

木質バイオマス燃料機器の導入における 設備設計手法の検証

加藤 義貴

関東地方整備局 営繕部 整備課 (〒330-9724 埼玉県さいたま市中央区新都心2-1)

関東地方整備局営繕部では、平成22年に「公共建築物における木材の利用の促進に関する法律」が施行されたことを受け、公共建築物について木造化、内装の木質化、木質バイオマス燃料の導入に努めているところである。

本論文では、木質バイオマス燃料に着目し、運用開始から1年を経過した「木曾森林管理署南木曾支署」のエネギーデータを収集し、木質ペレットボイラーの有用性について検証する。

キーワード 木質バイオマス燃料, カーボンニュートラル, 化石燃料, CO₂排出量低減

1. はじめに

木材の利用の確保を通じた林業の持続的かつ健全な発展を図り、森林の適正な整備及び木材の自給率の向上に寄与するため、平成22年5月に「公共建築物等における木材の利用の促進に関する法律」が公布された。同法の施行を受け、官庁施設の整備において、これまで以上に木材利用を推進しているところである。

同法では、木造化、内装の木質化以外に木質バイオマスのエネルギー利用についても規定されているが、同法成立から10年が経過し、木造化、木質化の事例は増えつつあるが、木質バイオマスの活用事例はまだ少ない。更なる普及促進を図るため、関東地方整備局における整備事例を紹介するとともに、その有用性について検証する。

2. 木質ペレットボイラー導入経緯

木曾森林管理署南木曾支署(図-1、図-2)は、平成30年1月に竣工した木造庁舎である。玄関ホール、廊下、階段、会議室の腰壁はヒノキ羽目板張り、床はカバザクラ無垢材仕上げとし、柱、梁等の構造材にも木材を使用しており、木材利用の推進に寄与した建物となっている。

木質バイオマスのエネルギー利用についても重要な検討項目と考え、その中でも木質ペレットを燃料としたボイラー(以下「木質ペレットボイラー」という)の導入検討を行うこととした。木質ペレットを選んだ理由としては、旧庁舎では木質ペレットストーブの使用実績があり、既に木質ペレットに馴染みがあるため、他の木質バイオマス燃料を採用するよりも、運用面において相手庁の負担が少ないと考えたためである。

木質ペレットボイラーの導入にあたり、今までよりも大量の木質ペレット燃料の調達が必要となるため、供給

体制の確認を行ったところ、当該地域は近隣から安定的な供給体制が確保されていることが確認できた。次に、運用段階において、燃料の補給方法、運転管理、燃焼灰の処分など木質ペレットボイラー特有の対応が必要となることから、管理官署へ運用による諸条件説明及び協議を行った。今回は森林管理署ということもあり、木材利用推進施策に理解と同意を得ることができたことから、木質ペレットボイラー導入に至った。



図-1 木曾森林管理署南木曾支署 外観



図-2 庁舎 内観

本庁舎の建物概要を下記に示す。

所在地：長野県木曾郡南木曾町読書3650-2

構造：木造 階数：地上2階 延べ面積：458㎡

3. 木質ペレットボイラーの特徴

木質バイオマス燃料は、原料が木であり、燃焼させれば必ずCO₂が発生する。ただし木は成長する際に大気中のCO₂を吸収・固定しているため、それを燃焼により大気に放出しても、大気中のCO₂量は変化しないカーボンニュートラルとなり、木質ペレットもその1つである。

木曽森林管理署南木曽支署に設置された木質ペレットボイラーを図-3に示す。



図-3 木質ペレットボイラー

4. 木曽森林管理署南木曽支署における性能確認

(1) 空調方式概要

1階事務室1、事務室2、署長室には温水ルームヒーターを設置し、木質ペレットボイラーからの温水を熱交換してルームヒーターに流すことで、暖房を行っている。配管システム図を図-4に示す。基本的にはルームヒーターで暖房を行うが、暖房運転開始時（立ち上がり時）に補助的ではあるがマルチパッケージ形空気調和機を用いて短時間で部屋を暖める運転を可能としている。冷房は、マルチパッケージ形空気調和機で冷房を行っている。

主要熱源機器を下記に示す。

主要熱源機器

- ・冷房用：マルチパッケージ形空気調和機（冷暖兼用）
- ・暖房用：木質ペレットボイラー（暖房専用）

(2) CO₂排出量の確認

以下のデータに基づき年間CO₂排出量を算出する。

- 新庁舎：使用電力量（2019年3月～2020年2月）
- 旧庁舎：使用電力量（2016年4月～2017年3月）及び年間灯油使用量
- 類似施設：使用電力量（2017年4月～2018年3月）及び年間灯油使用量
- 新庁舎（暖房を全て電気式のマルチパッケージ形空気調和機で行ったと仮定した場合）：シミュレーションに基づく使用電力量

