

## 低温式暖房用放熱器の放熱量

田中辰明 (工学博士)

(株)大林組技術開発本部企画管理部

### 1. はじめに

昭和60年4月16日にシュツットガルト大学のバハ教授らをお招きして空気調和衛生工学会主催の「日独暖房シンポジウム」が東京六本木の国際文化センターで開催された。このシンポジウムでバハ教授より「低温式暖房」が紹介され、わが国でも昭和61年度の空気調和衛生工学会学術講演会と同時に開催された、同学会北信越支部主催のシンポジウムで「低温式暖房」がテーマになるなど話題を呼んだ。

低温式暖房とは通常であると送り湯90℃、返り湯70℃として行う温水暖房の水温をこれより下げて行なおうというものである。従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は返り湯温度を低くしてプラントに返す事ができるので発電効率を上げることができる。放熱器においてはふく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なうことができる。また配管内の水温が低い為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湯90℃、返り湯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。

### 2. 低温式暖房の放熱器放熱量

ドイツでは送り湯90℃、返り湯70℃を基準として放熱器放熱量を定めD I N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ュル研究所やシュツットガルト大学で行なわれ、規格品としての合否認定が行なわれている。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、この計算法は例えば文献1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。

### 3. 温水暖房用放熱器からの放熱

放熱器からの熱放出はD I N4701による熱負荷計算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ふく射と対流によって行なわれる。

温水暖房用放熱器は次のように分類される。

- \* セクショナル型放熱器
- \* 平板型放熱器 (プレス型放熱器)
- \* 管状放熱器
- \* 特殊な型の放熱器
- \* 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1 m当たりの放熱量を示している。標準の温水暖房の場合、送り湯温度 $t_v=90$ ℃、返り湯温度 $t_R=70$ ℃、室温 $t_L=20$ ℃として設計しているので基準の温度差 $\Delta t_n$ は次のようになる。

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

平均の放熱器温度 $t_m$ は次のようになる。(D I N 4701)

$$t_m = \frac{t_v + t_R}{2} = 80 \text{ }^\circ\text{C}$$

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。(D I N4704)

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。

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

ここに  $f_1 = \left( \frac{\Delta t}{\Delta t_m} \right)^n, n = 1.30$

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  $100K < \Delta t < 30K$  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。

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

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、放熱量のうちふく射成分  $s$  を考慮しなければいけない。

$$q = q_n / (s + (1 - s) f_p) \dots\dots\dots(4)$$

ここに

$$f_p = \left( \frac{P_0}{P} \right)^{2(n-1)}$$

ふく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、即ち規格の放熱量  $q$  は送り湯が放熱器の上方より入り、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。

金属塗装を行な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カバーがある場合も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いけない。

#### 4. 低温水暖房に用いる放熱器の放熱量

本報文第3章に記述した方法により各種放熱器を低温水暖房に用いた場合の放熱量を求めた。送り湯90℃、返り湯70℃が標準の放熱量で、低温暖房用としては60℃/40℃、55℃/35℃、50℃/30℃、60℃/50℃、50℃/40℃の5ケースを求めた。室温はいずれの場合も20℃としている。第1図に鋳鉄製セクショナル放熱器、第2図に鋼製セクショナル放熱器、第3図に鋼製管型放熱器、第4図に細柱型放熱器、第5図にしゅう曲型放熱器、第6～7図に平板型放熱器、第8～15図にプレス型平板放熱器の例を示した。実験により係数  $f$  を求める際に用いられる指数  $n$  が求められるが、ここでは第7図の2列にした平板型放熱器では  $n = 1.35$ 、第9図の2列型プレス式平板放熱器では  $n = 1.35$ 、第10図のフィン付1列型プレス式平板放熱器では  $n = 1.34$ 、第11図のフィン付2列型プレス式平板放熱器では  $n = 1.35$ 、第12図のフィン付3列型プレス式平板放熱器では  $n = 1.365$  を用いている。第15図の両面フィン付3列型プレス式放熱器では  $n = 1.43$  を用いている。これ以外の放熱器では全て  $n = 1.30$  を用いて計算を行なっている。

