

北見木工協同組合：耐震木製書架の開発

一般社団法人北見工業技術センター運営協会 技術開発課 主任技師 佐藤 敏子

URL <http://www.kitami-itc.or.jp/>



■はじめに

北見市立中央図書館は、昭和21年に市立北見図書館として開館しました。その後、昭和42年に博物館との複合施設として市民会館北側に移転した後、昭和59年に単独の図書館となりました。建築後48年が経過して施設が老朽化し手狭になったことから、JR北見駅南側へ移転改築することになりました。



(新しく生まれ変わった北見市立中央図書館)

鉄筋コンクリート一部鉄骨造地上3階建て、延べ床面積約4800㎡、これまでの4倍の広さです。平成26年3月より改築工事に着手し、昨年8月31日に完成しました。木製書架などには約56㎡のタモ集成材が使用されています。

平成22年「公共建築物等木材利用促進法」が施行されましたが、建築基準法における耐震基準の改正や耐火基準が、高いハードルとなっています。全国的に公共建築の設計に地域材を取り入れる研究が行われ、最近になって、その成果が報告されるようになりましたが、北見市ではこの法律施行前から北見市地域材利用推進方針に基づき、地域資源である木材活用に積極的な取り組みを行っています。平成24年には、カラマツの大断面湾曲集成材を構造材とし、床材にシラカバのフローリングを使用した「北見市子ども総合支援センター『きらり』」や中村元氏のプロデュースで有名になった「山の水族館」がオープンしています。翌25年、全面無垢材の板張りの道場を持つ「北見市武

道館」と、カラマツの内装壁の木質化に特徴がある国内最大の競技場数6シートを備えた「アドヴィックス常呂カーリングホール」が完成しています。さらに昨年4月には、大断面集成材を構造部材（梁）に活用した市民温水プールが開館し、多くの市民で賑わっています。

■耐震木製書架開発のはじまり

市内の公共施設の改築工事が進められていた平成25年5月、北見市立中央図書館の改築設計担当者から北見木工協同組合の中橋孝章理事長にフリーアクセスフロア（二重床）に対応する耐震木製書架開発の依頼がありました。かねてから、構造設計を得意とする市内建築家と免振装置などの研究開発を手掛けていた中橋理事長は、即決で承諾したのです。自ら書架の設計に着手する一方、耐震試験を実施する機関を探ることになりました。依頼を受けた私は、まず旭川市工芸センターに相談しましたが、床下500mmの架台を含む書架は、2,300mmの高さになることと、書籍を搭載した場合、重量制限を超えることが予想されることから、対応できないと判断されました。次に住宅加振試験に対応する大型振動台を有する北方建築総合研究所（旭川）を訪ねましたところ、1985年兵庫県南部地震の地震波を再現する試験を実施できることが分かりました。しかしその試験の実施には相応の費用が掛かることから、構造設計は慎重にならざるを得ませんでした。

ようやく試作品完成の目途が立った12月初旬、中橋理事長と構造設計を担当した建築家と私の3人は、試験準備打合せのために同研究所を訪問しました。環境科学部構法材料グループ主査（構法）の植松武是氏が対応して下さり、書架の加振条件、搬入や試験装置への取付け方法などについて相談しました。「まさに目から鱗が落ちるってこういうことだね。」と北見に帰る車中で盛り上がったのですが、本試験実施前に水平荷重試験を予備試験として行うようにアドバイスして下さったのです。一発本番試験による書架破壊のリスクを考えると、提案頂いた予備試験を行うための労力と経費は比較にならない

ほど軽微なものでした。

平成26年2月6日、北見市工業技術センターで予備試験を行いました。家具強度試験機の床に書架を固定し、書籍を搭載せずに天板正面及び側面の二方向に対し、それぞれ2.11kNの水平荷重をかけ、壁及び床面から金属製架台と木部までの変位量はレーザー距離計を使って計測しました。正面方向から2.11kNの水平荷重をかけている間、変位量が最も大きい左上部で17.9mmとなりましたが、荷重解放後は2.2mmにまで戻りました。また、目視による破壊及び変形はありませんでした。地震が起きた場合、書架に最も負荷がかかると考えられる側面方向が、いったいどれだけの荷重で破壊するのかを確かめるために、さらに重りを加えていくと、3.43kNを過ぎたあたりから木がきしむような音が聞こえてきましたが、3.92kNになっても破壊せず、変位量が最も大きい右上部で8.7mmとなりましたが、荷重解放後は1.3mmにまで戻りました。予備試験作業を進める過程で、木製棚と金属架台の結合部分の問題点が明らかになり、現場取付け施工が容易で安定した強度が得られるよう設計を変更したものを本試験に向けて新たに作製することになりました。

