

温室における無人汎用クレーンの機能について

寺田 俊郎^{**}・吉野 蕃人^{**}

The Function of the Automatic Crane in the Greenhouse

Toshiro TERADA : Shigeto YOSHINO

緒 言

温室内は外界と異った環境にあり、冬季は植物の生育に適する条件に管理維持され、夏季の室内は著しい高温となりやすい。この中での作業に人間性の尊重、作業の省力化の必要性が痛感され、管理、収穫物運搬などに個々に無人化・省力化の試みが進められてきているが、現在の温室にとって耕耘から収穫までの一貫した発想による無人機械化の開発はなされていない。著者らは今回島根大学農学部附属本庄農場内にコンピューター制御による花き球根切花温室を建設するに当たり、かねてからの無人耕耘の企画を具体化し、さらに単なる作業機としてでなく、温室環境制御の目的も兼備した汎用性のある無人機の作成を試みた。著者らは本来機械関係の専門ではないが、温室の栽培管理に当って、植物生産の立場から現在の工業技術の粋を集めて作られた機器や機械に、新しい息吹を与え機能化していくという考え方に立って設計に関与し作成したものである。無人汎用クレーンの作成は、最新のクレーン・ホイスト技術、電子による自動連携回路技術、そして農業機械技術の巧みなコンビネーションを必要とし、この中の一つの技術が欠落しても農業用無人クレーンのシステム化を期すことは不可能であった。1974年6月無人汎用クレーンの第1号機が完成し、その後約3ヶ月間各種のテストを繰返してきた結果、著者らが意図した能力を十分に発揮したので、その機能を中心として報告する。

本機的设计・作成は、三菱グループ・横河電機のそれぞれの技術者の絶大な協力によって完成したものであることを記し併せて深甚の謝意を表する。

構 造・機 能 の 概 要

^{**} 附属農場

無人汎用クレーンの外観は写真1の門型クレーンであり、大別して軌道部門・クレーン本体・制御部門から成立っている。このクレーンを機能的に運行させるため、間口9.1m、軒高2.3mの温室は、側窓を引戸方式として内側に邪魔になる側窓開閉用アームを作らず、側窓内

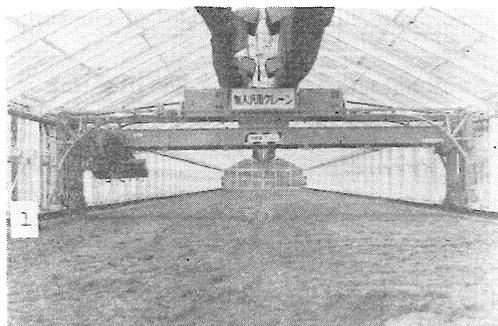


写真1

1. クレーン全景

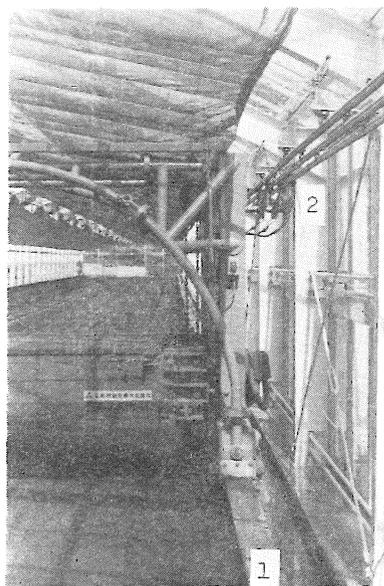


写真2

2. 1. クレーン軌条
トロリー線受電

第1表 無人汎用クレーンの仕様と機能

| 温室無人汎用クレーン | | | | | |
|--------------------------|----------|------------|-------------------|--------------|--------------|
| スパン | 7,950mm | | 耕地幅 | 7,600mm | |
| サドル高さ | (G. Lより) | 2,125mm | フレーム高さ | (G. Lより) | 2,630mm |
| 走行 | 速度 | 回転数 | 2.2kW (2台) | 減速伝達装置(1/40) | |
| | 33m/min | 1,400rpm | | 第1段 | (ウオーム)1/20減速 |
| | 22m/min | 940rpm | | 第2段 | (チェーン)1/2減速 |
| | 11m/min | 470rpm | | 走行距離 | 90m |
| 横行 (ホイストサドル用減速モーター) | 速度 | 9m/min | 昇降 (電動チェンブロック) | 速度 | 3.9m/min |
| | モーター出力 | 0.26kW | | モーター出力 | 1.4kw |
| | 横行距離 | (クラブ芯)6.6m | | 昇降距離 | 1.29m |
| ガーダー上面の最低高さ (F. L より) | | | 650mm | 電源 | 220V, 3相 |
| ガーダー上面の最高高さ (F. L より) | | | 1,810mm | 給電 | トロリーワイヤー |
| ガーダー最高位置のヒッチ高さ (F. L より) | | | 1,173mm | 操作信号 | バスダクト |

