

特集

大ドーム建築のエネルギー・環境保全

長野オリンピック冬季競技大会アイスホッケーA会場 長野市若里多目的アリーナ「ビッグハット」

Ice Hockey Arena-A, for the Nagano Winter Olympic Games
Nagano All Purpose Sports Arena, Wakasato 「BIG HAT」

中島正人*・安藤俊一**

Masato Nakajima Toshiichi Ando

表1

名称	長野市若里多目的スポーツアリーナ 愛称：ビッグハット
所在地	長野市若里字921番地1
用途	多目的アリーナ
敷地面積	約44,500m ²
建築面積	12,050m ²
延床面積	25,240m ²
構造	RC、SRC及び一部S造
階級	地下1階、地上4階
最高高さ	35.0m
収容人員	約10,000人（立見席を含む） 後利用時 約5,000席 （他にアリーナ内に約3,200席設置可能）
発注者	長野市
設計	山下・長野設計共同企業体 （㈱山下設計、長野設計組合）
製氷設備	㈱前川製作所（NAOC発注工事）
工期	1993.3～1995.3（25ヵ月） 製氷設備は別途

はじめに

長野市若里多目的スポーツアリーナ（愛称：ビッグハット）は今年の2月に長野で開催されるオリンピック冬季競技大会のアイスホッケーA会場として計画され、関連施設の第1号施設として、平成7年3月末に竣工した。

計画地は長野市若里の市場団地の跡地であり、ここには多目的スポーツアリーナ、文化・コンベンション施設、商業施設、放送局の建設が計画され、昨年10月末で全ての施設が竣工している。大会時は本施設がアイスホッケーA会場としてまた、文化・コンベンション施設と商業施設がメイン・メディアセンターとして使用される。オリンピック大会の期間は2週間であり、アイスホッケーA会場は大会後に改修して多目的スポーツアリーナとして使用される。したがって、建物は多目的スポーツアリーナとして計画され、前利用、大会時利用、後利用に対してなるべく改修を少なくする工夫と、大会時の仮設対応をできる限り取り入れて建設コスト及びオリンピック大会時のコスト削減に努めると共に、公共建築としてランニングコスト低減にも様々な工夫を行っている。

1. 建築概要

周りを名だたる山々に囲まれた善光寺平は日本でも有数の山岳景観を持ち、特に春先には新緑に覆われた里山と遠く白銀の高峰が重なり合い、印象的な風景が展開する。この恵まれた自然の風景と豊かな風土に調和し、国際都市長野に相応しい独自性を持ったデザインを目指している。外観は矩形の下層部となだらかな曲面の上層部の二層に分かれ、スケールの大きい建築物の巨大感と威圧感を抑える形態としている。機能的

には多様なイベントに対応可能なよう、重装備なアリーナ天井とし、天井を貼らずに巨大なスタジオ空間をイメージした構造としている。また、敷地背後に住宅地区を控えているため、ロックコンサートのような大音響を使用するイベントの開催も可能なよう、充分な遮音性能も持たせている。

長野市は内陸性の盆地で夏の日中は暑い、朝晩は過ごし易い。冬は零下10度近くまで下がるが降雪量は比較的少なく晴天日も多い。また、中間期はさわやかな日が多い気候である。こうした環境の中で建築的省エネルギー手法として、高断熱、自然採光、自然換気に留意して計画している。

