



スチールハウス空間拡大への取り組み

Efforts to Expand Steel House Interior Space

「NSスーパーフレーム工法(NSSF工法)」は、当初、社宅・寮など住宅用途を中心に展開されてきたが、近年は保育所や事務所など非住宅分野への拡大を目指している。非住宅用途への活用には、事務所特有の要求である広い室内空間・天井高さの確保などの物理的な空間拡大、また非住宅らしい意匠性の工夫による視覚的・感覚的な空間拡大に向けた改善が必要であり、その取り組みとして、①屋根トラスの現地接続施工方法の採用による最大25mの長スパン化、②天井根太レスや設備納まり工夫による天井高さ最大3,000mm確保、③スケルトン壁・天井で視覚的開放性を向上、④縦連装窓やデザインの工夫で外部との連続性確保を実施した。これら社内案件で実施・検証した技術を外販案件へ展開している。このことにより事務所用途へ適応性を高め、商品力を大幅に向上させている。今後さらに改善を繰り返し、より良い商品をお客様に提案できるように取り組む。

The “NS Super Frame construction method (NSSF method)” was initially developed primarily for residential applications such as company housing and dormitories, but in recent years we have been working to expand into non-residential sectors, including nursery schools and offices. Adapting this method for non-residential use requires improvements in both physical space expansion—such as securing the wide interior spaces and ceiling heights typical of office requirements—as well as visual and perceptual space expansion through design innovations that create a non-residential aesthetic. Our initiatives include: (1) achieving spans up to 25 meters by adopting a construction method of connecting roof trusses on-site, (2) securing maximum ceiling heights of 3,000 mm by eliminating ceiling joists and optimizing equipment integration, (3) improving visual openness through skeleton walls and ceilings, and (4) ensuring continuity with the exterior through vertically arranged window configurations and design innovations. Technologies implemented and verified in our in-house projects are being deployed in external sales projects. These efforts have enhanced adaptability for office applications and significantly improved our product competitiveness. We will continue making improvements to offer even better products to our customers.



大成 幸一郎
ONARI Koichiro
建設事業部
営業部



河合 良道
KAWAI Yoshimichi
建設事業部
工事技術部
建築技術グループ



若山 泰郎
WAKAYAMA Yasuo
建設事業部
設計技術部
建築設計技術グループ



山口 悟史
YAMAGUCHI Satoshi
建設事業部
設計技術部
大分設計技術グループ



中村 大輔
NAKAMURA Daisuke
建設事業部
設計技術部
八幡設計技術グループ



小田 太知
ODA Taichi
建設事業部
設計技術部
北日本設計技術グループ



福島 誠也
FUKUSHIMA Masaya
建設事業部
設計技術部
大分設計技術グループ

1 はじめに

薄板軽量形鋼造（以下、スチールハウスと略す）は、木造2x4工法（枠組壁工法）の枠材を、板厚2.3mm未満の垂鉛メッキ鋼板を冷延成形した形鋼に置き換えた建築物である。1995年の阪神淡路大震災の復興に向けた仮設住宅の一部として、米国からの支援で建設されたのが国内最初であり、その後、2000年の改正建築基準法の体系の中で、スチールハウスに関する技術基準が制定され、2012年の告示改正で4階建てや他の構造との併用構造が可能となった。

当社初の設計・施工案件は、2006年日本製鉄高横須賀社宅におけるNSスーパーフレーム工法®（以下、NSSF工法と略す）であり、2012年度には釜石において東日本大震災の復興住宅、2014年度には、スチールハウスでは初の4階建てとなる大分明野北社宅を建設している。以後、日本製鉄株式会社及びグループ企業殿の社宅・独身寮を主体に設計・施工の実績を積み重ね、設計標準化による改善を行いつつ、施工効率化を進め、今日に至っている。

近年は、さらに用途の幅を非住宅用途に広げ、NSSF工法の設計・施工改善の取り組みを行ってきた。

それらは過去のテックスエンジニアリングで紹介している。

- ・003号(2019Fy)：保育所建設における取組
- ・006号(2022Fy)：SH-ZEB提案
- ・007号(2023Fy)：商品力・魅力向上（意匠・施工性）
- ・008号(2024Fy)：健康・快適SH事務所の断熱性能

