

## 温突暖房空間의 內表面 輻射熱傳達率에 關한 研究\*\*\*\*

Radiation Heat-Transfer Coefficient of the Indoor  
Surface in Ondol Heating Space

孫 章 烈\*, 安 炳 旭\*\*, 辛 容 太\*\*\*  
J. Y. Sohn, B. W. Ahn, Y. T. Shin

### ABSTRACT

The radiation heat-transfer coefficient is generally used to calculate radiant heat exchange of heating space. The coefficient is evenly adopted in most cases, but it is not correct in actual cases.

The purpose of this paper is to grasp the changing aspect of radiation heat-transfer coefficient needed for heating load calculation of radiant heating space. Surface temperatures are measured in an Ondol space, and the coefficients are derived and examined. Gebhart's Absorption Factor Method is used for the calculations of the rates of instantaneous radiant exchange in the room.

As the result, it is confirmed that the coefficients are variant according to surface temperatures, and proper coefficients are needed for each of conditions.

### 1. 머리 말

暖房空間의 室內 各表面에서는 항상 對流와 輻射에 의한 熱傳達이 이루어지고 있으며, 各表面에서 일어나는 熱傳達 現象의 綜合的인 結果가 그 時의 室溫을 형성하게 되므로 暖房空間에서의 熱의 流出入을 解析하기 위해서는 壁, 바닥, 天障 등 各表面에서의 輻射와 對流에 의한 熱傳達 現象을 精確하게 규명하여야 한다.

일반적으로 對流熱傳達 現象은 이른바 Newton의 冷却法則에 의한 對流熱傳達率을 적용함으로써 비교적 쉽게 계산할 수 있으나 輻射

에 의한 傳熱現象은 室內 各表面間의 다양한 關係와 室內相互輻射 등으로 인하여 그 수식적 적용이 복잡하게 된다. 이러한 점은 熱負荷 計算을 복잡하게 하기 때문에 일반적으로는 열전달현상을 종합적으로 고려하여 綜合熱傳達率(對流熱傳達率 + 輻射熱傳達率)을 적용함으로써 계산을 간단하게 하고 있다. 즉, 輻射熱傳達率이란 概念을 도입하여 各壁面과의 輻射傳熱을 室內空氣와 壁面과의 傳熱로 置換하고 對流熱傳達率에 加算하는 방법으로 各壁面마다 독립적인 熱交換을 계산하고 있다.

그러나, 綜合熱傳達率은 暖房空間의 特性에

\* 正會員, 漢陽大學校 工科大學.

\*\* 正會員, 忠清實業專門大學,

\*\*\* 正會員, 漢陽大學校 大學院

\*\*\*\* 이 論文은 1987年度 文敎部 자유공모과제 학술연구조성비에 의하여 연구되었음

관계없이 대부분 일률적으로 적용되고 있는 것이 보통이다. 이러한 熱傳達率중 복사에 의한 열전달률은 各 表面溫度가 비슷한 對流式 暖房에서는 表面마다 비슷한 값을 보일 것으로 생각되나 輻射暖房空間에서는 放熱面, 受熱面 등에 따라 달라질 것으로 예상되며 그 檢討가 요망된다.

本 研究에서는 輻射暖房空間의 精確한 熱負荷 解析에 필요한 內表面 輻射熱傳達率의 變化樣相을 把握할 目的으로 실제의 온돌난방공간을 대상으로 各 內表面溫度를 實測하고 Gebhart의 吸收係數法에 의한 輻射傳熱量을 算定함으로써 室內相互輻射를 고려한 內表面 輻射熱傳達率의 變化樣相을 分析하였다.

## 2. 輻射熱傳達率의 概念

일반적으로 輻射熱傳達率의 定義로는 다음의 2가지를 생각할 수 있다.<sup>1)</sup> 하나는 2 壁面間의 輻射熱交換의 4승항을 선형화할 때 그 두면간의 溫度差에 관계되는 係數를 輻射熱傳達率로 나타내는 것이다. 즉, 2면으로써 어떤 面 1 (自己形態係數  $F_{11} = 0$ )과 周壁 (平均輻射溫度  $T_r$ )을 생각하면 이 경우 輻射熱交換은 式(1)과 같이 표현할 수 있다.

$$Q_1 = \epsilon_1 \sigma (T_1^4 - T_r^4) \cdot A_1 \\ = 4 \epsilon_1 \sigma T_m^3 (T_1 - T_r) \cdot A_1 \dots \dots \dots (1)$$

- 여기서  $Q_1$  : 輻射傳熱量
- $\epsilon_1$  : 面 1의 輻射率
- $\sigma$  : Stefan-Boltzmann 상수
- $T_1$  : 面 1의 表面溫度
- $T_m$  : 平均溫度
- $A_1$  : 面 1의 面積

式(1)에서  $4\sigma T_m^3$ 은 溫度係數  $k$ 라하며  $\epsilon_1 k$ 를 輻射熱傳達率로써 고려한다.  $T_m$ 을 상온부근에서  $T_m = 283 \sim 293$  [K]로 하면  $k$ 는 4.4 ~ 4.9의 값을 나타내며 面 1의 輻射率  $\epsilon_1$ 을 0.9로 할때  $\epsilon_1 k$ 는 4.0 ~ 4.4 [kcal/m<sup>2</sup>h]로 된다.

