

鉄構技術 10

2023 October
VOL.36 No.425

THE STEEL STRUCTURE TECHNOLOGY JOURNAL / 鉄構技術 / 10 / 2023 October / VOL.36 No.425



特集

トラス・ブレースを
活かした構造デザイン

鉄構技術

Contents

特集：トラス・ブレースを活かした 構造デザイン 057

- 058 平行弦トラス・ブレース架構が構成する構造空間 竹内 徹(東京工業大学)
- 060 斜材の使い分けによる木質化と親和性の高い鉄骨造 木下 洋介(木下洋介構造計画)
- 062 V字列柱で支えるアリーナ屋根 早稲倉 幸悟(構造計画プラス・ワン)
- 064 メガフレーム架構と斜交サブトラス屋根 田口 貴史(安井建築設計事務所)/ 築谷 朋也(同・元社員)
- 066 太田市総合体育館～OPEN HOUSE ARENA OTA～ 山田 隆勝/ 豊 和也(梓設計)
- 068 今治里山スタジアム 大澤 元嗣(梓設計)
- 070 沖繩アリーナ 西田 修治(梓設計)/ 中島 隆裕(鹿島建設)/ 山本 能之(KAJIMA DESIGN ASIA)
- 072 中間層免震基礎V字柱と自由曲面屋根トラス 久保山 寛之(清水建設)
- 074 斜材最適化を用いたスパン40mのトラス架構 御所園 武(大成建設)
- 076 イベント広場を彩る菱形立体トラス架構 大野 正人/ 小林 拓未(竹中工務店)
- 078 物産振興拠点施設整備事業「道の駅 都城」建設工事 平良 豊彦(岩切設計)/ 田中 利基(九州第一工業)/ 和田 守弘(太陽工業)

083 Product introduction - 同部/センクシア/ユニオンシステム/巴コーポレーション -

008 SAGAアリーナ

- 048 SAGAアリーナ
- すべての人に開かれた次世代エンターテインメントアリーナ -
加野 正知/ 肥島 健夫/ 和田 大典(梓設計)/
水永 透/ 生田目 啓太/ 西尾 和剛(戸田建設)

BRAND NEW PRODUCTS

- 020 誰でも簡単に一人で建て入れ直しができる鉄骨建方誘導ソリューションとスマホアプリ「楽直」 トブコン

Topics

- 022 フェーズドアレイ超音波探傷法による溶接部の検査法確立の研究(その4) 吉岡 吾吾(東京鉄構工業協同組合)
- 036 学生サマーセミナー2023 集積あるいは変化するストラクチャル・アート

Event

- 011 日本構造家倶楽部 「日本構造デザイン賞」授賞式・記念講演会
- 012 A&A(エーアンドエー) 「Vectorworks教育シンポジウム2023」
- 014 日本建築学会 2023年度日本建築学会大会(近畿)開催

BIMNews

- 016 オートデスク・ゼネコン5社 「Autodesk Revit」構適用ファミリを公開
- 017 大和ハウス工業 BIMとXR技術連携でメタバース「D's BIM ROOM」開発

Project

- 090 全国の建設プロジェクト
- 094 全国の建設プロジェクトの見方

Regular

- 096 Strutec Data
2023年6月の都道府県別建築着工面積 / 2023年7月の建築着工面積 / 2023年上期(1-6月)の都道府県別着工面積と鉄骨需要量
- 007 人Human
福田 光俊さん
(久米設計九州支社 上席主査 構造担当)
- 018 A n C: 建築とコンピューター
(第64回) 利活用が活発化するBIMと
他システムとの連携
樋口 一希
- 033 空間構造デザイン研究会 (KD研)
Part 1 空間と構造の交差点-話題の
プロジェクトやテクノロジーをめぐって
第9回「どうするテンション...ケーブル
構造の魅力と可能性をさぐる」
賀海早(日本大学)/
斎藤公男(A-Forum)
- 026 空間構造デザイン研究会 (KD研)
Part 2 「空間構造の実践と軌跡」
連載NO.14 第10回 「手さぐりの空間
構造(その4) 設計・製作・施工の露れと
相関」-ポルトピア81・国際広場とつ
くば万博85・中央駅前シェルター
2023.1.28
斎藤 公男(A-Forum/KD研究会主査)
- 101 リレーエッセイ 建築と私 324
「組み合わせのアイデア」
成田 謙
- 102 建設関連産業の未来のための技術評論
第159回 東海岸のシリコンバレー「ケン
ドールスクエア」
藤澤 紀明
- 104 真構造道場
第98回 「三位一体天井落下防止シス
テム」の巻
高橋 浩
- 006 Contents
- 010 Information
- 099 次号予告/広告索引
- 100 EDITOR ROOM



