



HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	高発熱機械室における温熱環境解析手法の研究：その1 冬期の室内側熱伝達率の実測結果について
Author(s)	吉村, 正孝; 末永, 徹夫; 羽山, 広文
Citation	大会学術講演梗概集. 計画系, 56(環境工学), 711-712
Issue Date	1981-10-05
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/50442
Rights	日本建築学会. 本文データは学協会の許諾に基づきCiNiiから複製したものである.
Type	journal article
File Information	GKKK56-K_711-712.pdf



高発熱機械室における温熱環境解析手法の研究 (その1. 冬期の室内側熱伝達率の実測結果について)

正会員 〇吉村正寿* 岡本永信**
岡 羽山広文*

1.はじめに 熱容量が大きくかなりの発熱のある電子機器を収容する通信機械室は通常の事務室等と異なり、室内積の6~7割を機械が占める特殊な環境であるが、その空調設備の設計方法は従来、通常の事務室等と同じ方法を用いていた。このため、熱負荷の算定などにおいて実態とかなり異なった結果が得られることがある。これは、機器の発熱により室内に温度分布を生じ易く、室内空気を完全混合と考える従来の方法では無理が生ずることや大きな原因と考えられる。そこで、これから特殊な環境の解明のアプローチとして実際の機械室において、その温熱環境を実測し、室内の各種温熱指標を求め、その特殊性を把握することとした。今回、冬期の室内表面熱伝達率の実測を行ったのでその結果について報告する。

2.実測概要 実測の対象としたのは図1に示す室で、ほぼ完全体に機器が収容されている。各壁表面1点について、図2に示す測定器具を設置した。測定器具は、ふく射率の異なる被覆とした2枚の熱流板(感度約 $30 \text{ Kcal/m}^2\text{hr}$)と 0.078 mm のCu-Co熱電対を右熱流板表面温、近傍空気温(壁上 10 mm , 100 mm 下は床面は 200 mm)の測定用として使用している。表面温と近傍空気温の測定は精度を上げるため温度差を直接計測し、その起電力を温度に換算した。右熱流板の被覆はAl箔(0.1 mm 厚)と両面テープに黒色つや消塗装をしたものでふく射率は測定の結果 0.11 と 0.97 であった。また、Al箔はシリコン樹脂で熱流板に密着させた。この測定結果より熱伝達率は以下のように求められる。

$$Q_A = \alpha_c (\theta_A - \theta_A) - \varepsilon_A C_b (T_A/100)^4 + \varepsilon_A R \quad (1)$$

$$Q_B = \alpha_c (\theta_A - \theta_B) - \varepsilon_B C_b (T_B/100)^4 + \varepsilon_B R \quad (2)$$

$$\therefore \alpha_c = \frac{\varepsilon_B Q_A - \varepsilon_A Q_B + \varepsilon_A \varepsilon_B C_b \{ (T_A/100)^4 - (T_B/100)^4 \}}{\varepsilon_B (\theta_A - \theta_A) - \varepsilon_A (\theta_A - \theta_B)} \quad (3)$$

$$\alpha_r = \frac{\varepsilon_B R - \varepsilon_B C_b (T_B/100)^4}{(\theta_R - \theta_B)} \quad (4)$$

$$R = \frac{\theta_A (\theta_A - \theta_B) - Q_B (\theta_A - \theta_A) + \varepsilon_A C_b (\theta_A - \theta_B) (T_A/100)^4}{\varepsilon_B C_b (\theta_A - \theta_A) (T_B/100)^4 / \{ \varepsilon_A (\theta_A - \theta_B) - \varepsilon_B (\theta_A - \theta_A) \}} \quad (5)$$

$$\theta_R = 100 \times (R/C_b)^{1/4} - 273.15 \quad (6)$$

記号表
カブックスAはAl, Bは黒色を示す。

$Q_{A,B}$: 熱流 (Kcal/hr)