또 다른 輻射熱傳達率의 概念은 室的 簡易熱交換計算에서 이용하는 것으로 壁面間의 傳

熱을 室內氣溫 ( $T_R$ )과 壁面溫度와의 差에 비례한다고 할 때의 輻射熱傳達率 ( $\alpha_r$ )로써 式(2)와 같이 나타낼 수 있다.

$$Q_1 = \epsilon_1 \sigma (T_1^4 - T_r^4) \cdot A_1 \\ = \alpha_r (T_1 - T_R) \cdot A_1 \dots \dots \dots (2)$$

式(1)에서  $T_r = T_R$ 로 가정하는 경우 (대류난방의 경우)에는 바로 式(2)로 변형하는 것이 가능하지만 室內表面溫度가 모두 다른 경우(복사난방의 경우)에는 式(2)로의 변형이 더욱 복잡하게 된다.

式(1)과 (2)에서의 평균복사온도(MRT, Mean Radiant Temperature)\*<sup>註)</sup>는 그 계산과정이 복잡하기 때문에 일반적으로는 式(3)과 같은 平均表面溫度(AST, Average Surface Temperature)를 이용한다.

$$AST = \frac{\sum T_i A_i}{\sum A_i} \dots \dots \dots (3)$$

- 여기서,  $T_i$  : 面  $i$ 의 表面溫度
- $A_i$  : 面  $i$ 의 面積

## 3. 室內 各表面의 輻射熱交換

暖房空間에서 임의의 한 面에 대한 輻射熱交換을 精確하게 평가하고자 할 때는 各面에 대한 室內 相互輻射를 동시에 고려하여야 하므로 輻射熱計算은 복잡하게 된다. 室內相互輻射를 고려한 輻射熱交換을 解析하는 方法은 여러가지가 있지만, 여기에서는 Gebhart의 吸收係數法(Gebhart's Absorption Factor Method)<sup>2)</sup>에 의한 輻射傳熱量의 算定方法을 檢討한다.

$n$  面으로 構成된 폐공간 的 各 面적을  $A_1, A_2, \dots A_n (A_j)$ 라 할 때 어떤 한 面  $j$ 의 輻射에 의한 損失(또는 取得) 熱量  $Q_j$ 는 다음과 같이

\*註) 여기에서의 MRT는 閉鎖空間에서 한 面과 나머지 다른 面들과의 사이에서 일어나는 輻射熱交換을 고려할 때의 平均輻射溫度임. Plane Radiant Temperature라고도 함. 人體의 熱環境 評價時 考慮되는 平均輻射溫度의 概念과는 相異할 수 있음.

나타낼 수 있다.

$$Q_j = \omega_j A_j - B_{1j} \cdot \omega_1 \cdot A_1 - B_{2j} \cdot \omega_2 \cdot A_2 - \dots - B_{nj} \cdot \omega_n \cdot A_n$$

$$= \omega_j \cdot A_j - \sum_{i=1}^n B_{ij} \cdot \omega_i \cdot A_i \dots\dots\dots (4)$$

단,  $Q_j$  : 면  $j$  의 輻射傳熱量[kcal/h]

$\omega_j$  : 면  $j$  의 輻射能[kcal/m<sup>2</sup>h]

(=  $\epsilon_j \sigma T_j^4$ )

$A_j$  : 면  $j$  의 面積[m<sup>2</sup>]

$B_{ij}$  : 면  $i$  에 대한 면  $j$  의 吸收係數

(Absorption Factor)

式(4)에서  $Q_j$  는 면  $j$  로부터 복사되는 열량과  $n$  개의 각 表面으로부터 복사되어 온 열량中 면  $j$  가 吸收하는 量과의 차를 의미한다. 따라서  $Q_j$  값이 正(+ )이면 放熱, 負(-)이면 吸熱을 의미하게 된다. 非黑體라면 이 吸收熱量은 직접적인 輻射에 의한 熱량과 모든 경로에서의 反射에 의한 熱량을 모두 포함해야 한다. 여기서 각 面으로부터 오는 熱量中 면  $j$  가 吸收하는 熱량의 比率은 吸收係數  $B_{ij}$  로 나타낼 수 있는데, 吸收係數  $B_{ij}$  는 면  $i$  로부터 放射된 全輻射量中에서 熱에너지가 전해질 수 있는 모든 경로를 통해서 면  $j$  에 최종적으로 吸收되는 비율로써 정의된다.