表紙: SAGAアリーナ
Photo: KDUJI OKAMOTO

X やっています。
アカウント@SStechology88 もしくは
鉄構技術で検索。ぜひフォローお願いいたします。

INDEXの便利な使用方法

読者様の中には様々な職業や学生の方に読んでいただけるような記事を探検することを心がけていますが、なかには「会社で読書をまわさなくてはならないので読むまで読めない」という方もいらっしゃると思います。特にこの記事はこの読者の方々チェックという記事を掲載によって深く色分けしてあります。

物産振興拠点施設整備事業 「道の駅 都城」建設工事

平良 慶彦(株式会社岩切設計)
田中 利基(九州第一工業株式会社)
和田 守弘(太陽工業株式会社)

1. 設計趣旨

- ・本建物は宮崎県南部の内陸部に位置する「道の駅 都城」の建替え計画に付随するイベント広場である。都城市は霧島連山をはじめとする雄大な山々に抱かれ、盆地ならではの寒暖差のある気候と豊かな自然に恵まれた土地で、それらを活かして盛んに行われている畜産や焼酎造り等の魅力を発信する拠点施設として本建物が計画された。
- ・敷地内には本棟・イベント広場棟・道路休憩施設棟等、複数の建物があるため、都城市のシンボルでもある霧島連山をモチーフとしたガルバリウム鋼板の勾配屋根で各建物を構成し、施設全体に統一感を与える計画としている。
- ・イベント広場は直売所を内包する本棟の前に配置し、幹線道路である国道10号に対するプレゼンスや誘客効果を高めることを意図している。
- ・イベント広場の屋根形状は国道10号に向かって開くような勾配とし、大鳥籠の縦・横の糸のように編み架けられた梁で組み、23.4m×17.1mのイベントスペースを包むように載せかけている。
- ・屋根面を3つの三角形に分割し、中央の一つを膜構造とすることでイベント広場に光を落とし、明るい空間とした。もう一つを折り下げることによって本棟から連なる山並みの一部を構成している。

膜構造建築物は、その特徴から曲面形状が多く使われているが、柔らかい膜材を使用するため幅広い形状に対応でき、地域や環境に合わせた独自性の高いデザインの実現を可能にすることから、今回は金属屋根との組み合わせでそれぞれの持ち味を活かした素材との融合(組み合わせが自由である)事例となっている。中央部から膜を通して入ってくる拡散光



写真1 外観(南西面) 写真:(株)アイオイ・プロフォート

はフレームのデザイン並びに化粧木材の視認性が高くなる効果もある。フラットな形状でデザインされた膜空間は軽量でもあるため高い変形追随性を持ち主構造にかかる負担が少なく、安心・安全な空間を作り出す。

1.1 構造上の特徴

架構形式はX、Y方向とも四隅に配置した片持ち柱により屋根を支持する架構形式とした。柱脚は露出柱脚とし柱頭は球回転支承によるピン接合を採用、4点のピンにより支えられた大屋根の架構はグリッドシェル状に大梁を配置し、剛接合で構成された菱目梁形式で一体化されたパネル構造で解き、ブレース材が主材であるような特徴的な架構となっている。

1.2 解析モデル

鉄骨屋根フレームについては、任意形状フレーム解析ソフトFAP-3 ver.5(構造システム)を使用し解析を行う(図1)。

■建物概要

- 施工: 建築 大淀・藤城・丸岡特定建設工事共同企業体
 電気 九龍工・みやえい・ワサダ特定建設工事共同企業体
 空調 アクエアー・中尾・わらびの特定建設工事共同企業体
 衛生 久保・野田特定建設工事共同企業体
 所在地: 宮崎県都城市都北町5225番1
 主要用途: 集会場(イベント広場棟)
 竣工年: 2023年
 規模: 敷地面積12,983.73m²
 本棟 建築面積3,030.22m²
 延床面積2,732.87m²、平屋建
 イベント広場 建築面積360.64m²、
 延床面積360.64m²
 構造: 鉄骨造
 鉄骨製作: 九州第一工業(イベント広場棟)
 赤木鉄工所(イベント広場棟)
 剛産鐵工所(本棟)
 主要外装仕上げ: ガルバリウム鋼板屋根、
 A種膜材
 主要内装仕上げ: カラー野地板、杉集成材
 木材保護塗料、杉ルーバー 木材保護塗料
 塗。アルミ塗飾物



