

通風と循環気流用ファンを利用した屋内体育館の 環境調整方法に関する風洞模型実験

——バルセロナスポーツホールに関するケーススタディ——

Wind Tunnel Test on Air Velocity Distribution of Gymnasium with Natural Ventilation and Fan for Circulation

——Case Study of Barcelona Sports Hall——

村 上 周 三*・赤 林 伸 一*

Shuzo MURAKAMI and Shin-ichi AKABAYASHI

1. 序

スペインのバルセロナ市は、1992 年に行われるオリンピックの開催地として立候補することを決定し、その主要施設を、バルセロナ市南のモンジュイックの丘に建設することとした。こうした施設の設計に際し、内外の建築家を対象とした指名コンペが行われ、その結果全体計画をコレアーミラ（スペイン）のチームが、メインスタジアムの改修をグロゴッチ（イタリア）が、また屋内総合体育館を、日本の建築家磯崎新のチームが担当することになった。本実験で対象とする屋内体育館は、磯崎新アトリエが設計を行ったオリンピック用屋内総合体育館である。本体育館の設備計画は早稲田大学の尾島俊雄教授が担当し、以下に挙げるような特徴を持つ夏季の空調方式を採用した。

①夏季における冷房負荷を低減し、必要換気量を確保するために、通風を利用した自然換気を行なう。

②客席は1階、2階、3階部分にわけられ、1、2階客席に対しては夏季に機械空調による冷房を行うが3階客席部分に対しては、通風および天井に設置した循環気流用ファンにより客席に循環流を起し、観客に可感気流を与えることにより採涼効果を得るものとする。

本研究では、以上の2つの空調方式の特徴に関し、1/100の模型を利用した簡易風洞実験により、通風および天井に設置した循環気流用ファンによる屋内の気流分布を明らかにし、このような環境調整手法の有効性を検討することを目的とする。



写真1 風洞内部に設置された模型

2. 実験概要

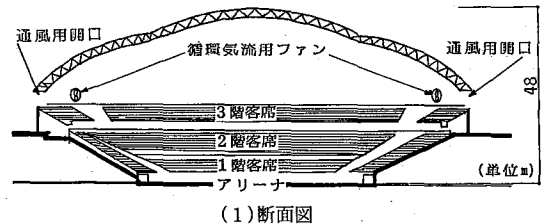
2.1 対象建物

図1に対象建物の概要を示す。東西方向112m、南北方向134m、高さ48mの屋内総合体育館であり、収容人員は最大17,000人である。3階客席の外周に沿って通風の窓開口が設置されている。また、図1(2)に示すようにコーナーの4ヶ所に循環流を生じさせる天井吊下型の大形軸流ファン(1ヶ所につき口径1.5mのファンが2台、吹出風量は2台で100,000m³/h)が設置されている。

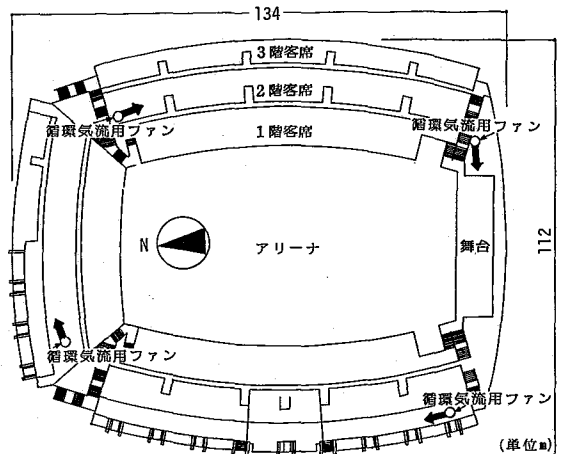
2.2 風洞

東大生研所属の境界層型風洞を使用。

2.3 風速測定



(1)断面図



(2)平面図

図1 バルセロナスポーツホール

* 東京大学生産技術研究所 第5部

研究速報

無指向性のサーミスタ風速計を使用。

2.4 模型

1/100のスケールの模型を使用する²⁾。観客席は木製、屋根はアクリル製である。風洞内に模型を設置した状況を写真1に、また屋根を取り外した状態を写真2に示す。循環気流用ファンは、写真3に示すようにモデル化する。模型における送風量の合計は最大で120 m³/hである。