側に軌条を作りクレーン運行による栽培床の減少を最低に止めた。無人汎用クレーンの機能の概要は第1表のとおりである。

軌道部門……基礎は温室建家の基礎を共通使用し、その基礎上にH型軌条を強固に敷設した(写真1, 2)。

クレーン本体……クレーンフレームは鋼管で鼓型に組立て、蛇行と揺みを吸収さす構造(写真1, 2, 3)とし、門柱はガーダーの昇降案内軌条も兼ねる構造(写真3)である。サドル部には強力ウレタン製車輪(写真3)を用い振動と騒音の吸収を図った。走行駆動には140rpmから1,400rpmの可変速誘導モーター2基を使用し(写真3)、作業性によって三位相の速度とし、両側のモーターは互いに作業時に生ずる抵抗による減速を検知しつつ蛇行を自動制御する。ガーダーは主桁を型钢

にて枠組みし運搬作業台も兼ね、その下部にクラブの横行軌条をラック式として取付けてある(写真4)。昇

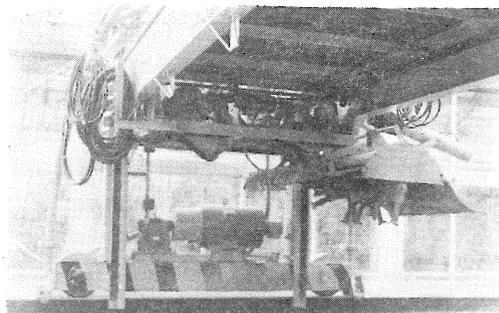


写真4 ガーダーとクラブ横行軌条

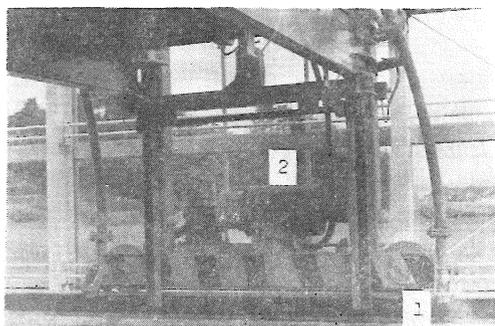


写真3 1. ウレタン製車輪
2. 可変速三相誘導モーター

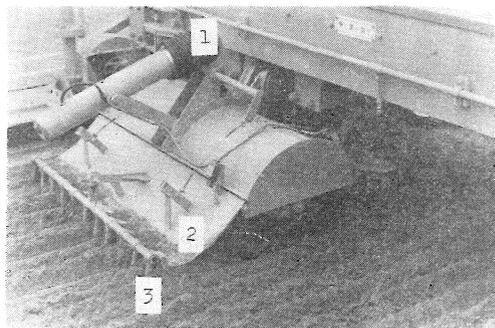


写真5 ロータリー
1. パワーシリンダ
2. 整地板
3. 作溝爪

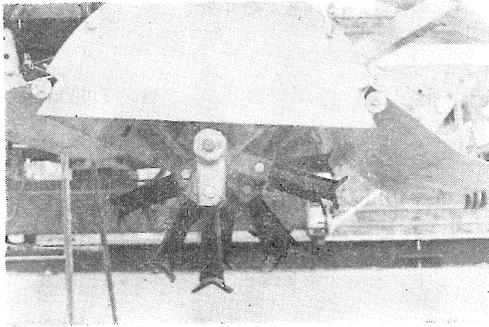


写真6 正逆両用特殊爪

降は両サイドのチェンブロックモーターによって昇降駆動し、水平荷重に対しては門柱内の案内軌条により吸収する(写真3)。

ロータリーはパワーシリンダの使用により正逆回転の耕耘作業を可能とし(写真5)、耕耘爪は特殊鋸型爪で正逆回転時の耕耘を効率良くしている(写真6)、整地板、作条爪を一体構造として耕耘・均平・作溝が同時に行える。電源はクレーン側面上部にトロリー線を配し(写真2)受電しつつ走行する。

