

新石垣航空基地におけるクールトレント等の環境負荷低減対策について(調査報告)

◎志手克教・○棚原勇¹

¹ 沖縄総合事務局 開発建設部 営繕課 (〒900-0006 沖縄県那覇市おもろまち2丁目1-1)

開発建設部営繕課においては、環境負荷低減対策の取り組みとして、環境配慮型官庁施設(グリーン庁舎)の整備、環境保全性に関する性能を向上させる改修(グリーン改修)を積極的に進めている。平成23・24年度に整備を行った新石垣航空基地においても、環境負荷低減対策として自然エネルギーの利用のため、クールトレント・クールチューブ、太陽熱温水器を沖縄における官庁施設では初めて採用した。その効果を検証するために、温湿度及び光熱使用量などの計測を実施したので報告する。

キーワード 環境負荷低減対策、クールトレント・クールチューブ、太陽熱温水器

1. はじめに

(1) 今回、新石垣航空基地において、環境負荷低減対策として、以下の2点の設備を設置している。

1点目は、冷風設備の外気負荷低減のために採用したクールトレント・クールチューブ。一般的な全館空調設備においては、温湿度、じん埃及び二酸化炭素濃度などを設定値となるよう運転、制御を行い快適で安全な空気環境を形成している。このとき、取り入れた新鮮な外気とレタン空気を混合し、空気調和機で冷たい空気を作り送風を行っているが、この新鮮な外気は、外気温度の影響を受けて冷房にとって外気負荷となっている。クールトレント・クールチューブにより、この外気負荷の低減を図っている。

2点目は、給湯設備において、ガス燃焼により発生する負荷の低減のために採用した太陽熱温水器。太陽光に含まれる赤外線を熱として利用することでガス使用量の低減を図っている。

今回、各設備の整備内容及び検証結果について報告を行う。

(2) 石垣航空基地庁舎の整備概要

【施設概要】

施設名	石垣航空基地
所在地	沖縄県石垣市字盛山222-282
敷地面積	15,172.30m ²
規模・構造	鉄筋コンクリート造 地上3階
	延べ面積 3,018.67m ²
共用開始	平成25年3月
空調設備	空冷パッケージ形空気調和機、全熱交換換気扇ユニット
給湯設備	太陽熱温水器+ガス瞬間湯沸器



写真1 建物外観

本施設は、第十一管区海上保安本部の管下組織として、海洋秩序の維持、海難救助、海上災害の防止、海洋汚染・交通の監視取締り安全確保などのほか、八重山・宮古方面等周辺離島からの急患搬送を24時間体制により遂行する施設である。平成25年3月の新空港移転開港に向けて新石垣航空基地施設の移転整備を行った。

2. クールトレント・クールチューブ

クールトレント・クールチューブ概要及びシステム

地中温度は外気温度に比べて、夏は低く、冬は高くなる。また、深い所では、一年を通しほぼ一定の温度となる。今回、未利用エネルギーである地中熱を利用するためクールトレント・クールチューブを採用した。図1に示すように、建物に導入する外気を、庁舎1階床下(ピット)部を利用したクールトレントと格納庫地中部に敷設したクールチューブに通す

ことで、地中熱と熱交換が行われ、取り入れ外気温度を下げることにより、熱負荷の低減及び、環境負荷の低減を図った。

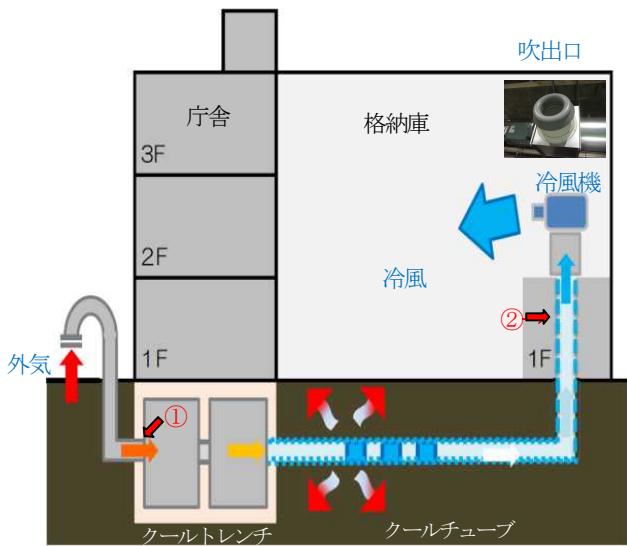


図1 地熱利用整備（クールトレンチ）概要

(1) クールトレンチ・クールチューブ設置状況

クールトレンチは直射日光や外気温度の影響を受けにくい床下に設備配管を設置するトレント（ピット、約7m×約2.1m（7×3スパン）×1.25m（高さ））を利用している。また、クールチューブについては、格納庫床下部分の土中（ポリエチレン管（波付）φ500、64m）に敷設している。図2にクールトレンチ・クールチューブ敷設概要図、写真2に同敷設状況を示す。

