

# 木造倉庫の設計と制作

## 一大館市との共同研究における訓練効果－

秋田職業能力開発短期大学校 小林 健

Design and construction of wooden warehouse

～Training effects in joint research with Odate City～

KOBAYASHI Ken

### 要約

2021年2月、大館市はゼロカーボンシティ宣言を発表し、2050年までに二酸化炭素実質排出ゼロに向け動き始めた。そこで大館市は、秋田杉の利用を促進する取り組みとして一般市民が利用することを想定した木造倉庫の開発を提案し、著者が所属する秋田職業能力開発短期大学校の住居環境科の総合制作実習として取り組むこととなった。本総合制作実習では大館市との共同研究を並行して進めることとして、将来に向けて水平展開が可能な秋田杉を利用した木造倉庫の設計及び制作を通し、当校の学生が得た成果について報告する。

## I はじめに

温室効果ガスが原因とされる地球温暖化は全世界的に大きな問題となっており、日本においても政府や自治体で様々な対応策が検討及び実施されている。

例え、政府の方針として地域材の活用を通じたSDGsの推進について<sup>(1)</sup>が示された。これは、木材に関して、建築物を木造化することで炭素の貯蔵庫となること、加工が容易であり省エネ資材であること、再生が可能であることから、SDGsに貢献する材料であり、県産材を積極的に活用せよという方針である。

地域の活動としては、ゼロカーボンシティ宣言がある。大館市においても、2021年に秋田県で最初にゼロカーボンシティ宣言<sup>(2)</sup>を行い、この中で木材利用促進計画を策定し、令和6年度からは第2次の活動となっている。秋田杉の活用を促進することでカーボンニュートラルに貢献する方針を打ち出し、一般家庭まで広く浸透させることを目指している。具体的には、第2分団消防団車庫や大館市斎場などの公共建築の木造化を進めるとともに、一般市民が施工でき、各家庭で活用できるような木造倉庫を提案し、当校と共同で開発することになった。倉庫の制作にあたっては、当校のカリキュラムである総合制作実習の一環とし、設計にあたっては3次元CGを活用、施工にあたっては特別な技能を必要としないことを考慮した。

本報告では、共同研究における学生の成長と制作した成果物について紹介する。なお、制作した倉庫は大館市エコプラザに設置される予定である。

## II 木造倉庫の概要

外観は木の表情を残し、仕上げ材が構造材を兼ねる形式を考えると、日本の伝統的構法である落とし板倉構法及び校倉造りをモチーフにすることが最善と考え、学生なりのアレンジを加えて本構造を考案した。詳細は後述する。本倉庫の平面寸法は2730mm×1820mmであり、広さは三畳間となる。地盤面からの最高高さは2690mm、屋根勾配は0.4/10という緩い片流れ屋根を持ち、積雪時には平入りとなる出入り口の反対側に落雪する仕様となっている。本実習として手掛ける範疇ではないが、躯体完成後に屋根板金仕上げが施される予定となっている。また、基礎工事も同じく実習以外の施工として計12か所に沓石が設置される。

出入り口に向かって右側の妻手には、有効面積0.24m<sup>2</sup>のはめ殺し窓が設置され、日中、内部で作業する上で最低限の採光が確保できる。

また、本倉庫の接合部は仕口や継手を極力使わず2×4専用金物等によって緊結し、部材同士をはめ込んで接合する形式とした事により一般の方でも簡単に安心して建てることができる。

本実習を担当する学生は3名であるため、それぞれに担当する部位を決めた。その結果、床（土台、大引、床板）、壁（柱、壁、開口部）、小屋（梁、垂木、野地板）の3パートに分け、各自「SketchUp Pro2022」による3次元CGによる設計を行った。

3つのパートはそれぞれ独立したものではなく、仕口部が共有される。従って、床と壁、壁と小屋、場合により床と小屋の担当者が話し合いながら設計を進めていく。

3次元データから設計することにより、各所の納まりや部材同士の干渉がリアルタイムで確認できるため、施工における手戻りを最小限に抑える事ができる。

図1は、開口部の設計を行うために、倉庫と建具のバランスを確認している時の3次元CGである。また、パースから平行投影に切り替えることで平面図、床伏図や各立面図として使用できるため、市役所側への図面提供時に有用であった。

