

流量制御による省エネ効果 に関する調査報告

(2006.5.31)

(財)建築コスト管理システム研究所
新技術調査検討会

1 はじめに

地球温暖化防止に関する京都議定書が昨年発効され、わが国は、温室効果ガスの排出量を2008年～2012年において1990年比で6%の削減をすることを求められている。この温室効果ガスのうち、約90%がエネルギー起源の二酸化炭素(CO₂)によるものである。

そこで、エネルギー消費の削減をさらに加速するため昨年度「エネルギーの使用の合理化に関する法律の一部を改正する法律」(改正省エネ法)が公布され平成18年4月1日より施行されている。

この中では、各分野におけるエネルギー使用の合理化の推進が一層求められており、建築分野においても新築だけでなく既存建物の大規模改修において、空調設備の省エネ処置の届出義務が追加される等、対策が強化されている。

建築分野における省エネ技術は、建設時或いは建物の運営に関連した様々な省エネ技術が開発され導入されており、既存建物に採用されている省エネ技術も数多く見られる。

新築、既存建物に限らず建築物を維持管理していく上での省エネ技術の導入は、その後数年、数十年に亘ってエネルギー消費の削減に貢献し、地球温暖化防止を含め地球環境問題への取り組みとして効果が期待できる。

今回は、その中から既存建物の省エネに有効である空調設備の搬送動力の削減について考える。最近の新築建物においては、多くの建物で最適化運転が採用されているが、既存建物においてはそうであるとは限らない。熱源や居住空間については、空調負荷に合わせて制御を行っているが、熱源廻りの一次側ポンプの流量を負荷に合わせて制御しているシステムは少ない。

今回の調査では、空調負荷が少なくなった時でも定格運転している一次側ポンプと、負荷の容量に合わせ必要な量だけ搬送するシステムに変更した場合との省エネ効果を比較検討し、その有効性を紹介する。

2 調査概要

流量制御システムを計画する場合、選択するメーカーやシステムによって各々イニシャルコストや省エネ効果に違いがある。

イニシャルコストについては、計画時に立案したシステム仕様でメーカーに問い合わせれば調査

は可能なので、今回の調査対象より省き、今回は流量制御システムの導入前と導入後の消費電力量について、関連する機器に絞って比較検討し削減率を報告する。

消費エネルギーの削減率を検証するには最低でも導入前1年間、導入後1年間のデータが揃っているのが理想的である。しかしながらそのような物件は少なく、特に導入前1年間について対象となる機器のデータが収集できているのは極めて少ない。一方導入後についても、流量制御システム関連の機器に絞って測定していることは少なく、また対象機器の実測データがあったとしてもそれらのデータが公開されている物件は少なく、公表されている内容も限られている。今回は、流量制御システムを考案しているメーカーからデータを取り寄せ、内容に関してヒアリングを行い、その中から導入後1年間のデータが揃っている物件を選別し省エネ効果を検証する。収集したデータで1年間の実測データが揃っていた物件は4件であった。件数が少ないため、建物用途を限定せず調査比較を行う。これら、4物件の1年間の消費エネルギーの動向は違うが、削減率の傾向として捉える分には参考となる。

また、導入前1年間についての消費電力量は、対象機器の定格出力或いは定格運転時の消費電力容量を求め、導入後1年間測定した毎月の運転時間を乗じて算出した想定消費電力量である。

3 流量制御の機能概要

図1は従来方式のフロー図で、図2は従来方式から一次側ポンプを流量制御システムに変更した場合のフロー図である。メーカー各社によって流量制御のシステムの内容に多少の違いはあるが、イメージとしては大差は無いので説明はこれで進める。

ここで、システムにおける一次側とは、冷凍機や冷却塔等の熱源機器、熱源側のヘッダー類及びこれらの中で冷温水や冷却水を循環させるポンプ類をいい、二次側とは空調機器類及びこれらに冷温水を循環させるポンプ類をいう。

従来方式での一次側ポンプの運転は、熱源機の発停と連動しており、熱源機が動いている間定格運転を行い冷温水や冷却水を循環させている場合が多い。負荷が少なくなった時は、熱源機器や空調機器

