

ナゴヤドームの空調設備

(株)竹中工務店 萩原 武治・有吉 淳

キーワード/氷蓄熱ユニット・音楽ホール・室内騒音

1. はじめに

ナゴヤドームは、名古屋市の副次拠点域として整備が進められている大曽根地区に隣接した大幸南に、その先導となる中核施設として、1997年(平成9年)2月末完成した。

東海地方のシンボルとして、21世紀に向けて新世代をめざしたこのドームは、中日ドラゴンズのフランチャイズ球場となるだけでなく、各種スポーツ、コンサート、コンベンション、見本市など産業・文化・スポーツなどにわたり幅広く利用できる多目的ドームである。

当ドームが立地する周辺地域は、住宅・学校・病院などが混在しており、計画に当たっては、日影・景観・騒音・大気汚染・安全に十分配慮し、これら環境との共生をはかった。

施設面では、多機能性・快適性のニーズに対応するだけでなく、人にやさしいドームをめざして、来場する高齢者・身障者への配慮や、省エネルギー・省資源といった地球環境保全にも取り組んだ。

2. 建築物の概要

建築名称	ナゴヤドーム
所在地	名古屋市東区大幸南1-1-1
建築主	(株)ナゴヤドーム
監修	三菱地所(株)
設計監理	(株)竹中工務店
施工	竹中工務店・三菱重工業共同企業体
工期	平成6年8月～9年2月
敷地面積	69,256㎡
建築面積	48,303㎡
延床面積	119,707㎡
階数	地上6階(一部中2階)
下部構造	RC造, SRC造, S造
屋根構造	鉄骨造単層ラチスドーム構造
用途	野球場, 多目的施設

