

9) 木材使用箇所

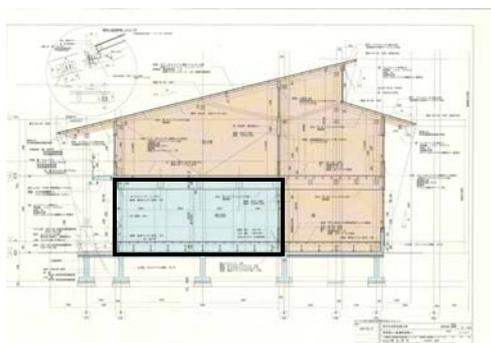
茂木中学校の建物は全てが木造構造ではなく、建築基準法や消防法等の関係法令を順守するため、校舎棟、管理棟は木造と鉄筋コンクリートの混構造となっています。

特に、教室部分については、床面の1階への音の課題、防火等の設備的な課題、無垢材では不可能な構造的課題により、普通教室棟、特別教室棟の1階教室部分と管理棟1階については、鉄筋コンクリート構造となっています。

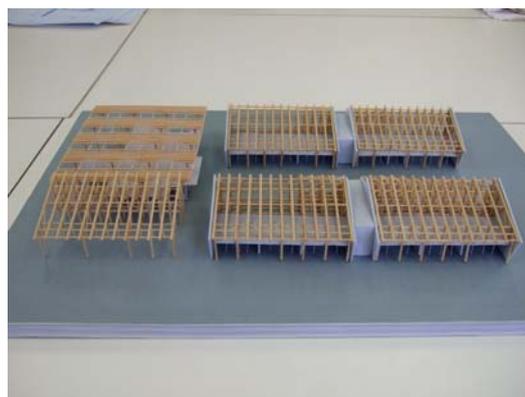
さらに、木材をできるだけ風雨にさらさないよう、南面のテラスの丸太柱、手すり、デッキ以外は外部に見えない仕上げとなっています。

町で用意した木材以外の不足材は全て芳賀地区森林組合を通じて購入し、県産材を使用している。

なお、仕上げ材として見えている部分と丸太材、構造材は全て町で用意した木材であり、仕上げ下地材等の見えない部分は購入材を使用している。



構造断面図



構造模型

10) 自然塗料の活用

今回建設している校舎棟・管理棟の内装は、全て無垢材を使用していることから、木材の水分を放出・吸収する特性を阻害しないよう、通常の石油系塗料は一切使わず、米ぬかやエゴマ等自然界の存在している原料を主成分とした自然塗料を床、壁の木材全てに使用しています。

木材本来の風合いと特性を生かすために、年に2回は生徒たちが自然塗料を雑巾がけすることで、本物の木材の特性を守ると共に学ぶ機会になればと考えています。

11) 児童・生徒の校外学習の場

今回の茂木中学校改築事業は、単に校舎建設に留めることなく、町内4小学校の4年生の校外授業として、また町内4中学校の生徒たちは、町内の林業、木材産業の状況、活用についての学習の場として、そして先人が残してくれた大切な木であることを理解してもらう機会を設けました。

また、茂木中の建設現場では、古来の儀式に則った「上棟式」を行うにあたり、茂木中の生徒全員も参加し、木造の建物の理解を深めてもらいました。



伐採した町有林での見学



木材ストック場(旧クラリオン)の見学



上棟式に参加した教諭と生徒

12) 環境に配慮した学校施設（エコスクールパイロットモデル事業）

近年、地球規模の環境問題が共通課題として提起されており、今回の茂木中改築事業においても、環境負荷の低減や自然との共生に対応した施設とし、環境教育の教材として活用できるよう文部科学省だけでなく関係省庁等からの補助により整備推進を図りました。

太陽光発電施設は、「NEDO(経済産業省)の太陽光発電地域新エネルギー等導入促進事業」と「GIAC(東電)グリーン電力基金助成事業」により、管理棟の屋根を利用し、20kwの発電施設を設置します。

また、屋外環境施設である自転車置場や屋外倉庫(2棟)は、「強い林業・産業づくり交付金事業」林野庁(1/2補助)及び栃木県(1/10補助)により、地域材を活用した木造の施設を建設しました。

さらには、校舎建設においても木質化のほか、再資源化タイル使用や自然換気、省エネ型の照明器具や空調設備(補助基準上乘せ)により、環境に配慮した施設づくりをしています。

