

雪国の木と膜——光・風・土

三井所清典

多雪地域での冬の屋外スポーツは夢である。富山でも、冬期のグラウンドは雪が積もるか、ジメジメした状態が続き、使いにくい。富山県がこの夢の実現を図るために、研究を始めて7年目に第1号として完成したが、この岩瀬スポーツ公園健康スポーツドームである。雪の自然降雪を計画したため膜面が立ち上がり、これまでの膜屋根建築に見られない、象徴性をもつ建築として完成したが、これは雪を克服しようとする富山の人びとの気持ちの表現ともいえる。膜屋根全体から自然光が入り、木の骨組みがやわらかく反射する空間は、いつも日向ににいる思いである。雪の降る日も、屋根に雪が積もらないので明るい。東西に設けられたガラスの大開口からは、まわりの公園がよく見え、必要に応じて自然の風も十分に取り入れることができる。また、限りなく自然に近い地面の上で飛び跳ねる感覚は、体育館の中とはまったく異なり、まさに戸外感覚そのものである。ドームの中は、テニスコートもしくは、ゲートボールコートが2面収容でき、その他のスポーツ練習や運動会等の催しにも使える多目的施設として設計された。直径約52

mの16角形平面に、16角錐の膜屋根を架け、天井高はテニスに必要な高さ15mを確保している。下部の16角形構造は鉄筋コンクリート造のテンションリング構造であり、16角錐の屋根構造は大断面構造用集成材の木造骨組みに膜材を架け渡した骨組み膜構造としている。

自然の光—屋根は耐久性が高く、透光率も高いテフロン樹脂コーティングガラス繊維布の膜材を用いているため、日中は天空光により均質で快適な明るさが確保できた。しかし、10cm程度の雪が積もると、たとえガラスのトップライトでも光は遮断され、屋内は暗くなってしまう。このため滑性の高い膜材を使い、勾配を40度以上として自然に屋根雪が落雪する計画とした。さらに、建物周囲の雪の落ちる位置には地下水を利用した融雪池を設けている。これらの処置により雪処理の手間もエネルギーもほとんど不要で、維持費が最小限の自然落雪型膜構造屋根が実現した。膜屋根における雪の落雪状況については当該敷地において実物大実験棟による降雪、落雪実験を行い、落雪の確実性を実証すると共に、大臣認定を得て積雪荷重低減を実現するための貴重な成果を得ることができた。

木造骨組みは、16本の大断面構造用集成材の登り梁を錐形に組み上げ、頂部は直接、中間部は水平つなぎ梁で半径方向に互いに接続している。隣接する登り梁はそれぞれ7本の横架材で円周方向に互いに接続して屋根架構全体の剛性を確保している。これら木造のつなぎ材や斜材は、膜面の張力を確保するために中央に張り渡す押えロープの動きを妨げないよう、小屋組の架構としている。膜材の木造骨組みへの取り付けも、木材を有効に利用し、鋼材を最小限にする納まりとした。集成材の接合部の鋼材は溶融亜鉛めっきを施し、できるかぎり木材の中にかくすことで、自然で耐久性の高い架構としている。

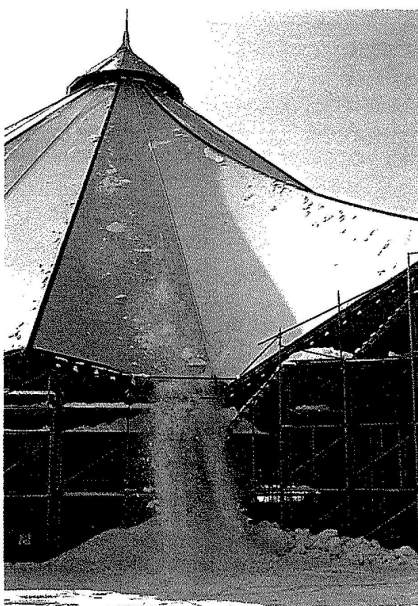
この木造骨組みは、海が近いために考慮すべき塩害対策、膜面での結露に対する防蝕

対策上有効で、塗装の塗り替え等の維持費が安くなるため、初期建設費と総合的に考えるライフサイクルコスト（生涯コスト）の上では鉄骨構造より安くなる。また、積雪荷重の低減は骨組み構造、膜構造双方の工事費低減に有効に作用している。

自然の風—下部構造は鉄筋コンクリートのラーメン構造として、東西面に大開口を設け地域特有の風である東西風を十分取り入れられる計画としている。また、頂部には換気口を設けて、そのドラフト効果により通風換気を促進し、利用者が自然の風を十分に感じられるようになっている。建物周辺に配された融雪池は夏期に取り入れる風の冷却装置の役目も兼ねている。

自然の土—雨の降らない内部に自然の土を用いると、メンテナンスがたいへんであり、かつ乾燥したときの入れ替えに大きな費用が必要となる。また、使用できる運動の種類や用途が限られてしまう。この施設では、メンテナンスが容易で、多様な利用に耐え、自然な雰囲気をもった床材料として、目砂を入れた透水性のある人工芝を採用した。人工芝の保水等のメンテナンスを容易にするために全体をカバーできる放水銃を用意している。

