調査研究報告　　No.438
RESEARCH REPORT 2023. 3

段ボールベッドの災害用備蓄コンテナの仕様に関する調査

Investigation on Container Storage of Cardboard Beds

立松 宏一[1)]、戸松 誠[2)]、高橋 光一[3)]
Koichi Tatematsu[1)], Makoto Tomatsu[2)] , Koichi Takahashi[3)]

地方独立行政法人北海道立総合研究機構
建築研究本部
北方建築総合研究所
Northern Building Research Institute
Building Research Department
Local Independent Administrative Agency Hokkaido Research Organization

[1)] 建築研究部環境システムグループ 研究主幹　[2)] 地域研究部防災システムグループ 研究主幹　[3)] 建築性能試験センター安全性能部評価試験課 研究職員
[1)] Environment System Group Building Research Division [2)] Disaster Prevention and Environment Group Regional Research Division [3)] Performance Testing and Evaluation Section Building Safety Performance Division Building Performance Testing Center

本書の全部および一部の無断での転載はご遠慮ください。

No unauthorized reproduction

概　要
Abstract

段ボールベッドの災害用備蓄コンテナの仕様に関する調査
Investigation on Container Storage of Cardboard Beds

立松 宏一[1)]、戸松 誠[2)]、高橋 光一[3)]
Koichi Tatematsu[1)], Makoto Tomatsu[2)], Koichi Takahashi[3)]

キーワード *：避難所、気密性能、含水率、温湿度、空中浮遊菌*
Keywords : *Evacuation shelter, Airtight performance, Moisture content, Temperature and humidity, Airborne bacteria*

1．研究概要
1）研究の背景
・「段ボールベッド」は、平成 23 年の東日本大震災直後に段ボール製造事業者により考案、実用化され、避難所におけるエコノミークラス症候群の予防や、寒さ暑さの緩和に有効とされている。
・段ボールベッドの備蓄には、広い保管スペースが必要であることから、コンテナを用いて屋外保管し、災害時にはコンテナごと避難所へ輸送する方法が、北海道等により検討されている。
・段ボールベッドの保管については、コンクリートに接して保管された段ボールが結露で変形して使用できなかったとの報告もあり、保管環境に求められる条件などの知見が乏しい状況にある。
・このため、段ボールベッドの災害用備蓄を進めるためには、保管や輸送時に問題が発生しないコンテナの仕様や収納方法を検討する必要がある。
2）研究の目的
・貨物コンテナを用いた災害用備蓄品である段ボールベッドの保管を対象に、コンテナの仕様や収納方法の違いによる段ボールへの影響を調査し、保管、輸送に適した仕様や収納方法を明らかにする。

2．研究内容
1）コンテナ内の環境及び段ボールへの影響の調査（R2～R4 年度）
・ねらい：コンテナの仕様（内装仕様、換気口仕様)、段ボールベッドの梱包方法等を因子として、約 1 年間の保管の行い、保管中のコンテナ内の温湿度環境や段ボールへの影響（含水、カビ等）を調査する。
・試験項目等：コンテナの気密・換気性能測定、温湿度測定、含水率測定、カビ調査
2）段ボールベッド保管に適したコンテナの仕様や収納方法のとりまとめ（R3～R4 年度）
・ねらい：1）の調査結果のほか、温湿度シミュレーションによる考察（必要に応じ保管実証中に改善を行う)、協力機関が行う強度試験、輸送・積み込みに関する実証の結果を踏まえ、保管、輸送に適した仕様や収納方法、保管上の留意点をとりまとめる。
・試験項目等：強度試験、輸送・積み込みの実証

3．研究成果
1）コンテナ内の環境及び段ボールへの影響の調査（R2～R4 年度）
・内装の異なる 3 仕様のコンテナに、段ボールベッド各 100 台を収納し各種調査を行った（写真 1、表 1)。
・コンテナの気密性能は、上部に 4 か所ある換気口を全開としたとき有効開口面積 α A=34cm^2（扉部分を

[1)] 建築研究部環境システムグループ 研究主幹　[2)] 地域研究部防災システムグループ 研究主幹　[3)] 建築性能試験センター安全性能部評価試験課 研究職員
[1)] Environment System Group Building Research Division [2)] Disaster Prevention and Environment Group Regional Research Division [3)] Performance Testing and Evaluation Section Building Safety Performance Division Building Performance Testing Center

除く）であった。換気回数は換気口全開時で約 0.2 回/h、換気口半閉時で 0.1 回/h 以下であった（以上、資材搬入前に測定を実施）。保管中の扉開閉に伴う雨水浸入などのリスクを考慮し、適度な通気を確保するため、換気口は全開として資材の保管を行うこととした。

・各コンテナ 3 か所（中央部、入口側下端、奥下端）で試験期間中継続して温湿度測定を行った。温度は外気に追従する一方、相対湿度は段ボールの吸放湿により一日を通じて安定して推移し、内装に通気資材を用いることでより変動は抑えられた（図 1）。各コンテナ、いずれの測定位置においても相対湿度は最高 80%程度で、試験期間中に結露は生じなかった。

・含水率（湿量基準）は冬季に上昇したが 10%未満で推移し、水分による段ボールの強度低下は問題にならない範囲と考えられた（図 2）。通気資材張りのコンテナで水分がやや低く推移する傾向が認められた。

・空中浮遊菌検査による真菌数は周辺外気と同程度であった。

・約 18 か月の備蓄後、各コンテナの段ボールベットを取り出し異常のないことを確認した。

2）段ボールベッド保管に適したコンテナの仕様や収納方法のとりまとめ（R3～R4 年度）

・積載形トラッククレーンによるコンテナの設置を行い、必要な作業スペースを確認した（写真 1(a)）。

・段ボールベッド資材のコンテナへの搬入時間を調査した。搬入時はコンテナ 1 基（ベッド 100 台）当たり 5 名で、約 1 時間で作業を完了した（コンテナ近傍での出し入れ）。コンテナ内でのローラーコンベアの使用は省力化に寄与しないと考えられた。

・備蓄前後の外装箱の垂直圧縮強さを測定し、備蓄前後で有意な強度低下がないことを確認した（備蓄前は 8.24kN/m、備蓄後は含水率測定同様 6 か所から試験体を採取し、最小 8.22kN/m、最大 8.68kN/m）。

・以上から、本研究で実証を行った仕様では、いずれも段ボールベッド資材の保管上の問題は生じないと考えられる。

＜具体的データ＞



(a)コンテナ設置状況

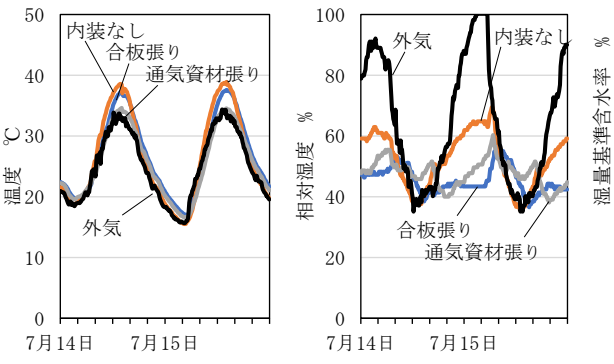


(b)保管状況（通気資材張り）

写真1　試験状況

表1　試験仕様

コンテナ仕様	20 フィートコンテナ （約6m×約2.5m、高さ約2.6m） 白色塗装　3基
内装	①内装なし ②合板張り ③通気資材（バイアスエコパネル）張り
保管資材	段ボールベッド（ベッド資材は袋入り）300台 （コンテナ1基に100台収納）