【契約関係】

- | | |
|-------|------------------------------------|
| ①契約名 | 茂木中学校地域材活用施設新築工事 |
| ②契約日 | 平成20年 8月13日 |
| ③工期 | 平成20年 8月20日～平成20年12月10日まで |
| ④請負金額 | ¥40,582,000円 (内消費税相当額 ¥1,875,000円) |
| ⑤請負業者 | 栃木県宇都宮市西一の沢町8番22号 東洋建設株式会社栃木営業所 |
| ⑥補助金名 | 強い林業・産業づくり交付金事業 (林野庁・栃木県) |
| ⑦補助金額 | 最終契約額の国(5/10)県(1/10)の補助 |

- | | |
|-------|---------------------------------------|
| ①契約名 | 茂木中学校太陽光発電設備新設工事 |
| ②契約日 | 平成20年 8月 6日 |
| ③工期 | 平成20年 8月 7日～平成20年12月10日まで |
| ④請負金額 | ¥19,845,000円 (内消費税相当額 ¥945,000円) |
| ⑤請負業者 | 栃木県宇都宮市大寛2丁目5番22号 宇賀神設備株式会社 |
| ⑥補助金額 | NEDOより 6,000,000円 グリーン基金より 4,000,000円 |

13) 木製備品の導入（とちぎの元気な森づくり県民税事業）

栃木県が今年度より導入した「木の香る環境づくり支援事業(とちぎの元気な森づくり県民税事業)」を活用し、生徒用の机・椅子や多目的ホールなどの丸太ベンチやテーブル等を、全て今回町が用意した町有林の桧材(建設で利用した材)を利用し木製で整備しました。

また、生徒用の木製の机・椅子は、茂木中だけでなく町内すべての中学校に整備しました。

特に、生徒用の机・椅子の制作にあたっては、学校と協議し、実際に生徒の意見を調査し、地元建具組合の意見を集約するなどし、使いやすく長持ちする茂木町仕様のもので、現在、4回目の改良を重ね、教員・生徒に好評を得た試作品がやっと完成し発注しました。(今後意匠登録を考えています。)



改良を重ねた生徒用の机・椅子の試作品



休み時間に生徒から意見聴取



多目的スペースの丸太ベンチ

【契約関係】

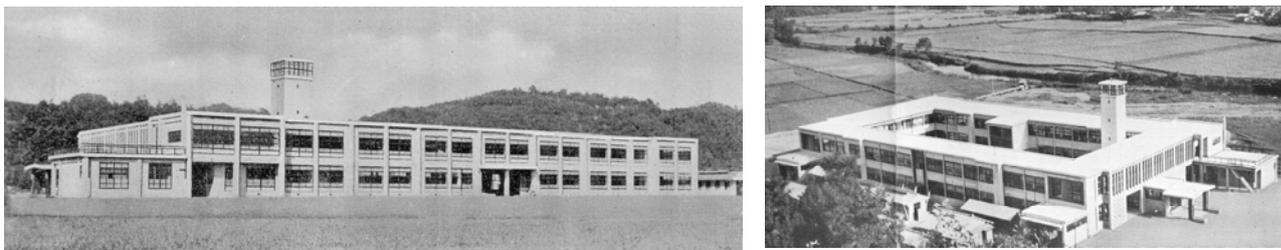
- ① 契約名 平成20年度木の香る環境づくり支援事業茂木中学校木造・木質化(造作家具)整備工事
- ② 工期 平成20年10月10日～平成20年12月10日まで
- ③ 請負金額 ￥9,922,500円 (内消費税相当額 ￥472,500円)
- ④ 請負業者 栃木県宇都宮市西一の沢町8番22号 東洋建設株式会社 栃木営業所
- ⑤ 補助金名 木の香る環境づくり支援事業 (県補助) 750万円を上限に補助

14) 設計業務委託の概要

- ① 契約名 茂木町立茂木中学校改築工事基本設計業務委託
 - ② 履行期間 平成17年11月15日から 平成18年3月10日まで
 - ③ 委託費 ￥7,140,000円 (内消費税相当額 340,000円)
 - ④ 請負業者 (株)楠山設計 代表取締役 久寿米木 康宜
-
- ① 契約名 茂木町立茂木中学校改築工事实施設計業務委託
 - ② 履行期間 平成18年5月 8日から 平成19年3月10日まで
 - ③ 委託費 ￥25,200,000円 (内消費税相当額 1,200,000円)
 - ④ 請負業者 (株)楠山設計 代表取締役 久寿米木 康宜
-
- ① 契約名 茂木町立茂木中学校改築工事監理業務委託
 - ② 履行期間 平成19年4月20日から 平成21年1月20日まで
 - ③ 委託費 ￥23,730,000円 (内消費税相当額1,130,000円)
 - ⑤ 請負業者 (株)楠山設計 代表取締役 久寿米木 康宜

