

銚子出張所庁舎新営工事 ～環境負荷低減(ZEB)の取り組みについて～

上野 渉哉・菅 貴史

関東地方整備局 江戸川河川事務所 工務第二課 (〒278-0005 千葉県野田市宮崎134)

今後、地球温暖化がさらに進む中で、官公庁施設として、温暖化対策政策の継続性を見据えるとともに、その予見性を高め、脱炭素に向けた取り組みを実施することは責務である。2021年には、地球温暖化対策推進法の一部を改正する法律が成立し、2050年までのカーボンニュートラルの実現が基本理念として位置づけられた。官公庁施設の整備にあたっては、基本理念に基づき、各性能の確保及び総合的な調和を考慮しつつ、環境負荷の低減及び周辺環境の保全に配慮することが求められており、本稿では、新築工事中である銚子出張所庁舎（以下「本施設」という。）における、脱炭素に向けた効果的な取り組みについて、考察するものである。

キーワード 環境負荷低減、ZEB (Net Zero Energy Building)、維持・管理

1. はじめに

本施設は、管理区間における河川の維持・管理、工事監督及び河川に関する許認可窓口業務を行う施設であり、災害時においては、災害応急対策活動の拠点として、水防機関等と連携し、河川管理施設の保全、応急対策活動等を行う。そのため、災害時においても、所管施設の緊急点検、被害状況の把握、各種情報の受発信等の災害応急対策活動に支障をきたさないよう、活動空間の確保と電力・通信・給排水等の設備機能を確保する必要がある。

本施設の既存庁舎は、築後51年が経過しており、老朽化が著しいほか、洪水及び津波による浸水区域内に建設されており、2011年3月の東日本大震災においては、津波による庁舎の浸水及び設備機器等の破損が生じ、出張所の役割を果たすことが難しい状態であった。そのため、老朽化の改善及び災害時の継続的な庁舎機能の確保を目的とし、浸水区域外への庁舎移転を計画し、2025年度より着工した。(図1)



図1 建物パース

2. 課題と目的

我が国では、2050年カーボンニュートラル実現に向け、建築分野におけるエネルギー消費削減が重要な課題となっている。国土交通省では「建築物省エネ法」及び「ZEBロードマップ」、「官庁施設の環境保全性基準」に基づき、新築事業については、40%以上の一次消費エネルギー量を削減するZEB Oriented相当を目指すこととしている。特に出張所は、災害時の防災拠点機能を有し、地域の脱炭素化を牽引する象徴的な施設であることから、ZEB化の推進対象として、重要な役割を担う。また、ZEB化を推進することで、消費エネルギー削減に寄与し、環境負荷低減につながる。そのため、本稿では、本施設を対象とし、ZEB化への効果的な取り組みについて、整理・考察する。

2. 計画概要

(1) 地域概要

計画地である、銚子市は千葉県の北東部にあり、都心から約100km、千葉県の最北端に位置する。中央地域では、醤油蔵や旧商家等の歴史的建築物と共に銚子駅舎、消防署等の近代的な建築物が建ち並び、新しい景観を形成している。

(2) 建物概要

建物概要については、以下のとおりである。
構造・規模：鉄筋コンクリート造 地上2階
敷地面積：699.03 m²
建築面積/延べ面積：292.49 m²/529.72 m²
耐震安全性：Ⅱ類・A類・甲類

(3) 配置計画

建物は東西に軸を取り敷地西側に寄せて配置し、東側には、災害活動エリアを含む屋外施設を設けた。また、南側道路は銚子駅、近隣小学校への主要アクセス道ため、車両入口については、東側に、歩行者入口は歩車分離の観点から南側に設けた。(図2)