平成26年4月22日、オホーツクブルーに晴れ渡った朝でした。6時に北見を出発し、9時過ぎ旭川へ到着しました。10時から始めた大型振動台に書架を取付ける作業は順調に進み、書籍を搭載したあとは、試験が始められるのを待つばかりとなりました。試験体撮影や計測が行われた後、自信と不安が入り混じった高揚感に包まれながら、1985年兵庫県南部地震時に気象庁神戸海洋気象台で記録された地震波を再現した一回目の加振を見守りました。上下に大きく揺れる振動台と完璧に一体化して揺れる書架に、隙間無く載せられた本もほとんど動きませんでした。上から三段目までは本が飛び出てくることを思い描いていましたので、想定イメージとのあまりのギャップに、「えっ？これでいいの？」という、どこか拍子抜けした空気が漂いましたが、同時にそれまでの緊張感から一気に解放され、「全く問題無い。」と確信した瞬間でもありました。内側で本が動くにより負荷が増大すると判断し、数冊抜き取ってからさらに二回同じ地震波で加振しましたが、最上段の本二冊が抜け落ちただけでした。この試験に立ち会った誰もが、「タモ集成材で作った書架の耐震性能は、想像以上に強い。」と感じたのではないのでしょうか。



(1985年兵庫県南部地震波三回加振後の書架)

■軽量・低価格化への取り組み

試験の結果により図書館に採用されることが確定すると、「苦勞して二重床に対応する耐震木製書架を作ることができたのだから、もっと軽く安く作る研究をすべきではないか。」との声が寄せられました。そこで中橋理事長は、更なる研究に取り掛かることを決めました。もともと構造設計を算出した木材の強度は、トドマツの値で計算していましたので、タモ集成材をトドマツ集成材に置き換えるだけで、簡単に軽量化することができますし、価格についても低く抑えることが可能となります。さらに耐震木製書架の販路を拡大するには、日本工業規格(JIS)に適合しているかについて調べる必要もあります。また、これまで棚板については、経験値に頼って素材や構造などを決めていたのですが、棚板たわみ試験などを実施しながら作成した科学的な根拠のある蓄積データがあれば、自信を持って最適な棚板デザインを提示できるようになると考えたのです。

■革新的な棚板製法技術

素材や構成の違う棚板を製作し、書架・物品棚について定める日本工業規格 (JIS S1039:2005) に基づいて棚板のたわみ試験を繰り返し実施しながら検討

を行った結果、棚板に関するこれまでの常識を覆すデザインにたどり着き、道産材シナ合板の特性を生かした革新的な棚板製法技術を構築することができました。



(これまでの常識を破ったフラッシュ構造の棚板)

棚板は、長手方向を木の軸方向とするのが常識となっていて、フラッシュ構造にする場合は、合板のフェイス単板の軸方向を長手方向にして製造するのが一般的になっています。ところが、本研究で、構造の異なる棚板を製作してたわみ試験を繰り返し実施した結果、札幌ベニヤ株式会社製道産材シナ4mm合板を用いた場合、フェイス単板の軸方向を棚板の奥行方向にすることによって、強度が安定して増すことを発見したのです。棚板たわみ試験は、0.39kNのおもりを載せた状態でたわみ量を計測しました。棚幅を840mmとしたため、4.2mm以下で合格となりますが、その半分の2.1mm（トドマツの中接ぎ材と同等）を目標にしました。道産材シナ4mm合板の木目を棚板の幅方向に用い、幅20mmの中芯で補強し、厚さ21mmのフラッシュ構造でたわみ量2.2mm以下の性能を持つ棚板を製造することができたのです。