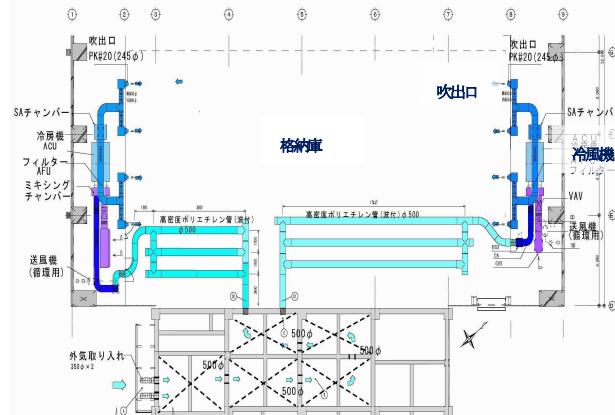


図2 クールトレンチ・クールチューブ敷設概要図

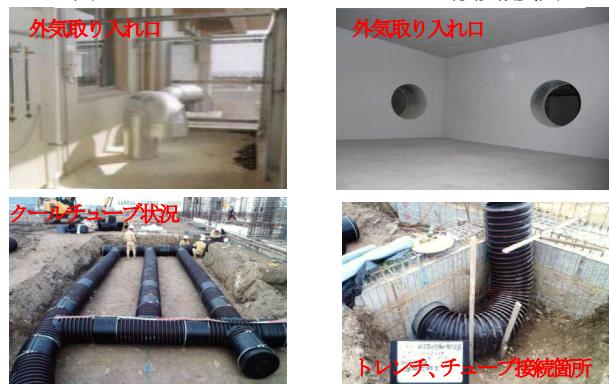


写真2 クールトレンチ・クールチューブ敷設状況

(2) 温度、湿度等の測定点

クールトレンチ・クールチューブの有効性の検証は、取り入れ外気の温湿度（図1の①）及びOA（Outdoor Air）ダクト取り入れ外気温湿度（図1の②）の計測値を用いて行う。また、外気温度、トレント内温度、チューブ内温度、地中温度（内外）及び庁舎取り入れ外気温度それぞれの測定値の傾向について比較を行う。

3. 効果

当該施設では、航空機の運行の安全上、常時かなりの頻度で航空機の定期及び緊急の整備を行っており、安全で効率的な点検整備環境を実現するため、冷風（冷房）設備の設置を行った。整備にあたっては、格納庫の大空間を冷房するには、膨大なエネルギーが必要になるため、整備を行う作業箇所で1.0m/s程度の気流が到達するように機種の選定を行い効果的に快適な作業空間を確保することを目標とした。クールトレンチ及びクールチューブを経由して外気を取り入れることで外気温度を下げ運転に係る外気負荷の低減を図った。冷房期間の5月～10月の取り入れ外気及びOAダクト取り入れ外気の温湿度の平均値から各月の空気の比エンタルピーを求め、外気負荷を算定したところ、約4%程度の削減が図れた。表1に外気の比エンタルピー及び外気負荷を示す。また、クールトレンチ・クールチューブの温度から取り入れ外気温度の低減が確認できた。屋外、格納庫内の地中温度についても、外気温度にあまり影響されず一定であることがわかった。図3に外気、トレント、地中温度の時間変動を示す。

表1 外気比エンタルピー及び外気負荷（W）

	外気温度 (°C)	湿度(%)	①外気の比 エンタルピー (kJ/kg)	冷風機外気 入り口側温 度(°C)	冷風機外気 入り口側湿 度(%)	②冷風機外 気入り口側の 比エンタ ルピー (kJ/kg)
H25. 4月	22.4	78.4	56.4	22.8	82.0	59.3
5月	26.3	84.1	72.8	24.4	90.8	69.1
6月	29.6	86.2	88.4	26.4	83.7	78.7
7月	30.3	82.8	88.7	27.5	88.4	80.2
8月	30.1	83.3	88.1	28.2	88.3	83.1
9月	25.7	68.4	62.0	24.3	73.5	60.1
10月	25.6	68.1	61.5	26.7	74.4	68.7
11月	22.5	69.7	52.8	24.1	76.1	60.7
12月	18.5	70.2	42.5	20.6	73.6	49.0
H26. 1月	14.2	56.2	37.2	20.1	63.6	43.9
2月	19.0	70.1	43.4	20.7	77.3	50.8
3月	20.1	71.1	46.7	21.6	76.9	53.3