(3) 確認結果

新庁舎の年間CO₂排出量と、旧庁舎の年間CO₂排出量の比較を図-5に示す。新庁舎はカーボンニュートラルの考え方から、木質ペレットの燃焼によってCO₂排出はされないこともあり、約10.8トン、約50%のCO₂排出量が削減されていることが確認できた。

減されていることが確認できた。

仮に本庁舎が灯油を使用した暖房を行った場合のCO₂排出量を算出してみると、次になる。

木質ペレットを1kg燃焼させたときに得られる熱量は、低位発熱量で16.5MJ/kgであり、灯油で同等の熱量を得るためには、灯油の低位発熱量43.5MJ/kg、密度0.79kg/L³より、約0.5（≒16.5÷(43.5×0.79)）(L/kg)必要となる。

本庁舎にて使用された木質ペレットは1,580kg/年であり、灯油で換算すると約790L/年となる。灯油1L当たりのCO₂排出量は2.49 kg-CO₂/L³なので、仮に本庁舎が灯油を使用した場合と比較して、年間約2トンのCO₂が削減されたことになる。

図-5に、木質ペレットボイラーで得られた熱量と同等の熱量を灯油で得る場合に発生する年間CO₂排出量を赤点線で示す。

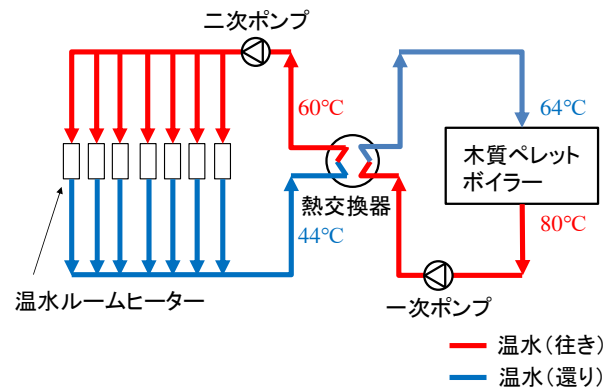


図-4 配管システム図

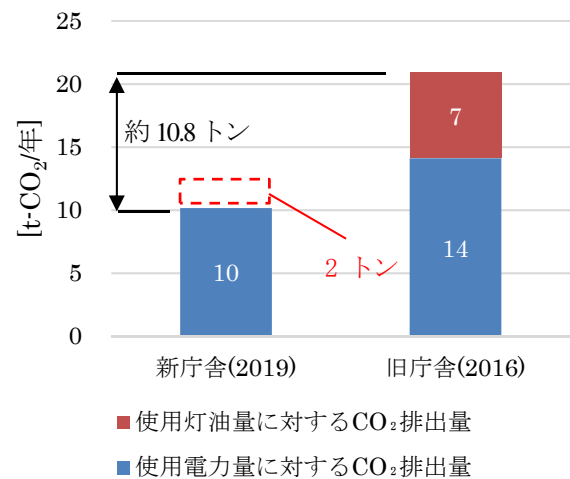


図-5 新庁舎と旧庁舎の年間CO₂排出量比較

次に、本庁舎と類似施設との単位面積当たり年間CO₂排出量の比較を図-6に示す。

近隣の類似4施設と比較すると、4施設平均より約8.8 kg-CO₂/年・m²少なくなっている。

このことから類似案件と比較しても本庁舎はCO₂排出量の少ない建物となっていることが確認できる。
類似施設の概要を表-1に示す。

表-1 施設概要

施設名	所在地	規模
富山森林管理署	富山県富山市	W-2 462m ²
北信森林管理署	長野県飯山市	W-2 494m ²
東濃森林管理署	岐阜県中津川市	W-1 588m ²
岐阜森林管理署	岐阜県下呂市	W-1 529m ²

最後に、暖房を全て電気式のマルチパッケージ形空調機で行ったと仮定したシミュレーションにおける年間CO₂排出量と、新庁舎の年間CO₂排出量の比較を図-7に示す。

シミュレーションにおける年間CO₂排出量よりも、新庁舎の年間CO₂排出量が約3.5トン低い値になっていることが確認された。このことから、マルチパッケージ形空調機だけで暖房を行った場合と比較して、CO₂排出量を抑えた建物となっていることが確認できる。

