

1 **和文表題**

2 園芸施設に利用する丸型鋼管自動穴あけ装置の開発

3

4 **和文著者名**

5 金城翔一¹⁾・芹澤幸一²⁾・仲宗根喜長²⁾・宮平守邦³⁾・鹿内健志^{*4)}・玉城磨³⁾・新城孝
6 彦¹⁾

7

8 **和文所属**

9 1) 拓南伸線株式会社

10 〒901-2403 沖縄県中頭郡中城村字伊舎堂 312

11 2) 沖縄職業能力開発大学校

12 〒904-2141 沖縄県沖縄市池原 2994-2

13 3) 沖縄県農業研究センター

14 〒901-0336 沖縄県糸満市真壁 820

15 4) 琉球大学農学部

16 〒903-0213 沖縄県中頭郡西原町千原 1

17

18 **和文要旨**

19 園芸施設のメインフレームに用いられる丸型鋼管の穴あけ作業の作業能率を改善
20 するため、作業員 1 名で作業可能な自動穴あけ装置を開発した。装置は、1) 渦電流式
21 センサを用いて鋼管の継ぎ目の自動検出が可能、2) タッチパネル操作により、鋼管穴
22 あけ用ドリル設定位置の任意操作が可能、3) 従来の手作業で生じた鋼管穴あけ部位の
23 バリ取り作業が不要となる特徴を有する。園芸施設に必要な材料加工を想定し、開発
24 した装置と従来のボール盤を使用した手作業との作業時間を比較した。その結果、開
25 発した装置は穴あけ数にかかわらず、ボール盤のセッティングが不要なため作業員お
26 よび作業時間の削減ができ、大幅に作業能率を改善することができた。また、ボール
27 盤のセッティングの際の熟練作業や継ぎ目溶接箇所を目視で避ける作業が不要になり
28 作業が容易になった。従来の複数の作業人員を要していたものが、開発した装置では
29 1 名で作業可能であることが示された。ドリルを上下 2 方向に設置して、鋼管を中心
30 に両方向から同時に穴あけを行うことで、ドリル貫通によるバリの除去作業が不要な
31 ことも確認できた。

32

33

34 **和文キーワード**

35 園芸施設, 丸型鋼管, 穴あけ作業, 自動化

36

37

38 *Corresponding Author

39 E-mail:tshikana@agr.u-ryukyu.ac.jp

40

41

1 はじめに

2

3 丸型鋼管を利用した園芸施設，一般にはパイプハウスと呼ばれる施設のメインフレ
4 ームには，口径がφ19.1mm，φ22.2mm，φ25.4mm程度の資材が広く利用されているが
5 (日本施設園芸協会 2001)，南西諸島ではこれらの施設の耐風性に配慮し，φ42.7mm
6 やφ48.6mmの鋼管を主とした園芸施設も普及している．また，沖縄県農業試験場では，
7 主骨材にφ48.6mmを用いた低価格で高い耐風性を有する園芸施設（AETハウス）を開
8 発し（玉城 2004），県内に導入が進んでいる．

9 しかし，口径φ42.7mm以上の鋼材を扱う場合，径の細い鋼管と比べて曲げ加工や穴
10 あけ加工は容易に行えるものではない．園芸施設メーカーなどでは施工に配慮し，必
11 要に応じてあらかじめ長さ調整，溶接，曲げ，穴あけ等の加工を施している．ボルト
12 固定を多用した施設が広く普及していることから，加工作業の中でも穴あけ加工が頻
13 繁に行われる．例えば，φ48.6mmの鋼管を主としたAETハウスにおいては，全鋼管の
14 1/3で穴あけ加工を行っている．

15 人力作業による穴あけ加工では一般にボール盤が使用される．ボール盤による穴あ
16 け加工は，まず穴あけ位置にけがきを行う．次にドリルの刃を穴あけ位置に合わせ，
17 穴あけ作業を実施する．しかし，本数が多い場合には，けがきの手間を省けるように，
18 ドリルが材料の穴あけ位置にうまく固定できるような治具を用いる．ところが，園芸
19 施設の種類は様々であり，鋼管の口径，長さ，穴あけ位置，穴数等が異なっているた
20 め，複数種の治具の保管と治具の取り付けが大変な作業となる．また，鋼管1本あた
21 り複数の穴あけ加工が必要な場合には，穴数に応じてボール盤を配置し，作業員複数
22 名で作業を実施することも多い．この作業はボール盤の設置作業に時間がかかること，
23 複数の作業員を要するため他の加工作業に支障をきたしてしまうことが課題である．

