

50年の経験と歴史的検証から 大規模な空間構造デザインを考える



さいとう・きよまさお

齋藤公男 | A-Forum 代表

代々木体育館をスタートとして、50年間取り組んできた空間構造と大スパン建築の経験と、膨大なスタジアム構造の歴史的検証から、新国立競技場問題を読み解く。

『JIA MAGAZING (2014年8月号)』および『ASDO・JSCA 東京共催 研修会 構造デザインのめざすもの その1「大規模な空間構造デザインの魅力と課題」—新国立競技場をめぐる—』の講演内容より、国立競技場の技術的課題とコンペのあり方についての提言を紹介する。

1938年群馬県出身。
1961年日本大学理工学部建築学科卒業。1963年日本大学大学院修了。1991年日本大学理工学部建築学科教授に就任。2008年3月に退任。2007年—2008年日本建築学会・第50代会長。2013年よりA-Forum代表。IASS・坪井賞/E・トロハ賞など受賞

形態抵抗を生かした構造を

新国立競技場の技術的課題については、いろいろありますが、まずは形態抵抗というところに注目したいと思います。流線的なフォルムの流れるようなデザインは興味深いのですが、重要なのはアーチにしても曲面にしても形態の持つ抵抗形式をいかに有効に使うかということです。例えば、ミュンヘン・オリンピックスタジアム(1972)、東京ドーム(1988)のように、全体の形としてはもちろん雪や風に対して部分的にも曲率を要するという事は非常に重要です。山口きららドーム(2001)でも、トラスユニット間の膜パネル曲面として形態抵抗を重視しています。

今回のザハ・ハジドの提案の面白いところは、キールアーチという久しぶりに見るデザインを取り入れていることです。キールアーチとケーブルネットの組み合わせです。特にひとつの大空間を分節するという考えは、非常に大きなインパクトを持っています。形態抵抗というのは魔物が住んでいて、重要なことは、曲率の小さいアーチやカテナリーには極めて大きなスラストが発生すること。扁平なアーチの中間を支えたらアーチでなく曲げ梁となること。そして、柱を取った途端にどういったことが起きるか、その辺を考えることが大きなキーになっています。その上で、そうした形態構造に特有な力の流れを確保するには、システム・ディテール・施工にわたるホリスティックかつ初期的な考察が求められます。コンピューターでは解決できない人間の知力・アイデアが必要なのです。

開閉式屋根への挑戦

もうひとつは、軽量の膜屋根を動かすことの難しさにあります。新国立競技場の最大の課題は、なんといっても多目的利用ということで、野外のスポーツ空間と内部にイベント空間を共存させるという、未知なる挑戦です。そこに屋根や座席を可動させること、またスケールが桁外れに巨大であるという条件が加わります。なかでも難しいのは開閉屋根です。重い物を動かすというのは大変なことです。ドームではシビックアリーナ(1952)が一番最初のプロジェクトです。開閉することによって

室内環境も当然変わる。本当にいつでも動くのか、動かすのにどれくらいの維持費が必要かという問題もある。一般に鉄骨を動かすというのはある意味力づくでやれますし、そういうメカニズムは当然あります。最近では、シンガポール・スポーツ・ハブ(2014)で、300m以上のものの可動屋根を実現している。

さらに難しいのは柔らかい膜です。豊田スタジアム(2001)の場合は、鉄骨を入れてそこにエアを送り込みながら動かしています。鉄骨の力があればある程度できます。ウィンブルドンテニスコートもそうです。TENARAをうまく使っていて雨が降ればすぐに閉められます。

軽量かつ柔軟な膜を使いたいいわゆる開閉膜は一見やさしそうに思える。しかし、われわれに問題を投げかけてくれたのが、モントリオールオリンピックスタジアム(1976)です。ドイツの構造家のヨルク・シュライヒが、スタジアムに広げた膜を折りたたみ、タワーに収納するという構造に挑戦しています。ハンカチを畳むようにというイメージは分かりやすいですが、これには大変な難しさがあります。実際に見に行ったのですが、これは本当に動くのだろうかと思いました。1~2回は開閉したようですが、最終的には故障して固定になっているという状況です。成功した事例にはなりません。

その後、シュライヒはこの発展をいろいろと考え、その第一号が、スペインのサラゴサの闘牛場(1990)です。屋根をかけてシアターとしてつくり、車輪構造ではありますが非常にうまい技術で、その後も革新的な展開を見せました。

カナダのバンクーバーの旧BCプレイス(1984)も東京ドームの原型となるような非常に素晴らしい建築ですが、冬季オリンピックの少し前に雪でボンディングしてブレイクしてしまった。冬期オリンピック(2010)の後に屋根は撤去されたのですが、これは構造的な問題だけではなく、サッカーであるとかライブ空間を演出するために密閉空間ではそれが望めないということが大きかったのではないかと思います。周りに支柱を立て、バンクーバーのクラウン(王冠)というニックネーム通りの印象的な建物に生まれ変わっています。空気を入れてインフレーションしながら、ボンディングを防ぎ、部分的にも全体的にも形態抵抗をつくっている。年に40~50回開閉しているということで、開

閉屋根のいわゆる成功している事例だと思います。現地で聞いた話では、運用については慎重な配慮が必要で、クライアントとの協議が不可欠だと感じました。シュライヒはザハ設計のカタール・スタジアム(計画中)なども手がけており、絶大な信頼を寄せられているようです。その理由は、事務所(SBP)が非常に特異だからだと思います。軽量構造を長い間追求してきた結果、建築家とコラボレーションし何かをつくるというよりも、自分たちがイノベートしたものを使ってもらう、あるいはサポートするという立場にあるように思います。