この様に、時代の潮流に合わせ、最先端の技術への取り組みを紹介している。今回のテックスエンジニアリングでは、NSSF工法を非住宅用途で活用する為に、執務空間の魅力・商品力上げるために行った空間拡大の取り組みについて紹介する。

2 建築活用用途拡大への取り組み

近年、事務所用途への展開を図り、社内案件をフィールドとした取り組みにより、長スパン化・内外装意匠性向上などの工法に関する技術向上及び床遮音・振動性能・温熱性能の評価を行ってきた。そのことにより、お客様へ自信を持ってお勧めできる基盤が整いつつある。

現在では、日本製鉄の保育所及び日本生命保険の営業所における平屋事務所建築、また日鉄グループ会社や関係会社で、2、3階建て事務所の建築実績も増えている。

前述のように、住宅用途を中心に開発された工法の建物用途を、比較的広い室内空間が求められる非住宅用途に拡大する為には、設計的な工夫が必要であり、社内案件で行った様々な事例を紹介する。

3 規格建築物であるNSSF工法

NSSF工法は、パネル製作工場で規格化された部材を用い、壁・床・屋根パネルを製作、現場にトラックで搬入、組み立てる、いわゆる規格建築（プレハブ建築）である。

規格建築には採用メリットがある一方で、計画上の制約があることから、まず規格建築であるNSSF工法の採用メリットと制約について紹介する。

3.1 NSSF工法採用のメリット

3.1.1 パネルの工場製作化による高い品質

NSSF工法のパネルは、パネル製作工場でパネルの芯材である形鋼を組立、表面に構造面材を貼るが、いずれも溶接を行わないドリルねじ接合が標準の工法である。組み立て作業に慣れた作業員が、標準化された製作工程において、製作工場にて安定した姿勢でパネルの組み立てを行うことから均一な品質で、現場作業の多い他工法よりも高く安定した品質が確保できる。

また製作は工場内で行われるため、天候に左右されず工程遅延のリスクが大幅に減少される。

3.1.2 現場作業の省力化・短工期・近隣トラブル低減

現場ではパネルの組立作業のみで専門職を必要としないことから、少人数で安全かつ安定した品質が確保でき、専門職不足の近年において作業員の確保が容易である。

また現場における躯体工事作業が少なく、雨天による天候に左右されにくいことから躯体工事の短工期化が図れる。

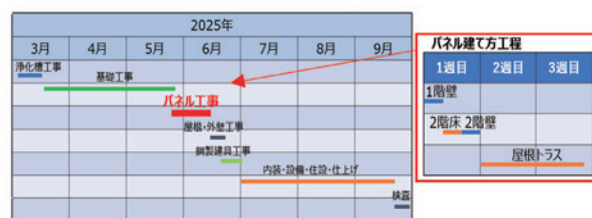


図1：室蘭東館事務所 工程（右は躯体工程）

さらに現場工事では、粉塵、騒音、振動が出る作業も少ないため、工事近隣地域への居住・就業環境に配慮された工法である。

3.1.3 設計の標準化による設計費・短工期

NSSF工法の躯体パネルは規格化された寸法で構成されており、その寸法に基づくグリッドにて計画を行う。そのため標準化による設計の効率化が可能であるため、近年ではBIMを活用した標準化により設計負荷削減を図っている。

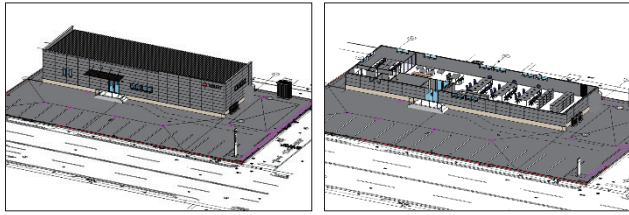


図2:平屋事務所のBIM活用例

3.2 建築計画上の条件

工場で製作したパネルを現場に輸送して使用するため、製作段階や輸送段階に一定の条件があり、これらが事務所建築の計画自由度に影響する。以下に計画上の条件を示す。

3.2.1 壁パネルの計画上の条件(寸法上の条件)

SHの壁パネルの高さは、2730mm、もしくは3030mmと決まっている。(最大4530mm)※平屋のみ使用可

またパネル1枚あたりの工場製作時の幅については、輸送可能な寸法(トラック輸送が可能な寸法)である必要があり、輸送可能な長さに分割し、現場でドリルねじ接続する形となることから、ある程度自由度はあるといえる。



