

BIM と連携した配管性能検査手法の開発と報告

Development and Reporting of a Piping Performance Inspection Method Linked to BIM

○五十嵐 賢 (竹中工務店)

Satoru IGARASHI\*1

\*1 Takenaka Corporation

1. 序論

1.1 建設業の抱える課題

2019年4月1日から施行された「働き方改関連革法」により、罰則付きの時間外労働時間の上限(原則 月45時間・年間360時間)規制が設けられた(建設業は2024年4月1日以降から適用される)。

また(一社)日本建設業連合会は、高齢建設技能者の大量離職に備えて、新規 建設技能者を確保するため、建設現場への週休二日制度の導入を進めており、2019年度末までに4週6閉所以上、2021年度末までに4週8閉所(週休二日)を目標に掲げている。

時間外労働の削減・4週8閉所など、労働時間が制限されていく一方で、求められる工期と品質は変わらないことから、「現場における生産性の向上」が急務の課題となっている。

1.2 課題の分析

当社西日本圏における新築工事物件(n=148件)にて、工種別の竣工までの労務工数を分析した結果を図1に示す。この結果より、電気・給排水・空調工事が労務工数の上位3位を占めていることが分かった。また工事内訳を分析したところ「協力会社の施工管理者」の労務工数が大きな割合を占めていることが分かった(表1)。

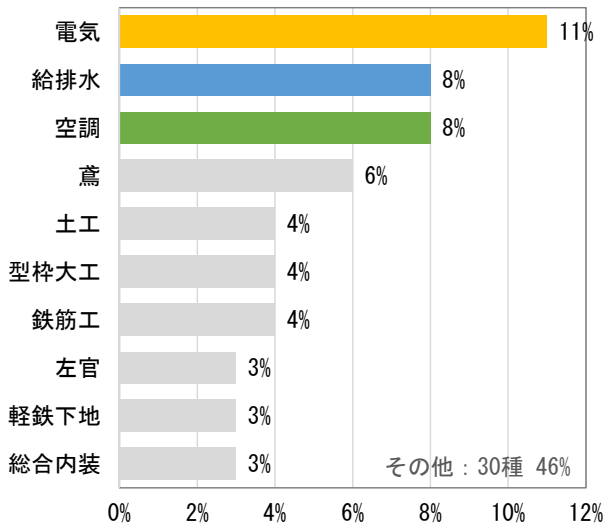


図1. 工種別 労務工数の割合

表1. 設備工事別 労務工数内訳

電気設備工事の内訳		給排水設備工事の内訳		空調設備工事の内訳	
電気	52%	配管工(給排水)	45%	施工管理	24%
施工管理	29%	施工管理	29%	ダクト工	21%
スリーブ・インサート	10%	消火配管工	9%	配管工(空調)	16%
弱電	5%	スリーブ・インサート	6%	冷媒配管工	9%
防災工	2%	その他専門工	3%	保温工(空調)	9%
施工図	1%	相判・雑工・塗装	2%	計装工	8%
相判・雑工・塗装	1%	その他	2%	スリーブ・インサート	5%

更なる調査として、図2に示す建物が竣工するまでの期間を、初期・中期・後期に分け、それぞれの時期にどの程度の業務量が生じているのかを分析したところ、工程中期から後期にかけての試運転・調整業務に多くの業務量が生じ、業務量のピークを迎えることが分かった。

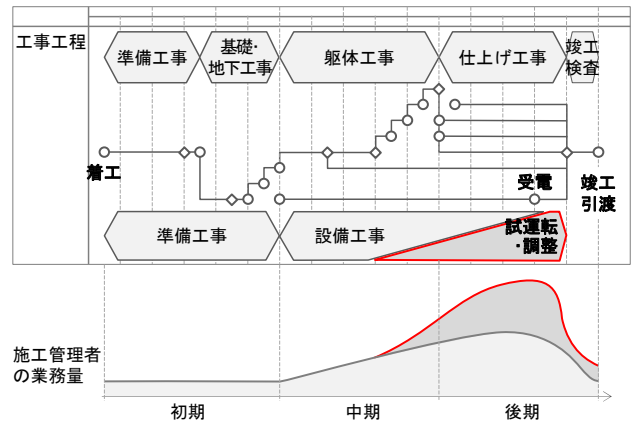


図2. 竣工までの工程表と業務量

試運転・調整業務とは、設計図書に記載の要求性能を満足していることを確かめ、それを記録する業務であり、具体的には電気設備の照度測定、空調工事の風量測定、空調・衛生工事の配管圧力試験・配管満水試験などがある。

実作業として日中、現地で測定・試験を行い、施工作业を終えた夕方以降に、事務所に戻り記録を作成するフローのため、時間外労働の大きな要因となっている。

以上より、設備協力会社を含む設備施工管理者の業務量と時間外労働の削減を目的に、業務量のピーク要因となる試運転・調整業務を省人化するシステムを開発した。

2. 本論

2.1 開発したシステムの概要

試運転・調整業務のうち照度測定と風量測定のための従来の作業フローと、開発した作業フローを図3に示す。

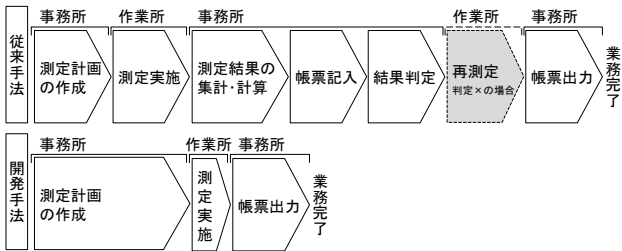


図3. 試運転・調整業務の作業フローと業務量

従来は現地で2人1組で測定し、事務所に戻り平均照度の計算や風速から風量を算出し、設計値と対比・判定し、記録に書き写し、その記録を印刷・バインドして一連の業務が完了する。

開発したシステムは、測定器とiPadをBluetooth通信で連携し、iPadアプリ(CheX・チェックロス)が測定値を読み、同時に判定と記録を自動で行うため、1人での測定が可能となる。測定実施の前に、iPadアプリで測定位置のプロットや判定基準(設計値)の入力などで作業量が増えるものの、現地測定が1人ででき、判定・記録も自動化されるため、照度測定や風量測定の場合は従来手法と比較して約半分の業務量で業務が完了できるようになった。

また開発したシステムに対応する測定・試験項目を表2に示す。今回の報告では、配管圧力・満水・満空試験を総称した配管性能検査がBIM(Building Information Modeling)と連携して行えるようになったことを報告する。

表2. 開発したシステムに対応する測定・試験項目

電気工事	照度測定, 絶縁抵抗測定, 接地抵抗測定
給排水工事	配管圧力試験, 配管満水試験, 配管満空試験
空調工事	風量測定, 配管圧力試験, 配管満水試験, 配管満空試験

2.2 BIMとは

従来の2次元CADでは、線とテキスト情報だけを保持していたのに対し、BIMでは3次元の図形情報と、寸法・材質・用途などの非図形情報を保持できるため、図4に示すように、単線では理解に時間を要するところが、BIMでは視覚的に容易に理解することができる。

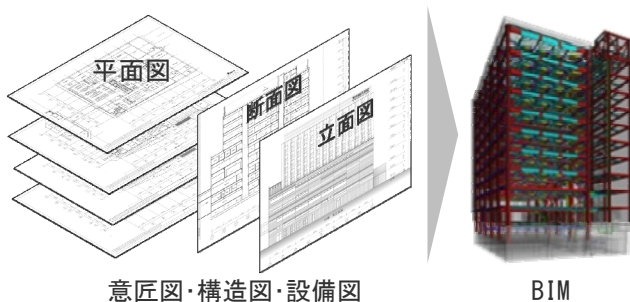


図4. 2次元図面とBIMの違い

2.3 配管性能検査とは

給排水・空調配管の配管性能とは、配管内を通す流体(液体・気体・気液混合)を配管システムの外に漏洩させないことと、給排水能力・給水圧力・給湯温度など、設計図書に記載の能力・仕様が確保できること、の2項目が配管性能として求められる。このうち配管システムの外に漏洩させないことを確認する試験と記録の作成を配管性能検査といい、工程の中期から後期にかけて実施する。