①高断熱

アリーナの大屋根は遮音・吸音と断熱の為に3層構成とし、窓面は2重サッシとしている。（図-1）

②自然採光

人工照明が必要なイベント時以外は照明を点灯せずに仕込みや見学者対応等が可能なよう、ハイサイドからの自然採光を行っている。

③自然換気

アリーナ上部に換気窓を設置し、上部のみの通風や機器搬入口等の下部開口部の開放と併せてドラフトに

* ㈱山下設計 環境オフィス設計部部長

** " " " " 主任

〒140 東京都品川区南大井 6-26-1 大森ベルポートA館

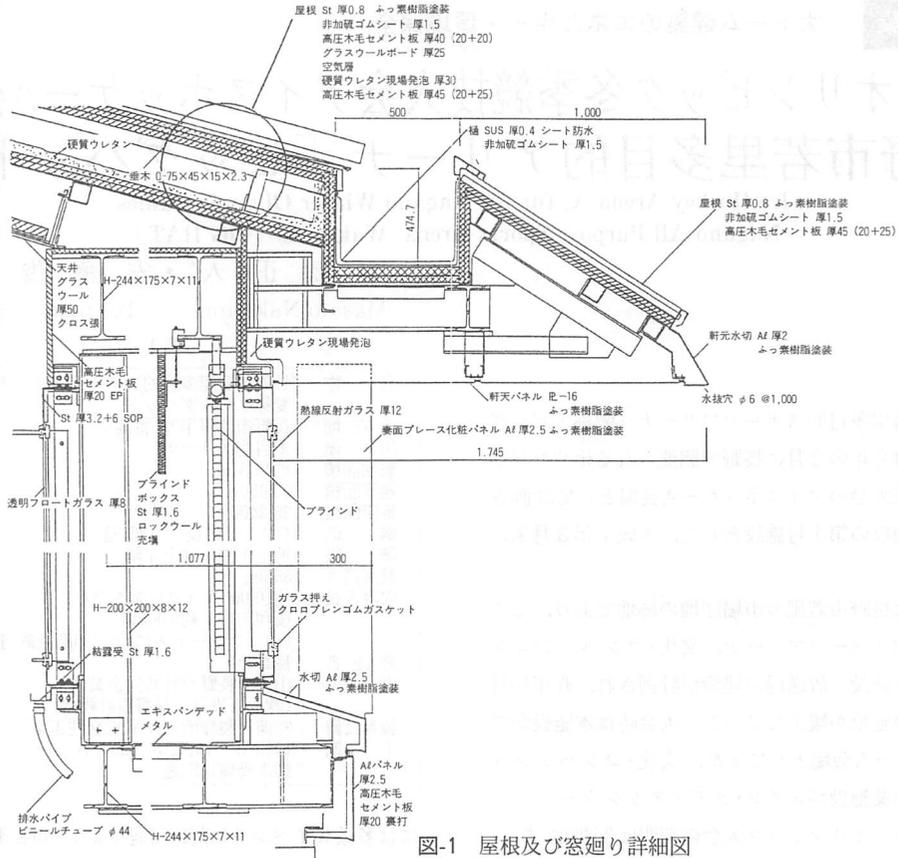


図-1 屋根及び窓廻り詳細図

よる自然換気が可能なよう考慮している。

2. 空調設備概要

①熱源設備

間欠使用となるアリーナの使い勝手を考慮して、都市ガスを熱源として採用した。蒸気は加湿、再熱、給湯及びアイスリンク削氷の融氷用として使用する。

配管方式は変水量2管式を原則とし、冬季・中間季の冷房要求に対しては外気冷房対応としている。アイスリンク用の製氷冷凍機は屋外仮設置とし、配管ルートのみ本体工事としている。アイスリンク時に湿度が高いと霧（もや）が発生し、照明や競技の観戦に障害となることから、霧と結露対策はアリーナ系統の空調機にブラインコイルを組み込み除湿可能としている。

表2に熱源と空調の対応を示す。

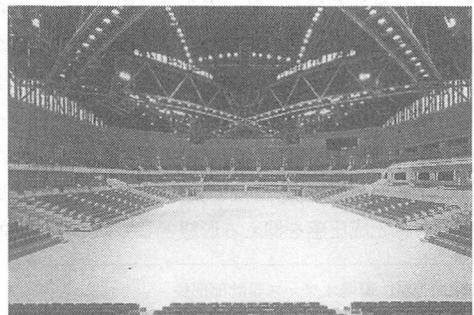
- ・ガス焚冷温水発生機 400RT×2台
- ・ガス焚貫流式蒸気ボイラ 1200KG/h×2台