24 近年は，穴あけ位置やドリルの送り速度を制御するNCボール盤やコンピュータ制
25 御で加工を行うマシニングセンター等の自動化機器が利用される．しかし，NCボール
26 盤やマシニングセンターは，加工範囲の制限から，3m以上となる長尺な園芸資材の加
27 工は困難である．一方，長尺物の穴あけ装置として，H型鋼穴あけ加工機（アマダ）
28 や，角型・C型鋼穴あけ加工機（タケダ機械）が市販化されている．しかし，丸型鋼管
29 には対応していない．

30 そこで本研究では，沖縄県におけるAETハウスの導入拡大に対応するため，穴あけ
31 作業の簡略化および係わる人員の削減を目的として，丸型鋼管用自動穴あけ装置の開
32 発を行った．開発に際しては，鋼管の厚み変化の情報から継ぎ目を自動認識するセン
33 シングシステム，簡単に鋼管穴あけ位置の設定が可能なタッチパネルの導入および鋼
34 管の穴位置の精度を±0.5mm以内とする制御システム構築を重視した．また，開発装
35 置と従来の手作業との作業能率を比較した．

36

37 設計および開発

38

39 穴あけ作業の留意点と課題

40 穴あけ作業の自動化を進めるため，現状の人力による穴あけ作業を検証し，穴あけ

1 作業で留意すべき事項と問題点を抽出した。

2 ボルトで固定するタイプの園芸施設では、鋼管に複数の穴かけ加工を行う必要がある。
3 同一の口径と長さを有する鋼管でも穴数や穴の位置が異なれば、作業機の設定や
4 作業員数も異なることになる。園芸資材は、長さが 3m 以上の鋼管が殆どであり、人力
5 作業では加工の際の鋼管の移動は 2 名以上で行っている。加工空間を必要最小限に留
6 めるため、鋼管の設置位置は固定し、複数台用意されたボール盤を穴あけ位置に移動
7 する。1 本の鋼管に加工する穴あけの方向は、設置方法などから同一方向でなくては
8 ならない。従って、穴あけ加工の際、鋼管が回転しないように固定し、各穴あけ位置
9 へ直立ボール盤をセッティングし、加工を行う。ボール盤のセッティングは、加工精
10 度を確保するため、熟練の作業員 1 名で行う。また、加工前の鋼管は鋼管製造時に発
11 生する長手方向の継ぎ目溶接箇所(継ぎ目)があるが、継ぎ目に穴あけを行うと鋼管の
12 強度低下を招く恐れがあるため作業員が目視で継ぎ目を確認し、穴あけ位置を避ける
13 ように固定している。作業状況の例として、長さ 5m の鋼管に 5 穴加工する際はボール
14 盤を 5 台設置し、穴あけ加工時は作業員を 3 名又は 5 名配置して行われている(図 1)。

15 穴あけ作業を行うたびに 3 名から 5 名の作業人員を不定期に確保する必要があり課題
16 である。

< 図 1

17 加工はリーダーとなる作業員の穴あけ開始と同時に他の作業員も穴あけを行う。ド
18 リルの貫通は一方向から行うため、ドリル貫通後の鋼管表面部分に鋭利なバリが発生
19 する。鋼管外部に表れるバリは他の製品を傷つけることから、ヤスリにて手作業で取
20 り除き、穴あけ位置に錆止め塗料をスプレーにて塗布する。これらの作業は加工予定
21 本数が終了するまで繰り返し行われる。加工する鋼管の数量は資材の種類や施設の大
22 きさ、棟数等によって異なるが、1 棟分の資材に母屋パイプが 100 本以上となること
23 もある。

