外付け日射遮蔽スクリーンを併用した 光触媒外装材散水実験棟の温熱環境実測に関する研究

STUDY ON MEASUREMENT OF THERMAL ENVIRONMENT IN EXPERIMENTAL FACILITY FOR WATER SPRAYING BASED COOLING SYSTEM THAT USES PHOTOCATALYST-COATED EXTERIOR MATERIALS AND SOLAR SHADING SCREEN INSTALLED OUTSIDE

安藤 邦明*¹, 武田 仁*²
Kuniaki ANDO and Hitoshi TAKEDA

This study is designed to quantitatively comprehend changes in thermal environment by shading solar radiation and spraying water on photocatalyst-coated exterior materials. It has been confirmed that air-conditioning load was about 64 percent smaller when a solar shading screen was set up outside the building and water was sprayed on the exterior materials than when neither water was sprayed nor a screen was built. It has also been found that room temperature was about two degrees centigrade lower when a solar shading screen was installed and water was sprayed on the exterior materials than when a screen was installed but water was not sprayed.

Keywords : *Water Spraying on Walls, Evaporation Cooling, Thermal Environment, Solar Shading, Photocatalyst, Hydrophily*

壁面散水、蒸発冷却、温熱環境、日射遮蔽、光触媒、親水性

1. はじめに

近年、都市部の熱環境悪化に伴い、ヒートアイランド現象が深刻化する一方で室内環境ではさらなる省エネルギー性を唱える声が強まり、特に夏季の冷房負荷を減らす研究が盛んに行なわれている。

建築を取り巻く内外環境問題を解決し、快適な空間を創造するためには躯体そのものに環境をコントロールするパッシブな工夫¹⁾が有用である。このようなシステムとして、屋上・壁面緑化、屋根散水などが実用化されているが、壁面散水については垂直壁面への均一な散水が困難であることから未検討であった。

そこで光触媒を塗布した垂直壁面に散水を行なうことによる室外および室内温熱環境への蒸発冷却効果を定量的に把握する実測を行なった。光触媒は主に有機物分解性を利用したセルフクリーニング効果を目的として、建材への利用が進められているが、もう一方の性質である親水性により、光触媒を散水面に塗布することで蒸発効率のよい、薄く均一な水膜を少量の水で生成できるため、壁面散水システムを実用化するにあたって、大きな可能性を秘めている。

2004年7月から2005年9月にかけて散水のみ(日射遮蔽なし)の実測・解析を行なった筆者らは過大な日射取得のときは散水効果に限界があると判断し、光触媒の親水性が発揮される日射量(紫外線量)以上を遮蔽する条件のもとで散水実測を行なった。

水の蒸発冷却と日射遮蔽を併用することで室内温熱環境を快適にする手法を検討している既往研究を以下に述べる。浦野、渡辺ら²⁾は湿ったケイ酸カルシウム板と外側に配置された日よけスクリーンによる二重外皮パッシブクーリングシステムを取り付けた実験装置で夏季・冬季の両方から検討を行なっている。高橋、黒岩³⁾は雨水蒸発を積極的に取り入れた二重屋根採冷システムにおいて室内熱環境への効果に関する定量的把握を行なっている。しかし、対象部位が屋根面であることに加え、非循環で散水回数を決めた散水方式であるため、本実測とは異なる。武田ら⁴⁾は光触媒塗布日よけスクリーンに散水を行なうことによる蒸発冷却効果を実測およびシミュレーションで解析しているが、壁面の外側に設けた日よけスクリーンに直接散水を行なうため、室内への蒸発冷却効果は間接的であり異なる。また、宿谷ら⁵⁾は流水日除けと建物の断熱・蓄冷による複合的手法の採涼に関する実験を行なっているが、同様に流水日除けによる間接的な蒸発冷却効果の把握であるため、本実測とは異なる。水の蒸発冷却では光触媒外装材の蒸発冷却効果に関する研究を長沼ら⁶⁾や仲野⁷⁾が行なっている。浅田、武田⁸⁾や馬、須永⁹⁾は天井放射冷房に関して研究結果を報告している。石川、木村¹⁰⁾、大西¹¹⁾、出口¹²⁾は屋根散水システムの熱的效果に関して検証している。よって我々の外付け日射遮蔽スクリーンを併用した光触媒外装材散

*¹ 東京理科大学理工学研究科建築学専攻 修士課程

*² 東京理科大学理工学部建築学科 教授・工博

Graduate Student, Dept. of Architecture, Faculty of Science and Technology,
Tokyo University of Science
Prof., Dept. of Architecture, Faculty of Science and Technology, Tokyo University
of Science, Dr. Eng.

