

植物育成容器の製作及び改良

宮崎大学 工学部教育研究支援技術センター
○安井 賢太郎, 真木 大介, 矢野 康之

1. はじめに

工学部教育研究支援技術センター（以下、技術センター）生産技術系職員の業務の一つに、工学部ものづくり教育実践センター（以下、ものづくりセンター）における支援業務がある。その内容は、機械加工実習を行う教育支援、教育研究の中で使用する部品・実験装置等の製作を行うものづくり支援、工作機械・工具・材料及び予算の管理を行う管理支援である。

本稿では、ものづくり支援業務の中で植物育成容器の製作及び改良を行った内容について報告する。

キーワード：植物育成容器, 屋上緑化, ポリ塩化ビニル, 漏水対策, 改良

2. 植物育成容器の製作

ものづくりセンターでは主に工学部の教職員・学生から依頼を受け、部品・実験装置等の製作を行っているが、他学部からの依頼にも対応している。本報告の植物育成容器は、農学部の教員から依頼を受けたものである。

2.1 植物育成容器の概要

容器の概略図並びに諸元を図1、表1に示す。これらは依頼者と実験内容及び予算について打合せの上で決定したものである。容器は上部容器と下部容器の嵌め合せ構造となっており、上部容器は外寸300mm×300mm×100mmのポリ塩化ビニル（以下、塩ビ）製で、下部容器は外寸300mm×300mm×300mmの亚克力樹脂（以下、亚克力）製容器である。製作数は5台である。

容器の用途は、構造物の屋上緑化に関する研究のための構造物模型であり、上部容器は屋上を、下部容器は屋内空間をイメージしている（図2）。上部容器には、屋上緑化のため内部に土を入れ、植物を植え、定期的に散水を行うため、これらの重さに耐えられる事と下部容器に漏水しない事が求められる。また、下部容器では、断熱材（押出法ポリスチレンフォーム保温板）を容器の内側に貼り付け、熱伝導を抑制する必要がある。その他、下部容器内の温度を小型温度記録計で計測し、数日おきにデータを回収する

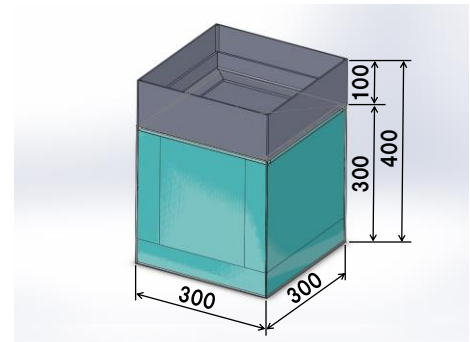


図1 植物育成容器概略図

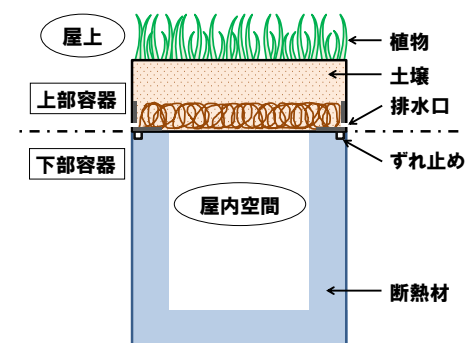


図2 容器断面イメージ図

表1 容器諸元

容器	材料	寸法 (mm)	模型イメージ	実験条件等
上部	ポリ塩化ビニル (PVC)	3t×300×300×100	屋上	・容器内部に土を入れ、植物を植える ・散水を行う（排水口が必要） ・下部容器に漏水しないこと
下部	亚克力樹脂	3t×300×300×300	屋内空間	・断熱材で容器側面の熱伝導を抑制 ・小型温度記録計で容器内の温度を計測

必要があることから、上部容器と下部容器の嵌合部は簡単に外せる構造が求められる。また、容器を屋外に設置して実験を行う際に雨水が嵌合部から下部容器に入らないように、その嵌合部にはシリコン系シーリング材（以下、シーリング材）を塗布することとした。