24 25 自動穴あけ装置の基本仕様

26 人力で行われているボール盤のセッティング、鋼管の固定などを機械化し、作業員
27 1 名にて管理・作業が行える装置を開発目標とした。

28 まず、穴あけ位置を自動で検知し加工する方法について検討した。その結果、(1)ド
29 リルを固定し、鋼管を穴あけ位置まで移動させて穴あけを行う方法、(2)鋼管を固定し、
30 ドリルが穴あけ位置まで移動し穴あけを行う方法の 2 案を検討した。(1)は、鋼管を移
31 動させることで鋼管が回転し、加工精度に問題が生じることが懸念され、さらに、装
32 置全体の大きさが鋼管長さの 2 倍以上必要であるため、設置場所の確保が困難となる。
33 (2)は、ドリルを移動させることから工作機械に必要な剛性確保が課題となる。装置の
34 省スペース化が図れることから(2)の方法を採用した。

35 加工可能な鋼管の径は、園芸資材に利用される鋼管である $\phi 38.1 \sim 60.5 \text{mm}$ とし、
36 加工可能な長さは、1200~6100mm までとし、加工可能な穴径は $\phi 6 \sim 16 \text{mm}$ まで可
37 能とし、穴位置の精度は $\pm 0.5 \text{mm}$ 以内とした。

38 鋼管の装置への搬入・搬出方法については、鋼管が転がる特性を利用した。但し、
39 転がすことが困難な場面においては空気圧シリンダを利用することとした。また、搬
40 入の際、鋼管の継ぎ目を自動検出できるようにした。

1 装置の制御方法は、リレー回路の代替装置であり、自動化システムで使用する数千
2 のリレーやタイマーをプログラムで置き換えることができるプログラマブルロジック
3 コントローラ(PLC)を使用した。また、タッチパネルを設け、段階的に設定項目を表示
4 し、操作方法を簡易に行えるようにした。

5 各動作を行う部分を、搬入・搬出部、加工部、制御部と3部に分けて詳細な設計を
6 行った。自動穴あけ装置の基本仕様を表1に示す。

< 表 1

7 8 搬入・搬出部の設計および開発

9 搬入・搬出部は、加工前の鋼管を鋼管の継ぎ目を検出し穴あけ位置から避けた状態
10 で加工部へ運び、加工された鋼管を加工部から鋼管受取部へ移動する部分である。2階
11 部分に加工前の鋼管を留め置くストック場所および鋼管の継ぎ目を自動検出し加工部
12 に運ぶシリンダをユニット化した継ぎ目検出ユニットが設置され、1階部分に加工し
13 た鋼管を受け止める鋼管受取部が設置された2階建て構造となっている(図2)。

< 図 2

14 鋼管はストック場所の下部に設置されたシリンダにより1本ずつ押し上げて取り出
15 され、継ぎ目検出ユニットまで転がり移動する。

16 鋼管の継ぎ目検出は、渦電流式センサを用いて行う。センサ内部のコイルから発生
17 する磁界が鋼管表面に渦電流を発生させ、コイルのインピーダンスが変化することで
18 継ぎ目部の厚みの変化を検出する。継ぎ目検出ユニットに設置された2つの回転する
19 ローラー上に鋼管を載せ、鋼管を回転させながら下方向から渦電流式センサ(マイク
20 ロフィックス、渦電流式継ぎ目検出装置MSD-03)により継ぎ目を検出する。固定し
21 た閾値で継ぎ目を判定するのではなく、個々の鋼管毎に閾値を設定しながら判定する
22 ため、継ぎ目の検出は100%の確率で行われる。10秒程度で継ぎ目が検出されると、
23 ステッピングモータのパルス数を制御してローラーを回転し継ぎ目と穴あけ位置が重
24 ならないようにパイプを90度回転し停止する。入力された鋼管径から90度の円弧長
25 を計算して、その長さに相当する回転角度となるようにパルス数を設定する。鋼管の
26 ローラーでの滑りなども発生しておらず、継ぎ目から90度ずれた位置に穴を加工す
27 ることができる(図3)。継ぎ目を避けるように設定した状態を保持したまま鋼管は空
28 気圧シリンダで加工部へ移動される。

< 図 3

29 鋼管受取部は、加工部から払い出された加工済みの鋼管を受けとる。その後、鋼管
30 受取部から製品ラックへ鋼管を移動するが、製品ラック上で錆止め塗料の散布を行う
31 ため、鋼管受取部から製品ラックへの鋼管の移動は鋼管受取部の下部に設置したシリ
32 ンダにて1本ずつ移動し、塗料散布が行い易いようになっている。