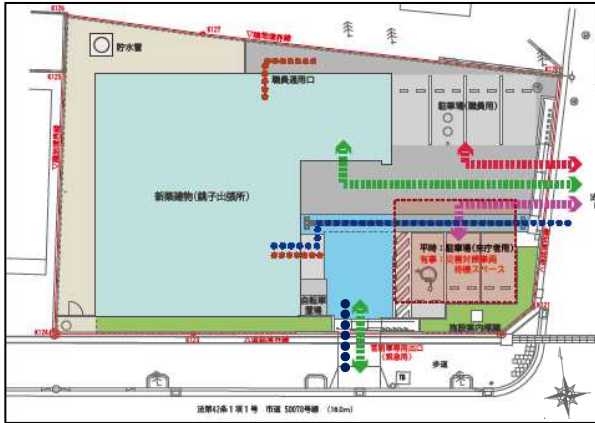


図2 配置計画

(4) 平面計画

1階には河川に関する窓口業務を行う事務室を配置し、来庁者にもわかりやすく、受付対応が容易であり、利用者の利便性が高い計画とした。また、1階のセキュリティ扉により、来庁者エリアと職員エリアを明確に区分し出入口・通路共に分離することで、動線の交錯をなくし、施設の機能性及び保安性の向上を図っている。

2階には、電力機能の確保を目的に自家用発電機室を設け、災害時における施設全体の機能確保を行うと共に災害応急対策活動時に休息が取れるよう、休養室、宿直室を設ける計画とした。(図3)

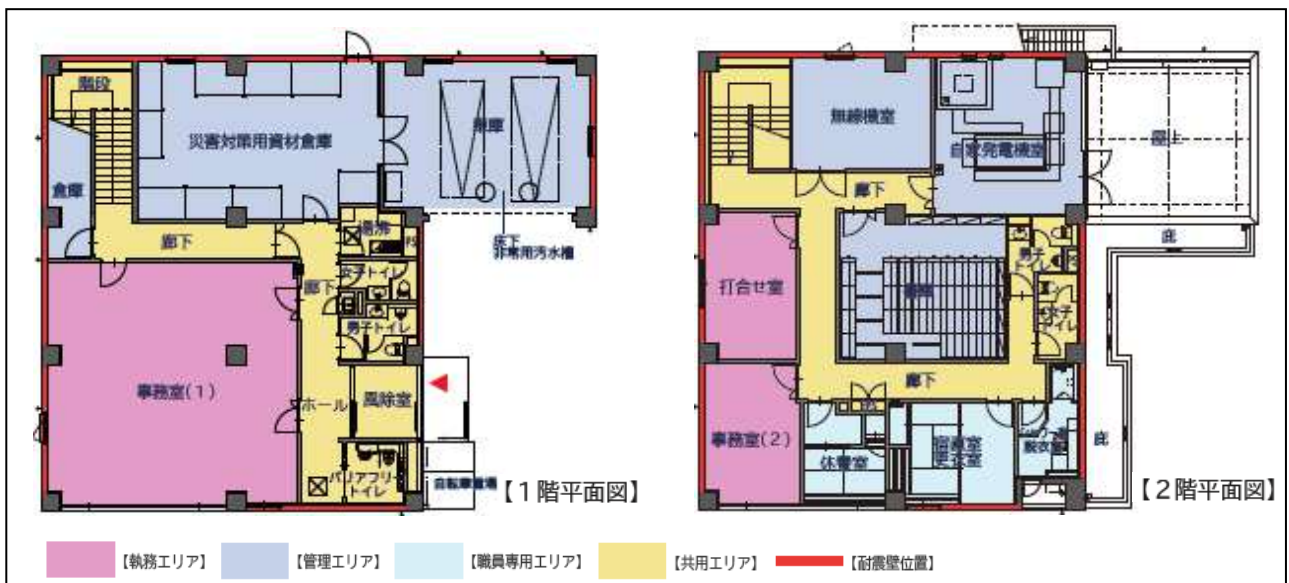


図3 平面計画

3. 環境負荷低減の取り組み (ZEB化)

環境負荷低減の取り組みの実現には、設計段階での自然採光・換気等を考慮した建築計画的な手法(パッシブ技術)により、空調や照明の負荷を削減することが重要である。その上で、高効率設備機器等の導入による設備の効率化(アクティブ技術)が必要となる。本施設においても、両技術を活用しており、主な建物仕様については、以下のとおりである。

【断熱・建具概要等】

- ・断熱材厚さ：ポリスチレンフォーム断熱材 25mm
- ・主な建具仕様：Low-E複層ガラス
(6mm+空気層6mm+6.8mm等)
複層ガラス (4mm+6mm+4mm)

【空調】

- ・空調設備：パッケージ型空調和機
マルチパッケージ型空調和機
全熱交換機

【換気】

- ・換気：機械換気
人感検知制御 (トイレ)