2.5 実験風向、風速

当該地域の気象観測資料を参考にして、実験風向は夏季の最多風向である南西を選び、また棟高風速4 m/sの場合を想定して実験を行う。本実験では風速を実物と一致させて測定を行う。また、循環気流用ファンの吹出風速も実物と一致させ8 m/sとする。

2.6 可視化の方法

可視化には、スモークテスターを用い、模型内に連続的に煙を吹き込みその様子を目視により観察する。

2.7 実験条件

表1に示す3種類について実験を行う。

3. 実験結果

3.1 3階客席の風速(図2)

図2に3階客席の床上1 cm(実物では1 m)の風速を

表1 実験条件

実験番号	実験条件
1	通風のみの場合(棟高風速4 m/s)
2	循環気流用ファンのみを運転した場合(ファン吹出風速8 m/s)
3	通風と循環気流用ファンの運転を同時に行なう場合(棟高風速4 m/s、ファン吹出風速8 m/s)

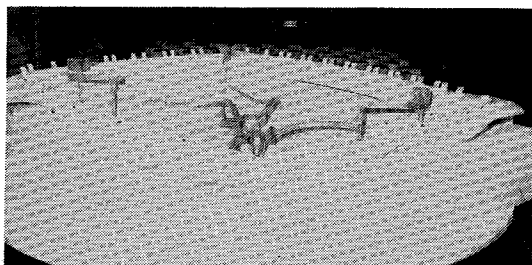


写真2 対象模型（屋根を取り外した状態）



写真3 モデル化された循環気流用ファンの吹出口

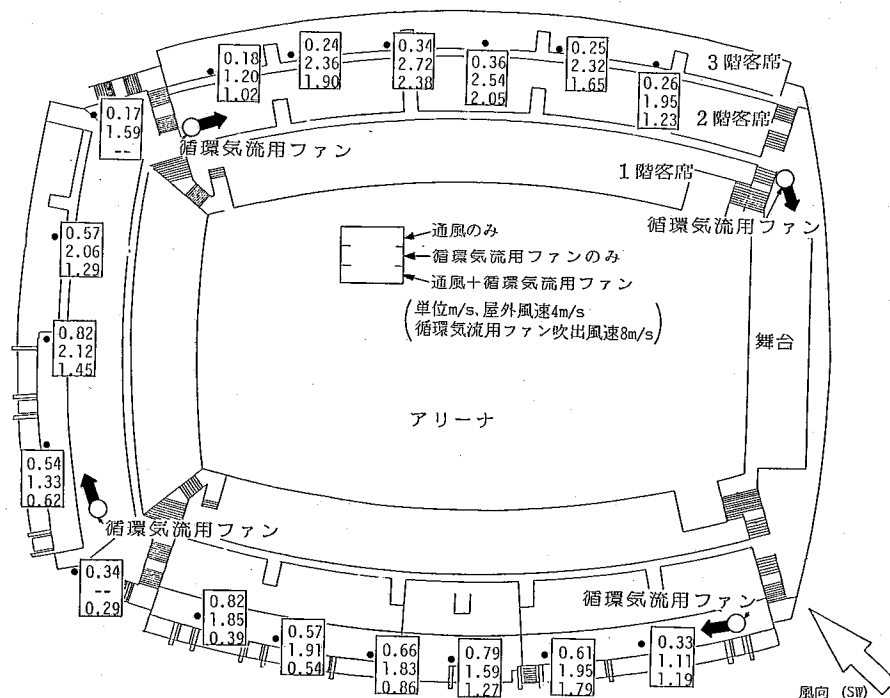


図2 3階客席床上1 m (模型では1 cm) の風速

示す。通風のみの場合にはどの測定点でも風速は 1.0 m/s 以下である。循環気流用ファンを運転した場合はほとんどの測定点で風速は 1.5 m/s 以上である。可視化による観察では、循環気流用ファンの効果によって3階客席部分に循環流が生じているのが確認される。また循環気流用ファンを運転しながら通風を行うといずれの測定点でも風速が遅くなっており、この風向の場合には通風によって循環気流用ファンの噴流の方向が変化させられていると考えられる。

