



Title	積雪寒冷地の多目的アリーナの空調計画に関する研究 : その2 運営の実態と改善手法の提案
Author(s)	池永, 晋介; 小西, 崇永; 森, 太郎 他
Citation	大会学術講演梗概集. D-2, 環境工学II, 熱, 湿気, 温熱感, 自然エネルギー, 気流・換気・排煙, 数値流体, 空気清浄, 暖冷房・空調, 熱源設備, 設備応用, 2001, 1149-1150
Issue Date	2001-07-31
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/50635
Rights	日本建築学会. 本文データは学協会の許諾に基づきCiNiiから複製したものである.
Type	journal article
File Information	GKKD-2_1149-1150.pdf



積雪寒冷地の多目的アリーナの空調計画に関する研究 その2. 運営の実態と改善手法の提案

正会員○池永 晋介*1
 " 小西 崇永*2
 " 森 太郎*3
 " 絵内 正道*4
 " 羽山 広文*5

空調運転 断熱厚さ 多目的アリーナ

1. 研究目的

本報告では北海道体育センターの中央監視室が記録している空調機器の運転データを元に、空気システムの動作状況を把握し、運転方法の妥当性の検討を目的としている。

2. 体育館の概要

対象体育館の竣工後一年間の温度変動を図1に示す。このアリーナは主体の屋根の断熱性能が高い(図2)ため、日変動が小さいことが分かる。空調方式については、各種イベント等多目的使用が予測されるため、使用形態に応じて運転ができるように送風量 50,000m³/h × 4台の空調機(全熱交換器組込)による変風量方式としている。給気は上部のノズルから吹き出し、還気は壁面スリットを経由し床下の空間を通過して空調機に還流する。また冬期の暖房の立ち上がり効果を高めるためにアリーナ上部にサーキュレーションファン(CCF)を設置している。(競技時には使用しない)。

3. 体育館の温熱環境

図3に冷房期の温度分布(2000/8/14)を示す。σは同時刻にサンプルされた18点のデータの標準偏差を表しており、平均値に±3σを加えることで99.74%の範囲が推定できたことになる。測定を行うために午前10時過ぎに冷房を開始している。但し、アリーナ内にいたのは測定関係者が数人なので負荷の性状としては実使用時と多少異なっている。

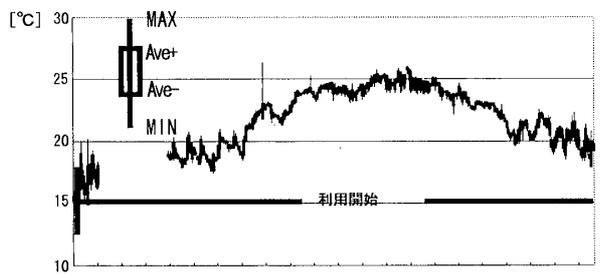


図1 内部温度の期間変動

A 25mm グラスウールなし B 25mm グラスウールあり



	熱伝導率 λ (W/mK)	厚さ δ (m)	熱伝播率 α (10 ⁻³ m ² /s)	K(W/mK)	グラスウール相当 厚さ (mm)
道立体育センター	210.000	0.0008	3900.000	0.29	127
スチルス	0.044	0.0040	31.000		
ポリエチレンフォーム	0.200	0.0015			
防水シート	0.180	0.0250	3.500		
緩衝木片セメント板	0.030	0.0011			
コンパウンド 遮音シート	0.023	0.0400			
フェルト樹脂版	0.150	0.0500	8.000		
木毛板	0.100	0.0400	5.000		
パーライトモルタル	0.036	0.0250	10.000		

図2 道立体育センターの屋根の断熱仕様

いると考えられる。図3を見ると、10時過ぎに冷房が入ったことで13:00までに最大で約2°C程度の温度低下があることが分かる。また最小値、平均値-3σは平均値の温度低下とともに低くなっているが、それに比べ、最大値、平均値+3σの変化は小さくなっている。これは空間の上方に暖かい空気が残っているためと考えられる。アリーナでは冷房を停止(18:00)すると温度(平均値)はすぐに上昇し安定する。空間の下層への冷房空気の供給がなくなるため、温度成層が崩れ、空気の攪拌、混合が進むためである。夜間はそのまま温度分布は安定し、翌日の昼間に日射の影響がでるまで維持される。この安定した状態は断熱の効果によるもので、「断熱をすると熱がこもるようになる。」と言われる原因である。

図4に暖房期の温度分布(2000/1/16)を示す。アリーナ内に特別な熱源は存在しておらず、実使用時に近い状態になっていると考えられる。アリーナの温度分布の推移を見ると暖房開始とともに平均温度が徐々に上昇していくが±3σで3、5度以内に収まっているのはCFの効用であり、暖房を停止しても2°C以下の温度降下に収まっている。これはこの体育館の断熱性能が良いために、温度保持が行われていることが分かる。