15) 旧校舎の状況

昭和34年10月旧校舎完成当時の全景 (当時は北関東一と称される)



平成19年6月現在の旧校舎の全景 (48年経ってもモダンに見える校舎も危険校舎と診断される)



茂木中学校改築事業を振り返って

1) 当初に課題を設定

本町では、学校建設において20年前から内装木質化を推進し学校建設に取り組んできましたが、今回の茂木中学校建設事業は、単に木質化に留めることなく樹齢70年以上の町有林の木材の有効活用をすることにより、構造材にも無垢材を使用し建設する方針を決定しました。

事業を振り返ると、茂木中学校改築事業開始時に、町長から指示があったことは、「木を生かすことは当然だが、学校施設はとにかくすべてがシンプルであること。」設計事務所はどうしても機能性よりもデザインを重視してしまうので、その点をチェックするようにとのことでした。

このようなことから以下のような課題を設け基本設計に取り組みました。

- ① 平面計画はできるだけ凹凸がなく四角い間取りにする。
- ② 屋根はこう配屋根で、天井トブライトは設けない。
(木造を守るため軒先を深くする代わりに北面採光を確保しました。)
- ③ 学校と相談し、生徒が日常生活の中での滞留時間が長い所と短い所でメリハリをつけた間取りとする。
(学年ごとに普通教室を分散。同学年の交流を重視し廊下兼ワークスペースを広く設けました。)
- ④ 特別教科への導線を明確にする。(普通教室棟と特別教室棟では廊下の幅が違います。)
- ⑤ デッドスペースはできるだけ物入れスペースとする。
(小規模でも多くの物入れスペースを確保でき、学校にも好評です。)
- ⑥ 体育館は各種スポーツのコート基準を守る。
(特にバレーボールは白線上で11.5mの天井高を確保しています。)
- ⑦ 体育館はアリーナの面積を重視した平面計画とする。特にバスケットコート2面を確保。
器具庫は全ての器具をチェックし、収納できるスペースを確保する。
- ⑧ アリーナの床材は「アサダザクラ」とする。床材のコストは削らない。
- ⑨ 体育館の壁等の仕上げは式典等にも利用するので、音響にも配慮する。
また体育館は寒いイメージがあるので、暖房、断熱効果のある構造とする。(体育館はRC造で建設。)
- ⑩ 既存校舎の解体と体育館の完成等段階的に学校の使用箇所が変わるので、それに対応できる全体計画であること。町の都合で在校生に不便を強くないようにする。
- ⑪ 最近保護者の送り迎えが多くなっているので、玄関にはロータリーを設ける。
- ⑫ 進入口から自転車置場、校舎への導線はできるだけ短くする。合わせて、自転車置き場から校舎へは雨の日等濡れないで入れるようにする。
- ⑬ 中庭には植栽やモニュメント等は一切設置せず、屋外でも交流できるよう天然芝のみとする。

上記の課題はすべてクリアしましたが、今回の事業の最大の課題は町で用いた木材の有効活用と木造建築物として木を最大限に生かすという課題は建築基準法や消防法等の規制からRC造との混構造の建物となってしまいました。ただし、無駄なく使用するという観点からは、丸太材の皮は山のたい肥となり、現場で発生した残材は生徒用の机・椅子やテーブル等に活用でき、バタ材はたい肥となりました。

2) 木造施設の利点

木質空間の保湿性については、すでに愛知教育大学の研究により年間を通して学校の理想湿度が保たれますが、RC造では夏と冬は保たれないという成果がありますが、茂木中学校ではそれを実証できました。今年の1～2月の乾燥時期でも湿度はほぼ50%をしまわることがなく、最低でも46%の日があっただけです。さらに、6月の梅雨時期でも現在最大65%であると学校から報告がありました。今後も学校に依頼し湿度のデータ収集を行い、保湿性の実証をしたいと考えています。

次に、昨年12月末より学校生活が始まりましたが、冬季の朝は暖房が付いているのかと勘違いするほど暖かく、ぬくもりを感じると学校から報告がありました。1月下旬の朝、日直の先生がカギを開けると校舎が暖かいので暖房を切り忘れたかと、校舎を見廻っても暖房がついていなかったという笑い話までであると聞いています。さらに、6月の梅雨時期でも湿度がないだけでなく、冬とは逆に冷房をつけていると勘違いするほどすずしさを感じます。

そして何よりも木造の良さは、床の無垢材の柔らかさにあります。成長期にある中学生にとって床が柔らかいことが何よりであると学校からの報告も受けています。特に階段は全てRC造の下地となっていることからその比較ができ、木造の優しさが実感できると考えています。