図3:パネル荷姿・パネル建方状況

3.2.2 床パネルの条件

床は壁パネル同様に工場で加工しパネル状に加工したものをトラックで現場に搬入し組み立てする。床パネルを構成する形鋼の荷重と、形鋼の強度の限界により、床パネルの最大寸法は約7m程度となる。また壁式構造のため、上階の床パネルを支える壁や、まぐさ(壁梁)が必要となり、上階に床がある階(3階建の場合、1,2階部分)の場合、最大でも約7m以内に壁(もしくは、まぐさ)が必要となる。

3.2.3 屋根パネルの条件

屋根パネルは床パネルに比べ、上載荷重・積載荷重が小さいため、ある程度自由度はあるが屋根パネル方式とする場合、工場で製作したパネルをトラック輸送可能であること、形鋼の製作限界により約10mのスパンが最大となる。より長いスパンを求められる場合は屋根架構をトラス方式として対応可能である。

3.2.4 形状に関する条件

NSSF工法は壁式構造であり、構造パネルをドリルねじで接合し構造体を構成することから、基本形状は矩形で

ある。躯体パネルによる複雑な矩形の組み合わせとなる平面的な雁行や立面的セットバック、曲面などの変形の対応は難しく、構造壁量確保のため、シンプルな長方形が形状の基本となる。

以上の制約を上手く活用し、当社としては従来最も構造特性に即した建築用途である住宅(寮・社宅)を中心に事業展開をおこない工法進化・商品力を向上させてきた。



図4:共同住宅(社宅)事例

近年は活用用途の拡大を図るべく、制約条件を上手く解決し、平屋保育所や社内建物である2階建て事務所において、商品力向上に向け室内空間構築に取り組んできた。

以降では、平屋及び2階建て事務所建築における室内空間の工夫改善事項について紹介する。

4 非住宅建築における改善事例紹介

4.1 平屋建て施設・事務所への適用

平屋建て施設としては、2007年に企業向けの託児所の実績はあるが、継続的に採用されたのは、2015年に建設された日本製鉄 大分託児所がスタートとなる。その後、日本製鉄 大分は製鉄所の近傍に保育施設を計画し、その多くをNSSF工法にて当社設計施工で建設をしている。

NSSF工法の平屋建築物は、比較的空間自由度が高く、空間構成・デザインにおいて魅力的な空間を構成できる。

写真は鹿島で建設した保育施設であるが、室サイズは85㎡(5.915m×14.425m)、天井高さは2.65mと広い託児スペースを設け、使い方によって部屋の形状を変えられるよう、スライディングウォールで間仕切り可能としている。

また天井にトップライトを設けることで自然光を室内に取り入れ、電動開閉性能による通風で心地よい空間が形成された。

外観は単調にならない様、外壁や庇のデザインに拘り、園児達が親しみを感じるデザインとなっている。

平屋の保育所用途では、広い託児スペース以外でも、小部屋も必要の為、比較的構造壁を確保しやすい。また未成熟な園児の体温調整に伴い、高い断熱性能も要求されることからNSSF工法の適用性は高いといえる。



図5:日本製鉄㈱東日本製鉄所 鹿島保育所

4.2 2階建て事務所への適用

2階建て事務所は2008年にJR貨物殿東北支社の研修センターで初めてNSSF工法の実績を作ったが、本格的に事務所への用途拡大に向けた改善・改良の取組は、2018年のPBボード工場事務所を皮切りに社内案件をフィールドに、様々な取り組みを行い、NSSF工法の事務所商品力の向上に努めてきた。ここでは主に空間の拡大事例を中心に紹介する。

表1:自社NSSF工法事務所 取り組み一覧

	支店	年度	建物名称	備考
1	八幡	2018	PB事務所	PB材活用 内装什器
2	八幡	2020	電計計装作業場	
3	八幡	2021	新生産センター	2階大空間化
4	八幡	2021	電計整備事務所	口準耐・1 外壁耐火 天井高UP
5	名古屋	2021	研修センター	曲面外壁 桁行大空間 『ZEB』
6	大分	2021	大分建設センター	Brスカルトン壁 パッパ 地震計 ZEB Ready
7	八幡	2022	八幡構内事務所	高天井化 (ハコ) 根太、穴開根太 活用 『ZEB』
8	広畑	2023	製鋼課事務所	ZEB Ready
9	広畑	2024	HOT詰所	上面面材トス、 空調埋込 ZEB Ready
10	大分	2025	電計センター	25m大スパン 空調埋込、 天井スカルトン、 上面面材+ハイテン材、 ZEXEED Br壁 黒ZAM縦格子、 ZEB Ready
11	室蘭	2025	東館	スカルトン天井 寒冷地断熱等級6 ZEB Ready
12	名古屋	2025	ソリューションセンター クリーニング施設	ウイングウォール 縦連装窓 作業場利用 『ZEB』

