

● (一社)日本冷凍空調設備工業連合会優秀賞 ● 新設設備部門

水噴霧式全熱交換器「RAAロスコン」

設備施工者：株式会社精研

設備所有者：株式会社ケー・エー・シー

建物の概要

名称 株式会社ケー・エー・シー 生物科学センターA棟

所在地 滋賀県栗東市東坂531-2

概要 建家：地上1階 延床面積：697.68m² 構造：S造 用途：動物実験施設

1. 技術開発の目的と経過

目的：動物実験施設での排熱回収における給排気の交叉汚染防止と全熱回収による省エネ

経過：平成29年（設計）

平成30年（引渡し等）

2. 設備・システムの概要

動物実験施設では実験動物の汚染防止のために全外気空調方式を採用することが多く、多量の外気導入による空調負荷の増大が課題であった。今回、株式会社ケー・エー・シーさま生物科学センターの動物実験施設A棟建設において、給排気間で交叉汚染することなく全熱交換して外気負荷を大幅に軽減できる水噴霧式全熱交換器「RAAロスコン」と、無駄な冷却・再熱を抑制する空調機の給気温度可変制御を導入したのでその省エネルギー効果を紹介する。

図1に今回導入した水噴霧式全熱交換器の模式図を示す。熱交換器は、耐腐食・非透湿性の塩化ビニル製仕切板を挟んで給気と排気が交互に且つ互いに直交して流れるよう積層された構造を持つ。熱交換器の給気と排気のそれぞれ入口側には水噴霧装置が熱交換器の伝熱面に微噴霧できるように設置される。噴霧は給排気のどちらか低エンタルピー側空気のみ噴霧し、蒸発熱伝達を伴いながら仕切板を介して熱交換を行うことにより給排気間で物質移動すること無

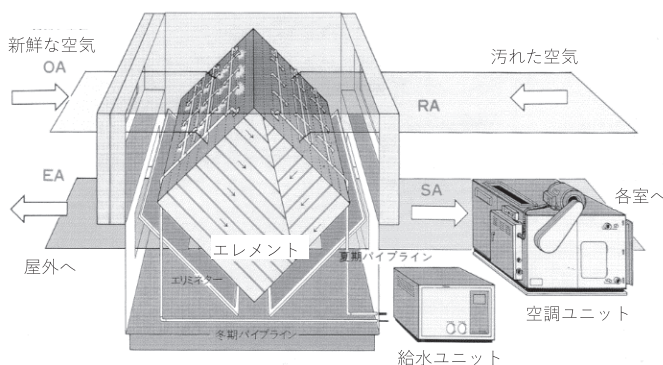


図1 水噴霧式全熱交換器RAAロスコン模式図

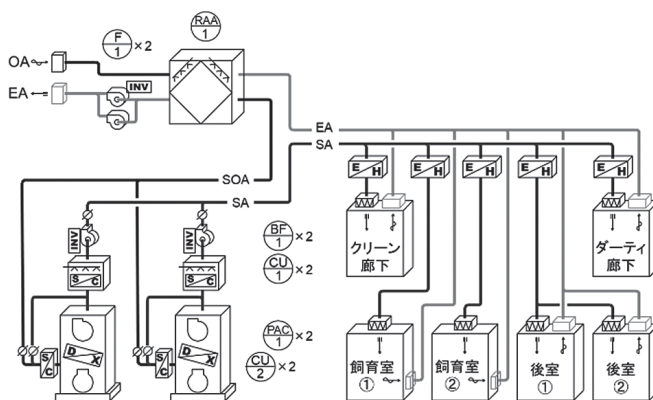


図2 動物飼育室システムの概略ダクトフロー

く全熱交換を行う。

図2に動物飼育室系統の概略ダクトフローを示す。当該施設の飼育室系統の空調は年間冷房型の床置パッケージエアコン（PAC-1）及び蒸気加熱・加湿ユニット（CU-1）と各部屋の再熱ヒータ（EH）で行うが、予め導入外気に対して水噴霧式全熱交換器（RAA-1）で排気からの全熱回収を行うことにより外気負荷を軽減して冷却用電力と加熱・加湿用LPG燃料を節約する。