	①取り入れ 外気負荷 (W)	②OAダクト 取り入れ外 気負荷(W)	③削減量 ①-②	③/① 削減率
5月	24024	22803	1221	0.051
6月	29172	25971	3201	0.110
7月	29271	26466	2805	0.096
8月	29073	27423	1650	0.057
9月	20460	19833	627	0.031
10月	20295	22671	-2376	-0.117

外気負荷
 $= Q_o \cdot \rho (h_{oj} - h_{hi}) / 3.6 = 0.33 Q_o (h_{oj} - h_{hi})$
Q_o：外気量 (m³/h) 1000m³/h
h_{oj}：外気の比エンタルピー (kJ/kg)
h_{hi}：室内空気の比エンタルピー

（比エンタルピーは空気線図より求めた）

※各月の温度等の平均は24時間平均値

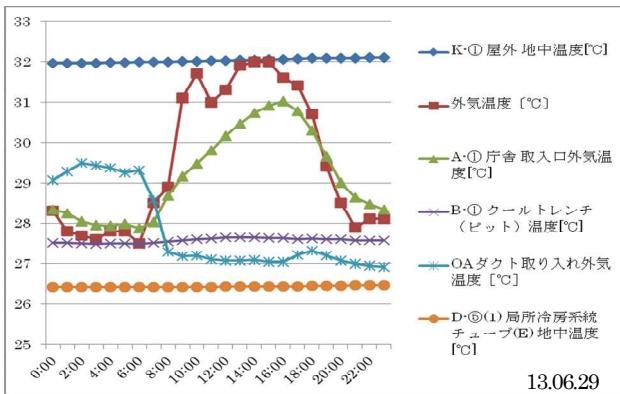


図3 外気、トレンチ、地中温度等の時間変動

4. 太陽熱温水器

太陽熱温水器は、太陽光に含まれる赤外線を熱として利用することで水を温め貯湯し給湯する蓄熱式の給湯器で、住宅では一般的であるが、給湯使用量が少ない事務庁舎ではあまり採用していない。当該施設は、365日24時間体制の施設であり、日々、シャワーの利用が見込まれることから採用した。

(1) 太陽熱温水器設置状況

障害物などで日陰にならないよう庁舎屋上へ設置した。太陽熱温水器及び屋上温水操作部の設置状況を写真3に示す。



太陽光熱温水器

屋上温水操作部

写真3 太陽熱温水器及び屋上温水操作部の設置状況

(2) 水温、使用量などの測定点

太陽熱温水器の有効性を検証するため使用給湯量、燃料使用量、太陽熱温水器入口の水温の測定を行った。また、太陽熱温水器についても今回初めての採用となることから、日射量、外気温度、給湯温度などを測定し、その変動傾向を示す。図4に系統図及び測定箇所、図5に外気温度、日射量及び温水温度等の変動傾向を示す。

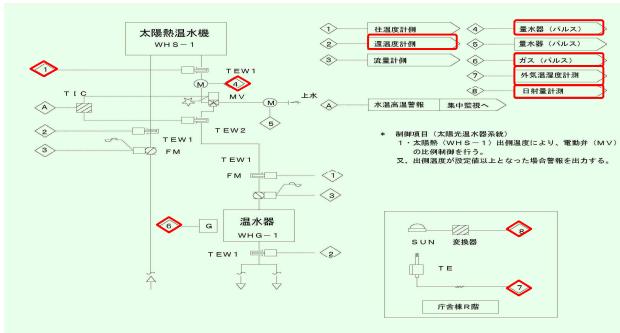


図4 系統図及び測定箇所

5. 効果

当該施設では、設計上、1日のシャワーの平均使用人数としては7人、給湯使用量としては350L/日を想定したうえで、太陽熱温水器は温水をタンクに貯めて使用するため、衛生面などを考慮して1日で使い切るように200Lのタンクの機器を設置した。太陽熱温水器入り口側の各月の平均給水温度から太陽熱温水器を用いなかった場合に、シャワーに使用する給湯すべてを瞬間湯沸器で利用した場合の給湯量及びそれに係るガス消費量を算出した。ガスの年間使用量が約140m³となり、実使用量の50m³と比べると、約90m³の年間ガス使用量が低減できたものと想定する。月毎の平均給水温度、想定ガス消費量等を表2に示す。夏・冬を問わず通年を通して低減効果が出てることがわかる。

また、図5に示すとおり、日射量については各月でばらつきがあるものの、給湯温度(最高値)については日射量と同様な変動を示している。

表2 平均給水温度及び給湯量

	給水平均 温度 (°C/月)	太陽熱温 水器量 水器 (m ³)	給湯熱量 MJ (算出値)	①ガス消 費量 m ³ (算出値)	②ガス消 費量 m ³ (実測値)	①-②
4月	22.29	6.12	1,208	12	5	7
5月	26.66	8.04	1,403	14	6	8
6月	29.85	6.74	1,063	11	4	7
7月	30.59	7.22	1,111	11	3	8
8月	30.52	6.93	1,069	11	3	8
9月	26.64	5.18	904	9	3	7
10月	26.73	6.34	1,104	11	4	7
11月	23.63	5.61	1,068	11	5	6
12月	19.55	5.52	1,168	12	6	6
1月	19.96	6.1	1,278	13	5	8
2月	20.29	5.78	1,201	12	5	7
3月	21.25	5.99	1,215	12	6	6
合計	297.96	75.57	13,791	139	55	84