2.4 従来の配管性能検査手法と開発した検査手法

配管性能検査手法の作業フローを図5に示す。

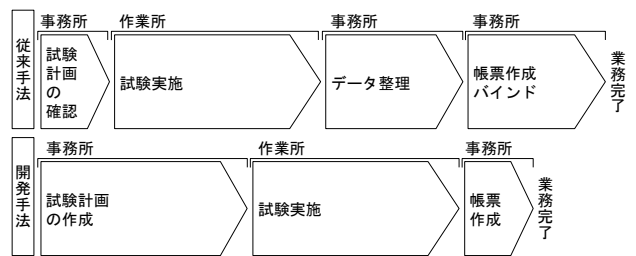


図5. 配管性能検査手法の作業フローと業務量

従来は事務所で試験用図面を用意し、試験範囲と試験条件(圧力・時間・判定基準)を確認する。

次に現地で試験範囲の配管に試験治具等や圧力ゲージを取り付け、現地の試験範囲と図面の試験範囲に齟齬が無いことを確認し、水や空気を充填する(配管圧力試験や配管満空試験の場合は圧力をかける)。そして圧力ゲージや水位変動が無いことを確認次第、試験開始の写真を撮影し試験を開始する(図6)。試験中は試験範囲の配管・継手等から漏洩がないことを確認し、圧力ゲージや水位に変化が無いことを確認する。所定の試験時間が経過した後、圧力ゲージや水位を確認し、判定基準を満たしている場合は、試験終了時の写真を撮影し試験の実施は完了する(判定基準を満たしていない場合は、漏水・漏気の疑いがあるため、原因箇所の調査・是正の後、再度試験を行う)。

最後に事務所に戻り、試験用図面に記載した試験範囲を記録用の図面に清書し、撮影した写真データを試験記録書に貼り付け、試験記録を作成する。そして試験記録が完成した後、紙で出力し、キングファイルにバインドして、1回の検査が完了する。

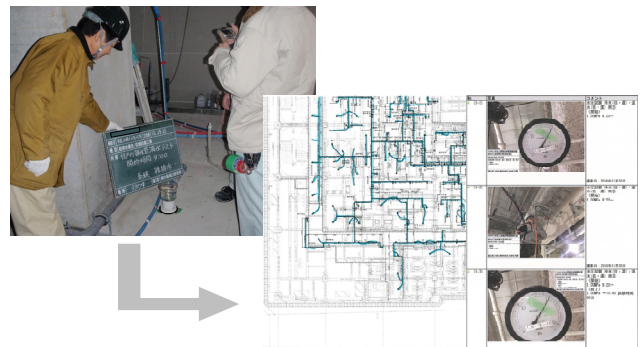


図6. 従来の配管性能検査

開発したシステムは、事務所でPCソフト(CheX)を用いて、BIM上で試験範囲と条件を試験系統毎に入力する。

次に現地では、従来の圧力ゲージではなく、圧力や水位変位量を記録するデジタル試験器(みるみるくん)を取り付け、試験範囲・試験条件と齟齬が無いことを確認してから試験を開始する(図7)。試験終了後、デジタル試験器から試験ログをiPadアプリ(CheX)にBluetooth通信で読み込み、判定基準を満たしていれば試験は完了となる。



図7. 開発したシステムを用いた配管性能検査

なお開発したシステムは、BIM上で試験範囲と条件を試験系統毎に入力する作業が新たに生じるため、この部分の業務量は増えるものの、事務所に戻ってからのデータ整理や帳票出力・バインドの作業が無くなることで、約1~2割の業務量削減となる。1回の検査あたりの業務量削減効果は小さいものの、配管性能検査は1つの建物で数十回~数百回行うため、その試験記録は膨大な量となり、従来手法では試験記録の管理にも非常に労力がかかっていた。これに対して開発したシステムでは、試験記録をデジタルデータで、BIMと連携して管理することができるため、試験記録の管理の簡易化と、検査進捗の見える化を実現し(図8)、検査の未実施を防ぐことができるようになった。

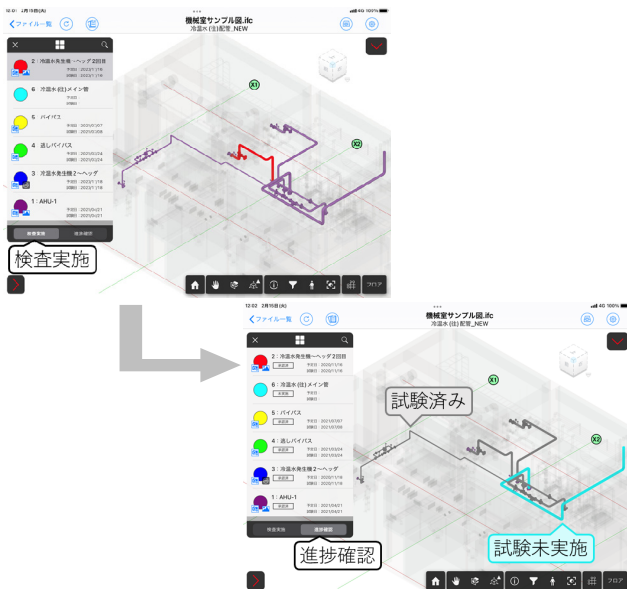


図8. 検査進捗の見える化

### 2.5 開発したシステムの適用方法

開発したシステムを適用するには、表3に示す用意が必要となる。

表3. 開発したシステムを適用するために必要なもの

BIM	配管施工図, IFCファイル
PC/iPad アプリ	CheX
デジタル試験器	みるみるくん

BIMはCADソフト T-fas・Rebro・Revit等で作図された配管施工図を\*.ifcファイル\*.rvtファイル形式で出力したもの。

CheX(チェックロス)は株式会社YSLソリューション社が開発・販売する図面閲覧・共有アプリ(有償アプリ・図9)。

みるみるくんはレッキス工業株式会社が開発・製造・販売する水圧・満水・空圧デジタル試験器(図10)。

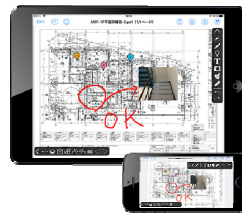


図9. CheX



図10. みるみるくん

### 3. 結論

iPadとデジタル試験器を連携し、BIMと紐づいた配管性能検査手法を開発した(図11)。これにより、工程中期から後期にかけての設備協力会社の施工管理者の業務量を削減すると同時に、検査記録をデジタルデータで一元的に管理することと、検査進捗を適切に把握することを実現した。

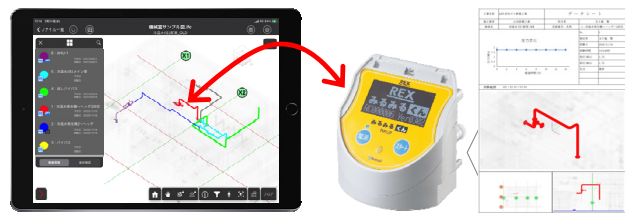


図11. 開発したシステムの概要

開発したシステムは汎用ソフト・機器を用いて再現が可能のため、2024年4月に向けて、多くの作業所へ定着・普及し、建設業の働き方改革の一助になればと考える。

## ダブルスキン構造を有するオフィスの設備計画 Building Mechanical Planning of the Office with Double-Skin Structure

[1 行空自进行を挿入する]

○小山 健太郎（竹中工務店）

松本 健（竹中工務店）

Kentaro OYAMA\*1 Ken MATSUMOTO\*1

\*1 TAKENAKA CORPORATION

### はじめに

本計画は、某プラントメーカーの既存本館と同一敷地内の別棟増築建物である。今後の事業計画において既存本館が手狭になることに備え、各種プラントの遠隔監視・運転支援機能スペース、研修スペース、事務スペースを集約することを目的とし、木造・免震構造の環境配慮型オフィスとして計画した。

### 1. 建築計画

Fig. 1 に建物外観パースを、Fig. 2 に敷地内の配置図を示す。新館の配置は、既存本館（1994年竣工）北側の池があったエリアを計画地とし、西側寄りに配置することで、正門から敷地内を覗いた際に周辺地域のシンボルとなっていた池のイメージを崩さないような計画としている。Fig. 3 に基準階の平面図を示す。基準階はアイランド型コアを採用し、コア部分の仕上げに直交集成材：Cross Laminated Timber（以下CLT材）を用いることで、ホワイエ・事務所内のどこに居ても、木質空間を感じることができる。Fig. 4 に事務室内の内観写真を示す。新館のホワイエと本館のEVホールが対面になり、外装を通じて自社ビルらしいつながりを感じることができる。基準階は建築主グループ会社の事務室であり、各社の要望によって、間仕切りを多少アレンジしている。

構造計画は基礎免震構造の上に、鉄骨構造と木造のハイブリット構造になっている。コア部分の耐震要素にはCLT耐力壁を設置し、周囲の鉄骨架構との組み合わせにより、CLTの高い強度を発揮している。また、北側の柱には耐火集成材柱を採用した。これは構造材となる木柱の周囲を耐火被覆で覆った木質構造部材であり、耐火被覆の周囲を更に集成材で覆うことで、木質空間を損なうことなく、柱の露出を可能にしている。