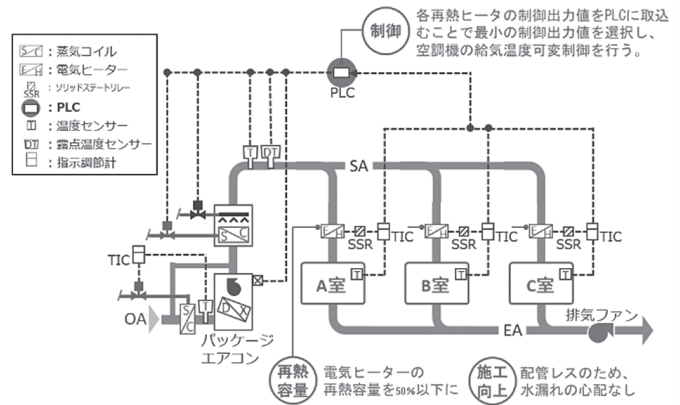


図3 空調機の給気温度可変制御フロー

図3に空調機の給気温度可変制御の制御フローを示す。

導入した給気温度可変制御は各部屋の再熱ヒータ制御出力値をPLCに取込んで比較を行い、最も小さい制御出力値が常にゼロに近づくよう空調機の給気設定温度を可変させる。このため、除湿を必要としない低湿の外気条件時において従来の給気温度固定制御のような冷やし過ぎを防止し、最小限の冷却あるいは加熱に留めて最適な空調機の給気温度となるよう制御する。

排熱回収と給気温度可変制御によるこれら2つの省エネ技術の連携により室内環境を適切に維持しながら全外気空調方式の課題であった空調負荷増大を抑制し、省エネルギー・省CO₂化を図っている。

3. 着想

動物実験施設では排熱回収装置を設置して空調負荷を軽減する省エネルギー手法が採られているケースがあるが、従来の回転式全熱交換器や透過式全熱交換器では給排気間の物質移動を伴うために給排気の交叉汚染を生じる恐れがあった。また、顕熱交換器では交叉汚染は無いものの潜熱交換が行われなため排熱回収性能に劣る。そこで、給排気間で物質移動を伴わない熱交換エレメントを持ち、熱交換エレメントに微噴霧することで蒸発熱伝達を伴いながら全熱回収する方式の全熱交換器を導入することで交叉汚染防止と全熱交換による省エネ性能向上の両立を図った。また、低湿外気条件における冷やし過ぎを防止する目的でPLCによる再熱ヒータ制御出力値のローセレクト比較を行い、部屋の負荷に応じて空調機の給気温度を可変させることで無駄な冷却の抑制を図った。

4. 効果（省エネルギー）

図4に水噴霧式全熱交換器による排熱回収量の年間推移を示す。排熱回収量は排気と外気の比エンタルピー差が大きくなる冬期と夏期に大きく、中間期には小さくなる傾向となる。

表1に水噴霧式全熱交換器によるエネルギー削減効果を示す。熱交換エレメントに微噴霧するための給水ユニット電力と噴霧水を消費するが、排熱回収により外気負荷が軽減されるため電力（冷却用）とLPG（加熱・加湿用）の節約となり、動物飼育室系統の空調設備一次エネルギーは1,504GJ/年（19.8%）の削減、CO₂排出量は88.9トンCO₂/年（24.3%）の削減となった。