2.2 上部容器の製作

上部容器の材料選定、材料寸法、加工方法を以下にまとめる。

材 料：容器の材料は、価格と物性（軽量である。加工し易い。組立てが容易。容器の腐食による植物への悪影響がない。）のバランスがとれた塩ビ板を用いることとした。その一方で、容器を屋外に設置して実験を行うため、実験環境（熱、紫外線）による塩ビの劣化が懸念されたが、実験期間が数か月程度であることから影響はないと判断した。

材料寸法：設計当初、容器の板厚は容器強度と接着剤塗布面積を確保するために 10mm を検討していたが、予算が限られており板厚 3mm に変更した。底板寸法は 294mm × 294mm、側板寸法は 100mm × 300mm、100mm × 294mm である。板厚が薄いため、塩ビアングル（厚さ 5mm × 40mm × 40mm）を使用し、容器の側板と底板の接合面における補強を行い、さらに塩ビ三角補強棒（5mm × 5mm）も併せて使用し、容器四隅の側板同士の接合面における補強を行った（図 3）。

加工方法：塩ビ板、塩ビアングル及び塩ビ三角補強棒を丸のこ盤で切断し、塩ビ用接着剤を使用して貼り合せながら組立てを行った。容器の裏面には、下部容器に乗せる際のずれ止めとして、塩ビ角棒（10mm × 10mm）を貼り付けた（図 2）。排水口は穴径 5mm のドリルを使用し、側板の下部に 1 枚あたり 5 箇所 50mm 間隔で開けた。また、塩ビ材料同士の貼り合せ箇所すべてにシーリング材を塗布し、目地の仕上げを行った。

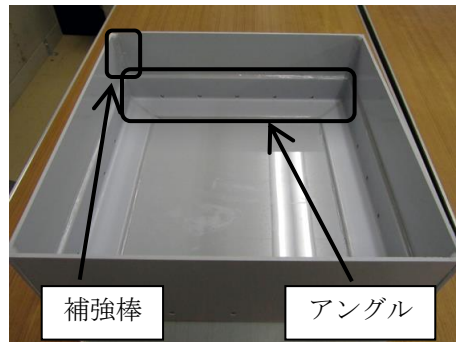


図 3 上部容器



図 4 下部容器

2.3 下部容器の製作

下部容器には市販の亚克力ケースを使用した。このケースの選定理由は、サイズが豊富（主な用途は、コレクションケース）であり実験を行う上で必要なサイズがあった事、規格品のため安価であった事である。また、他の材料と比較して軽量であり運搬が容易である事、腐食がない事も理由である。加工は、板厚 50mm の断熱材を丸のこ盤で切断して亚克力ケース内側の側面と底面に詰めた（図 4）。



図 5 容器の嵌合状況

2.4 容器の嵌合

製作した上部容器が下部容器に嵌合できるかを確認した（図 5）。嵌合時に上部容器に貼り合せたずれ止めと下部容器の内側が接触していたため、ずれ止めの角を少し削り、嵌合しやすくなるよう調整した。5 台すべての容器で嵌合状態を確認し、納品を行った。尚、嵌合部のシーリング作業は、小型温度記録計の取付けが必要

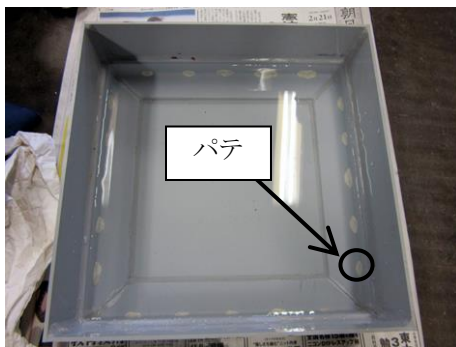


図 6 漏水テスト①

であるため、実験前に学生が行うこととなっている。

3. 容器の修理

納品から6か月後、容器5台の内4台で上部容器から下部容器へ漏水しているとの連絡があった。容器の漏水状況を確認し、下部容器に異常は見られなかったことから、上部容器のみを回収して漏水テストを行った。

