

## 環境配慮設備技術の実測検証

はじめに

社団法人 東京都設備設計事務所協会の環境技術委員会では建築設備における環境技術について最新技術の動向を知るために建築設備関連メーカーへのヒアリングや製品見学などを行ったり、あるいは技術セミナーを開催するなどの活動をおこなってきました。温暖化防止、CO2削減、省エネ、地球環境などに対して世間ではいろいろと論議がかもし出され、建築界ではサステナブルな建築としての設備を提案したり、又省エネ法も変わり一次消費エネルギーの算出が求められるようになりました。

建築設備技術者に求められるものは非常に責任重大なものとなっています。その中で、環境配慮技術を計画し実施することが増えてきました。特に太陽光発電、太陽熱利用、雨水利用、地中熱利用などの採用事例は相当数になってきました。又官公庁に限らず民間物件における施主からもこれらの導入を検討する依頼も有り、基本計画の時点で特に経済性についての検討を行わねばならないことも多々ある状況の中で、効果を検証するための資料や算定式なども書籍やインターネットを用いて調べられます。しかし、設置した後のエネルギー消費がどの程度削減されたか、を計測している施設は少なく、又設計者も計画実施しただけで運用がどのようになっているかまで追跡している事例報告などは少ないように思います。

環境技術委員会での話題になり、確かに本当にその効果が出ているのか気になるという意見が多く、では委員会活動として、できる範囲で予測値と実績値とを調べ、同じ効果が得られているのかそれ以上又は以下なのかを調べることになり、採用事例の多い太陽光発電、雨水利用、また以前から採用されている太陽熱利用、さらに最近特に採用検討を依頼される地中熱利用の4システムについて資料収集をすることになりました。

資料収集を行わかったことは、当初から効果を調べることを計画しているものが少なく、予想値の条件が不明だったり、実績値も単位が不明なものがあったり、尺度がそろっていないのか判断しにくいものもありました。

4システムでの予想値と実績値の比較資料を後述し、これらが今後の設計計画の足しになれば幸いですし、また今後環境配慮技術の効果を検証するために設置されるべき計器や運用に対して設計者が提案するための足がかりになればとおもいます。

### 環境技術委員会

担当理事：吉本健二 ((株)明野設備研究所)

中村 滋宏 ((株)設備計画)

委員：渡辺 忍 ((株)設備計画)

山本 廣資 ((有)環境設備コンサルタント)

端本 武志：石橋 諭 (高砂熱学工業(株))

天明 大知 (荏原テクノサーブ(株))

今井 雅博 ((株)空間設備コンサルタント)

川地 政昭 (因幡電機産業(株))

柳下 雅孝 ((有)マンションライフパートナーズ)

海野 法雄 ((株)借設計)

土肥 英晴 (須賀工業(株))

本橋 圭介 (テクノ矢崎(株))

西川俊也 (株)清和設備設計)

下田 耕作 ((株)ピーエーシー)

寫田 成二 ((株)ユニ設備設計)

### 環境技術委員会委員長

渡辺 忍 ((株)設備計画)

# 1 太陽光発電システム

太陽光発電システムの計画時における年間予想発電量と実績値とを調べ、システム容量に対する予想値と実績値の比率を調べた。

今回の調査は各種の年間予想発電量と月毎の実績値資料を整理し、実績値は予想値通りなのか又は隔たりがあるのかを調べ、又概略として計画容量と実績値との関係を調べることにした。

データは多結晶のものが多くを占めたが、単結晶も入手できたので1例ではあるが比較対象とした。

①②⑤は屋根面設置、③④は壁面設置、⑥⑦は平地に設置した例である。

## まとめ

実績値と予想値の比較は、1.08~1.36、予想値は815倍~1,081倍、実績値は1,026倍から1,357倍の値であった。通常年間予想発電量は、設置面の一日当たりの年平均日射量(kWh/m<sup>2</sup>/日)と損失係数(年平均セルの温度上昇、パワーコンディショナ、配線、受光面の汚れなど)、日射強度を考慮して概算値を算出するが、概算として計画容量の1,100倍程度の実績値を見込めそうである、一般的には南面に設置した場合の年間発電量はシステム容量の1,000倍と言われていることも上記より検証ができ、さらに実績は10%程度予想値を上回ることも検証できた。設置角度や、方位、太陽電池の種類にもよるが、大概算として年間予想発電量を計画システム容量の1,000倍から1,100倍見込むことができる。

