

# 大ドーム建築の省エネルギー計画

Energy Conservation Design for Big Dome Building

早 川 真\*

Shin Hayakawa

## 1. 序 大空間建築、大ドーム建築の出現

今回の特集の対象となる大型ドーム建築あるいは大空間建築と呼ばれるものの建設は1980年代の前半から目立つようになり、バブル期を乗り越えた後も、長野冬季オリンピック施設を中心に全国でも進められ、さらに、2002年のサッカーワールドカップの開催に備えて、半屋外タイプではあるものの大型サッカー場が全国随所で建設中である。

これらは寒冷地の地方自治体を中心として冬季のスポーツ振興、住民の健康増進を図ることを、そして民間施設では興行の安定的な開催を図ることを主目的として計画されている。

地方自治体の施設では、建設コストの低減は勿論の事、運営時の省力、省エネルギー、低コストが重要になる。また、民間の施設においても大型建造物ゆえの資材大量使用や観客の大量動員に対するエネルギー使用量の管理に慎重な計画が要求される。

また、これらは自身だけでなく、その存在が周辺に及ぼす影響も極めて大きいのでその面での配慮も必要である。

これらの観点から、本稿では主なキーテクノロジーの概要を紹介する。そして各プロジェクトの記事の中で具体的なエネルギー対策や環境保全手法が紹介されるものと思う。

なお、集会施設用の宗教施設は必ずしも不特定多数の利用に相当しない面もあるので又、その使われ方を考慮して本稿では除外した。

## 2. 用途に応じた目標環境の設定

大ドーム建築あるいは大空間建築の主用途はスポーツ施設であるが、見本市や展示会場さらにはロックコ

ンサート他多様な利用形態を要求されることもある。

この利用形態を以下の項目等で整理することでその空間に要求される品質、グレードが設定できる。

- 施設の年間利用率の目標値は
- 使われ方に季節の要因、昼夜の別があるか
- 想定されるスポーツの種類。ラグビーのように一定時間連続して身体を動かすスポーツとゲートボールのように間欠的な動きのスポーツとでは暖房時の設定温度に差が生じる。
- 観客のみならずプレーヤーに対する温熱環境の配慮がどの程度必要か
- 条件の良い時は屋外の雰囲気の中でのイベントになるのか
- 多目的利用の範囲
- 施設の運営形態
- 想定される火災時の安全確保
- その他

以上から、まず開放型か閉鎖型か、換気設備の在り方、暖房設備の有無、冷房設備の必要性、屋根結露の許容程度の設定、高度の制御システムの要不要、維持管理システムのグレード等々が決定される。これらの決定は建築計画と建築環境・設備計画との合理的な融合が必要で、それがあって始めて無駄のない、スマートな建造物ができ上がる。この段階で環境設備担当者がシミュレーションや実験等で裏付けされた進言を建築家に積極的に行なうことが重要である。

## 3. 建築計画の視点での省エネルギー計画

### 1) 立地、配置計画

最大の観客動員を見込むイベントに対応する形で観客のアクセス手段を配慮する必要がある。最近の施設は街の中心から離れた地に建設されることが多く、たとえ十分な駐車場スペースを確保したとしても、人気ロックコンサートが開催されると、当該地域の住民だけでなく、近隣の各県から大勢の若者が徹夜覚悟で自

\* 鹿島建設機技術研究所第五研究部長

〒182 東京都調布市小鳥町1-32-2 京王調布小鳥町ビル6F

家用車で駆けつけ、周辺道路がマヒ状態になる。特に、1日2公演となると観客の入れ替え時の道路、駐車場の状態は大変な混乱を招く。自動車によるエネルギー消費量や周辺への大気汚染を考えると敷地内だけの項目の検討だけではすまされない。

## 2) 大屋根

ドームの特徴の一つである大屋根はその形から修理が難しい場合が多い。従って、その断面仕様や材料の決定に際しては、まずメンテナンスフリーを心がける必要がある。特に、密閉型建築の場合、音響計画上の吸音材を断熱材と兼ねる発想も出てくるが、屋根裏面での冬型の内部結露の発生防止に配慮する必要がある。

次に、通風換気の排気用としてルーフトップに火災時の排煙を兼ねた開口を確保し、換気効率の高い排気に心掛けたい。

なお、今後建設計画の予定される物件に対しては、建築家にはぜひ大屋根への太陽光発電パネル設置の可能性を検討していただきたい。特に、地方自治体による公共性の高い建築物には太陽光発電システムの導入に通産省から1/2までの補助金が支給される可能性が高い。最近ではさまざまな形状に対応する太陽電池セルやカラフルなモジュールあるいは曲面に追従するパネルが開発されている。

## 3) 壁

概ね屋根と同じであるが、通風用、採光用の大開口の設置を検討したい。この時、輝度対比が大きくなりすぎない工夫、あるいは大開口の開閉機構の簡易化が必要となる。この開口は夜間の通風による「ナイトパーズ」に用いる事で冷房負荷の軽減に効果的である。

## 4) アリーナ

オリンピックなどのビッグイベントが終了した後の利用効率を上げるため、さまざまな形での部分利用、分割利用が可能となるような配慮が必要である。

# 4. 設備計画の視点での省エネルギー計画

大空間では空調、照明や衛生設備の特徴は多い。

## 4.1 換気

多数の観客を収容するので外気冷房や全外気換気などピーク時の外気導入量が大となる。当然、観客数が少ない時もあるわけで館内の二酸化炭素濃度を管理する取り入れ外気量制御が有効となる。