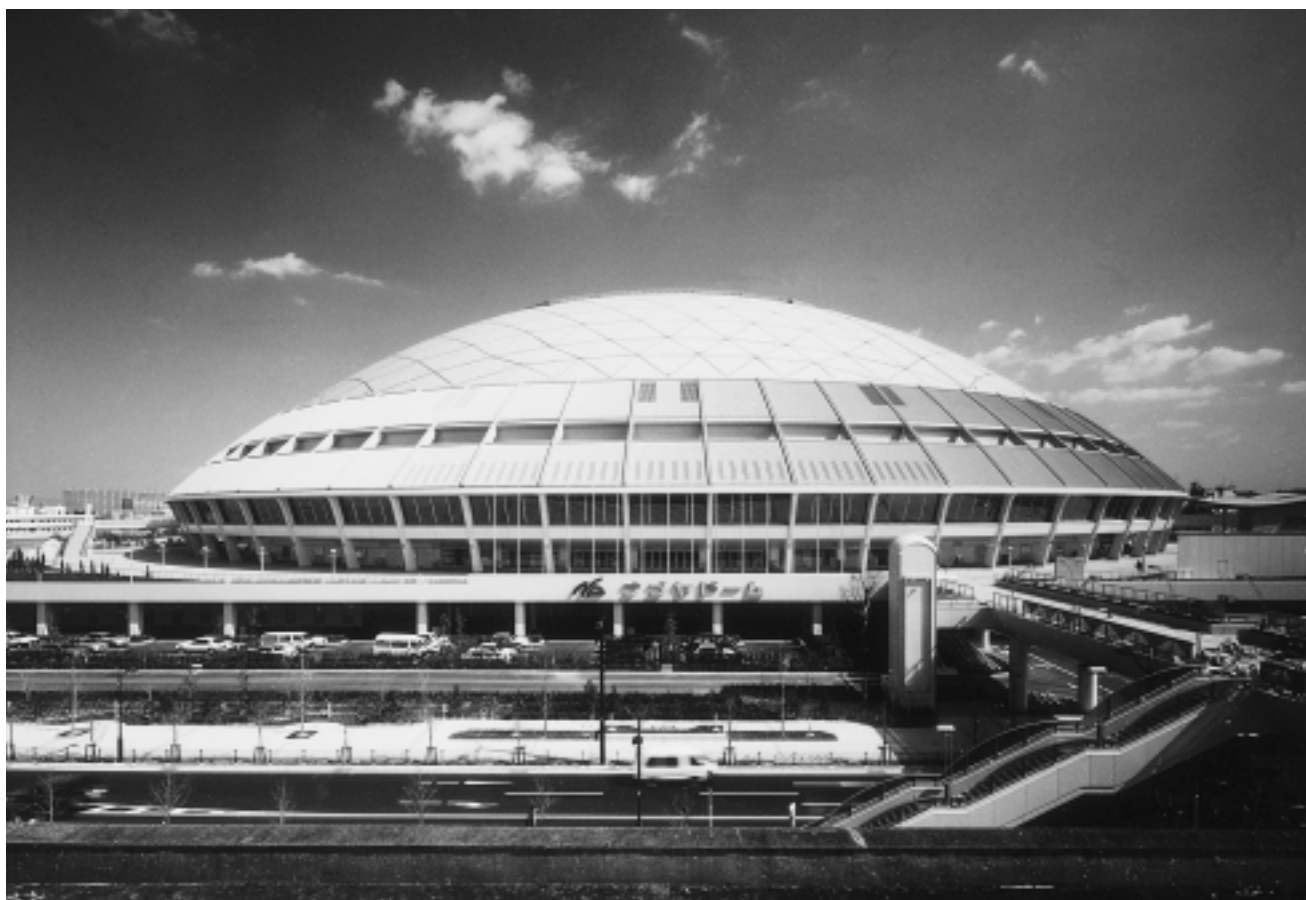


写真 - 1 外観

3 . 施設計画

建物外観は、高さを抑え威圧感のない優しい形態としている。屋根は、遮音性を考慮した固定式の金属屋根 (25,000㎡)とし、屋根中央部には天窗 5,000㎡を設置し、自然光を採り入れ、アリーナ内の開放感の向上と照明エネルギーの削減をはかっている。

アリーナは、中央の天井高さ64.3m、容積125万㎡の大空間となっている。

単層ラチスで構成された天井には、固定式であることを生かし、空間を二分割する仕切り幕システムをはじめとし、センターリング、昇降バックネット、さらにはメンテナンスゴンドラまでさまざまな演出ができる吊りシステムを配している。

客席は、上・中・下段の三段構成で、フィールドを円形に取り巻いている。下段席には約7,550席の可動席がある。可動席は、三つのパーツからなり、最大120度まで移動し、三形態のフィールドを創出する。

フィールドは、両翼100m、中堅122mで13,400㎡の広さを有し、巻き取り可能な人工芝が敷き詰められている。

アリーナの外周には、以下の諸室を配置している。

- 1階 野球イベント諸室、事務室、駐車場
- 2階 コンコース、売店
- 3階 メディア諸室、レストラン
従業員食堂、南北多目的施設
- 4階 コンコース、売店、スイートルーム
- 5階 コンコース、事務室
- 6階 機械室



写真 - 2 アリーナ内観 (中央透光部)