写真2 イベント広場

写真：(株)アイオイ・プロフォート

1.3 設計方針

設計荷重については、固定荷重 (G)、積雪荷重 (S)、地震荷重時 (K_x, K_y)、風荷重 (W_x, W_y)、膜導入張力時応力 (ML) について応力解析を行う。

1.4 設計荷重

【垂直積雪量】

13cm、特定緩勾配屋根部分に関する増し $\alpha = 1.3 \rightarrow 340\text{N/m}^2$ とする。

【地震地域係数】

$Z = 0.9$ (宮崎県)、4本柱のため、 45° 、 135° 方向加力時も検討する。

【基準風速】

$V_0 = 36\text{m/s}$ (宮崎県郡城市)。建物に隣接して配置されるため、開放型の風圧係数を用いて検討を行う。

1.5 構造計算方針

1. X方向、Y方向共にルート3とする。
2. 二次設計は立体フレーム弾性解析により行う。純ラーメン架構のため、必

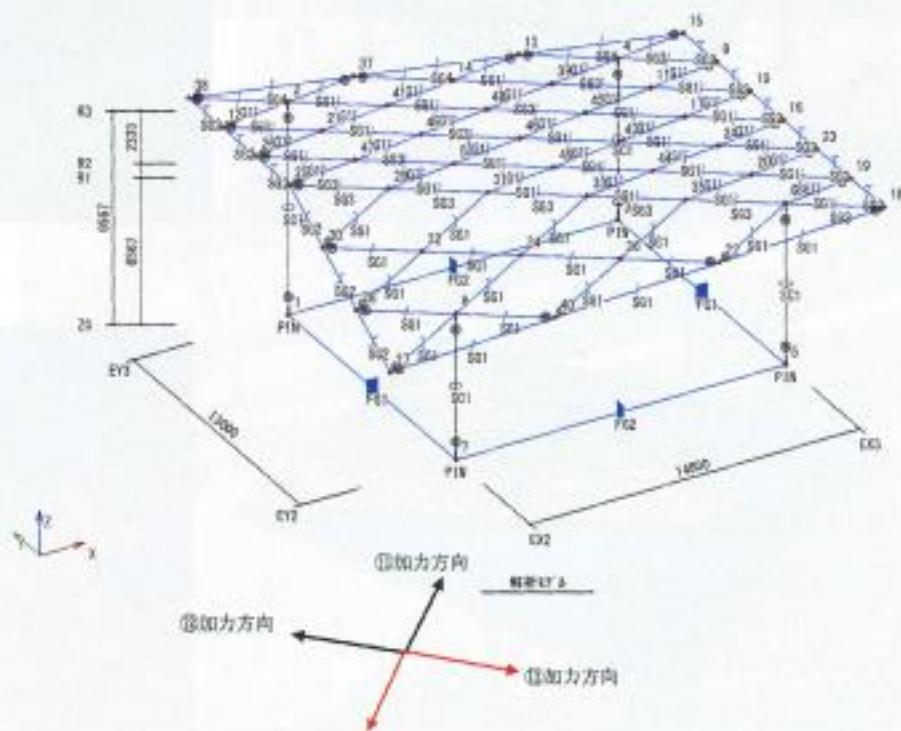


図1 解析モデル (全体図：部材符号表示)

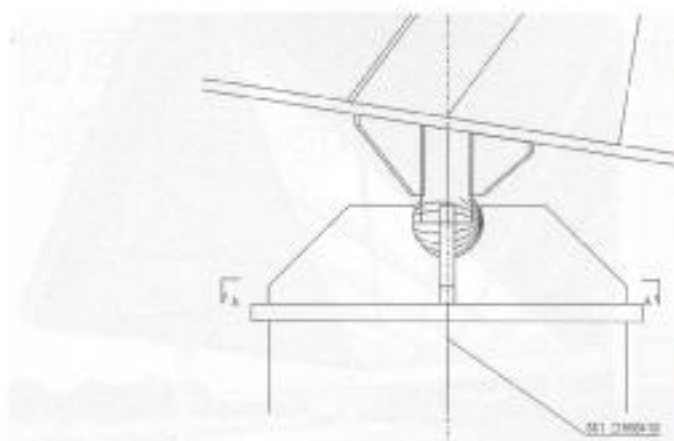


図2 球回転支承

要保有水平耐力算定時の D_s 値は純ラーメン ($\beta=0$) の最大値 $D_s=0.4$ とする。設計地震力については、地域係数 $Z=0.9 \times D_s=0.4=0.36$ を水平震度として与える。また、重要度係数 $I=1.25$ については、断面検定時に応力を1.25倍して部材断面が短期許容応力度以内であることを確認する。