【照明】

- ・光源：LED照明
- ・照明制御：人感センサー (廊下、トイレ)
センサー付自動調光 (事務室)

【給湯】

- ・給湯器：潜熱回収型給湯器

【創エネ】

- ・再エネ：太陽光発電 5.5kW

(1) 建物外皮の熱負荷低減

建物外皮の熱負荷低減手法として、断熱材やLow-E複層ガラスの導入を行った。具体的には、外壁部分に断熱材25mm設けるほか、Low-E複層ガラス（6mm+空気層6mm+6.8mm等）を用い、高断熱化を図っている。

また、冬季の北風や西日を考慮し、北・西側に面する居室には、大開口を避けることで、熱負荷低減を図っている。

(2) 自然エネルギーの活用

執務室（1・2階）南面には、窓開口を設け、自然採光を取り入れることで照明設備負荷を低減する他、中間期には、室内に自然風を取り入れることで、空調、換気設備の省エネ化を図る。

また、屋上には、太陽光発電5.5kWを設け、発電した電力は庁舎にて、使用する計画としている。なお、太陽光発電パネルの設置角度は南面に30度傾斜させ、設置面積を確保している。

(3) 設備機器の省エネルギー化

電気設備計画として、LED照明を導入し、事務室においては、センサー付き自動調光とすることで、周囲の状況に合わせた調光が可能となり、省エネ化を図ることが可能となる。

また、機械設備計画として、全熱交換機、潜熱回収型給湯器を導入した。全熱交換器は換気時に排気の顕熱、潜熱を回収し、外気負荷を軽減することで空調負荷の低減を図っている。

(4) 木材の有効活用

風除室、ホール、階段室の内装を木質化することで、二酸化炭素排出抑制につながるほか、木材を使用することにより、「温かみ」「やさしい表情・手触り」を生み出すことが可能となる。（図4）

また、木材は製造時の排出量が高資材と比較少なく、建築物への木材利用はエンボディド・カーボンの削減に向けて有効な手段となっている。



図4 内観パース（木質化）

4. 環境負荷低減取り組みの効果

本施設では、設計時に建築物エネルギー消費性能適合性判定に関する手続を実施している。結果としては、表1のとおり、BEIm0.54となり、40%以上の一次エネルギーを削減し、ZEB Orientedの目標を達成している。なお、詳細結果より、効果的な取り組みについて、考察する。

表1 省エネ計算結果及び評価結果

(1) 建築物の名称	R3銚子出張所新営工事
(2) 床面積 [m ²]	475.26
(3) 省エネ地域区分 / 年間日射地域区分	6地域 / A4区分
(4) モデル建物	事務所モデル
(5) 評価結果	
年間熱負荷係数 [BPI _m]	0.63
一次エネルギー消費量 [BEI _m]	0.54
空調和設備 [BEI _m /AC]	0.66
機械換気設備 [BEI _m /V]	-
照明設備 [BEI _m /L]	0.59
給湯設備 [BEI _m /HW]	1.25
太陽光発電	あり
(6) 判定	
BPI _m	BPI _m ≤ 1.00 (達成)
BEI _m	BEI _m ≤ 1.00 (達成)

(1) 建物外皮

建物外皮性能として、各部位による、熱貫流率は以下のとおりであり、BPI0.63となっている。断熱材としては、一般的な仕様ではあるが、建物規模、経済設計等を考慮した結果、高い水準での効果を得ることが可能となった。

- ・外壁平均熱貫流率：0.81W/m²・K
- ・屋根平均熱貫流率：0.58W/m²・K
- ・窓平均熱貫流率：3.75W/m²・K

(2) 空気調和設備

空気調和設備として、熱源効率は冷房 1.41、暖房 1.44 としており、効率 70%以上の全熱交換機を導入することにより、外気負荷を低減し、BEI_m/AC が 0.66 となっている。本施設が小規模であることを考慮し、部分負荷効率が良い、個別熱源を採用することで、高い水準での結果を得ることが可能となった。

(3) 照明設備

照明設備の単位面積当たりの消費電力は 8.18W/m² となっており、BEI_m/L が 0.59 となっている。LED照明の導入及び明るさ検知制御によるものが大きいと考えられる。

