

## 外壁冷却タイルを利用した通気層工法の効果検証

建築都市デザイン学科 2280060014-0 河原 雄宣  
(指導教員 近本智行)

### 1. はじめに

夏期の昼間に建築物に蓄えられた熱は応答遅れにより、日射のない日没後にも室内へ流入することが懸念される。

本研究は伝統ある信楽焼の成型技術・釉薬技術を用いた外壁冷却タイルを利用した通気層工法に着目し、これによる夏期の日没以降、室内への熱の流入量低減を目的としている。その効果検証を実測と CFD 解析により行う。

### 2. 実測概要

#### 2.1 屋外暴露試験棟



図1 屋外暴露試験棟

図1に屋外暴露試験棟を示す。実測は屋外暴露試験棟(3棟ある)により行った。1号棟は通常タイルのモルタル貼りによる外壁施工の建物、2、3号棟は外壁冷却タイル(中空層5mm)を使用した通気層工法による外壁施工の建物である。3号棟では、外壁面にツタを登はんし、灌水をしている。この実測の種類を表1に示す。実測は1日24時間、1分間隔で行っており計測項目はタイル温度、壁面温度、壁面内部温度、室内温度、屋外温度、などである。実測データは7月~9月(夏期データ)の間で、降水量0、18時以降の温度が20℃以上(夜間冷える日を除く)及び冷房を使用していない日を抽出した(全データ34日分)。

#### 2.2 実測結果と考察

IとIIの室内温度を比べると室内温度は最高で3℃ほどIIが低く、IIIに関しては8℃ほど温度が低かった。外気温の高かった7月14日の各室内温度を図2に示す。このグラフから応答遅れの様子がわかる。これより日射の無い日没後にも熱が室内に流入することが考えられる。

### 3. CFD 解析

低 Re 型  $k-\epsilon$  モデルを用いた二次元 CFD 定常解析により、外壁と室内の温熱環境を把握する。

#### 3.1 解析モデルと解析ケース

解析モデルはモデル1(通気層ナシ)、モデル2(通気層アリ)を作成し、解析モデル詳細<sup>注1)</sup>を図3に示す。また解析ケース<sup>注2)</sup>を表2に示す。温度の境界条件は実測データを用いた。

表1 屋外暴露試験棟の実測の種類

種類	実測の種類
I	通常タイルのモルタル貼り、通気層ナシ(1号棟)
II	外壁冷却タイル、通気層アリ(2号棟)
III	外壁冷却タイル、通気層アリ+ツタ登はん+灌水(3号棟)

表2 解析ケース表

CASE	通気層	方位	その他条件
I-①~I-③	ナシ	東-西	ナシ
I-①~I-③	ナシ	南-北	ナシ
II-①~II-③	アリ	東-西	ナシ
II-①~II-③	アリ	南-北	ナシ
III-①~III-③	アリ	東-西	ツタ登はん、灌水
III-①~III-③	アリ	南-北	ツタ登はん、灌水