4. イベントと温熱環境

空調機器の運転状況を表すグラフとして、4台ある空調機(VAV)のインバーター周波数、RAダンパの開度、各空調機のRA取り入れ口で検出するCO₂濃度の三つを挙げた。インバーター周波数からはファンの運転状況が分かり、温度とCO₂で制御されている。周波数はアリーナの温湿度と還気のCO₂濃度によって自動制御される。ダンパの開度からは外気の流入量が分かる。外気が必要と判断されると、開度が小さくなり、外気の空調機への導入量が増加する(開度90°C全閉)。

図5, 6, 7に冷房期小規模イベント時の空調機器の運転状況を示す。イベントは2000/7/11に実施された専門学校の体育祭である。8:00頃から空調を開始、イベント終了の17:00まで4台とも30Hzで運転さ

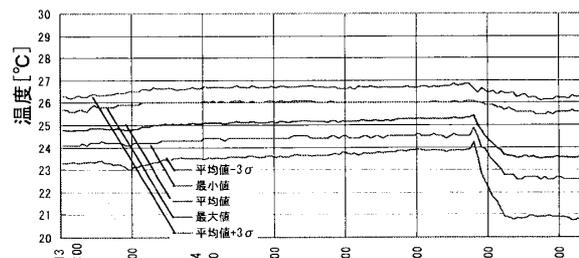


図3 冷房期の温度分布(アリーナ)

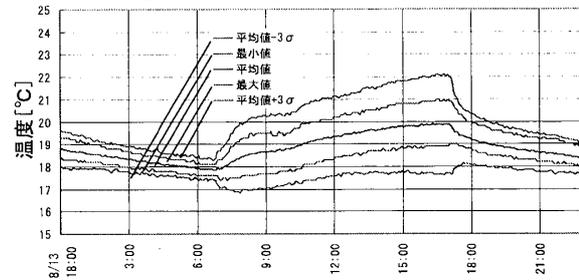


図4 暖房期の温度分布(アリーナ)

Research about the Air-conditioning Plan of the Multiple-purpose Arena in the Cold Region.

Part 2. the Actual Condition of Management, and the Proposal of the Improvement Technique

IKENAGA Shinsuke

れていて変動はほとんどない、この30Hzは最低風量を表している。一台の最大風量が5万 m^3 であるのでVAVの制御範囲は3~5万 m^3 となる。このイベントの場合は11:00ぐらいに600ppmを超えたのを機にRAダンパを徐々に狭め、13:00にはACU-3を除くダンパは全閉している。CO₂濃度はアリーナ内の人間活動によって変化する。このアリーナは非常に断熱性能が良いため、全ての負荷は新鮮外気導入に伴う外気負荷である。

図8, 9, 10に冷房期大規模イベント時の空調機器の運転状況を示す。このイベントは2000/7/20に行われ、観客数は満員の8200人だった。空調機周波数のグラフを見ると、イベント開始が15:00なのにも関わらず、9:00から全ての空調機の運転が開始されている。9:00-15:00までは入場者がいないため、外気:再循環=7:3程度の運転がなされているが、15:00に入場が始まるとCO₂濃度が急上昇し、それに対応する形でRAダンパが全閉、全外気運転となるが、CO₂濃度の上昇が収まらず、ピーク時で1500ppmに達する。そのため、ACU-2, 3, 4のインバーター出力が上昇し、16:00過ぎに最大負荷運転となり、ACU-2は19:00まで、ACU-3, 4は21:00まで全外気運転が続く。

図11, 12, 13に暖房期小規模イベント時の空調機器の運転状況を示す。このイベントは2000/12/15に行われた専門学校の球技大会である。ACU-3, 4の二台が8:00-21:00まで稼働している。人数が少ないため、CO₂濃度はそれほど変化しない。そのためファンは、午前中、おそらく暖房立ち上げ運転でACU-3の出力が上昇する以外は、最低出力による運転となる。ダンパ開度に関しては、内外温度差が大きくなり、外気を導入すると大きな外気負荷が発生するようになるため、デフォルトの状態が開度が70°になっている(夏期は40-50°)。CO₂濃度が600ppmを超えたところでACU-3, 4が全外気運転に移っている。

図14, 15, 16に暖房期大規模イベント時の空調機器の運転状況を示す。

このイベントは2000/12/6に行われ、観客数は少なく、3150人である。試合開始が18:30。終了が21:00と短いためCO₂濃度はあまり高くない。運転方法は外気:再循環=1:1の暖房立ち上げ運転が13:00から始まり、観客の入り始める18:00頃に全外気運転に切り替わる。

4. まとめ

検討結果をまとめると以下ようになる。

- 1) 高断熱化の結果、空調機負荷の多くは、外気導入に伴う、外気負荷として生じている。
- 2) このアリーナは断熱性能が良いため、室温はあまり変動しない。そのため、現在慣習的に行われている予熱のための運転をやめても、室内環境にそれほどの影響を与えないと考えられる。
- 3) 空調機が大型であるため人数の少ないイベント時に負荷のミスマッチ(このアリーナの空調を稼働した場合、最低風量は60000 m^3/h となる。RAの開度を45°とした場合、1000人分の新鮮外気量が得られる。)が起こる可能性がある。