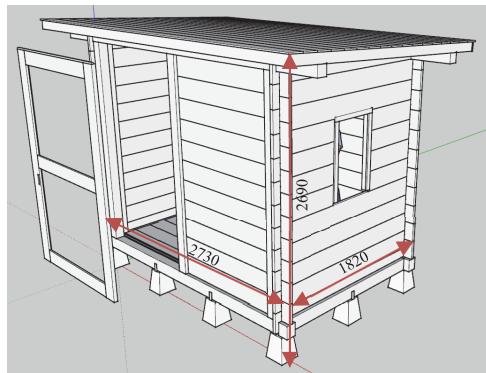


図1 3次元CGによるパース図

### III 木造倉庫の施工

設計した図面をもとに制作に取り掛かった。本構造は100mm角の柱（4本）に幅32mm、深さ15mmの溝を加工し、幅200mm、厚さ30mmの杉板（以下、カフェ板という）を落とし込んだ壁面により構成されている。壁相互はビスケットジョイントにより接合しているため仕上げ面の段差は出にくくなっている。

柱が設置されていない出隅部分は相欠きしたカフェ板を交互に組むことにより構造の安定性を確保した（図2）。

床組みは90mm角の大引きに対し、2×4ディメンション材による根太を接合金物により支持し、前述のカフェ板を床仕上げ材として配置した。なお、床板は下部のメンテナンスを容易にするため、板相互及び根太

への緊結はしていない。

10月上旬に開催された総合制作実習の中間発表において改善提案がなされた。正面入り口の開口部がアルミサッシから木製建具に変更になり、また中央から向かって左へ位置が変更されたため図面を大幅に変更し、改善前よりも柱を多く配置して構造的な安定と使い勝手の改善を図った。



図2 カーフェ板による壁の組立て

木製建具は框戸とし、ここでも床や壁に用いたカーフェ板を使用した。秋田県は雪国であるため、外部に敷居と鴨居を露出すると雪により開閉が困難となる。そこで、敷居を室内に配置して建具は内部に引き込まれる構造とした。また重量の軽減及び室内スペースを少しでも確保するため、框厚さを36mm、鏡板厚を15mmとした。

鴨居は下端に戸首が收まる幅の溝（幅15mm、深さ20mm）を加工し、下部は建具に埋め込んだ戸車（溝R型）がステンレスレール上を移動し開閉する仕組みとした。

全ての部材を作成後、実際に実習場内で組み立て作業を行い、躯体及び仕上げ材の納まり具合を確認した。基礎を除く最終的な形態まで組み上げ、搬出までの数日間で解体及び部材へのナンバリング、種別ごとの梱包を行い現地での建て方を迎えた。

### IV 建て方

2022年12月21日、建て方初日を迎えた。

実習場から2tトラックで二往復し、全ての部材を現地に搬入することができた。この時期は例年通りの積雪があったため、工具や部材の設置場所、作業スペースを確保し、作業に取り掛かった。天候は晴れており、建て方をするには好条件であった。

土台敷きから柱建て、壁の建て込みへと作業は順調

に進み、初日予定していた桁組みまで完了することができた（図3）。



図3 建て方初日の倉庫

建て方二日目（12月22日）、午後から雪と雨の予報だったことから、早い段階で屋根を掛ける必要があった。455 mm間隔で配置された垂木に対して巾150 mm厚さ12 mmの本実加工された野地板を設置した（図4）。後にアスファルトルーフィング込みの屋根板金工事が入ることが決まっていたため、一時的に下地のみの防水層が無い構造となる。従って、ブルーシートを野地板上に設置し、簡易的な防水層とし、雨漏り防止措置とした。



図4 内部から見える野地板

建て方三日目（12月23日）は天候、気温ともに好条件に恵まれ、作業はスムーズに進んだ。残すところは内部の造作作業だったため午前中に建て方作業及び内部仕上げ作業を終え、午後からは屋根板金工事が行われる中、周辺及び内部の清掃を行い、予定していた三日間の全工程を無事安全に終えることができた。

この年は例年通りの積雪に見舞われたが、倉庫は一冬を無事乗り切ることができた。しかし、無垢材を利用した事による材の伸縮で建具及び床板に一部破損が

見られた。大きな補修を施すほどではなかったが最終的な調整を行い2月7日、市役所に引き渡しを無事に行う事ができた（図5）。

年度が明け、2年生が各ゼミにおいて活動を始める時期となった5月に、防腐及び防蟻処理を施すために再度現場を訪れた。作業は私を含め5名で行い、下塗り（着色ムラ防止剤）1回、仕上げ（木材保護着色剤）2回塗りとした。



図5 引き渡しの様子

この塗料は油性で浸透性があり、下塗りを施すことによって効果の持続が期待できる。特に雪国である秋田県において、無塗装の杉無垢材は経年劣化により著しく黒色に変化する。美観を維持するためには外部塗装が必須でありまた、地盤面から土台下端まで約200 mm程度しか確保していないため、防腐及び防蟻対策も講じる必要がある。塗膜を形成し、保護する塗料では木の風合いが損なわれてしまうため、浸透性塗料を用いて木目を際立たせることとした。図6に塗装後の倉庫を示す。