		①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	
		S社						P社	
時期	年	2011					2012	2012	
システム容量	kW	3.2	4.64	3.16	4.46	2.28	52.7	54	
種類		多結晶	多結晶	多結晶	多結晶	多結晶	薄膜	単結晶	
設置方位		南	南	南:0.79 東:1.1 西:1.26	東:2.445 西:2.445	南	南	南	
予想値	kW/年	3,462	4,999	3,045	4,014	2,458	50,254	44,049	
実績	1月	kW	430	431	264	375	268	2,977	2,876
	2月	kW	303	414	222	321	196	3,141	3,620
	3月	kW	459	603	353	511	301	3,910	4,915
	4月	kW	435	616	374	586	304	5,055	6,234
	5月	kW	359	499	309	494	243	6,087	7,228
	6月	kW	318	524	279	441	216	5,623	6,449
	7月	kW	392	608	354	577	282	6,106	6,824
	8月	kW	361	542	309	487	263	6,707	7,088
	9月	kW	371	491	303	455	253	4,923	4,975
	10月	kW	319	432	241	369	210	4,067	4,319
	11月	kW	284	335	195	285	185	2,916	2,917
	12月	kW	314	336	194	281	202	2,584	2,396
		計	kW	4,345	5,831	3,397	5,182	2,923	54,096
実績/予想			1.26	1.17	1.12	1.29	1.19	1.08	1.36
年間容量/システム容量			1,357.8	1,256.7	1,075.0	1,161.9	1,282.0	1,026.5	1,108.2
予想値/システム容量			1,081.9	1,077.4	963.6	900.0	1,078.1	953.6	815.7

表1 システム容量と予想値及び実績値

## 2 雨水利用

雨水利用は、(社)公共建築協会『排水再利用・雨水利用システム計画基準・同解説(平成16年版)』を基に“年間利用予想値”を算定した。算定のフローを図-1に示す。

また、協会関係者『設計・実績事例』及び、国土交通省『雨水・再生水利用施設実態調査事例集(平成22年版)』を基に“年間利用実績値”を調査した。算定データ及び調査データを基に、それぞれの“雨水利用率”と“上水代替率”を求め、比較した。

“雨水利用率”は、利用された雨水の割合であり、下式により表される。

$$\text{雨水利用率}[\%] = (\text{雨水利用量} / \text{雨水集水量}) \times 100$$

“上水代替率”は、雨水によって賄われた水量の割合であり、下式により表される。

$$\text{上水代替率}[\%] = (\text{雨水利用量} / \text{使用水量}) \times 100$$

(使用水量 = 雨水利用量 + 上水補給水量)

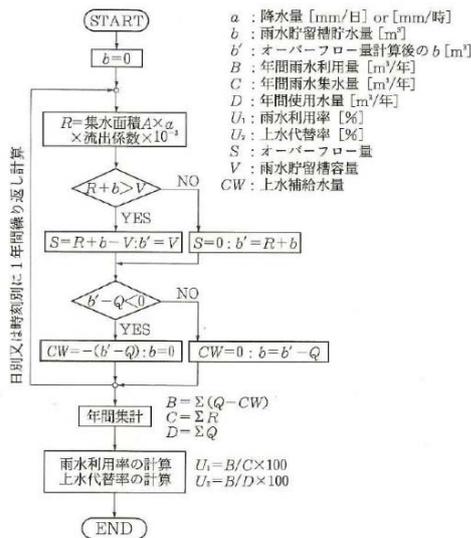


図1 予想値算出フロー

## まとめ

以上により、本検討の雨水利用率は、予想値に対して、実績値は、17~100%と低い値であった。

実際に使用されている雨水の量は、予想値よりも少ない傾向にあることが示唆された。

一方、上水代替率は、予想値に対して、実績値は、96~744%と高い値であった。

雨水利用対象用途として用いられる水が、予想値より高い割合で、雨水によって賄われている傾向が示唆された。これらは主に、予想値の使用水量が、実績値に対し大きい値であった事に起因している。

