

# 建築物理学講座

## 最終講「暖房その2」



田中 辰明

(お茶の水女子大学名誉教授・工博) (お茶の水女子大学田中研究室・博士(生活科学))

柚本 玲

### 1 放熱器の種類

ドイツの放熱器はドイツ工業規格DIN4703等によって規定されている。規格による放熱器は放熱量も規定されているが、当然規格外の放熱器も製造されている。DIN 4703のBlatt 1ではラジエーターの放熱量についてDIN 4703のBlatt 2では平板形放熱器の放熱量について、DIN 4704では放熱器の試験方法について、DIN4720では鑄鉄製ラジエーターの寸法について、DIN4722では銅製放熱器の寸法について、DIN4733ではコンベクターについて規定している。

放熱器はその形態により対流成分による放熱が多いものと、放射成分による放熱が多いものとに分類される。平板放熱器で1枚の平板からなるものは対流50%、放射50%、2枚の平板からなるものは対流65%、放射35%、3枚の平板からなるものは対流75%、放射25%の割合で放熱が行われる。

これに対しセクショナルの細柱形のもの是对流75%、放射25%の割合で放熱が行われる。Fig. 1にDIN4720による鑄鉄製放熱器の取り付け寸法を、Fig. 2にDIN4722による銅製放熱器の取り付け寸法を示す。またそれぞれの規格による放熱量をTable 1、Table 2に示す。

放熱器の接続方式にも1管式や2管式等さまざまな方式がある。一つの放熱器の放熱量が同じである場合の接続方式の相違による温水温度、放熱面積の比較をFig 3に示す。これは平板型放熱器にも細柱放熱器にも適用される。放熱器の面積という点からは放熱器弁を持つ2管式システムと1管式システムが有利である。1官式システムは建設費も安くなるが、使用されない部屋も常に暖房が行われる方式である。

