

平成16年度環境技術実証モデル事業

ヒートアイランド対策技術
(空冷室外機から発生する顕熱抑制技術)
実証試験手順書

実証対象技術：間接散水冷却装置

(不二工機株式会社)

目 次

1. 実証試験の概要と目的	1
2. 顕熱抑制性能実証項目の実証試験	1
(1) 顕熱抑制性能実証項目	1
(2) 参考測定データ	1
(3) 測定項目	1
(4) 測定条件	2
(5) 測定値の変動許容値	3
3. 試験の手順	4
(1) 試験準備	4
(2) 実証試験	7
(3) 測定結果の確認	8
(4) 実証項目の計算手順	8
4. 実証試験に使用する資源と校正・点検手順	9
5. その他	10
(別紙) ・ 顕熱抑制性能の計算	
・ 現地調査の手順	

1. 実証試験の概要と目的

都市におけるヒートアイランド現象の要因の一つであるエアコンディショナの空冷室外機が排出する顕熱（コンデンサを通過する熱交換された吹出空気）を抑制しさらに冷房効率の向上に寄与する技術の検証を目的とし、実証試験計画に基づき実証対象機器の目的への適合を評価するものである。

2. 顕熱抑制性能実証項目の実証試験

(1) 顕熱抑制性能実証項目

目的	内容
顕熱抑制率	顕熱抑制機器設置により抑制される顕熱の割合 顕熱抑制量と機器停止時の顕熱発生量から算出される抑制率 (%)
冷房能力向上率	顕熱抑制機器設置により向上する冷房能力の割合
消費電力削減率	顕熱抑制機器設置により削減する消費電力量の割合

(2) 参考測定データ

目的	内容
冷房COP向上率	顕熱抑制機器設置により向上する冷房COPの割合
潜熱化率	噴霧水蒸発により、潜熱化する熱量の割合 蒸発潜熱量と機器停止時の顕熱発生量から算出される割合 (%)
水への熱移行率	噴霧され、蒸発せずにドレンに残った水への熱量移動割合 水移行熱量と機器停止時の顕熱発生量から算出される割合 (%)

(3) 測定項目

測定項目	単位	内容
電源周波数	Hz	冷房機及び顕熱抑制装置に供給される電源周波数
電源電圧	V	冷房機及び顕熱抑制装置に供給される電源電圧
運転電流	A	冷房機及び顕熱抑制装置が消費する電流
消費電力	kW	冷房機及び顕熱抑制装置が消費する電力
力率	%	消費電力／運転電流
冷房能力 (室内側計測)	kW	室内から単位時間あたりに除去できる熱量
冷房能力 (室外側計測)	kW	室外に単位時間あたりに加えることができる熱量
エネルギー消費効率 (室内機側計測)	kW/kW	冷房能力／消費電力
エネルギー消費効率 (室外機側計測)	kW/kW	冷房能力／消費電力
顕熱抑制率	%	顕熱抑制機器設置により抑制される顕熱の割合 顕熱抑制量と機器停止時の顕熱発生量から算出される抑制率 (%)
冷房能力向上率	%	顕熱抑制機器設置により向上する冷房能力の割合
消費電力削減率	%	顕熱抑制機器設置により削減する消費電力量の割合
室内側受風室差圧	Pa	静圧モニター

室内側ノズル 前後差圧	Pa	風量測定用
室内側風量	m ³ /min	室内機吹出空気量
室外側受風室差圧	Pa	静圧モニター
室外側ノズル 前後差圧	Pa	風量測定用
室外側風量	m ³ /min	室外機吹出空気量
室内側吸込空気 乾球温度	℃	室内側環境管理及び能力測定用
室内側吸込空気 湿球温度	℃	室内側環境管理及び能力測定用
室外側吸込空気 乾球温度	℃	室外側環境管理及び能力測定用
室外側吸込空気 湿球温度	℃	室外側環境管理及び能力測定用
室内側吹出空気 乾球温度	℃	能力測定用
室内側吹出空気 湿球温度	℃	能力測定用
室外側吹出空気 乾球温度	℃	能力測定用
室外側吹出空気 湿球温度	℃	能力測定用
供給水量	m ³ /min	顕熱抑制装置供給水量
供給水温度	℃	顕熱抑制装置供給水温度
供給水圧力	Pa	顕熱抑制装置供給水圧
ドレン水温度	℃	潜熱計測用
ドレン水量	kg	潜熱計測用
室外機重量	kg	冷媒量確認用