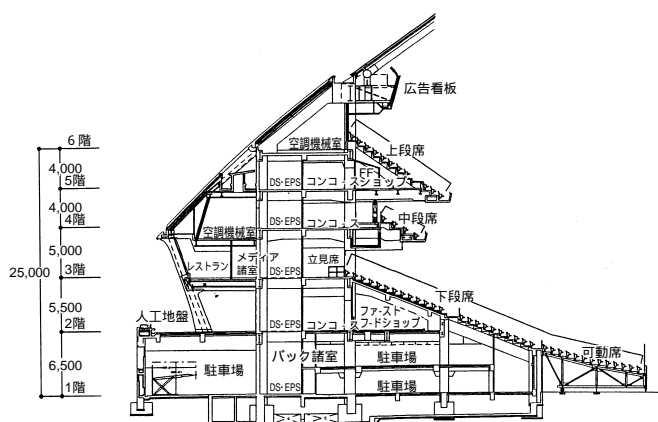


図 - 2 断面図

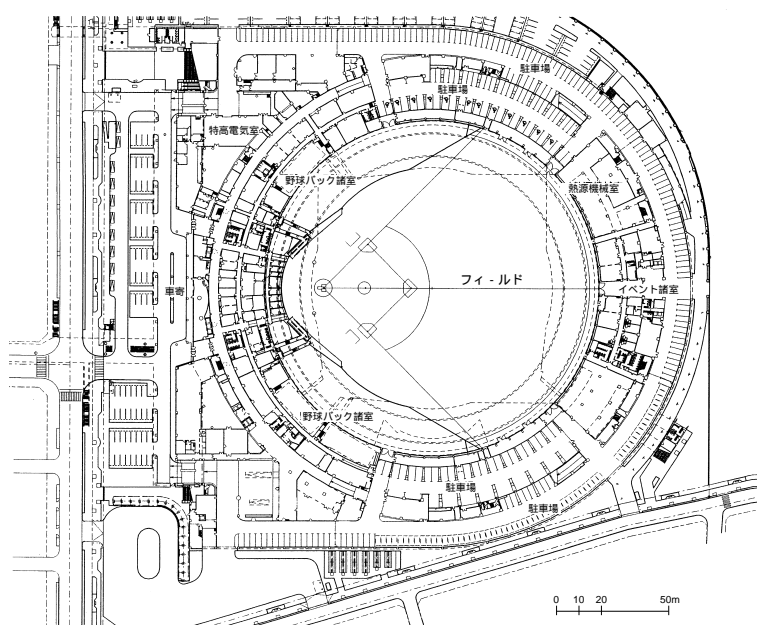


図 - 1 1階平面図

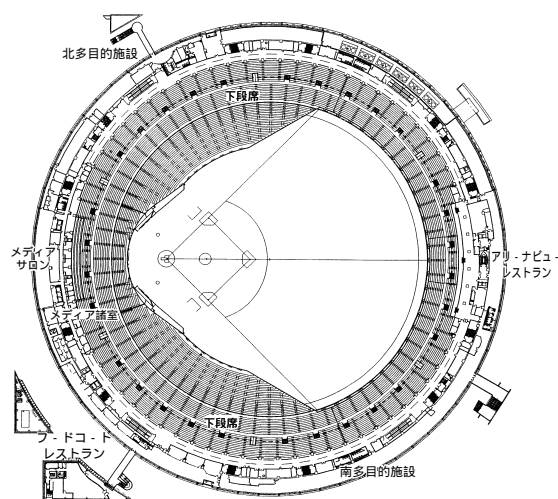


図 - 3 3階平面図

4. 設備計画

設備計画にあたっては、三つのねらいをたてた。

地球環境保全のために、自然エネルギーの利用・雨水利用・エネルギーの有効利用により自然との協調をはかる。

多目的な新世代ドームをめざし、アリーナの快適な光・音・温・冷・熱環境を創造する。

不特定多数の集客施設のため、アリーナの防犯・防災設備に留意する。

これらを、具体的には、

自然エネルギーの利用として、アリーナの自然採光・自然換気の利用、雨水利用

使用エネルギーの高効率化として、在館者数に応じた無駄のない空調・全熱交換器による空調エネルギーの回収・深夜電力利用の蓄熱システム・地区変電所変圧器の排熱利用

といった省エネルギー技術を軸に展開した。

さらに防災面では、アリーナ火災時の観客の避難と誘導・排煙・消火を総合的に考慮した計画を行った。

5. アリーナ空調

5-1 アリーナ空調方式

アリーナ空調の計画にあたっては、エネルギーの有効利用の面から、大空間をもれなく空調するのではなく、観客エリアのみ限定して空調することに重点をおいた。そのため、各イベント・季節別にCPU・模型実験による温度・風速分布のシミュレーションを実施検証し、空調吹出口の風量・風速を決定した。

当ドームでは、観客の体感温度に配慮した空調制御により、快適性の向上と空調負荷の低減をはかっている。アリーナには10台の循環流ファンを設置し、約0.8m/sの涼風を起こすことができる。

また、アリーナ空調の温熱環境制御には、従来の温湿度制御だけでなく、循環流ファンによる気流と、イベント・季節により異なる観客の活動量、着衣量を考慮した総合温熱環境指標 (SET*) を用いた。