制御部門……コンピューター室に搬送装置制御盤を設けクレーン上に機内制御盤を置き(写真7, 8, 9, 10)相互に送受信を行う多重搬送装置とし、信号線は受電部と反対側のクレーン側面上部にバスダクト(写真11)を設置した。諸動作の検知は近接スイッチ(写真11)を使用し、リレーは無接点リレーを使用した。操作は切り替えにより手動で単機運転も行える構造とした。

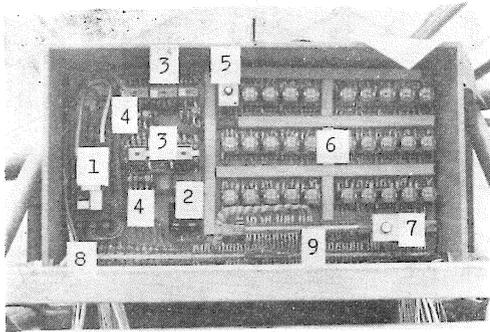


写真7 機内制御盤

1. 漏電遮断器(電源用 3P, 200V, 60AT)
2. 制御用遮断器(指令制御回路電源)
3. 電磁開閉器
4. サーマルリレー
5. タイマー
6. 補助リレー
7. サーマスタット
8. 他盤電源送り端子台
9. 制御回路用端子台

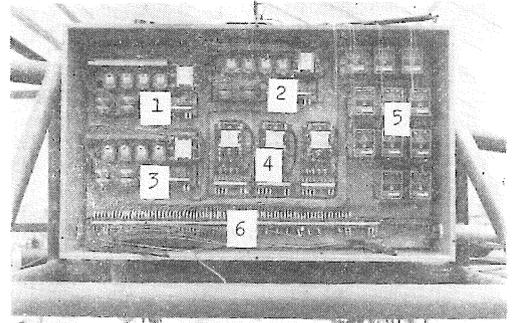


写真8 機内制御盤

1. ロータリー多重搬送受信器
2. クラブ横行、手動多重搬送受信器
3. クレーン走行方向、速度多重搬送受信器
4. 多重搬送送信器
5. 近接スイッチ電源リレー
6. 制御回路用端子台

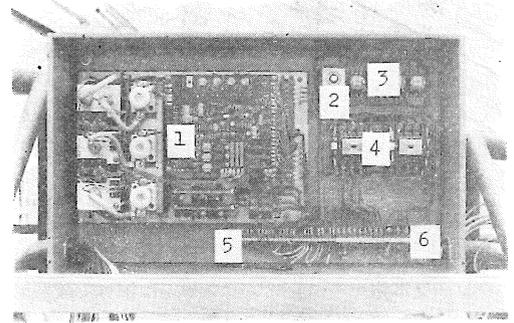


写真9 機内制御盤

1. 走行モーター制御装置
2. タイマー(走行モーターブレーキ時間用)
3. 補助リレー(走行速度用)
4. 走行モーター用電磁開閉器
5. 電源用端子台
6. 制御回路用端子台

無人クレーンの作業能力

自動耕耘……自動耕耘作業は第1図に示したフローチャートにより実施する。作業工程は第2図のと通りの自動制御を行って耕耘を行う。耕耘時の実際走行速度は毎分20m、ロータリー耕耘軸回転数は198rpmである。したがって自動耕耘を開始して間口9.1m、長さ87.5mの温室を前後6行程にて32分間で耕耘・均平・作溝の作業(写真12)を行う。コンピューター室の中央制御盤タイマーで耕耘時刻を設定して指令を出しておけば、昼夜の区別なく無人で作業が行われ植付の準備が完了している。ロータリーは着脱容易な機構となし、耕耘終了後は外し動力噴霧機と取替える。自動の外に手動に切り替えガーダー上で手動運転も可能であり、運行速度はスイッ