水実験棟に関する実測内容は既往の研究内容とは異なる。

外付け日射遮蔽スクリーン（以下スクリーンと呼ぶ）による直達日射遮蔽下においても少量の雨水で壁面散水を行なうことができ、薄い水膜形成による蒸発冷却効果の上昇が保持されるこのシステムは光触媒の親水性利用で可能となる。本研究では光触媒外装材散水システムを有するオフィスビル想定実証実験棟において、外付け日射遮蔽スクリーンを併用した際の室外および室内温熱環境への日射遮蔽併用蒸発冷却効果が定量的に把握できたので報告する。

2. 実測概要

2.1 実験棟概要

本実測を行なった実証実験棟は千葉県野田市東京理科大学キャンパス内に位置する延床面積 165.34m²、S 造地下 1 階地上 2 階建てのオフィスビル想定実験棟であり、2004 年 5 月に竣工した。図 1 に平面図、図 2,3 に立面図（東・南面）、図 4 に断面図、表 1 に躯体仕様図を示す。光触媒外装材にはガラス・アルミ・スチールの三種類があり、アルミ・スチールは光触媒を現場塗布した、表面に微細な凹凸のあるものと工場塗布した比較的表面が滑らかなものの二種類を均等に設置してある。図 2.3 に示すように 1F にはスチールパネルを、2F にはアルミパネルを装着し、各面（東・南・西）の端には 1F・2F とともに光触媒を現場塗布したパネルを、それ以外は工場塗布したパネルを設置した。ガラスは 1F に光触媒を現場塗布

し、2F に工場塗布した。また、散水面よりせり出している散水回収用の受水樋を利用してスクリーンを取り付け、スクリーンと壁面の間（中空層）の幅を約 30cm とした。スクリーンは専用金属金具とパネル・ガラス 1 枚ごとに 2 本ずつ張られたワイヤーによって固定され、耐久性を保持することができた。スクリーンは日射透過率が約 40% のものを使用した。スクリーンの性能を表 2 に、実験棟外観を写真 1 に、スクリーンを装着した際の外観を写真 2 に示す。

表 1 躯体仕様図

壁面部材種類（室外側から順に）	厚さ (mm)
1 スチール（アルミ）パネル	1.6(3)
2 空気層	85
3 押出成形セメント板	6
4 ウレタン吹付	25
5 空気層	300
6 パーティクルボード	9.5

ガラス	8
スチール熱貫流率 [W/m ² ・K]	0.678
アルミ熱貫流率 [W/m ² ・K]	0.725
ガラス熱貫流率 [W/m ² ・K]	6.06

表 2 スクリーンの性能

	単位	数値
厚さ	mm	0.43
巾	mm	1850
重量	g/s.m.	180
透過率	—	約 40%
引張強度	N/3cm	縦 1300 横 1300
破断伸度	%	縦 20 横 20
引裂強度	N	縦 400 横 400

2F 天井部材（室外側から順に） 厚さ (mm)

1 塩ビシート防水	2
2 押出発泡ポリスチレンフォーム	40
3 コンクリート	250
4 空気層	700
5 パーティクルボード	9.5
熱貫流率 [W/m ² ・K]	0.638

2F 床・1F 天井部材（2F 室内側から順に） 厚さ (mm)

1 パーティクルボード	5.5
2 空気層	170
3 コンクリート	150
4 空気層	590
5 パーティクルボード	9.5
熱貫流率 [W/m ² ・K]	1.68

1F 床部材（1F 室内側から順に） 厚さ (mm)