②空調機設備

アリーナは基本的に全空気方式とし、外気冷房やオリンピック大会時と後利用時の収容人員の違い等に対



写1 建物全景



写2 施設内観

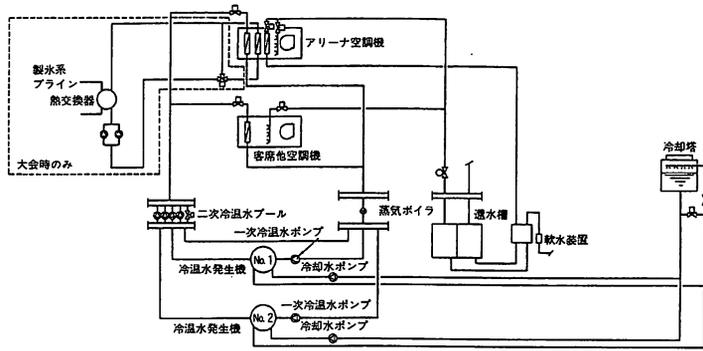


図-2 熱源系統図

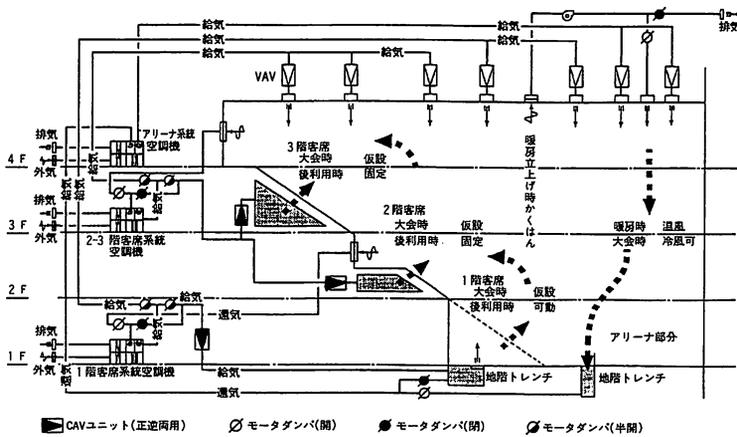


図-3 冬期パターンのアリーナ系統空調システム図

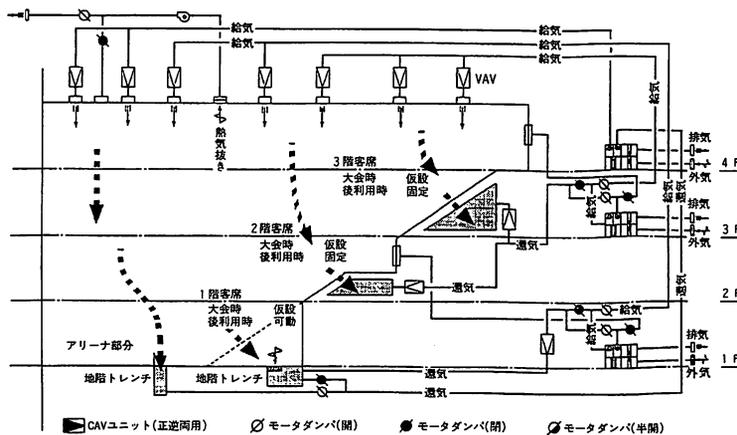


図-4 夏期パターンのアリーナ系統空調システム図

応できるように考慮している。空調機械室は建物の四隅に分散配置し、ダクトルート短縮化や外気冷房時の膨大な給排気に対応できるようにしている。

アリーナ客席部は間欠使用に対する立ち上がりの速

さや冷房時と暖房時の気流特性及び冬季やアイスリンク時でも快適環境が保てるよう、冷房時は天井から、暖房時は床下から送風できるようにしている。定風量ユニットは給気と還気のリバーシブルのものを開発して使