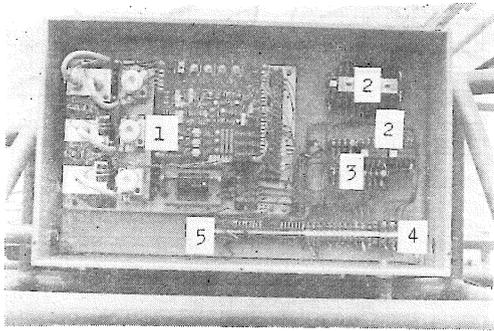


写真10 機内制御盤

1. 走行モーター制御装置
2. リフトモーター用電磁開閉器
3. サーマルリレー (リフトモーター用)
4. 電源用端子台
5. 制御用端子台

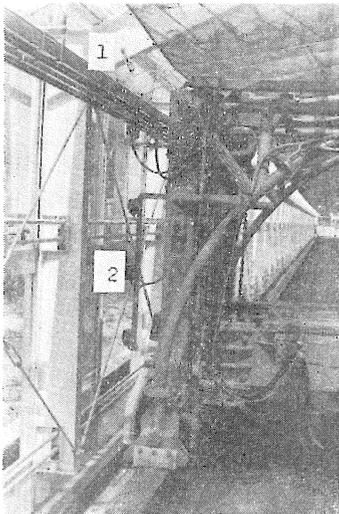
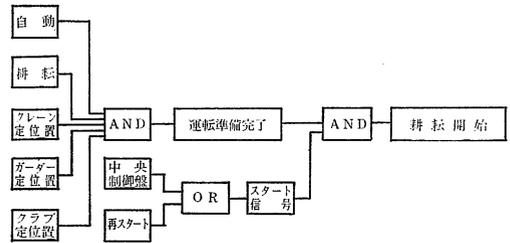


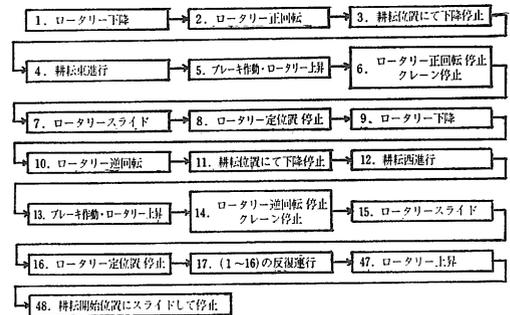
写真11

指令信号

1. 信号用バスダクト
2. 近接スイッチ



第1図 自動耕耘のフローチャート



第2図 自動制御耕耘の順序

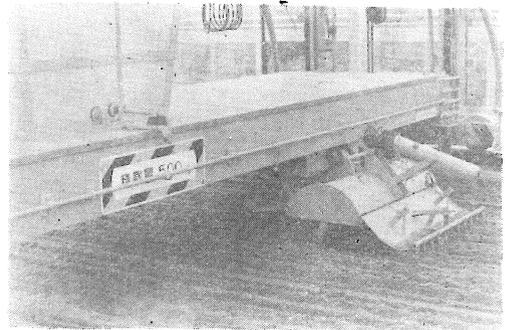


写真12 耕耘・均平・作業作業

チ切り替えにより毎分 10m に変更使用できる。

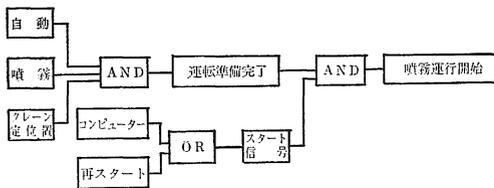
細霧冷房……細霧冷房としての噴霧のフローチャートは第3図のとおりである。温室で球根切花の栽培を行う場合、生育条件にとって気温・地温が高すぎる時期がある。温室内の気温・地温の抑制は、窓を広くとり外気の流通を良くすること、屋上流水により流入熱源を減少させることの外に、理論的には温室内に細霧を噴出し、気化蒸発による高温抑制ができるとされている。そこで地下 1cm の地温を検知しつつ、コンピューターからの指令を受け無人クレーンに水を自吸させ、温室栽培床全面に細霧を噴出させつつ自走 (写真13) さすこととした。運行の実際速度は毎分 10m で往復20分間に 300ℓ の水を噴霧する。