1 パーティクルボード	5.5
2 空気層	160
3 コンクリート	150
熱貫流率 [W/m ² ・K]	2.68

写真 1 実験棟外観（東・南面）

写真 2 実験棟外観（全面スクリーン）

図 1 平面図

図 2 東立面図（西面は東面と同様）

図 3 南立面図

図 4 A-A' 断面図

表 3 計測項目及び計測機器

測定項目	測定数	測定機器	測定項目	測定数	測定機器
外装材表面温度	70	径 0.32mm T 熱電対	気流速	2	クリモマスター 6542
室内表面温度	80		散水量	4	電磁流量計
室内空気温度	36		冷水流量	2	
外装材近傍温度	6		屋外相対湿度	3	第一科学 THT-B1111
散水温度	12	グローブ球	室内相対湿度	2	
FCU 廻り空気温度	16		FCU 廻り湿度	8	英弘精機 MS-601
冷水温度	4	グローブ球	日射量	4	
グローブ温度	10		風向・風速	1	超音波風向風速計
熱流	6	英弘精機 MF-180M	気温	3	小型通風乾湿計
測定項目	測定数	測定機器	測定項目	測定数	測定機器
水位	4	磁歪式レベル計 MS200S			
冷凍機電力消費	1	マルチトランスデューサー /2479/32			
散水ポンプ電力消費	4				
熱画像	8	NEC サーモトレーサー TH9100PMVI			

2.2 測定概要・測定パターン

2005年9月中旬から11月初旬まで本実測を行なった。日射遮蔽なしの実測は2004年7月下旬から2005年9月中旬まで行なった。データロガー、パソコンを用いて各測定項目を1分間隔の長期自動連続計測した。測定項目、測定数、測定機器を表3、計測位置

表5 測定パターン

		散水		外付け日射遮蔽スクリーン	
		1F	2F	1F	2F
パターン1	空調あり	×	×	×	×
パターン2	"	○	○	×	×
パターン3	"	×	×	○	○
パターン4	"	○	○	○	○
パターン5	空調なし	×	×	×	×
パターン6	"	○	×	×	×
パターン7	"	○	×	○	○
パターン8	"	○	×	○	×
パターン9	"	×	×	○	×

を図1～3、表4に示す。主に解析を行なった散水・日射遮蔽スクリーン設置のパターンを表5に示す。スクリーンは東・南・西面に設置した。散水は東・南・西面に行ない、北面には行なわなかった。空調は散水時間帯に作動させ、設定温度を24℃とした。

2.3 散水システム概要

図5に散水システム系統図、表6に散水機器詳細を示す。まず、屋上に降り注いだ雨水は地下の貯水タンク（容積4[t]）に一端集められ、各方位の散水用タンク（屋上・東面・南面・西面の計4個）に分配されたのち、ポンプ（計4台）で各散水面へ供給される。散水面を流下した雨水は散水面下部に設置された受水樋より回収され、再び散水用タンクへと戻る循環方式の散水を行なった。受水樋には飛散・蒸発防止の白色カバーを設置した。散水量はガラス・パネルともに0.1[l/m²・min]を基本流量とし、日々の親水度チェックをもとに均一な水膜ができるよう若干の散水量調整を行なった。散水時間帯は10:00～17:00で7時間の連続散水とし、散水面への付着物除去や親水性の長時間保持のために散水開始の20分前（各階ガラス・パネル4箇所を5分間ずつ集中して散水）より電磁弁を使用して自動大量散水（約1[l/m²・min]）を行なった。散水パイプについては塩ビ管（径：16[mm]）に2cm間隔で吐水口（径：0.5[mm]）をレーザーにて開けたものを散水面に固定した。散水パイプと散水面の間には均一な水膜を形成しやすくするため、青色の