表2 アリーナ空調の運転パターン

	暖房負荷			冷房負荷			結露・露対策		
	冬期	中間期	夏期	冬期	中間期	夏期	冬期	中間期	夏期
冷温水発生機									
温水	○	△							○
冷水					△	○		△	
蒸気ボイラ	加湿	○	○	加湿	判断		再燃	再燃	再燃
製氷冷凍機 (大会時)				△	△		○	○	
全熱交換器 (熱回収)	○	判断			判断	○	判断	判断	○
自然外気 (冷却)				○	○				
デリバントファン							○	○	○

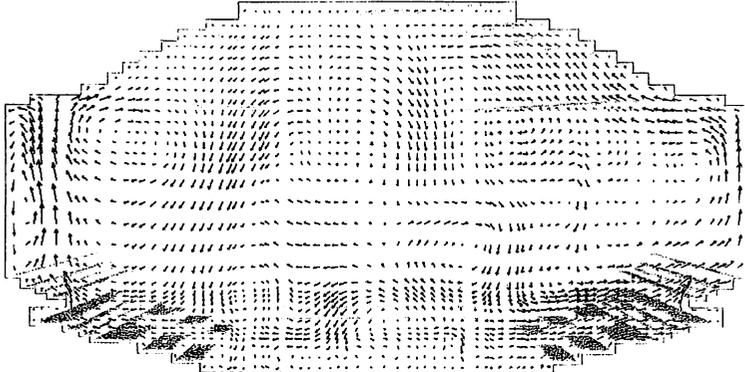


図-5 アイスリンク時の気流分布 (シミュレーション)

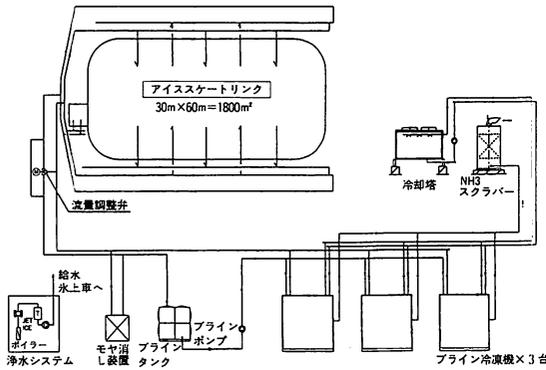


図-6 アイスリンク製氷設備系統図

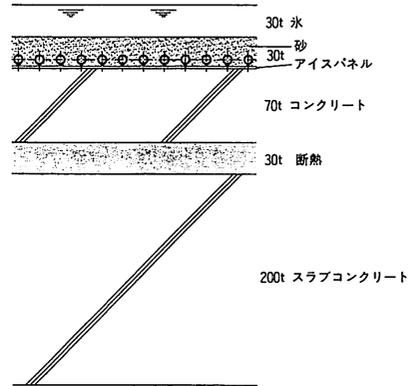


図-7 アイスホッケーA会場リンク床構造図

用している。アリーナ及び客席の空調系統は細分化し、かつシステム的な工夫によって各種使用パターンや部分空調に対応可能としている。

アリーナ系統の還気はアイスリンク時はリンクサイドの床からとし、可動席を収納して床還気口を閉じて使用する場合等は1階可動席収納部下部から還気を取れるようダンパー切替えとしている。また、天井吹きだし口は天井上部に形成される熱溜まりより下に設置して冷房時の混合ロスを少なくすると共に、熱気は専用ファンにより、冷房時は排除し、暖房立ち上がり時はダンパ切り替えて上部の熱気を下降できるようにし

ている。全熱交換機やCO₂制御も採用し、大きな割合を占める外気負荷の低減対策も行っている。アリーナに面する窓面下部にはコールド・ドラフト防止のために温水ヒータを組み込んでいる。