桧の香りによるリラックス効果と脳の活性化作用についても諸説ありますが、自然界にある成分のみの自然塗料を使用することで、化学塗料のように塗膜を作らないことから香り成分が持続しており、生徒も落ち着いて生活しているとのことでした。

さらに、構造上からも、どうしても学校運営上、あとからコンセントやLAN配線等を増設しなければならない場合もRCでは改修できない配線も可能であり、今後も学校の要望に応えられるような改修が容易であると考えています。

当町は茨城県との県境の八溝山地に位置し、昔より「八溝杉」の産地でしたが、木材の経済状況の不振から低迷を続けていました。しかしながら町内には多くの大工職人がおり、現在でもほとんどの一般住宅は木造で建設しております。施工にあたっては請負業者と町が協力し合い施工技術の地域連携として、町内大工を募集し、常時10名以上が施工に携わることができたのも、木造ならではのメリットです。

3) 木造施設の欠点

木造施設の利点を裏返せば欠点でもあります。無垢材・自然塗料にこだわったため、床材・壁材の板の動きが大きく、冬季に目地が空いてしまうところも多くありました。木の特性から仕方ないことなのですが、無垢材の動きの大きさには驚かされました。

建具等の材料も町で用意した自然乾燥材であるため、引き違いの木製建具等に多少狂いが生じてきましたが、これは当初からある程度想定済みでありましたが、町内の建具屋さんにも調整してもらうことで対応可能となっています。

さらには、床面に汚れがつきやすく、鉛筆の芯や消しゴムのかすが付いてしまいます。ただし、細目のサンドペーパーで簡単に取ることができます。

4) CO2削減と貯留量

今回の茂木中改築事業において、どれくらいのCO2が削減できたか、またCO2貯留量があるのか、地球温暖化にどれだけ貢献できたのかを算出しました。

① CO2削減量について

●概説

木の学校づくりは、二酸化炭素の排出量制限に貢献する。

まず、木そのものは成長の段階の光合成により二酸化炭素を吸収し、酸素を排出する性質がある。よって木を建築物の材料として使用することは、炭素を木材の個体内に固定している状態といえる。さらに、計画的に木を使うことにより、森林が活性化され、建築材料のみを見た場合、二酸化炭素の吸収を促進することとなる。

一般に鉄筋コンクリート造の建築物が、建設時に二酸化炭素を多く排出することと比較すると、非常に大きな環境負荷低減効果といえる。運営面でも省エネルギー効果が期待できるが、建設時の二酸化炭素排出抑制はこれに比して大きな効果がある。

このことから学校施設における木の活用の促進が大きな意味を持っているといえる。

※出典：「木の学校 早わかり木の学校」文部科学省

●茂木中学校の建設に係る二酸化炭素排出量の推計

[原単位について]

既存調査データ（中村勉氏：ものづくり大学教授）によると、木造校舎と鉄筋コンクリート造校舎において単位床面積あたりの建設にかかわるCO2排出量の比較では、鉄筋コンクリート造を100としたとき木造では66となり、34%の削減になることが示されている。

グラフより読み取ると、鉄筋コンクリート造校舎の建設時の二酸化炭素排出量は650kg-CO2/m²であるのに対して、木造校舎の建設においては約430kg-CO2/m²となっている。

[対象床面積]

茂木中学校の構造は1階の一部を鉄筋コンクリートとした木造との混構造であるが、校舎のすべてが木造であると仮定して、茂木中学校の建設時の二酸化炭素排出量算出対象床面積とする。

○校舎： 管理棟 (1782.40) 普通教室棟 (1577.36) 特別教室棟 (1268.08)

○屋外：自転車置場 (267.74) 屋外倉庫1 (86.95) 屋外倉庫2 (86.95) 合計 5069.48 m²

[二酸化炭素排出量の推計]

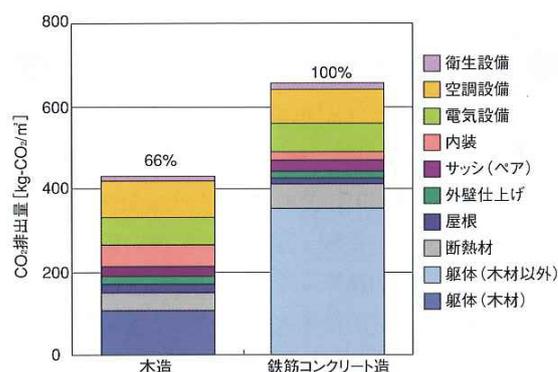
茂木中学校の建設時における二酸化炭素排出量は、以下の計算にて算出される。

$$5,069.48 \text{ m}^2 \times 430 \text{ kg-CO}_2/\text{m}^2 = 2,179,876.64 \text{ kg-CO}_2 \dots \text{約} 2,200 \text{ t-CO}_2$$