以上、延べ12件の事務所計画に取り組み、遮音・振動・地震・省エネ・断熱・構造・長スパン・高天井・意匠・耐火など

様々な項目を改善し、NSSF工法を非住宅建築に活用する上で、設計上の工夫を加え、商品力の向上を図った。

今回は、数ある取組の中で、特に室内空間拡大をテーマである「長スパン」「高天井」に加え、「視覚的な空間改善」に取り組んだ事例を紹介する。

4.2.1 PB事務所

初期の事務所建築であるPB事務所では、NSSF工法の使用規定で定められた6.0m以下の根太寸法の制限を受け、13m程度の間口寸法に対し外壁を含め4列の構造壁線が必要となり、事務所部分の空間を6m程度に制限することとなった。6mスパンの空間を有効利用する為に、什器備品のレイアウトを工夫し、また必要となる室内の構造壁を有効利用する部屋割りに加え、独立して配置される構造壁については、コーポレートカラーを配し、意匠性に工夫することでオブジェとして活用方法やモニター設置スペースやプロジェクタースクリーンとして活用する仕掛けを組み込み、機能性を上げる工夫を織り込んだ。壁式構造故に必要な壁をポジティブに取り入れることで解決した。

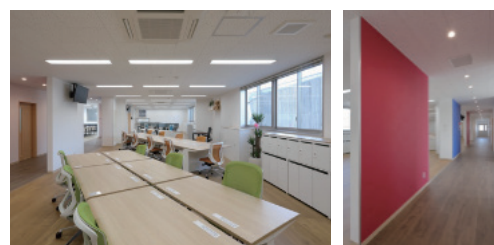


図6:PB事務所執務室の空間と構造壁

4.2.2 新生産センター

新生産センターでは2階の壁配置に工夫を加え、事務室部分を屋根根太の長スパン化により10m×13.6mの空間を実現した。また、壁パネルの高さを3,030mmとすることでOAフロアを敷いた上で2,500mmの天井高さとした。この事により事務所として提案できるレベルとなった。



図7:新生産センター2階執務室

4.2.3 八幡電計整備事務所

八幡電計整備事務所では、準耐火要求のある建物に対し、外壁耐火（口準耐-1）を実現させ、従来のイ準耐では必要であった、床パネル部分の耐火メンブレンを不要とし、空調機やダクトを配する天井懐寸法を確保した。

4.2.4 八幡構内事務所

八幡構内事務所では、前項の八幡電計整備事務所の外壁耐火実現に合わせ、上階床根太と設備機器の納まりに注力し、主に高天井化の改善取り組みを行った。

NSSF工法の壁パネルは高さ2,730mmと、3,030mmの2種類が主に使用される。非住宅用途で特に高天井化を図る際は、コスト的には若干割高になるものの、3,030mm高さの壁パネルを使用する。従来の天井内設備機器の納まりを採用した場合、天井高さは2,500mmにとどまるが、当案件では同じ3,030mm壁パネルを使用して天井高さを最大3,000mmまで拡大する取り組みを行った。（テクスエンジニアレポート007）

具体的な改善方法としては、①上階床の耐火性能不要化により床根太空間を空調機設置スペースとして利用し、空調室内機の設置高さ及び天井高さをUP、②空調室内機を設置する部分の床（天井用根太を抜き、空調室内機の設置スペースを確保）、③さらに空調室内機を天井吊方式とし、床根太部分にダクト貫通用の丸穴を設けることで、床根太ギリギリまで天井高さを上げることが可能とした。この取り組みにより、②ケースで天井高さ2,850mm（図8）、③ケース（図10）で3,000mmの天井高さを確保した。