設計にあたってはそれぞれのパターンについて気流分布、温度分布等のコンピュータシミュレーションを行いながら進め、熱溜まりの高さやアイスリンクへの客席暖房時の影響等に細心の注意を払いながら設計を進めている。

アリーナ系統 50,000CMH×2台

客席系統 40,000CMH×4台
25,000CMH×4台
その他系統 単一ダクト(8系統)+FCU
内全熱交換器組み込み15系統, インバータ制御8系統
パッケージ系統 水熱源ヒートポンプ+空調換気扇
(防災センター他)

③排煙設備

アリーナ部分は建築基準法38条認定の蓄煙方式とし、消防活動等用のために排煙機も設置している。その他の系統は通常の機械排煙方式を採用した。

3. 給排水衛生設備概要

①給排水設備

上水、雑用水の2系統給水とし、雑用水には広大な屋根の雨水の回収利用も検討したが、地下水が豊富なことから井水を採用した。雨水は地下浸透方式とし、オーバーフローのみ、河川放流とした。

- ・上水 上水引き込み口径 80Φ
FRP受水槽(有効75m³)
- ・雑用水 二重ピット内水槽(有効215m³)

②給湯設備

シャワー、リンク用水及び一部の洗面用として中央式給湯、湯沸かし室の飲用給湯は電気貯湯式温水器による局所方式。

蒸気熱源貯湯槽 3,600L×2基

③衛生器具設備

小便器、自動水洗は寒冷地対応として凍結防止型流動式フラッシュバルブを新たに開発して設置した。

④消火設備

屋内消火栓設備、スプリンクラー設備、二酸化炭素消火設備、大型消火器、屋外消火栓設備等にて対応。冬期の凍結防止対策として部分的な不凍液の注入や屋外消火栓には圧縮空気充填の乾式屋外消火栓を採用。

⑤ガス設備

- ・中圧ガス：熱源用
- ・低圧ガス：レストラン厨房用

⑥ゴミ処理設備

コンパクター・コンテナ方式 4m³×2基

4. 電気設備概要

①電源設備

- ・受電方式：常用本線予備選2回線受電
- ・変圧器容量：地下1階主電気室2625KVA
副電気室1階1250KVA

副電気室4階北2250KVA

副電気室4階南1200KVA

- ・予備電源：非常用自家発電設備625KVA
ガスタービン方式、燃料：灯油
直流電源設備HS-E, 100Ah×2台

②照明設備

アリーナ：水平照度2,000lx, 鉛直照度1,000lx

③弱電設備

- ・電話設備：分散中継デジタル電子交換機、局線容量60, 内線容量200
- ・放送設備：業務/非常放送併用型アンプ
出力制御回線70, 定格出力1,560w
- ・特殊設備：特殊照明, 特殊音響, 競技計時表示設備

5. アイスホッケーリンク設備概要

リンク設備については全体の基本設計と後工事では対応不可能な部分は当社で設計し、建物本体工事として発注され、リンク設備本体は建物竣工後に長野オリンピック組織委員会から、専門メーカーに発注されている。

アイスリンクは本建物では仮設リンクとして使用されることが前提であり、製氷用冷凍機は屋外に仮設置、製氷用のパイプはコンクリート躯体埋設とはせずに床上に断熱材を敷き、仮設で設置する方法を選定した。ブライン配管等のルートはリンク外周部に設けたイベント対応の多目的ピット(還気、給水、給湯、排水準備)を利用する計画とした。

床上の仮設リンクの特性としてジャンプして降りた時などは「ドーン」という太鼓のような音がしたり、感触が柔らかいなどの問題があるが、これらの問題はコンクリートスラブ面に断熱材を敷き、その上にシンダーコンクリートを打って固い基盤を形成することで対応している。また、従来の水中埋設配管では急速に冷却すると配管に沿って破水が起こる可能性が高いことが我々の行った実験で確認されており、ブライン配管は砂層に埋設することで固い根水が形成され、かつブライン配管からの熱伝達もゆっくり、かつ面状に行われることをねらっている。