3. 建物の部材断面については建築基準法施行令第82条第二号に定める荷重組み合わせにより設計を行った。地震力の45度方向加力時の応力の組み合わせについては、X方向、Y方向加力時の応力を各々 $1/\sqrt{2} \times 1.25$ 倍（必要保有水平耐力相当）して重ね合わせ断面検定するものとする。

1.6 球回転支承の設計

支点反力については、各荷重ケースの組み合わせ応力値の最大値にて設計を行った（図2）。

- ①球のせん断について
- ②柱頭十字ガセットPLの検討について
- ③柱頭十字PLと鋼管の支圧検討について
- ④接触圧について

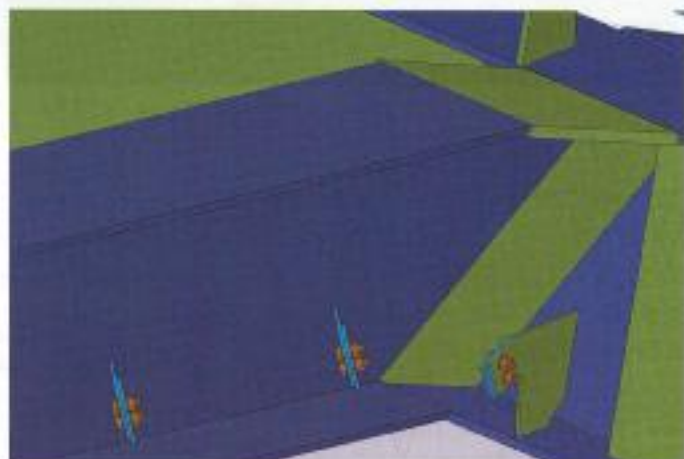
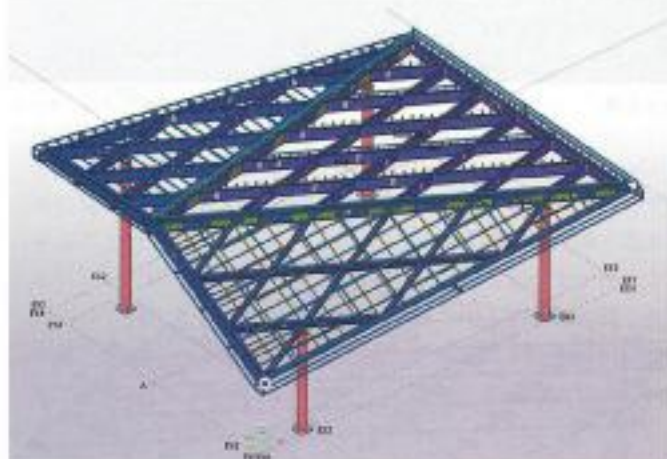


