo SUGIMURA

Laboratory of Agricultural Machinery, Faculty of Agriculture

Abstract : For the purpose of reduction of pest controlling in plastic house, authors produced the transport car of the spraying car and studied on the automatic operation.

The outline were as follows ;

- 1) The transport car was equipped with a driving wheel and four supporting wheels, and equipped with D. C. motor (12 V, 192 W) for the prime mover.
- 2) The circuit of automatic operation device was chiefly composed of the time relay circuit that used unijunction transistors and thyristors. It controlled starting, backing and stoppage of the transport car.
- 3) Authors had running direction control of the transport car by setting guide rail on the track. The driving wheel ran in the guide rail.
- 4) The test showed a good result, but improvement of the reduction gear was necessary for decrease of the power consumed by the transport car.

緒 言

ハウス内の防除は最近種種の新しい方式が開発されているが、適用薬剤の種類、防除効果などに一長一短があって広く利用されるに至っていない。噴霧機は使用慣れ、防除効果の点から一般にはまだハウス内防除の主役であるが、それを操作するに人手を多く要する欠点や作業者が農薬に汚染されるおそれがある。

そこで昭和49年より噴霧機による防除装置の自動運転の研究を行ない、昭和50年に第1報¹⁾として噴霧車の自動運転に関する研究の報告をした。第1報ですでにハウス内の無人防除は一応の成果を収めたのであるが、この実験に利用した噴霧車の移動用運搬車は代用品であるため噴霧車の通路が必要以上に高くなったり、噴霧車が運搬車に乗り込んだ場合の確認方法に Cds (光電変換素子) を利用したため外界の明るさに影響を受けるなどの問題があり、改めて噴霧車の移動用運搬車 (以後運搬車という) の試作を行なったので報告する次第である。

研 究 方 法

(1) 運搬車の概要

運搬車の構造は Fig. 1, Fig. 2 のようである。駆動輪1個、補助輪4個を装着した5輪車である。駆動輪は走行路上に設けたガイドレール内を転動する。

補助輪は車体の安定を保つためのものであるが、駆動輪の接地面より約5mm上方に取り付け

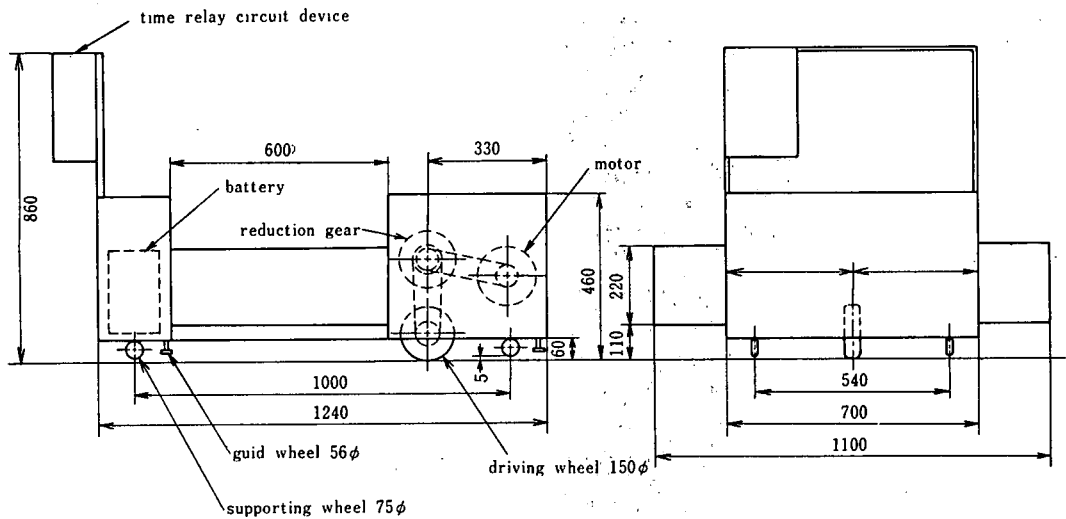


Fig. 1 Outline of the car.