図5 散水システム系統図

表6 散水機器詳細

記号	名称
T1	東面用散水回収槽
T2	屋上用散水回収槽
T3	雨水貯水槽
T4	雨水一次受水槽
P1	散水用加圧ポンプ
P2	雨水供給用加圧ポンプ
F1	砂取り器
F2	ディスクフィルター (200メッシュ)
F3	V型スクリーンフィルター (120メッシュ)
F4	V型サイクロンフィルター (80メッシュ)
M1	ND型流量センサー
M2-1	流量指示調整計 0.1～1.0[l/min]
M2-2	流量指示調整計 0.3～3.0[l/min]
M2-3	流量指示調整計 1.5～15.0[l/min]
T2	熱電対温度計
V1	ボール弁、バタフライ弁
V2	ゲート弁
N	チャッキ弁

不織布を挟んだ。散水は計測室の外装材のみに行ない、スクリーンには散水を行なわなかった。フィルターは雨水用貯水タンク前に3つ、各方位散水ポンプ前に1つずつ設け、水質維持管理を行なった。また、屋上からの流入熱量を削減し、1F・2Fの室内温熱環境相違をできる限りなくすため、降雨日以外は屋上散水を行なった。降雨日は手動で循環経路を変更し、積極的に雨水を貯水タンクへ集めた。2005年の実測はすべて雨水でまかなうことができた。

2.4 光触媒外装材について

光触媒とは「光が当たると物質自体は変化することなく化学反応を促進する物質」である。身近な光触媒としては、緑色植物の光合成を担う葉緑素（クロロフィル）がある。現在の技術では光合成を行なう光触媒を作り出すことはできないが、今注目を集める光触媒は葉緑素のような有機色素ではなく二酸化チタン（TiO₂）という物質であり、単に酸化チタンと呼ばれる。

光触媒は光酸化力と超親水性という二つの機能を持つ。酸化チタンは酸化力が強いので、低温でも酸化できる能力があり、光によって室温で活性酸素を作ることができる。この低温での強い酸化力を利用して、光触媒で汚れの分解や消臭・脱臭、抗菌・殺菌、有害物質の除去を行なうことができる。

一方で酸化チタンに光が当たると酸化チタン表面に付着した水滴が水玉にならずに横に広がって水膜となる（水滴と表面の接触角が約0°となる）。この現象を起こす性質を超親水性と呼ぶ。超親水性によって防汚や曇り防止を行なうことができるため、実用性から考えると光酸化力よりも重要な機能である。

この光触媒の超親水性を利用して壁面散水を行なうことで、散水量が少ない壁面では水が筋状になって流れてしまう問題や散水量が多くなることで純粋な蒸発冷却の効果を得られなかった問題を解消し、少量の散水で薄い水膜を垂直壁面に形成させることができた。図6、7にパネル面へ散水を行なった時の親水・非親水状況を示す。

ここで光触媒の超親水性に必要な光は波長が400[nm]よりも短い紫外線であり、太陽光には約3%含まれている。よって日射が強いほど、紫外線は多量に含んでいるため超親水性はより発揮され、蒸発冷却効果も増すであろう。しかし日射による室内への熱負荷も増えるため、光触媒の超親水性を壁面散水に利用する手法には日射のコントロールが必要である。

図6 非親水状態での散水状況

図7 親水状態での散水状況

3. 実測結果・考察

3.1 室外温熱環境（外装材表面温度・外装材近傍温度）

図8に平均外気温と1F外装材表面温度及び1F外装材近傍温度の関係を示す。1Fの散水・日射遮蔽パターンは非散水（2005/8/9,8/11,8/13～15,8/26,8/30,8/31～9/2）、散水のみ（2005/8/17～21,8/24,9/11,9/15）、スクリーンのみ

(9/26,9/29,10/1)、スクリーン併用散水(9/18,19,9/21)である。平均外気温度は散水時間帯の平均値、1F 外装材表面温度と1F 外装材近傍温度は各方位(東・南・西面)のガラス・パネル表面温度(上下方向に並んだ3つの測定点のうち中心の値を使用)および近傍温度を平均し、散水時間帯の平均値とした。1F 外装材近傍温度は各パターンで差はなかったが1F 外装材表面温度は散水・非散水で値が分かれたため、図9に各方位のガラス・パネル表面温度を示した。東・南面のガラス及びパネル外表面温度はスクリーンのみとスクリーン併用散水の値がほぼ同じ結果であったが、西面のガラス及びパネルの外表面温度はスクリーン併用散水の値がスクリーンのみの値より最大で約1.5℃低くなった。