図3 BIMモデルによる検証

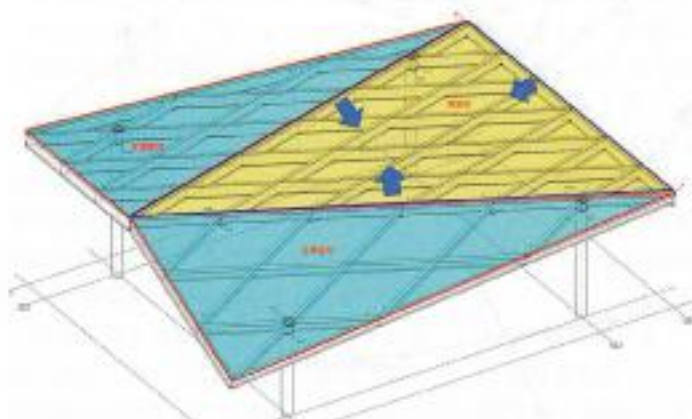


図4 3つの面で作成する屋根置

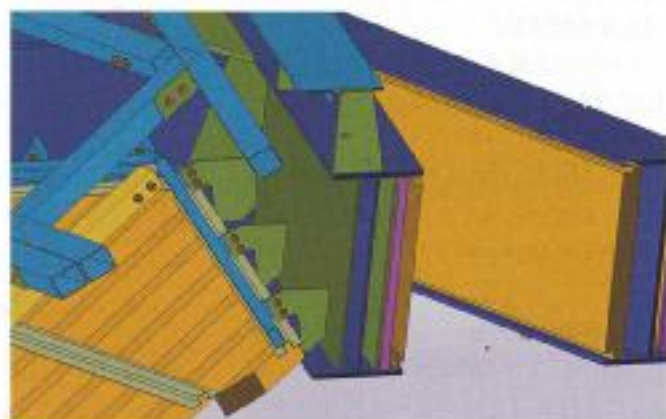


図5 妻目梁の補剛状況



写真3 折れ梁の下フランジ面



図6 BIMモデル化された菱目梁

⑤ヒンジ球側の十字プレートの応力伝達について

1.7 鉄骨製作について

2つの屋根面を剛接合で構成するために捻じれた折れ梁が生じるのが今回の菱目梁の製作を行う上での課題となった。製作にはBIMモデルによる詳細な現寸検討を行い製作方針の決定に活用した(図3)。

意匠的にデザインされた天井面の意図に合わせて折れ梁の下フランジ面が揃う条件に合わせて製作方針を決定した(写真3)。

3つの面で構成された屋根面の中央は日光の透過を意図とした膜屋根が採用されており膜の張力に対する梁の捻じれが生じるため、菱目梁の一部をボックス形状に補剛している(図4, 5)。

菱目梁のウェブ面には木材を張り天井面の一部はホルダーを設置する計画で、鉄骨のBIMモデルに木材まですべてモデル化し木材の製作寸法へ反映した(図6)。

また、BIMモデルを最大限に活用するために本案件ではTEKLAモデルとREAL4のデータ互換を行っている。REAL4よりエクスポートされたIFCをBIMモデルに重ね合わせ、モデル通りに製作されているか確認して問題箇所を抽出し、修正する作業を3Dデータの重ね合わせをすることで的確に精度よく現寸運用することに成功している(図7)。

建方手順のディスカッションや施工時解析等にBIMモデルを活用しデジタル技術による鉄骨構造の可能性を広げることができた(写真4)。

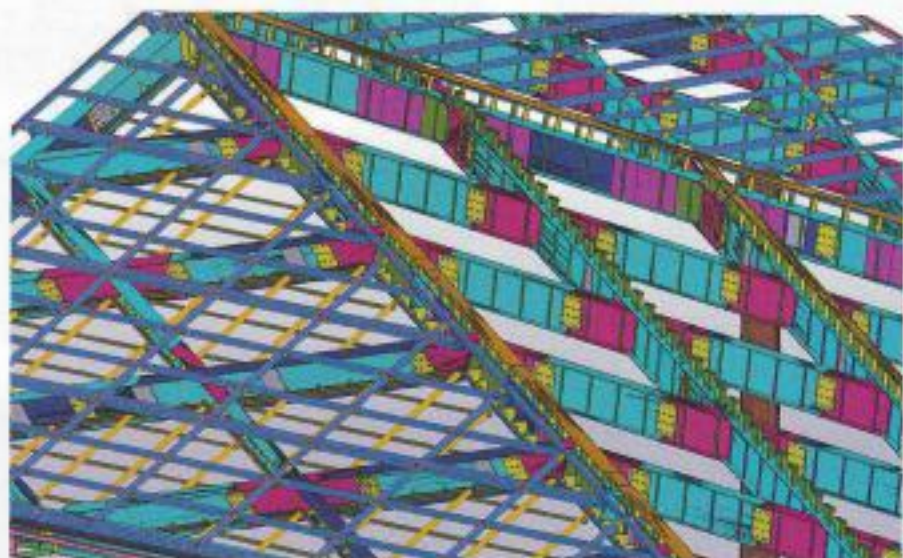


図7 BIMモデルによる検証、現寸運用



写真4 BIMモデル活用による現場施工

鉄構技術 10月号 掲載広告



<https://www.ksdi.jp>

九州第一工業
公式ホームページ



施工実績集などの資料
企業PR動画なども公開中

『道の駅 都城』イベント広場棟を施工しました

UNBEATABLE PROFESSIONALS AND COMPANY
空間創造メーカー
DI 九州第一工業 株式会社

本社 〒819-0001 福岡県福岡市西区小戸4-29-50 TEL: 092-894-6800 FAX: 092-891-3147
工場 〒869-4213 熊本県八代市鏡町有佐672 TEL: 0965-52-1910 FAX: 0965-52-1764

写真撮影: (株) アイオイ・プロフォート