(4) 測定条件

項目	試験条件 1 (JIS B8615-1 の T1 条件*)	試験条件 2 (夏期における一般条件**)
室外側吸込空気温度		
乾球温度	35℃	30℃
湿球温度	24℃	25℃
室内側吸込空気温度		
乾球温度	27℃	
湿球温度	19℃	
顕熱抑制装置供給水 水温 水圧	メーカー仕様による	

(5)測定値の変動許容差 (JIS B 8615-1 からの引用)

測定項目	平均変動幅	最大変動幅
室内側吸込空気温度 乾球温度 湿球温度	$\pm 0.3^{\circ}\text{C}$ $\pm 0.2^{\circ}\text{C}$	$\pm 1.0^{\circ}\text{C}$ $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$
室外側吸込空気温度 乾球温度 湿球温度	$\pm 0.3^{\circ}\text{C}$ $\pm 0.2^{\circ}\text{C}$	$\pm 1.0^{\circ}\text{C}$ $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$
室外側吹出空気温度 乾球温度 空気体積流量	$\pm 5\%$	$\pm 1.0^{\circ}\text{C}$ $\pm 10\%$
電圧	$\pm 1\%$	$\pm 2\%$
空気流への機外静圧	$\pm 5\text{Pa}$	$\pm 5\text{Pa}$

なお、顕熱抑制機器が試験中に間欠運転を行うことで、試験室の空気調整装置の正常機能が妨げられる場合(非定常状態)には、測定値の変動許容差は、上記の表に規定した値の3倍を参考値とする。

3. 試験の手順

(1) 試験準備

○実証対象技術機器及び使用するエアコンディショナー(以下、「エアコン」という)の受入手順

【確認項目】

- －外観形状
- －型番及び定格
- －製造番号及び製造年月
- －使用するエアコン室外機の重量測定

○配管作業

- －実証試験に使用するエアコンは実証対象技術開発者が選定する。
- －エアコンの冷媒配管は実証技術開発者が選定した適切な業者により実施する。
- －真空引きはエアージェットではなく真空ポンプを使用して、10分程度配管の真空引きを行い、その後5分程度ゲージバルブを閉じた状態で放置し圧力ゲージの変化のないことを確認する。
- －最終確認としてガス漏れ検知機又はリーク検知剤で接続箇所にごガス漏れがないか確認する。

○試運転

- －試運転前に差込プラグの栓刃とアース端子との間の絶縁抵抗を測定する。
- －冷房運転行って異常音等がないか確認する。
- －入力電流及び消費電力がカタログ値と相違ないか確認する。
- －対象技術（滴下型マット式）の滴下状態及び圧力を技術開発者と確認し調整・固定して試運転を行う。
- －試運転を行い得られたデータをもとに実証対象技術開発者に実証試験に入るかどうかの最終確認を行う。
- －滴下型マット式の水活用技術に使用する水は蒸留水を使用する。
- －水の温度は恒温室（エアコン室外機側）に24時間以上放置したものを使用する。

○受風チャンバーへの室内機の取付け

- －室内機吸込み口を塞がないように吹出し空気のみが受風チャンバーに入るように細心の注意を払って取り付ける。
- －室内機と受風チャンバーとの接続に使用する断熱材は、クラボウ社製のクランボード（クララフォーム-R：熱伝導率0.022W/mK）で厚さ50mmのもの

を使用する。

- ーチャンバー取付け状態の写真を撮影しておくこと。
- ー室外送風機回転数の測定ができるようにファンに反射テープを貼付する。
- ー自動計測用コンピューターに必要項目を入力
- ー湿球用ウイックの取り替え、差圧計のゼロ調節等