Fig. 1 外観パース

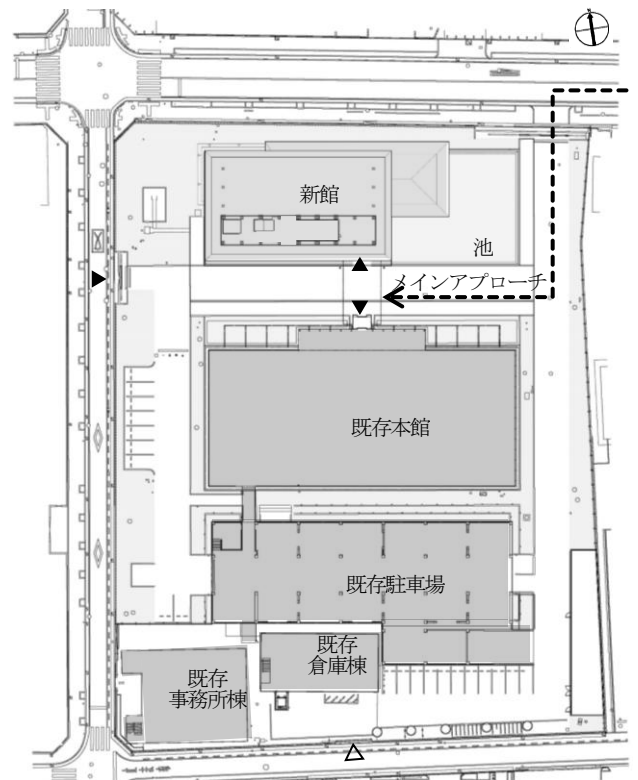


Fig. 2 配置図

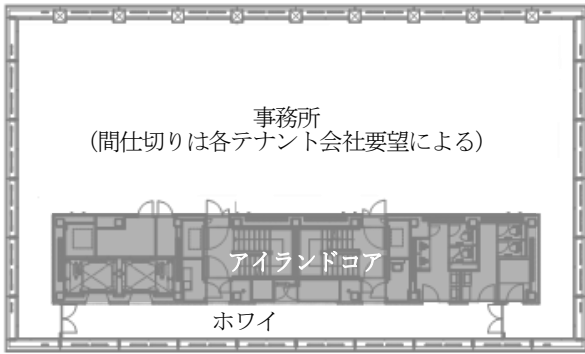


Fig. 3 基準階平面図



Pic. 1 内観写真

2. 設備計画

2. 1 設備概要

Table 1 に、設備概要を示す。

Table 1 : 設備概要

電気	受変電設備	高圧6,600V 60Hz 動力トランス：300kVA、電灯トランス200kVA
	照明設備	オフィス：システム天井LED照明 共用部：LEDダウンライト
	その他設備	業務用放送設備（アンプ既存利用） 研修室他AV設備 デジタルサイネージ設備 自動火災報知設備
空調調和	熱源	電気式空冷ヒートポンプエアコン（EHP）
	空調	オフィス：システム天井用天井カセット 共用部：隠蔽ダクト型天井カセット
	換気	オフィス：調湿型外気処理機 会議室・研修室：全熱交換器 喫煙室：排気ファン
	排煙	機械排煙
給排水衛生	給水設備	受水槽＋加圧給水方式（既存利用）
	給湯設備	貯湯式小型電気温水器
	排水設備	汚水・雑排水合流方式（敷地内雨水分流）
	衛生器具	各所ユニットトイレ
	昇降機	乗用 900kg 13人乗 60m/min 2台

2. 2 空調調和設備計画

(1) 熱源計画

空調熱源は、電気式ヒートポンプによる個別熱源方式とした。コアより北側の事務所専有部を各階で系統別けし、共用部となるホワイエは南のペリメータ系統として構成した。専有部の事務所内は各室で冷暖調節可能にするため、冷暖フリー方式を採用している。

(2) 空調計画

空調方式は、事務室、研修室のシステム天井部にはシステム天井用の天井カセット型空調機を採用した。共用部は南側ペリメータ用空調機として、隠蔽ダクト型を採用している。Pic. 2 にホワイエの内観写真を示す。

(3) 換気計画

換気方式は、アイランド型コアに OA、EA それぞれの DS を配置し、屋上に設置したメインの給排気ファンで各階を換気する計画とした。そのため、ダブルスキン内にガラリ等給排気口を設置していない。事務室には、調湿型外気処理機を採用し、雨季や中間期の外気からの潜熱導入を低減させることで、快適なオフィス空間の実現を目指した。一方で、間欠利用が主となる会議室、研修室には全熱交換機を採用した。

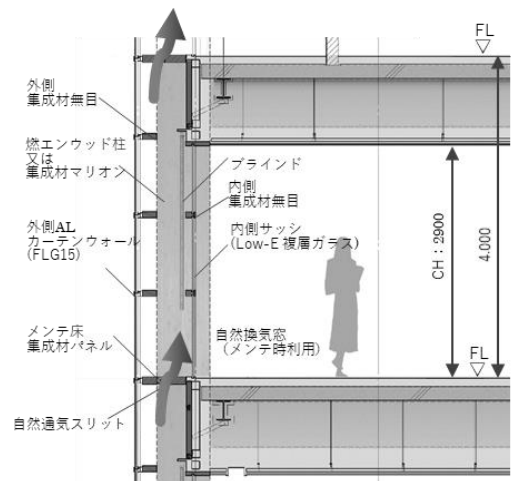


Fig. 4 ダブルスキンの詳細

2. 3 給排水衛生設備計画

(1) 給排水設備

給水方式は、既存受水槽・ポンプを利用した受水槽方式としている。供給箇所は各階の便所、給湯室と、BCP用高架水槽である。高架水槽は便所の洗浄水にのみ利用した。排水は合流方式とし、最終会所にて既存本館からの排水、雨水と合流した後に、敷地北側の下水本管に放流している。

(2) 池の循環水設備

本計画では、新館の東側に池を配置し、更に免振構造上部にも小規模の池を配置した。池のオーバーフロー水がろ過装置へと循環する既存システムを踏襲し、東側の池はオーバーフロー水がろ過装置へ還り、免振上部の池はオーバーフロー水が、地球側となる東側の池へ還る計画としている。ろ過装置を通った供給水は、既存本館側の池と新館東側の池へと給水される。ろ過装置は既存の建築主製品を利用した。

3. ダブルスキン構造の負荷低減効果

3. 1 : ダブルスキンの構造

本計画は、2～6階の四周をダブルスキン構造として

いる。Fig. 4 にダブルスキン部の1フロアの断面構成を示す。室内側のガラスは、熱負荷低減のために6mmのLow-Eガラスを採用した。外側ガラスと内側ガラスの間にブラインドを設置し、ブラインドからの日射発熱を室内に侵入させないような計画としている。ダブルスキンは、底部から頂部まで各床部に自然換気用のスリットを設け、重力換気を可能にしている。夏期には中間ブラインドによる日射負荷削減効果が期待され、冬期には中間ブラインドの発熱による外気の予熱効果が期待できる。

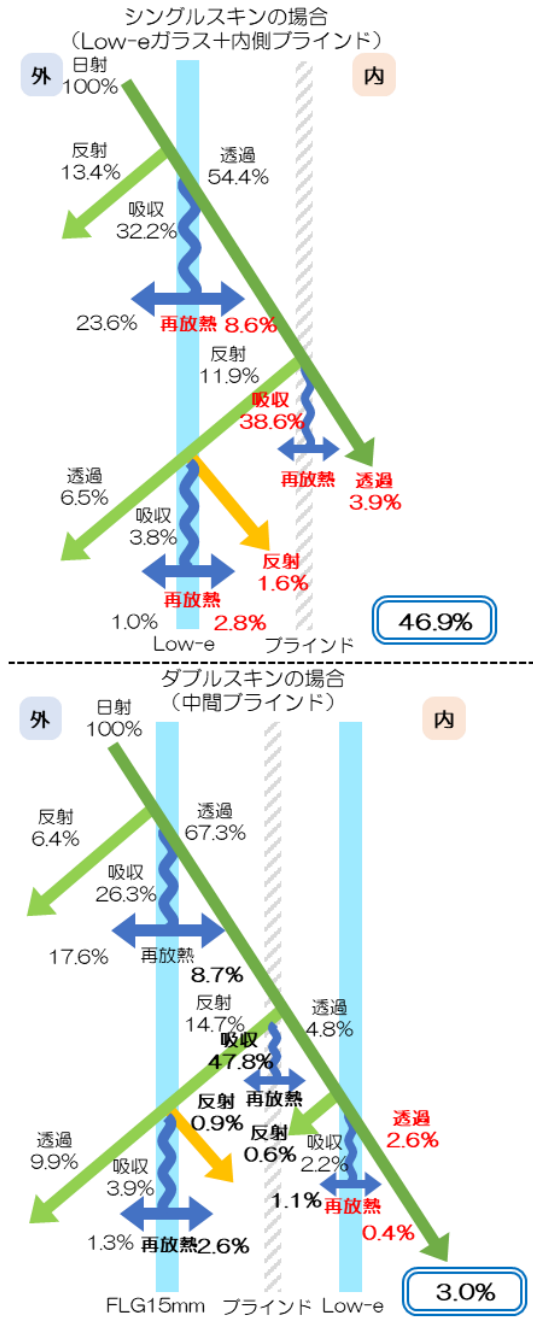


Fig. 5 ダブルスキンによる日射到達量の削減

3. 2 : ダブルスキンによる日射負荷低減の効果

Fig. 6 に日射量を100%とした時の、シングルスキンとダブルスキンの室内への日射量到達割合を示した。シングルスキンの場合はLow-Eガラスと室内側に中間色ブラ

