

清水建設

東京大学工学部

東京工業大学工学部

正員 延藤 遵

正員 藤野 陽三

正員 野村 卓史

1. まえがき 筆者らは、鋼製ボックス桁及び鋼製タワー内の防錆方法として、除湿プラントを提案し、その可能性について検討している。先に、除湿プラントをタワー内に設置した際に必要な電力量を試算した結果、経済的には除湿プラントは塗装に比べ格段に優れていることが判明した¹⁾。しかしながら、その際タワー内の空気循環に関しては詳細な検討を行わず、理想的な状態を仮定した。そこで本研究では、除湿プラントによる送風空気のタワー内での流れを数値解析により検討する。また、その気流存在下における相対湿度の時刻変化についても同じく数値解析により検討を加える。

2. 除湿プラントモデル 本研究の対象とするタワーとしては、明石海峡大橋のタワー設計案を参考にし、ダイヤフラムで仕切られた各層内に仕切り板が存在するものを想定する。そのタワー内に図1に示す除湿プラントを設置し、除湿された空気を一旦ダクトによりタワー端部に運び、帰りにタワー中央にあるエレベーターホールを通じて各層内に送り込むことにする。

3. タワー内の空気の流れ **a) 解析方法** 解析モデルは図1に示したタワー1本のうち1層を取り出し、対象条件により中央において2分した2次元モデルとし、仕切り板上にマンホールのみが存在するモデル1(図2)と仕切り板上にマンホールと上下両端に0.12mの穴が存在するモデル2(図3)について解析を行なう。実橋においても、仕切り板上にはマンホールと4隅には穴が存在しておりモデル2はこの穴を拡大したものである。支配方程式は、2次元のNavier-Stokes方程式と非圧縮の連続方程式であり、温度による影響は計算の簡単化のためここでは考慮しない。これらの方程式をBTD法に基づく有限要素法²⁾により解く。エレベーターホールより流入する流速を境界条件として与え、この流速分布には放物線分布を用い、モデル2の500ステップ以降については前ステップでの流出流速分布を用いる。解析に関連した諸量はモデル1については表1に、モデル2については表2にまとめる。なお、エレベーターホールから流入させる空気量は、モデル1に関しては前回報告した試算において想定した除湿機の容量より求めており、モデル2に関しては2次元モデルに置き換える際に4隅にある穴の空気循環に及ぼす影響を過大評価してしまうため、総流入量を1/9に減らし、それに伴い積分時間間隔を0.5sに増やしている。

b) 解析結果 モデル1における600s後の流速ベクトルを図4に、モデル2における5500s後(モデル1における600s後にはほぼ対応)の流速ベクトルを図5(図中のベクトルの長さは図4との対応上9倍にしている)に示す。図4においては、マンホールを通る空気の流れはほとんど存在せず、そのため外端の壁面付近の空気は有意な速度を持っていない。それに対して、図5においては仕切り板下端の穴を通じて除湿された空気が外側の部屋に流れ込み、部屋全体規模の渦を形成しており、除湿された空気が層内に行き渡っていることを示している。

4. 相対湿度の変化 **a) 解析方法** 3.で検討したモデル2に対して移流-拡散問題を考え、各地点における相対湿度の時刻変化を求める。2次元の移流-拡散方程式をオイラー法に基づく有限要素法により解く。その際移流マトリックスの作成には、3.の解析より、仕切り板の外側の室内の流速がほぼ定常状態となっている600s~6100sの範囲の流速分布を用いる。解析の対象としては、外側の壁際付近に湿潤空気が存在する場合を想定しており、除湿された空気が湿潤空気の相対湿度に及ぼす影響を調べる。初期条件としては、外壁上及びその隣の要素の相対湿度を80%とし、他の要素はすべて40%とする。なお、積分幅0.1s、拡散係数 $2.2 \times 10^{-5} \text{ (m}^2/\text{s)}$ とする。

b) 解析結果 仕切り板の外側の部屋の初期、300s後、700s後の相対湿度分布を等高線により図6に示す。3.で求めた気流により部屋内の空気が攪はんされ、壁際付近の湿潤空気の相対湿度が低下していることがわかる。図7は、最も相対湿度の低下しにくい外壁下端の相対湿度の時刻変化を図にしたものであるが、この地点においても相対湿度は600s以内に錆発生の臨界湿度である60%以下に抑えられている。

5. まとめ 仕切り板の中央部にあるマンホールを通して除湿された空気を層内の隅々に送ることは不可能であるが、仕切り板の4隅にある穴を拡大すれば空気循環が引き起こされ、仮に壁際付近に湿潤空気が存在しても錆発生の臨界湿度以下に相対湿度をコントロールできることが判明した。

