

The Membrane Structures Association of Japan

膜構造研究論文集 2020
Research Report on Membrane Structures 2020

– No. 34 –

一般社団法人 日本膜構造協会

建築の一分野として確立してきた膜構造は、近年建設数も増し、日本における研究者の数も増しています。これにともない、研究テーマも多岐に亙るようになり、発表される論文も多分野に亙り、その数も多くなっています。これらの状況より、社団法人日本膜構造協会において、膜構造に関する研究成果の発表の場を設定し、「膜構造研究論文集」として、膜構造研究のためのまとまりある資料として、あるいは設計、建設のための指針として位置付け、年次計画で発行することとしています。

内容は3編に分け、1編では研究論文として査読を行い、質の高いものを選び掲載することとしています。2編では、膜構造に関する査読は行わない報告、概説を広く扱うことにしています。また3編では、他誌、国際会議等で発表されたその年の膜構造関係の論文のアブストラクト、または題名を掲載し、研究のための資料とし役立てたいと考えています。このようにして刊行する研究論文集は、広く研究者、研究団体及び関係各位に積極的に配布し、今後の膜構造の発展に寄与することを目的としています。

膜構造研究論文集 2020

Research Report on Membrane Structures 2020

〔目 次〕

第1編 研究論文

2020年度については、応募のあった研究論文について審査を行った結果、掲載すべきものとされた研究論文はありません。

第2編 報告・概説

- | | |
|--------------------------------|--------------|
| 1. 日産パビリオン ----- | 1 |
| 膜構造を活用した仮設のパビリオン | |
| | 藤田晴太（太陽工業） |
| 2. 道の駅おおぎみ・やんばるの森ビジターセンター----- | 5 |
| | 井上哲哉（協立工業） |
| 3. 追悼 吉野達矢氏を偲んで----- | 7 |
| | 河端昌也（横浜国立大学） |

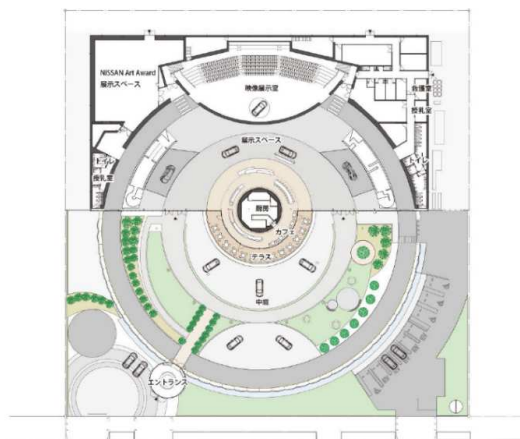
[報告・概説]

日産パビリオン

膜構造を活用した仮設のパビリオン

藤田 晴太^{*1}

膜構造建築物事例紹介として、2020年にオープンされた「NISSAN PAVILION」を以下に紹介する。
本建築は、開期1年以内の仮設建築物として、施工から解体までの合理性を考慮して膜構造が採用されている。



建築概要

名称	「NISSAN PAVILION」
所在地	神奈川県横浜市西区
敷地面積	10100 m ²
建築面積	4060.56 m ² 延床面積 4003.75 m ²
階数	地上1階 最高高さ 10.125m
構造	鉄骨造
工期	2019年10月～2020年5月
事業主	日産自動車
設計	日産自動車グローバルデザイン本部 TBWA HAKUHODO、アーキセプトシティ シービーアールイー 太陽工業（建築） 乃村工藝社（内装）、博展（内装）
施工	太陽工業（建築） 乃村工藝社（内装）、博展（内装）

このパビリオンは、日産自動車による期間限定のブランド発信基地で、同社が思い描く未来のモビリティ社会を体現した体験型エンターテインメント施設として建設された。中でも、建物全体を通して創業者の「至誠天日を貫く」という信念を表現する試みは、事業主側のデザインチームが建築デザインをリードする体制により可能となった。開幕を飾り当施設で初公開されたのは、同社ブランドの新たな幕開けを象徴する「新型電気自動車」と創業の想いを込めて刷新された「ブランドシンボル」であった。



短期間でのデザイン構築から多くの意思決定を可能にするため、新たなデザインプロセスが用いられており、関係者全員で議論したことを、その場でCGに描き起こす、「リアルタイムビジュアライゼーション」によるイメージ共有で、関係者全員が高い精度で形を共有しながらプロジェクトが進められた。その結果、外部には太陽をモチーフとした円形を生命体のように柔らかな膜材で構成したファサード、内部にはクルマが人、街、社会と繋がるシームレスなモビリティとサステナブルな未来をつくり上げている。