スクリーン併用散水時のパネル・ガラス外表面温度がスクリーン設置時の外表面温度に比べ、西面で最も下がる事が確認できた。

図8 平均外気温度と1F外装材表面温度・1F外装材近傍温度の関係

図9 平均外気温度と1F外装材表面温度(各方位,ガラス・パネル)の関係

図10 室内空気温度と作用温度

3.2 室内温熱環境

(1) 室内空気温度・作用温度

図10にパターン7(空調なし・1Fのみ散水・全面スクリーン, 実測日:10/13, 10/14)における室内空気温度(図1-④のFL+1100の測定値)と作用温度^{注1)}(OT)、実測日の外気条件(水平面日射量・外気温度)を示す。1Fと2Fの室内環境指標を比較することでスクリーン併用散水効果を把握した。室内空気温度と作用温度はスクリーン併用散水の方がスクリーンのみよりも最大で約2℃低くなった。さらに作用温度は14時以降でスクリーン併用散水・スクリーンともに室内空気温度よりも最大で約0.5℃低くなった。これは日射遮蔽により計測室内壁からの熱放射が減ったためである。

(2) 水平温度分布

パターン8(空調なし,1Fのみ散水,1Fのみスクリーン,実測日:10/23)とパターン9(空調なし,非散水,1Fのみスクリーン,実測日:10/25)の水平温度分布を図11に示す。水平温度分布は図1に示すB-B'の断面において高さF.L.+1100[mm]の外壁近傍温度・外表面温度・内表面温度・室内空気温度の値をプロットした。特にスクリーン併用散水によって外表面温度が下がることで内表面温度・室内空気温度の上昇を抑えていることがわかった。

3.3 冷房除去熱量

パターン1(空調あり・非散水・スクリーンなし,実測日:2005/8/9~8/16,8/23,8/26,8/30~9/2)の1F・2Fそれぞれの除去熱量^{注2)}を比較した結果、2Fの除去熱量が1Fよりも最大で約20[MJ]ほど大きいことがわかった。そこで図13ではパターン1、パターン2(空調あり・全面散水・スクリーンなし,実測日:2005/8/17~8/21,8/24,9/11,9/14,15)、パターン3(空調あり・非散水・全面スクリーン,実測日:9/26~10/2)、パターン4(空調あり・全面散水・全面スクリーン,実測日:9/18~25)の代表的な晴天日においてx軸に平均外気温度(散水時間帯)、y軸に1F・2F合計積算冷房除去熱量(散水時間帯)をプロットした。ただし、3本の線はプロットした値における近似直線である。平均外気温度が30℃のときに1F・2F積算冷房除去熱量は近似直線

表7 気象条件		
	10/23	10/25
外気温度 [°C]	19.7	20.9
水平面 日射量 [W/m ²]	422.9	387.1

図11 水平温度分布

を延長させた値を使用すると非散水で約 250[MJ]、散水のみで約 205[MJ]、スクリーン併用散水で約 90[MJ] であった。図 12 に平均外気温が 30℃におけるパターン 1 の冷房除去熱量を基準としたパターン 2,4 の冷房除去熱量の割合を示す。散水によって約 18%、スクリーン併用散水によって約 64% の冷房除去熱量を削減できることがわかった。パターン 3 については測定期間が 9 月下旬から 10 月初旬にかけてであったため、空調稼働時間が夏場と比べて極端に短くなり、冷房除去熱量も全実測日で約 10[MJ] であった。よって冷房除去熱量に関してはスクリーン併用散水とスクリーンのみの比較は行なうことができなかった。