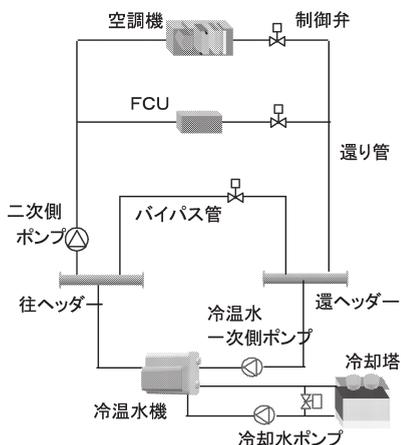


図1 従来方式のフロー図

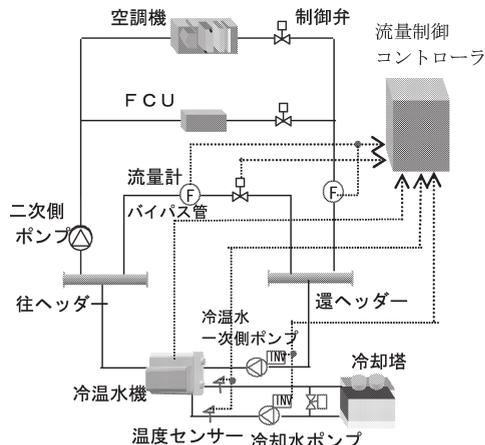


図2 流量制御システム導入後のフロー図

は負荷に合わせ運転容量を絞り込むが、ポンプは定格運転をしており、この場合の定格運転をしているポンプの水量の経路は、バイパス管や制御弁でコントロールされている。二次側ポンプについては、設置されている場合といない場合があり、また大型のシステムでは、複数台設置し台数制御を行っている場合もある。

次に、図1から図2の流量制御システムに変更した場合の、一次側ポンプとしての冷温水ポンプ及び冷却水ポンプの主な変更点及び機能は、以下の通りである。変更点の番号は、次項との関連で通し番号で表す。

(1) 冷温水一次側ポンプ

変更点

- ①流量制御コントローラの設置（冷却水ポンプ用含む）
- ②流量計の設置（バイパス管又は、還り管）
- ③冷温水一次側ポンプにインバータ設置

機能

流量計をバイパス管或いは還り管に設置し、冷温水一次側ポンプに設置したインバータを負荷流量に応じて制御し消費電力量を削減する。この場合、流量計をバイパス管に取付けた場合は、バイパス管の流量をゼロになるように制御し、一方還り管に設置した場合はその負荷流量を検知し冷温水一次側ポンプの流量を制御する。どちらを採用するかは、メーカーによって違う。

(2) 冷却水ポンプ

変更点

- ④冷却水ポンプにインバータ設置
- ⑤冷却水往還配管に温度センサーの設置

機能

冷却水往還配管に温度センサーを設置し、熱源機（冷凍機）の必要な負荷を演算し、冷却水量を制御し消費電力量を削減する。

4 流量制御システムの省エネ効果

調査概要で述べた通り今回紹介する物件は、某事務所ビル（延床面積4,500㎡カック内以下同）、某郵便局（4,800㎡）、某工場（16,000㎡）及び某ホテル（25,000㎡）の4件である。これらについて導入後のシステム及び月別の消費電力と削減量を表とグラフで視覚的に見やすく紹介する。

某事務所ビルについては、順序だてて記述し、また月別の削減量の表も提示しているが、他の3物件については途中までの過程は同様なので、要点のみを記載し、月別の削減量の表は割愛し、削減率は3物件を表3（P.77）にまとめた。

システム変更点の内容については、前項の流量制御の機能概要を参照して頂きたい。

(1) 某事務所ビルの省エネ効果

- 1) 設備概要（熱源構成）及びシステムの変更点

- ・ 熱源構成
 - 吸収式冷温水機（冷却能力） 527kW
 - 冷温水一次側ポンプ（動力） 18.5kW
 - 冷却水ポンプ（動力） 22.0kW

・ システム変更点

- ① 流量制御コントローラの設置
- ② 流量計の設置
- ③ 冷温水一次側ポンプにインバータ設置
- ④ 冷却水ポンプにインバータ設置
- ⑤ 冷却水往還配管に温度センサーの設置

・ その他の事項として二次側ポンプは、設置されていない。

2) 月別消費電力削減量

表1は、流量制御システムの導入前と導入後1年間の月別消費電力量から削減量を求めたものである。定流量時の消費電力は、定格運転時の消費電力を計測し、導入後の流量制御時に測定した月別運転時間を乗じて算出した。流量制御時の消費電力は、実測値である。

図3は、表1で求めた月別の消費電力量を比較したものである。

表1 月別消費電力削減量

月度	消費電力量 [kWh]		
	定流量	流量制御	削減量
1月	2,395	1,040	1,355
2月	3,417	1,398	2,019
3月	2,990	1,190	1,800
4月	287	119	168
5月	610	337	273
6月	9,648	4,468	5,180
7月	10,146	4,713	5,433
8月	10,574	5,176	5,398
9月	8,918	4,384	4,534
10月	853	389	464
11月	1,776	1,370	406
12月	2,678	1,440	1,238
合計	54,292	26,024	28,268