注2)解析はIとIIの室内気温が逆転する時点(①21:20)とその前後の時点(②20:00(日没時)と③23:00)の3時点で行う。

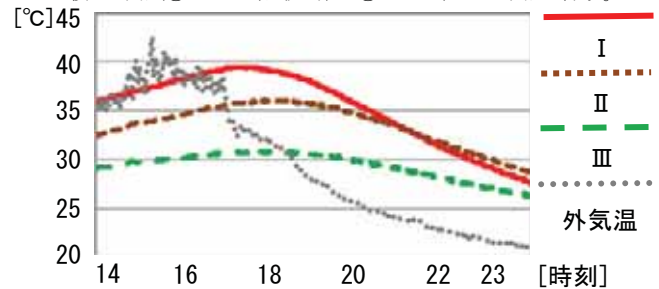


図2 IとIIとIIIの室内温度

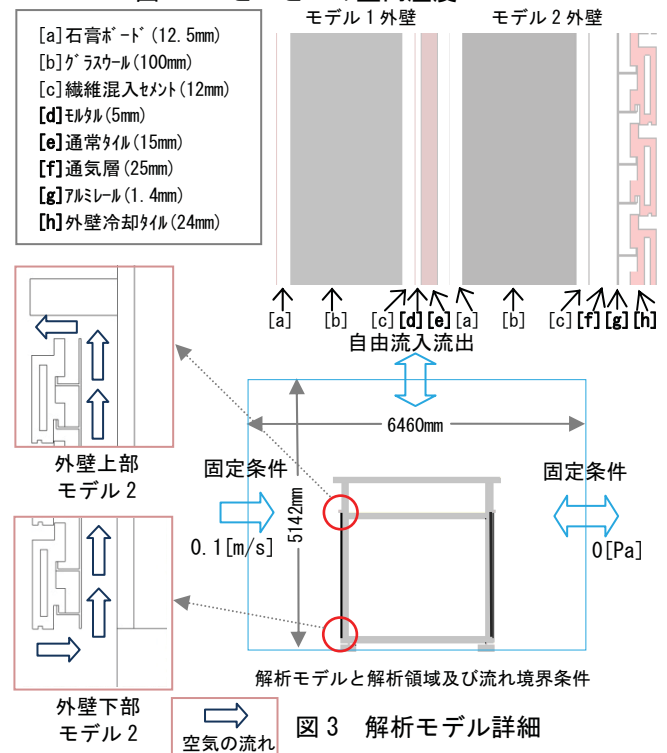


図3 解析モデル詳細

The effects of the specifications of vented air layer for the water-cooling tile

### 3.2 解析結果 1－外壁と室内の温熱環境

CASE II－①～③(東西)の外壁と室内の温度の様子を図4に示す(各外壁の拡大図を図の両サイドに示した)。外壁を時系列順に見てみると、温度低下の様子がわかる。外気温が下がるにつれて徐々に熱がぬけているが、そのスピードは特に西外壁が速いようである。また外壁の室内側の壁内温度よりも室外側の壁内温度が低い。これより、壁内での熱の移動は室内から室外の向きと考えられる。つまり、熱は室内壁面から室外の方向へ流出していると考えられる。これに関しては、次項で詳しく考察する。

室内温度の分布は、CASE I はほぼ均一な温度分布なのに対し、CASE II は上下に温度分布がみられた。基本的に暖かい空気は上方に向かうが、CASE II は上方と下方の通気層内の温度差が 3℃ほどあり下方の温度が低いので、熱貫流量は下方の方が小さいと考えられ、それも室内の上下に温度分布がある一因であると考えられる。CASE III は通気層の上下の温度差がほとんどないので、CASE I と同様に室内の温度分布はほとんどみられなかった。

### 3.3 解析結果 2－室内壁面からの熱の流出量の算出

室内各方位壁面の熱流束を CFD 解析から抽出すると全 CASE、全方位において熱流束の向きは外向きであり当初想定していた日没後、室内への熱の流入はみられず逆に熱は室内から室外へ流出していた。この流出量を表3と表4及び表5に CASE 毎に示す。この熱の流出量は CFD 解析から得た室内壁面の熱流束に室内壁面の面積を乗じて算出した。また熱の流出量の合計値をグラフで図5に示した。各 CASE とも西の内壁面が時間の経過とともに熱の流出量が増加しているが、その他方位内壁面の熱の流出量はさほど変化はない。これは日没前の西日で温められた外壁がその他方位内壁面と比べて遅れて、徐々に熱を放出している様子を表していると考えられる。また CASE I はその他 CASE と比べて各時点で熱の流出量の合計値が2～3倍ほど大きかった。

### 4. まとめ

本 CFD 解析によると夏期の日没後、室内への熱の流入はなく逆に流出していることがわかった。また本実測結果より夏期において通気層による室内温度の低減効果があることがわかった。さらに外壁に灌水をすることやツタを登はんさせることにより室内温度の低減効果はより効果を増すようである。また早くても 21 時頃までは通気層のある方がない方と比べて、室内温度が低かった。さらに通気層のある建物の外壁に灌水、ツタを登はんすることにより、室内温度が通気層のない方と比べて常に低くなり、室内快適性向上がより一層期待できる。