図 12 各パターンの冷房除去熱量削減率

図 13 平均外気温と 1F・2F 積算除去熱量の関係

3.4 日射遮蔽有無による散水効果の違い

パターン 6^{注 3)} (空調なし・1Fのみ散水・スクリーンなし、実測日：7/15, 18, 8/2) とパターン 7 (空調なし・1Fのみ散水・全面スクリーン、実測日：10/13, 14, 11/8) の代表的な晴天日で日射遮蔽有無による散水効果の違いを把握するため、x 軸に 1F・2F 作用温度差 (10 分間平均値・比較時間帯：10 時～14 時)、y 軸に 1F・2F 室内空気温度差 (10 分間平均値・比較時間帯：10 時～14 時) をプロットしたグラフを図 14, 15 に示す。パターン 6 における 1F と 2F の室内温度差・作用温度差を日射遮蔽なしの散水効果、パターン 7 における 1F と 2F の室内温度差・作用温度差を日射遮蔽下の散水効果とした。各温度差は図 1-④の空気温度および作用温度^{注 4)} (計測点：F.L.+1100[mm]) において 2F の値から 1F の値を引いたものとした。また、水平面日射量と各鉛直面日射量が両パターンの全実測日において 400[W/m²] 以上であった 10 時から 14 時の時間帯で比較を行なった。各パターンの近似直線における決定係数はパターン 6 で 0.98 前後、パターン 7 で 0.92 前後となり、傾きに含まれる誤差が小さい。表 8 にパターン 6・7 の実測日における気象条件 (散水時間帯の平均値) を示す。

表 8 気象条件

	外気温 [°C]	外気湿度 [%]	水平面日射量 [W/m ²]
7/15	29.1	61.7	577.7
7/18	31.1	56.6	611.3
8/2	30.7	61.2	572.6
10/13	20.9	59.3	368.1
10/14	22.9	61.7	393.1
11/8	19.5	46.9	339.4

パターン 7 における近似直線の傾きの平均値 (0.73) がパターン 6 における近似直線の傾きの平均値 (0.87) の約 0.8 倍となった。これは日射遮蔽下の散水効果の方が日射遮蔽なしの散水効果に比べ、体感的により涼しく感じることを示す。

図 14 散水による作用温度差と空気温度差の関係

図 15 日射遮蔽下の散水による作用温度差と空気温度差の関係

4. まとめ

外付け日射遮蔽スクリーン併用光触媒外装材散水システムを取り付けた、パネル部の総表面積が約 51[m²]、ガラス部の総表面積が約 18[m²]、容積が約 115[m³] の計測室を持つ実証実験棟の温熱環境実測を 2005 年に行なった結果、以下の知見を得ることができた。

- (1) 日射透過率が約 40% の外付け日射遮蔽スクリーンを外壁散水面より 30[cm] 離して設置した実証実験棟において、光触媒の親水性と室内温熱環境改善の両立を確認することができた。
- (2) 外付け日射遮蔽スクリーンを併用した光触媒外装材 (パネル・ガラス) への散水を行なった結果、室内空気温度および作用温度は非散水で外付け日射遮蔽スクリーンを設置した場合よりも最大で約

2℃低くなることがわかった。さらに外付け日射遮蔽スクリーン併用散水において作用温度は室内空気温度よりも最大で約0.5℃低くなった。

(3) 平均外気温が30℃のとき、外付け日射遮蔽スクリーン併用光触媒外装材（パネル・ガラス）へ全面散水を行なうことで冷房除去熱量（空調負荷）は外付け日射遮蔽スクリーンなし・散水なしの場合と比べ約64%削減されることがわかった。

(4) x軸に1F・2F作用温度差、y軸に1F・2F室内空気温度差をプロットしたグラフの近似直線について、外付け日射遮蔽スクリーンを1F・2Fに設置した状態で1Fのみに散水を行なった場合の傾きはスクリーンを設置せず1Fのみ散水を行なった場合の傾きの約0.8倍となった。よって日射遮蔽下の散水効果は日射遮蔽なしの散水効果に比べ、体感的により涼しく感じると定量的に把握できた。

謝辞

この研究はNEDO（新エネルギー・産業技術総合開発機構）および建材メーカー（日本板硝子、JFEスチール、東陶機器、YKKAP）の委託によるものである。さらに外付け日射遮蔽スクリーンを泉より御提供いただいた。また、実測に際し、大学院生井上賢治氏、卒業生岩井規泰氏、若松義昭氏、西原猛氏、吉田太郎氏、杉浦直隆氏に多大な協力を得た。ここに感謝の意を示す。