(a)温度　　(b)相対湿度

（測定箇所：コンテナ奥（南側）の下端）

図1　夏の2日間の温湿度推移

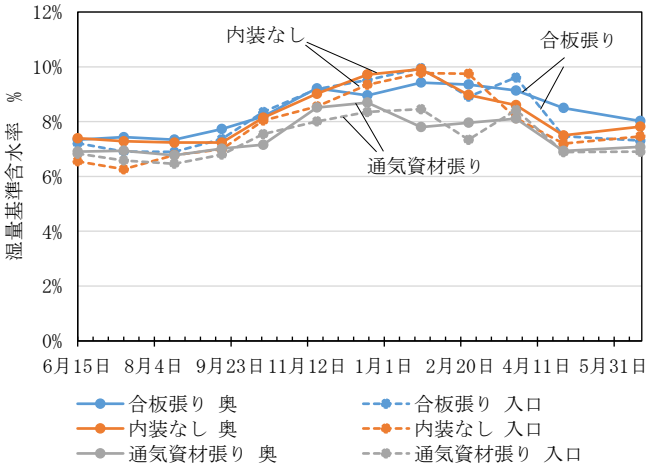


図2　段ボール含水率の推移

4．今後の見通し

本研究の成果は調査研究報告として公開し、段ボールベッドの備蓄を行う際に参考にしていただく。

目　次

１．はじめに 1
（１）背景 1
（２）本研究の目的 1

２．実証試験の概要 1
（１）コンテナ及び段ボールベッドの仕様 1
（２）試験経過 3

３．各種測定結果 4
（１）気密性能 4
（２）換気量 4
（３）温湿度 5
（４）含水率 7
（５）強度 8
（６）空中浮遊菌 8
（７）備蓄後取り出し確認 9

４．コンテナの輸送、段ボールベッドの積み込みに関する検証 10
（１）コンテナの設置 10
（２）段ボールベッドの積み込み 10

５．まとめ 12
（１）本試験でわかったこと 12
（２）留意点 12

１．はじめに

（１）背景

災害時の避難所において組み立て式の簡易ベッドとして使用する「段ボールベッド」は、平成 23 年の東日本大震災直後に段ボール製造事業者により考案、実用化され、エコノミークラス症候群の予防や、寒さ暑さの緩和に有効とされている[1)、2)]。

平成 28 年 4 月公表の「避難所運営ガイドライン」（内閣府防災担当）には、エコノミークラス症候群を引き起こす血栓の発生防止のため、段ボールベッドなどの簡易ベッドを推奨する記載が盛り込まれた。また、令和 2 年 5 月修正の「防災基本計画」（中央防災会議）では、備蓄や調達体制の整備を図るべき物資として生活必需品、通信機器などに加え「生産に時間がかかる物資（段ボールベッド等）」が追加された。

近年災害物資の輸送には、仕分けや積み替えに関わる作業を軽減するため、標準化された支援物資のセット品と貨物コンテナの活用が着目されている[3)]。特に、段ボールベッドの備蓄には、広い保管スペースが必要であることから、コンテナを用いて屋外保管し、災害時にはコンテナごと避難所へ輸送する方法が、北海道などにより検討されている。

これまでの災害事例の多くでは、段ボールベッドはその都度新たに生産されたものが提供されており、保管環境に求められる条件や留意点などの知見が乏しい状況にある。また、一部備蓄品が使用された事例では、コンクリートに接して保管された段ボールが結露で変形して使用できなかったとの報告もある。

このため、段ボールベッドの災害用備蓄を進めるためには、保管や輸送時に問題が発生しないコンテナの仕様や収納方法を検討する必要がある。

これらの背景を踏まえ、北海道総務部危機対策局危機対策課、ウォレットジャパン（株）、合同容器（株）、（公社）北海道トラック協会、日本赤十字北海道看護大学災害対策教育センター及び（地独）北海道立総合研究機構北方建築総合研究所は、研究協力契約を結び、段ボールベッドのコンテナ備蓄に関する実証を行うこととした。

（２）本研究の目的

段ボールベッドの貨物コンテナを用いた保管を対象に、実物を用いた実証を行い、保管に適した仕様や留意点を明らかにする。

２．実証試験の概要

（１）コンテナ及び段ボールベッドの仕様

実証試験に用いるコンテナ及び段ボールベッドは、実際の災害時に使用することを前提として新たに購入されたものである。

１）コンテナ

20 フィートコンテナ 3 基を用い、北方建築総合研究所の駐車場に設置した。写真 2-1 にコンテナの設置状況を、図 2-1 に配置図を示す。

コンテナの外寸は(長さ)6,058×(幅)2,438×(高さ)2,591mm、内寸は(長さ)5,905×(幅)2,340×(高さ)2,340mm である。外装の塗装は日射による温度変化を抑制することを意図し、アイボリー色とした。



左から　合板張り／内装なし／通気資材張り（未施工）

(a)全景



(b) 通気資材張り



(c)通気資材張り（入口側のケンドン式パネルを取り外した状況）

写真 2-1　コンテナ設置状況

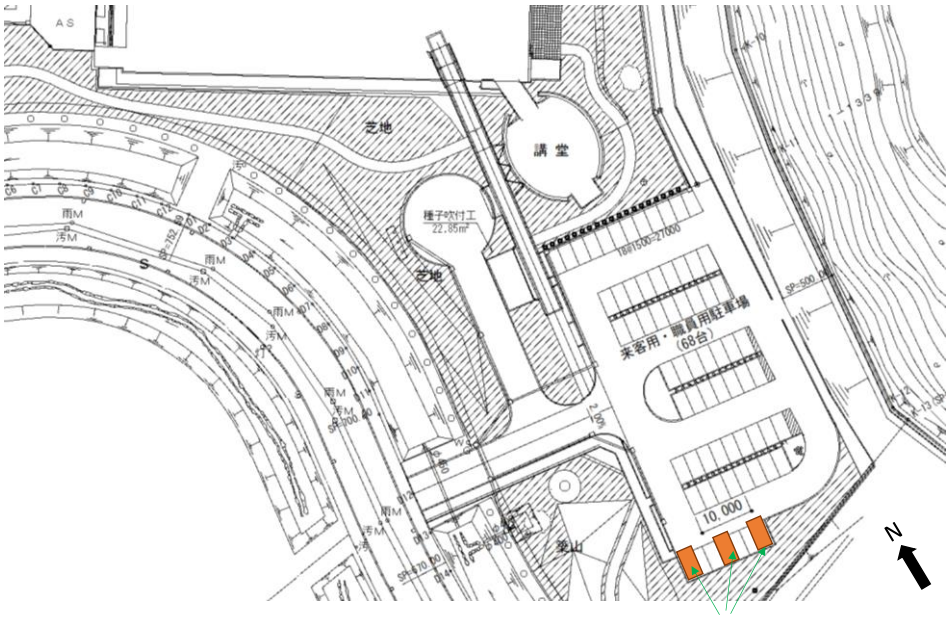


図 1　コンテナの配置

コンテナの内装は 3 基で次のとおりそれぞれ異なる仕様とした。

①合板張り

壁の室内側四周及び天井に 5mm の合板張り。合板はコンテナメーカーが取り付けた。

②内装なし

③通気資材張り

内装なしのコンテナの室内側四周及び天井に、合同容器製「バイアスエコパネル」を取り付けた。バイアスエコパネルはバイアス構造のペーパーコア(中芯)を両面から板紙でサンドし、パネルにした素材で、厚さ 15mm である。