対流成分が多くなる傾向の放熱器では低温式暖房とすることで放熱量の減少の割合が増すことが計算結果から明らかになる。

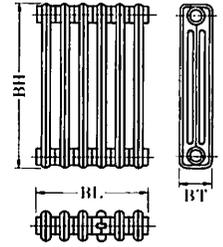
送り湯と返り湯の温度差が大きいと放熱器を流れる流量が減少し、放熱量も減少する。温度差が小さい場合は(1)式、大きい場合は(2)式を用いて放熱量を決定するが、この判定に(3)式が用いられている。ここで示した計算例では送り湯60℃、返り湯50℃の場合  $c = 0.75$  となるので(1)式が適用されるが、送り湯50℃、返り湯40℃の場合  $c = 0.666$  となり(2)式が適用される。温度差が20Kある場合は全て(2)式の適用となった。

#### 5. 低温式暖房に用いられる放熱器

バッハ教授は昭和60年4月に来日された後も数

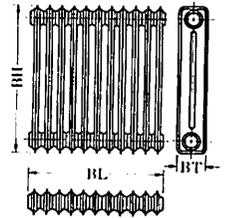
第1図 鋳鉄製セクショナル放熱器 (D I N 4720) (放熱量は1セクション当たり  
W高さ・幅は単位mm)

BH (高さ) mm	280	430	430	580	580	580	580	980	980	980
BT (幅) mm	250	160	220	70	110	160	220	70	160	220
90/70	92	93	122	68	92	126	162	111	204	260
60/40	36	36	48	27	36	49	63	43	80	102
55/35	28	28	37	20	28	38	49	33	61	78
50/30	20	20	26	15	20	27	35	24	44	56
60/50	46	46	61	34	46	63	80	55	101	129
50/40	29	30	39	22	29	40	52	35	65	83



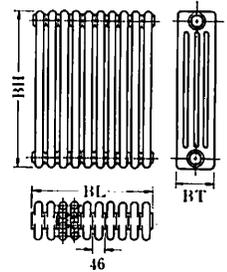
第2図 鋼製セクショナル放熱器 (D I N 4722) (放熱量は1セクション当たり  
W高さ・幅は単位mm)

BH (高さ) mm	300	450	450	600	600	600	1,000	1,000	1,000
BT (幅) mm	250	160	220	110	160	220	110	160	220
90/70	77	74	99	73	99	128	122	157	204
60/40	30	29	39	29	39	50	48	61	80
55/35	23	22	30	22	30	39	37	47	61
50/30	17	16	21	16	21	27	26	34	44
60/50	38	37	49	36	49	64	61	78	101
50/40	25	24	32	23	32	41	39	50	65



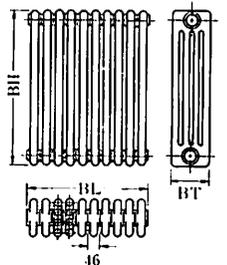
第3図(1) 鋼製管型放熱器 (D I N 4703) (放熱量は1セクション当  
り W高さ・幅は単位 mm)

	2 柱型	3 柱型	4 柱型	5 柱型	6 柱型
BT (幅) mm	65	100	140	178	215
BH (高さ)=300 mm					
90/70	29	41	53	64	76
60/40	11	16	21	25	30
55/35	9	12	16	19	23
50/30	6	9	11	14	16
60/50	14	20	26	32	38
50/40	9	13	17	20	24



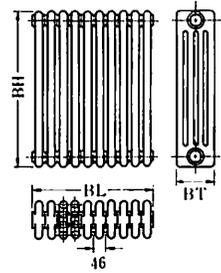
第3図(2) 鋼製管型放熱器 (D I N 4703) (放熱量は1セクション当  
り W高さ・幅は単位 mm)