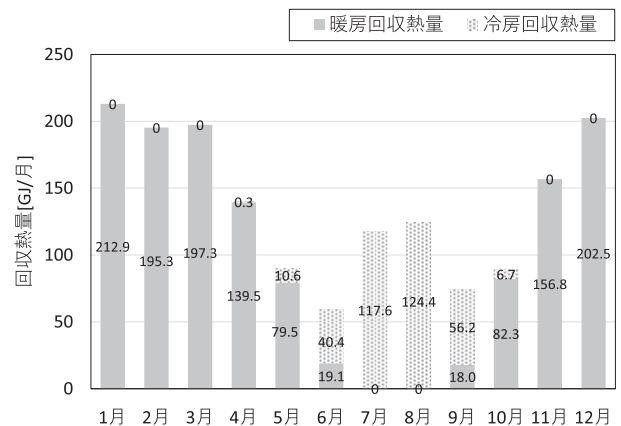


図4 水噴霧式全熱交換器による排熱回収量

表1 水噴霧式全熱交換器の有無による空調エネルギー比較

		水噴霧式全熱交換器無し		水噴霧式全熱交換器有り		
エネルギー 使用量	エネルギーの種類	電力	LPG	電力	LPG	噴霧水
	単位	kWh/年	kg/年	kWh/年	kg/年	m ³ /年
	使用量	375,735	77,985	371,301	48,879	2,265
	増減量	—	—	-4,434	-29,106	2,265
	増減率 [%]	—	—	-1.2	-37.3	100
一次 エネルギー	使用量 [GJ/年]	3,667	3,915	3,624	2,454	—
		7,582		6,078		
	増減量 [GJ/年]	—		-1,504		
	増減率 [%]	—		-19.8		
ランニング コスト	使用料金 [千円/年]	8,642	13,959	8,540	8,749	723
		22,601		18,012		
	増減額 [千円/年]	—		-4,589		
	増減率 [%]	—		-20.3		
CO ₂ 排出量	排出量 [トンCO ₂]	131.5	234	130	146.6	—
		365.5		276.6		
	増減量 [トンCO ₂ /年]	—		-88.9		
	増減率 [%]	—		-24.3		

5. 投資回収 (省マネー)

表1より、ランニングコスト削減額は4,589 [千円/年]

(電力単価：23 [円/kWh]、LPG単価：389 [円/m³] (179 [円/kg])、上下水道単価319 [円/m³] とする)

空調設備導入費用：10,100 [千円]

投資効果：10,100 [千円] /4,589 [千円/年] =2.2 [年]

6. 他の建物への応用性

水噴霧式全熱交換器は給排気間で物質移動を伴わない熱交換エレメントをもつため交叉汚染がなく、動物実験施設のほか、半導体工場、製薬工場など全外気空調方式を採用する空調設備で全熱回収による高い省エネ効果を発揮する。給排気のうち低エンタルピ空気側に微噴霧して全熱回収することから冬場には外気取り入れ側での噴霧となり加湿効果を有する。

7. 仕様

表2 水噴霧式全熱交換器と給水ユニットの仕様

記号	機器名称	仕様	台数	電気		
				φ-V	kW	起動方式
RAA-1	RAA型ロスコン	全熱回収型 処理風量 13,380m ³ /h 噴霧量 324L/H フィルター プレフィルター、中性能フィルター ※フィルター初期圧損は100Pa以下とする。	1	—		
PH-1	給水ユニット	自動給水ユニットシステム 水量 324L/H 付属品 給水タンク、給水ポンプ、制御盤 ユニットベース、フィルター、電磁弁 外気センサー	1	3-200	0.75 (消費電力)	L-S

8. 環境保全

年間削減電力量4,434 [kWh/年]、年間LPG削減量29,106 [kg/年] より、導入した空調設備のCO₂排出削減量は88.9 [トンCO₂/年]、CO₂排出削減率は24.3 [%] となる。

(CO₂排出換算係数は電気：0.350 [kgCO₂/kWh]、LPG：3.0 [kgCO₂/kg] を使用)