インド、ダブルスキンの場合は、本計画の通りとしている。シングルスキンが49.6%の到達に対し、ダブルスキンの場合は3.0%と日射到達量の割合が10分の1程度になっており、空調容量の低減に寄与している。

3. 3 : ダブルスキン内温度の数値予測と測定結果

Fig. 6 にダブルスキン内の西面温度の計算値を示す。計算には社内の換気回路網計算ソフトを利用した。外気温に対し、日射の当たる午後からダブルスキン内の温度が上昇していることが分かる。また、上階になるにつれ高温になっていることも確認できた。

Fig. 7 に西面の最上階(6階)の計算値と最上階のダブルスキン内に設置した温湿度ロガーの測定値を示す。日付は外気温の実測値が計算上の外気温と近い日を選定した。最高温度は、計算値も測定値も同じ60°C程度となっていることから、計算条件に実条件と大きく差が無いことが分かる。一方で、最高温度は同程度だが、ダブルスキン内の温度上昇が開始する時刻が計算値では昼過ぎの12時~13時から上昇を開始しているが、測定値では14時~15時と遅れが生じている。計算値は時刻別の日射量を計算に考慮しているが、測定値との差が生じていると推測される。

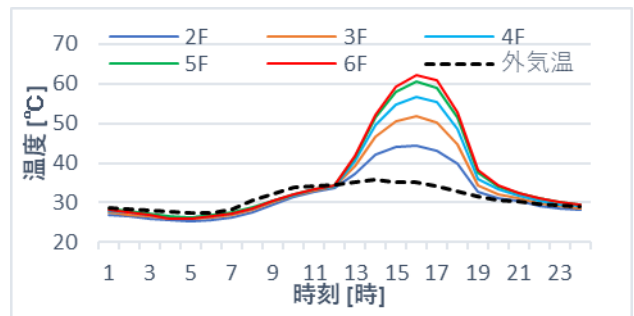


Fig. 6 夏期のダブルスキン内温度の計算値(西面)

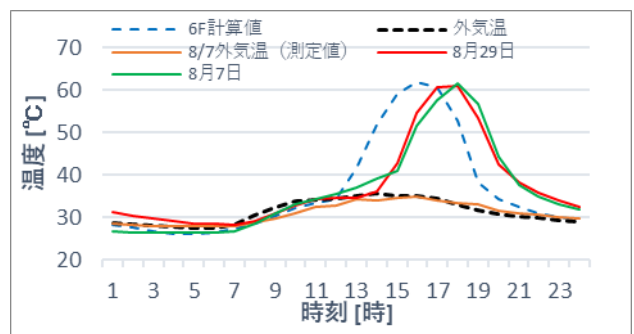


Fig. 7 夏期ダブルスキン内の計算値と測定値(西面)

4. まとめ

本計画では、某プラントメーカーのオフィスビルにおけるダブルスキン構造の特徴と、夏期のダブルスキン内温度の計算値と測定実績値を示した。

環境建築への注目が高まる中、ダブルスキン構造の負荷低減効果も期待されており、夏期の効果のみならず冬期の効果検証も引き続き実施していく。

**空気調和・衛生工学会近畿支部学術研究発表会**  
**地域環境に与える影響のミニマム化を図った「環境配慮型 SC」**  
**「Environment concerned shopping center」**  
**which minimizes the impact on local environment**

○張 成（竹中工務店）                      安心院 智（竹中工務店）  
 篠島 隆司（竹中工務店）              松本 健（竹中工務店）

Cheng ZHANG\*1    Satoshi AJIMI\*1    Takashi SHINOJIMA\*1    Ken Matsumoto\*1

\*1 Takenaka Corporation

In recent years, the construction of large-scale commercial complexes has increased along with the increasing activity of urban redevelopment. While large-scale shopping centers are recognized for their effectiveness in revitalizing the local economy and improving the employment environment, there is also a growing concern that their characteristics can place a significant burden on the local environment. In general, it is possible to reduce the local environmental load through the use of highly efficient equipment and building energy management methods such as demand response. However, as global warming becomes more serious, more environmentally friendly methods are required to achieve carbon neutrality. Despite the aforementioned measures, this paper reports on the planning structure of an "environmentally conscious shopping center (SC)" by introducing equipment that produces biogas from kitchen waste and kitchen wastewater from restaurants and other stores, and by adopting an energy management system that can be linked with store tenants.

## 1. はじめに

近年、都市再開発の活発化とともに、大規模複合商業施設の建設が増えてきた。大型なショッピングセンターは、地域の経済活性化と雇用環境改善の効果が認められる一方、その特性から、地域環境に大きな負荷をかけてしまうことが課題となっている。近年、高効率な設備機器の採用及びデマンドレスポンスを代表とする建物エネルギー管理の手法により、地域の環境負荷を低減する事例も出てきている。しかし、地球温暖化の深刻化とともに、カーボンニュートラルの実現を目指し、更なる環境配慮の手法が求められる。本論文では、前述した課題を踏まえ、地域環境に与える影響のミニマム化を図った「環境配慮型 SC」に関して報告する。

### 1.1 施設概要

所在地：大阪府松原市天美東3丁目500番  
 建物用途：物販、飲食を主とする複合大型商業施設  
 建築主：株式会社セブン&アイ・クリエイトリック  
 設計施工：株式会社 竹中工務店  
 延床面積：119,113 m<sup>2</sup>  
 構造規模：S造・地上5階  
 建物の全体鳥瞰、内外イメージを Fig.1~3 で示す。

### 1.2 主要設備概要

- ・電気設備

特高受変電設備	5,000kVA×2
非常用発電機	500kVA (燃料タンク 1,950L)
太陽光発電	100kW (蓄電池 144kWh)
・給排水衛生設備	
上水受水槽	230m <sup>3</sup>



Fig.1 Overall view of the site



Fig.2 West facade

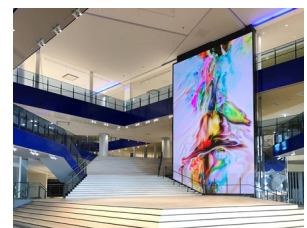


Fig.3 Central atrium hall

雑用水槽	160m <sup>3</sup>
バイオガスシステム組込型厨房除害設備	250m <sup>3</sup> /日
・空調熱源設備	
コジェネレーション	610kW
廃熱投入型ガス吸収式冷温水機	630RT
ガス吸収式冷温水機	630RT
空冷ヒートポンプチラー	180kW×12 台
廃熱用熱交換器	500kW
空冷ヒートポンプパッケージエアコン	6, 017kW

2. 「環境配慮型 SC」のコンセプト

本件では、事業主の CSR 指針とサステナブル建築物等先導事業の評価要件から、「地球環境の保全」と「働きやすさの向上」をコンセプトに、具体的方策を下記のように整理した。

「地球環境の保全」を達成するために、各種インフラ負荷低減を図った。地域の電力負荷低減、敷地内での電力平準化を実現する為、デマンドレスポンス対応の次世代 BEMS システムとガスコジェネレーション (Fig.4 に示す) を採用し、電力平準化を図った。また、高効率熱源機器、省エネ空調制御システム、自然光の取り入れと照度センサーの採用等省エネ技術を積極的に導入した。また上水インフラ負荷の低減には、井戸水を活用 (Fig.5 に示す) し、下水については、厨房除害設備にバイオガスシステムを組み込み、汚泥削減も含め、下水インフラ負荷の低減を図った。廃棄物も、バイオガス設備で処理することにより、再生可能エネルギー源として活用でき、生ごみの外部搬出を大幅に削減することを目指した。



Fig.4 Gas co-generation equipment



Fig.5 Well water filtration equipment

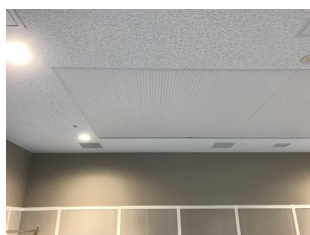


Fig.6 Radiant air conditioning panel

一方、「働きやすさの向上」を達成するために、BCP 対応及び帰宅困難者対応として、非常用電源と水源の確保を計画した。また、従業員の健康配慮の観点からは、従業員用リフレッシュルームに井戸水の冷熱を利用できる放射空調 (Fig.6 に示す) を採用し、静かな環境の提供を図った。

総じていえば、従来、大型施設は環境負荷が増大するが、今回の計画においては、施設従業員と地域住民の生活環境を配慮しながら、敷地外地域への負荷をミニマム化し、安全・安心なまちづくりへの貢献を目指した。