今回用いた使用水量は、前述のとおりであるが、実際の計画・設計時においても、本検討と同様のデータを用いる場合が多くあると考えれば、雨水利用設備の計画において、“雨水利用率”は『過大』、“上水代替率”は『過少』に認識されている傾向があるとも言える。

ところで、本検討を行い、「予想値と実績値には、こんなにも差異やバラツキがあるのか。」というのが率直な思いである。当然、公表されている情報のみで予想値を検討している。

とは言え、条件整理や算定のプロセスは、気象庁の気象データや空衛学会の基準などに基づいている。改めて、予想値を設定する難しさを感じる。

特に本検討では、トイレなどの雑排水系統の上水使用量の設定に頭を抱えた。最終的には、学会基準を参照した。

雨水利用は、有効な自然エネルギー利用だと考えるが、実績値のサンプル数が少なく、予想値と実績値が乖離しているように感じた。実績値を把握し、予想値を向上させるためにも、計測器は、計画時に適材適所に検討するよう努めたい。

表1 調査物件の予想値と実績値

No.	施設名	予想値		実績値		差異(実/予)	
		U1: 雨水利用率	U2: 上水代替率	U1: 雨水利用率	U2: 上水代替率	U1: 雨水利用率	U2: 上水代替率
1	某事務所A	78	51	21	49	27%	96%
2	某事務所B	100	25	100	90	100%	360%
3	某学校	51	13	38	71	75%	546%
4	某運動場	89	9	53	67	60%	744%
5	某工場	12	35	2	79	17%	226%

### 3 太陽熱利用

太陽熱給湯の年間予測集熱量と実績集熱量とを調べ、システム容量に対する実績値の比較し、その効果を調べた。

今回の調査物件は下記に示す、給湯専用利用となります。

入所者 146、通所者 80 人規模の看護・介護・リハビリテーションなどの療養や生活を支援する施設です。通所により機能訓練や余暇活動も行います。

#### ●データ

- 測定地：神奈川県小田原市内
- 測定日時：2012年4月～2013年3月
- 集熱機器：平板チューブインシート形
- 集熱規模：パネル5枚組×8セット＝パネル合計：40枚
- 集熱器1台当たりの集熱量：25,020kJ／台・日
- 集熱器1台当たりの集熱量：13,099kJ／㎡・日

【注記】：集熱器の集熱量については、太陽集熱器が北緯 35° の地点に対地角度 35° で南に向け設置されたときに、春分の日に評価基準日射量に定める1日当たりの日射量の下で理論的に集熱し得る1台当たりの集熱量を基準に、設置台数と日数／月を乗じた理論値で、実際の集熱量とは異なります。