図8：床根太の小成根太により天井高さ2,850mm確保

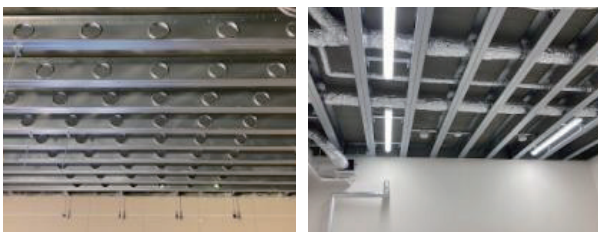


図9：穴開き根太を活用した天井内ダクトの納まり



図10：穴開き根太と天井空調機により天井高さ3,000mm確保

従来の共同住宅の場合、床の遮音性能を重視する傾向があり、上階の床を支える「床根太」と、下階の天井を吊る『天井根太』を構造的に分離し、直接衝撃音の伝達を抑える納まりとしていた。一方、事務所では就寝を伴う住宅ほど高い遮音性能を求められないことに着目し、天井根太を省略して床根太から直接天井を吊る方法を検討した。この過程で執務空間への遮音性能低下の影響を検証した結果、事務所における納まり改善として、高天井化を導入できることを確認した。

4.2.5 大分電計センター

大分電計センターでは、空間拡大に向け大きく下記3つの取り組みを行った。

①天井根太レスによる天井高さUP

前述の八幡構内事務所のノウハウを元に天井根太を取りやめ、床根太間に換気機器や設備配管を納める方法である。これにより天井高さは1階で2.7mを確保した。

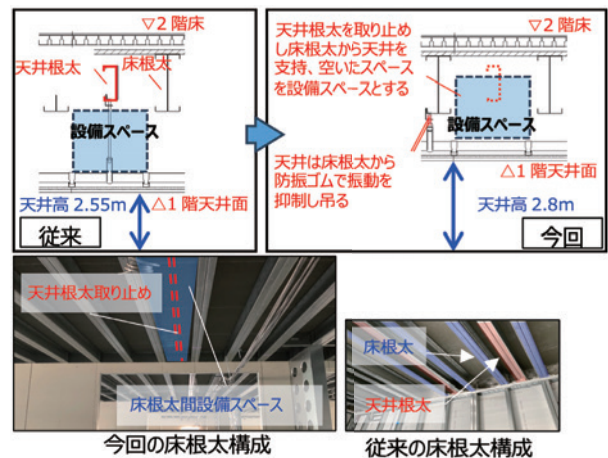


図11：床根太間を設備スペースにし天井高さUP

②トラス間に空調室内機を納め天井高さをUP

従来トラス下弦材に水平ブレスを配置されることからその下に空調機を設置することとなり、壁パネル高3,030mmであっても、空調機の懐寸法を差引と、天井高さは2,500mm程度しか確保できず、広い空間を有する事務所の場合、どうしても天井高さが低く感じられるとの課題があった。

そこで、まず構造的にトラス下面にある水平ブレスを、トラス上面の水平構面に置き換えが可能かを検討し、水平ブレスが無くなったトラス間に空調機を設置する検討を

行った。空調室内機は、天井吊部材との干渉や、完成時に天井仕上がり具合や照明器具との配置バランスを考慮する必要があることから、先行して天井に配する設備機器のレイアウトを決め、構造トラスのピッチを決定するといった従来より一手間掛けた検討が必要となった。結果としては、従来の天井高さより約250mm高い2,800mmの天井高さを2階エリアで確保した。