○参考文献 1) 延藤、藤野、伊藤、千田:湿度コントロールによる鋼製ボックス断面内部の防錆の可能性について、土木学会第43回年次学術講演会、1988 2) 飯島、野村:オイラー法に基づく非圧縮性粘性流れの有限要素解析過程の特性について、土木学会第42回年次学術講演会、1987

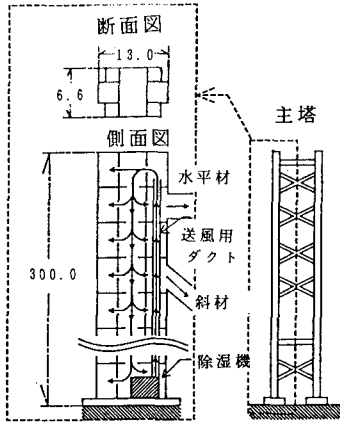


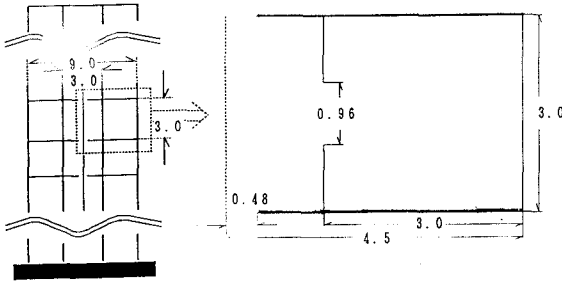
図1 除湿プラントモデル

表1 解析に関連した諸量（モデル1）

総流量 (m^2/s)	0.25
積分時間間隔 (s)	0.05
要素数	2500
節点数	2601

表2 解析に関連した諸量（モデル2）

総流量 (m^2/s)	0.028
積分時間間隔 (s)	0.5
要素数	2150
節点数	2272



主塔モデル（1本）

図2 モデル1

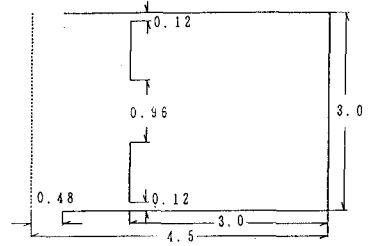


図3 モデル2

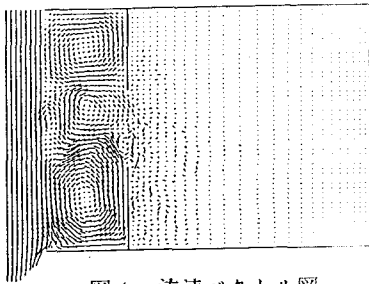


図4 流速ベクトル図
（モデル1、600 s後）

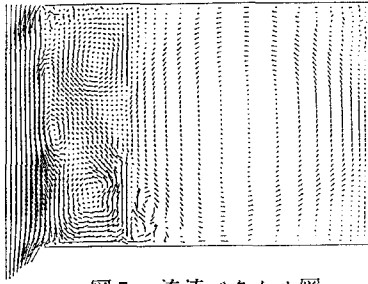


図5 流速ベクトル図
（モデル2、5500 s後）

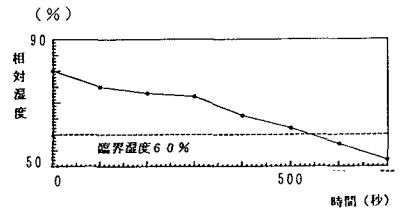
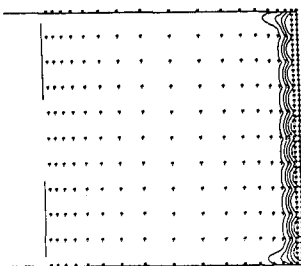
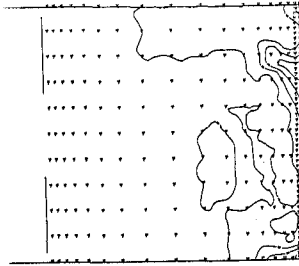


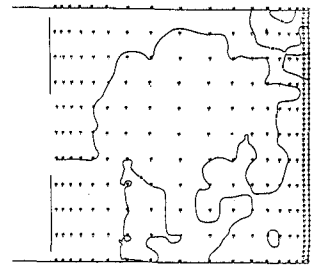
図7 相対湿度の時刻変化
（右端壁下端）



a) 初期条件



b) 300 s後



c) 700 s後

図6 相対湿度分布等高線図