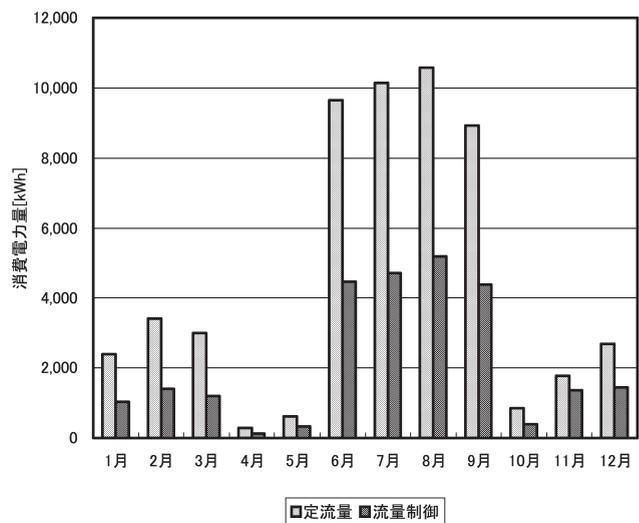


図3 定流量（導入前）と流量制御時（導入後）の月別消費電力量

3) 消費電力削減率

表2は、某事務所の流量制御システム導入前後の消費電力量と削減率を示した表である。

表中の導入後の消費電力量と運転時間は、導入後に実測したポンプ別の消費電力量と、その時の運転時間を示し、導入前の消費電力量は定格運転時の消費電力を計測した計測容量に、導入後の流量制御時に測定した年間の運転時間を乗じて算出した。削減消費電力量は、導入前と後の消費電力量の差で、削減率は導入前の消費電力量に対する比率である。

表2 ポンプ別消費電力削減率

	導入後の消費電力量 (kWh)	運転時間 (h)	導入前の消費電力量		削減消費電力量 (kWh)	削減率 (%)
			計測容量 (kW)	消費電力量 (kWh)		
冷温水一次側ポンプ	13,766	1,686	17,568	29,619	15,853	53.5
冷却水ポンプ	12,258	916	26,936	24,673	12,415	50.3
合計	26,024	—	—	54,292	28,268	52.1

② 某郵便局, 某工場及び某ホテルの省エネ効果

某事務所ビルと同様に, 設備概要(熱源構成), システム変更点及び月別消費電力量(導入前と後のグラフ) についての内容を示し, 導入前後の省エネ効果比較及び削減率については, 3 物件まとめて表3 に示す。

1) 某郵便局の熱源構成, システム変更点及び月別消費電力量(導入前と後のグラフ)

- ・熱源構成
 - 吸収式冷温水機(冷却能力) 527kW
 - 冷温水一次側ポンプ(動力) 18.5kW
 - 冷却水ポンプ(動力) 18.5kW
- ・システム変更点
 - ①流量制御コントローラの設置
 - ②流量計の設置
 - ③冷温水一次側ポンプにインバータ設置
 - ④冷却水ポンプにインバータ設置
 - ⑤冷却水往還配管に温度センサーの設置
- ・その他の事項として, 二次側ポンプは設置されていない。

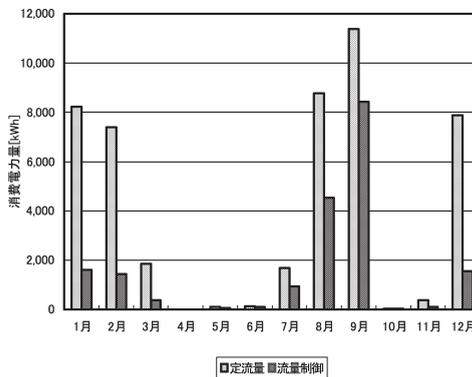


図4 定流量(導入前)と流量制御時(導入後)の月別消費電力量

2) 某工場の熱源構成, システム変更点及び月別消費電力量(導入前と後のグラフ)

- ・熱源構成
 - 吸収式冷温水機(冷却能力) 738kW×3台
 - 冷温水一次側ポンプ(動力) 11.0kW×3台
 - 冷却水ポンプ(動力) 22.0kW×3台
- ・システム変更点
 - ①流量制御コントローラの設置
 - ②流量計の設置
 - ③冷温水一次側ポンプにインバータ設置
 - ④冷却水ポンプにインバータ設置
 - ⑤冷却水往還配管に温度センサーの設置
- ・その他の事項として, 二次側ポンプは設置されている。

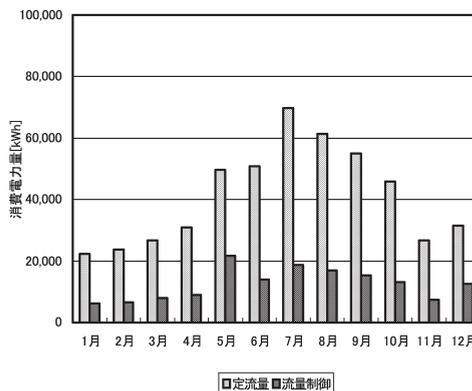


図5 定流量(導入前)と流量制御時(導入後)の月別消費電力量

3) 某ホテルの熱源構成, システム変更点及び月別消費電力量 (導入前と後のグラフ)