次章より、諸方策の内、最も特徴的なエネルギーマネジメントシステムとバイオガスシステムを説明する。

3. 次世代エネルギーマネジメントシステム

3.1 システムの概要

本計画で採用するエネルギーマネジメントシステムはコジェネレーション設備、セントラル熱源設備、太陽光発電設備及び蓄電池設備のエネルギーリソースを統合的に管理し、負荷予測と運転最適化演算を通じて、建物全体の CO2 排出量を最小限に抑えるシステムである。システムの詳細構成は Fig.7 で示す。

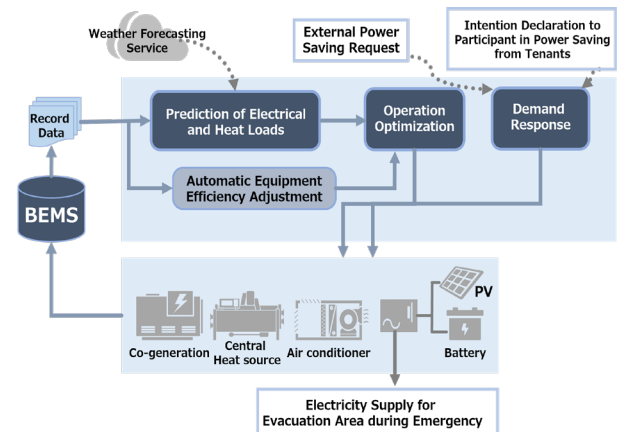


Fig.7 Configuration of energy management system

3.2 システムの特徴

①本システムは運用データを蓄積して分析し、それぞれの設備効率を自動的に算出することが可能である。そして、機器効率を配慮して、多種のエネルギー設備の運転組み合わせにより、運転最適化システムの精度を高めることが可能である。

②本システムは太陽光パネルと蓄電池との連携により、通常時にピークカット運転による電力平準化対応が可能である。一方、災害時に、太陽光パネルの発電分と蓄電池の蓄電分は特定負荷への電力供給を可能とし、建物の BCP 性能を強化する。

③本システムはデマンドレスポンスに対応する際、従来の商業施設のピークカット方法を拡大させる為、共用部の設備運転調整を行うだけでなく、テナント責任者と従業員に必要な情報を提供することにより、テナント



エリアからの節電協力も得られるように、「テナント参加型環境マネジメント」を導入している。テナント節電協力の仕組みは Fig.8 で示す。テナントとの情報共有はインターネット経由でテナント所持のパソコンや全従業員個人所有のスマートフォン等にて行うことが可能である。Fig.9 はテナント責任者と従業員の確認画面を示す。このプラットフォームの構築により、商業施設の建築主だけではなく、数多いテナント関係者もエコ意識の向上や、省エネ・節電への協力のモチベーション維持効果も期待できる。

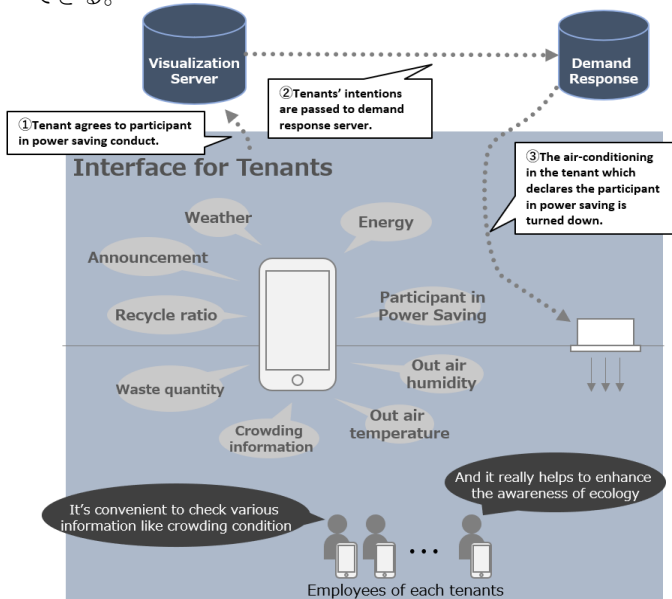


Fig.8 Mechanism for tenant participating in power saving conduct

4. バイオガスシステム

本計画において、飲食テナント店舗等からの生ゴミや厨房排水の中の有機物をメタン生成菌の働きにより分解し、バイオガスを回収してオンサイトで設置されるマイクロジェネとガスボイラーにて電気・熱を創出するシステムを導入している。施設全体の生ごみ排出量と厨房排水量はそれぞれ 1.26t/日と 250m<sup>3</sup>/日と想定しており、都市ガス 13A 相当で最大 90Nm<sup>3</sup> 程度のバイオガスが得られると試算する。

4.1 システムの構成

バイオガスシステムは厨房厨芥から原料を回収する固形物破砕機 (Fig.10)、厨芥を転送する中継槽 (Fig.11)、原料槽、厨房排水から原料を回収する調整槽、反応槽、



Fig.10 Solid waste crusher



Fig.11 Relay tank for solid waste

Fig.9 Interface for tenant managers and employees

凝集槽、加圧浮上装置 (Fig.12)、メタンガス発酵槽 (Fig.13)、バイオガスを利用するバイオガス用マイクロジェネ (Fig.14)、バイオガス用ボイラーユニット (Fig.15) 及び厨房除害設備に構成される。各飲食店舗で発生した厨芥ゴミは重量測定を行った後に、生ごみ室へ搬送され、生ごみ室内に設置される固形物破砕機に投入される。シス



Fig.12 Pressurized flotation device to collect nutrient from waste water



Fig.13 Fermentation tank for methane



Fig.14 Co-generation used by biogas

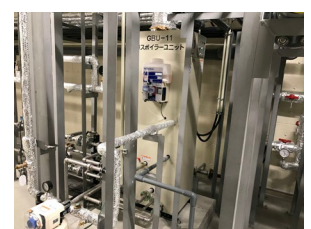


Fig.15 Boiler used by biogas

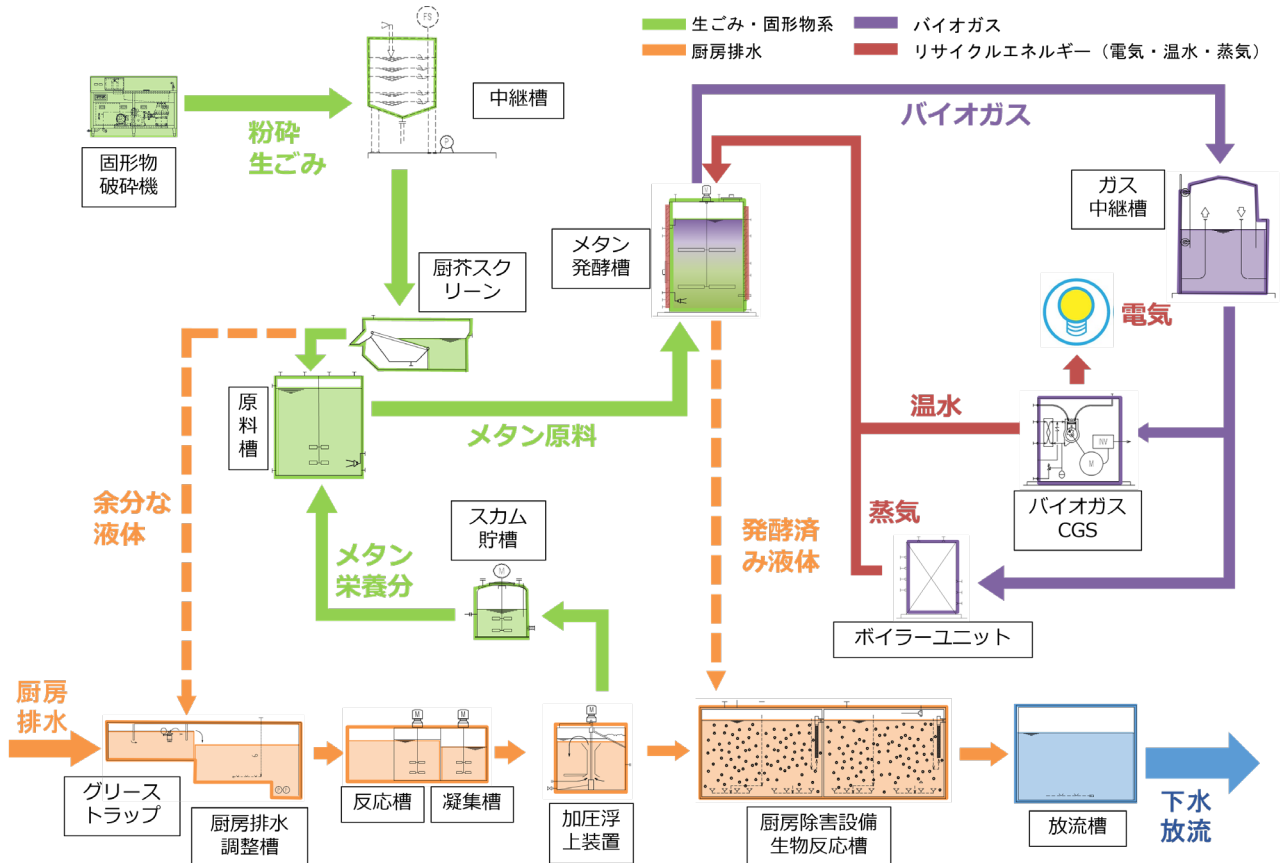


Fig.16 Overall configuration and mass flow of biogas system equipment

システムの全体構成は Fig.16 にて示す。厨芥物（固体）、厨房排水（液体）、バイオガス及び創出エネルギー（電気、温水、蒸気）の流れは矢印で表現している。

#### 4.2 システムの特徴

①本システムは約 1t/日の生ごみ発生量を適切に対応できるように、他物件で採用があったシステムの設備容量をコンパクト化、ユニット化を行い、普及性及び汎用性を向上した。