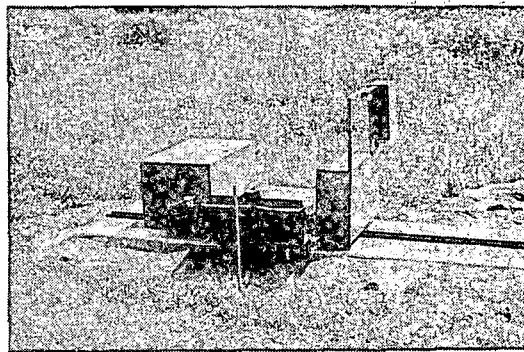


Fig. 2 Outside view of the car.

た。これは補助輪が走行路面上の高所へきたとき駆動輪が浮き上がるのを防ぐためである。補助輪の地上高は多少調節できるようにした。

駆動輪の前後に1個ずつ誘導輪を取り付けた。これは駆動輪のガイドレール側面に対する抵抗の軽減、前進動作の安定性向上の役目をもつが、誘導輪の上下移動、着脱は容易に行なうことができる。

原動機は出力192Wの直流モータ(12V, 2200rpm)で、動力はVベルト伝導によりギヤ減速機(減速比30)へ、チェーン伝導により駆動輪へ伝達される。

電源はバッテリー(12V, 45AH)1個を用いた。

自動制御装置については後述するが、リミットスイッチにより停止位置制御、ユニジャンクショントランジスタ、サイリスタを利用したリレー回路による時間制御が主体である。

(2) 運搬車および噴霧車の運行計画

これは第1報の場合と全く同じであるが、参考のために説明する。

(a) ハウスの長辺沿いに設置したガイドレールを取り付けた軌道上を噴霧車を積載した運搬車が走行し第1畦間の位置で停止する。

- (b) 数秒後噴霧車は運搬車より発進し畦終端位置で停止, 5 秒後後進と同時に噴霧を開始する。
- (c) 噴霧車は畦端まで噴霧し運搬車に乗り上がると同時に走行と噴霧を停止する。
- (d) 数秒後噴霧車を積載した運搬車は次の畦間へ移動を開始する。
- (e) 以後順次以上の動作を繰り返す。
- (f) 最終畦の防除が終了したならば噴霧車を積載した運搬車は出発点にもどる。

当実験では畦間は 2 本であるが運搬車の軌道はこれらの畦幅より長くし, できるだけ実状に即するようにした。

なお噴霧作業中薬液が規定量以下に減少すると噴霧車は走行と噴霧を停止し, ブザーが鳴る。薬液補充後スイッチを押すと数秒後噴霧車は走行と噴霧を再開する。

(3) 運搬車の軌道

Fig. 3 に示すように幅 66 cm の板を 3 枚並列に並べこの上を運搬車の駆動輪と補助輪が転動する。中央の板には高さ 30 mm, 幅 30 mm, 厚さ 2 mm の等辺山形鋼を 60 mm の間隔をおいて並べ, ボルト締めにより固定しガイドレールとした。駆動輪および誘導輪はこの中を転動する。

なお噴霧車の走行路は第 1 報とほとんど同じであるが, 運搬車の構造が改良されとくに噴霧車の積載面の地上高が 11 cm とかなり低くなったため走行路面の地上高もこれに準じて低くなった。このことは実際の場合 運搬車の走行路面を 11 cm 掘り下げるか, 畦間端に終端が上記の高さになる傾斜板を置くとよい。

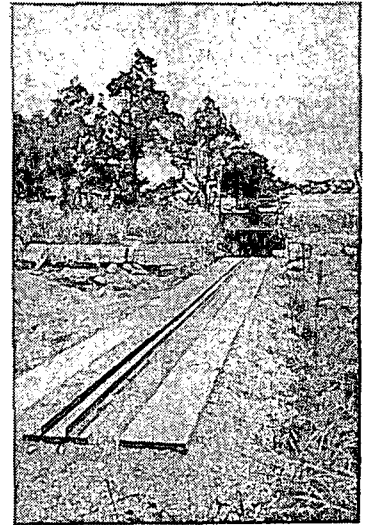


Fig. 3 Track of the car.