*1 太陽工業株式会社 設計本部

本プロジェクトは、構想から竣工まで約「1.5年（新型コロナウイルスの影響を含む）」で、会期終了後には2ヶ月で解体する必要があった。設計・施工・解体共にスピーディーな対応を可能とする工法、素材が検討され仮設建築物の特性を活かした膜構造が屋根・壁に採用された。



展示棟(B種膜構造)概要

延べ面積：3714㎡

膜材：両面塩化ビニル樹脂系フィルム張/ガラスクロス
(表面:白色、裏面:黒色)

膜構造使用部位：屋根面・壁面(南側を除く)

43m×83.2mに及ぶ展示空間内に様々なコンテンツを擁するパビリオンにおいて、短期間で外皮を覆い水仕舞いをつけ、いち早く内装とコンテンツを作りこむ時間を確保する事が、展示棟の外部仕上げとして一番に求められた。

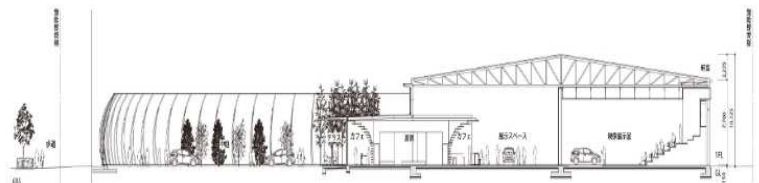
そこで、膜は大きなパネルで3枚構成、骨組みは極力シンプルなラチス構造、鉄骨の施工を進めながら膜も同時並行で進めることで、大幅な施工期間の短縮を図った。当初はこの大空間を無柱空間で構成することを考えていたが、ロングスパンに対す



る施工性、部材構成が規模に対して過大となり、また、デザイン的にも屋根の高さを極力抑えることを実現するため、建物中央長手方向にはキールトラスを構成、レイアウト上問題ない部分には柱を追加し、無理なくスパンを飛ばせる架構とした。トラス架構は、施工性・コストを意識して最終的に5.2mピッチ、H鋼断面での寄棟屋根とした。膜材の支持ピッチはトラスの半分となる2.6mピッチで膜受け材を配置し、ウラ黒の膜材を使用することで遮光性を実現している。通常、膜のメリットとして、「明るい空間」をイメージされる事も多いが、映像演出を重視された本件では暗転が求められた。黒色という新たなニーズに応えながらも、コンテンツからくる煩雑な設備開口にもフレキシブルに対応できたことは、パビリオンに対する膜の適正の高さを感じるところであった。



Photo by Nissan Motor Co., Ltd.
暗転された空間で楽しめる映像コンテンツ



短期間で施工を進める鉄骨と膜屋根の様子



ETFEファサード(透明フィルム膜構造)概要

表面積 : 879m²

膜材 : 膜構造用フィルム Fluon ETFE FILM 250NJ

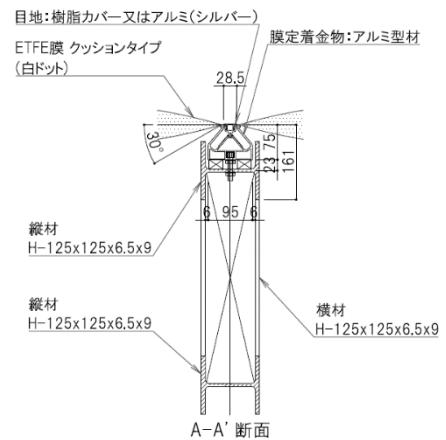
構造形式 : クッション方式

このパビリオンで最も象徴的なのは、中庭を覆うように円形に立ち並んだ、高さ約6.5mのETFEファサードである。建屋内にまでつながる円形の走行路に沿うように配置され、膜特有のやわらかな曲面がリズムカルに並べられた。内と外を完全に隔てているように見えるこのファサードだが、透過性の高いETFE膜を採用することによって、内の賑わいが外側まで伝わるよう、適度な視認性を実現している。また、夜になると昼間とは違った姿を覗かせる。照明によって照らされたこの膜は柔らかな光を放ち、辺り一帯を幻想的なムードで包む。この照明効果による変幻自在な様相も、街行く人を魅了するETFE膜の最大の特徴と言えよう。