33 34 加工部の設計および開発

35 加工部は2台のドリル、加工台、鋼管を押さえるシリンダ(クランプシリンダ)お
36 よび加工した鋼管を払い出すシリンダ(払い出しシリンダ)で構成されるドリルユニ
37 ャットが2組と、穴あけ位置を決めるためのシリンダ(原点押しシリンダ)で構成され
38 る。ドリルユニットが穴あけ位置まで移動して穴あけ加工を行う(図4)。

< 図 4

39 原点押しシリンダ(図5)は、鋼管の一端を押し、図4に示す加工の基準と定めた
40 基準面に、反対側の鋼管端面を押し当て、基準面を加工の際の原点とする。原点押し

< 図 5

1 シリンダは、穴あけ加工が終了するまで鋼管を基準面に押しあてる。
2 ドリルユニット（図 6）には、穴あけ方向の送り距離と速度が制御可能なサーボモ
3 ータを内蔵したドリル（タック技研工業，メカ送りドリル）を使用している。ドリル
4 貫通によるバリの発生を抑えるため、ドリルを上下 2 方向に設置して、鋼管を中心
5 両方向から同時に穴あけを行い、バリが鋼管外部に表れないようにした。ドリルの位
6 置決め方法は、丸ギアと平ギアを組合せたラック・ピニオン機構を採用し、丸ギアを
7 回転させるサーボモータに、回転角を検出するエンコーダを内蔵し、その数値を制御
8 することでドリルユニットの水平方向の位置を制御し位置決めを行った。ドリル位置
9 決め分解能（入力単位）は 1mm を最小単位とし、位置決め精度は、ラック・ピニ
10 オン機構およびサーボモータの仕様精度から±0.5mm 以内となるように設計し、加工さ
11 れた鋼管の穴位置の精度が±0.5mm 以内になっていることを確認した。

< 図 6

12 鋼管を載せる加工台は、穴あけ位置まで移動する際に鋼管を傷つけないようにロー
13 ラーを用いた。ローラーは鋼管径が変化してもドリルの軌跡線が鋼管の中心を通るよ
14 うに溝型形状とした（図 7）。

< 図 7

15 穴あけ時に鋼管が振れるのを防ぐためドリルの横に鋼管を固定するクランプシリ
16 ンダを配置している。シリンダのチャック部も溝形状にすることで、鋼管が安定して
17 固定されるようにした。穴あけ終了後の鋼管は払い出しシリンダにより、加工台の下
18 から押し上げられ払い出される。

19

20 制御部の設計および開発

21 制御部は、操作盤と各部に設置されたセンサの信号をもとに、モータやシリンダの
22 制御を行う。制御部は PLC，サーボモータのアンプ（サーボアンプ）とコントローラ，
23 シリンダの電磁弁，タッチパネルから構成される。各部からの信号は PLC に入力さ
24 れ、設定したプログラムに沿って電気信号を出力し、電磁弁やサーボアンプの制御を
25 行う。操作盤には配線方法が簡単で、物理的なスイッチを最小限にできるタッチパネ
26 ルを用い、画面上にスイッチを設け、段階的に設定項目を表示し、操作方法を容易に
27 した（図 8）。

< 図 8

28

29 自動穴あけ装置による作業手順

30 開発した装置の外観を図 9 に示す。最初に装置の初期セッティングを行う。電源を
31 入力し PLC とタッチパネルを起動すると、PLC は自動でリセット入力し、PLC のリ
32 レー、タイマー、カウンタなどの初期設定が行われる。次に、操作盤からの操作で各
33 制御装置へ電源供給を行い、ドリルユニットの原点復帰を行う。

< 図 9

34 加工する鋼管の長さに応じ、原点押しシリンダの初期位置を設定する。タッチパネ
35 ルにて鋼管の径，長さ，穴数，穴位置，加工本数を入力して穴あけ加工のセッティ
36ングを行う。搬入・搬出部のストック場所に鋼管を搬入し，スタートスイッチを押すと，
37 鋼管が搬入鋼管ストック部から，継ぎ目検出ユニットまで移動し，継ぎ目を検知し，
38 加工部へ設置され，ドリルユニットが設定した位置まで移動して穴あけ加工が開始さ
39 れる。加工部で穴あけ作業を行うと同時に，次に加工する鋼管の継ぎ目検知を行い，
40 鋼管の搬入準備を行い，連続的に作業が行われる。加工された鋼管は，鋼管受取部に