- 熱源構成 吸収式冷凍機(冷却能力) 1,264kW×2台
冷水一次側ポンプ(動力) 18.5kW×2台
温水ポンプは, 今回の調査に含めず

・システム変更点

- ①流量制御コントローラの設置
- ②流量計の設置
- ③冷水一次側ポンプにインバータ設置

- ・その他の事項として, 二次側ポンプは設置されている。

温水系統は, 別系統で運転されている。

冷却水ポンプの流量制御は, 採用していない。

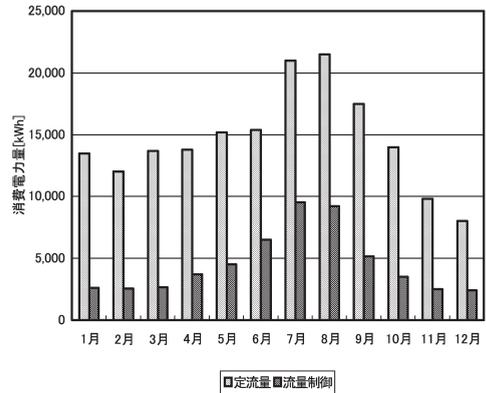


図6 定流量(導入前)と流量制御時(導入後)の月別消費電力量

4) 3 物件の省エネ効果比較及び削減率

表3は, 3物件について流量制御システム導入前後1年間の消費電力量と削減率について一覧表にしたものである。

表3 3物件の省エネ効果比較及び削減率一覧表

件名	導入後の消費電力量 (kWh)	導入前の消費電力量 (kWh)	削減消費電力量 (kWh)	削減率 (%)	備考
某郵便局	19,080	47,809	28,729	60.1	
某工場	149,205	493,869	344,664	69.8	24時間運転
某ホテル	56,234	175,688	119,454	68.0	24時間運転

5 まとめ

事務所ビルにおける削減率は, 50%を超えており削減効果の大きさが分かる。同種の用途と考えてよい郵便局の削減率は, 60%である。両建物の1年間の月別消費電力量を比較してみると消費電力のパターンは似ている。ただ, 郵便局の4月, 5月, 6月及び10月の中間期の消費電力は極端に少なく, また冬季の削減量が多い。これは, 中間期の空調は極力削減し, 冬季の室内温度は低く設定しているためと思われる。

工場及びホテルに関しては, 両建物とも削減率は, 60%台の後半と非常に大きい。これは, 両建物とも24時間運転であるため影響が大きいと思われる。24時間運転の場合, 負荷変動の差が大きい昼間と夜間を通して運転しているためと思われる。また, ホテルの冬季(11月~3月)の流量制御システム導入前後の消費電力量を見てみると導入後が極端に少ない。これは, 暖房の温水系統は別系統で運転されており, 冬季の冷房負荷は少ないからと判断できる。

これらのことから, システム導入に当たって有効な建物としては, 負荷変動があれば効果があり, 変

動幅が大きくなればその有効性も増大する。さらに、24時間運転等空調運転時間の長い建物にも効果が大きいと思われる。

このように、熱源廻りの一次側ポンプを負荷に合わせ流量制御することは、エネルギー削減に効果があることが分かった。それでは、建物全体のエネルギー消費構造から一次側ポンプの構成比率（冷却塔動力含む）はどうであるかという点、5.2%（注）を占めるにすぎない。しかしながらこの数値が半減するならば建物全体から見ても、今後省エネルギーを計画する上で、流量制御システムの導入は有効であるといえるだろう。

最後に、メーカー各社からのヒアリング等によれば、イニシャルコストの償却期間は、配管等付属設備の内容によって変わってくるが単純計算で概ね4～6年程度と試算している。参考として付け加えておく。

なお、本調査は、ダイダイン株式会社及び株式会社山武から技術資料を提供して頂き、その一部を引用していることを付記する。

注：出典は、省エネルギーセンターのホームページ「オフィスビルのエネルギー消費構造の分析」

5.2%の範囲は冷却水ポンプ，冷却塔，冷温水一次側ポンプ，他。

条件としてテナントビルでレントラブル比60%以上（熱源有）の例

〈本調査に対する意見等〉

この調査報告について随時意見を受け付けています。また、記載内容については自由に利用可能としますが、著作権は当研究所に帰属します。

（転載・引用等の場合は、コスト研にご連絡願います。担当：秦 良昌，小川重昭）