②本システムは生ごみと厨房排水両方の有機物を回収し、メタン発酵処理により、バイオガスを創出することに加え、汚泥搬出量を大幅に削減している。

③本システムでメタン発酵後の消化液を厨房除害設備で処理して排水する。本計画でバイオガス設備への流入水質と排水放流基準は Table.1 にて示す。

④発生されるバイオガスは相当蒸発量 120mg/h のバイオガスと都市ガス切替専焼ポイラーユニットにて温水を作り出し、ガス発酵槽の保温に再利用することができ、また、25kW のバイオガス用マイクロコジェネにて発電され、建物の電力として利用することも可能である。

#### 5. 計画省エネルギー性能と今後の検証予定

本計画の竣工時における BEI 値は 0.73 まで抑え、CASBEE の S ランクを達成した。計画段階において、バイオガス設備の導入により、オフサイドで廃棄物処理に関連する CO<sub>2</sub> 排出量は 870t/年を削減できると試算した。また、次世代エネルギーマネジメントシステムや、太陽光発電システム、コジェネの採用等そのほか省エネ技術を合わせて、合計 6,240t/年の CO<sub>2</sub> 排出量削減効果が想定した。省エネルギーセンターの基準と比較し、40.3% の CO<sub>2</sub> 排出量削減（場外生ごみ処理 CO<sub>2</sub> 量を含む）が想定される。

今後の検証として、「次世代エネルギーマネジメントシステム」のデータ蓄積後の最適化運転効果、「テナント参加型エネルギーマネジメント」の運用実態及びバイオガスシステムの稼働状況等課題について、改めて詳細を報告する予定である。

	Solid waste from kitchen	Wastewater from kitchen	Discharge water
Temperature	15~40°C	15~40°C	below 45°C
pH	5.0~9.0	5.0~9.0	5.0~9.0
BOD	-	below 800mg/L	below 600mg/L
TS	22% at most	-	-
T-N	0.98% at most	below 12mg/L	-
SS	-	below 400mg/L	below 600mg/L
n-Hex	1.5% at most	below 200mg/L	below 30mg/L

Table.1 Inflow water quality and wastewater discharge standards

## 某事務所の設備計画 Building Mechanical Planning of the Head Office Building

○齋藤 寛徳 (竹中工務店)      大知 啓介 (竹中工務店)

三村 拓海 (竹中工務店)

Hironori SAITO\*1 Keisuke OHCHI\*1 Takumi MIMURA\*1

\*1 TAKENAKA CORPORATION

### はじめに

本計画は、某企業の旧ビルを建替え、グループ会社を集約することでグループの本部機能を有する本社ビルを新設する計画である。

脱炭素に向けた省エネの推進に配慮しながらも、従業員の安心・安全、快適性・知的生産性、ウェルネスの向上、さらにグループ会社間の活発な交流や連携によって相乗効果を生み出す「Synergy office」をメインコンセプトとして計画された。

### 1. 建物概要

写真1に建物外観を、表1に建物概要を、図1に断面計画を示す。敷地周辺は集合住宅やオフィスが高密度に密集し、公園や街路樹もない環境である。平面配置は、コア配置を東西コアとして南北面に開口部を配置することで、外皮負荷を低減している。断面計画は、限られた敷地内にグループ会社も含めた執務空間のボリュームを確保しながら、周辺への圧迫感の低減と緑の創出を目的として、1階エントランス、7階シナジーテラス、R階シナジーガーデン(写真2)の3つのレベルに植栽を配置している。フロア構成はB1階に駐車場、1階にエントランス、2階に応接、3～6階にオフィス、7階にシナジーテラス、8階に会議室、9階に役員室を配置し、3階のオフィスから7階のシナジーテラスまでは、建物中央に設けた吹き抜け階段(写真3)が上下階の繋がりを円滑にしている。また、構造形式はオイルダンパーを用いた制震構造を採用することで地震に対する安全性を高めている。図2に当ビルにおける省エネ、ウェルネス、BCPを両立するための主な取り組みを示す。以降で取組内容について説明する。

#### (1) オフィス

オフィスは基準階高さ4.4m、天井高さ3.0mを確保、執務席はベースとなるグループアドレス席に加えてフリーアドレス席も導入している。オフィス中央には、吹き抜け階段に近接してコピー機、ミニキッチン、モニターを配置した共用スペース(シナジースポット)を設けることでコミュニケーションの活性化を図った。



写真1 建物外観

写真2 屋外空間

表1 建物概要

建築名	イチネングループ本社ビル
建築主	株式会社 イチネンファシリティーズ
所在地	大阪府大阪市淀川区西中島
用途	事務所
規模・構造	地下1階、地上9階、塔屋1階 S造 (一部RC、SRC造)
敷地面積	1,375.39㎡
建築面積	924.15㎡
延べ床面積	6,951.54㎡
竣工	2020年10月

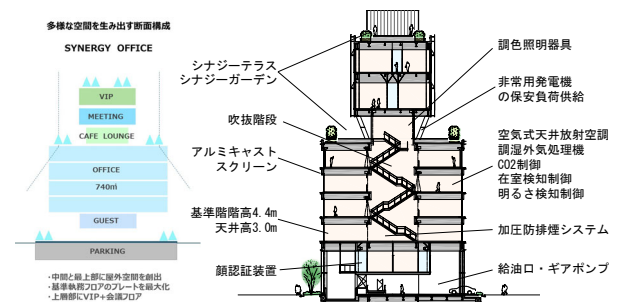


図1 断面計画

図2 主な取り組み

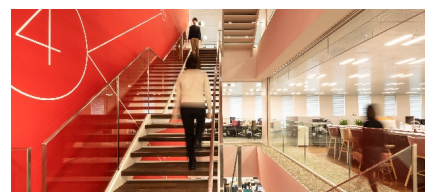


写真3 吹抜階段・オフィス

(2) エントランス・応接

1,2 階は内部空間を最小限として 2 層吹き抜けのエントランス、ピロティとすることで開放性を生み出し、2 階の浮遊する待合、応接スペースと併せて歩行者に対する圧迫感を低減してる。(写真 4)

(3) 大会議室

会議室は大型のスライディングウォールで大ホールから 6 分割まで対応可能。大型スクリーンの設置や会議予約システムの導入により、限られた空間の中でフレキシビリティの高い会議スペースを実現している。また、天井高 4m 以上の大空間であるため、南北開口部には電動ブラインドを設置している。(写真 5)

(4) アルミキャストスクリーン

南北面に開口部を配置することで自然光を導入しながらも、周辺建物に対する視線の制御と日射負荷の低減を目的として、建築主のサインを組み込んだアルミキャストスクリーンを外装に設置した(図 3)。スクリーンは、メンテナンスに配慮し外壁面から 250mm 程持ち出して設置され、厚みは 50mm と薄いですが、100mm 角の小さな格子形状で外壁全体を覆うことにより日射受熱量を低減している。アルミキャストスクリーンの 3D モデルを用いて南鉛直面における日射受熱量の解析を行った(図 4)。アルミキャストスクリーンの設置により夏期における南鉛直面の日射受熱量を最大で 70%程度低減が見込める。



写真 4 エントランス 写真 5 大会議室

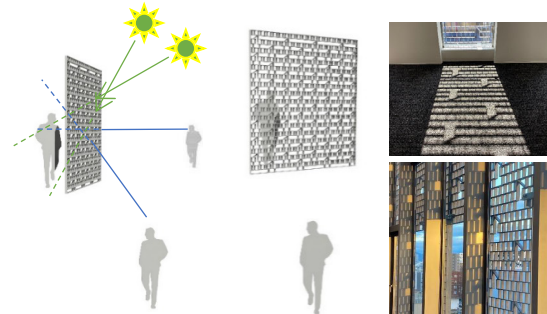


図 3 アルミキャストスクリーン

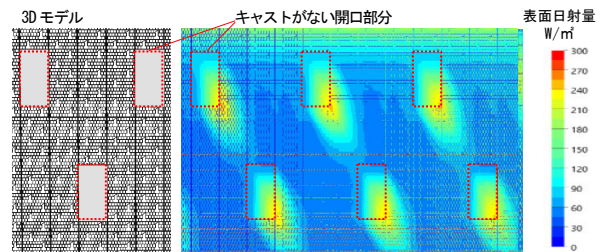


図 4 日射受熱量の解析 (夏期 14 時)