그러므로 면  $i$  의 反射率을  $\rho_i$  라 할 때 면 1 에 대한 면  $j$  의 吸收係數  $B_{ij}$  는 다음과 같이 나타낼 수 있다.

$$B_{1j} = F_{1j} \epsilon_j + F_{11} \rho_1 B_{1j} + F_{12} \rho_2 B_{2j} + F_{13} \rho_3 B_{3j} + \dots\dots + F_{1n} \rho_n B_{nj} \dots\dots (5)$$

단,  $F_{ij}$  : 면  $i$  에 대한 면  $j$  의 형태계수

$\epsilon_j$  : 면  $j$  의 복사율

式(5)를 각 表面에 대하여 표현하면  $n$  개의 식이 성립된다.  $n$  面으로 구성된 폐공간에서는  $n^2$  개의 형태계수가 存在하는 것과 마찬가지로 吸收係數도  $n^2$  개가 存在하지만 吸收係數  $B_{ij}$  는 다음 式(6), (7)과 같이 일정한 관계가 있기 때문에  $n^2$  개의 값을 모두 구할 필요는 없다.

$$\sum_{j=1}^n B_{ij} = 1 \dots\dots\dots (6)$$

$$B_{ij} \cdot \epsilon_i \cdot A_i = B_{ji} \epsilon_j A_j \dots\dots\dots (7)$$

따라서 式(4)는 式(7)을 이용하면 다음과 같이 나타낼 수 있다.

$$Q_j = \epsilon_j \cdot \sigma T_j^4 A_j - \sum_{i=1}^n B_{ij} \cdot \epsilon_i \cdot \sigma T_i^4 A_i$$

$$= (\epsilon_j \sigma T_j^4 - \sum_{i=1}^n B_{ij} \epsilon_i \sigma T_i^4) A_j$$

$$= \epsilon_j \sigma (T_j^4 - MRT_j^4) A_j$$

$$= \epsilon_j \sigma k (T_j - MRT_j) \cdot A_j \dots\dots\dots (8)$$

$$= \epsilon_j \sigma k' (T_j - T_R) \cdot A_j \dots\dots\dots (9)$$

$$= \alpha_r (T_j - T_R) \cdot A_j \dots\dots\dots (10)$$

여기서,  $MRT_j^4 = \sum_{i=1}^n B_{ji} \cdot T_i^4 \dots\dots\dots (11)$

$$k = \frac{T_j^4 - MRT_j^4}{T_j - MRT_j}$$

$$k = \frac{k}{T_j - T_R}$$

### 4. 實測概要

#### 4.1 測定對象住宅

測定對象建物は 경기도 부천시 역곡동 소재의 C아파트로서 이중 1층 북측世帶(面積 84.725m<sup>2</sup>)의 안방을 測定對象空間으로 선정

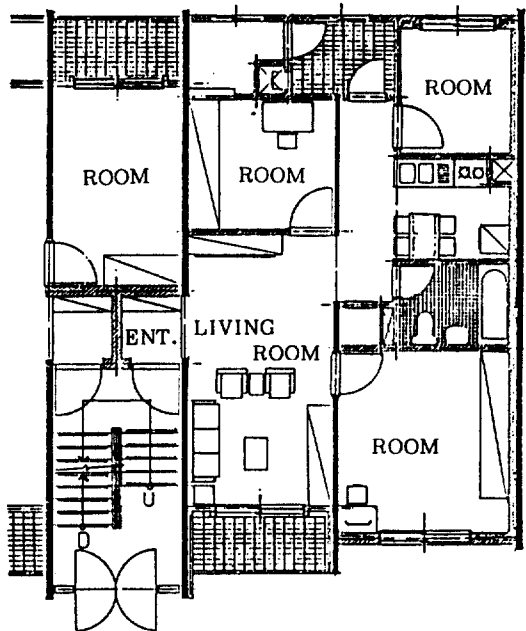


Fig. 1 Plan of Subject Apartment House

Table 1 Measuring items method

Items		Measuring Points	Measuring and Recording	Measuring Period
Out Air Temp.		East side, North side		
Room Air Temp.		Center of the room at 1.2 m up from floor	Sensor : Copper-Constantan( $\phi$ 0.3 mm) Thermocouple Recording : YODAC - 85S DATA LOGGER	Preliminary Test : April 7 ~ April 12, 1986 Main Test : April 15 ~ April 20, 1986
Neighboring Room Temp	Living R.			
	Storage			
	Bath R.			
Inside Surface Temp.	Ceiling	Center		
	Inside wall	Center of South Wall and West Wall		
	Outside wall	Center of East Wall and North Wall		
	Window Floor	Center 12 points(refer to Fig. 3)		