2）段ボールベッド

試験には J パックスと合同容器の共同製作による「暖段はこベッド」を使用した。段ボールベッドの梱包箱の外観と部材の梱包状況を写真 2 に示す。ベッド資材はプラスチックフィルムの袋で包み、外装箱に収納されている。

また、段ボールベッドと別梱包で段ボール間仕切り（製品名「暖段まじきり」）があるが、試験時は測定用の通路確保の都合上、間仕切りは収納していない。外装箱の外寸及び重さは次のとおりである。



(a)段ボールベッド外観（トラック積載時）



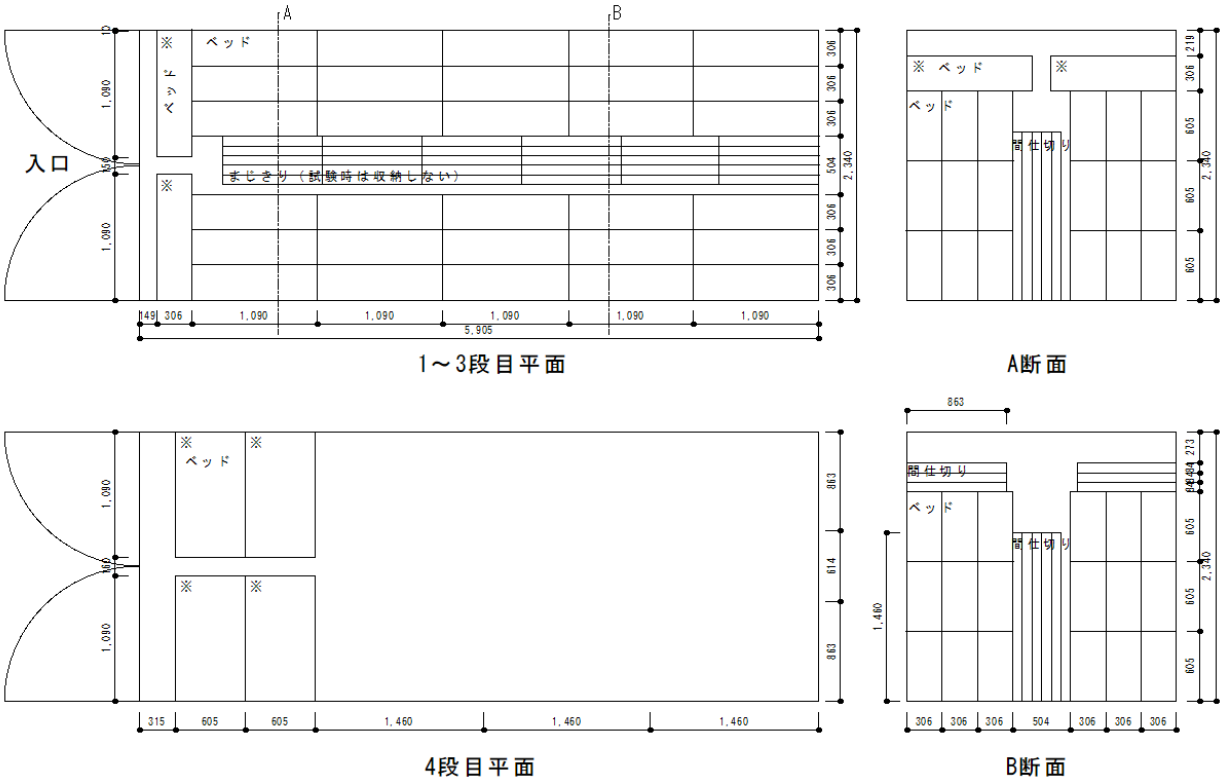
(b)部材梱包状況

写真 2　段ボールベット

段ボールベッド　　1,090×306×605mm、21.4kg
段ボール間仕切り　1,460×863×84mm、13.4kg

3）コンテナ内の段ボールベッドの配置

コンテナ 1 基に、段ボールベッド 100 台、段ボール間仕切り 50 台を収納することを想定し、図 2 のと



・コンテナ内寸は内装がない場合の寸法を記している。
・試験時は間仕切りを収納しない。また、※を付したベッド（10 台）は空箱とする。
・本備蓄時はコンテナ扉が反対（図の右）側に来る配置を想定する。

図 2　コンテナ内の配置

おりコンテナ内への収納を計画した。

段ボールベッドは 32 本×3 段で 96 台、その上に 4 台寝かせて配置し計 100 台となる。間仕切りは中央に 30 本、ベッド上部に寝かせて 20 台で計 50 台となる。

なお、図 2 は内装なしのコンテナ内寸を外形として描画しており、合板張り、通気資材張りの場合は内装の厚さ分クリアランスが小さくなる。

試験の際は、測定に伴う作業空間確保のため間仕切りは収納せず、中央部分を通路とした。また、出入りの都合上、図 2 で※を付したベッドは外装箱のみの空箱とした。なお、本備蓄時は図 1 の反対側（右側）にコンテナの扉が来る配置を想定している。

（2）試験経過

試験の経過を表 1 に示す。コンテナは令和 3 年 3 月 30 日に搬入、設置し、段ボールベッド搬入前にコンテナの気密性能、換気量測定を実施した。同年 5 月 14 日に段ボールベッドを搬入し、以降 542 日間（約 18 か月）保管を行った。

表 1　試験の経過

日程	実施事項
R3.3.30	コンテナ設置
R3.4～R3.5	コンテナ性能測定 （気密性能、換気量）
R3.5.14	段ボールベッド搬入 （搬入作業時間の検証、初期強度測定用サンプル採取）
R3.5.14 ～R4.11.7	段ボールベッド保管 ・温湿度測定 ・含水率調査（R4.5 まで月 1 回） ・空中浮遊菌調査（保管中 2 回）
R4.11.7	段ボールベッド取り出し （搬出作業時間の計測、段ボールベッド状態目視確認、終了時強度測定用サンプル採取）