$\varepsilon_{A,B}$: ふく射率

$\theta_{A,B}$: 熱流板表面温度($^{\circ}\text{C}$)
($T_{A,B}$ は絶対温度($^{\circ}\text{K}$))

R : 図4からのふく射量(Kcal/hr)

α_c : 対流熱伝達率($\text{Kcal/m}^2\text{hr}^{\circ}\text{C}$)

α_r : ふく射熱伝達率($^{\circ}\text{C}$)

θ_R : 仮想流体温度($^{\circ}\text{C}$)

θ_A : 近傍空気温度($^{\circ}\text{C}$)

C_b : 黒体ふく射定数

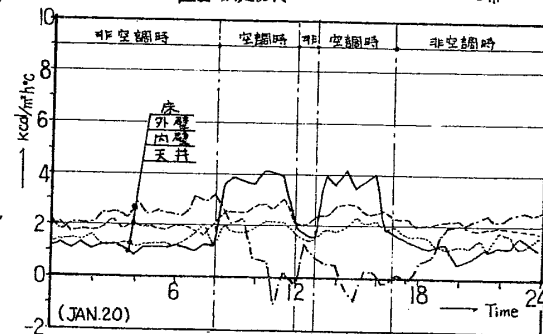
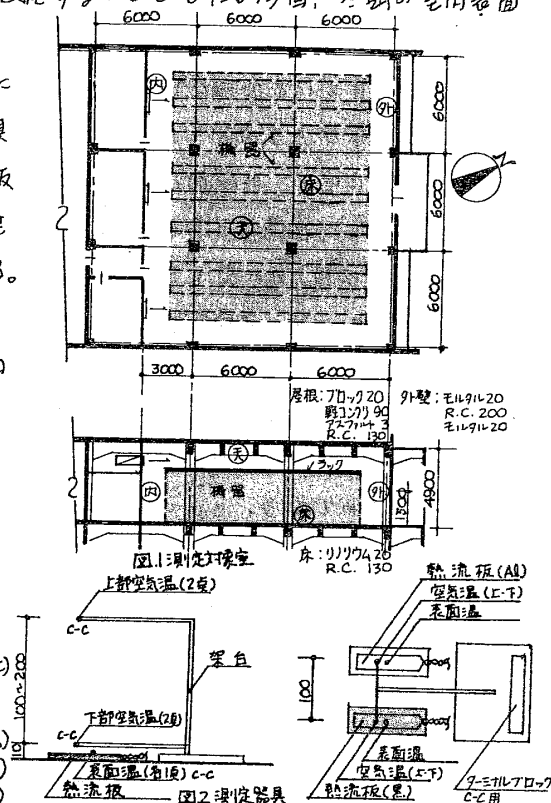


図3 α_c の一例 (81年1月20日)

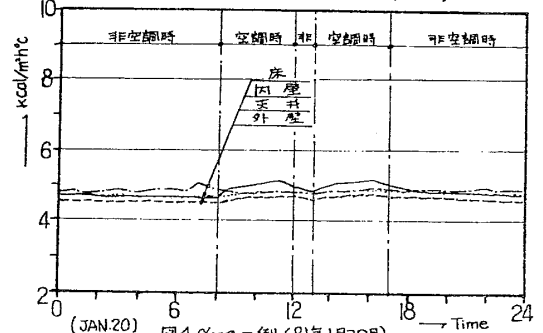


図4 α_r の一例 (81年1月20日)

