

サステイナブルな仮設建築

— リース鉄骨と放射冷却膜でつくるガスパビリオン —

㈱日建設計設計部門設計グループアソシエイト 石原 嘉人

1. 夏季限定パビリオンならではの建築を考える

CO₂を活用し、エネルギーを生み出すメタネーション技術を展開しようとするJGA（一社）日本ガス協会の環境への取り組みを発信するパビリオンの計画である。

パビリオンテーマは「化ける、未来」。山留用リース鉄骨で構成した構造体フ

レームに新規開発の放射冷却膜（SPACE COOL）（大阪ガス㈱が開発）を留め付けるといふ、夏季限定施設ならではの少ない部材構成と、施工・解体・再利用が容易な工法により、「化ける⇒時間帯により見え方が変化し、会期後に生まれ変わる」パビリオン建築を実現する。

近年の万博パビリオンでは、映像技術の進歩もありコンテンツによるスペクタクル表現に重きが置かれ、展示空間は外

観と切り離されたブラックキューブとなるものが多い。このパビリオンでは展示と一体化した非日常空間をつくることで、映像展示に慣れ親しんだ来館者が五感で感じ、深く記憶に残るスペクタクル体験を提供したいと考えた。また、万博の会期は2025年4月から10月の半年間であり、施工・解体を含めても約2年間程度となる。短期間での建設・解体となるためコスト・CO₂排出量の両面から、リー



図-1 ガスパビリオン全景



写真-1 リース鉄骨と回転ピース



写真-2 SPACE COOL膜材



図-2 SPACE COOLの放射冷却技術

ス鉄骨の利用が有効となる。ここでは、主要構造部材に規格寸法の山留リース鉄骨材を用い、足元に同じくリース部材の回転ピースを用いることで、奥行きの高い敷地形状に高さ・角度の異なる三角形フレームを3mスパンで連立させ、高騰する建設費の中でコストを抑えながら、奥行きと高さを強調する特徴的な非日常空間をつくりだした。

2. 新規放射冷却膜材「SPACE COOL」の採用

外装材に用いる放射冷却膜 (SPACE COOL) は、周辺の熱エネルギーを非常に透過性の高い波長域 (8 ~ 13 μm) の光エネルギーに変換することで宇宙空間まで熱を輸送し、膜材自体の温度を外気温以下に保つ。(https://spacecool.jp/technology/) 加えて、展示室内の空調空気は規格品のコンクリート製OA床材の下部に吹き出し、床目地からの染み出しと床材の放射冷却効果により居住域のみを冷却するとともに、建物形状を利用して上部に熱だまりをつくりながら排熱を行うことで、少ないエネルギーで効率的に快適な展示空間を実現する計画としている。

3. 設計・施工・製作まで一貫した BIM モデル活用

規格品のリース鉄骨を用いた構造フレームでは、効率的な部材設定と効果的な空間の形成に、BIM (Building Information Modeling) の活用が非常に役立った。このプロジェクトでは基本計画段階からBIMを活用し、形状検討モデルを用いて環境シミュレーション・構造解析を行い、結果をスムーズにフィードバックしながら設計を行うとともに、実施設計段階では、規格品リース鉄骨の利用のため、ボルト穴まで入力した各鋼材データをモデルに落とし込み、規格材を無駄なく使用する材料分割・寸法設定を精緻に行い、製作図までスムーズな連携を行った。ま

た段階的な仮設足場計画を設計段階からモデルに盛り込み進めることで、建て逃げ工法により奥行きの高い限られた敷地の中を有効に活用しながら、外装膜材の留め付け・内装材施工・設備施工・