	2 柱型	3 柱型	4 柱型	5 柱型	6 柱型
BT (幅) mm	65	100	140	178	215
BH (高さ)=350 mm					
90/70	34	48	63	75	88
60/40	13	19	25	29	34
55/35	10	14	19	23	26
50/30	7	10	14	16	19
60/50	17	24	31	37	44
50/40	11	15	20	24	28



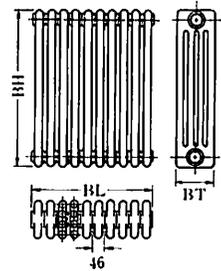
第3図(3) 鋼製管型放熱器 (DIN 4703) (放熱量1はセクション当たり W高さ・幅は単位 mm)

	2柱型	3柱型	4柱型	5柱型	6柱型	
BT (幅) mm	65	100	140	178	215	
BH (高さ)=400 mm	90/70	38	55	70	86	100
	60/40	15	21	27	34	39
	55/35	11	17	21	26	30
	50/30	8	12	15	18	21
	60/50	19	27	35	43	50
	50/40	12	18	22	27	32



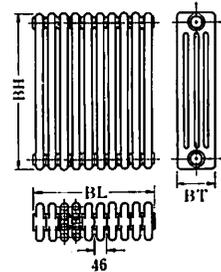
第3図(4) 鋼製管型放熱器 (DIN 4703) (放熱量は1セクション当たり W高さ・幅は単位 mm)

	2柱型	3柱型	4柱型	5柱型	6柱型	
BT (幅) mm	65	100	140	178	215	
BH (高さ)=450 mm	90/70	44	62	78	97	113
	60/40	17	24	30	38	44
	55/35	13	19	23	29	34
	50/30	9	13	17	21	24
	60/50	22	31	39	48	56
	50/40	14	20	25	31	36



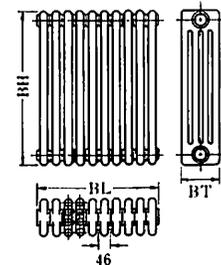
第3図(5) 鋼製管型放熱器 (DIN 4703) (放熱量は1セクション当たり W高さ・幅は単位 mm)

	2柱型	3柱型	4柱型	5柱型	6柱型	
BT (幅) mm	65	100	140	178	215	
BH (高さ)=500 mm	90/70	49	69	87	107	126
	60/40	19	27	34	42	49
	55/35	15	21	26	32	38
	50/30	11	15	19	23	27
	60/50	24	34	43	53	63
	50/40	16	22	28	34	40



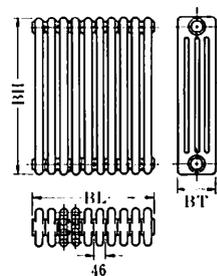
第3図(6) 鋼製管型放熱器 (DIN 4703) (放熱量は1セクション当たり W高さ・幅は単位 mm)

	2柱型	3柱型	4柱型	5柱型	6柱型	
BT (幅) mm	65	100	140	178	215	
BH (高さ)=550 mm	90/70	55	74	95	117	138
	60/40	21	29	37	46	54
	55/35	17	22	29	35	42
	50/30	12	16	20	25	30
	60/50	27	37	47	58	68
	50/40	18	24	30	37	44



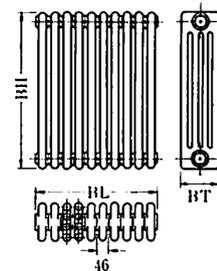
第3図(7) 鋼製管型放熱器 (DIN 4703) (放熱量は1セクション当たり W高さ・幅は単位 mm)

	2柱型	3柱型	4柱型	5柱型	6柱型	
BT (幅) mm	65	100	140	178	215	
BH (高さ)=600 mm	90/70	59	81	103	127	151
	60/40	23	32	40	50	59
	55/35	18	24	31	38	45
	50/30	13	17	22	27	32
	60/50	29	40	51	63	75
	50/40	19	26	33	40	48