クレーンが噴霧を終わって定位置に帰着して10分後にな

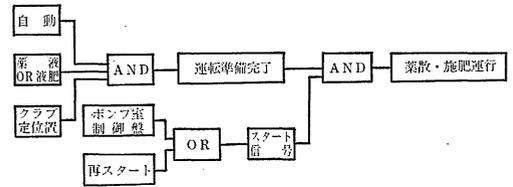
お地温が設定値より高ければ、コンピューターの指令で再度運行する。したがって連続的運行は30分に1回となり、設定地温より降下するまで噴霧を続ける。地上 10~20cm の気温は上昇途上に噴霧運行することにより、運行前より2.5~3℃急速に低下し、1回の往復により30分間温度の上昇が抑制された。地温は気温のように直ちに降下することはないが、クレーンの往復によって地温の上昇が抑制された。

葉温は気温の変化と類似した抑制効果を生じ、地中の球根体温は地温と類似した抑制曲線を示した。

葉散・液肥散布……薬剤散布・液肥散布作業のフロー



第3図 細霧冷房運転のフローチャート



第4図 薬散・施肥運行のフローチャート

チャートは第4図のとおりである。ボイラー室内の水槽に所要量の薬剤または液体肥料を溶かし、同室の制御盤かコンピューター室の起動ボタンによって運転命令を出せば自動噴霧（写真13）を行う。

球根・採花の運搬……1回の植付球数約10万球、重量で約2,600kg、この運搬の軽作業化と採花能率の向上に手でクレーンを運行する。運搬作業時は毎分33mで走行し、温室奥部まで1回500kgの球根を運搬（写真14）したり、抜きとった切花を大量に搬出する作業は僅か2～3分の所要時間で行うことができ、軽労働化と省力に著しい効果をあらわした。

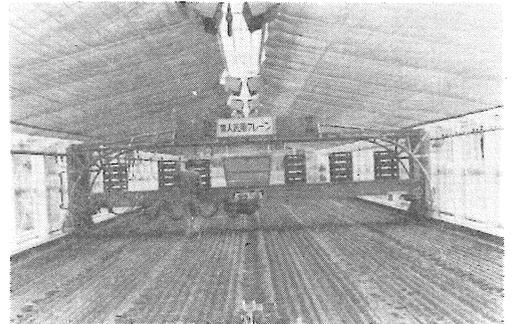


写真14 植付球根の運搬

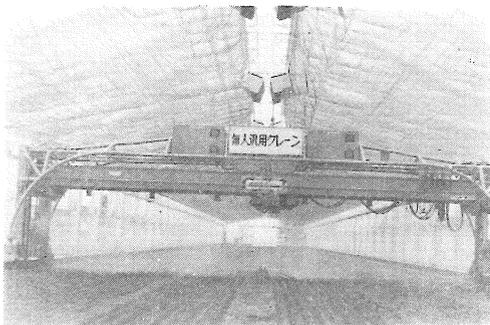


写真13 細霧冷房

んではじめて無人クレーンの効能が広く発揮できる。

それには品種や管理面で無人クレーンが充分能力を出せる仕組みの栽培技術体系を確立せねばならぬことを示唆しているようである。

む す び

温室作業の健康管理、省力化、作業精度の向上、そして温室環境制御用の多目的機能をもった無人汎用クレーン第1号機を作成その機能をテストし、それぞれの目的に合致した能力を発揮することを確かめた。無人汎用クレーンの出現は大規模施設園芸の管理に大きな問題を提起することとなる。施設園芸の栽培技術の多くが、今なお人が栽培植物に手を触れる管理作業があまりにも多いことである。球根切花が無人クレーンの機能を発揮したのは、植付と採花時だけ温室内に入れればよいという条件下であるためであり、この栽培体系が他作物におよ

Summary

We developed the automatic crane that operating environmental control and mission of works in the greenhouse.

(1) The use of three-phase induction motor for motive power of gate formed crane.

The speed of the automatic crane.

*Tillage, soil preparation and seed furrow, : at 20 m/min.

*Mist cooling, Chemical spray, Liquid fertilizer spray, : at 10 m/min.

*Planting, Harvesting, : 33 m/min by hand.

(2) Tillage, soil preparation and seed furrow are operated automatically by the timer which are established in the computer room, at the fixed time.

(3) When air and soil temperatures in the greenhouse get beyond the upper limit of established temperatures in cultivation, the automatic crane sprays mist while moving according to the directions of computers. As the results, the temperature conditions in the greenhouse are able to be kept desirably for the growth of plants.