3．各種測定結果

（1）気密性能

コンテナの相当隙間面積を内装なしのコンテナで実施した。測定の様子を写真 3 に示す。測定にはコーナー札幌製住宅気密測定器 KNS シリーズを用いた。通常の建物では窓の 1 か所に測定器を取り付けるが、コンテナの場合取り付け可能な開口部が扉部分 1 か所のため、扉を開放し測定器の周囲を合板で気密処理した。したがって、測定結果は扉部分を除く相当隙間面積の合計となる。なお、相当隙間面積とは実際の開口面積 A に流量計数 α（通常 0.7 程度）を乗じた面積である。

コンテナは上部 4 か所に換気口が設けられている（写真 4)。測定は換気口をそのままとした場合、4 か所のうち 2 か所をテープでふさいだ場合、4 か所すべてをテープでふさいだ場合の 3 条件で行った。

結果を表 2 に示す。換気口を半数ふさぐとちょうど相当隙間面積が半分になったことから、扉を除くコンテナの開口・すき間は換気口にほぼ限られると考えられる。また、扉部分についても周囲にパッキンが取り付けられていることから、比較的高い気密性能が確保されていると考えられる。

表 2　気密性能測定結果（内装なし）

条件	総相当隙間面積 α A
換気口そのまま	34cm^2
換気口半数閉鎖	17cm^2
換気口すべて閉鎖	測定不能



写真 3　気密性能測定状況



(a)換気口内観



(b)換気口外観

写真 4　換気口

（2）換気量

コンテナの自然換気量を CO_2 濃度減衰法により測定した。測定の様子を写真 5 に示す。

CO_2 は換気口からチューブを挿入し、初期濃度が 2,000ppm 程度となるよう供給した。コンテナの CO_2 の濃度むらを低減するためファンで撹拌を行い、T&D 製 CO_2 ロガーRTR-576 を用い、コンテナ内 2 点、外部 1 点の CO_2 濃度を測定した。また、コンテナ内



(a)CO_2 ガスの供給



(b)内部の状況

写真 5　換気量測定状況

表 3　換気回数測定結果

条件	仕様	換気回数(回/h)	内外温度差(K)	外部風速(m/s)
換気口そのまま	合板張り	0.24	0.9	1.6
	内装なし	0.15	0.3	
	通気資材張り	0.20	0.5	
換気口半数閉鎖	合板張り	0.09	1.4	0
	内装なし	0.03	2.9	
	通気資材張り	0.03	2.2	

外の温度、コンテナ近傍（高さ 1.3m）の外部風速を測定した。

測定結果を表 3 に示す。換気量はコンテナ容積(段ボールベッド搬入前）を基準とした換気回数で示しており、換気回数にコンテナ容積（約 32m^3）を乗じると 1 時間当たりの外気導入量（m^3）になる。

換気量は内外温度差による浮力と外部風に依存するが、測定した条件においては 0.24 回/h 以下であった。参考までに、住宅の必要換気量は 0.5 回/h なので、その半分以下の換気量に相当する。

（3）温湿度

コンテナの保管期間中、コンテナ内外の温度及び相対湿度を継続して測定した。測定間隔は 10 分、コンテナ内の測定位置は図 3 に示す 3 カ所である。入口下端及び奥下端は外装箱と壁の間を 10mm 程度離し、センサーを挿入した。外部は自然通風筒の中にセンサーを挿入し、地上からの高さ約 80cm に設置した。用いたセンサーは T&D 社製 RTR-53 で、測定終了時に校正を行い、測定値を補正した。

1）段ボールベッド搬入前後

図 4 に段ボールベッド搬入前後の温湿度の推移を示す。コンテナ内の測定位置はそれぞれ中央部である。温度は外気温の変化に追従しており、段ボールベッド搬入前後で傾向に大きな違いはない。一方、相対湿度は段ボールベッド搬入前後で違いが生じている。段ボールベッド搬入前は、内装なしの場合外

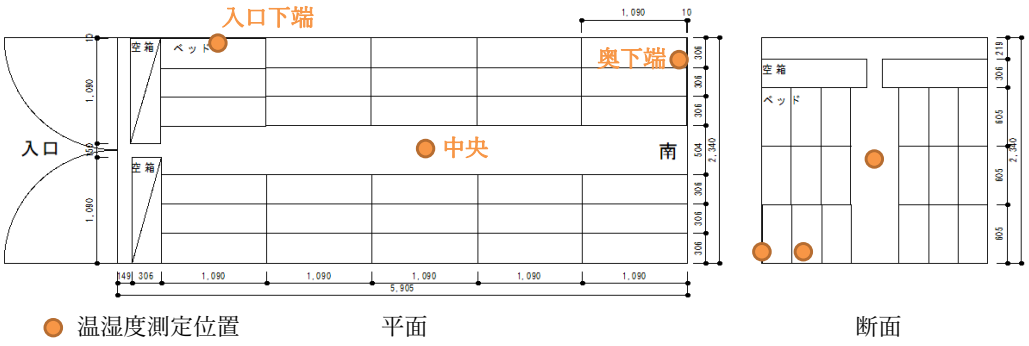


図 3　温湿度測定位置（各コンテナ共通）

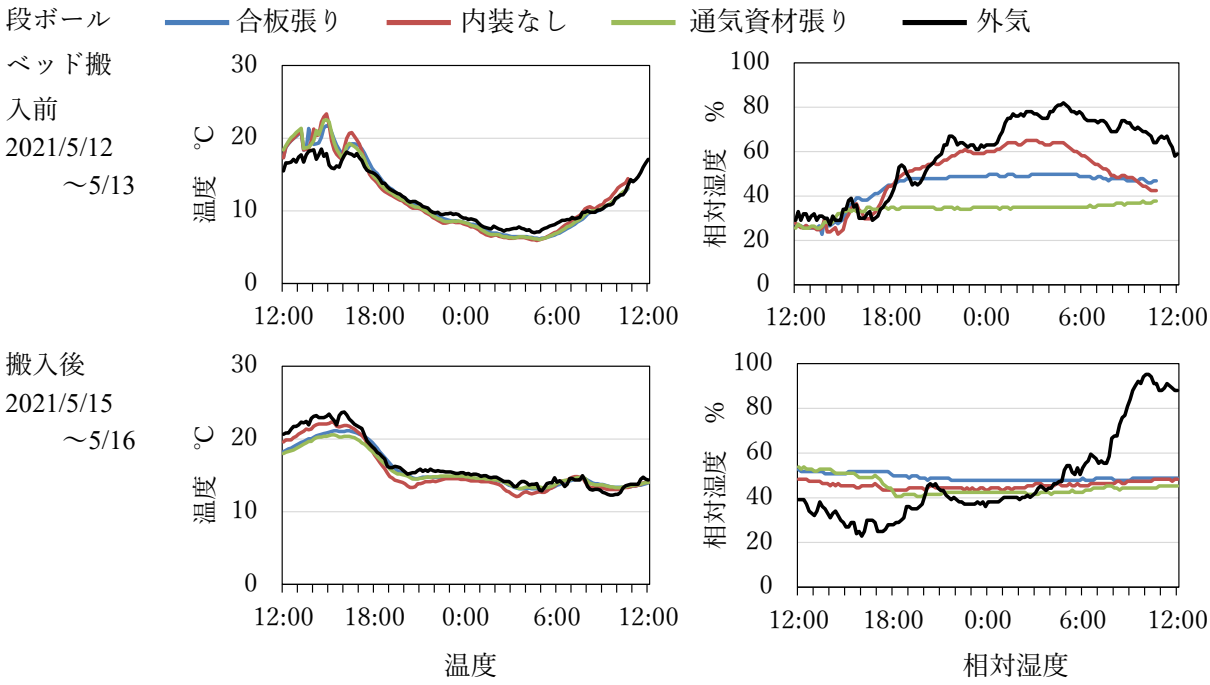


図 4　段ボールベッド搬入前・後の温湿度の推移（各 24 時間を抽出）

気の相対湿度に追従するが、合板張りは変化が抑えられ、通気資材張りはさらに変化が小さくなる。内装材の吸放湿の影響が顕著に現れているといえる。段ボールベッド搬入後は外装箱の吸放湿が加わるため、いずれのコンテナも相対湿度の変化が小さくなり、コンテナ中央部に関しては内装の違いは大きく影響していないといえる。