○熱電温度計による各部温度の測定

測定箇所	室外機	高圧側配管及び低圧側配管温度
	室内機	高圧側配管及び低圧側配管温度
	室外機	吹き出し温度

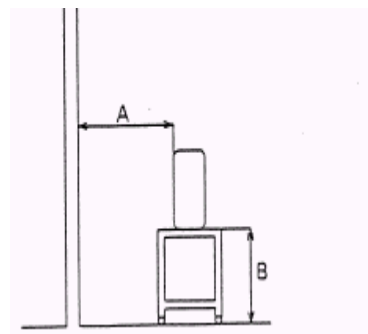
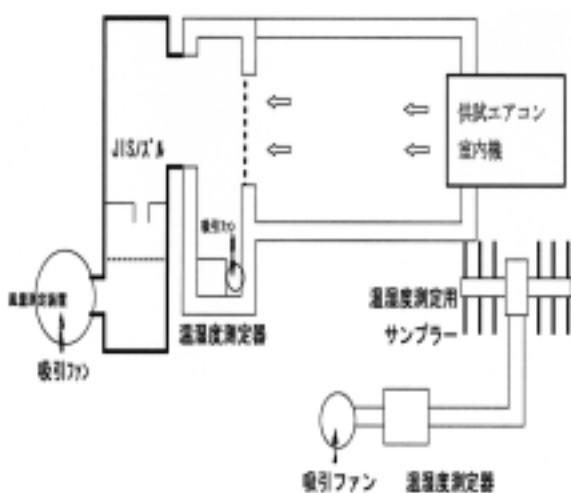
室外機取付