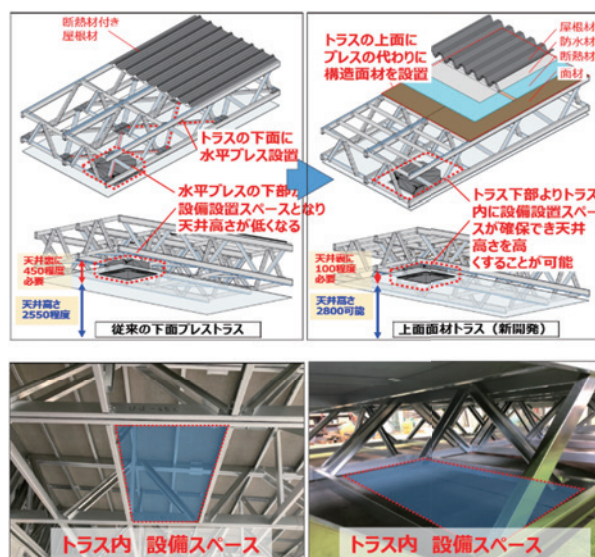


図12: 上面面材トラスとプレス間空調機納まり

③ 屋根トラスの長スパン化

従来の屋根パネル方式では、製作限界及び輸送限界により最大スパンは約10m程度を限度としていた。当該案件では、屋根トラス方式とし、トラスの現場接続により、片側12.5mスパンのトラス（2分割接続）棟部分を、屋根中央で接続する「切妻屋根」とすることで、最大25mスパンの屋根を実現した。

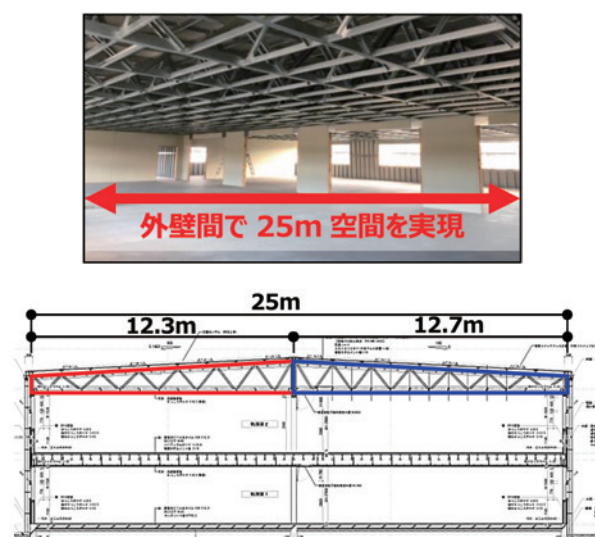


図13: 連結された屋根トラスによる大スパン化

これらの取り組みにより、事務所用途として十分な天井高さと広い空間を確保し、商品力を大きく向上させた。

4.2.6 視覚的空間開放性の取り組み

上記までは、物理的に室内空間の拡大に取り組んだ事例であるが、以降は限られた室内空間を広く・開放的に見せる、視覚的な改善取り組みについて紹介する。

① スケルトン壁による空間拡大効果

NSSF工法の構造壁には構造面材として強化石膏ボードなどを貼ったものと、より高強度性能を確保するために穴開きの鉄製面材（バーリング孔鋼板）を貼ったものがある。

バーリング孔鋼板は、鋼板単体で強度が確保されており強化石膏ボードなどは必要が無い。また耐火性能を要求されない場合、石膏ボードは不要となる。

この特性を活かし、大分建設センター、大分電計センターでは室内に配置する構造壁のスケルトン化を図り、閉塞しがちな室内空間を視覚的に開放させる取り組みを行った。（透過率17%）（意匠登録1733885号）

大分建設センターではスケルトン壁に緑化を行い、室内のバイオフィリックデザインの導入にも取り組んだ。（意匠登録1733783号）

また、屋外用途として、大分電計センターではポーチの目隠し壁として耐食性の強い鋼板をバーリング加工した壁を使用した。



図14: スケルトン壁

② スケルトン天井による空間拡大効果

NSSF工法の床パネルや屋根トラスに使用されている鋼材は高耐食性亜鉛メッキ鋼板（スーパーダイマ）を使用しており、シルバーメッキにより光沢を有し美しい鋼材

である。スーパーダイマの耐食性は高く発錆が極めて少ない。

従来は天井部分にボードを貼り、天井内部は隠ぺい空間とすることが一般的である。しかし天井ボードを貼ると天井・壁のボードで囲われた空間が室内空間となるが、構造躯体を見せる天井仕上げ方法に取り込むことで、室内空間の視覚的拡大と平坦な天井ではなく斬新な(シャープでモダンな)意匠性を付与し、空間の質の向上を試みた。

大分電計センターでは2階ホール部分の天井仕上げ、室蘭東館では1階廊下天井の仕上げをルーバーとして、普段見せない屋根トラスや床根太をみせるスケルトン化により空間の質向上だけでなく、本工法の構造を紹介する場としてショールーム的な機能も果たしている。