「前橋方式」から コンペのあり方を問う

次に、私が取り組んでいるアーキエリングデザインもそうですが、イメージとテクノロジー、あるいは建築家とエンジニアがどういうふうに協同していくか、そのありようを考えていきたいと思っています。専門家同士の個人的な協同もありますが、ここではコンペの場面についてです。

1987年頃でしょうか、私の故郷の前橋で大きなコンベンションホール(グリーンドーム前橋・1990)をつくりたいと、コンペの要綱について市長から相談されました。この頃話題になっていた東京ドームやあきたスカイドーム(1990)とは違った公共建築のコンペをやりたいという。そこで、組織事務所やアーキテクトなどとゼネコンが組んで応募するというのを要綱に盛り込むことを提案しました。建築学会に基本構想を依頼し、内田祥哉先生に委員長をお願いしました。狙いは、地方自治体が求める予算・工期・維持といった制約条件の中で、できるだけ魅力的なコンペ案を提案してもらうこと。つまり、設計事務所や建築家個人のデザイン力とゼネコンの技術力・実現力を融合させるということです。これを私は「前橋方式」とよんでいます。このような方式によって、その後全国に20を超える「ドーム建築」がつけられています。もちろん“大空間”という特殊な分野ではありますが、日本固有のコンペ形式として評価されたのだと思います。デザイン性が損なわれることのないこの方式は発注者側の負担を少なくとも抑えることはできていると考えます。こうした方式が採用されない場合でも、デザインと実現性のすり合わせはできるだけ早い方がいい。基本計画での“しくみづくり”こそが最も重要だと思います。

新国立競技場の 構造デザインを考える

新国立競技場の問題について振り返ってみますと、今までの日本の大きな挑戦的なプロジェクトが培ったプロセスというのが、本当にうまく継承されているのかというのが、はっきりしません。本日私がお話したようなことを前提として、国際デザインコンクールのその後の“しくみづくり”や方向性がどうあるべきだったのかと自問しています。あのとき斎藤はあんなに心配していたけれど問題なかったじゃないか、こんなに素晴らしく国民にとっても良いものができたと笑い飛ばせるような状況になればHappyですが。

2013年の秋、ザハ・ハジドの最優秀案を見たとき、私は

すぐに岩手県営体育館(1967)を思い出しました。代々木体育館(1964)が完成した年、建築家小林美夫の下で計画がスタートした私にとって処女作ともいえるプロジェクトです。雪も多く、地震も多い土地なので、ふたつのアーチを寄せ合わせて互いにもたれ合わせながら、東北の率直さを出すように平面アーチで構成しています。ケーブルネットを境界構造でしっかりと固めた形態を使い、ケーブルネットの十分な曲率と剛性を持たせています。スタンドが屋根の自重を支えて、スタンドが外側に倒れようとする力を外周のリングで支えている。お互いに持ちつ持たれつの関係です。外周リングと中央リングの4本のアーチの中空断面をエアダクトとして利用しているのも大きな特徴です。

岩手県営体育館の延長として考えられるのが、キールアーチの独立・分離と外周境界の開放から生まれるツインキールとケーブルネットの結合システムです。2つのアーチを広げて外周構造はスタンド自体が支えられれば、リングは要らず開放的になる。そうするとスタンド上部に仮設空間であるとか、外気を取り入れるためのスペースができる。アーチの倒れを長期的に安定させるためには、両方にテンションがあるのだからこれを有効に利用しない手はない。テンセグリティのように、コンプレッションのアーチをテンションの海の中に浮かべられるのではないか。この場合、ケーブルネット曲面の押さえ方向があまり長くと吹上げ風荷重に抵抗しにくく、プレストレス力も過大になるから、力の伝達は吊り方向のone-way方式の方が有効でしょう。例えば、ケーブルガーダや吊り鉄骨とか、クッション式空気膜にしてしまうと、いろいろな提案が考えられます。もちろん、そうしたオルタナティブが「デザイン」として認められるのかどうかは別の問題です。ただ、大規模空間を実現するためにはできるだけ軽量化すること。これは歴史的系譜をみても至上命令でしょう。スカイブリッジが新国立競技場案のデザインの大きな魅力であるとすれば、仮設的で、空を散歩するような軽やかな空間にして、簡単にするのもいいと思います。決してお金のかかるデザインにはならない。

1年前の私案1)2)では、屋根全体にすべて透明性の高いETFEを使い、その下に可動式カーテンをつけています。音や光や熱を容易に制御することができそうです。さらに膜面の外周部にスリットを大幅に入れれば風の流れも生まれる。山口きららドームでもそれは実感しました。

屋根の外観エッジは大空間のデザインではとても大事だと思います。奈良の大仏殿などの軒先のシャープさとその下の軒裏の陰影との対比がとても日本的で私は好きですし、周辺の森と調和するよう感じられます。アーチの描くシルエットは魅力的ですが、その足元が見えなくなるのも気になります。力の流れが連続的に地上まで続くのがアーチ構造のあるべき姿形。世界中の名作を思い浮かべるとそうした魅力にとらわれます。

以上述べたことは、もしも私が新国立競技場の構造デザインを問われたとしたらという夢物語として聞いていただければ幸いです。ともあれ、日本はホリスティックなデザインを得意とする国で、日本としてはそこが誇れるところだと思います。そこに日本らしさが問われているのではないのでしょうか。

参考文献

二 斎藤公男「新国立競技場をめぐって」(鉄構技術2014年2月)
三 斎藤公男「新国立競技場をめぐって」(大会・建築デザイン発表会2014年9月)