1 移動する。加工後の鋼管に作業員による手作業で錆止め塗料の散布が行われる。設定
2 した加工本数が終了すると装置は自動的に作業を終了し、作業員にアラームにて知ら
3 せる。

4

5 作業能率の評価

6

7 実験方法

8 園芸施設 1 棟分の資材加工を想定して作業工程を構成し、開発した装置による穴あ
9 け作業（機械作業）とボール盤を用いての作業（手作業）による作業能率を比較した。

10 加工する資材として、間口 6.0m、棟高 2.8m の沖縄県で広く利用されている園芸施
11 設の材料から施設のメインフレームとなる、柱（ $\phi 48.6 \times 2.3 \times 2,500\text{mm}$ 3 穴）、アー
12 チ（ $\phi 48.6 \times 2.3 \times 5,000\text{mm}$ 5 穴）、母屋 I（ $\phi 42.7 \times 2.3 \times 4,900$ 4 穴）、母屋 II（ ϕ
13 $42.7 \times 2.3 \times 4,900\text{mm}$ 3 穴）の合計 4 種類を選択した。資材の穴あけ位置は図 10 に示
14 す。加工順番は柱→アーチ→母屋 I →母屋 II の順番で行う。加工する本数は各 10 本と
15 した。

< 図 10

16 実験は手作業と機械作業とに分かれて行い、各作業共に 4 種類の資材加工を連続で
17 行った。手作業は鋼管移動作業（搬入）→セッティング作業（ボール盤の配置）→穴
18 あけ作業→後処理作業（バリ取り・錆止め塗料散布）→鋼管移動作業（搬出）の順番
19 で行った。機器設置作業は、作業員 1 名で行った。穴あけ作業は、柱の資材加工は作
20 業員 1 名、柱以外のアーチ、母屋 I、母屋 II の加工は 3 名で行った。柱については、
21 一部、穴位置の間隔が 100mm と狭く、ボール盤を設置しての穴の芯合わせが困難で
22 あるため、3 つの加工穴のうち 2 つはプレス機を利用し加工した。機械作業は、鋼管
23 移動作業（搬入）→セッティング作業（原点押しシリンダの初期位置設定、タッチパ
24 ネルによる設定値入力）→穴あけ作業→後処理作業（錆止め塗料散布）→鋼管移動作
25 業（搬出）の順番で行った。機械作業についてはすべての作業を 1 名で行った。鋼管
26 移動作業は手作業と機械作業とも、作業場への搬入と搬出を行うものとし、鋼管 10 本
27 の束移動を作業員 1 名で行った。

28 すべての資材加工が終了するまでの所要時間および作業項目ごとの所要時間を計
29 測し、比較検討を行った。計測はストップウォッチを用いて行い、加工作業全体をビ
30 デオカメラにて記録し、計測したデータと比較することで計測結果の確認を行った。

31

32 結果と考察

33 柱の作業時間の結果を表 2 に示す。手作業の所要時間が 44 分、機械作業では 23 分
34 となり、後者が 50%短縮となった。作業時間が短縮された要因として手作業では、ボ
35 ール盤とプレス機による穴あけ作業が含まれ、セッティング作業に時間がかかったこ
36 事による。手作業の鋼管移動時間には搬入・搬出以外に、ボール盤からプレス機に鋼
37 管を移動した時間が、セッティング時間にはプレス機の金型取替え作業時間がそれぞ
38 れ含まれる。穴あけ作業と後処理作業時間についても、ボール盤とプレス機の両作業
39 が個々に行われるため、機械作業よりも作業時間がかかったと考えられる。鋼管移動
40 については、両作業ともホイストクレーンを使用して行い、鋼管を安定して目的地へ

< 表 2

1 誘導する同様の作業内容であり、両者の結果にあまり差は生じない。

2 後処理作業は、機械作業が作業時間は短い。手作業では穴あけ加工後にその場でバリ取り作業と錆止め塗料の散布を行う。よって所要時間は各鋼管の後処理作業時間の
3 合計として表される。一方、機械作業では穴あけ作業と平行して作業員が錆止め塗料
4 の散布を行うため、全ての鋼管の穴あけ加工が終了した時点で未だ後処理されていな
5 い本数分の作業が所要時間として表される。さらに、機械作業ではバリ取り作業が発
6 生しないことも作業時間短縮の要因となる。