(4) タイムリレー回路の概要

自動制御の中核部たるタイムリレー回路を Fig. 4 に, そ

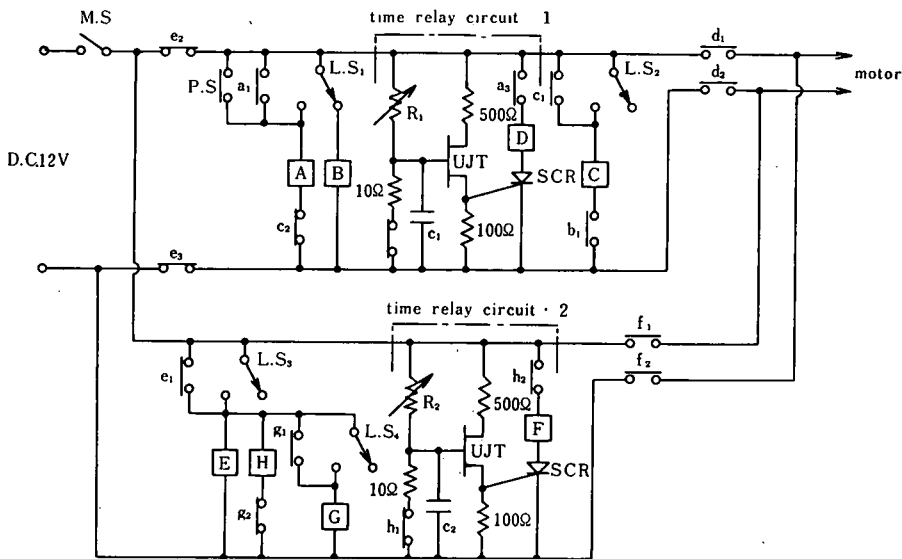


Fig. 4 Circuit of the time relay.

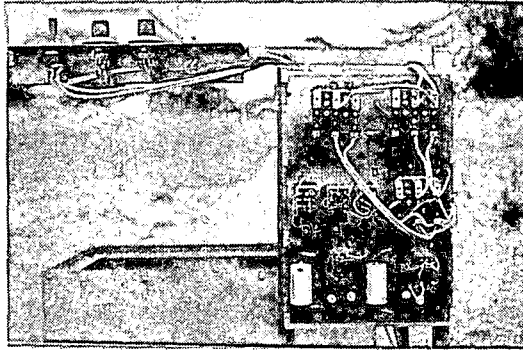


Fig. 5 Outside view of the circuit of the time relay.

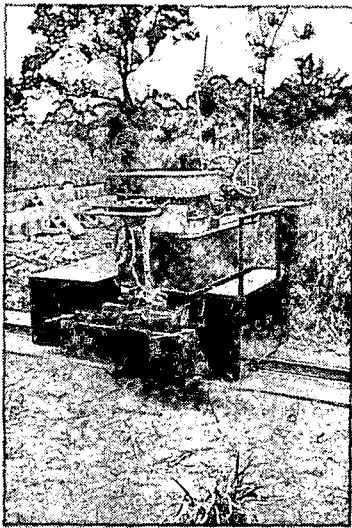


Fig. 6 The car carrying spraying car.

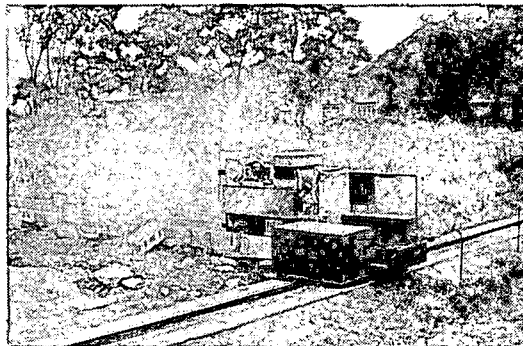


Fig. 7 Spraying car on the way.