5. コストについて

本庁舎は山間部に立地し暖房負荷が大きく、冬期の空調機器選定がCO₂排出量の削減に大きく関わることから、暖房機器の「木質ペレットボイラー」と「灯油を燃料とした温水発生機」でコストについて評価を行う。イニシャルコスト及びランニングコスト比較を表-2に示す。

表-2 コスト概算

暖房機器	イニシャルコスト	ランニングコスト
木質ペレットボイラー	15,400千円	640千円/年 (メンテナンス費含)
灯油だき温水発生機	14,300千円	520千円/年 (メンテナンス費含)

イニシャルコストについては、僅かであるが灯油だき温水発生機より割高となる。その理由の1つは、木質ペレットボイラーの国内での普及がまだ進んでおらず、大量生産による合理化が図りづらいことが考えられる。普及が進まないことにより、製造メーカーが限られ、製造各社の機器仕様を取りまとめた規格が定められていない状況である。

ランニングコストが割高な理由としては、後述する木質ペレット購入費が、灯油等と比較して割高なことが挙げられる。

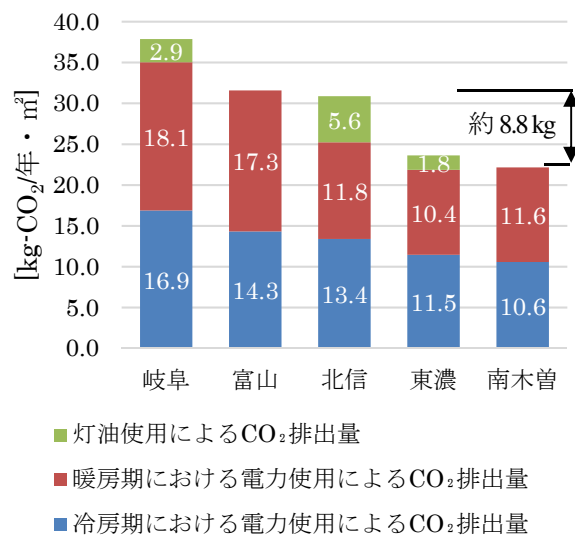


図-6 単位面積当たり年間CO₂排出量比較

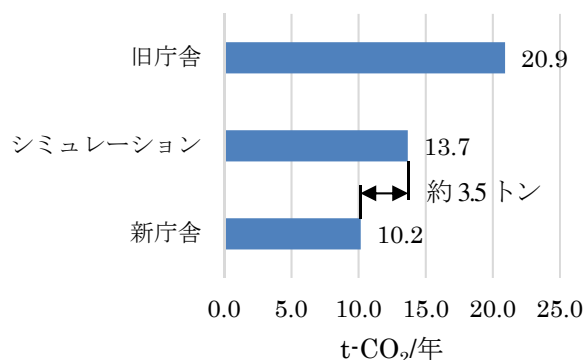


図-7 年間CO₂排出量比較

例として、木質ペレットの購入費と、灯油の購入費について、比較を行う。

木曾森林管理署南木曾支署で購入しているペレットは、管理官署へのヒアリングより、60~80円/kg (平均70円/kg) である。新庁舎で使用された木質ペレットは、年間で2,260 kgであったため、年間の木質ペレット購入費は、

$$70\text{円/kg} \times 2,260\text{kg/年} = 158,200\text{円/年}$$

となる。

一方、灯油の単価 (白灯油18L缶) は、長野県で83円/L⁹⁾である。新庁舎で使用された木質ペレットで得られた熱量を灯油で得ようとした場合に、必要な灯油量は、

$$2,260\text{kg/年} \times 0.5\text{L/kg} = 1,130\text{L/年}$$

よって、年間の灯油の購入費は、

$$1,130\text{L/年} \times 83\text{円/L} = 93,790\text{円/年}$$

となり、木質ペレットの購入費の方が、64,410円/年割高となる。

現時点では、コストの面で灯油よりも割高な木質ペレットであるが、今後、環境負荷低減の考えが世の中に浸

透してさらに普及が進み採用事例が増え、量産化など製造工程が進化する中で、より安価に製造されるようになれば、コスト的なデメリットは改善されていくと思われる。

6. 運用改善の提案

現在の運用では、暖房期はボイラーの運転開始時（立ち上がり時）にマルチパッケージ形空気調和機を使用し、木質ペレットボイラーからの温水が所定の温度に達した段階でマルチパッケージ形空気調和機を停止させている状況が確認された。

1階事務室の暖房を温水によるルームヒーターだけで運転させた場合の年間CO₂排出量を図-8に示す。新庁舎の年間CO₂排出量は、現状よりも約0.7トン削減できることが確認された。