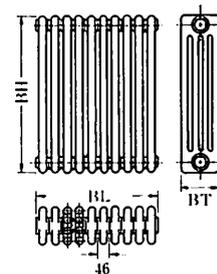
第3図(8) 鋼製管型放熱器 (DIN 4703) (放熱量は1セクション当たり W高さ・幅は単位 mm)

	2柱型	3柱型	4柱型	5柱型	6柱型	
BT (幅) mm	65	100	140	178	215	
BH (高さ)=750 mm	90/70	74	101	128	157	184
	60/40	29	39	50	61	72
	55/35	22	30	39	47	55
	50/30	16	22	27	34	40
	60/50	37	50	64	78	91
	50/40	24	32	41	50	59



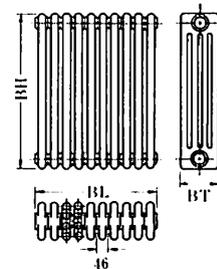
第3図(9) 鋼製管型放熱器 (DIN 4703) (放熱量は1セクション当たり W高さ・幅は単位 mm)

	2柱型	3柱型	4柱型	5柱型	6柱型	
BT (幅) mm	65	100	140	178	215	
BH (高さ)=900 mm	90/70	90	119	150	185	219
	60/40	35	47	59	72	86
	55/35	27	36	45	56	66
	50/30	19	26	32	40	47
	60/50	45	59	74	92	109
	50/40	29	38	48	59	70



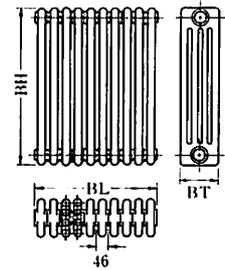
第3図(10) 鋼製管型放熱器 (DIN 4703) (放熱量は1セクション当たり W高さ・幅は単位 mm)

	2柱型	3柱型	4柱型	5柱型	6柱型	
BT (幅) mm	65	100	140	178	215	
BH (高さ)=1000 mm	90/70	98	131	166	203	241
	60/40	38	51	65	79	94
	55/35	29	39	50	61	73
	50/30	21	28	36	44	52
	60/50	49	65	82	101	120
	50/40	31	42	53	65	77



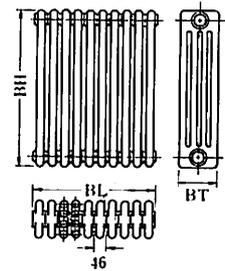
第3図(11) 鋼製管型放熱器 (D I N 4703) (放熱量は1セクション当たり W高さ・幅は単位 mm)

	2柱型	3柱型	4柱型	5柱型	6柱型
B T (幅) mm	65	100	140	178	215
B H (高さ) = 1100 mm	107	143	181	221	263
90/70					
60/40	42	56	71	86	102
55/35	32	43	54	67	79
50/30	23	31	39	47	56
60/50	53	71	90	110	131
50/40	34	46	58	70	84



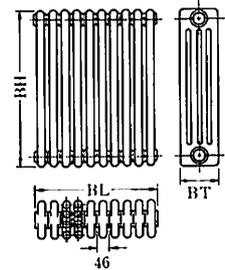
第3図(12) 鋼製管型放熱器 (D I N 4703) (放熱量は1セクション当たり W高さ・幅は単位 mm)

	2柱型	3柱型	4柱型	5柱型	6柱型
B T (幅) mm	65	100	140	178	215
B H (高さ) = 1200 mm	116	156	197	240	280
90/70					
60/40	45	61	77	94	109
55/35	35	47	59	72	84
50/30	24	34	42	52	60
60/50	58	77	98	119	139
50/40	37	50	63	76	89



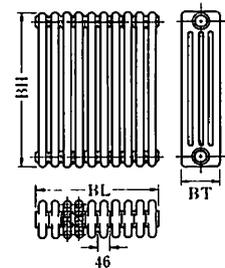
第3図(13) 鋼製管型放熱器 (D I N 4703) (放熱量は1セクション当たり W高さ・幅は単位 mm)