2）保管期間中の推移

図 3-3 に保管期間中の日平均値の推移を示す。コンテナ内の温度はいずれの測定位置も、概ね外気温に追従した。相対湿度は外気に比べて日変動が小さく、春から夏にかけて低く、秋から冬にかけて高く推移する傾向を示した。また中央部はコンテナによる相対湿度の測定値の違いは小さく、奥下端及び入口下端でコンテナによる違いが生じた。通気資材張りでは端部においても比較的相対湿度が低く推移した。また相対湿度は高いときでも日平均で 80%だった。

なお、2022 年 3 月 29 日に相対湿度の大きな低下が見られるのは、測定で扉を開けた際に屋根の融雪水が侵入したため、半日程度扉を開放した影響である。

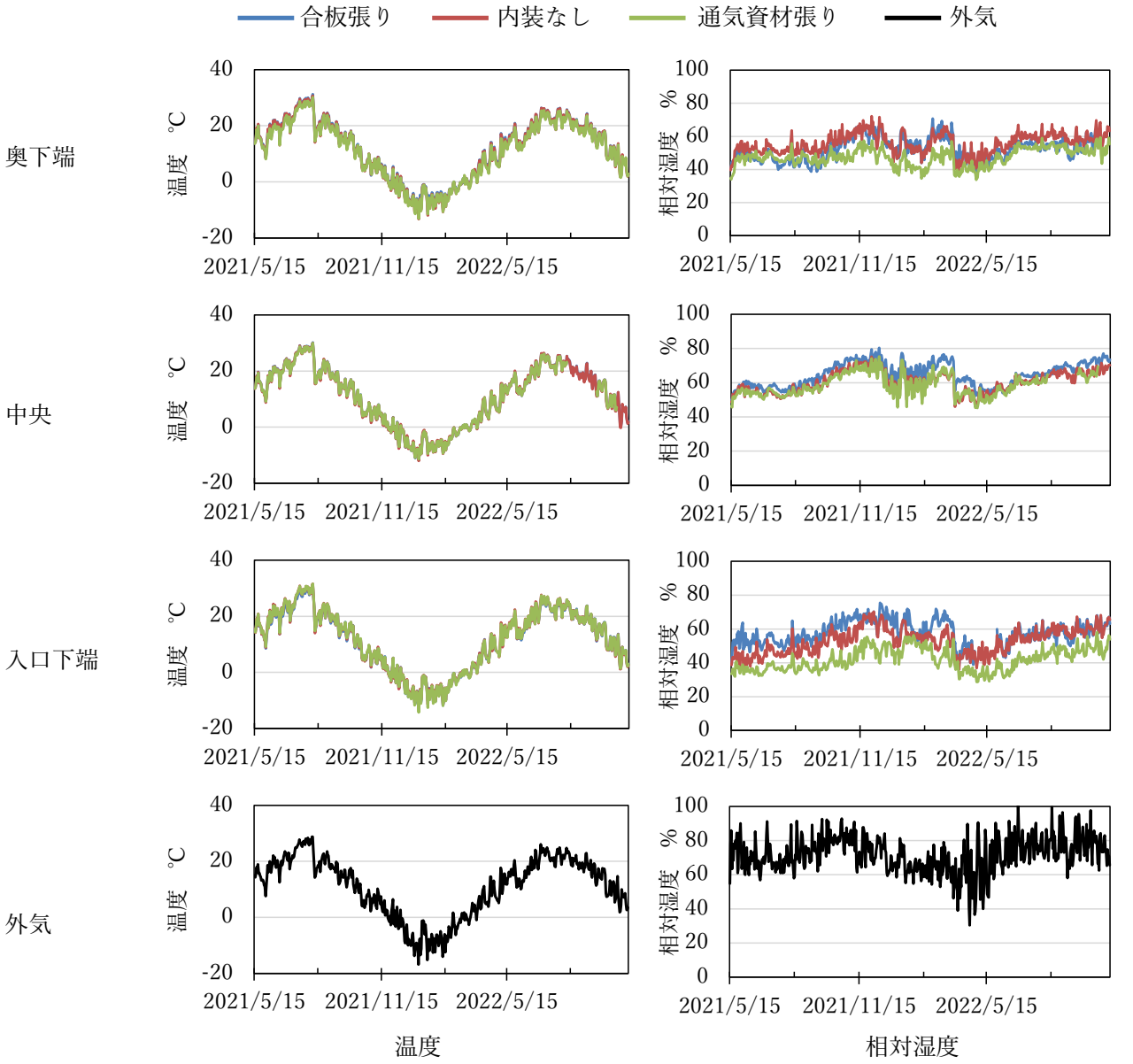


図 3-3　温湿度（日平均値）の推移

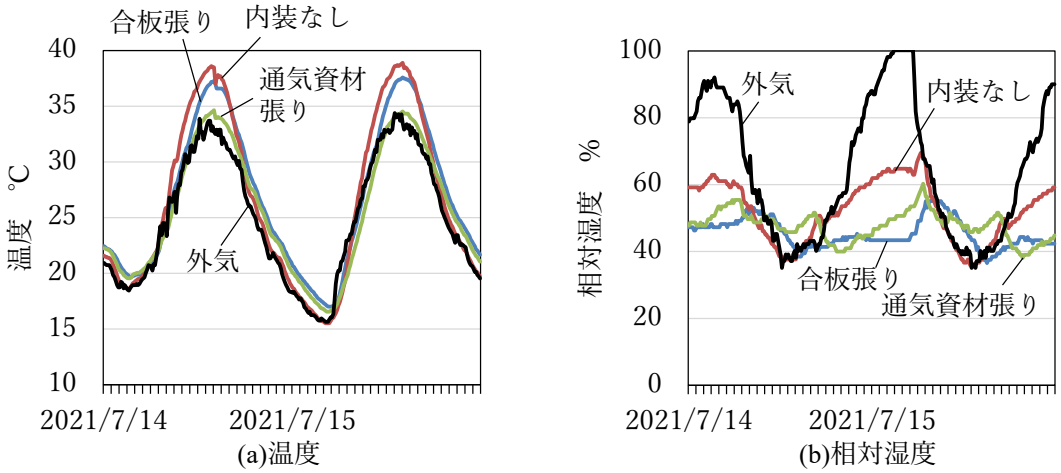


図 3-4　温湿度（夏期 2 日間）の推移

3）日変動

図 3-4 に夏季 2 日間の温湿度推移の詳細を示す。測定位置は奥下端（南側）である。両日とも快晴で昼間の水平面全天日射は約 1,000W/m^2 に達している。コンテナの外装が白色に近いこともあり、昼間も温度は外気温+5℃程度であるが、通気資材張りで特に温度上昇が抑えれている。相対湿度は段ボールの吸放湿によりいずれのコンテナ内も外気に比べて日変動が抑えられているが、特に合板張りや通気資材張りで相対湿度が低く推移した