参考文献

- 1) 「温暖・蒸暑気候のパッシブクーリング」, 日本建築学会環境工学委員会熱環境小委員会バイオクライマティックデザインWG, シンポジウムテキスト, 2004.11
- 2) 浦野良美, 渡辺俊行, 林徹夫, 龍有二, 尾崎明仁: 大気放射・水分蒸発冷却を利用した二重外皮方式によるパッシブクーリングシステムの実験的研究, 日本建築学会計画系論文集, No.391, pp.50-59, 1988.9
- 3) 高橋達, 黒岩哲彦: 雨水の蒸発を利用した二重屋根採冷システムの開発と室内熱環境の実測, 日本建築学会環境系論文集, No.573, pp.55-61, 2003.11
- 4) 武田仁, 胡震洪: 光触媒利用外付け日除けスクリーンによる建物温熱環境評価, 日本建築学会技術報告集 第22号, pp.285-289, 2005.12
- 5) 姚ミ, 廣谷純子, 山田浩嗣, 宿谷昌則: 流水日除けと建物の断熱・蓄冷による採冷に関する実験（その1, 実験の概要と結果）, 日本建築学会大会学術講演梗概集, D-2, pp.649-650, 2005.9
- 6) 長沼宏, 岡建雄, 首藤治久, 佐藤和君: 超親水性光触媒を施した外壁表面の水膜形成による冷却効果に関する研究, 日本建築学会環境系論文集, No.596, pp.109-115, 2005.10
- 7) 仲野章生: 建物散水による放熱冷却効果に関する研究—光触媒外装材への散水が住宅の熱負荷に及ぼす影響—, 日本建築学会大会学術講演梗概集, D-2, pp.269-270, 2005.9
- 8) 浅田秀男, 武田仁: 井戸水を用いる天井放射冷房の実測とそのエクセルギー解析, 日本建築学会環境系論文集, No.563, pp.25-31, 2003.1
- 9) 馬景輝・須永修通: 屋根流水を用いた天井放射冷房の熱性能に関する実験研究, 屋根流水放射冷房システムに関する研究 その1, 日本建築学会環境系論文集, No.590, pp.29-35, 2005.4
- 10) 石川幸雄, 木村建一: 湿相当外気温に基づく屋根散水の熱的効果に関する研究, 日本建築学会論文報告集, No.334, pp.89-99, 1983.12

- 11) 大西正紘, 近藤大翼, 江頭寛基, 伊澤康一, 宿谷昌則: 循環型屋根散水システムの日射熱除去に関する実測と解析（その1, 実測の概要と結果）, 日本建築学会大会学術講演梗概集, D-2, pp.551-552, 2005.9
- 12) 出口清孝: 雨水循環システムを用いた屋根散水の効果に関する実験, 日本建築学会大会学術講演梗概集, D-2, pp.549-550, 2005.9

注

注1), 注4) 計測室が無風状態（図1-④のF.L.+1100において気流速が全実測期間で1.2[m/s]以下）であったため、作用温度は気温と平均放射温度の相加平均値とした。

注2) 除去熱量はFCU廻りの冷水コイルにおける行き・還り温度差に冷水コイルの循環流量と水の比熱（ 4.186×10^3 [J/kg・k]）を乗じて求めた。

注3) パターン6（空調なし・1Fのみ散水・スクリーンなし）における1F・2F作用温度差と1F・2F室内温度差の関係を2004年の晴天日であった実測データで図16のように比較した結果、決定係数が1に限りなく近い2つの近似直線の傾きはほぼ等しくなったため、今回は実測時期の異なる日において比較を行なった。実測日の気象条件（散水時間帯の平均値）を表9に示す。

表9 気象条件

	外気温 [℃]	外気湿度 [%]	水平面日射量 [W/m ²]
2004/7/20	35.3	38.3	708.7
2004/9/30	27.1	49.4	533.1

図16 1F・2F作用温度差と1F・2F室内空気温度差の関係

(2006年1月10日原稿受理, 2006年6月27日採用決定)