9. 工夫した点、発想した点、設備の特徴

①空調機の給気温度可変制御

従来の空調機給気温度固定制御では、除湿を必要としない低湿の外気条件時に於いても固定された給気設定温度まで一旦冷やした後、各部屋の負荷に応じてそれぞれの再熱ヒータによる加熱を行うが、この時、空調機給気温度が固定されているために冷やし過ぎと、冷やし過ぎによる再熱発生²の2重のエネルギーロスを生じる。今回、各部屋の再熱ヒータ制御出力値をPLCに取込んでローセクター比較を行い、最も小さい制御出力値が常にゼロに近づくよう空調機の給気設定温度を可変させる制御を導入し、除湿を必要としない低湿外気条件時の冷やし過ぎを抑制する制御を加えた。

②水噴霧式全熱交換器のエンタルピ効率について

全熱交換により顕熱と潜熱が変化するため、熱交換効率はエンタルピにて次式で与えられる。

$$\eta_{OA} = |I_{SA} - I_{OA}| / |I_{EA} - I_{OA}| \times 100 \quad \dots\dots\dots (1)$$

ここに、 I は比エンタルピ [kJ/kg]

数式にみられるように効率は、外気・排気の比エンタルピ差に対する外気・給気の比エンタルピ差の割合となるため、外気と排気の比エンタルピ差が小さくなる中間期に於いては分母が小さくなり効率100%を越える場合もあり得る。図5に水噴霧式全熱交換器のエンタルピ効率（年間推移）を示す。中間期には効率100%を越えていることがわかる。平均効率として、外気と排気の比エンタルピ差から求めた年間の全熱量に対する回収熱量の総和から年間平均エンタルピ効率を求めると58%になる。