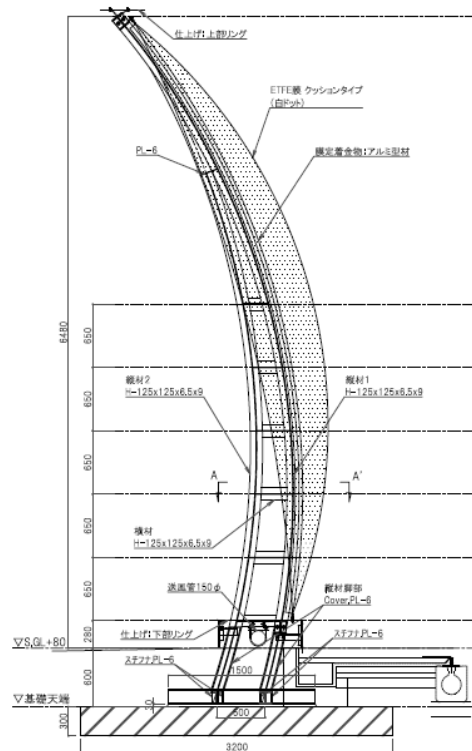


合計40パネルからなるETFEファサードは、空気を送り続けることで安定した性状を保つ「クッション方式」を採用しており、より大きなスパンのグリッドで構成できるよう設計している。空気を送る送風機には圧力センサーが設けられており、風圧などの外荷重に合わせて内圧を上げ下げすることで、まわりの環境に柔軟に対応できるシステムはクッション方式の特徴だといえる。

ETFE膜を支持する構造フレームは、極力シンプルに、かつ余分な要素のない架構にすることを考えた。3mピッチで配置された片持ち形式の柱は、①B.BOX案②トラス案③フィーレンディール案といった架構形式を比較検討したが、加工性や連続性を意識して、③のフィーレンディールによる骨組みを採用した。目地幅は、定着部に特殊な嵌合式のアリミ型材(目地幅28.5mm)を採用することで細い目地を実現しており、その型材もH型鋼の中に隠す納まりとすることで、ETFEの連続性を阻害しないディティールとしている。照明器具の配線はこのアリミ型材内を通し、また、ETFE膜に空気を送る送風配管は地中部の柱縦材間に配置することで余分な要素が見えず、ETFE膜と構造フレームが際立つファサードを実現している。



ETFEの定着部ディティール



道の駅おおぎみ・やんばるの森ビジターセンター

井上 哲哉 *1

膜構造建築物事例として沖縄県大宜味村の「道の駅おおぎみ・やんばるの森ビジターセンター」を以下に紹介する。

1. 建築概要



チョウ」の生息地として有名である。デザインコンセプトは、この「コノハチョウ」を施設全体で表現するものであり、具体的にはチョウの胴体（広場）と触覚（通路）に膜を使用して空間をデザインし、400人収容の胴体（広場）を芭蕉の葉を揺らす風が吹き抜けるような作りとした。また、施設が平屋建てと低いため、施設配置と広がりが見えにくいため、上空からの視点を重視したとなっている。

名称：道の駅おおぎみ・ビジターセンター

所在地：沖縄県国頭郡大宜味村津波95

敷地面積：14,345 m²

建築面積：1,677 m²

述べ床面積：1,423 m²

構造形式：鉄筋コンクリート造および鉄骨造

事業主：大宜味村

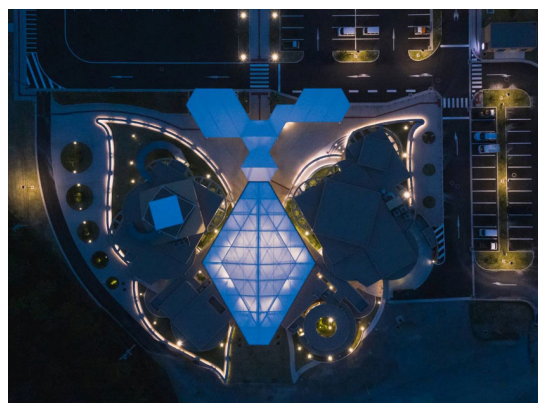
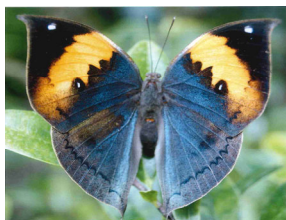
設計：美音 Space Design 株式会社

施工：株式会社 山口建設



「道の駅おおぎみ・やんばるの森ビジターセンター」はやんばる地区（大宜味村・国頭村・東村）の玄関口にあたる地に観光拠点施設として建設されたもので、観光協会も併設し、村や北部地域（やんばる地区）の魅力を発信し、県の観光振興に寄与することを期待して建設されたものである。

大宜味村は芭蕉布の里としてまた県の指定天然記念物の「コノハ



*1 協立工業株式会社

2. 膜屋根概要

構造：骨組膜構造

広場膜面積：460 m² (表面積)