（4）含水率

200mm×200mm 角の外装箱と同じ段ボールのサンプルを、図 3-1 の奥下端、入口下端近傍にあらかじめ各 12 枚挿入(各コンテナ 2 か所で計 72 枚)し、月に 1 回程度の間隔でサンプルを取り出し、水分を測定した。水分は取り出し時の重さと 105℃で絶乾にしたときの重さを用い算出した。

水分の定義は JIS A8127:2010「紙及び板紙－ロットの水分試験方法－乾燥器による方法」にしたがい、湿量基準の含水率（水分を含む試料の質量に対する水の質量の百分率）で表す。

図 3-5 に含水率の測定結果を示す。含水率は相対湿度と相関があるため、冬をピークとした推移を示すが、最高でも 10%w.b.であった（w.b.は湿量基準であることを示す)。また、通気資材張りで含水率が低めに推移した。

参考に板紙の平衡含水率を図 3-6 に示す。相対湿度が 80%を超えるくらいから平衡含水率が急激に上昇する傾向があるが、相対湿度が 80%に達するのは短時間だったため、含水率は最高でも 10%w.b.にとどまったと考えられる。

また、図 3-7 に含水率 8%w.b.のときのリングクラッシュ強さ（垂直方向の圧縮強さ）を 1 としたときの相対強度を示す。計算は文献 4)を参考に、P=a×0.93^x（P：リングクラッシュ値、x：含水率）によった。含水率が大きくなるほど強度が低下するが、含水率 10%w.b では強度低下は問題になるほどではないと考えられる。

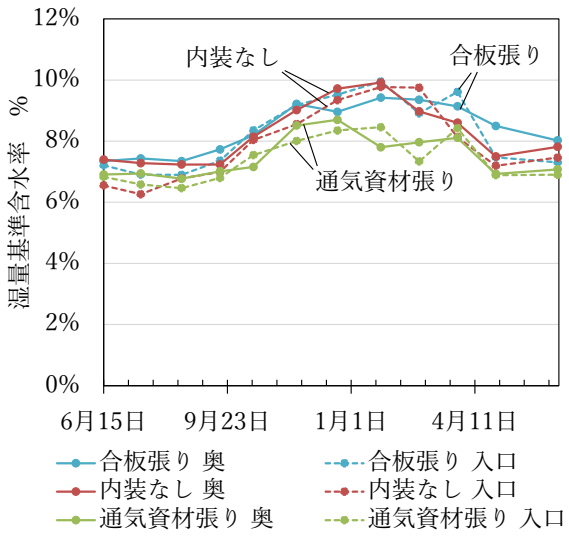


図 3-5　含水率の測定結果

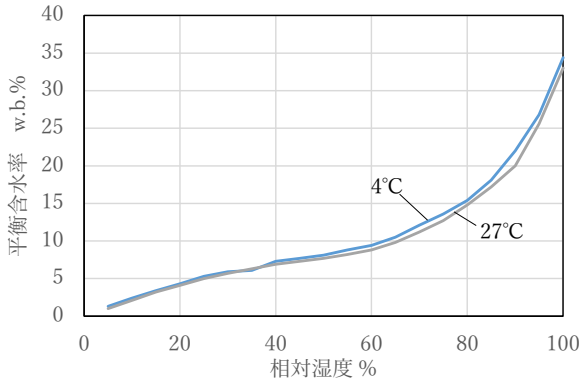


図 3-6　板紙の平衡含水率 [3)]

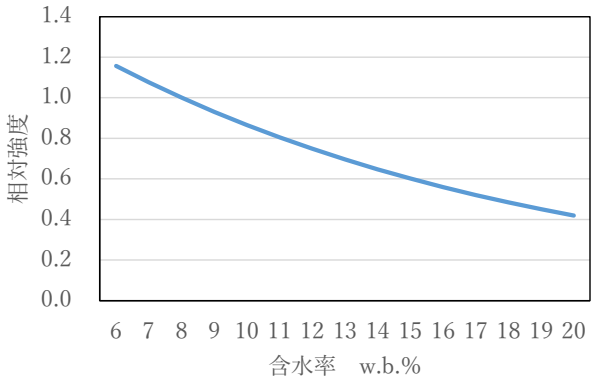


図 3-7　含水率とリングクラッシュ強さの関係

（５）強度

JIS Z0403-2(1999)「段ボール－第 2 部：垂直圧縮強さ試験方法」基づき、段ボールベッド製造者の合同容器（株）において、備蓄前・後に試験を実施した。試験片は備蓄前の令和 3 年 5 月 14 日及び備蓄後の令和 4 年 11 月 7 日に採取を行い、含水率に変化がないようフィルムに梱包して持ち帰り、試験を実施した。試験数は各 5 回とした。備蓄後の採取位置は図 3-1 の奥下端、入口下端近傍の外装箱である。

試験結果を表 3-3 に示す。いずれにおいても備蓄前に比べて有意水準 5%で有意な強度低下はなかった。

段ボールの垂直圧縮強さの JIS 規格値はないが、以下で算出した強度により管理されている。

対象の段ボールの材質構成は表ライナ LB170－BF 中しん MC120－中ライナ MC120－AF 中しん MC120－裏ライナ LB170 である。LB170 の圧縮強さは JIS P3904:2011「段ボール用ライナ」により 1.51kN/m 以上、MC120 の圧縮強さは JIS P3904:2011「段ボール用中しん原紙」により 0.75kN/m 以上である。複両面段ボールの垂直圧縮強さは旧版の JIS Z1516:1985「外装用段ボール」の参考表に掲載されている式を参考に、ライナには A 段の段繰率 1.6、B 段の段繰率 1.4 を乗じ

1.51+0.75×1.4+0.75+0.75×1.6+1.51＝6.0kN/m

となる。試験片の長さは 0.05m であるから必要な試験力は 6.0kN/m×0.05m=300N であり、これを管理強度とする。試験結果はいずれも管理強度を 30%以上上回っている。

（６）空中浮遊菌

備蓄期間中に 2 回、空中浮遊菌調査を実施した。測定はイカリ消毒（株）に委託し、RCS サンプラとアガーストリップを用いて行った。写真 3-4 にコンテナ内の RCS サンプラの設置状況を示す。