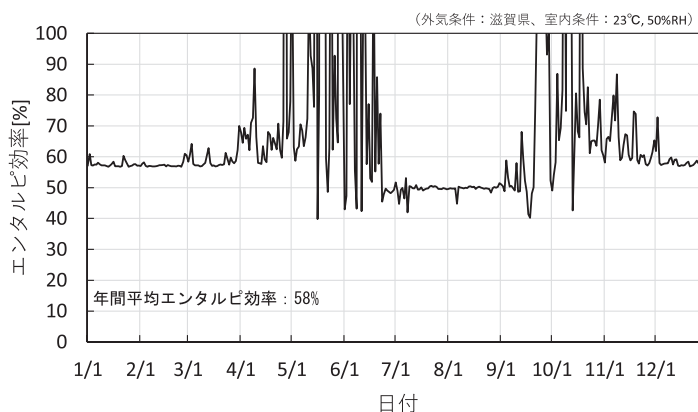


図5 水噴霧式全熱交換器による排熱回収量

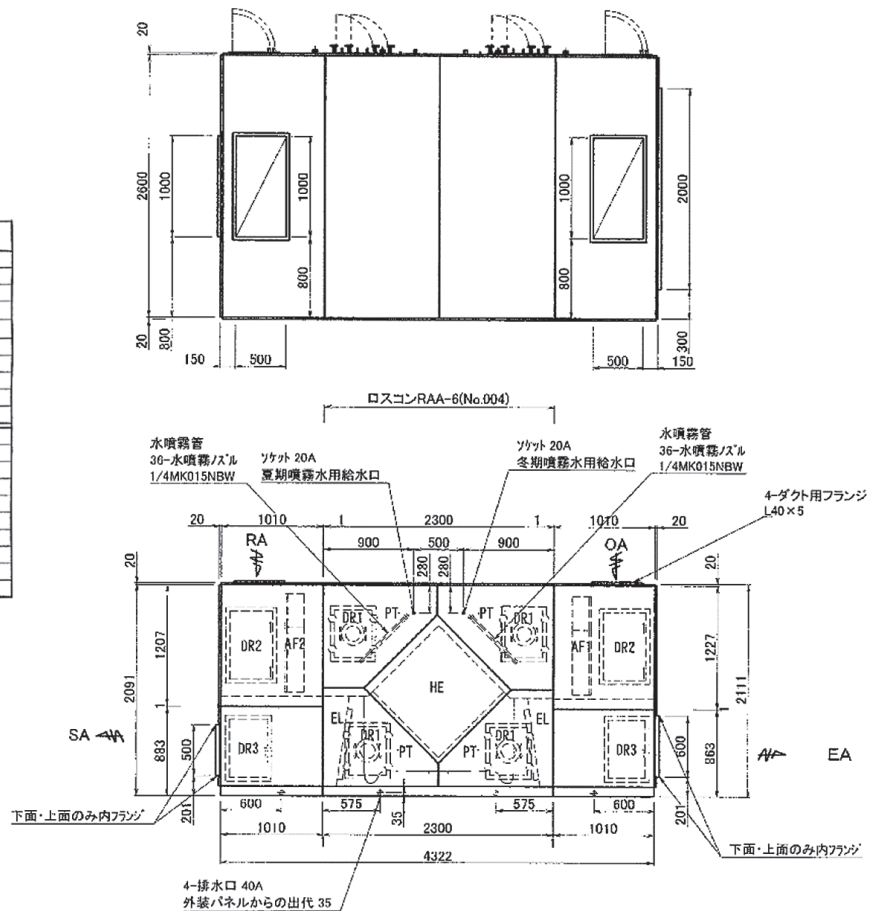
10. 市場性

建築物で使用されるエネルギー消費先のうち空調設備が占める割合は40%～50%と大きい。排熱回収による外気負荷軽減の省エネ手法は空調設備のエネルギー消費を減らすために有効で、なかでも全外気空調方式を採用する施設で大きな省エネ効果が発揮できる。物質移動を伴わずに排熱のエネルギーを無駄なく利用する水噴霧式全熱交換の技術は省エネ・省CO₂と給排気の交叉汚染防止の両立が可能で、近年重要視されるようになった感染症の拡大リスク低減にも応用できる。

11. 外観・構造図

①水噴霧式全熱交換器「RAAロスコン」構成図

品番	機器仕様	
SA	給気風量	13380 m ³ /h
	ユニット静圧損失	359 Pa
HE	全熱交換器	RAA-6 × 1
	外気風量	13380 m ³ /h
	水噴霧量	324 L/h
	水噴霧圧力	0.294 MPa
AF1	中性能フィルタ56(t150)(JIS比色法65%)	フル×3
	1.5段×3列	ハーフ×3
	(7)不織布(JIS質量法74%/ASHRAE質量法81%以上)	フル×3
	1.5段×3列	ハーフ×3
EA	排気風量	13380 m ³ /h
	ユニット静圧損失	359 Pa
HE	全熱交換器	RAA-6 × 1
	排気風量	13380 m ³ /h
	水噴霧量	324 L/h
	水噴霧圧力	0.294 MPa
AF2	中性能フィルタ56(t150)(JIS比色法65%)	フル×3
	1.5段×3列	ハーフ×3
	(7)不織布(JIS質量法74%/ASHRAE質量法81%以上)	フル×3
	1.5段×3列	ハーフ×3



②外観写真



水噴霧式全熱交換器「RAAロスコン」



建物全体

12. 講評

動物実験施設という特殊な施設の空調設備において、施設特有の空調条件に対して従来の方式にとらわれずに、顕熱交換器と水噴霧を組み合わせた方式を採用し、省エネ、CO₂排出量削減を図り、投資回収という面でも優れた成果を挙げた。

空調エネルギーの削減において、外気負荷削減は今後の省エネの大きなテーマであり、その対策として全熱交換器の活用は有力な手法であるが、既存の全熱交換器を利用しにくい条件において、創意工夫によって外気負荷削減の余地があることを示した点が高く評価された。

噴霧水の水処理方法や水噴霧に伴うメンテナンスの在り方についての考え方も、今後資料化することが望まれる。