通路膜面積：277 m² (表面積)

展望台膜面積：30 m² (表面積)

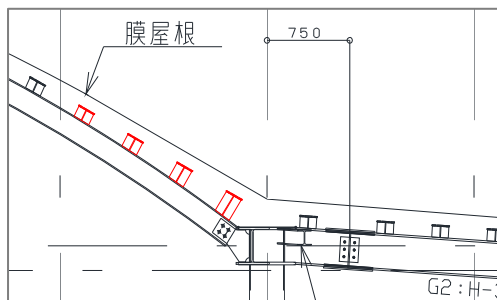
膜材：四フッ化エチレン樹脂コーティングガラス
繊維布 厚さ 1.0mm・0.8mm

膜材には、滑らかな膜面形状を形づくるために、高張力が導入されたPTFE(四フッ化エチレン樹脂コーティングガラス繊維織布)膜を採用している。

3. 膜屋根の特徴

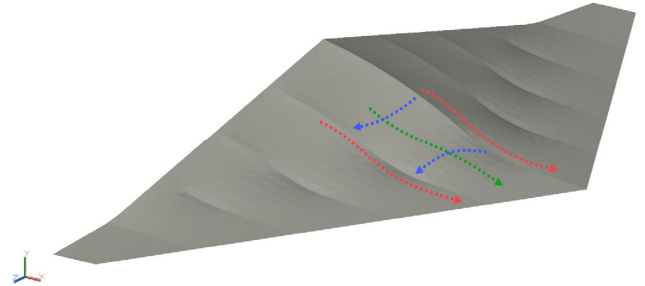
広場には屋根下空間を開放的に見せるため支点間距離が大きかったこと、並びに強風対策のため低層にもかかわらず1.0mmの膜材を使用した。また、設計屋根形状を実現するため初期張力を3KN/mとし、張りのある膜面を形成するよう配慮した。

当該広場屋根の特徴は頂部からの曲線が下部に向かうに従い直線的になることにある。当初の検討では蝶の胴体の丸みを表現するため、なだらかな膜面のつながりを考え、鉄骨側の下地レベルの高さ変更により膜面レベルの調整を行った。

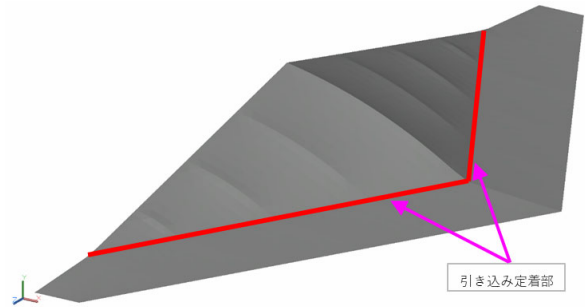


しかしながら、下図にみられるように各梁が異なった曲率を持ち、かつ梁の高さがそれぞれ違うことにより固定されていない膜面が浮き上がることとなる。

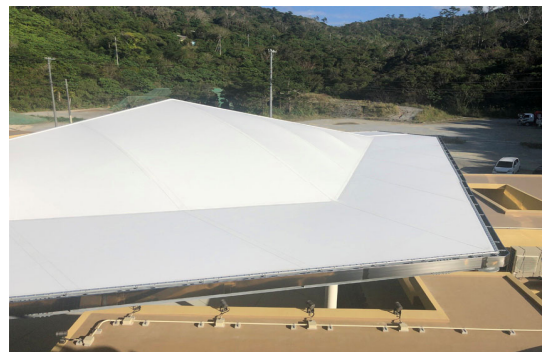
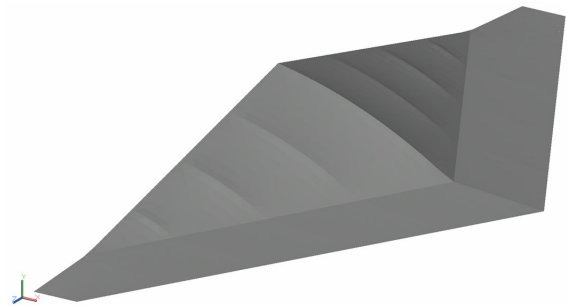
結果として、固定部の曲線から直線に変化する膜固定部分にねじれ現象が生じ、窪みのようなものが出現してしまうこととなった。