給湯熱量
=使用水量(m³) × (60-給水平均温度(°C)) / 給湯器熱効率

ガス消費量
=給湯熱量 / ガス発熱量

プロパンガスの発熱量 = 99MJ

設定温度: 60°C

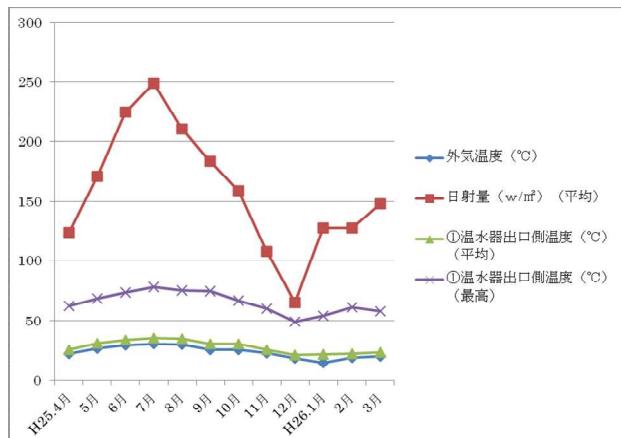


図5 外気温、日射量、温水温度の年間変動

6. 結果

(1) クールレンチについて

(a) 取り入れ外気温湿度及びクールレンチ通過後の冷風機取り入れ外気温湿度の計測から、熱エネルギーを算出することで、外気負荷の低減効果について確認ができた。表1から冷房期間の5月～10月における比エンタルピーの平均は、約4%の低減効果となっている。低減効果がもっとも高い6月、7月については、約10%程度の低減が確認できた。

(b) 地中温度、クールレンチ・クールチューブ内温度、外気温度から、取り入れ外気温度の低減に効果があることが確認できた。設計上、外気温度より1°C程度の低減を見込んでいたが、図3のとおり日の最高で5°Cの低減が確認できた。

(c) 冷房期間中である10月やその他の月の温湿度の条件によっては、クールレンチ内の比エンタルピーが取り入れ外気より大きくなり、熱負荷が増えることがあることが確認できた。

(2) 太陽熱温水器について

(a) 水温、使用水量及びガス消費量を計測し、太陽熱温水器を用いた場合と、用いない場合のガス消費量を比較し、年間で約90m³の低減効果が確認できた。

7. 今後の取り組み（課題）

當緒課では、環境配慮型官庁施設（グリーン庁舎）の整備、環境保全性に関する性能を向上させる改修（グリーン改修）を積極的に進めている。今回、自然エネルギーの利用のため、クールレンチ・クールチューブ、太陽熱温水器を沖縄における官庁施設で初めて採用した。その効果を検証するために、温湿度及び光熱水使用量などの計測を実施し、計測データから、クールレンチ・クールチューブと太陽熱温水器の環境負荷低減の有効性について確認できた。

クールレンチ・クールチューブについては、温湿度の外気の条件によっては、機器の運転について、ダンパー（外気取り入れの制御を行う）の開閉などを行う必要がある。今回のように、冷風の送風が必要な整備員の作業環境確保のための設備として、環境負荷及び取り入れ外気温度の低減など有効であったと考えるが、年間を通した空気環境の整備を行う空気調和設備において採用する場合には、空気条件、施設の使用・運営状況及び有効な運用条件等の詳細な検討が必要と考える。

太陽熱温水器については、太陽熱温水器から供給される湯と水道水とを混合して適正な温度として活用を行うとき、水温によっては、ガス給湯器の追い吹きが必要になる。今後、運転状況を確認し、より有効な運用が図れるよう検

討していきたい。

今後、機器の運用により有効に負荷低減が図れるよう、施設保全に関する実施指導等を活用して取り組みを行っていく。また、県内における採用事例の一つとしてデータの収集等を継続し、今後の施設整備に活用されるよう取り組みを行っていく。

謝辞：今回の調査報告にあたって、設計段及び測定に御協力いただきました、琉球大学工学部・堤純一郎教授、第11管区海上保安部石垣航空基地の関係者の皆様に、深く感謝の意を表しお札を申し上げます。

参考文献

- 1) プロパンガス消費実態調査
(財)日本エネルギー経済研究所 石油情報センター
- 2) 家庭の省エネ大事典
経済産業省エネルギー庁、(財)省エネルギーセンター