つまり、鉄筋コンクリート造と比較して約1,100 t-CO₂が削減される。

林野庁によると、80年生のスギ人工林は1haあたり約170t、年間平均で約2.1tの二酸化炭素を吸収するとされている。(http://www.rinya.maff.go.jp/seisaku/sesakusyukai/ondanka/a-2.html)

したがって、茂木中学校の建設では木造とすることで、約 **12.9haのスギ人工林**が吸収する二酸化炭素を削減することができたと推計される。



*建築物のLCAツールver4.0を用いて算出

*サッシ、断熱材、電気・空調・衛生設備に関しては、同じ設定

*木造の屋根の仕上げは瓦

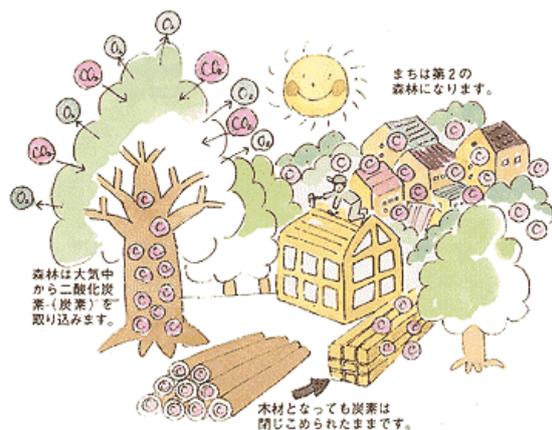
*木造の構造体の材積は平均値（「木の学校選集（文部省）」の2,000m²以上の木造校舎の木材使用量による）

図5 単位床面積あたりの建設にかかわるCO2排出量の比較 (中村勉)

② CO2貯留量について

今世界では、最大の温暖化ガスである二酸化炭素を固定・貯留する技術の開発が喫緊の課題となっています。

二酸化炭素の固定・貯留でもっとも安価で容易な技術は、二酸化炭素を固定・貯留した木材の活用を活用することです。茂木中学校の校舎の二酸化炭素の固定・貯留量を計測し、地球温暖化防止への貢献を調べました。



「木材のすすめ」より (財)日本住宅・木材技術センター

茂木中学校のCO2固定・貯留量と身近なCO2排出量との比較



人間が排出するCO2は年間約320kg ⇒ **2,440人分** に相当します



乗用車が排出するCO2は年間約2,300kg ⇒ **339台分** に相当します

5) 建築基準法による制限

今回の茂木中改築事業は「建築基準法」との戦いでもあり、当初からシンプルな平面計画をしようとするのに規制があり、RC造では自由に計画できるのに、面積上限の3,000㎡があるために、1棟の建物として建設できない。500㎡ごとに防火区画が必要となるため、防火扉や構造体をRC造で分けなければならない等の制限を受けながら計画していきました。

その他にも、木造3階建ての学校は造れない。法38条がなくなり特殊構造は認められない。木材の性能が評価されないことから木造の構造解析ができなく、大学の授業も無くなっている状況にあるとのこと。このような状況では学校に限らず木造建築物の普及はあり得ないと思われる。

最後に、現在は学校整備においては木造・木質化の流れとなってきているので、ぜひ国交省だけでなく、国を挙げてもう一度法的整備を進めてほしいと思います。

二酸化炭素固定・貯留量算定証書

発行番号 09-0003

平成21年5月20日

茂木町長 古口 達也 様

平成21年5月11日付で御依頼のありました二酸化炭素の固定・貯留量算定結果について、下記のとおり報告します。

建 物 名 茂木町立茂木中学校 (建築面積6,837㎡)

建築場所 芳賀郡茂木町大字茂木72番地

二酸化炭素 固定・貯留量 **780.8 t-CO₂**

* 上記算定結果には、校舎のほか屋外運動場、附帯建物及び机・椅子等の備品も含まれます。



栃木県宇都宮市小幡2丁目4番5号

NPO 法人日本樹木育成研究会

理事長 吉澤 光三



茂木町MAP

—もてぎのふれあいの郷 地域活動MAP—



茂木町教育委員会 生涯学習課

〒321-3531 栃木県芳賀郡茂木町大字茂木 143-1
 (Tel) 課長 0285-63-3337 (直通)
 施設係 0285-63-3338 (直通)
 (Fax) 生涯学習課 0285-63-1138