壁からの離隔：300～400mm以上

取付高さ：1400～1500mm

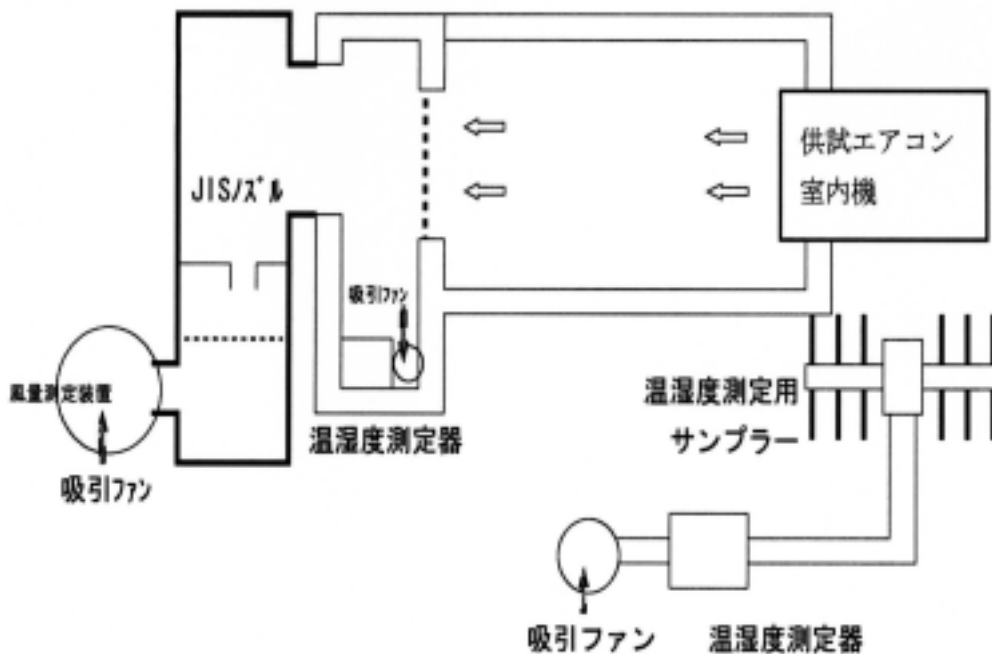
室内機取付

下記の通り受風室に取り付ける

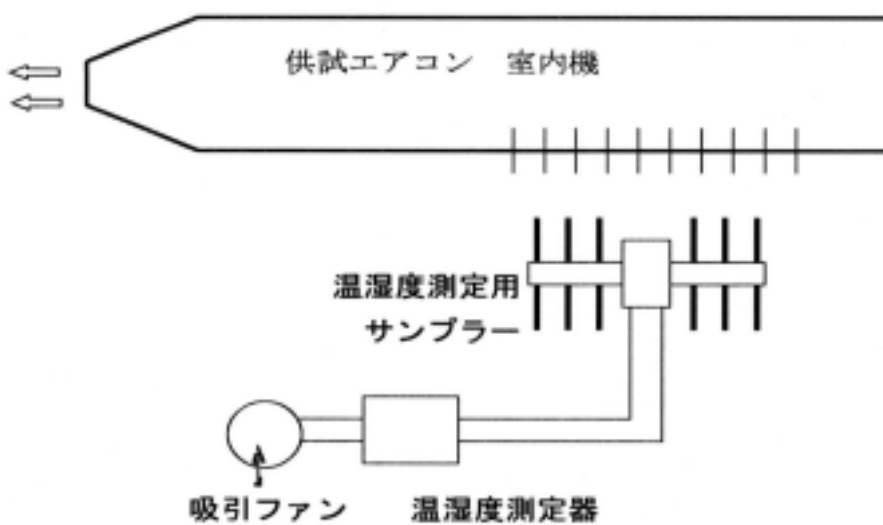


○受風チャンバー取付け

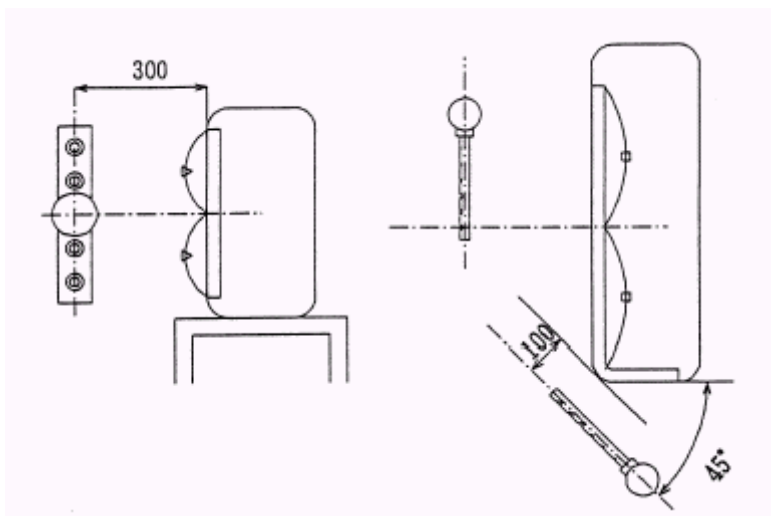
- 室内機設置の左右方向は、原則としてチャンバー吸込み口の中央にする。
- 室内機の吹出し口とチャンバー吸込み口との接続部は空気漏れのないようにする。
- 室内機の吸込み口を塞がないようにテープ張りに注意する。



○室内機エアーサンプラー取付け



○室外機エアーサンプラー取付け



(2) 実証試験

○実証対象技術を使用しない場合のデータの収集

- 実証試験要領に規定された、条件1及び2に測定室の環境を設定する。
- 環境条件が規定された条件 $\pm 1^{\circ}\text{C}$ になるまで待機する。
- 使用する電源装置のエアコンへの供給電圧を定格電圧に設定する。
- 使用する電源装置のエアコンへの電源周波数を60Hzに設定する。
- 自動計測用コンピューターに入力した実証対象技術及びエアコンの仕様を再確認する。
- 自動測定用コンピューターを「能力試験」として試験を開始する。
- 自動的に給電されるので、JIS能力測定に周波数が固定されたエアコンを手順に従いスタートさせる。
- エアコンの各測定箇所が安定するまで対象技術を動作させず運転を継続する。
- 各測定箇所の測定値が設定された裕度範囲に到達すれば安定判定が行われ自動測定に移行するので実証対象技術を使用しない場合のエアコン特性データを収集する。

○実証対象技術使用によるデータの収集（噴霧水活用技術）

- 実証試験要領に規定された、条件1及び2に測定室の環境を設定する。
- 環境条件が規定された条件 $\pm 1^{\circ}\text{C}$ になるまで待機する。
- 使用する電源装置のエアコンへの供給電圧を定格電圧に設定する。
- 使用する電源装置のエアコンへの電源周波数を60Hzに設定する。
- 自動計測用コンピューターに入力した実証対象技術及びエアコンの仕様を再確認する。
- 自動測定用コンピューターを「能力試験」として試験を開始する。