の外観を Fig. 5 に示す。噴霧車のタイムリレー回路は第1報のものを一部分改良したのみで主要部は全く変わらないので省略する。

(a) メインスイッチ (M・S) を ON にし、リミットスイッチ (LS₁) が ON の場合すなわち、噴霧車が運搬車に乗っている場合は (Fig. 6 参照)、リレー-A の励磁により接点 a₂ が OFF となりタイムリレー回路1が作動を始める。一定時間後ユニジャンクショントランジスタ (UJT・2SH 13) のエミッタ電圧が飽和電圧に達すると放電を開始し、サイリスタ (SCR・2FIB 12) のスイッチング効果によりリレー-Dが励磁され接点 d₁, d₂ が ON となる。従ってモータが起動し運搬車は前進する。

(b) 運搬車に取り付けてあるリミットスイッチ (LS₂) が停車位置に立ててある停止棒に接触して ON になるとリレー-Cが励磁する。このため接点 c₂ が OFF となりリレー-A, Dが消磁されて接点 d₁, d₂ が OFF となりモータは停止する。

(c) このとき停止棒に取り付けてある近接スイッチ (第1報の噴霧車の回路を改良) の作用により噴霧車のモータが数秒後に ON になり噴霧車は運搬車より発進する。このとき運搬車のリミットスイッチ (LS₁) が OFF となる。噴霧車は畦端で停止し5秒後後進と同時に噴霧を開始する。噴霧車が帰ってきて (Fig. 7 参照) 運搬車に乗り込むと再びリミットスイッチ (LS₁) が ON になり、リレー-Aが励磁され (a), (b), (c) の動作が反復される。

(d) 最終畦の除防が終わり運搬車が軌道の末端までくると運搬車に取り付けてあるリミットスイッチ (LS₃) が停止棒に接触して ON になり、リレー-E, Hが励磁され接点 e₂, e₃ が OFF となりモータは停止する。同時に接点 h₁ が OFF となりタイムリレー回路2が作動を開始し、数秒後にリレー-Fが励磁され接点 f₁, f₂ が ON になりモーターは逆回転し運搬車は後進する。

(e) 始発点までもどって来ると運搬車の

リミットスイッチ (LS₄) が停止棒に接触して ON になるとリレー G が励磁され接点 g₂ が OFF となる。このためリレー H は消磁され h₁ が ON, 接点 h₂ が OFF となり, リレー F が消磁され接点 f₁, f₂ が OFF になりモーターは停止する。この場合リレー E と G は励磁し続ける。全回路を開くにはメインスイッチ (M・S) を OFF にする。

(f) 噴霧車が運搬車に乗っていない場合 (リミットスイッチ LS₁ が OFF の場合) つまり空車のまま運搬車を発車させるにはスイッチ (P・S) を ON にすればよい。

(5) 運搬車の定位置停止装置

運搬車の自動運転で最も重要なことは, 噴霧車が支障なく畦間内にはいっていきけるように正確に定位置に停止することである。

運搬車はリミットスイッチの作用でモータが停止しても慣性により幾分前進する。この前進距離 (オーバーラン距離とよぶ) は Fig. 8 に示すように载荷重量によって異なる。噴霧車の全重量は防除作業の経過とともに変わるので運搬車のオーバーラン距離も一定とならない。

そこで慣性によって進行する運搬車を定位置に停止させるための方法として, 停車を希望する位置のガイドレール内に薄鋼板を置いた。運搬車のモータを停止するためのリミットスイッチを作動させる停止棒は鋼板の位置より幾分前に置き, 鋼板によってオーバーラン距離を一定にしようとするものである。この場合鋼板の厚さ, オーバーラン距離が問題になるが, 実験の結果鋼板の厚さを 7 mm (長さ 132 mm × 幅 32 mm), オーバーラン距離を 20 cm に統一すると载荷重の大小にかかわらず鋼板端の位置で駆動輪は停止し, 発進時は支障なく鋼板を乗り上げて進行することができた。

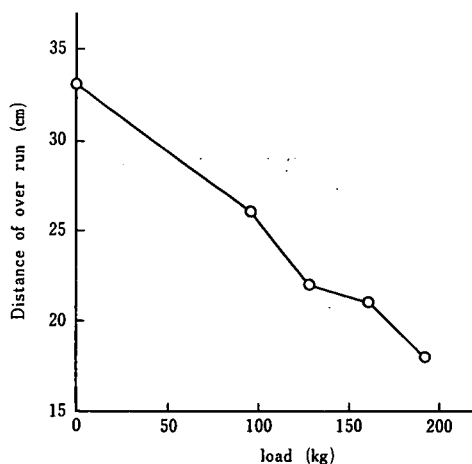


Fig. 8 Relation between load and distance of over run.