#### ●まとめ

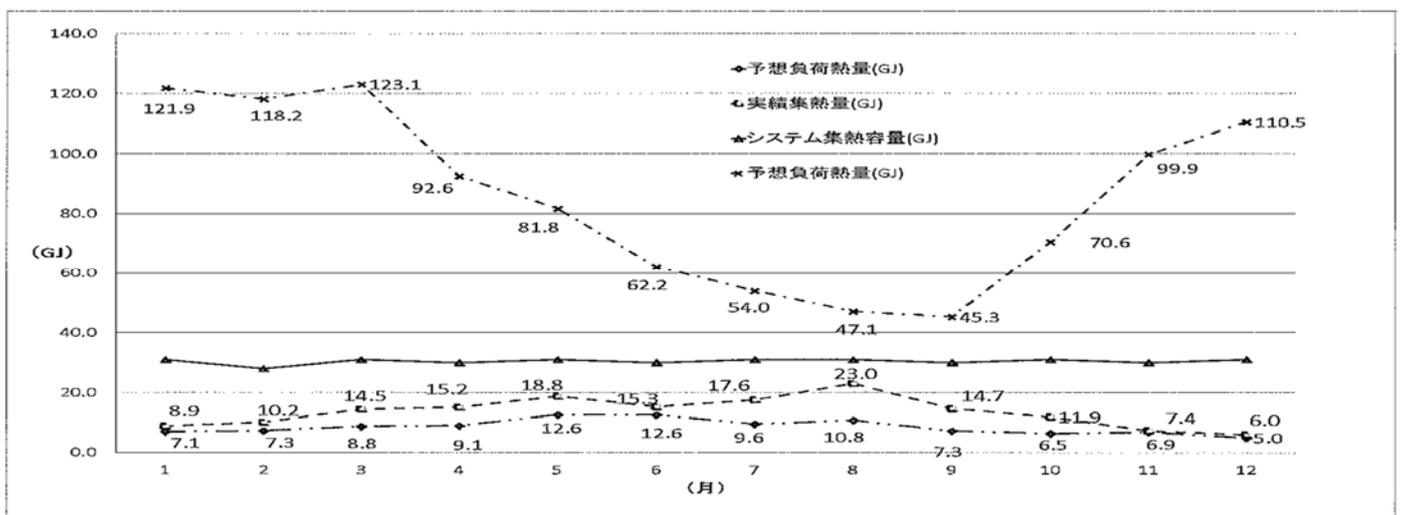
グラフ1より、②予測集熱量と④実績集熱量の差が年間平均値で予測集熱量の157.8%当初の予測値を大きく上回る結果であるました。

②予測集熱量曲線と④実績集熱量曲線が平行に変化していること11月～1月の冬季では予測集熱量と実績集熱量がほぼ一致したことは、集熱特性としては概ね適正な計画であった事が、この二つのことから分かります。

最後に今回のテーマである、システム容量(理論値)に対する実績値は44.8%で、この時の⑤実績太陽熱依存率が15.9%を得られることが検証できました。

表1 調査物件の予想値と実績値

NO	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨
項目	予想負荷熱量(GJ)	予想集熱量(GJ)	予想太陽熱依存率(%)	実績集熱量(GJ)	実績太陽熱依存率(%)	予測値に対する実績値の比率(%)	実績集熱量最大月に対する各月の比率(%)	システム集熱容量(GJ)	システム集熱容量に対する実績集熱量率(%)
凡例	×	◆	②/①	■	④/①	④/②	④/④の8月	理論値	④/⑧
1月	121.9	7.1	5.8	8.9	7.3	125.4	38.7	31.0	28.7
2月	118.2	7.3	6.2	10.2	8.6	139.7	41.3	28.0	36.4
3月	123.1	8.8	7.1	14.5	11.8	164.8	63.0	31.0	46.8
4月	92.6	9.1	9.8	15.2	16.4	167.0	66.1	30.0	50.7
5月	81.8	12.6	15.4	18.8	23.0	149.2	81.7	31.0	60.6
6月	62.2	12.6	20.3	15.3	24.6	121.4	66.5	30.0	51.0
7月	54.0	9.6	17.8	17.6	32.6	183.3	76.5	31.0	56.8
8月	47.1	10.8	22.9	23.0	48.8	213.0	100.0	31.0	74.2
9月	45.3	7.3	16.1	14.7	32.5	201.4	63.9	30.0	49.0
10月	70.6	6.5	9.2	11.9	16.9	183.1	51.7	31.0	38.4
11月	99.9	6.9	6.9	7.4	7.4	107.2	32.2	30.0	24.7
12月	110.5	5.0	4.5	6.0	5.4	120.0	26.1	31.0	19.4
合計	1027.2	103.6	10.1	163.5	15.9	157.8		365.0	44.8



グラフ1 予想値と実績値

## 4 地中熱利用

地中熱利用ヒートポンプシステムによる冷暖房熱処理の省エネルギー性を一般的な冷暖房システムにおけるエネルギー消費量の“予想値”と当該システムの“実績値”を比較し、その効率を調べた。