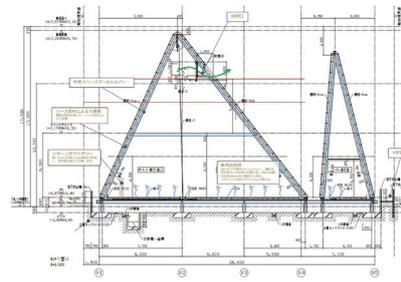


図-3 東西断面図ダイアグラム

展示工事を遅延なく効率的な工程で実現している。この実現には実施設計段階から参入してくれた奥村組BIM推進室の活躍によるところが大きい。

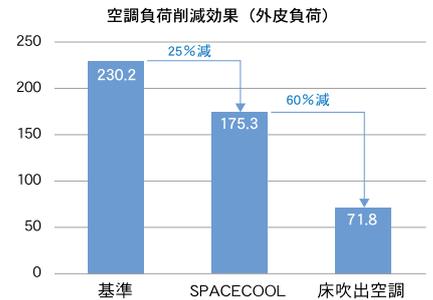


図-4 外皮空調負荷削減効果

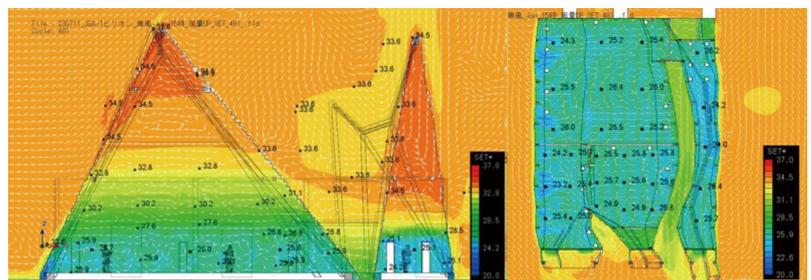


図-5 展示空間の温熱環境シミュレーション

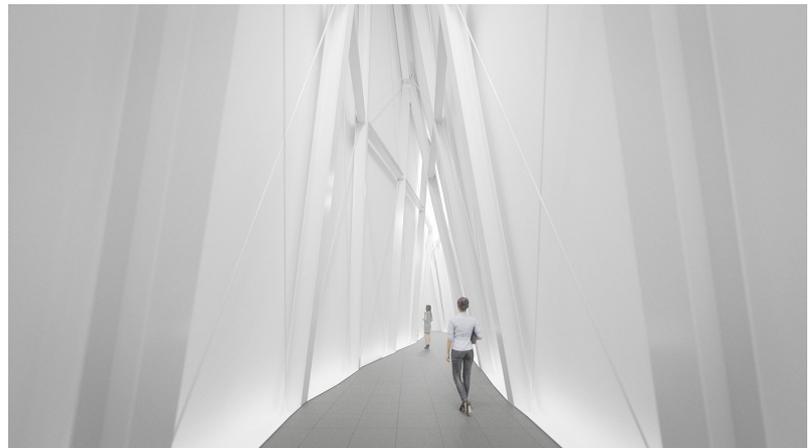


図-6 基本計画時の展示室イメージパース



図-7 パビリオンフレームBIMモデル

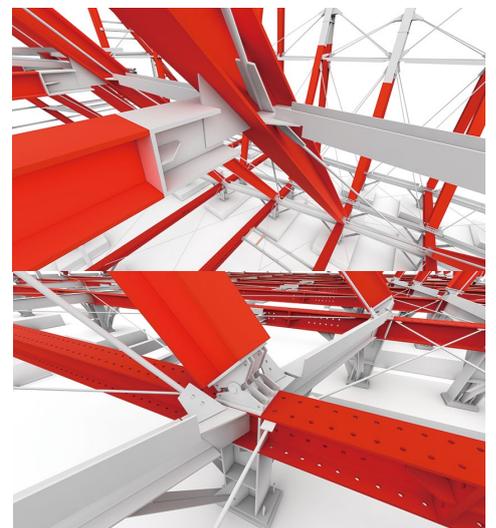


図-9 精緻に入力されたBIMモデル

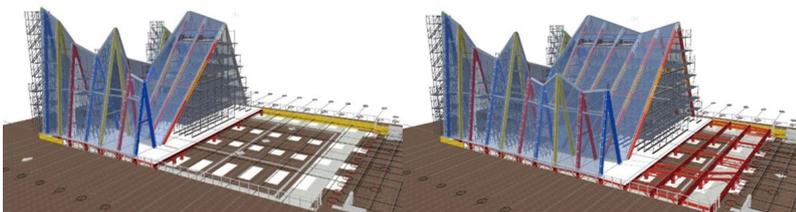


図-8 工区毎の段階的な足場計画モデル (Phase03-01, 04-01)



図-10 パビリオンの製作時の廃材を有効活用した外構計画

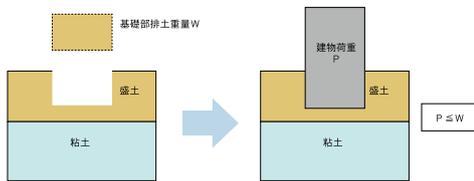


図-11 浮き基礎のイメージ

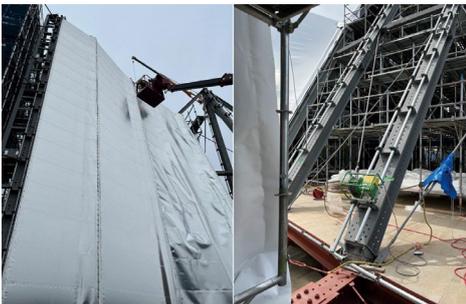


写真-3 リース材への膜の留め付け作業



図-12 外観夜景（カーボンニュートラルなガス火を表現）

4. 多様な CO₂ 削減の取り組みが作る未来の推進力

万博会場となる夢洲地区は、地盤沈下が起こりやすい埋立軟弱地盤であるため、通常は基礎に長大な杭や大きなコンクリート基礎を使用する必要があるが、ここでは建設エリアの地盤を建物と同重量分掘削して、建物重量と掘削地盤の重さをバランスさせる「浮き基礎」とすることで、使用材料と掘削量を抑え、解体作業を容易にする計画としている。

さらに、パビリオンの待機エリアとなる南側外構ゾーンの日よけには、膜の製作時に発生する短冊状の廃材を利用、手摺壁には鉄骨製造時に発生する鉄鋼スラグを用いた蛇籠を利用、展示室の床スラブにはデッキスラブと合板を組み合わせ

CO₂ 排出量の多い現場打コンクリートを削減、床仕上材や空調機器、照明器具などは、JGA グループ内での再利用を想定して選定、またバックヤード部分はプレハブの規格品を用いるなど、建設時・会期中のみならず会期後の再利用にも配慮した多様な試みを行っている。

このパビリオンでは初期段階よりクライアントと施工者および展示計画メンバーとともに、「2025 年関西・大阪万博を、これからの時代の CO₂ 排出削減技術の更新のための大規模な実証実験の場として活用する」という目的意識を共有して進め、上述のような、クライアントの開発する新規開発放射冷却膜の建築への実装検証、期間限定のパビリオンならではの部材構成・工法の検証、使用する材料の製作時廃材の利活用など、万博とい

う機会だからこそできる試みを行っている。これらの多様な技術更新が未来の環境に貢献するとともに、それらが生み出すこのパビリオンでの展示と一体化した非日常空間の体験が、来館者の原体験となり、「明るい未来」のための推進力につながってくれることを期待している。