	2柱型	3柱型	4柱型	5柱型	6柱型
B T (幅) mm	65	100	140	178	215
B H (高さ) = 1500 mm	142	192	242	288	335
90/70					
60/40	55	75	95	113	131
55/35	43	58	73	87	101
50/30	30	41	52	62	72
60/50	70	95	120	143	166
50/40	45	61	77	92	107



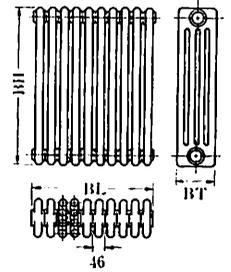
第3図(14) 製鋼管型放熱器 (D I N 4703) (放熱量は1セクション当たり W高さ・幅は単位 mm)

	2柱型	3柱型	4柱型	5柱型	6柱型
B T (幅) mm	65	100	140	178	215
B H (高さ) = 1800 mm	167	228	287	343	399
90/70					
60/40	65	89	112	134	156
55/35	50	69	86	103	120
50/30	36	49	62	74	86
60/50	83	113	142	170	198
50/40	53	73	91	109	127



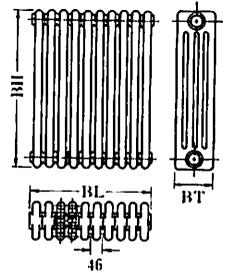
第3図(15) 鋼製管型放熱器 (DIN 4703) (放熱量は1セクション当たり W高さ・幅は単位 mm)

	2柱型	3柱型	4柱型	5柱型	6柱型
BT (幅) mm	65	100	140	178	215
BH (高さ)=2000 mm					
90/70	188	253	318	378	442
60/40	73	99	124	148	173
55/35	57	76	95	114	133
50/30	40	54	68	81	95
60/50	93	126	158	189	219
50/40	60	81	101	120	141



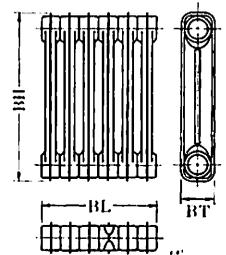
第3図(16) 鋼製管型放熱器 (DIN 4703) (放熱量は1セクション当たり W高さ・幅は単位 mm)

	2柱型	3柱型	4柱型	5柱型	6柱型
BT (幅) mm	65	100	140	178	215
BH (高さ)=2500 mm					
90/70	233	316	395	465	541
60/40	91	123	154	182	211
55/35	70	95	119	140	163
50/30	50	68	85	100	116
60/50	116	157	196	231	268
50/40	74	101	126	148	172



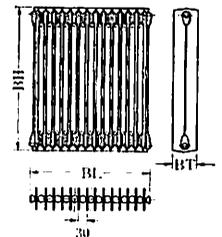
第4図 細柱型放熱器 (放熱量は1セクション当たり W高さ・幅は単位 mm)

BH (高さ) mm		472	572	672	972
BT (幅) =72 mm					
90/70	45	54	63	92	
60/40	18	21	25	36	
55/35	14	16	19	28	
50/30	10	12	14	20	
60/50	22	27	31	46	
50/40	14	17	20	29	



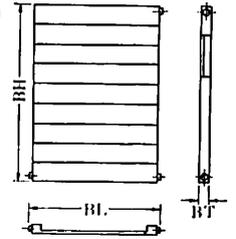
第5図 しゅう曲型放熱器 (放熱量は1m長さ当たり W高さ・幅は単位 mm)

BHさ (高) mm	450			600			1,000		
BT (幅) mm	40	80	100	40	80	100	40	80	100
90/70	904	1,352	1,525	1,149	1,704	1,051	1,809	2,189	3,077
60/40	353	528	596	449	666	411	707	855	1,202
55/35	272	407	459	346	513	316	545	659	926
50/30	194	290	327	247	366	226	388	470	661
60/50	449	671	757	570	846	522	898	1,086	1,527
50/40	288	431	486	366	543	335	576	698	981