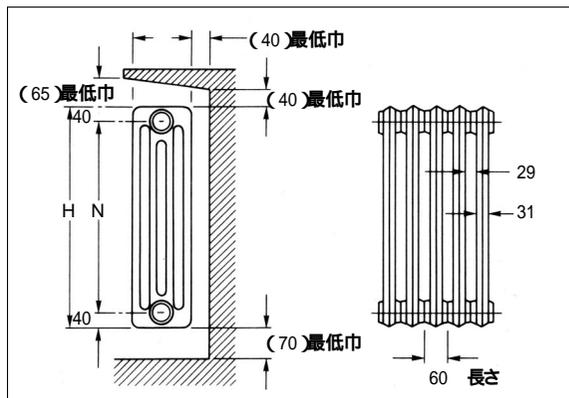


Fig. 1 DIN4720による鑄鉄製放熱器

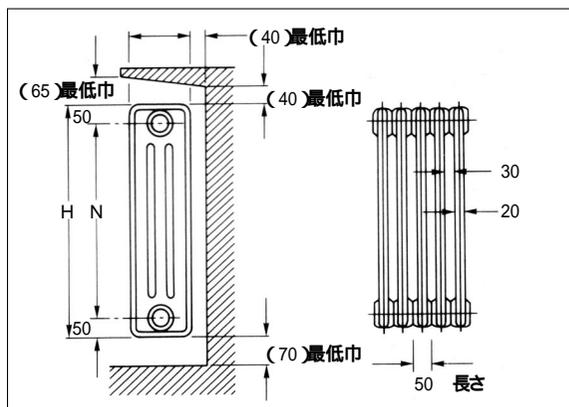


Fig. 2 DIN4722による銅製放熱器

### 2 低温式暖房とは

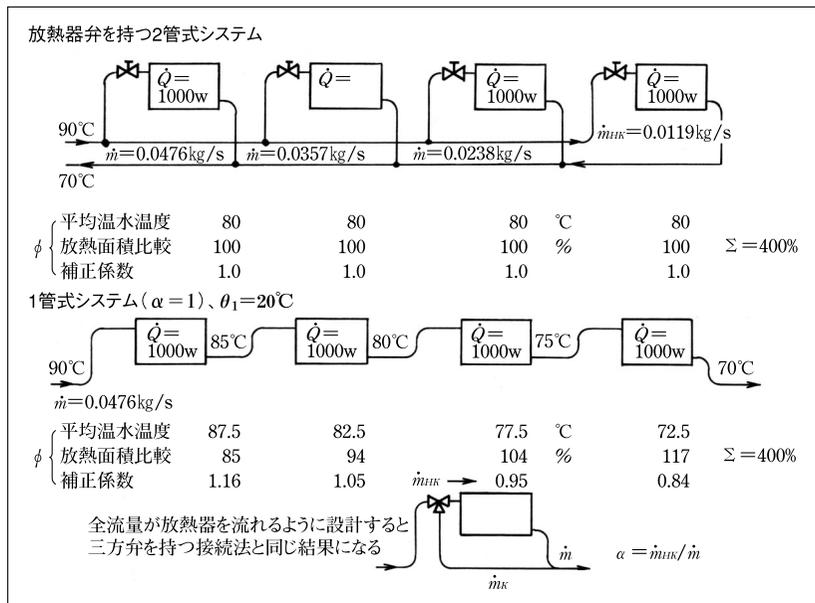
低温式暖房とは通常であると送り水温90、返り水温70として行う温水暖房の水温をこれより下げて行おうというものである。したがって熱源としてヒートポンプ、太陽熱、温泉熱等を使用するのにも適している。また熱供給発電による地域暖房やコジェネレーションで

Table 1 DIN4720による鋳鉄製(節柱計)放熱器の技術データ

放熱器高さ (mm)	配管距離 (mm)	幅 (mm)	1節柱の 放熱面積 (mm <sup>2</sup> )	放熱量		1節柱の 水量 (dm <sup>3</sup> )	1節柱の 質量 (kg)
				1節柱 あたり (J/h)	放熱器 1 mあたり (J/mh)		
280	200	250	0.185	330773	5514279	0.9	9.7
430	350	160	0.185	334960	5581271	0.8	4.5
		220	0.255	443822	7398429	1.1	5.6
580	500	70	0.120	247033	4115821	0.5	3.2
		110	0.180	330773	5514279	0.8	4.1
		160	0.255	452196	7536600	1.1	5.4
980	900	220	0.345	586180	9768271	1.3	7.1
		70	0.205	401952	6699200	0.8	5.1
		160	0.440	736912	12280471	1.5	9.6
		220	0.580	937888	15630071	1.9	12.5

Table 2 DIN4722による銅製(節柱計)放熱器の技術データ

放熱器高さ (mm)	配管距離 (mm)	幅 (mm)	1節柱の 放熱面積 (mm <sup>2</sup> )	放熱量		1節柱の 水量 (dm <sup>3</sup> )	1節柱の 質量 (kg)
				1節柱 あたり (J/h)	放熱器 1 mあたり (J/mh)		
300	200	250	0.16	276342	5610580	0.97	1.70
450	350	160	0.155	267968	5359360	0.98	1.55
		220	0.21	355895	7117900	1.21	2.20
600	500	110	0.14	263781	5275620	0.88	1.43
		160	0.205	355895	7117900	1.18	2.06
		220	0.285	460570	9211400	1.57	2.88
1000	900	110	0.24	439635	8792700	1.18	2.43
		160	0.345	565245	11304900	1.72	3.48
		220	0.48	732725	14654500	2.39	4.83

Fig. 3 放熱器の接続方式による放熱器面積の比較<sup>1)</sup>

は返り水温度を低くしてプラントに返すことができるので発電効率を上げることができる。放熱器においては放射による放熱成分が大きくなり、やわらかい感じの快適性に富んだ暖房を行うことができる。また配管内の水温が低いため、ボイラを含めてシステム全体からの熱損失が減少するなどの長所を持つ。一方、同じ熱負荷をまかなおうとすると放熱器が大きくなるという欠点もある。しかし1973年秋に起こった石油危機の後、「低温式暖房」が流行し始めたので、建物の断熱性、窓回りの気密性の向上も進み、ドイツの例では放熱器の大きさは石油危機以前の送り水温90、返り水温70の暖房の場合と

同等、または10%増し程度ですんでいるとのことである。

### 3 低温式暖房の放熱器放熱量

ドイツでは送り水温90、返り水温70を基準として放熱器放熱量を定めDINとして規格化を行っている。放熱量の試験はベルリン工科大学ヘルマンリーチェル研究所やシュツットガルト大学で行われ、規格品としての合否認定が行われている。この放熱器を低温式暖房に用いると放熱量が異なってくるが、この計算法は、たとえ