注1) 本 CFD 解析は、乱流モデルに外壁の熱伝導の様子を精度よく解析することが可能な低 Re 型 k-ε モデルを用いており、このモデルはメッシュ数が多く必要である。この時、計算負荷が大きくなるので部材を簡略化し、解析領域をなるべく小さい範囲にし、さらに二次元解析とすることによりメッシュ数を減らすことに努めた。メッシュ数⇒CASE I : 約 150 万、CASE II : 約 166 万、CASE III : 約 166 万

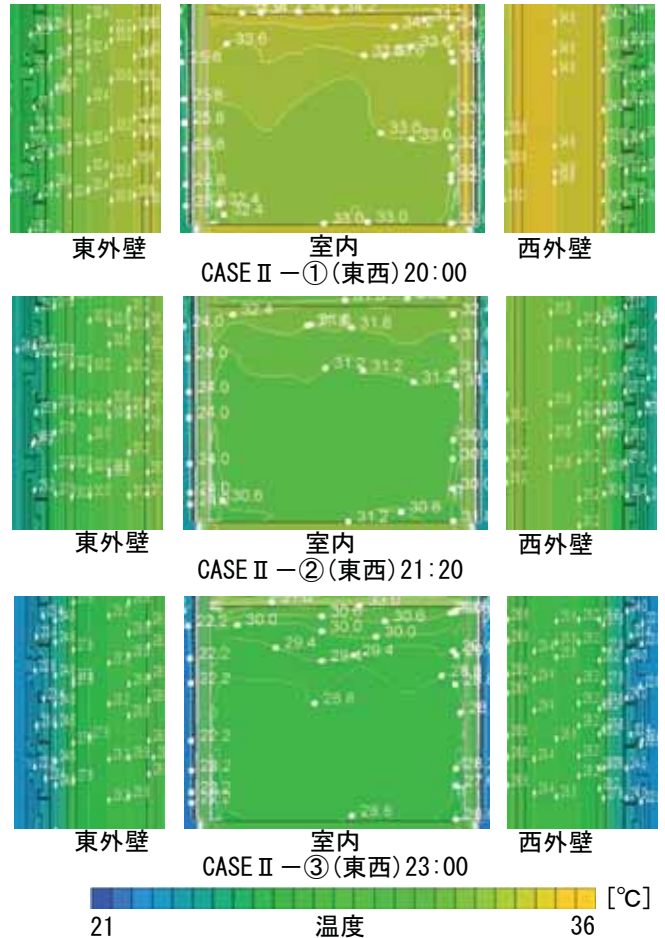


図4 室内と壁面の温度の様子

表3 熱の流出量(内壁面)－CASE I [W]

CASE I	東	西	南	北	合計
20 : 00	222	159	241	213	835
21 : 20	229	218	241	225	913
23 : 00	207	219	206	195	827

表4 熱の流出量(内壁面)－CASE II [W]

CASE II	東	西	南	北	合計
20 : 00	110	30	115	110	365
21 : 20	131	95	85	135	446
23 : 00	139	132	140	124	535

表5 熱の流出量(内壁面)－CASE III [W]

CASE III	東	西	南	北	合計
20 : 00	92	18	104	63	279
21 : 20	89	51	89	76	305
23 : 00	87	65	89	93	334

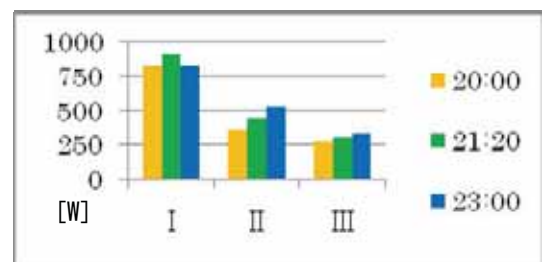


図5 熱の流出量(内壁面)－合計