調査結果を表 3-4 に示す。令和 3 年 10 月 27 日の調査では庁舎 3 階に比べて真菌数が多かった。令和 4 年 6 月 6 日の調査ではコンテナ内の真菌数は近傍外気と同程度であった。浮遊真菌濃度に明確な基準はなく、外気でも 1,000CFU/m^3 を超える場合がある [5)]。

表 3-3　垂直圧縮強さ試験の結果

		備蓄前	備蓄後					
			合板張り		内装なし		通気資材張り	
			奥下端	入口下端	奥下端	入口下端	奥下端	入口下端
試験力(N)	最大	443	431	448	435	452	448	437
	最小	396	394	412	399	413	412	405
	平均	412	411	430	416	429	434	414

kN/m の単位に変換するには上記数値に 0.02 を乗じる



写真 3-4　RCS サンプラ設置状況

表 3-4　空中浮遊菌測定の結果

調査箇所	R3.10.27測定 真菌濃度(CFU/m^3)	R4.6.6測定 真菌濃度(CFU/m^3)
コンテナ（合板張り）	500	525
コンテナ（内装なし）	625以上	313
コンテナ（通気資材張り）	625以上	638
庁舎3F建築物理実験室	56	測定なし
庁舎3F建築研究部執務室	63	測定なし
コンテナ近傍外気	測定なし	475

CFU：コロニー数

（7）備蓄後取り出し確認

約 1 年半の備蓄後、令和 4 年 11 月 7 日に各コンテナ奥下端、入口下端の段ボールベッドを取り出して目視確認したところ、変色、においなどの異常はなかった。うち 1 台について、実際にベッドの形状に組み立てを行い、特に支障がないことを確認した(写真 3-5)。



写真 3-5　段ボールベッド組立状況

４．コンテナの輸送、段ボールベッドの積み込みに関する検証

（１）コンテナの設置

以下に参考として、本試験に使用したコンテナの設置状況を述べる。なお、本試験のコンテナは、災害時に随時運搬することを想定しており、土地に定着する工作物ではないため、建築基準法の建築物には該当しない。

3 基のコンテナは 1 基積載のユニック、2 基積載のトレーラーにより搬入した。コンテナ設置場所にはあらかじめ 300×300×60mm コンクリート平板ブロックをコンテナの四隅及び長手方向中央の 6 か所に 2 枚重ねで配置した(写真 4-1(a))。コンテナの吊上げ、設置は 13t ユニック車のクレーンを用いて行った(写真 4-1(b))。コンテナの自重は 2,350kg でクレーンの作業半径に余裕が少ないので、ユニック車はコンテナの設置位置ぎりぎりまで寄せる必要があった。また、クレーンの回転によりコンテナを移動するため、3 基のコンテナの間は十分に離隔する必要があった。

平板ブロックとコンテナ台座の間には地盤の不陸により一部隙間が生じるため、合板を挿入して高さを調整した（写真 4-1(c)）。なお、合板は耐久性に劣るため、長期に設置する場合は耐候性のあるスペーサーを用いることが望ましい。

2 基目以降のコンテナはトレーラーから 13t ユニック車に載せ替え（写真 4-1(d)）、同様に設置した。



(a) 平板ブロック設置状況



(b) コンテナ設置



(c) 合板による高さ調整



(d)トレーラーからのコンテナの積み替え

写真 4-1　コンテナ設置状況

（２）段ボールベッドの積み込み

段ボールベッドの積み込みは人手を要するため、積み込み時に作業時間の計測を行った。作業時間の記録には図 4-1 の記録簿を用いた。図 4-2 に搬入台数の経時変化を示す。各コンテナともドライバー1 名+搬入要員 4 名の 5 名体制で、約 1 時間で 100 台の搬入を終えた。

搬入作業は慣れや運搬技術の習得の効果が大きく、段ボールベッドは 21.4kg/台であるが、熟練者は 1 名で持ち運びすることが可能である。また、トラック

とコンテナの間に距離がある場合は、台車の活用は有効であった（写真 4-2(a)）。一方、ローラーコンベアは、コンテナ内に設置すると作業スペースが制約されるため、有用ではなかった（写真 4-2(b)(c)）。

トラック荷下ろし	：				間仕切り渡し	：
一基目渡し（コンテナ到着）	：				4段目ベッド渡し	：
10分ごとに搬入台数（ベット・間仕切り・空き箱通算)記録						
	10分後		190分後		空箱渡し	：
	20分後		200分後			
	30分後		210分後		終了	：
	40分後		220分後			
	50分後		230分後			
	60分後		240分後		休憩時刻（交代時刻）1	：
	70分後		250分後		～	：
	80分後		260分後		休憩時刻（交代時刻）2	：
	90分後		270分後		～	：
	100分後		280分後		休憩時刻（交代時刻）3	：
	110分後		290分後		～	：
	120分後		300分後		休憩時刻（交代時刻）4	：
	130分後		310分後		～	：
	140分後		320分後		休憩時刻（交代時刻）5	：
	150分後		330分後		～	：
	160分後		340分後			
	170分後		350分後			
	180分後		360分後			

※下線部分に該当する時間前後で 4 台搬入分で動画撮影。ベッド搬入時間帯の下線部は常時撮影
※スタートから 4 台搬入までは録画
※休憩時間中も台数カウントを行う。

図 4-1　搬入記録簿

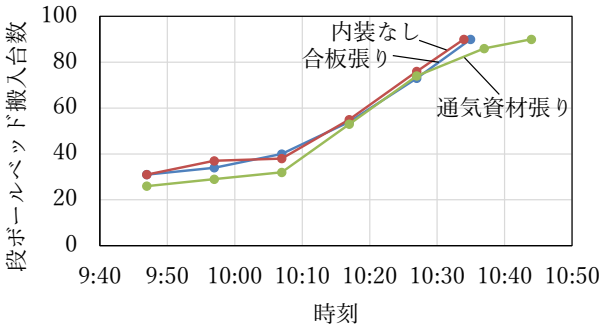


図 4-2　搬入台数の経過



(a) 台車の使用



(b) ローラーコンベア



(c) ローラーコンベア設置状況

写真 4-2　段ボールベッド搬入状況

５．まとめ

（１）本試験でわかったこと

1) 本実証試験の条件で段ボールベッド資材をコンテナに備蓄する場合、雨天を避けて搬入すれば、いずれの内装仕様においても保管上の問題は生じないと考えられる。

2) 内装に通気資材を設けることは端部の相対湿度や含水率を低くする効果があり、保管環境をより改善する手段となる。

（２）留意点

1) コンテナの設置場所

不同沈下や凍上はコンテナの扉開閉の支障になるため、既に凍上や荷重に備えて地盤が整備されている場所を選定するか、基礎を設けるなどの準備が必要である。設置、移設の際の重機作業スペース、冬季の除雪動線についても事前の確認が必要である。

なお、コンテナを倉庫として設置し、継続的に使用するなど、随時かつ任意に移動できないコンテナは、建築基準法第２条第１号に規定する建築物に該当する。この場合は「コンテナを利用した建築物の取扱いについて（技術的助言）」（平成 16 年 12 月 6 日付け国住指第 2174 号）などを参考に建築物としての基準を満たすことが必要である。