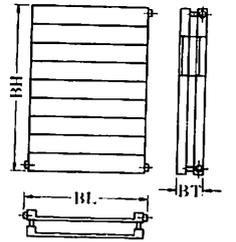
第6図 平板型放熱器, 1列型 (D I N 4703 第2部)  
(放熱量は長さ1m当たり W高さは単位 mm)

BH (高さ) mm	200	300	400	500	600	700	800	900
90/70	267	400	525	650	773	893	1,010	1,125
60/40	104	156	205	254	302	349	395	440
55/35	80	120	158	196	233	269	304	339
50/30	57	86	113	140	166	192	217	242
60/50	132	198	261	323	384	443	501	558
50/40	85	127	167	207	246	285	322	359



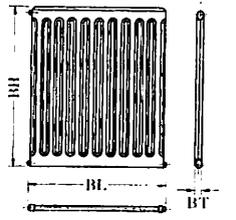
第7図 平板型放熱器, 2列型 (D I N 4703 第2部)  
(放熱量は長さ1m当たり W高さは単位 mm)

BH (高さ) mm	200	300	400	500	600	700	800	900
90/70	454	673	881	1,078	1,263	1,436	1,599	1,750
60/40	177	263	344	421	494	561	625	684
55/35	137	203	265	324	380	432	481	527
50/30	97	145	189	231	271	308	343	376
60/50	219	325	426	521	610	694	772	845
50/40	138	205	269	329	385	438	488	534



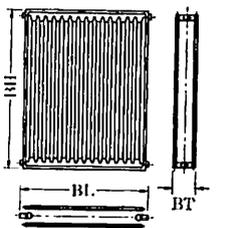
第8図 平板型放熱器, プレス型, 1列型 (D I N 4703 第2部)  
(放熱量は長さ1m当たり W高さは単位 mm)

BH (高さ) mm	200	300	400	500	600	700	800	900	1,000
90/70	294	425	556	684	810	935	1,058	1,180	1,300
60/40	115	166	217	267	317	365	413	461	508
55/35	88	128	167	206	244	281	318	355	391
50/30	63	91	119	147	174	201	227	253	279
60/50	146	211	276	339	402	464	525	586	645
50/40	94	135	177	218	258	298	337	376	414



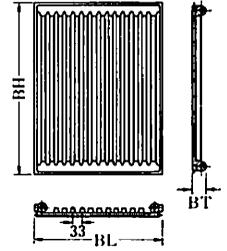
第9図 平板型放熱器, プレス型, 2列型 (D I N 4703 第2部)  
(放熱量は長さ1m当たり W高さは単位 mm)

H (高さ) mm	200	300	400	500	600	700	800	900	1,000
90/70	500	727	945	1,157	1,360	1,556	1,744	1,924	2,093
60/40	195	284	369	452	531	608	681	752	818
55/35	151	219	284	348	409	468	525	579	630
50/30	107	156	203	248	292	334	375	413	449
60/50	242	351	456	559	657	752	842	929	1,011
50/40	152	222	288	353	415	475	532	587	638



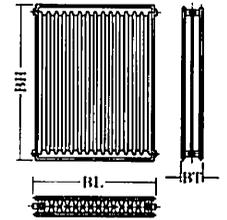
第10図 平板型放熱器，プレス型，フィン付1列型（幅43mm）  
（放熱量は長さ1m当たり W高さ単位 mm）

BH（高さ）mm	350	500	600	900
90/70	670	925	1,087	1,549
60/40	262	361	425	605
55/35	202	278	327	466
50/30	144	199	233	333
60/50	325	449	528	752
50/40	206	285	334	477



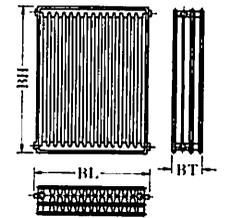
第11図 平板型放熱器，プレス型，フィン付2列型（幅80mm）  
（放熱量は長さ1m当たり高さ単位 mm）