7 作業中断時間については、手作業と機械作業共に、加工作業段取り確認のために発
8 生したものであった。

9
10 アーチの作業時間の結果を表 3 に示す。手作業の所要時間が 49 分、機械作業では
11 37 分となり、後者が 24%短縮した。短縮した要因については、セッティング作業が大
12 大きく関係している。手作業ではボール盤を 5 台配置するために時間を要し、さらに鋼
13 管の中心を通るようにすべてのボール盤に対し調整を行う必要があり作業時間を費や
14 した。穴あけ作業を比較すると手作業の方が作業時間は短くなっている。これは手作
15 業では作業員 3 名で行っているため、鋼管 1 本に対して同時に 3 穴が加工できる。し
16 かし、機械作業では同時に 2 穴までの加工となる。このことから 5 穴の加工では、手
17 作業は工程が 2 回に対し、機械作業では 3 回となり穴あけ作業時間が大きくなった。
18 作業中断時間については、今回の機械作業時には、実験最中にドリルキリが折れてし
19 まったことから、キリの交換時間と動作確認のために作業中断した。そのため大きな
20 値となった。

< 表 3

21 母屋 I の作業時間の結果を表 4 に示す。手作業の所要時間が 26 分、機械作業では
22 25 分となり、後者が 3.8%短縮した。短縮効果が小さかった要因として、セッティ
23 ング作業について、アーチの加工時に使用したボール盤配置を利用して、ドリルが鋼管
24 の中心を通るように微調整する作業を最小限に押さえることができたことによる。また、
25 穴あけ作業については、手作業時の方が作業時間は短くなっている。母屋 I の穴あけ
26 を行う工程については機械作業では 2 工程であるが、図 10 に示すように母屋 I の穴
27 位置 1 箇所は間隔が狭く、手作業の場合、1 名が 2 つの穴を同時に開けることが可能
28 であったため工程が 1 回で済んだことにより手作業の方が早くなった。機械作業の作
29 業中断時間はドリルキリの異常によりアラームが作動し、装置が非常停止を行ったた
30 めである。

< 表 4

31 母屋 II の作業時間の結果を表 5 に示す。手作業の所要時間が 13 分、機械作業では
32 18 分となり、前者が 28%作業時間は短かった。この要因として、手作業では母屋 I の
33 加工時のボール盤配置がそのまま利用可能であったため、セッティング作業が省かれ
34 たのに対し、機械作業ではプログラムの再設定が必要であるため、セッティング時間
35 に差があらわれた。また、穴あけ作業について、手作業では工程が 1 回であるのに対
36 し、機械作業では 2 回であったことが挙げられる。

< 表 5

37 手作業と機械作業において 4 種類の資材加工を行った所要時間および作業能率を表
38 6 に示す。作業能率は、作業員 1 名が 1 時間で加工できる鋼管本数で表した。

39 今回の作業の総時間は、機械作業の方が手作業に比べて合計所要時間は 30 分短縮
40 することができた。機械作業は穴あけ数にかかわらず、ボール盤のセッティングが不

< 表 6

1 要なため作業員および作業時間の削減ができ、全作業を通して大幅に作業能率を改善
2 することができた。また、ボール盤のセッティングの際の熟練作業や継ぎ目溶接箇所
3 を目視で避ける作業が不要になり容易に安定した加工精度が得られる。

4 機械作業の能率は、加工穴数が2穴より多い場合には穴の加工工程が増え、穴あけ
5 作業時間が増加し作業能率が小さくなるが、ほぼ安定した作業能率が確保できる。今
6 回の実験結果では、アーチ加工の際、ドリルキリ交換のための作業中断があり、作業
7 能率が低下しているが、ドリルキリの折損がなければ能率は20本/人時間と推定され
8 る。穴あけ作業以外が作業員の直接行う作業で、1名で行われ、熟練作業者を必要と
9 せず同じ所作で行われ作業時間の変動は生じにくい。機械作業では2組のドリルユニ
10 ャットで全ての穴加工を行うため1つのドリルキリの加工回数が多くなり、ドリルキリ
11 の劣化が早くなる。ドリルキリの破損を予測し適正なメンテナンスを行うなどにより、
12 装置の異常動作や不測の事態を避けることが、作業能率を確実に安定化させることに
13 なり、工程管理を厳密に行うことができる。