実験結果および考察

実験結果は所期の目的を十分はたすことができた。なお若干の項目について実験を行なったので報告する。

(1) タイムリレー回路の特性

メインスイッチを ON にして運搬車が発進するまでの時間, つまりリレー A の電磁コイルが励磁されてからモータが起動するまでの時間をタイム 1, 往路の終点で停止してから復路走行にかわるまでの時間, つまりリミットスイッチ (LS₂) が ON になってからモータが起動 (復路) するまでの時間をタイム 2 とし, Tab. 1 に示す値の抵抗を取り付け測定した。測定結果は Fig. 9 のようである。この結果から当実験に都合の良い時間 (10, 20, 30, 40, 50, 60秒) に対応する抵抗値

Tab. 1 Resistance of timer

R ₁ (KΩ)	10	20	30	39	51	62	70	82
R ₂ (KΩ)	10	20	30	39	51	62	70	82

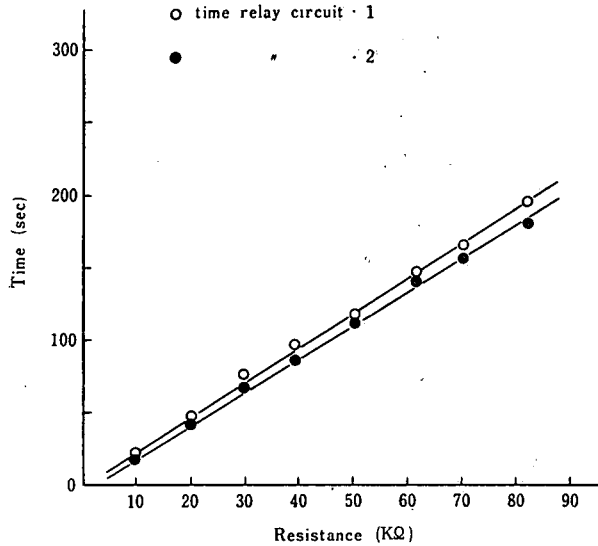


Fig. 9 Relation between resistance of timer and stoppage time of the motor.

を求めて取り付け再び時間を測定した結果は Tab. 2 のようである。上記の設定時間とタイム 1, 2 の実測値とは大差ないことが判明した。設定時間と採用した抵抗値の関係は Tab. 3 のようである。

Tab. 2 Relation between set time of suspension and practical time

Set time (sec)	10	20	30	40	50	60
Time relay 1 (sec)	9.5	19.9	29.9	40.0	49.9	59.7
Time relay 2 (Sec)	9.9	20.4	29.7	39.0	50.2	56.3

Tab. 3 Relation between resistance of timer and set time of suspension

Set time (sec)	10	20	30	40	50	60
R ₁ (KΩ)	3.9	8.4	12.6	16.8	21.0	25.0
R ₂ (KΩ)	4.5	9.2	13.6	18.0	23.0	26.0

(2) 所要動力

所要動力は運搬車が軌道上 16 m 間を走行するときのモータの入力を指示電圧計, 指示電流計を用いて測定算出した。

測定は走行距離が 4, 8, 12, 16 m のとき行ない往復の平均値を求めた。載荷重は 0, 96, 128, 160, 192 kg の 5 種とした。載荷材料はコンクリートブロックを用いた。荷重となる噴霧車の重量はバッテリー 72 kg, 噴霧機部分 45 kg, 計 117 kg で、薬液タンクの容量は 80 l であるが薬液はタンクの 8~9 割程度しか入れないので載荷重の上限は上記で十分と思われる。

測定結果は Fig. 10 のようである。載荷重 192 kg のとき所要動力は 195.3 W である。運搬車のモータの出力は 192 W であるので多少過負荷になっているが、前述のようにタンク一杯に薬液を入れることはなく通常の防除作業に支障はないと思う。

(3) 走行速度

Fig. 11 にみるように載荷重の増加とともに走行速度は低下しているが、無負荷時と最大荷重のときの差は約 0.1 m/s で、噴霧車を積載した状態で薬液量の多少を考慮に入れた場合の速度差の最大値は約 0.04 m/s で僅少である。