3.2 循環気流用ファン吹出高さの風速(図3)

循環気流用ファンの吹出高さは図1(1)に示すとおりで、図2の場合より高くなっている。循環気流用ファンから吹き出された気流は3階客席に沿って循環しており、3階客席以外のところでは風速が非常に遅いことがわかる。このことは循環気流用ファンが3階客席の空気環境の改善に非常に効果的であることを示している。また、通風を併用した場合は、多くの測定点で風速が遅くなる。

3.3 1階、2階客席の風速(図4)

1階および2階客席上部の風速はどの測定点でも 1.0 m/s 以下であり風速が非常に遅いことがわかる。

3.4 可視化による屋内の風速分布(図5)

循環気流用ファンのみを運転した場合の風速分布について可視化実験を行った。その結果を図5に示す。循環

気流用ファンによって3階客席部分に大きな循環流が生じている様子が観察され、循環気流用ファンを運転することは3階客席部分に可感気流をあたえ、温熱空気環境の改善に効果的であると考えられる。

4. ま と め

循環気流用ファンを使用した場合、3階客席部分には大きな循環流が生じ観客に十分な可感気流を与えており、この手法は効果的であると言える。また、循環気流用ファンは主として3階客席のみに影響を及び、その他の部分にはほとんど影響を及ぼさず設計意図とおりの気流分布が形成されている。循環気流用ファンと通風を併用した場合は外部風の影響により循環気流用ファンの噴流の方向が変化する場合があります。意図したものとはやや異なる気流分布が形成されることもありうる。

謝 辞

本研究を行うにあたり、早稲田大学 尾島俊雄教授ならびに磯崎新氏および同アトリエの各位より種々の御指導、御協力を頂いた。

ここに記して、関係各位に深く感謝の意を表します。

注) 模型が大きいため風洞気流の閉塞効果に関して問題はあがあるが、本実験では内部気流を詳細に計測することを目的としているので閉塞効果による影響はやむをえないものとしてあえてこのような大縮尺の模型とした。
(1985年4月8日受理)