14 今回の調査では園芸施設1棟分の加工の際、手作業では工数が2.9人時間であった
15 ものが、本装置の利用により1.7人時間と4割の人件費削減が可能と判明した。一方、
16 本装置の開発・導入費用が新たに生じるが、加工する鋼管の総数量から、加工コスト
17 を引き上げる要因にはならないと推定された。

19 摘要

21 園芸施設に利用される丸型鋼管の穴あけ作業について現状作業を改善するため、丸
22 型鋼管専用の穴あけ装置を開発した。自動穴あけ装置の機械作業と従来のボール盤に
23 よる手作業と作業時間を比較した結果、以下の改善が得られた。

24 (1)これまで複数の作業員で行っていた穴あけ作業が、作業員1名で行えるようにな
25 り、作業能率が大幅に向上した。

26 (2) ボール盤のセッティングの際の熟練作業や継ぎ目溶接箇所を目視で避ける作業が
27 不要になり容易に安定した加工精度が得られる。

28 (3)従来の作業では複数の作業員の配置、作業員の熟練度による作業精度の差異など
29 があり、適正な工程管理が困難であった。本装置では適正なメンテナンス等により不
30 測の事態を避けることで、作業能率を正確に予測でき厳密な工程管理が可能となり、
31 生産現場の作業体制の改善を図ることができる。

33 引用文献

34 日本施設園芸協会(2001)園芸用鉄骨補強パイプハウス安全構造指針 四版,日本施
35 設園芸協会,東京,8-10.

36 玉城麿(2004)耐風性に優れた低コスト簡易施工型ハウスの開発-夏秋期の園芸作物安
37 定生産に-,機械化農業,3041:15-19.

1 英文表題

2 Development of an automatic boring system for round steel pipes used in
3 horticulture facilities

4
5
6 英文著者名

7 Shoichi Kinjyo¹⁾, Koichi Serizawa²⁾, Yoshinaga Nakasone²⁾, Morikuni Miyahira³⁾, Takeshi
8 Shikanai^{*4)}, Maro Tamaki³⁾ and Takahiko Shinjyo¹⁾

9
10
11 英文所属及び住所

12 1) Takusen Inc., 312 Ishado Nakagusuku, Okinawa 901-2403, Japan

13 2) Okinawa Polytechnic College, 2994-2 Ikehara Okinawa, Okinawa 904-2141, Japan

14 3) Okinawa Prefectural Agricultural Research Center, 820 Makabe, Itoman, Okinawa 901-
15 0336, Japan

16 4) Faculty of Agriculture, University of the Ryukyus, 1 Senbaru Nishihara,
17 Okinawa 903-0213, Japan

18
19
20 英文 Abstract

21 To improve the operation efficiency of boring operation of round steel pipes
22 used for the main frame of a horticulture facility, we developed the automatic
23 boring system that can be operated by one worker. The system enables us to 1)
24 detect the seam joint of a steel pipe using an eddy current sensor, 2) set any location
25 of drilling on the steel pipe easily from a touch panel and 3) omit removal of burrs
26 or rough edges produced by the drill on the steel pipe boring side. Experiments
27 were carried out on a set of pipes required for horticulture facilities to compare the
28 boring time of two processing methods in order to verify the feasibility of using the
29 developed system instead of conventional manpower operation. The two systems
30 were evaluated for work efficiency. The result reveal that the work efficiency of the
31 developed system is better because of the reduction of workers and operating time,
32 irrespective of the number of boring operations. The skillful operation of arranging
33 the drilling machines and the visual judgment for avoiding the seam joint of a
34 welding point are not needed in the developed system. Although the conventional
35 manpower operation required two or more workers, it was shown that the
36 developed system needs only one worker. Since two sets of drills were installed in
37 a straight line to drill into the pipe from above and below, it was confirmed that
38 there is no need to remove burrs or rough edges.

1

2 英文キーワード

3 horticulture facility, round steel pipe, boring operation, automation

4

5

6 *Corresponding Author

7 E-mail:tshikana@agr.u-ryukyu.ac.jp

8

9