Table 2 Temp. of supply and return water

Day	Measuring Period	Supply Temp. [°C]	Return Temp. [°C]
1th Day	12:00, April 15 ~ 08:00, April 16	45	35
2th Day	09:00, April 16 ~ 08:00, April 17	50	40
3th Day	09:00, April 17 ~ 08:00, April 18	55	45
4th Day	09:00, April 18 ~ 08:00, April 19	60	50
5th Day	09:00, April 19 ~ 08:00, April 20	Interruption of Warm Water Supply	

하였다.

Fig.1 과 Fig.2는 각각 測定對象住宅의 平面圖 및 測定對象室의 전개도를 나타낸다.

#### 4.2 測定項目 및 方法

測定은 對象空間의 各 表面溫度를 비롯하여 室內外氣溫, 隣接室溫 등을 대상으로 하였으며 Table 1은 測定項目 및 方法을 나타내며, Table 2는 測定期間 中 조절한 溫水供給溫度 및 還水溫度條件을 나타낸다. 溫水供給溫度

및 還水溫度는 보일러에 附着된 制御裝置에 의하여 일정온도를 유지토록 하였다.

또, Fig. 3는 溫水溫突 바닥表面溫度를 測定하기 위한 測定點을 나타내며, 測定點은 12點으로 6點은 溫水配管 直上部(□表), 6點은 配管과 配管 中間地點(△表)으로 하였다.

#### 4.3 形態係數 및 吸收係數의 算定

Fig. 2에 나타낸 바와 같은 대상공간의 各 表面間 形態係數는 Table 3과 같다. 남쪽內壁

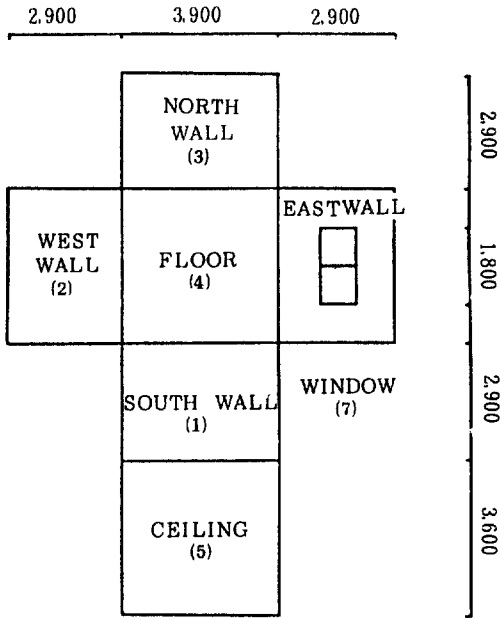


Fig. 2 Room Dimensions

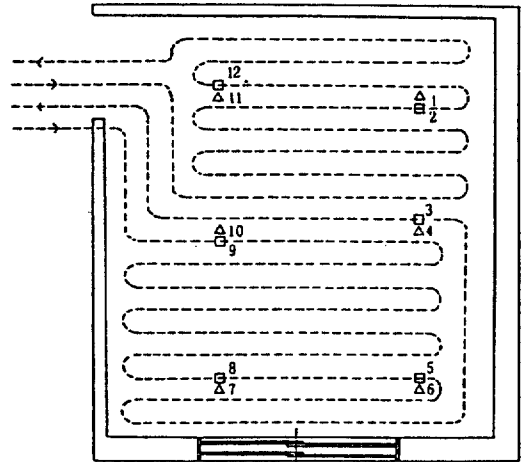


Fig. 3 Measuring Points of Floor Surface

부분에는 출입문이 설치되어 있으나 남쪽內壁面과 出入門 內表面의 온도는 거의 비슷한 관계로 편의상 동일 벽면으로 간주하였다.

