



## 上左

物件名：東海大学付属相模高等学校  
面積：600㎡  
膜施工：矢野テント(株)

## 《 今月の膜構造建築物 》

## 上右

物件名：塚原体操クラブ宗像体育館  
膜施工：(株)五洋

### 10月までの動き

会議名	9月	10月	次回	活動内容
理事会	6日(火)		12/6	新規会員の承認、規程・規則改訂の検討等
運営委員会	6日(火)		12/6	同上
実務者委員会		7日(金)	11/21	膜構造建築物等の各種標準の検討
九州支部会		23日(金)	未	協会の活動報告・事業計画案説明、意見交換
A種、B・C膜構造部会	28日(水)		未	CI-NET取得コードに則った膜構造積算規準
普及情報委員会		19日(水)	12/14	各地講演会の企画
普及情報委員会/講演会			11/24~30	東京、福岡、大阪、名古屋、別途案内済
維持保全委員会	30日(金)		未	定期点検報告書の審査
仮設建築物委員会	15日(木)		未	告示改正に伴う技術指針及び解説の検討
テント倉庫品質委員会			11/10	台風等の被災事例から更なる品質向上活動
膜構造品質委員会	9日(金)	11日(火)	11/11	台風等の被災事例から更なる品質向上活動

### 【事務局より】

- 会員の皆様より、膜協だよりについて幅ひろくご意見、ご希望をお待ちしております。
- 膜構造実績写真及びその概要を募集しています。(膜協だより掲載用、パンフレット更新用)
- 事務局E-メール：[info@makukouzou.or.jp](mailto:info@makukouzou.or.jp)
- 膜協ホームページに会員専用ページを設けました。過去の膜協だより、技術ニュース、行事・委員会日程を掲載しています。その他ご要望があれば、ご連絡ください。
- 会員、またはその社員の方は、虎ノ門付近にお越しの際は、膜協事務所へ気兼ねなく寄って下さい。

### 石井会長講演会

#### 参加者募集中

東京：11月24日  
福岡：11月28日  
大阪：11月29日  
名古屋：11月30日

詳細案内は会員へメール  
済

膜協会会員であり、京都大学大学院 工学研究科 上谷宏二教授より寄稿していただいておりますのでご紹介します。

## ◆ 形の美しさと構造性能の融合を求めて

膜構造は形が外に表れる代表的な構造物である。設計者は膜が生み出す自然な曲面形状や、トラスやケーブルとの組み合わせによって創出される変化に富んだ様々な形を用いて建物の表情を演出する。また、膜構造の力学的性状や解析では、普通の建物では表れない特殊な問題が存在する。曲げ剛性や圧縮剛性を持たない膜材は張力の導入によってしか形を安定に保つことができず、そのために然るべき曲率分布をもった曲面が張力場に応じて形成される。そのために皺の発生、ポンディング、フラッターなど膜特有の現象に対する考慮が設計上必要になる。膜材の示す強い非線形特性や応力緩和（リラクゼーション）、載荷時に生じる大きな変位と回転、膜とケーブルとの間の接触やすべりなど、解析を行ううえで厄介な問題もある。また、膜材の無応力形状は平面であるから、施工後に等張力または一様張力面に近い応力場をもつ自然で滑らかな形状が形成されるよう、膜材を巧みに裁断しなければならない。このように、膜構造の設計には普通の建物の場合には現れない多様なファクターが関与してくる。

私が膜構造の設計に関する研究を始めた最大の動機は、「形」というものをどのように扱えば良いかということに興味があったからである。膜構造に限らず、建築物の設計には「形の美しさ」に代表される感性に関わるさまざまな性能が介在してくる。人間の生活の場であり、人間のからだの延長とも位置付けられる建築であるから、たとえ構造体の設計であっても人間のファクターが直接間接に関わってくるのは当然である。最適設計法のような理論的手法が構造設計の実務でなかなか用いられない理由の一つに、このような人間的ファクターがある。感性性能を最適設計に取り入れようとするれば、それを数量化することが必要になる。形の問題を考え始めた当初は、数量化の方法をいろいろ考えてみたものである。しかし、どの考えもいまいきそうになく、水面の月を手のひらで救い上げるに似た困難さだけが残った。やはり形に対する評価は、人間がそれを見て感じるものでしかあり得ないのである。人間であれば、一つの設計案を見てはじめてそれが好ましいか否かを感じ、もう少しサイズを低く取りたいとか、くびれを大きくしたいといった変更の要求も出てくる。特に形に対する人間の感覚は非常に微妙であって、寸法的には僅かな違いが良否を分ける場合も多い。

かくして私は「形の美しさ」を数量化し、最適設計法に持ち込むことを諦め、「性能直接操作法」という道具にたどり着いた。ここでは、評価の対象となるあらゆる事項、事象を「性能」として同等に扱う。変位、応力、ひずみ要素寸法、構造物形状、コストなど、設計時の意思決定に直接関係するもの全てが「性能」である。ただし、形状は画像で表示しなければならない。その他の性能の多くはグラフで表示され、予め許容範囲が設定される。許容応力度のように固定した限界を持つものもあれば、応力のばらつき度のように明確な限界基準値がなく、当面の要望条件として許容範囲を設定するものもある。後者については、他の性能との競合関係に入った時、設計者の判断によって妥協の対象となり、設計者の意向に従って変更されうるものである。形状については、所期形状を一意に与えておく。コンピュータは、各性能が許容範囲にできるだけ収まるように設計変更を行なって次の設計を提示する。設計者はその性能の満足状況を見て更なる改善の要求を許容範囲の限界値を変更するという方法でコンピュータに指示するのである。これを受けて、コンピュータはその改善要求をできるだけ満足する方向に更に設計を変更する。構造物の形状に対する変更要求は、これもまた画像情報あるいは形状パラメータ値を用いてなされる。全ての性能が許容範囲に収まる設計が得られた場合には、それを最終解として採用しても良いが、更に要求レベルを高めて許容範囲を更新することもできる。例えば「コスト」という性能は普通低ければ低い方がよいのであるから、他の性能が満足域にある場合、更なるコスト低減を求めるのが自然である。複数の性能が競合する状況で許容範囲に収まらない場合、設計者は妥協を求められる。コンピュータは設計者に意思決定を支援するための情報を提供し、設計者はその情報に基づいて妥協案を作り上げる。

美と構造の融合、感性と理論の融合は、現在の建築設計に求められている最も重要な課題である。この課題に対する私たちの考え方とアプローチは以上のようなものである。現在、性能直接操作法を用いた設計支援システムを「構造設計ナビゲーションシステム」と名づけて開発中であり、今後これを実際の場で用いながら有効性を確かめていくつもりである。