外気取入量は、空調負荷に占める割合が大きく、しかもイベントにより大きく変動する。

そこで、入場者カウンターにより入場者数に応じた外気取り入れ量制御と、全熱交換器による余剰排気の回収により外気負荷の低減をはかっている。

空調のゾーニングは、平面上6分割、断面方向上・中下段の2系統とし、仕切幕システムによるアリーナ分割利用に対応している。

5-2 自然換気の積極的活用

ドームのエネルギー消費量に占める空調の割合は大きい。そこで、頂部に排気口、1・2階に給気口を設置し、

準備・撤去、中間期・冬期のイベントに自然換気の活用を可能とした。

さらに、外気状態、イベント種類から自然・機械換気による室内温度 (ET*) を予測演算して、運転者が事前に自然換気のみで運転可能か、機械換気、冷熱源の空調が必要かを、定量的に判断することで自然換気を積極的に活用できるようにしている。

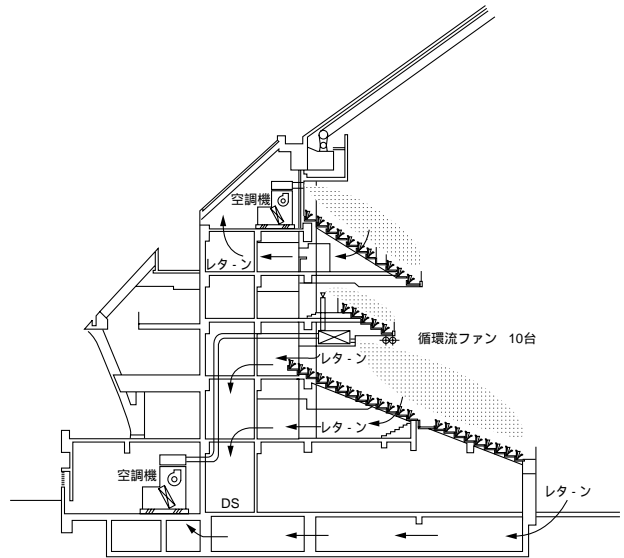


図 - 4 アリーナ空調概要図

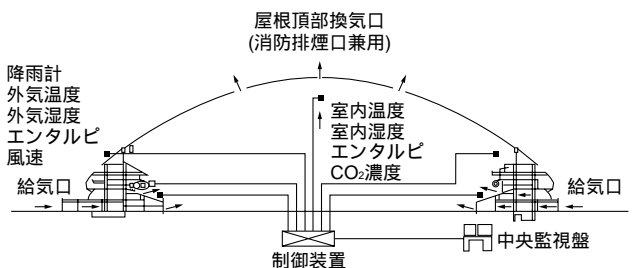


図 - 5 自然換気制御システム図



写真 - 3 循環流ファンと下段席空調吹出

6 . 空調熱源

6 - 1 熱源機器の選定

当ドームの冷暖房熱源に要求されたことは、イベント時における信頼性、その規模が大きいことからエネルギーの高効率利用、周辺環境に対する大気汚染・騒音面の配慮が主にあげられる。

これらの要素について、各種システムを比較検討し、熱源システムは電力・ガス熱源の組み合わせとした。

電力熱源は、電力の平準化の面から、夜間電力利用の蓄熱(水、氷)システムを採用し、運転効率の高いヒーティングタワーターボ冷凍機を熱源とした冷温水蓄熱システムと、年間を通じて冷房負荷に対応するアイスチラーを熱源としたダイナミック形の氷蓄熱システムの組み合わせとした。蓄熱槽は、水・氷ともに建物基礎部を利用した。水蓄熱槽は、約80槽の連通管方式とし、その容量は無駄な放熱を避けるために、非イベント時の暖房負荷より決定している。