3.1 容器の漏水

容器の構造上、漏水は上部容器からの漏水と嵌合部の外側からの漏水が考えられた。初めに、上部容器からの漏水があった場合、塩ビ材料を貼り合せた箇所から漏水すると考えられたため、漏水箇所特定のため容器内側の排水口すべてにパテを詰め、水を張った(図6)。この結果、漏水しなかった。次に、容器外側の排水口すべてにテープを貼った後に水を張った。この結果、図7に示すように漏水したことから、漏水の原因として次の2点が考えられる。【図7: 容器の下に敷いた新聞紙の記事は本報告と無関係であるため一部加工している。】

原因①: 上部容器の排水口は塩ビアングルと側板の貼り合せた部分をドリルで貫通して設けている。この中に貼り合せが不十分な箇所があり、その隙間を伝って下部容器へ漏水した(図8のルート①)。

原因②: 上部容器と下部容器の嵌合部のシーリングが不十分であり、排水または雨水が上部容器側面を伝って下部容器へ漏水した(図8のルート②、③)。ただし、原因①によるところが大きいと考えられる。

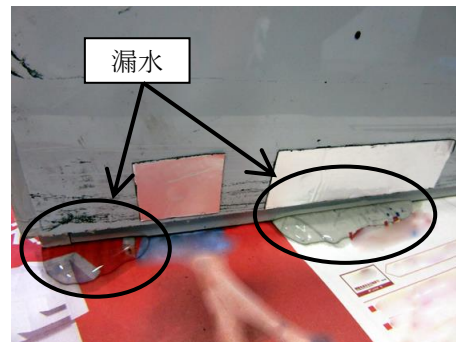


図7 漏水テスト②

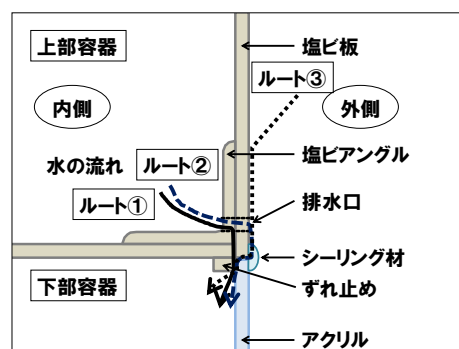


図8 容器断面(漏水時)

3.2 漏水対策

漏水対策として、排水口の内側に塩ビパイプを差し込むことを考えた(図9)。塩ビパイプが排水口内をライニングできるため、ここに隙間があった場合でも漏水を防ぐことができる。また、塩ビパイプを上部容器から外側に15mm突出させることにより、排水口から排出された水が、上部容器側面を伝うのを防ぐことができ、上部容器と下部容器の嵌合部のシーリングが不十分であった場合でも下部容器へ漏水する可能性を低くすることができる。

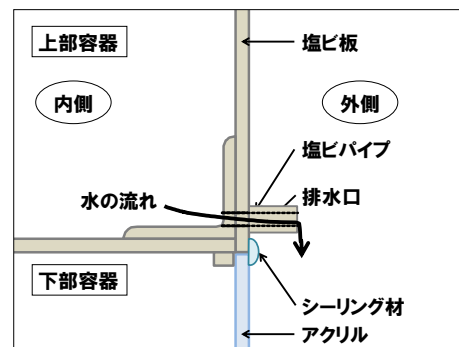


図9 容器断面(対策後)

3.3 容器の修理

容器の修理のため、塩ビパイプの加工及び容器の追加加工を行った。

パイプ加工: 塩ビパイプの形状寸法を図10に示す。これは外径10mmの塩ビ丸棒を使用して旋盤加工を行ったものである。塩ビパイプは段付き構造になっており、外径10mm、長さ15mmの部分が容器の外側に突出する部分であり、外径7mm、長さ7mmの部分が容器内の塩ビアングルと側板の貼り合せ部に接着する部分である。パイプの中央部には内径5mmの穴を開けており、これを既存の排水口と同じ位置に差し込めば、容器の修理