このドームは、日本建築センターにおける昭和61年から3年間の「全天候型スポーツ施設構想に関する調査研究」の成果を基に、設計を行い、膜構造評定、大臣認定を経て平成3年3月着工、平成4年6月に完成した。多分野の専門家と開発設計のできる設計事務所とで設計され、地元主体の施工陣によって建設された雪国における全天候型スポーツ施設として、類似の地域に適用可能な普遍性と合理性をもっている。富山を囲む北アルプス連山と馴染み、昼も夜もスポーツ公園のシンボルとなる、雄大で落ち着きのある形状をしたこのドームは、木造骨組みのやわらかさと、膜屋根のやわらかい光が重なりあって、一年中自然の光、自然の風、自然の土を感じながらスポーツのできる雪国の施設である。



膜屋根から雪が落ちる瞬間。

(撮影 風間耕司)

屋内プール 光・明・暖

太陽がふりそそぐ明るい室内で、1年中快適に泳げるプールをつくる。これが「芝浦工業大学 中学・高等学校」のプール棟を設計したわれわれのもっとも大切にしたいコンセプトでした。

日光の入らない薄暗く陰湿な室内プールを見て回って、その感を強くしました。都市内の狭小敷地の学校におけるプールは、土地効率を高めるため教室とプールの複合建築とし、プールは1年中使えるよう室内プールとする必要があります。そこで下階に特別教室、上階に採光屋根を持つ室内プールを配した構成としました。

いかにして透光性が高く、屋内プールに適した屋根を架けるかが具体的なテーマとなりました。現在、透光性のある屋根の中で、都市内に建設でき耐火性を有していると建築基準法で認められているのは、網入りガラスと鉄などの金属により構成される屋根だけです。しかしこの屋根は、室内プールの特性である湿度(100%)と塩素ガスに対する耐久性、および裸に近い状態の利用者に対する物理的、心理的安全性という面から最良の構法とはいえません。骨組みの複雑さも泳ぐ人の身になるとさけないものです。いくつかの構法案を検討の結果、以下の利点からエアサポートームを採用しました。

- 均質でやわらかい光のふりそそぐ広い採光屋根により、軽やかで圧迫感のない内部空間の創出ができる。
- 空気膜独特のやわらかい形態が、新しい街の風景をつくる。また、屋根から外部にあかりのもれる夜景も活動的な学校の雰囲気をつくり出し、新しい都市の景観となる。
- 架構自体が非常に軽いため下部構造への負担がないに等しく、地震に対しても有利である。
- 素材が破損しない限りは復元性に富んだ構

法であるため、大変形を生じた後も再使用が可能である。

- ガラスなどの光を通す屋根に比べて膜材は破損・落下などの危険が少ないため、利用者に損傷を与える恐れがなく実質的な安全性が高い。
 - 素材は耐酸性・耐汚染性にすぐれ、架構体はメンテナンスが容易であり、採光屋根として高い耐久性が期待できる。
- アメリカでは大スパン建物(野球場・フットボール場など)で空気膜構造の実例はあります。しかし日本の都市内では初めての試みであるため、「都市内の恒久空気膜建築としての安全性の確保」と、「大スパン用空気膜技術を参考とした中小規模用の合理的、経済的構法」を狙いとして新たな構法の開発を行ないました。

本屋内プールの膜構造空間は平面の大きさ18×30m、高さ6.5m(地上より13m)で、屋根はフッ素樹脂をコーティングした0.8mmのガラス繊維布でつくられています。この膜屋根は、室内気圧を平常時20mmAq(2mb)、暴風時50mmAq(5mb)、積雪時20~80mmAq(2~8mb)と外気圧より少し高くすることによって安全に支持されています。架構方式は、短辺方向にケーブルを4列配置した1方向ケーブルレイアウトを採用しています。詳細な特色は以下の通りです。

- 構造上・防災上の安全性が確認され、初めて市民権を得た空気膜構造屋根が可能となる。——市街地において日本で初めて大臣認定を得た恒久空気膜構造
- 都市内の一般的な建築に適用しうる中小規模の建築用屋根としての有利性を有している: ——1方向ケーブルレイアウト。合理的な膜関連ジョイント、ケーブルと膜の回転芯の一致
- 架構方法、材料などがすべて国産技術によ

って建設されている。——設計から生産・施工まで一貫した独自の開発技術

- 従来の屋内プールと異なり、明るく、安全性の高い屋内プールである。——破損しにくく自浄性を有した膜材による、全体として均質な透光性を持った屋根
- 一般の建築にも、条件の厳しいプールの屋根としても耐久性に富んだ屋根構法である。——膜材はフッ素樹脂コーティングガラス繊維布、金属部材はアルミとステンレスによる構成
- 屋根架構が軽量で、既存建物の増築など今後多様な可能性がある。——膜の自重3kg/m²、内外差圧20~80kg/m²と建物への荷重が小さい
- 屋根工事が短期間でできる。——工場生産の比率が大きく、現場架設はリフトアップ工法
- 維持管理の自動化・省力化が図られている。——マイコン利用による内外差圧、風量および冷暖房制御と非常時対応

なお、空気膜構造屋根の具体的な構法・設備については、本体の設計組織と独自の空気膜開発を進めていた大成建設とで共同開発を行ないました。(大倉康彦)

感受性豊かな中学・高校生の時代に、先端的技術が活きて生活空間となっている学校で学び、生活する体験を通して、技術に対する信頼と将来への期待を本校の生徒に感じとってはほしいと願っています。その主旨を実現するため、さまざまな新しい技術を用いて本中学・高等学校全体の設計をしてみました。

本プール棟の空気膜構造屋根に関する構造と設備のエンジニアリング部門につきましては、参加した人びとの総力により開発が可能となり、日本で初めての市街地内空気膜建築が実現したことを付記しておきます。(三井所清典)