BH（高さ）mm	350	500	600	900
90/70	1,211	1,586	1,870	2,850
60/40	473	620	731	1,114
55/35	365	477	563	858
50/30	260	341	402	612
60/50	585	766	903	1,377
50/40	369	484	570	869



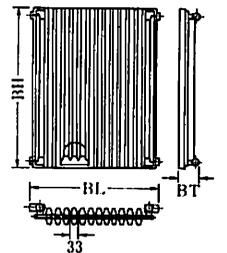
第12図 平板型放熱器，プレス型，フィン付3列型（幅142mm）  
（放熱器は長さ1m当たり W高さ単位 mm）

BH（高さ）mm	350	500	600	900
90/70	1,773	2,460	2,882	3,956
60/40	693	961	1,126	1,545
55/35	534	740	868	1,191
50/30	381	528	619	850
60/50	852	1,182	1,385	1,901
50/40	536	744	871	1,196



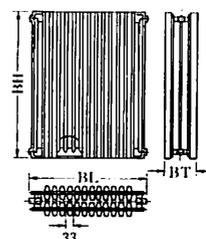
第13図 平板型放熱器，プレス型，両面フィン付，1列型（幅60mm）  
（放熱量は長さ1m当たり W高さ単位 mm）

BH（高さ）mm	260	390	520	650	900
90/70	787	1,125	1,433	1,705	2,129
60/40	308	440	560	666	832
55/35	237	339	431	513	641
50/30	169	242	308	366	457
60/50	380	543	692	824	1,028
50/40	240	343	437	520	649



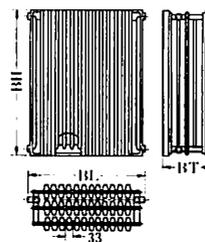
第14図 平板型放熱器，プレス型，両面フィン付，2列型（幅130mm）  
（放熱量は長さ1m当たり W高さは単位 mm）

BH（高さ）mm	260	390	520	650	900
90/70	1,456	2,018	2,540	2,999	3,732
60/40	569	789	993	1,172	1,458
55/35	438	607	765	903	1,123
50/30	313	433	545	644	801
60/50	698	967	1,217	1,437	1,788
50/40	438	607	764	903	1,123



第15図 平板型放熱器，プレス型，両面フィン付3列型（幅190mm）  
（放熱量は長さ1m当たり W高さ・幅は単位 mm）

BH（高さ）mm	260	390	520
90/70	2,129	2,848	3,575
60/40	832	1,113	1,397
55/35	641	857	1,076
50/30	457	612	768
60/50	985	1,318	1,654
50/40	605	810	1,016



回来日され関係者と暖房技術に関し意見交換を行なった。日本の温水暖房設備をいくつか見学され意見を述べられたので参考までにここに記す。

- ①日本の温水暖房ではボイラーをいくつかに分割して設置している例が多いがドイツなら一缶で済ませるし、またそうすべきである。日本人にこのことをいうと「故障時のことを考慮して複数台の設置を行なった」というがボイラーはバーナーの故障はあってもそれ以外の故障はありえない。バーナーに関しては予備バーナーを持つものもあるので問題はない。また最近のボイラーは低温式暖房を意識して作られ低負荷運転を行なっても効率が下がらないのが特徴である。
- ②腐食問題を避ける為、配管は密閉式を用いるべきであるが、日本ではシステムが密閉式であっても膨張水そうが開放式のものがある。膨張水そうも密閉式を用いるべきである。
- ③放熱器につけたサーモスタットバルブで水を切る音がするシステムがあるが、これはエアがシ

ステムに混入しているのでエア抜きをしなければいけない。竣工後エア抜きは行なわれているはずであるが、エアが入るのは設計がおかしいか、保守がおかしいのである。シーズンごとの運転開始時にシステム内の水を交換したという話を聞いたことがあるが、折角酸素の抜けた水を交換してはいけない。こういう事も引き渡し時に設計者や工事担当者が管理者によく説明すべきである。日本でボイラの腐食を問題にするのは暖房システムの管理が悪いからでないか。物理の現象は日本でもドイツでも同じであるから同じ管理を行なえば日本でも腐食問題は起こらないはずである。