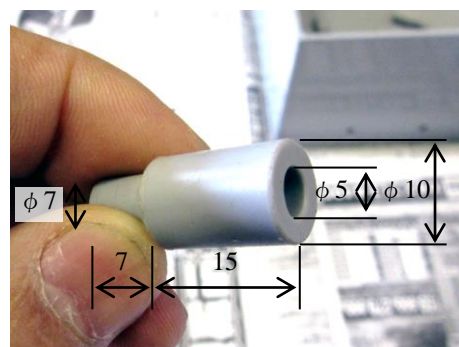


図10 塩ビパイプ

後も漏水発生前と同じ実験条件となる。

容器加工：容器の追加加工は、上部容器側面にある外径 5mm の排水口を外径 7.2mm のドリルで削孔して広げた (図 11)。削孔した穴に接着剤を塗布した塩ビパイプを差し込み固定した。容器外側及び内側における塩ビパイプ差し込み箇所にはシーリング材を塗布し、目地の仕上げを行った。また塩ビパイプの先端には、シーリング材をつらら状に付け、排水口から排出された水を真下に落とす樋のような機能を持たせた (図 12)。

漏水テスト：容器に取り付けた塩ビパイプの排水口をテープで塞ぎ、漏水テストを行い、5 台の容器全てにおいて漏水しない事を確認し納品を行った。

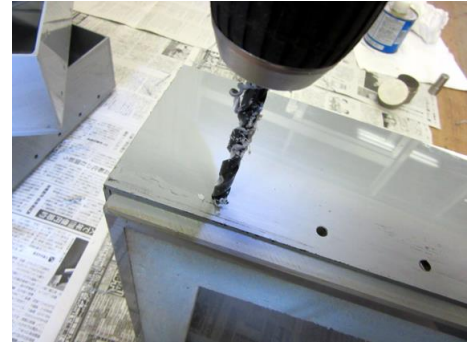


図 11 排水口削孔状況

4. 容器の追加製作

修理して納品した容器に加え、5 台の容器製作依頼があった。先に修理を行った 5 台と材料・外寸は全く同じものである。これまでの問題点を踏まえ上部容器の構造を見直し、改良を行った。

容器改良：改良後の容器断面を図 13 に示す。上部容器の組立ての際、底板の上に側板を載せて貼り合わせる構造になっている。このため底板寸法は 300mm×300mm、側板寸法は 97mm×300mm、97mm×294mm である。改良前の構造 (図 9) の底板の側面に側板を貼り合わせる構造とは異なり、塩ビアングルと側板、または底板の貼り合せの部分から漏水した場合でも、上部容器の外側に水は伝うため下部容器への漏水することを防ぐことができる。

容器加工：上部容器の底板・側板に使用する塩ビ板は、貼り合せの精度を上げるためフライス盤で加工を行った。塩ビパイプは旋盤で加工を行った。それぞれの材料の組立て時には接着剤を丁寧に塗布し、空気が入らないように貼り合せを行った。また、塩ビ材料同士の貼り合せ箇所すべてに、注射筒で接着剤を流し、乾燥後その上からシーリング材を塗布し、目地の仕上げを行った。下部容器は、先に製作した 5 台と同様、アクリルケースの中に断熱材を詰めた。

漏水テスト：漏水テストを行い 5 台の容器全てにおいて漏水しない事を確認し納品を行った (図 14)。



図 12 塩ビパイプ取付状況

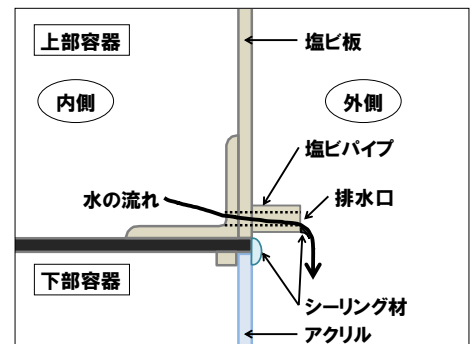


図 13 容器断面 (改良後)

5. おわりに

本報告の植物育成容器の製作では、納品後に上部容器から漏水したため、実験に支障がないよう早急に修理を行った。この経験から容器の追加製作の際には改良を施し、設計当初よりも良い製品を提供することができた。今回、塩ビ材料の組立てには接着剤を使用したが、技術センターでは昨年度末に塩ビ溶接機 (富士インパルス NS-300) を導入し、溶接による組立ても可能となった。

今後はこの塩ビ溶接機も活用しながら製作技術の向上を図り、教職員・学生の要望に合わせた製品を提供したいと考えている。



図 14 容器全体 (改良後)