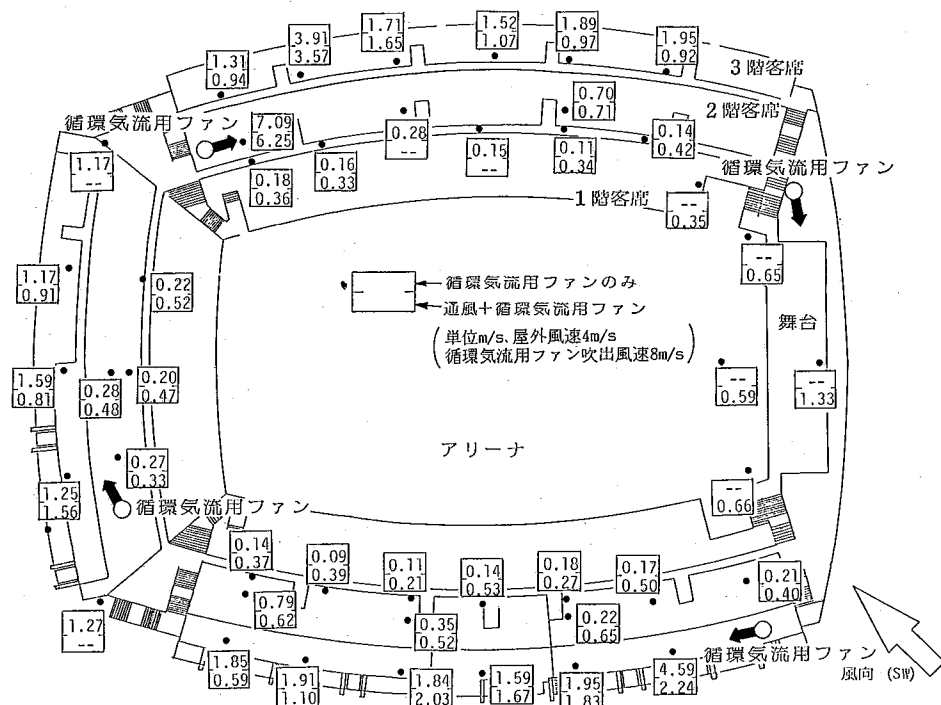


図3 循環気流用ファン吹出高さの風速

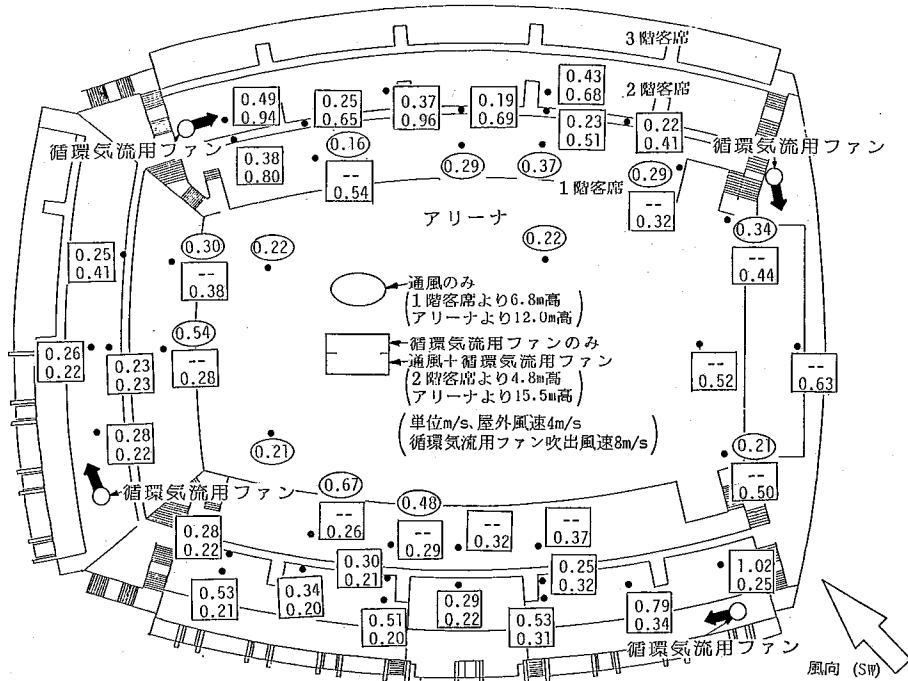


図4 1階、2階客席の風速

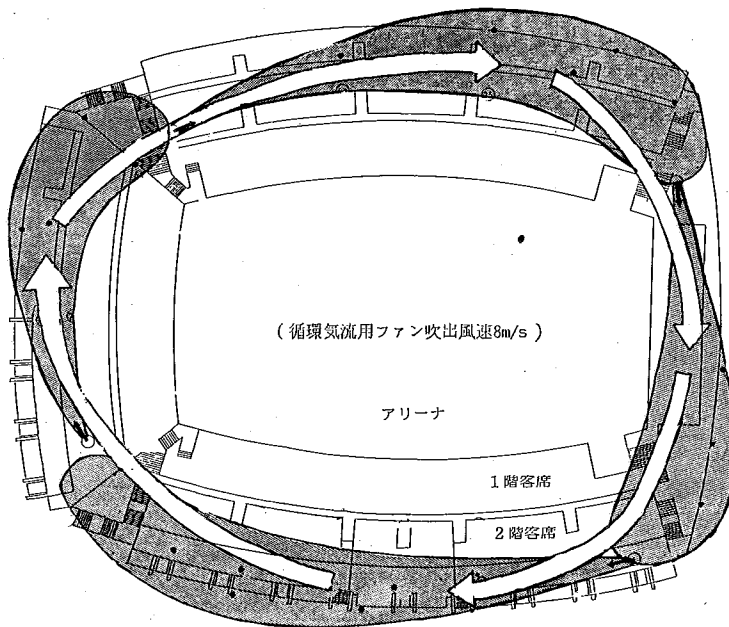


図5 可視化と風速測定により調べた循環気流用ファン吹出噴流と循環流の性状