3.実測結果 実測結果から上式を用いて求めた α_c , α_r の一例を図3図4に示す。 α_c は床を除くといずれも非空調時より空調時の方が大きく、最大の天井で $4 (\text{Kcal/m}^2\text{hr}^{\circ}\text{C})$, 外壁で 2.5 , 内壁で 2.0 程度である。一方、床は非空調時の方が大きく空調時は不安定で負側の値を示すこともある。これは、床での熱流、温度差が非常に小さく不安定であったためである。また、 α_r は各壁体とも $4.5 \sim 5.0 (\text{Kcal/m}^2\text{hr}^{\circ}\text{C})$ 程度と変化が小さい。そこで輻射熱の算定に影響の大きい天井と外壁について、各壁体での α_c と、 $(\theta_A - \theta_A)$ との関係を図5, 6に示す。図より、両壁体とも α_c は温度差の増加にもほぼ増加する傾向にあるが、空調時の天井のみに特になくなっている。これは、天井面が吐出気流の影響を受け、強制対流熱伝達の状態であると思われる。一方、外壁では空調時、非空調時とでかなり変化が小さい。これは、外壁は空調気流の影響を受けず

自然対流熱伝達の状態であるためと思われる。ちなみに熱線風速計を用いて近傍風速(壁 $\pm 100\text{mm}$)を測定してみると非空調時 $0.2(\text{m/s})$, 空調時 $0.1(\text{m/s})$ 程度であった。また, この結果は過渡状態での測定ではあるが, 小林^{*3)}の自然対流時の結果とはほぼ一致している。また, 周囲からのふく射熱量を求めると図7に示すようになる。図中に機器の発熱量変化を示す。このように, R のパターンは機器の発熱パターンと一致しているとはいえない。これは, 機器の発熱に比べ空調による供給熱量が非常に大きいため空調による機器表面の温度変化の影響を表わしていると思われる。

4.室内温度分布による影響 前記の α_c は表面温度と近傍空気温度との差をとり, α_r では仮想黒体温度 θ_R との差で定義した。ところが, 実際の負荷計算では表面温度と室温との差を用いるわけであるから, 室内に温度分布がある場合これらの値は当然異なると予想される。そこで, 図8, 9に天井, 外壁面における平均室温 $\bar{\theta}$ (機器間8畳および近傍空気温度の平均), 近傍空気温度 θ_a (壁 $\pm 100\text{mm}$), 仮想黒体温度 θ_R と表面温度 θ_s (AI被覆熱伝板)との差を示す。図より, 天井面では空調時, 各温度差の差は大きく特に近傍空気温度との差が大きいことがわかる。しかし, 非空調時はほとんど差がな。一方外壁では空調時, 非空調時とも各温度差の差は大きく, 平均室温との差が最も大きいことがわかる。これは, 図10に示す室温の水平断面分布からも明らかのように, 機器間の温度が高いためである。これらの結果より α_c を平均室温を用いて求めるとすれば, 天井では空調時にほぼ2倍となり, 外壁では空調時, 非空調時を通じてほぼ0.8倍となる。また, α_r は天井ではほぼ変化ないが, 外壁ではほぼ0.5倍となることが予想される。このように, 室内に温度分布がある場合, 温度差の採り方により熱伝達率は大きく変化することがわかる。

5.まとめ 室内に温度分布を生じ易い室での熱伝達率の実測を行ない温度差の採り方で値が大きく変化することを示した。このような室での熱移動を正確に把握するには壁境界と室内部との温度差を把握することが必要であろう。またこのような室でのふく射熱伝達率の取り扱いについて検討することが必要であろう。今後, 夏期の実測結果, より機器発熱の大きい室での実測等により検討を進める予定である。

参考文献

- *1) 永井, 吉村, 羽山: 通信技
術の室内側熱伝達率の
実測検討, 55年空調
学会学術講演会
- *2) 中村泰人: 建築材料の
指向性熱放射率の測定,
45年, 建築学会大会
- *3) 小林定教: 建築物の室内
側熱伝達率に関する
実験的研究(1982)
建築学会論文報告集
55年6月