道立体育センターではメインアリーナの使用料金を時間(一日を、午前、午後、夜間に分ける)と使用面数(全部で4面)によって徴収している。この料金体系に沿った形で算出すると、稼働率は一年を通して16%程度である。このアリーナは非常に多目的に使用されており、4台の空調機がフル稼働するようなイベントは年間に数回である。現状は数十人の利用から数千人の利用までを一つの空調システムで行う計画がなされているが、やはり使用条件にこれだけの開きがあると一つのシステムでは無駄が出る事は避けられない。空調システムを最も頻度の多いイベントに対して計画し、それ以上の負荷が発生する場合には付加設備によって対応するという計画ならば設計容量を減らすことができると思われる。

付記 本研究は、大空間環境・エネルギー・蓄熱研究会による成果の一部である。

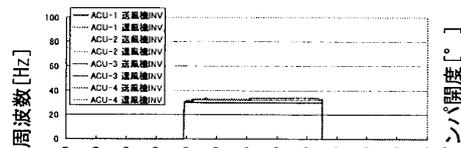


図5 冷房期小規模イベントの周波数

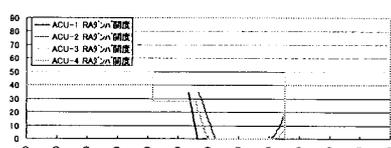


図6 冷房期小規模イベントのダンパ開度

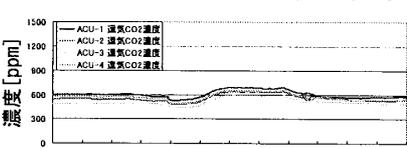


図7 冷房期小規模イベントのCO₂濃度

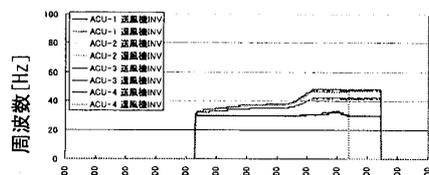


図8 冷房期大規模イベントの周波数

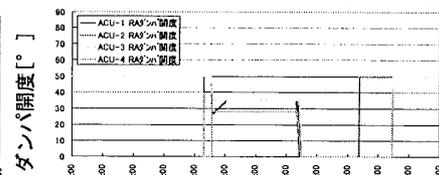


図9 冷房期大規模イベントのダンパ開度

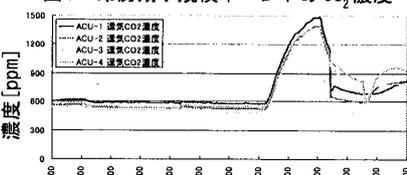


図10 冷房期大規模イベントのCO₂濃度

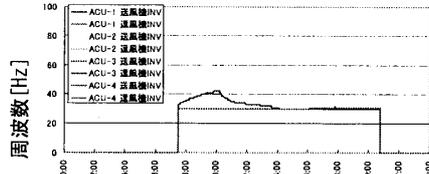


図11 暖房期小規模イベントの周波数

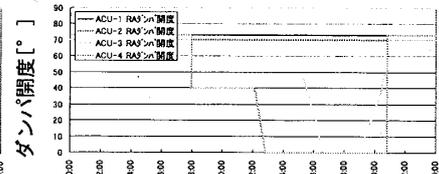


図12 暖房期小規模イベントのダンパ開度

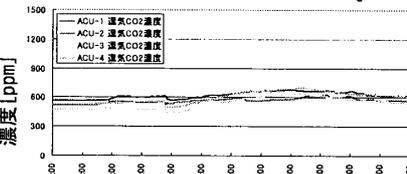


図13 暖房期小規模イベントのCO₂濃度

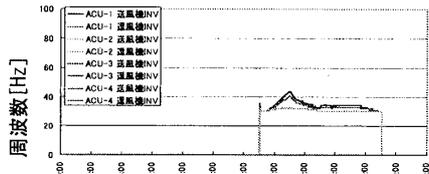


図14 暖房期大規模イベントの周波数

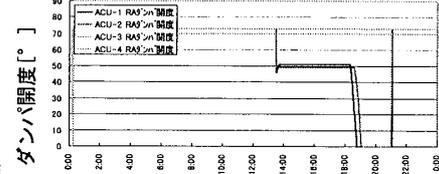


図15 暖房期大規模イベントのダンパ開度

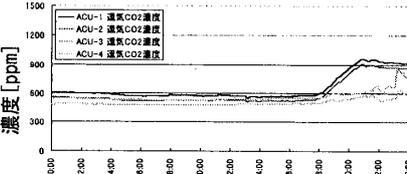


図16 暖房期大規模イベントのCO₂濃度

*1 北海道大学大学院工学研究科修士課程
*2 (株)関電工
*3 北海道大学大学院工学研究科助手・博士(工)
*4 北海道大学大学院工学研究科教授・工博
*5 北海道大学大学院工学研究科助教授・博士(工)

Graduate student, Graduate school of Eng., Hokkaido Univ.
Kandenkou Co.Ltd
Inst., Graduate school of Eng., Hokkaido Univ., Dr.Eng.
Prof., Graduate school of Eng., Hokkaido Univ., Dr.Eng.
Assistant Prof., Graduate school of Eng., Hokkaido Univ., Dr.Eng.