B101 ビデオカメラによる半閉鎖的建物空間の汚染空気の流れの可視化

東京工芸大学工学部 大場正昭^O

Visualization of Contaminant Air Flow in Half-enclosed Building Spaces Using Video Digital Image Processing Techniques

Masaaki Ohba

The ventilation characteristics in large half-enclosed building spaces were investigated for spherical dome models, a cylindrical building model and a rectangular one using video digital image processing techniques. In the case of the spherical dome models, mean video image signal values in the domes were inversely proportional to the opening ratios of the movable roof. The height of separated flows above the movable roofs was found to be the largest in the case of the rectangular building model. The average time of video image signals showed that 25 seconds was seen to be long enough for the running average to stabilize.

1. 序

前報¹⁾で報告したビデオ画像計測手法を用いて、半閉鎖的建物空間の風力換気性状に及ぼす可動屋根の開口率と建物形状の影響について検討したので報告する。

2. 実験概要

(1) 風洞 前報¹⁾と同じ。

(2) 半閉鎖的建物模型 図-1に示す。建物模型は多目的スタジアムを想定した球形ドーム模型、円筒形模型、直方体模型。

(3) 計測機器

①画像処理システム Nexus 6810画像処理機とNEWS 1850 EWSで構成され、30Hzまでの周波数で映像を自動取り込みできる²⁾。

②ビデオカメラ カメラはSONY DXC-M7型のCCDビデオカメラを用いた。図-2に画像信号の直線性を示す。画像信号平均値 $\bar{I}$ と明度番号との間には明度番号1.5以上で良い直線性が得られた¹⁾。

③発煙装置 図-3に示すガラス製の

U字型円管にガラスウールを巻いたパイプヒータを設置し、オンジナ油を加熱することによりミスト粒子を排出した³⁾。

(4) 実験条件

表-1に実験種類を示す。模型形状、軒高風速、可動屋根の開口率 d/D を変えて7タイプ実験した。開口率は図-1に示す開口幅 d と円周または模型幅で規定される D により定義した。アルゴンレーザ出力は4 W。図-4に接近流の鉛直風速分布を示す。

3. 実験結果及び考察

3.1 半閉鎖的空間における画像信号値の平均化時間に関する検討

実験条件は軒高風速1 m/s、開口率0.2の球形ドーム模型。解析はビデオの映像を0.2秒間隔に51秒間255コマ取り込んで、画像信号の平均化時間を検討した。平均偏差率 e は1コマの $\bar{I}$ ($T=1/30\text{sec}$)分布と平均化時間 T の $\bar{I}$ (T) _{i} 分布とで定義した²⁾。

$$e = 1/n \sum |(\bar{I}(T)_i - \bar{I}(T=1/30\text{sec}))|$$

* Faculty of Engineering, Tokyo Institute of Polytechnics, Atsugi City 243-02

$$/I \ (T=1/30\text{sec}), \quad \text{-----} \quad (1)$$

n は模型空間内の画素数で、 $I \ (T=1/30\text{sec}) \geq 0.1$ となる25,400点について計算した。図一5に結果を示す。平均化時間25秒以上になると e はほぼ一定になる。

3.2 球形ドーム空間の換気性状に及ぼす可動屋根の影響に関する検討

軒高風速2 m/sで可動屋根の開閉条件を変えて、ドーム空間の換気性状に及ぼす開口率の影響を調べた。図一6～図一9に結果を示す。風速はサーミスター風速計で測定し、軒高風速 U_0 で無次元化した。