## ▼ 考察

共同研究で開発した木造倉庫について、設計から施工まで紹介した。完成後の学生の会話から、特にSDGsへの貢献やCGを活用した効果に関するコメントが多く聞かれた。また、新たな構法を提案した充実感に関するコメントも聞かれた。共同研究を通して得られた訓練効果の一部を以下に紹介する。

SDGsに関する意識は、特に大きく成長した部分である。大館市のゼロカーボンシティ宣言とそれに関する取り組み、秋田杉の活用がカーボンを減らす効果があることなど、当校のカリキュラムでは学ぶことができない内容について、直接に自治体から聞くことによ

り、SDGs を自分事として捉えることができたものと思われる。

専門課程では、2 次元の図面を中心に勉強してきたが、近年の DX への取り組みから 3 次元 CG を導入した。3 次元モデルを活用することで、納まりの確認や打ち合わせが円滑となったことは学生にとって良い経験になり、限られた期間で完成できた大きな要因である。また、本倉庫の構造は専門課程で学んだ在来軸組構法などの既存の形式でなく新規で開発した形式であり、学生にとっては貴重な経験になったと感じている。提案にあたっては特別な技能を有せず施工できる簡便性を担保しつつ、構造的な安全性を確保することが難しく、数か月程度の期間を要したが、いずれも満足する構造になり、学生の達成感につながった。

自分で設計した形状の部材を加工するにあたって、3 次元 CG を併用することは、空間認識能力と加工技能の向上に役立つことが分かった。

本倉庫を一般家庭で活用するにあたり最も注意すべき点は、秋田杉という天然の木材を使用するため木の狂い(曲がり、反り、ねじれ等)が生じることである。



図 6 塗装後の倉庫

これらの狂いが強く出る材とそうではない材の判別は極めて困難である。そこで、納品された材から既に癖が強く出ているものは除外し、その中でも比較的程度の良いものは建物に使用した際支障が出にくい床板や短い材として使用する框戸に用いるなど、適材適所に配置する工夫を行った。その結果、天候の変化による大幅な湿度変化により床と建具の一部が反り上がってしまう現象が発生したが、脱着できる個所における修正であったため、大きな影響はなかった。しかし一般化にあたっては、大きな課題となる可能性がある。

大館市との共同研究は、通常の授業では得られない

様々な体験・経験があり、多くの訓練効果を得ることができた。

## VI おわりに

現地の初日、リーダー役の学生がコロナウィルスに感染し、一名少ない状態で建て方を行う事になった。また、発注した基礎に一部設計図通り施工されていない箇所が見つかり、修正に約 1 時間程度費やすこととなったが、関係者の迅速な対応により大きな問題とならずに済んだ。

これまで木造の倉庫、ゴミステーション、屋台等を総合制作実習で制作してきたが、実習場内で制作を終えた完成品を運搬して設置、もしくは一部のみ現地で制作するという方法だった。

本実習では、塗装、屋根工事を除く最終形まで実習場内で作り上げ、それを全て解体して現地に運搬し、組み立て、設置する初めてのケースであったため、関係者との綿密な打ち合わせを要し、またこれまで以上に安全確保について神経を使う総合制作実習となった。

自らが設計し施工するという工程を校内に留まることなく、他者や地域と共同して行う事ができたのも、この総合制作実習が共同研究を兼ねていた賜物である。

しかし、他者と共同するという事は同時に成果物の評価も厳しくなり、遵守すべき工期が発生するという事である。授業の一環でより実務に近い経験ができたことは担当した学生にとって大変有意義であったと思う。

ゼロカーボンシティ宣言を発表した大館市は、2050 年の二酸化炭素実質排出ゼロに向け動き続けている。その活動に貢献する本倉庫は、使用部材をパーツ化し、ホームセンター等でセット販売することを想定して設計した。簡単な組み立て方法でありながら強度を担保しているこの倉庫が今後も末永くゼロカーボン推進事業のシンボルとして利用されることを願う。

## [参考文献]

- (1) 地域材の活用を通じた SDGs の推進について、2020 年 10 月 20 日内閣官房、林野庁、国土交通省、環境省
- (2) 大館市：ゼロカーボンシティの実現に向けた今後の取り組み、  
<https://www.city.odate.lg.jp/city/soshiki/kankyokikaku/p8541>, 2022 年 10 月 16 日確認