(4) 機械損失

駆動輪を空中に懸架してモータ、モータと減速機、モータと減速機と駆動輪に分けてそれぞれの所要動力を測定した結果を示すと Fig. 12 のようである。機械損失としては減速機が最大で約60Wを示している。今後減速方法、装置の改善が必要と思われる。

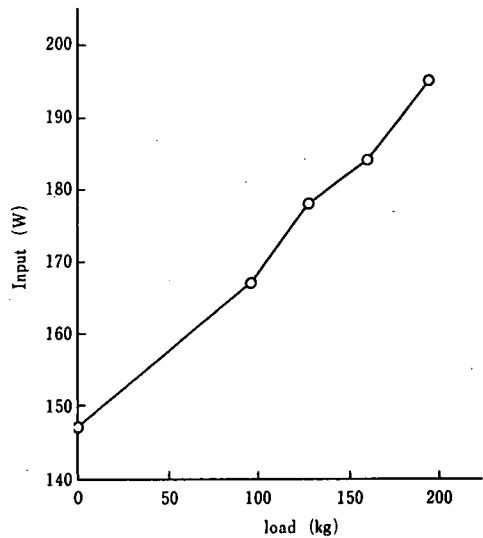


Fig. 10 Relation between load and input.

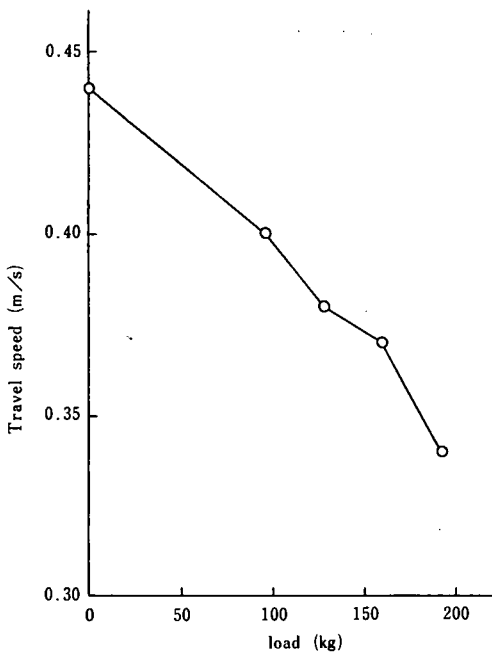


Fig. 11 Relation between load and travel speed.

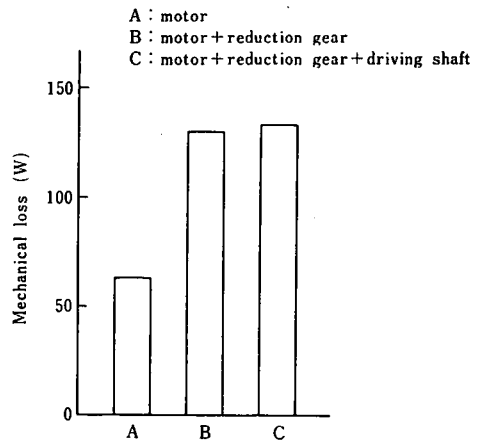


Fig. 12 Mechanical loss.

摘 要

プラスチックハウス内の防除の無人化をなすため、噴霧車を移動させる運搬車の試作および自動運転に関する実験を行なったので報告する。

1) 運搬車は駆動輪 1 個、補助輪 4 個を有する 5 輪車で、直流 12 V、出力 192 W のモータを原動機としている。

- 2) 自動制御回路はユニジャンクショントランジスタ、サイリスタを利用したタイムリレー回路が主体で、運搬車の発進、後退、停止の制御を行なった。
- 3) 運搬車の進行方向は走行路にガイドレールを設置し、駆動輪がこの中を走行することによって制御した。
- 4) 実験結果は十分その目的をはたしたが、減速方法の改善による所要動力の軽減が望まれる。

参 考 文 献

- 1) 小嶋・杉村：プラスチックハウス内の防除装置の自動運転に関する研究（第1報），高知大学学術研究報告，第24巻，農学2号，1975，p. 5~12

（昭和51年8月10日受理）

（昭和51年12月9日分冊発行）