開口率0.2の場合、接近流はドーム表面に沿って流れるので、可動屋根頂部での剥離流高さは低い。可動屋根からドーム空間に流入した風は、風下側のスタンドに向かって下降し、その後、風上側スタンドへ逆流する。0.15 $\leq I < 0.20$ の領域は風上側スタンド付近に形成され、面積は内部空間の8%を、0.10 $\leq I < 0.15$ の領域は53%占める。開口率0.6になると可動屋根から侵入する風が多くなるので、0.10 $\leq I < 0.15$ の領域は0.7%に減少する。図一8から開口率が大きくなると頻度分布 F_p のピーク値は小さな I 域へ移動する。また、可動屋根開口部近傍の風速ベクトルはほぼ地表面と平行である。可動屋根から侵入する風は開口率が大きくなると増加し、その結果、ドーム空間の風速比を増大させる。図一9から球形ドーム空間全体の平均画像信号値 $\bar{I}_n$ は可動屋根の

Table 1 Experimental conditions

Number	Building model	Reference wind velocity [m/s]	Opening ratio of movable roof	Tracer rate [1/min]
1	Spherical dome model	$U_0=1$	$d/D=0.2$	1
2		2	0.2	2
3		2	0.4	2
4		2	0.6	2
5		2	0.8	2
6	Cylindrical building model	$U_0=2$	$d/D=0.2$	2
7	Rectangular building model	$U_0=2$	$d/D=0.2$	2

Fig.1 Half-enclosed Building models

Fig.2 Linearity of video image signals

Fig.3 Smoke generator Fig.4 Vertical wind velocity profile

Fig.5 Relationship between difference errors of video image signals and average times

(1) Opening ratio of 0.2

(2) Opening ratio of 0.4

(3) Opening ratio of 0.6

Fig.6 Mean image signal distributions in case of spherical dome model

(1) Opening ratio of 0.2

(2) Opening ratio of 0.4

(3) Opening ratio of 0.6

Fig.7 Non-dimensional wind velocity distributions in case of spherical dome model

Fig.8 Relationship between relative frequency of image signals and opening ratios of movable roof in case of spherical dome model

Fig.9 Relationship between mean image signals and opening ratios of movable roof in case of spherical dome model

Fig.10 Mean image signal distributions in case of cylindrical building model

Fig.12 Mean image signal distributions in case of rectangular building model

Fig.11 Non-dimensional wind velocity distributions in case of cylindrical building model

Fig.13 Non-dimensional wind velocity distributions in case of rectangular building model

開口率に反比例するので、ドーム空間の換気量は開口率に比例することが判る³⁾。

3.3 円筒形模型と直方体模型の内部空間の換気性状に及ぼす可動屋根の影響に関する検討

図-10～図-13に結果を示す。円筒形模型は球形ドーム模型に比べて風上側頂部で剥離した流れは高く上昇し、その一部は可動屋根の開口部から模型内部に侵入し、大きな渦を形成する。床面近傍でも風速比は $0.2 \sim 0.68$ と大きい。I分布は $0.05 \leq I < 0.10$ の領域が61%占め、球形ドーム模型の開口率0.2と比べて $0.10 \leq I < 0.15$ の面積は53%から8%に減少する。直方体模型では円

筒形模型と比べて、さらに屋根面の剥離流高さは上昇し、可動屋根から侵入する風も強まるので、内部空間のI_nは小さい。

4. 結言

(1) 半閉鎖的建物空間においては、ミスト粒子をトレーサに用いた画像信号の平均化時間は、ビデオ映像を0.2秒間隔で取り込んだ場合、25秒間平均化すれば定常の平均値分布が得られた。

(2) 球形ドーム模型では内部空間の平均画像信号値は可動屋根の開口率に反比例した。

(3) 可動屋根面上の剥離流高さは、球形ドーム模型、円筒形模型、直方体模型の順に大きくなった。

参考文献 1)大場正昭:ビデオカメラによる煙突後流の排煙濃度分布の計測法の開発、流れの可視化情報、Vol.10 Suppl., No.1, 127-130, 1990 2)大場正昭、環境風洞におけるビデオ画像計測手法の開発研究 その1 汚染物質拡散の測定について、日本建築学会計画系論文報告集、No.418, 11-19, 1990 3)大場正昭:ビデオ画像計測手法による高層建物ボイド空間の風力換気性状解析に関する実験的研究、日本風工学会誌、Vol.48, 1-14, 1991