- －自動的に給電されるので、J I S能力測定に周波数が固定されたエアコンを手順に従いスタートさせる。
- －エアコンの各測定箇所が安定するまで対象技術を動作させず運転を継続する。
- －安定状態を確認してから対象技術を動作させデータ収集を開始する。
- －データ収集は自動測定により、5分間を1区間として7回行われる。
- －実証対象技術動作中の温度変化をサーモグラフィにより適宜観察・記録する。
- －実証試験中に蒸発した水の量は次により推定する。
 - a. 使用する水は、貯水タンクにあらかじめ重量を測定して注入しておく。
 - b. 蒸発せずに排出された水を別途収集する。
 - c. 試験開始時に注入された水の重量から蒸発せずに排出された水の重量を差引き計算値により蒸発した水の量を推定する。ただし、機器に付着した水、排出されるまでに蒸発する水、機器に到達するまでに蒸発する水については考慮されない。
 - d. 蒸発水量を記録する。
- －測定終了後は自動的に測定結果がプリントアウトされる。

(3)測定結果の確認

測定結果の数値データについて、複数者でデータに疑義がないかを確認してから試験を進める。

○検証試験

- －連の試験が適切に行われたことを確認するため検証試験を実施する。
- －実証試験は実証試験手順に従い実施する。
- －実証結果を実証試験で得られたデータと比較検討し、各測定値との間に相関性があることを確認する。相関性とは、実証試験と検証試験の測定値の差が±2%程度であることとする。
- －相関性のない疑義が発見された場合には原因究明を行う。
- －原因を除去した後再度検証試験を実施する。
- －これら検証試験の結果は記録する。

(4)実証試験における実証項目の計算手順

別紙に示す計算手順及び計算式による。

4. 実証試験に使用する資源と校正・点検情報

番号	機器の名称	製造者名 及び 型式	数量	仕様（概略）	保有状況 (所有、借入の 別)
1	恒温室	大西熱学株式会社	1	プレハブ式保温パネル 組立構造 外法寸法 W : 11, 680 D : 6, 300 H : 3, 035 室内側内寸法 W : 5, 958 D : 6, 216 H : 2, 500 室外側内寸法 W : 5, 530 D : 6, 150 H : 2, 500 室内側試験室 10~55±1.0℃ 40~90%±WB1.0℃ 室外側試験室 -10~55±1.0℃ 40~90%±WB1.0℃ 能力範囲 冷房能力 2.5~18kW 暖房能力 3.0~22kW 風量測定装置 室内側 3.0~35 m ³ /min 3.0~75 m ³ /min 室外側 12.0~180 m ³ /min	所有 校正有効期限： 2005/01 校正頻度： 1回/年
2	定電圧装置	エヌエフ回路設計 EP06000M	1	単相/3相 AC 0~300V 6kVA	所有 点検有効期限： 2005/10 点検頻度： 1回/年
3	デジタル パワーメタ ー	H I O K I 3 3 3 1	1	150~600V 0.5~50A	所有 校正有効期限： 2005/10 校正頻度： 1回/年
4	記録温度計	YOKOGAWA DR242-00-00-1W	1	ハイブリッド式	所有 校正有効期限： 2005/10 校正頻度： 1回/年
5	記録温度計	YOKOGAWA DR231-00-31-1M	2	ハイブリッド式	所有 校正有効期限： 2004/12 校正頻度： 1回/年

6	風速計	日本カノマックス 株式会社 6631PA	1	風速 0.1~50m/s 風温 0~100℃ 静圧 0~±5kPa	所有 校正有効期限： 2005/09 校正頻度： 1回/年
7	ガラス温度 計	三須計量器	1 2	0~70℃目盛 0.1℃ -20~70℃目盛 0.1℃	所有 校正有効期限： 2004/12 校正頻度： 1回/年
8	測温抵抗体	CHINO	1 2	-10~50℃	所有 校正有効期限： 2005/10 校正頻度： 1回/年
9	回転計	YOKOGAWA 3 6 3 2	1	60~19999rpm	所有 校正有効期限： 2005/07 校正頻度： 1回/年
10	大型精密秤 量計	島津製作所 IPS-150KG	1	1 5 0 K g (最小表示 1 g)	所有 校正有効期限： 2005/08 校正頻度： 1回/年
11	直尺	シンワ測定器	1	1000 mm	所有 校正有効期限： 2005/07 校正頻度： 1回/年