2) 雨水対策

搬入時に段ボールが濡れないよう、上屋のない場所で搬入作業を行う場合は、あらかじめ搬入作業の予備日を設け、雨天順延とするなどの配慮が必要である。また、屋根に雪がある場合は、扉開放時に融雪水が内部に侵入する場合がある。長期的には錆や扉のパッキン劣化による漏水も考えられるので、コンテナ内の定期点検が必要である。

万が一、コンテナ内に水が入った場合の対策として、コンテナには換気口を設けておく。

3) ベッド資材の梱包について

本試験ではベッド資材がプラスチックフィルムの袋に入っていたが、袋に入れないケースもあり得る。この場合コンテナ内の湿気容量が増え、より相対湿度が安定する方向となり、コンテナ内の温度差は小さいことから、結露や局所的に含水率が高まるなどの可能性は低いと考えられる。

4) 気象条件の違い

図 5-1 に気象庁観測の平年値による総合振興局・振興局所在地のクリモグラフを示す。室蘭、浦河、釧路、根室など海岸に近い地域では、夏季に相対湿度の月平均値が 90%程度に達する。高温高湿な条件が続くとカビが発生しやすいため、特に湿度が高くなりやすい海辺への設置を避けるとともに、定期的に保管資材の状態を確認することが望ましい。

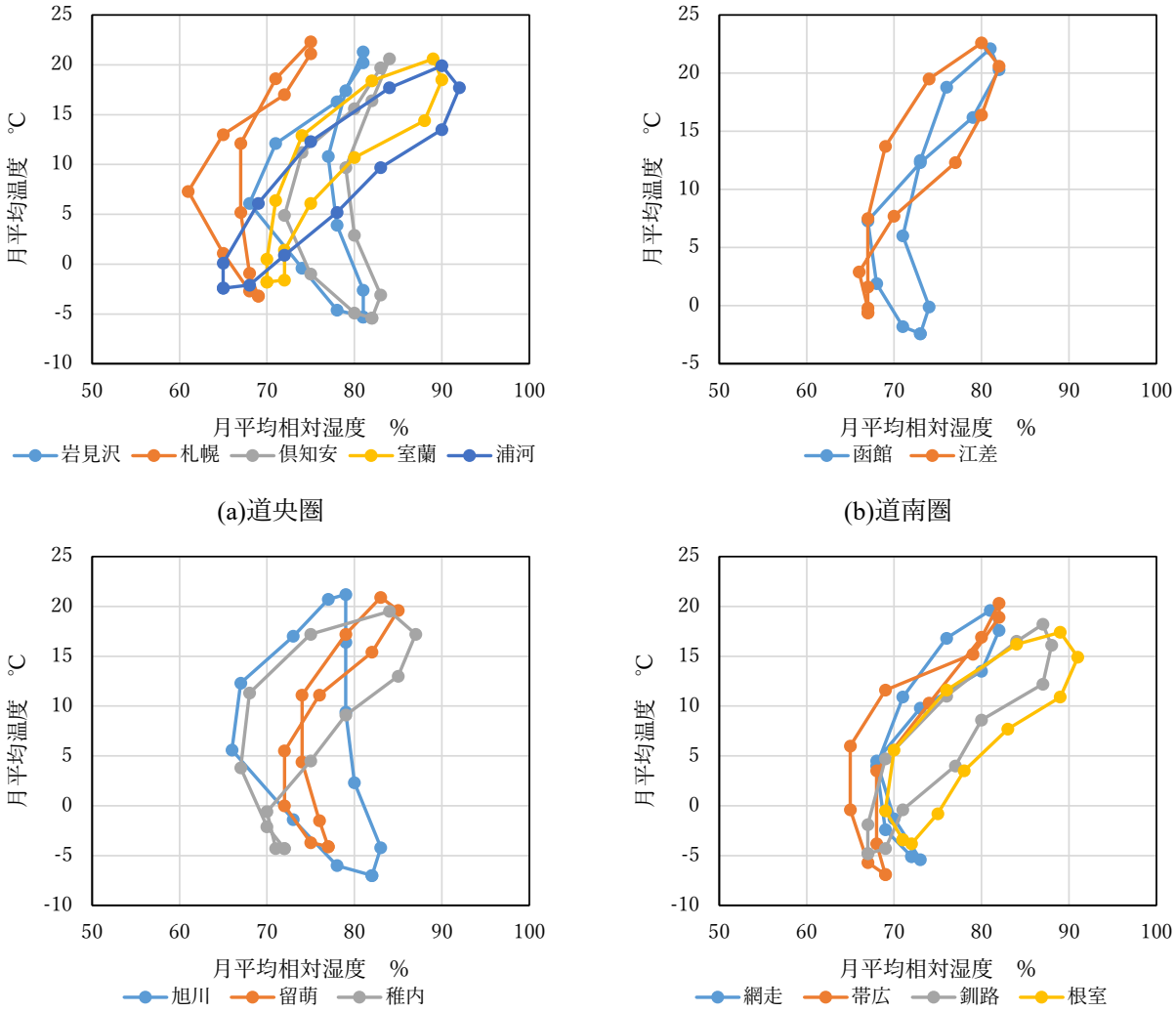
5) 一般建築物に段ボールベッドを保管する場合

コンテナは内部に発熱・発湿源がないため、一般建築物と比較すると、結露など温度差と湿気に起因する保管上のリスクが少ない。

一方、一般建築物において下記のようなケースでは、床、外壁に接する部位の結露リスクが高まる

- 居室からの湿気流入がある非暖房室に保管する場合
- コンクリートが冷えた状態で春に竣工する施設に、竣工当初から保管を行う場合

このような場合は、保管を避けるか、すのこで躯体との間にすき間を確保するなど、十分な対策が必要である。



(a)道央圏　(b)道南圏

(c)道北圏　(d)オホーツク圏、十勝圏、釧路・根室圏

図 5-1　総合振興局・振興局所在地のクリモグラフ

謝辞

本研究は北方建築総合研究所経常研究として、北海道総務部危機対策局危機対策課、ウォレットジャパン（株）、合同容器（株）、（公社）北海道トラック協会及び日本赤十字北海道看護大学災害対策教育センターとの研究協力契約により実施した。協力いただいた関係各位に記して感謝申し上げます。

[参考文献]

1) 水谷嘉浩：避難所の景色を変える 熊本地震の報告、繊維製品消費科学、Vol.57、No.12、pp.87-878、2016.12

2) 根本昌宏：冬期被災時の命を守る厳冬期対応型避難所に関する研究、科学研究費助成事業研究成果報告書、2018.6

3) 沼田宗純ほか：プッシュ型物資輸送におけるコンテナ輸送の提案、生産研究、Vol.70、No.4、pp.273-281、2018

4) 五十嵐清一：改訂版段ボール包装技術実務編、日報出版、2012.2

5) 日本建築学会：「日本建築学会環境基準 AIJES-A0008-2013 浮遊微生物サンプリング法規準・同解説」、丸善出版、2013.3