- ④放熱器にエアがたまると、水の中の酸素を引き出し鉄と結合する。そして水素がでるので、放熱器内の空気は水素になっている。これが俗にいう「腐食空気」であるが、サーモスタットバルブで水を切る音がするシステムでは、放熱器のエア抜きを出し着火すると炎も出さずにきれいに燃焼するはずである。これが水素の燃焼で

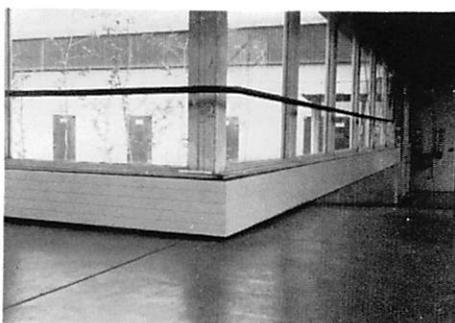


写真1 低溫式暖房に用いられる放熱器の例  
(平板型, プレス型)

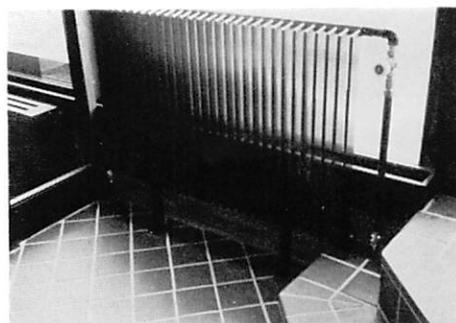


写真4 低溫式暖房に用いられる放熱器の例  
(特殊な型放熱器の後方が見とれる)



写真2  
低溫式暖房に用いられる放熱器の例  
(長い廊下に管式で設置されている)

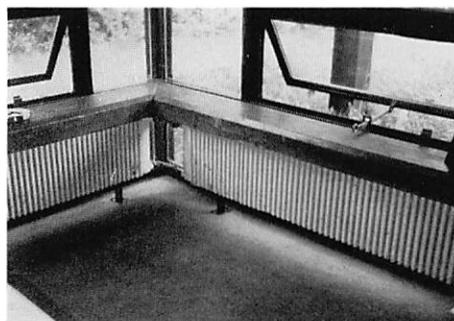


写真5 低溫式暖房に用いられる放熱器の例  
(フィンが出ていて建築デザイナーに好まれるが物に当たらないように配慮する必要有り)

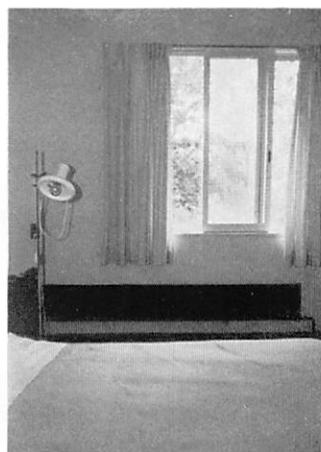


写真3  
低溫式暖房に用いられる放熱器の例  
(寝室に設置の例)

#### 参考文献

1. VDI-Wärmeatlas 4. Auflage 1984, VDI-Verlag, Düsseldorf
2. Bach Niedertemperaturheizung Verlag C. F. Müller, Karlsruhe
3. 寺沢達二 日本西独シンポジウム(東京) / 暖房技術 西ドイツの暖房事情 空気調和衛生工学第59巻第10号
4. 小宮英孝 日本西独シンポジウム(東京) / 暖房技術省エネルギー手法と室内環境並びに暖房技術における将来の方向 空気調和衛生工学第59巻第10号

ある。

- ⑤ホテル等でベッドの近くに放熱器を設置してある例があったがこれは良くない。ベッドに放熱の影響がないように設置すべきである。

(以上)