5. その他

顕熱抑制機器の設置事例の調査にあたっては、別紙に示す現地調査の手順による。

(別紙) 顕熱抑制性能の計算

実証対象機器の顕熱抑制性能は、下記の手順により計算する。

顕熱抑制性能の計算	作成者 大阪府環境情報センター
<p>(1) 顕熱抑制率</p>	
<p>室外機の吹出し側空気に含まれる乾き空気量と吸込み側空気に含まれる乾き空気量が同一であることから、それを通過乾き空気量として、次式により計算する。</p>	
$Gd = \frac{60q}{v_o(1 + \chi_o)} \quad (1)$	
<p>ここに、 Gd : 通過乾き空気量 [kg/Hr] q : 吹出し風量(実測値) [m³/min] v_o : 吹出し空気比体積 [m³/kg] χ_o : 吹出し空気絶対湿度 [kg/kg(DA)]</p>	
<p>室外機に流入する空気の顕熱量を次式により計算する。</p>	
$Hi = \frac{Gd(a t_i + b t_i \chi_i)}{3600} \quad (2)$	
<p>ここに、 Hi : 流入空気顕熱量 [kW] a : 乾き空気の比熱 [1.006(kJ/kg・°C)] b : 水蒸気の比熱 [1.805(kJ/kg・°C)] t_i : 吸込み空気乾球温度(実測値) [°C] χ_i : 吸込み空気絶対湿度 [kg/kg(DA)]</p>	
<p>室外機から排出される空気の顕熱量を次式により計算する。</p>	
$Ho = \frac{Gd(a t_o + b t_o \chi_o)}{3600} \quad (3)$	
<p>ここに、 Ho : 排出空気顕熱量 [kW] t_o : 吹出し空気乾球温度(実測値) [°C] χ_o : 吹出し空気絶対湿度 [kg/kg(DA)]</p>	
<p>エアコンディショナの運転により室外機で発生する顕熱量を次式により計算する。</p>	
$H = Ho - Hi \quad (4)$ <p>ここに、H : エアコンディショナの運転による顕熱発生量 [kW]</p>	
<p>顕熱抑制装置の運転による顕熱抑制率を次式により計算する。</p>	
$E = \frac{H_{off} - H_{on}}{H_{off}} \cdot 100 \quad (5)$	
<p>ここに、 E : 顕熱抑制率 [%] H_{off} : 顕熱抑制装置停止時の顕熱発生量 [kW]</p>	

Hon : 顕熱抑制装置運転時の顕熱発生量 [kW]

(2) 冷房能力向上率

顕熱抑制装置の運転による冷房能力の向上率を次式により計算する。

$$A = \frac{\phi_{on} - \phi_{off}}{\phi_{off}} \cdot 100 \quad (6)$$

ここに、 A : 冷房能力向上率 [%]
φ_{off} : 顕熱抑制装置停止時の冷房能力(実測値) [kW]
φ_{on} : 顕熱抑制装置運転時の冷房能力(実測値) [kW]

(3) 消費電力削減率

顕熱抑制装置の運転による消費電力の削減率を次式により計算する。

$$B = \frac{P_{off} - P_{on}}{P_{off}} \cdot 100 \quad (7)$$

ここに、 B : 冷房能力向上率 [%]
P_{off} : 顕熱抑制装置停止時の消費電力(実測値) [kW]
P_{on} : 顕熱抑制装置運転時の消費電力(実測値) [kW]

(4) COP向上率(参考値)

顕熱抑制装置の運転による冷房COPの向上率を次式により計算する。

$$C = \frac{(\phi_{on}/P_{on}) - (\phi_{off}/P_{off})}{(\phi_{off}/P_{off})} \cdot 100 \quad (8)$$

ここに、 C : 冷房COP向上率 [%]

(5) 潜熱化率(参考値)