(4) 給湯設備

給湯設備については、洗面及び浴室系統に分類される。熱源効率としては、洗面系統が 0.37、浴室系統が 0.79 となっており、BEI_m/HW が 1.25 となっている。結果として、基準値を超える数値となっているが、事務用途において、給湯使用量が少ないことが影響していると考えられる。

5. コスト分析

本施設における、環境負荷低減の取り組み及び効果について、整理したところだが、コストについて、分析を行う。一般的にZEB化においては、イニシャルコストが増加することとなるが、長期的な光熱費削減や維持管理費の低減となり、ライフサイクルコストの低減につながる。本項では、主要設備機器を対象とし、導入費用、削減量・費用を観点に分析する。

なお、分析に用いる、設計・基準エネルギー消費量については、省エネ適判にて使用した値とする。

(1) 空気調和設備（全熱交換機）

- ・基準一次エネルギー量：188.26GJ/年
- ・設計一次エネルギー量：135.63GJ/年
- ・削減エネルギー量：52.63GJ/年（約6.4t-CO₂）
- ・削減費用：約335千円/年
- ・導入費用：約3,250千円（保守管理含む）
- ・回収期間：約10年

(2) 照明設備

- ・基準一次エネルギー量：143.10GJ/年
- ・設計一次エネルギー量：66.24GJ/年
- ・削減エネルギー量：76.86 GJ/年（約9.3t-CO₂）
- ・削減費用：約488千円/年
- ・導入費用：約2,300千円
- ・回収期間：約5年

(3) 給湯設備

- ・基準一次エネルギー量：25.99GJ/年
- ・設計一次エネルギー量：25.21GJ/年
- ・削減エネルギー量：0.78GJ/年（約0.1t-CO₂）
- ・削減費用：約5千円/年
- ・導入費用：約140千円
- ・回収期間：約28年

上記のとおり、ZEB化に際して、イニシャルコストの増加はあるものの、ランニングコストにて、投資額を回収することが可能ということが判明した。本施設では、照明及び空調が最も大きな削減効果をもたらす、特に照明は明るさ検知制御、人感センサーといった、低投資での対策によって、大きな効果を得ることが可能となっている。

一方で給湯設備については、削減量・金額が小さく、設備導入に対する効果が低い結果となっており、設備機器導入にあたっては、コスト分析が重要と考える。

6. まとめ

本稿では、銚子出張所庁舎の新営工事を対象として、ZEB Oriented を実現するための環境負荷低減手法とその効果、主要設備におけるコスト分析について、整理した。

環境負荷低減の手法としては、建物外皮の断熱性能向上、自然採光・通風の活用、全熱交換器、LED照明等、高効率設備の導入が大きな効果をもたらす、一次エネルギー消費量は基準エネルギー消費量と比較し、46%削減され、ZEB Oriented の要件を十分に満足する結果となった。

また、コスト分析として、主要設備である、空調設備、照明設備、給湯設備について、イニシャルコスト及びランニングコストの分析を行った結果、空調設備及び照明設備については、費用対効果が高くなったが、給湯設備については削減額等が少なくあまり効果的でないことが判明した。

これらの分析から、ZEB化の実現には建物規模や用途等の建物特性を踏まえた、建築計画的な手法と高効率設備機器等の導入による設備の効率化を組み合わせ、各施設の特性に即した、最適な省エネ手法の選択が重要であることが確認できた。

7. 今後の課題

本施設のZEB化における、今後の課題としては、運用段階における確認及びフィードバックが考えられる。設計段階においては、ZEB Oriented を満足し、高い省エネ性能を確保しているが、実際の運用状況によっては、想定した効果が十分に発揮されない可能性がある。特に空調の運転（制御・設定温度）や照明の点灯管理については、使用者による影響を受けやすく、設計値と実測値の乖離が生じることになる。本施設ではBEMS等によるエネルギー使用量の把握ツールが未導入のため、適切な管理を行うための使用方法、維持管理方法について施設管理者への伝達が重要であると考えられる。

また、ZEB化については、比較的新しい政策のため、エネルギー削減への、最適な手法が定まっていない。建物の用途や規模、配置計画等によっては、外皮性能、空調、照明等の設備への取り組みが必ずしも省エネに繋がるとは限らない。各施設において、慎重に取り組み内容を検討する必要あり、今後はZEBに関する設計・工事事例等を整理した、設計ガイドライン等の更なる普及が必要と考える。