今回の調査にあたっての対象建物は新築建物であり、建物全体のうちの1階に存する「幼稚園教室」と「保育園教室」の2系統のみに当該システムが設置されている。比較するにあたって、予想値はNEDO申請時の「システム導入前標準年間エネルギー消費量」とし、実績値は2010年度に提出した「NEDO提出エネルギーデータ」とした。今回の地中熱システムは「ボアホール方式」であり、地中熱交換器はダブルU字方式(100m深)、対象2室のヒートポンプ機(4台)に専用電力計を配置して、3年間連続で計測した。

### まとめ

以上により、「地中熱利用空調システム」を導入した対象室は予想値に対して、実績値は約70%弱程度のエネルギー消費量削減になっている。

一般的に「地中熱利用ヒートポンプシステム」は、「都内のオフィスビルにおいては空調電力消費量(全館採用の場合)を年間49%程度削減出来る(地中熱利用促進協会の資料による)」と云われている。今回はエネルギー削減率が約68%という結果であったが、建物が新築ということで比較する対象値の予想値をNEDO申請時の数値を採用したということでもあったため、この削減率が妥当な数値であったのかどうか半断しがたいところである。しかし、かなりの削減効果が期待出来るのは間違いないと思われる故、設置費用さえクリアできれば、相当に有効なシステムである。

表1 システム設置室の予想値と実績値

対象室名	対象面積 ㎡	予想値 (換算値) MJ/年	2010年		2011年		2012年		平均 削減率 %
			実績値 MJ/年	削減率 %	実績値 MJ/年	削減率 %	実績値 MJ/年	削減率 %	
対象施設部	2,702.74	1,620,754							
幼稚園教室系	160.0	95,917	30,079	▲68.6	38,566	▲59.8	26,748	▲72.1	
保育園教室系	101.4	60,810	19,384	▲68.1	18,417	▲69.7	13,579	▲77.7	
(小計)	261.4	156,727	49,463	▲68.4	56,983	▲63.6	40,324	▲74.3	▲68.7

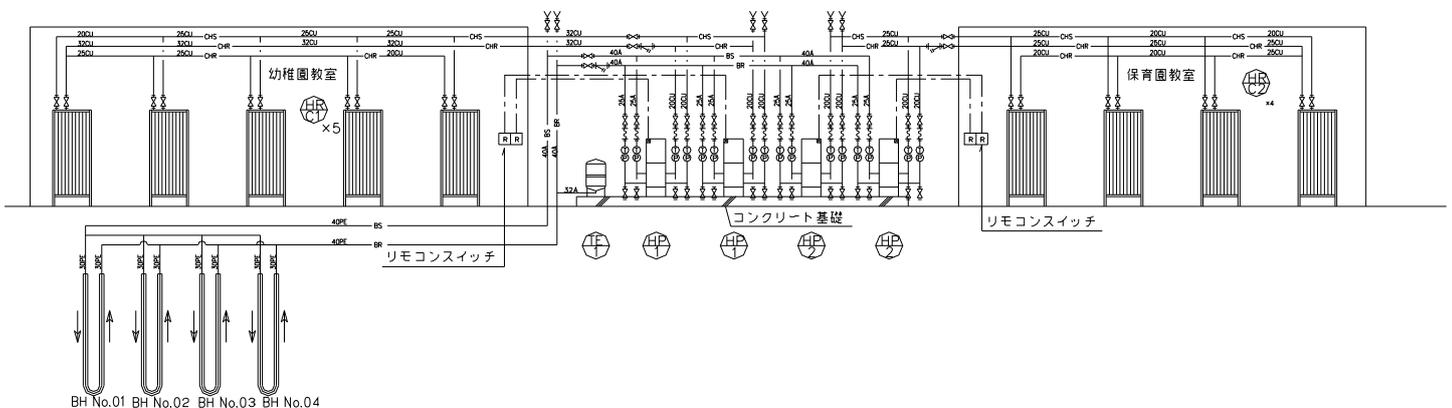


図1 地中熱利用ヒートポンプシステム図