Table 3 Angle Factors Between Each of Surfaces

Surface No.	Area [m <sup>2</sup> ]	Reflectance ρ	Emittance ε	Angle Factor (F <sub>ij</sub> )						
				1	2	3	4	5	6	7
1	10.14	0.08	0.92	0	0.17	0.16	0.25	0.25	0.13	0.04
2	9.36	0.08	0.92	0.18	0	0.18	0.26	0.26	0.09	0.03
3	10.14	0.08	0.92	0.16	0.17	0	0.25	0.25	0.13	0.04
4	14.04	0.10	0.90	0.18	0.17	0.18	0	0.30	0.13	0.04
5	14.04	0.08	0.92	0.18	0.17	0.18	0.30	0	0.13	0.04
6	7.02	0.08	0.92	0.18	0.12	0.18	0.26	0.26	0	0
7	2.34	0.03	0.94	0.17	0.12	0.17	0.27	0.27	0	0

Table 4 Absorption Factors Between Each of Surfaces(B<sub>ij</sub>)

SURFACE	1	2	3	4	5	6	7
1	0.0179	0.1673	0.1589	0.2465	0.2465	0.1281	0.0388
2	0.1732	0.0133	0.1768	0.2557	0.2557	0.0919	0.0294
3	0.1593	0.1673	0.0135	0.2465	0.2465	0.1281	0.0388
4	0.1804	0.1702	0.1798	0.0071	0.2935	0.1260	0.0433
5	0.1763	0.1673	0.1773	0.2910	0.0225	0.1232	0.0424
6	0.1772	0.1224	0.1768	0.2557	0.2556	0.0102	0.0021
7	0.1695	0.1234	0.1702	0.2661	0.2661	0.0038	0.0009

各面の 吸收係數는 式(5)의 7元 연립방정식을 Gauss-Jordan 法에 의해 구하였으며, 이때 적용한 壁面의 輻射率과 反射率은 각각 0.92, 0.08로 하였다. 또, 바닥면은 각각 0.90, 0.10, 유리창면은 0.94, 0.03으로 간주하였다.

算定한 各 壁面間의 吸收係數는 Table 4와 같다.

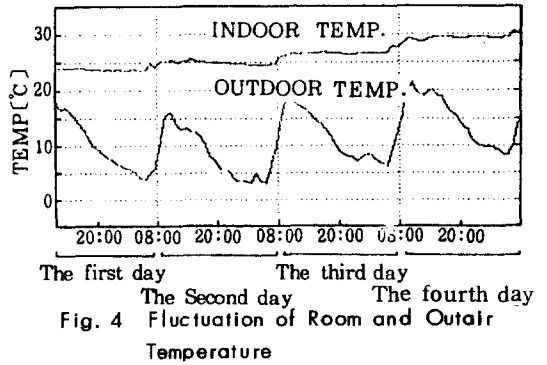


Fig. 4 Fluctuation of Room and Outdoor Temperature

### 5. 結果分析 및 考察

#### 5.1 室溫 및 各 表面溫의 變化

##### 가. 室溫의 變化

Fig. 4는 測定期間 中の 室溫 및 外氣溫의 變化를 나타낸 것이며, Table 5는 그때의 바닥 平均溫을 나타낸 것이다.

測定期는 늦은 暖房期間으로써 外氣溫은 37°C ~ 21.3°C (平均 10.9°C) 범위로 비교적 온

화한 날씨였으며 외기온 일교차는 13~14.6°C 정도를 나타내었다. 室溫은 23.5°C ~ 29.5°C 범위였으며 一日中 室溫의 變動은 거의 없었다. 日平均 바닥表面溫度는 제 1일째가 28.1°C ( $\sigma_x = 1.3^\circ\text{C}$ ), 제 2일째가 30.0°C ( $\sigma_x = 1.6^\circ\text{C}$ ), 제 3일째가 32.2°C ( $\sigma_x = 1.6^\circ\text{C}$ ), 제 4일째가

Table 5 Daily Mean Floor Surface Temperature [°C]

Measuring Point No.	Period	12:00, Apr. 15 ~ 08:00, Apr. 16	09:00, Apr. 16 ~ 08:00, Apr. 17	09:00, Apr. 17 ~ 08:00, Apr. 18	09:00, Apr. 18 ~ 08:00, Apr. 19	Remarks
	1	27.3	29.0	31.3	34.1	
2	29.9	32.0	34.5	37.6		
3	27.0	28.3	30.6	32.1		
4	25.8	27.1	29.4	32.3		
5	27.6	29.6	31.8	34.7		
6	28.4	30.4	32.7	35.8		
7	26.8	28.5	30.6	33.4		
8	28.9	30.7	33.2	36.3		
9	30.2	32.3	35.0	38.1		
10	27.4	29.1	31.4	34.2		
11	29.8	32.0	33.5	35.9		
12	28.5	30.7	32.2	34.7		
Mean Temperature on Coils	28.8	30.7	33.1	35.8		
Mean Temperature between Coils	27.5	29.2	31.3	34.1		
Mean Temperature	28.1	30.0	32.2	35.0		
Standard Deviation	1.3	1.6	1.6	1.8		
Warm Water Supply Temperature	45	50	55	60	Automatic Control	