冷凍機冷媒については環境問題の点から各種の冷媒が検討されたが、最終的に地球環境に優しく、効率の良いアンモニアが選定されている。冷媒封入量は従来のものの約1/10程度であり、半密閉のキャンド型モータが採用されている。万が一漏れた場合の安全対策として冷凍機全体がカバーで覆われており、アンモニア

はスクラバーで除去されるシステムとなっている。

アイスリンクの氷質は固くて滑る氷が良いと言われている。これはバックが滑る程競技スピードが上がって、競技レベルも高くなることによるが、国によって要求氷質は異なるようである。従来、リンクの製氷技術は運転管理する人間の勘に支配されており、冷凍機の運転は発生する負荷の見込み運転によって制御されていた。また、リンクの水温は本来、氷の表面温度が競技環境に影響を与えることから、氷の表面温度を計測して製氷設備系を制御すべきであるが、従来は水中に没したセンサーで計測した値が指標とされてきた。アイスホッケーリンクでは激しいスケートティングによって氷の厚さが異なってしまい、ニュートラルゾーンでは削氷が少なく、アタックゾーンでは削氷が大きくなり、ゴール裏は更に大きくなってしまふ。従って、水中のセンサーは氷表面近くに埋設することは出来ず、遠隔で検出し、制御系にバックする方法の検討も行った。その結果、放射温度計を天井面に設置し、水中センサーと併せて水温測定が可能のようにし、冷凍機の

自動運転に利用している。

ブライン冷凍機 180,000Kcal/h×3台 (-15℃)
アンモニア除外装置 スクラバー式
リンク冷却管 エチレン酢酸ビニル共重合樹脂
9φ, 20mmピッチ, カウンター
フロー+リバースリターン方式
製氷用水製造装置 イオン交換樹脂方式300 l/m

おわりに

長野冬季オリンピック会場の第1号施設として平成7年3月末に竣工した本建物は大会前利用として冬季以外はコンサート、講演会等の各種イベントが、そして冬季はアイスリンクとして幅広く利用されている。間近に迫ったオリンピック冬季大会が最高のコンディションの下で開催され、無事に終了することを願っている。

最後にこの計画にあたって長野市オリンピック局施設課の皆様をはじめ、多数の皆様からご指導、ご協力をいただいたことを記し、深く感謝の意を表します。

長野オリンピック冬季競技大会アイスホッケーB会場 「アクアウイング」

Aqua Wing

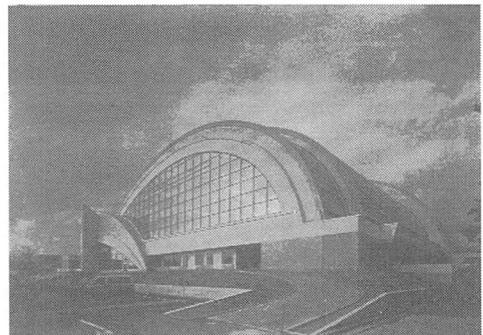
中島正人*・大湯満晴**
Masato Nakajima Mitsuharu Oyu

はじめに

1998年2月に開催されるオリンピック、パラリンピック冬季競技大会に利用される施設として本施設は計画され、1997年9月完成した。アイスホッケー会場としての利用はオリンピック及びパラリンピック開催時に限定され、大会終了後は改修工事を経て通年温水プールとして利用運営される。建物の建設経緯や建物運営上の性格から省エネルギーに対する配慮が特に払われた。計画建築意匠としての大きな特長であるメインアリーナ上部の可動屋根、機械設備としての特長である常用発電機設備（コージェネレーションシステム）もこうした経緯から採用した。

1. 建築概要

建物概要及び外観、内観写真を表1、写1～3に示す。建築計画の基本方針を以下のもととして設計、建設されている。



写1 外観（南西面）

* * ㈱山下設計 環境オフィス設計部主任