2. 空調・排煙設備概要

(1) 空気式天井放射空調

空調熱源は電気式ヒートポンプパッケージを採用、R 階と 7 階にセットバックして出来た屋外スペースに室外機を分散設置することで、冷媒配管の短縮と周囲への騒音に配慮した。オフィスの空調方式は旧ビルにおいてドラフトによる不快感の意見があったため、放射としみ出しにより気流感を抑えられ、天井内に水配管が不要な高頭熱パッケージ+調湿外気処理機による空気式天井放射空調を採用した。図 5 に空調方式の概念図を示す。インテリア系統の室内機を空気式天井放射空調用として配置、調湿外気処理機の SA を座席のない通路等で吹出し、ある程度の到達距離を持たせる計画とした。また、調湿外気処理機は省エネに配慮し CO2 センサによる台数制御を計画した。オフィスにおける冷房時の気流シミュレーション結果を図 6、夏期の熱画像を写真 6 に示す。オフィス部分の温熱環境が適切に維持され、熱画像から天井アルミパンチングパネルによる放射冷却効果を確認できた。

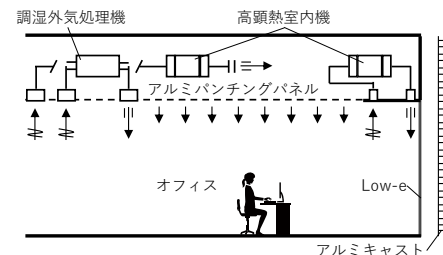


図 5 空調方式の概念図

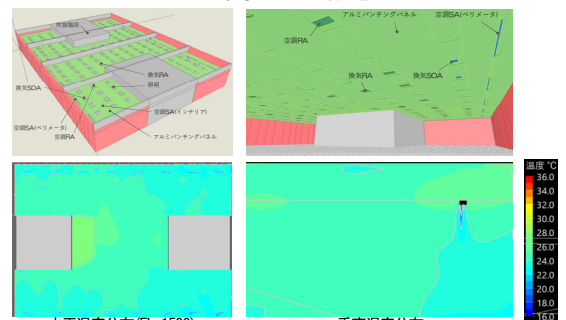


図 6 冷房時の気流シミュレーション

その他の居室については、標準的なパッケージエアコンと全熱交換器を採用し、天井高さが 4m 以上となる 7~9 階については、暖房時の温熱環境の改善策としてシーリングファンを設置した。

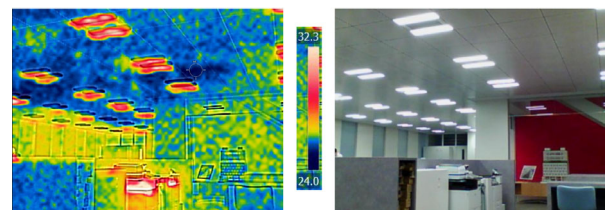


写真 6 夏期の熱画像

(2) 加圧防排煙システム

非常用EVロビー (B1～6階) の排煙は、火災時に室内の煙を排出すると共に、消防隊の活動拠点となる非常用EVロビーを加圧給気ファンにより加圧することで煙の進入を防ぎ、消火避難活動における安全性の向上が可能な加圧防排煙システムを採用した。図6に加圧防排煙システム概念図を示す。B1階に設置した加圧給気ファンにより非常用EVロビーに設置した給気口から新鮮外気を供給する。隣接室となるオフィスに面して必要開口面積を確保した圧力調整装置を、オフィス意匠に配慮して設置した。空気逃し口は機械排煙系統と同一のファン系統とすることで合理化を図った。また、ダクトスペースの削減により、限られた敷地面積やコアスペース・コア配置の諸条件に対して、少しでも多くのオフィス空間の確保を可能とした。

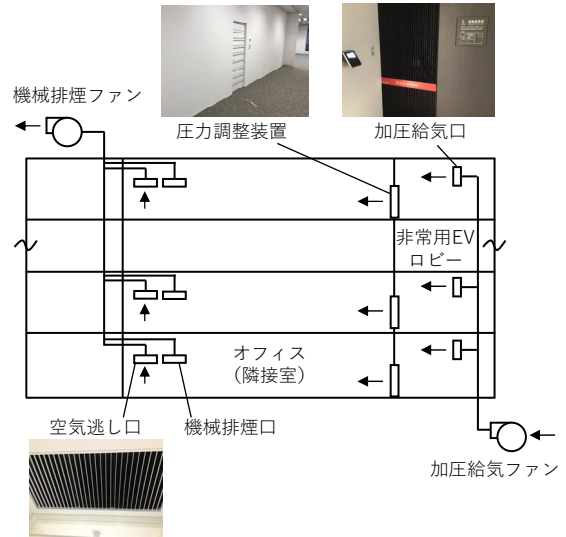


図7 加圧防排煙システム概念図

(3) BIMの活用

本プロジェクトでは基本設計段階からBIMを活用して、機器・ダクト・配管等の納まり検討を実施し、詳細設計段階においては、BIMモデルから2Dの設計図を作成した。また、設計時に作成したBIMモデルを作業所に引継ぎ、施工段階における納まり確認や設計変更等の検討資料としても活用した。(図8)

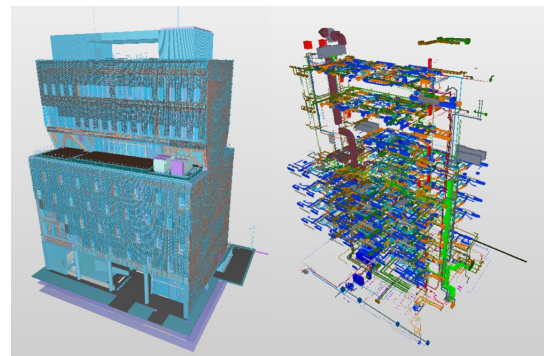


図8 BIMの活用

3. その他設備概要

(1) BCP対応

図9にBCP概念図を示す。計画地は河川氾濫による浸水が3m程度と浸水リスクの高い地域となっていたため、そのリスクを考慮してキュービクル、発電機を7階に配置した。商用電源の停電時には、非常用発電機300kVAを用いてオフィスフロアの一部の照明・コンセント、非常用EV、給排水ポンプ等の特定負荷に電源供給を可能とした。燃料は建築主自身も取り扱っているA重油を採用し、容量は少量危険物の範囲内である1950L (連続稼働時間35時間) で計画した。また、燃料の補給は1階の駐車スペースに設置した給油口よりギアポンプを介して可能としている。建物の各所出入口には浸水対策として防潮板を設置している。

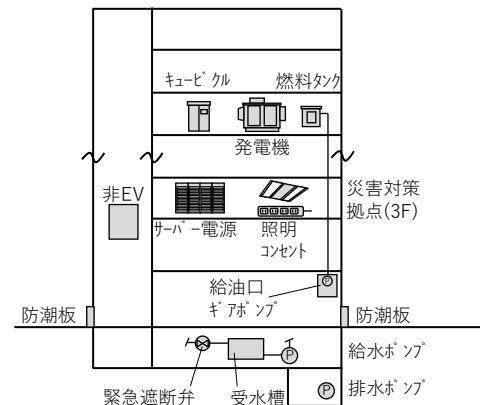


図9 BCP概念図

(2) 顔認証装置

図10にセキュリティ概念図を示す。旧ビルよりセキュリティ性と利便性の向上のために、3次のセキュリティレベルを設け、入退室管理装置には顔認証装置 (写真7) を採用した。これによりグループ会社の拠点となる当ビルには、各支店から出張で訪れる際もカードの貸出しなしで入場することが可能となった。また、機械警備とも連携し、セキュリティゾーン毎に警備セットによる入退出装置・照明・空調のオフとEV不停止設定を可能とした。

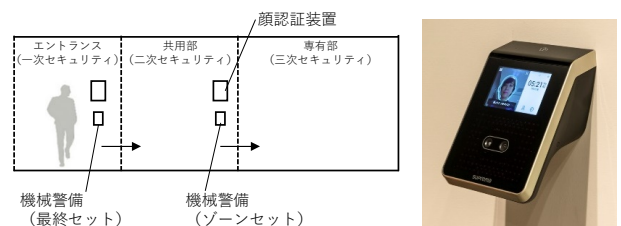


図10 セキュリティ概念図 写真7 顔認証装置

(3) 照明計画

図 11 にオフィス部分の照明制御概要を示す。オフィス部分は画像センサと明るさセンサを用いた調光制御を採用した。設計照度は一般的に JIS 基準の 750lx や、省エネに配慮してタスクアンビエント方式とし、アンビエント照度を低めに設定する事例もあるが、本計画では旧ビルにおける照明環境や建築主による試験室での明るさ感の確認を実施し、高めの 1,000lx で計画した。照明制御ゾーニングを 3.6m×3.6m 程度とし、ゾーン毎に画像センサ・明るさセンサによる段階調光制御を採用することで省エネルギーな運用を可能とした。照明器具は光源が直接見えないようアクリルパネルが設置されたシステム天井用ベース照明 (4000K) を採用しグレアに配慮した。