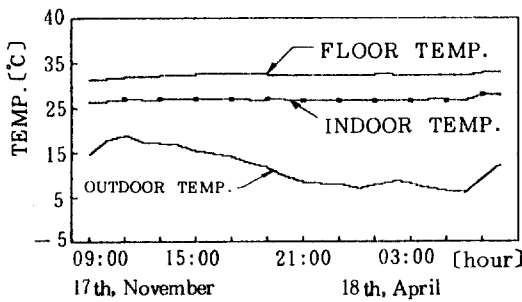
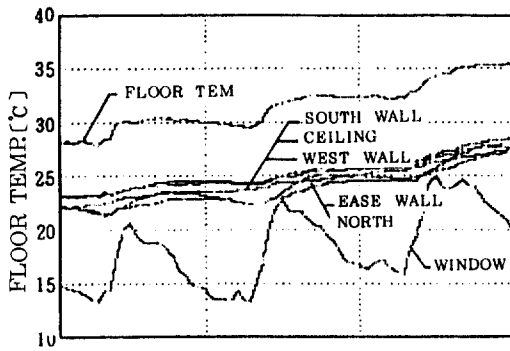


Fig. 5 Fluctuation Diagram of Floor Surface, Room and Outdoor Temperature



16th, April 17th, April 18th, April  
室内各表面温度の變化

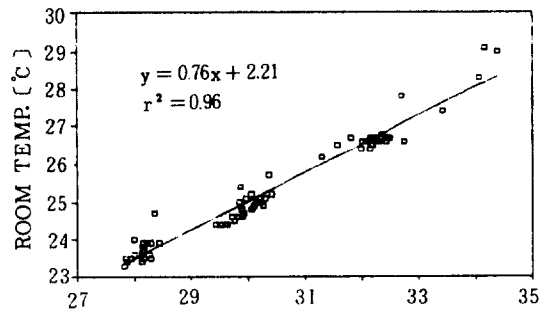
Fig. 6 Fluctuation of Each Inside Surface Temperature

35.0 °C ( $\sigma_x = 1.8^\circ\text{C}$ )로 나타났으며, Fig. 5의 바닥表面温의 變化例에서 보면 바닥表面温度는 室温과 같이 一日을 통해서 거의 變化가 없었다.

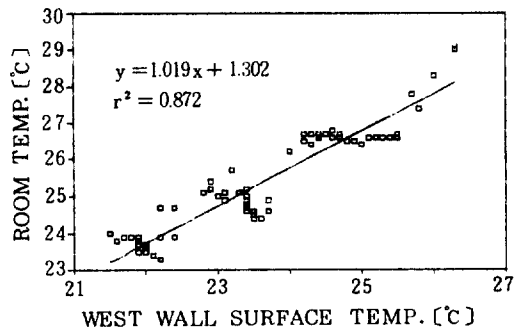
나. 各表面温度의 變化

測定對象室을 構成하고 있는 4방위의 벽체와 바닥 및 천장, 유리창의 各表面温度變化를 나타내면 Fig.6와 같다. 各壁體와 天障의 表面温度는 거의 비슷한 變化樣相을 보이고 있으며 바닥온도의 영향을 많이 받고 있음을 알 수 있다. Fig.6에서 매일 08:00경에 나타난 바닥온도의 變化는 매일 그 시간에 溫水温度를 상향조정하였기 때문에 나타난 결과이다. 그러나 창문면의 경우에는 오히려 外氣温의 變化와 밀접한 관계가 있었으며 이것은 이부분의 열관류값이 작기 때문으로 생각된다.