さらに、イベントにより空調負荷は大きく変動することから、空調負荷に追従した高効率運転と、信頼性を向上させるために、熱源を細分化した。

また、周辺環境への配慮から、屋外騒音となる冷却塔は、送風機の回転数を下げたり消音器を設置し、発生騒音を低く抑えている。

6 - 2 配管システム

搬送動力の低減と、配管の耐久性に配慮し、開放形蓄熱槽の放熱側は、熱交換器を介して密閉回路としている。

また、氷蓄熱の低冷水を利用した高温度差搬送によりポンプ動力の低減もはかっている。

冷温水の送水系統は、イベントにより負荷変動が大きいアリーナと一般系の2系統としている。

一般系には事務室・レストラン・メディア諸室など負荷の異なる諸室が多いので、主配管は冷水・温水の4管式とした。

6 - 3 熱源制御

蓄熱槽の蓄熱分は、イベントにより、ピークカットに利用したり、ベースで放熱する。

この制御と空調負荷に追従した高効率運転制御を行うために、イベント、季節別に負荷量が予測でき、最適な熱源機器の運転順序が時刻ごとに設定できる熱源運転支援システムを導入している。



写真 - 4 ヒーティングタワーターボ冷凍機



写真 - 5 アイスチラー

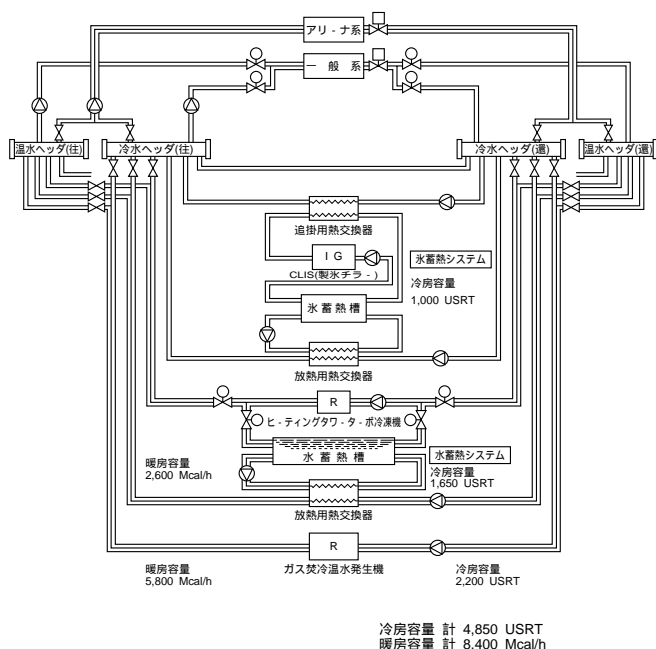


図 - 6 熱源配管システム図

表 - 1 熱源機器表

機 器	冷房能力 (USRT)	暖房能力 (Gcal/h)
ヒーティングタワーターボ冷凍機	750	1.3
同上機器による水蓄熱(槽) 2,800m ³	900	1.3
ガス焼き冷温水発生機(吸収式冷凍機)	2,200	5.8
アイスチラー	400	-
同上機器による水蓄熱(槽) 480m ³	600	-
合 計	4,850	8.4

実施例

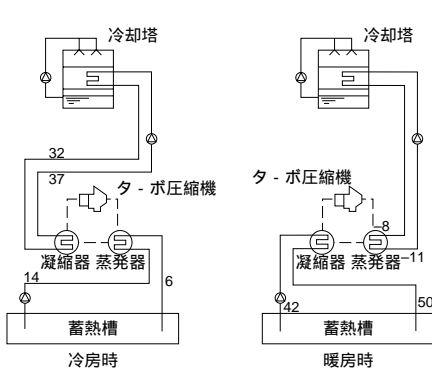


図 - 7 ヒーティングタワーボ冷凍機概念図

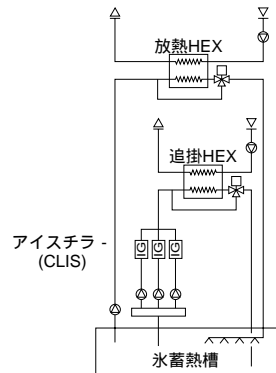


図 - 8 水蓄熱システム (1槽当たり)