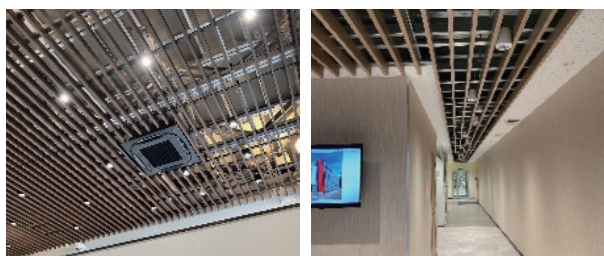


図15: スケルトン天井 (左: 大分電計Cr, 右: 室蘭東館)

4.2.7 外部開放性による空間拡大

NSSF工法は壁式構造により、構造性能を確保するために定められた構造壁量の確保が必要となる。その為、外壁部分には十分に開口を確保できず、開放的な空間を構築することが難しかった。室蘭東館・名古屋ソリューションセンターでは縦連装窓により、高い開放性を確保した。



図16: 縦連装窓 (左: 室蘭東館, 右: 名古屋ソリューションCr)

5 社内工事で培った技術の展開

以上、社内工事で改善を繰り返した技術を取り入れた、物件の紹介をする。

5.1 平屋建物への展開

平屋建て事務所として、近年、日本生命保険殿の営業所

事務所の建設を継続して建設させていただいている。同社の事務所は標準化されたプランとなっており、NSSF工法との親和性は高い。比較的広い室内空間を必要とされるニーズに対しても、屋根のユニットトラスにより、しっかりと応えられる。



図17: 日本生命殿オフィス事例

また、当社事例ではないが、大阪関西万博 コロンビア館における活用事例を紹介する。このパビリオンは切迫する万博パビリオン建設工事において極めて短工期で建設を行っている。この工事において大分電計センターで試適用した大スパントラスの技術が活かされている。



図18: 大阪万博コロンビア館事例

5.2 2階建て事務所の展開

2階建て事務所においては、日本貨物鉄道(株)殿の新南陽構内事務所を紹介する。こちらでは八幡構内事務所で適用した天井根太レス工法を採用した。床パネル内の有効活用による天井高さの確保及び、自社案件で検証した床振動特性のノウハウを活かした。



図19: JR貨物殿駅事務所事例

6 おわりに

今回紹介した各種取り組みで紹介したように、NSスーパーフレーム工法における非住宅用途の建築物での活用は僅か10年に満たない近年において本格的に取り組みを始めたものである。

非住宅用途の建築物は、住宅用途のものと必要空間の大きさ、使い方が異なるだけでなく、求められる性能・機能に異なる部分がある。

NSSF工法の非住宅建築物をお客様に展開するためには、求められる性能・機能を我々が認識し、解決したものを商品として整え、提案する必要がある。

多くの社内案件による改善の積み重ねで、自信を持ってお客様に提案ができる非住宅建築商品へと成長している。

NSSF工法は、居住性・施工性・経済性などの特色と特長がある。当社は今後の外販拡大に向け一つの武器として、培われた技術とノウハウを駆使し、お客様に最適な提案が出来る様、新たな視点で技術改善に取り組んでいく。

最後に、社内案件事務所においてNSSF工法の採用いただいた会社への感謝、及びこれまでNSスーパーフレーム工法の技術確立及び改善への取り組みにあたり、日本製鉄株式会社 住宅建材開発室殿、NSハイパーツ株式会社殿にご指導頂きましたことに感謝いたします。

参照資料

- 1) TEXENG Report2020 No. 003
スチールハウスの保育所建設における取組と今後の展開
- 2) TEXENG Report2023 No. 006
スチールハウスの性能・強みを活かしたSH-ZEB提案
- 3) TEXENG Report2024 No. 007
スチールハウス工法の商品力・魅力向上(意匠性・施工性)への取り組み
- 4) TEXENG Report2025 No. 008
スチールハウス工法の健康・快適事務所の断熱設計と性能
- 5) 新日鉄住金技報 第405(2016)土木建築技術特集
スチールハウスの設計、施工の実際と今後の取り組み
- 6) 日本製鉄技報 第420(2023)建築技術特集
建材薄板商品の多様化/省資源で施工性と断熱性能に優れたスチールハウス

<NSスーパーフレーム工法®>は日本製鉄株式会社殿の登録商標です。

お問い合わせ先 —————

建設事業部

more_information-kensetsu@tex.nipponsteel.com