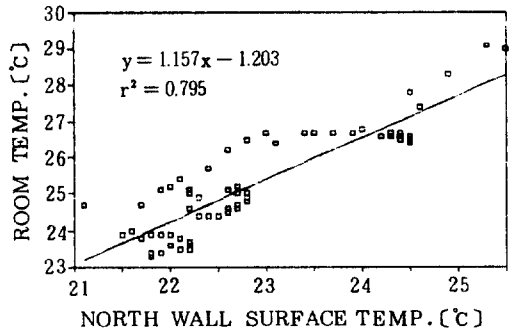
다. 各表面温度와 室温의 相關



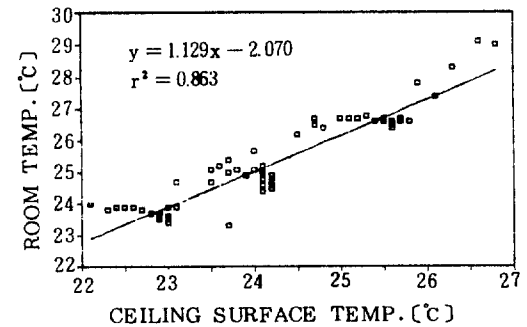
a) Floor Surface and Room Temperature



b) West Wall Surface and Room Temperature



c) North Wall Surface and Room Temperature



d) Ceiling Surface and Room Temperature

Fig. 7 Corelation Between Each Surface and Room Temperature

輻射熱傳達率은 各 壁面間의 輻射傳熱을 室內氣溫과 壁面溫度와의 差에 比례한다고 가정할 때 式(2)와 같이 나타내는 것으로서, 기본적으로 各 表面溫도와 室溫과의 相關關係가 될 때 성립된다. 이와 같은 內容을 檢討하기 위하여 各 表面溫도와 室溫과의 相關關係를 把握하였으며 室溫과 各 表面溫度와는 그 상관성이 比較적 큰 것으로 나타났다. Fig. 7은 各 表面溫도와 室溫과의 相關關係를 나타낸 것이다.

5.2 各 壁面의 輻射傳熱量

各 壁面間의 相互 輻射를 고려한 輻射傳熱量을 式(4)에 의하여 산정하고 그 결과를 Fig. 8에 나타낸다. 그림중 (5)부호는 放熱을 (-) 부호는 受熱을 의미한다. 輻射傳熱量은 時間적으로 약간씩 變化하고 있으나 窗門面을 제외하고는 대체로 均일한 分布를 보이고 있다.

溫水가 공급되고 있는 바닥面은 바닥表面溫도의 變化에 따라서 20.02~32.96 [kcal/m<sup>2</sup>h] 정도의 輻射熱을 放熱하고 있다. 또한, 남측 內벽은 난방공간인 居室과 접해있기 때문에 表面溫度가 比較적 높아 放熱 또는 受熱을 하고 있으나 그 量은 -1.65~3.61[kcal/m<sup>2</sup>h] 정도로 작게 나타나고 있다.

그러나 浴室과 접해있는 서측內벽과 북측, 동측외벽 그리고 천장面은 거의 같은 분포를 보이고 있으며 平均적으로 7.45~9.97 [kcal/m<sup>2</sup>h] 정도의 복사열을 받고 있다. 유리창面의 경우에는 그 變化幅이 매우 커서 최대

2.37, 최소 -36.17 [kcal/m<sup>2</sup>h]이며 平均 -19.93 [kcal/m<sup>2</sup>h]으로 나타났다.

5.3 輻射熱傳達率

室內 相互輻射를 고려하여 各 表面의 輻射傳熱量을 算定하고, 各 表面溫도와 室溫으로부터 式(2)에 의한 各 面의 輻射熱傳達率을 도출하였다. Fig. 9는 그 結果를 나타낸 것으로 그림에서 輻射熱傳達率값의 (+), (-) 부호는 熱傳達率 自體가 (+), (-) 부호로 되는 것이 아니라 여기에서는 放熱과 受熱을 의미하고 있다.

바닥面의 輻射熱傳達率은 4.48~6.36 (平均 5.17)[kcal/m<sup>2</sup>h°C]으로 대체적으로 큰 變化가 없으나 바닥온의 상승에 따라 복사열전달율도 약간씩 상승하는 것으로 나타났다. 북측 外벽과 서측內벽도 시간의 경과에 따라 거의 일정한 분포를 보이고 있으며, 各各 -1.97~-1.32 (평균 -2.96), -2.78~6.88 (평균 -4.97)[kcal/m<sup>2</sup>h°C]로 나타났다. 유리창面은 북측외벽의 열전달율값과 비슷한 분포를 보이고 있으나, 주간에는 그 값이 상당히 작아지는 것을 알 수 있다. 이것은 주간에는 日射의 영향에 의해 窗門面의 온도가 높아지기 때문으로 생각된다.

일반적으로 窗門面이나 外壁面의 복사열전달율 값은 內壁에 비해 클 것으로 생각할 수 있으나, 本 研究結果에서는 반대의 樣相을 나타냈는데 이것은 窗門面이나 外壁面의 輻射熱取得量에 비해 그 表面溫도와 室溫과의 差가 크기 때문으로 생각된다. 그러나 反대로 천장面의 경우는 복사열전달율 값의 變化가 심하고 그 값도 대체로 크게 나타났는데 이 경우는 천장面 복사열전달량에 비해 표면온도와 실온과의 差가 적었기 때문으로 생각되며 이에 대해서는 보다 구체적인 검토가 필요하다고 생각된다.