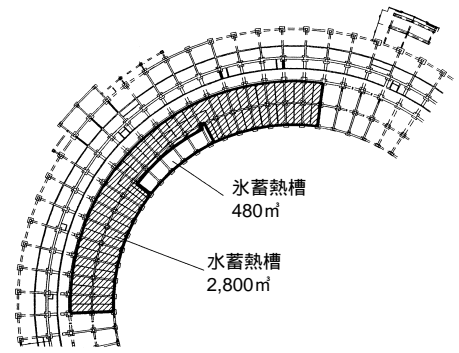


図 - 9 蓄熱槽配置図

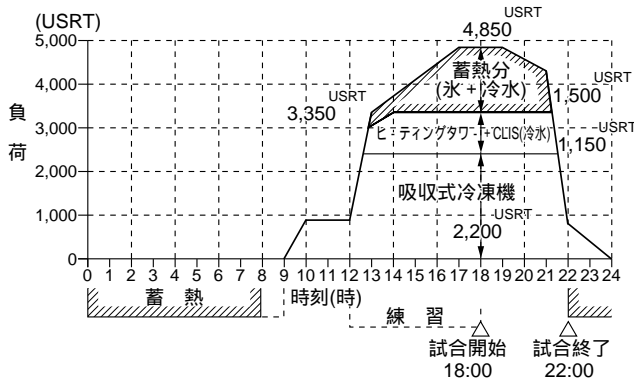


図 - 10 プロ野球ナイトゲーム冷房時想定運転パターン

省エネルギー技術

- ・アリーナ自然採光
- ・アリーナ自然換気
- ・最適外気量制御
- ・全熱交換器による排熱回収
- ・体感温度制御 (循環流空調)
- ・冷温水回路の閉回路, 高温度差
- ・熱源機器の高効率な組み合わせ
- ・トランス排熱利用
- ・(雨水利用)

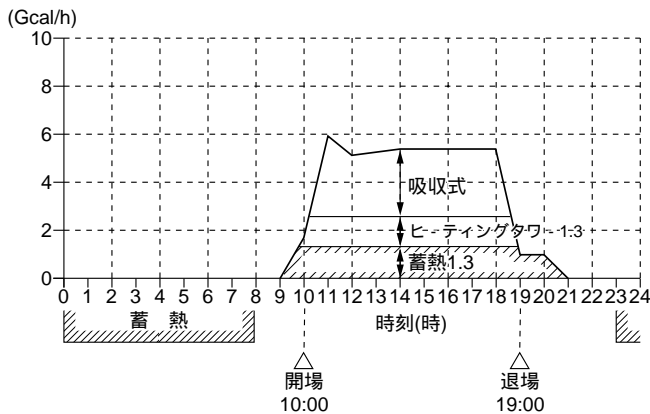


図 - 11 展示会暖房時想定運転パターン



写真 - 6 冷却塔消音器

7. 地区変電所排熱利用

都市形未利用エネルギーの一環として、1階に設置される中部電力地区変電所トランス排熱を、選手浴室、厨房用給湯ボイラーの補給水加熱に利用している。

8. 省エネルギー効果予測

当ドームにおける、主な省エネルギー技術とその効果予測を図 - 12 に示す。試算では、年間全エネルギー消費量の11%に当たる5,360Gcal/年の低減になる。

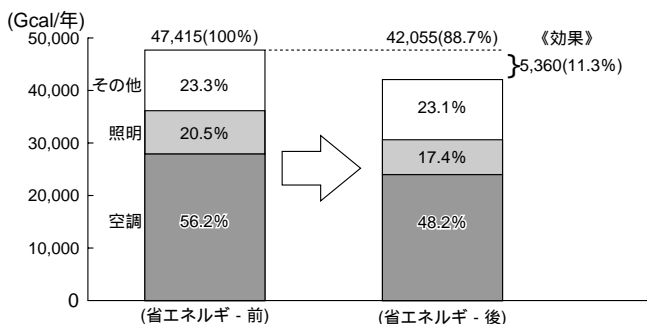


図 - 12 省エネルギー技術と効果予測

9. おわりに

当ドームは、『人にやさしいドーム』をコンセプトに、文化・情報の発信基地として野球、コンサート、展示会など数多くのイベントを開催している。

今後は、設計時における省エネルギー効果予測値と、運転実績値の検証を行っていきたいと考えている。