## 4.2 居住域空調

天井の高い空間なので、居住域空調に心掛ける。

### 1) 暖房時

空間上下の温度差が極端に大きくならないよう、余熱運転時に温度成層が発生しないように吹きだし温度の上限を制御したり、上下の空気の混合を促進する仕組みを考慮する。床暖房を採用するケースでは屋根面からの放射熱の評価をおろそかにしないよう注意する。

### 2) 冷房時

居住域冷房は比較的容易に実現できるが、多数の観客に対して大量の風量の供給が必要であり、特に強い賊風が特定の客席に当たらないような吹きだし口の位置と形状の選定が重要。逆に、噴流どうしの衝突によるエネルギー損失を防止するため、館内の気流全体を旋回流とする吹きだし方式が採用される場合もある。

### 3) 部分空調

先に記した部分利用や分割利用に際して空調設備も対応できるシステムを組む必要がある。これも、中心となる場所が決められる場合と全く平面的な分割利用の場合とがあるが、後者では実用的には大型のカーテンなどで仕切るのも一手段である。この場合は空調域と非空調域の温度差も2~3度は期待出来そうである。有効な簡易間仕切りの開発が必要となる。

### 4) 熱源

興行用の大規模施設では年間使用日数が限られることもあってガス熱源や常用発電機を運転して、契約電力を抑制する例や特高受電を回避する例がある。利用日時の不規則性、利用規模の変動に素早く対応するための熱源のベストミックスを考えねばならない。

### 5) 膜屋根構造物の除雪

雪国の自治体が建設する屋内運動場は膜屋根形式のものが多い。これは膜屋根の持つ10%程度の透光性により、曇天の冬でも人工照明なしにアマチュアスポーツを十二分に楽しめるからである。

ここで、この明るさを確保するために膜屋根上の積雪を速やかに取り除く必要がある。

膜屋根上の雪は単に暖めるのはひたすら解け続けるのみで20cmの積雪でも完全に除去するには24時間の暖房運転を必要とする。そこで、2時間毎の間欠暖房方式を採用する。すなわち、最初の暖房で屋根雪の一部を融かして放置し、凍結するのを待って2回目の暖房で雪を滑落させる方法である。これで非常に経済的かつ確実に安全な除雪が可能となる。

### 6) 雨水の利用

大屋根を有することから当然、雨水の集水とその利用が当然の様に行われる。集められた雨水は中水として便器の洗浄や庭への散水に利用されるが、中には上

水並の水質を確保し、緊急時の周辺住民への供給に備えているものもある。

#### 7) 井水の利用

ヒートポンプの熱源として、地下水の豊富な地域では井水の利用が行われている。ただし、当然還元井の設置が必要となる。ここで注意を要するのが地下水の水質で、鉍物質を多く含有するものは還元井の内部で析出して詰まりの原因となる。

#### 5. まとめ

国民生活向上のパロメータの一つとしてスポーツ振興、地域のコミュニケーション活動の活発化を狙い、今後も地方自治体中心として大空間施設の建設は持続するものと思われる。これは音楽ホールが各地で建設された動きに通じるところがある。

ただ、地方自治体が運営する施設では当然維持管理費は極力低く抑える必要があるため、できる限り自然エネルギーの利用を図ったパッシブ空調型の施設に、又メンテナンスが容易な施設に作り込む必要がある。

さらに、屋内でのスポーツに適した温熱環境のデータは皆無であるので、この方面の研究が待たれる。

また、官民を問わずこれら大型構造物は周辺におよぼす環境上、社会生活上の影響が極めて大なので十分な配慮がなされるべきであり、その意味で建築環境計画あるいは設備計画の担当者の果たすべき責任は大きい。

#### 参考文献

佐倉勇, 加用真実:「スポーツレジャー施設の省エネルギー」  
空気調和・衛生工学第70巻6号(平成8年6月)PP43~47

#### 他団体ニュース

### 「平成10年度天然ガス新技術に関する 研究助成の応募要領」について

#### 1. 研究助成対象

天然ガスを活用するための下記に関わる基礎研究

##### 1) 燃焼以外に用いる新用途研究

(例)新規な反応プロセス, バイオプロセス  
新素材製造プロセス, LNG冷熱利用システム

##### 2) 新しい燃焼(エネルギー変換システムを含む) の研究

(例)新規な燃焼方法(エンジン, タービン等)  
熱電変換システム, 空調システム

##### 3) 輸送, 貯蔵に関する研究

(例)新規な天然ガス貯蔵システム

##### 4) 上記に関する物性, 材料に関する研究

#### 2. 応募資格(対象者)

日本国内の大学等の研究機関において研究に従事する者であって、平成10年4月1日現在40歳未満の若手の研究者

#### 3. 応募の締切

平成10年2月28日(土) 事務局必着

#### 4. 期間及び件数

期間: 2年間, 件数: 3件程度

#### 5. 金額と用途

1件につき, 200万(年間100万円\*2年間)

用途は限定しません。

#### 6. 応募の方法

応募用紙に必要事項を記入して当事務局まで送付して下さい。なお、応募用紙は、当協会事務局に請求するか、または応募様式をインターネットの日本ガス協会ホームページに掲載いたしますのでダウンロードしてご利用ください。

(URLアドレス <http://www.gas.or.jp>)

問合せ先

事務局

〒105 東京都港区虎ノ門1-15-12

社団法人 日本ガス協会 技術開発部

担当 奥田, 中村

TEL: 03-3502-0113 FAX: 03-3502-0370