ば参考文献2に記述されている。これはダルムシュタット工科大学のW.Kast教授、H.Klan博士らによって研究されたものであるが、概要は次のようである。

#### 4 温水暖房用放熱器からの放熱

放熱器からの熱放出はDIN4701による熱負荷計算方法で算出された熱負荷をまかなえるように選定される。放熱器からの伝熱は放射と対流によって行われる。温水暖房用放熱器は次のように分類される。

1)セクショナル型放熱器、2)平板型放熱器(プレス型放熱器)、3)管状放熱器、4)特殊な型の放熱器、5)面状放熱器(床暖房など)

放熱量 $q$ (W)はセクショナルタイプにしる、フィン付タイプにしる1mあたりの放熱量を示している。標準の温水暖房の場合、送り温水温度 $t_v = 90$ 、返り温水温度 $t_R = 70$ 、室温 $t_L = 20$ として設計しているの、基準の温度差 $t_n$ は次のようになる。

$$t_n = \frac{t_v + t_R}{2} - t_L = 60K$$

平均の放熱器温度 $t_m$ は次のようになる(DIN4701)。

$$t_m = \frac{t_v + t_R}{2} = 80$$

室内空気温度 $t_L = 20$ とすると規格の放熱量は次のようになる(DIN4704)。

換算

(1)標準条件以外の場合、温度差に対し放熱量 $q$ は次のようになる。

$$q = f_1 q_n \dots\dots\dots (1)$$

$$\text{ここに } f_1 = \left( \frac{t}{t_n} \right)^n = 1.30$$

放熱量は平均熱媒流量 $m$ の影響を受けるので $q = f(m_H)$ という関係になる。温度差が $100K < t < 30K$ の場合、1.3以外の指数関数 $n$ を持つ放熱器では係数 $f_1$ は近似値となる。

(2)大きめの温度差 $t_v - t_R$ に対しては放熱量 $q$ は次のようになる。

$$q = f_1 f_2 q_n \dots\dots\dots (2)$$

$$\text{ここに } f_2 = \left( \frac{1.0094 \cdot 2^{\frac{1-c}{1+c}}}{1_n^{\frac{1}{c}}} \right)^n$$

次の条件を満たす場合(2)式を用いて放熱量を求める。

$$C = \frac{t_R - t_L}{t_v - t_L} < 0.7 \dots\dots\dots (3)$$

(3)気圧 $P$ が $P = 1013.3 \text{ mbar}$ よりもはずれる場合は放熱量が異なり、放熱量のうち放射成分 $s$ を考慮しなければいけない。

$$q = q_n / (s + (1-s) \rho_p)$$

$$\text{ここに } \rho_p = \left( \frac{P_0}{P} \right)^{\alpha(n-1)} \dots\dots\dots (4)$$

放射成分は次のようになる。

セクショナル放熱器： $s = 0.25$ 、対流成分のない1列の平板型放熱器(プレス型)： $s = 0.40$ 、対流成分のない2列の平板型放熱器(プレス型)： $s = 0.25$ 、対流成分のある1列の平板型放熱器(プレス型)： $s = 0.25$ 、2列または3列の平板型放熱器(プレス型)： $s = 0.15$ 、コンベクター： $s = 0$

標準の放熱量、すなわち規格の放熱量 $q$ は送り湯が放熱量の上方より入り、下方より出るように接続されていることを前提としている。その他の接続法に対しては効率は著しく低下する。

金属塗装を行った場合も放熱量は減少する。また放熱器が壁がんに設置されている場合は少なくとも4%、放熱器の上部に覆いのある場合も4%、全面的にカバーがある場合は10%の効率低下を見込まなければならない。

<参考文献>

- 1) Bach Niedertemperaturheizung Verlag; C.F. Müller; Karlsruhe
- 2) VDI- WärmAtlas 4. Auflage 1984; VDI- Verlag, Düsseldorf (1984)
- 3) 田中辰明: 防寒構造と暖房: 理工図書(1993)

「建築仕上技術者のための建築物理学講座」は今号が最終講となります。ご愛読ありがとうございました。