■トドマツ集成材の書架

改良型書架の天板・地板・側板には、厚さ30mmのオホーツク産トドマツ集成材を用いました。背板は、道産材シナ4mm合板を用いたフラッシュ構造とし、棚板はトドマツ中接ぎ材とフラッシュ構造のもの各5枚ずつ厚さを21mmで製作しました。その結果、木部の総重量は0.57kNとなり、タモ集成材の書棚1.16kNと比較して半分以下の軽量化に成功しました。コスト面では、箱部分についてはタモ集成材とトドマツ集成材の価格差により、材料費を1割削減することができました。棚板については、タモ集成材から道産材シナ4mm合板のフラッシュ構造のものに全て変えることによって、約7割削減することが可能になります。



(改良型耐震木製書架試作)

■ウッドデザイン賞2015入賞

昨年9月、オホーツク総合振興局東部森林室に在任されていた時にお世話になり、現在北海道水産林務部森林環境局森林活用課首席普及指導員 兼 林業普及担当課長となられた大堀尚己氏からメールが届きました。

その内容は、次のとおりです。

第1回ウッドデザイン賞（新・木づかい顕彰）の応募を受付中（9月30日まで）なので、ご案内を差し上げました。

建築・空間、木製品、取組、技術・研究等、木に関するあらゆるモノ・コトが対象です。「これは！」というモノ・コトがありましたら、ご応募を！

建築・空間は竣工後5年以内のものが対象となります。詳細は下記のホームページをご覧ください。

<https://www.wooddesign.jp/>

「ウッドデザイン賞」は同賞運営事務局（公益社団法人国土緑化推進機構，NPO法人活木活木森ネットワーク，株式会社ユニバーサルデザイン総合研究所）が主催して今年スタートさせた表彰制度です。「ライフスタイルデザイン」「ハートフルデザイン」「ソー

「ソーシャルデザイン」の3部門があり、全国の手企業や研究プロジェクトなどから3部門合わせて822点の応募がありました。

応募要項によると、審査料などの費用がかからないことから、軽い気持ちでチャレンジすることになりました。応募者名：北見木工協同組合、作品名：耐震木製書架として「ソーシャルデザイン」部門に応募しました。

作品の概要、アピールポイントは、以下とおりです。

快適な空間設計を追求して図書館が二重床になったことにより、地元の企業が地域材を活用して書棚をつくることは、とても難しくなりました。しかし、北見市は産官学一体となって耐震木製書架の開発に取り組み、北見市立中央図書館に北海道産タモ集成材の書架を導入することができました。さらに、大量伐期を迎えているトドマツを活用して軽量化・低価格化への研究開発を進め、合板に至るまで「道産材こだわり仕様」に対応しています。

10月16日に一次審査通過のメールが届き、11月19日、二次審査の結果「ウッドデザイン賞2015」受賞決定通知をいただきました。

ウッドデザイン賞を受賞した団体は、その証である商標「ウッドデザイン・マーク」を使用して受賞対象の広報活動や販売促進活動を展開することができます。マークは、木材の利用促進、市場の拡大、川上・川中・川下の連携と価値創造へ向けた取組を顕彰する「ウッドデザイン賞」の認知向上、情報発信、交流促進を目的とします。(マーク使用規定より抜粋)



■北見市立中央図書館オープン

北見市立中央図書館は、改築工事完了後約4カ月の移転準備期間を経て、12月23日オープンしました。



(「感無量です。」と話す中橋理事長)

これまで開発に心血を注いできた中橋理事長は、自然光を取り入れた明るく開放感のある空間に並ぶタモ集成材の耐震書架を見つめ、「組合員が一丸となり、多くの皆さんにご協力をいただきながら書架を図書館に収めることができました。今日初めて本が収納された様子を見て、あらためて膨大なエネルギーを使ってきたのだと実感しました。感無量です。」と喜びを囁みしめていました。

■おわりに

北見市における公共建築では、家具・建具工事が建物工事と分離して発注されています。このことが、官民一体となって技術革新に取り組むことを可能にしていると思います。行政の指導力と北見木工協同組合の挑戦を、北見工業技術センターはこれからも全力でお手伝いしてまいりますので、ご指導よろしくお願い申し上げます。