顕熱抑制装置の運転により使用される水のうち蒸発する水量を次式により計算する。

$$W_1 = Gd(\chi_{oon} - \chi_{ion}) \quad (9)$$

ここに、 W₁ : 蒸発量 [kg/Hr]
χ_{oon} : 顕熱抑制装置運転時の吹出し空気絶対湿度 [kg/kg(DA)]
χ_{ion} : 顕熱抑制装置運転時の吸込み空気絶対湿度 [kg/kg(DA)]

顕熱抑制装置の運転による潜熱化率を次式により計算する。

$$D = \frac{[c(t_{oon} - t_w) + d]W_1}{3600H_{off}} \cdot 100 \quad (10)$$

ここに、 D : 潜熱化率 [%]
c : 水の比熱 [4.184(kJ/kg・°C)]
d : 水の蒸発潜熱 [2501(kJ/kg)]
t_{oon} : 顕熱抑制装置運転時の吹出し空気乾球温度(実測値) [°C]

t_w : 顕熱抑制装置運で使用した水の温度(実測値) [°C]

(6) 水への熱移行率(参考値)

顕熱抑制装置の運転において蒸発せずに余剰水として排出された水に移行した熱量の割合を次式により計算する。

$$F = \frac{4.184(t_x - t_w)W_2}{3600H_{off}} \cdot 100 \quad (11)$$

ここに、
 F : 水への熱移行率 [%]
 t_x : 余剰水の水温(実測値) [°C]
 W_2 : 顕熱抑制装置からの余剰水量(実測値) [kg/Hr]

(別紙) 現地調査の手順

実証対象機器又は同等の顕熱抑制機器が設置されている施設での現地調査については、下記の作業手順によるものとし、下記調査項目のうち現地で確認された事項、施設等管理者又は所有者から提示された資料に基づき調査結果をまとめるものとする。また、温度湿度の測定にはアスマン通風乾湿計などの測定器具を使用するものとする。

		作成者
		大阪府環境情報センター
調査日時等	(調査日時) ・調査日、調査開始時間及び終了時間、天候 (参加者) ・実証機関の調査実施者名 ・技術開発者から参加した説明者名(報告書では省略) ・施設・ビル所有者又は管理者から参加した立会者名(報告書では省略)	
設置状況の確認	(設置状況) ・施設・ビル名称、所在地(報告書では匿名扱いとする。) ・施設等の周辺環境(熱交換器フィンの腐食原因となる環境の情報) ・実証対象機器が設置されている空冷室外機の設置場所(写真撮影) ・空冷室外機等の人工排熱の影響を受けない場所での気温及び相対湿度、又は乾球温度及び湿球温度 ・空冷室外機等の人工排熱の影響を受けない場所での風速(簡易計測器)(エアコンディショナ) ・エアコンディショナの能力値 ・空冷室外機の設置年月	
顕熱抑制機器の確認	(顕熱抑制機器) ・顕熱抑制機器の概要 ・顕熱抑制機器の設置年月 ・使用水の種類	
顕熱抑制機器の運転状況	(環境への影響) ・空冷室外機から周辺への水滴の飛散状況 ・顕熱抑制機器からの騒音 (空冷室外機への影響) ・熱交換器フィンの腐食、スケール堆積の状況 ・躯体の腐食、設置場所周辺の金属製品の腐食の状況、カビ等による汚染状況	
性能等の簡易測定	(顕熱抑制機器の停止時の温度・湿度) ・空冷室外機の吸込側空気の温度及び相対湿度 ・空冷室外機の噴出側空気の温度及び相対湿度 (顕熱抑制機器の稼動時の温度・湿度) ・空冷室外機の噴出側空気の温度及び相対湿度 (噴霧水による熱交換機フィンの濡れ具合) ・水噴霧時のフィン表面の状況	
施設・ビル管理者等へのインタビュー ※協力が得られた場合に限る。	(省エネルギー効果等) ・顕熱抑制機器設置後の空調機の消費電力量の削減効果 ・顕熱抑制機器設置後の経済的なメリット (運転及び維持管理) ・防錆剤及びスケール除去剤の使用状況 ・顕熱抑制機器の運転に要する人員と技能、運転や維持管理の容易性 ・過去のトラブル発生状況と復帰の容易性	