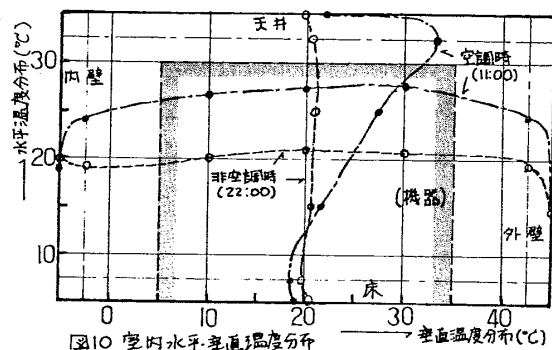


図10 室内水平断面温度分布

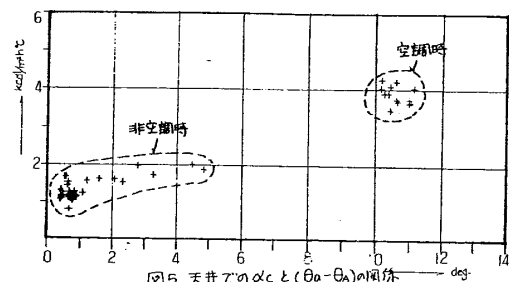


図5 天井での α_c と $(\theta_s - \theta_a)$ の関係

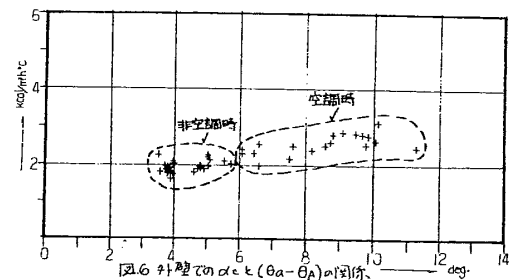


図6 外壁での α_c と $(\theta_s - \bar{\theta}_a)$ の関係

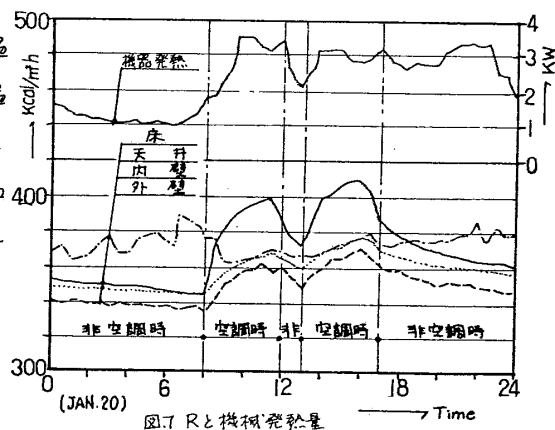


図7 Rと機械発熱量

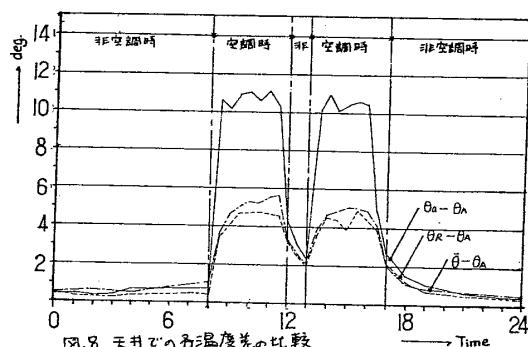


図8 天井での各温度差の比較

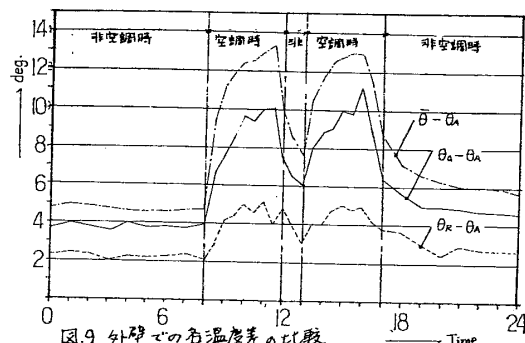


図9 外壁での各温度差の比較

(*日本電信電話公社武蔵野電気通信研究所 ** 同・建築局標準設計室)