このことから、ボイラーの運転開始時間を前倒してマルチパッケージ形空気調和機の使用を控えるなど、運用を見直すことで、適正な室内環境を維持しつつ、よりCO₂排出量を削減することが可能と考えられる。今後の設備設計において、入居庁との協議において検討していくべき内容と考える。

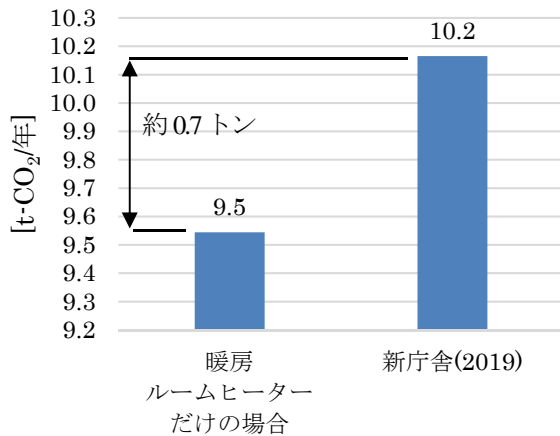


図-8 新庁舎の1階事務室暖房を全てルームヒーターのみで運転した場合の比較

7. おわりに

当該施設における木質ペレットボイラーの運用実績に基づく効果検証を行い、一定の温室効果ガス削減が図られていることが認められた。現状ではコスト面で不利ではあるものの、今後普及が進むことにより、価格も低減していくことが期待される。また、木質ペレットボイラー導入のための条件整理を行うとともに、運用から把握できた課題等も抽出し、運用改善の提案を行った。今後も運用状況の把握に努め、設計手法について改善を図

ていきたい。

木質バイオマスのエネルギー利用については、燃料の供給体制確認等、通常の空調システムには無い課題も多いが、「公共建築物等における木材の利用の促進に関する法律」に規定される重要な環境対策であり、環境対策を進めていく上で条件が整えば管理官署の理解や協力を得ながら積極的に導入を推進していきたい。

また、木曾森林管理署南木曾支署では、木材利用の普及のため、「木質ペレット」の紹介として整備局より提供された図-9のポスターを活用し本庁舎内で掲載するなど、来庁者への広報活動を行っている。

さらなる木材利用の推進のためには広報活動も重要であり、今回の論文発表をはじめ今後も様々な取組を継続していきたい。

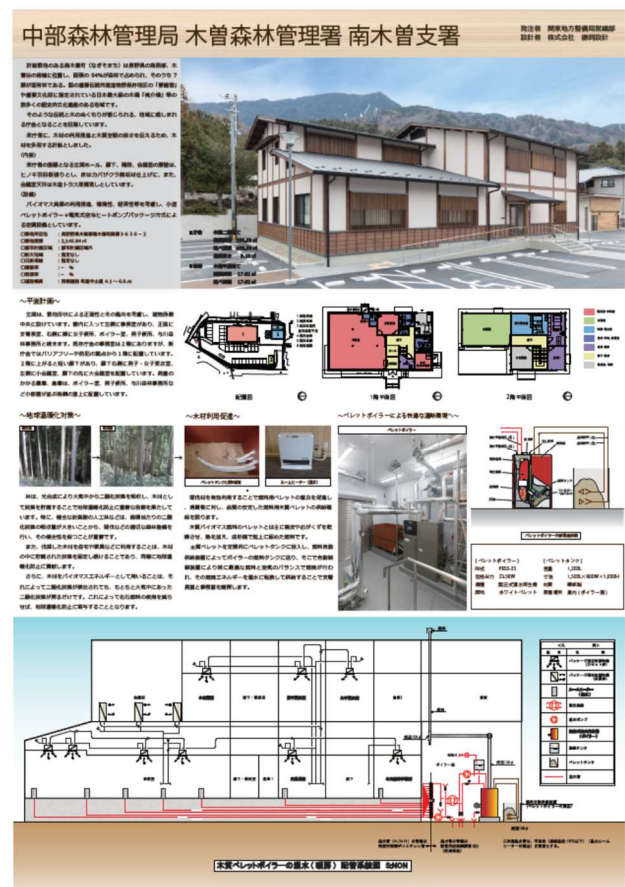


図-9 南木曾支署における木質ペレットの紹介

8. 参考文献

- 1) 空気調和衛生工学会：建物用途における木質バイオマス利用のポイント
- 2) 公共建築協会：平成30年版 建築設備設計基準
- 3) 環境省：算定・報告・公表制度における算定方法・排出係数一覧
- 4) 建設物価調査会：建設物価2020年4月号