7階シナジーテラスには調色照明器具を採用し、仕事、打合せ、リフレッシュ等の目的に応じて色温度の変更が可能な計画とした。

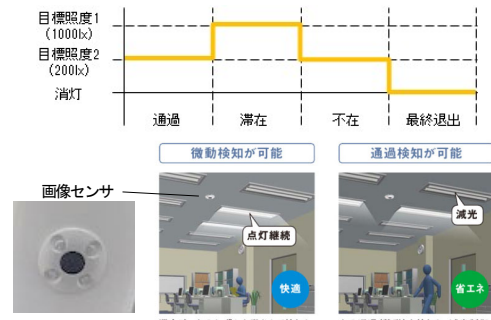


図 11 照明制御概要

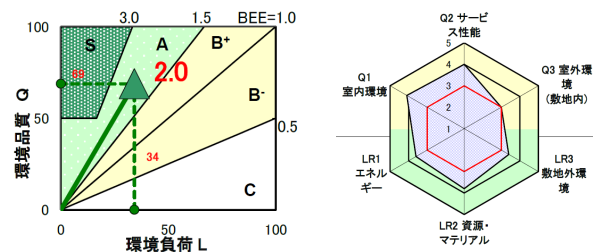


図 12 CASBEE 評価

4. 環境性能と一次エネルギー消費実績

環境性能評価については、CASBEE 大阪みらい-新築 2018 年度版にて BEE=2.0、A ランクとなった。(図 12) ウェルネスについては、CASBEE-WOにて S ランク (図 13) を達成(自主評価)。外皮・省エネルギー性能については、BPI=0.84、BEI=0.67 (その他含む) となった。

図 14 に稼働 1 年目の月別電力消費量を示す。冬期については、竣工直後の運転調整等で電力消費量が高めに出ているが、一次エネルギー消費原単位の実績値は 765MJ/m<sup>2</sup>年 (その他含む) となり、オフィスビルにおける一次エネルギー消費原単位の平均値 899 MJ/m<sup>2</sup>年<sup>1)</sup>を下回る結果となった。また、設計時の BEI=0.67 (その他含む) に対して実績値の BEI=0.60 (その他含む) と設計値を下回った (図 15)。運用が改善される 2 年目以降は、省エネ運用により更なるエネルギー消費量の低減が可能と考える。

前述したオフィス環境の向上や環境負荷低減のための建築・設備における複合的な取り組みが評価され、当ビルは 2021 年度日経ニューオフィス賞近畿奨励賞、2021 年度大阪環境にやさしい建築賞事務所部門賞を受賞した。

まとめ

某企業の本社ビル建設計画において、「Synergy office」というメインコンセプトのもと、省エネ、従業員の安心・安全、快適性・知的生産性、ウェルネスの向上等に寄与する建築・設備計画を実施した。

今後は、省エネ運用、ZEB 建築普及のためのエネルギー実績等の収集・分析を実施していく予定である。

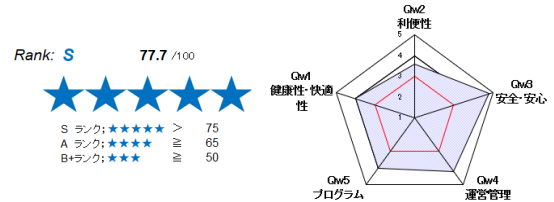


図 13 CASBEE-WO (自主評価)

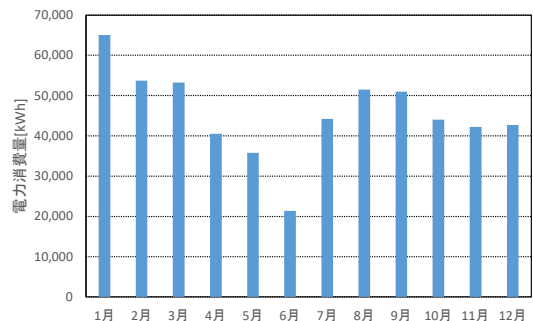


図 14 月別電力消費量

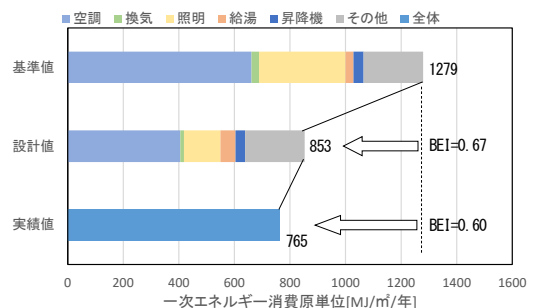


図 15 一次エネルギー消費量

参考文献

- 1) 建築設備士 2019.12 2019 建築設備情報年鑑 事務所建築における竣工設備データ

## ABW 指向型オフィスの環境・設備計画 Environment and facility planning for ABW-oriented offices

○小林 佑輔 (竹中工務店)      小林 直樹 (竹中工務店)

Yusuke KOBAYASHI\*<sup>1</sup>      Naoki KOBAYASHI \*<sup>1</sup>

\*1 Takenaka Corporation

### はじめに

オフィスビルに求められる環境性能は省エネルギー性に加えてオフィスワーカーの知的創造、健康・快適性への配慮など範囲が拡大している。本計画では ABW 指向型オフィスとして様々な空間と要素技術を導入した。

### 1. ABW(Activity Based Working)

ABWは、その時々の業務の状況・特性とそれに求められる業務環境・機能や快適性要求に応じて、ワーカーが自律自発的に最適な場所を選択して働くことができる働き方を指す。本計画では集中思考できる場からカジュアルに交流できる場など、多様な場所を計画した。研究開発者はこれらの場所を業務に応じて選んで働き、交流し、新たな発想を巡らすことができる。

### 2. 自然採光 自然換気

建物北面、西面には自然との接点を生む開放的なテラスを計画している。また、庇・垂れ壁・開口形式・トップライトにより自然光を建物内に採り入れており、場所によっての明るさのむらが作り出されている。明るさによって働く場の印象も変わり、その時の気分に合わせて場所を選択することができる。自然換気はトップライト及び1階に自然換気開口を計画し、室内外の環境を計測し自動で開閉する制御を導入し、自然換気の効果を高めた。

### 3. ファサード計画

外装は方位を考慮して南面は高断熱サンドイッチパネルにより建物の外皮性能を高めている。北面開口部は高性能Low-Eペアガラス及びバルコニー部の水平庇により日射遮蔽性能を高めており、建物の外皮性能を示すBPIは0.78である。バルコニー部の水平庇は、鉄道と近接している立地条件に配慮し視線を遮る役割も担う。

### 4. 空調計画

事務室エリアは高顕熱運転が可能な電気式ヒートポンプビル用マルチを導入している。冷房負荷が少ない中間期および冬季は冷房運転中に冷媒の蒸発温度を上げることにより、圧縮機のエネルギーを抑えている。ペリメータ側はビルトイン型室内機、インテリア側は天井カセット

型室内機とし、空気搬送動力を抑えた計画としている。

外気処理ユニットに搭載されている熱交換器と加湿エレメントにより、加湿効率が低下しやすい冬季でも総合的な外気処理を行う。CO<sub>2</sub>濃度に応じた換気風量制御により、ファン動力及び空調負荷を低減している。また、ナイトパージ(夜間外気冷房)を行い、空調立上げ時の冷房負荷を低減する。

### 5. 省エネルギー性能

省エネルギー性能は、建物単体でのBEIは0.58でありZEB-Oriented相当である。運用実績は今後分析を行う。



Fig.1 外観写真



Fig.2 内観写真

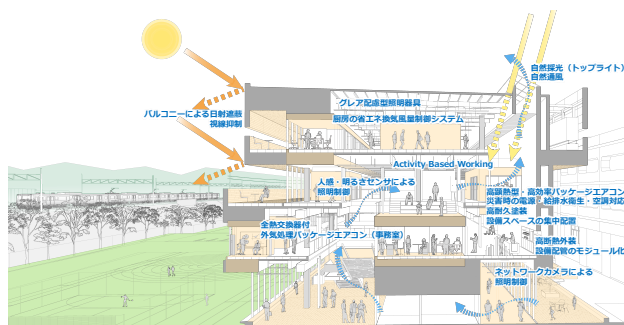


Fig.3 環境設備計画