これらを解消するため、中間部に引き込み定着部を新たに設けねじれを解消することとした。



結果として曲率屋根と直線的な屋根との融合した形を形成することができた。



追悼

令和 2 年 9 月 16 日、吉野達矢氏におかれましては急性心不全のためご逝去されました。享年 49 歳でした。吉野氏は平成 10 年に豊橋技術科学大学に「膜構造の粘弾塑性解析に関する基礎的研究：織構造格子モデルの有限要素法への応用」で博士の学位を取得後、太陽工業株式会社空間技術研究所に所属され、膜構造の粘弾塑性から破断シミュレーションに及ぶ詳細な解析手法の確立、ETFE フィルムの粘性特性を考慮した非線形粘弾性構成方程式と解析モデルの構築、膜構造の温熱環境の実測調査と温熱シミュレーションなど、精力的に研究と実務を続けてこられ、膜構造研究論文集には主著 10 編、共著 21 編の研究論文が掲載されました。この他にも、日本建築学会や国際シェル空間構造学会 (IASS) の活動にも精力的に参加され、膜構造の技術の発展と向上に多大なる功績を挙げられました。

吉野氏が亡くなられたことは、膜構造や空間構造の学術分野においても大きな痛手で、大変悔やまれます。ここに謹んで哀悼の意を表し、吉野氏のご冥福をお祈りいたします。

令和 3 年 4 月 22 日
横浜国立大学
河端昌也

「膜構造ジャーナル 2021」原稿応募要項

第1部 研究論文

研究論文の内容： 膜構造・膜材料等に関する学術・技術についての研究論文、又は膜構造・膜材料等の利活用を前提とした関連研究に係る論文を対象とします。
なお、他のジャーナルや学会誌、国際会議の **Proceeding** 等で発表された論文等を、本ジャーナルにも掲載を希望される場合は、その旨の記述を必ず入れるとともに、本ジャーナルへの投稿にあたり行った修正点を明記してください。この場合、著作権の手続き等は著者の責任で行ってください。

使用言語： 日本語または英語

応募方法： 応募者に制限はありません。

本ジャーナルへの研究論文の投稿及び審査は、論文投稿サイト 'Easy Chair' を活用しインターネット上で行います。

投稿をご希望の場合は、Easy Chair でご自身のアカウントを取得して投稿を行ってください（料金はかかりません）。

⇒<https://login.easychair.org/account/signup>

Easy Chair の投稿先アカウント及び執筆要領については、本協会ホームページにて公開しますのでご確認ください。

論文投稿の受付開始及び投稿締切は、次のとおりです。

第1回目投稿締切 2021年9月末（投稿受付開始 6月15日）

第2回目投稿締切 2022年3月末（投稿受付開始 12月15日）

研究論文の審査： 投稿のあった研究論文については、本協会に設けられた論文審査委員会において審査を行い、採否を決定します。

論文の公開： 採択された研究論文は、本協会のホームページに、「膜構造ジャーナル」として掲載し広く一般に公開いたします。

著作権： 提出された論文の内容及び著作権については、著者の責任に帰するものとし、本協会は編集出版権を有するものとします。

その他： 投稿受付開始及び締切は上記のとおりですが、審査を円滑に進めるため出来るだけ早い投稿をお願いします（早い目に事前登録項目は入力してください）。

応募にあたり、不明な点がありましたら協会へご連絡ください。

（Easy Chair の利用方法等については簡単な説明書があります。）

第2部 技術報告

- 投稿内容 : 膜構造・膜材料等に関し、設計例、計画例、デザイン例、施工報告、施工・ディテール例、維持管理例、解説等とし、未発表のものとしてします。
- なお、応募いただいた研究論文で、査読の結果不採用となったものについて「第2部」への投稿をお願いする場合があります。
- 技術報告応募方法 : 応募者に制限はありません。
- 投稿をご希望の場合、申込み用紙に報告内容のあらましを書き、メールまたは FAX で膜構造協会に12月15日未までに申し込んでください。
- 技術報告については、執筆要領は定めていませんが、論文集に準じた体裁に修正をお願いする場合があります。
- なお、技術報告の提出締切は2022年3月末とします。
- 公開 : 「技術報告」についても、「研究論文」とともに(一社)日本膜構造協会のホームページに「膜構造ジャーナル」として掲載し、広く一般に公開いたします。
- 著作権 : 掲載された報告の著作権は著者の占有としますが、協会は編集出版権を持つものとします。
- その他 : ご不明な点がありましたら、遠慮なく事務局へお問合せください。

連絡先・技術報告提出先

一般社団法人 日本膜構造協会 研究論文集担当

〒104-0041 東京都中央区新富 2-1-7 富士中央ビル7F

Tel : (03)6262-8911

Fax : (03)6262-8915

E-mail : ronbun@makukouzou.or.jp