이상에서와 같이 內表面 輻射熱傳達率을 長面溫度에 따라 일정하지 않으며, 各 表面에 따른 복사열전달율 값이 결정되어야 할 것으로 사료된다.

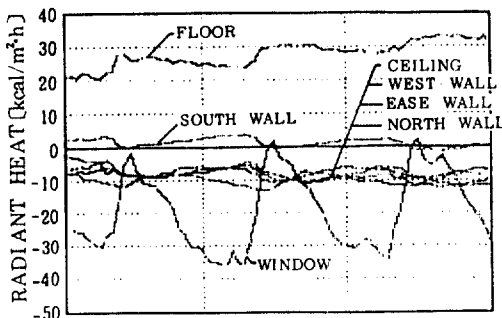


Fig. 8 Radiant Heat Exchanges



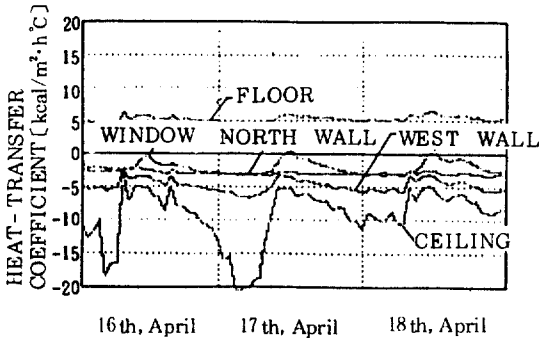


Fig. 9 Radiation Heat-Transfer Coefficient of Eash Surface

5.4 MRT와 AST의 比較

일반적으로 평균복사온도는 閉空間內的 임의의 위치에 있는 物體에 대해 이용되고 있지만 本研究에서와 같이 暖房空間의 한 內表面에 대한 다른 모든 면의 종합적인 온도로 표현하여 各 內表面間의 복사열교환을 해석하는데도 이용된다.

여기에서는 식(11)에 의하여 MRT를 산정하고, 복사열교환 대상면의 평균표면온도인 AST와 를 비교하여 보았다. Fig. 10은 그 결과의 예를 나타낸 것이다. 그림에서 보는 바와 같이 平均輻射溫도와 平均表面溫도는 거의 유사한 分布를 보이고 있지만 바닥面의 경우에는 平均輻射溫度가 平均表面溫度보다 平均 1.5 °C 높게 나타났으며, 북측외벽의 경우에는 반대

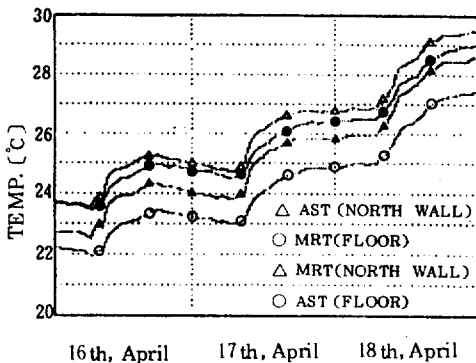


Fig. 10 MRT and AST

로 평균 0.9 °C 정도 낮게 나타났다. 따라서 평균표면온도 AST를 MRT 대신 적용하기 위해서는 이에 대한 보다 정확한 검토가 요구되며, 對象面에 따른 보정이 필요하다고 사료된다.

6. 맺음말

本 研究에서는 溫突暖房空間의 內表面 熱傳達率의 變化樣相을 把握할 目的으로 실제의 暖房空間을 對象으로 室溫 및 各 表面溫度를 實測하고 室內 相互輻射를 고려한 복사열 授受量을 산출하였다. 그 결과를 이용하여 各 面의 복사열전달율을 계산, 검토한 結果 다음과 같은 結論을 얻었다.

1) 內表面 輻射熱傳達率은 表面溫度에 따라 일정하지 않으며 보다 구체적인 검토를 통해 各 表面에 따른 복사열전달율 값이 결정되어야 할 것으로 사료된다.

2) MRT와 AST는 對象面에 따라서 그 값이 다르며 AST를 MRT 대신 적용하기 위해서는 對象面에 따라서 보정이 필요하다고 생각된다.

앞으로는 各表面 溫度의 變化에 따른 內表面 輻射熱傳達率에 대한 具體的인 檢討와 더불어 輻射熱傳達 現象의 단순表現을 위한 지속적인 研究가 이루어져야 할 것으로 생각된다.

參 考 文 獻

1. 水野 稔 外, “熱負荷計算における室内ふく射熱傳達率に関する基本的檢討”, 日本空氣調和・衛生工學會論文集 No. 33. 1987年 2月
2. Gebhart, B., “A New Method for Calculating Radiant Exchanges”, ASHRAE Trans. Vol. 65, 1959.