



回転式空調実験室の熱負荷特性

暖冷房負荷計算の基礎資料を得るために大林組技術研究所に竣工した“回転式空調実験室”の内容を紹介し、昭和41年の夏から秋に行なった実験より日射量の調査、前面の透明ガラスを透過してはいつくる日射による瞬間的熱取扱とある時間遅れを伴って生ずる実負荷の比較、蓄熱係数についての考察を行なう。

井 上 宇 市^{*}
木 村 建 一^{**}
田 中 辰 明^{***}

1 はじめに

最近は暖冷房負荷計算のための資料もかなり整備され、一応の算定には支障のないようになってきた。しかし建築基準法の改正により、超高層建築が出現するおよび現行の負荷算定法が再検討されるようになり、一方では負荷計算に際し電子計算機を使用することが可能になってきたため、かなり煩雑な計算も容易に解き得るようになった。従来行なわれていた負荷計算がピーク時を対象としており、計算機を使用して毎時刻の負荷変動、年間の負荷変動を求めるよりも各種の適切なデータが得られないのが実情であった。また従来の手計算では、計算を容易にするためもっぱら近似式が使用されていたが、計算機を使用すれば複雑な計算も可能になるので、再び負荷計算を根源にまでさかのぼって精密な計算が行なえるようデータや式を整理する必要が生じた。特に最近は従来のマッシブな窓面積の少ないものから、軽構造の熱容量の少ない建築が多くなってきている。一方近代建築の特徴としての窓面積の増大は日射熱取扱の増大をまねく結果となってきた。従来のマッシブな建築であれば、夏期には明け方の冷気が蓄熱されていて、昼間日射量が急激に増したとき相殺されていたが、最近の建築では外壁の熱容量が少なく、ガラス透過の日射量が非常に多くなり、これが居住空間に与える影響が大きくなり、ペリメータゾーンでは中間期、場合によっては冬期においてすら冷房が必要になってきた。また従来の負荷計算法では、日射があるとそのまま直ちにその時刻の室内熱取扱になるように計算していたが、実際はいったん家具や床に蓄熱され、ある時間的遅れを伴っての室温上昇となることが指摘され^{2,3)} ガラスを透過する日射量

の蓄熱の様子を調べることも大切になってきた。

以上の問題点を究明し、より精密な負荷計算が行なえるよう、昭和38年より早稲田大学大学院屋上で実験された日射熱試験装置の長所短所を参考として、このたび東京都清瀬町にある大林組技術研究所に、各方位に向けて建物の暖冷房負荷を実測できる回転式空調実験室を完成させたので、装置の概要とその装置を使って昭和41年7月から10月に行なった実験結果の一部を報告する。こ

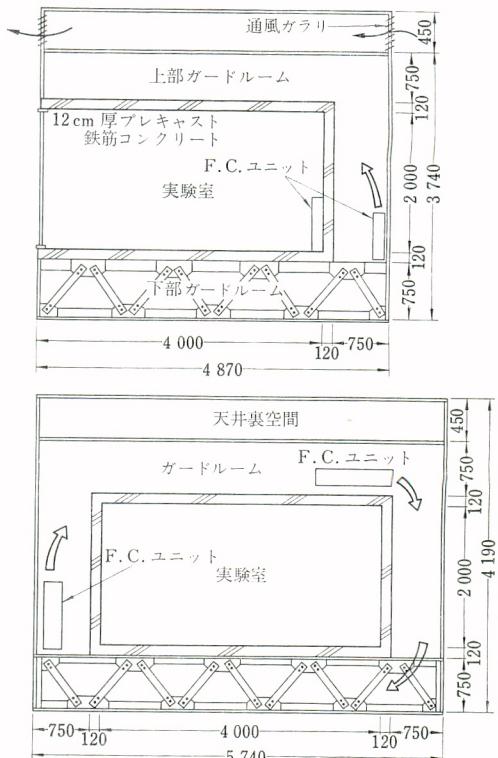


図-1

* 早稲田大学教授 工博 正会員

** 早稲田大学助教授 工博 正会員

*** (株)大林組技術研究所 正会員

の研究は今後長期にわたり継続する予定であり、確定的な資料が得られるまで、ここに発表する第1年目の結果は暫定的なものと考えられたい。

2 試験装置

2.1 回転式空調実験室

回転式空調実験室は空調実験とう(棟)(平屋建て)の屋上にあり、写真-1,2はその外観である。図-1に示すように、実験室の大きさは内法で $4\text{ m} \times 4\text{ m} \times 2\text{ m}$ (天井高)あり、構造は12cm厚プレキャストの鉄筋コンクリート板からなり、内外部ともコンクリート打ち放しであ

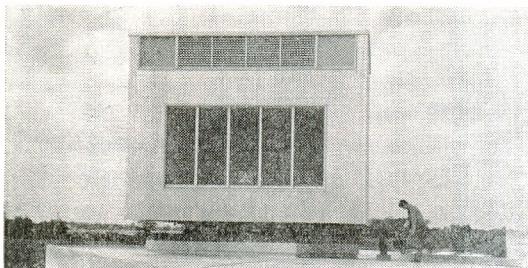


写真-1 回転式空調実験室（装置は東を向いている）

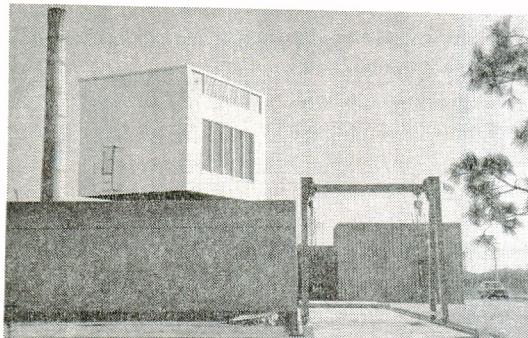


写真-2 回転式空調実験室（装置は南を向いている）

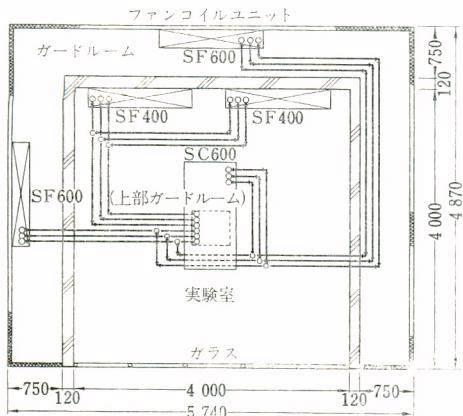


図-2 実験室, ガードルーム内のファンコイルユニットと配管

る。実験室の前面を除く5面はそれぞれ幅75cmのガードルームによって囲まれている。前面のみに普通透明ガラス(5mm)がはめこんであり、80cm間隔に縦にサッシがはいっている。この窓面がどの方位にでも自由に向けられるように、劇場の回り舞台のような機構で全体を自由に回転させることができるという特長をもたせてある。図-2に示すように実験室内にはSF 400形のファンコイルユニット2台が設置されており、このファンコイルユニットで取得熱量を除いたり損失熱量を補ったりするようになっている。またその熱量は階下の測定室内で刻々と記録されるようになっている。実験室は電子空気式PID動作により任意の一定温度(一般に夏期26°C、冬期20°C)に保たれる、コンクリートの床や天井、壁の表面および内部には多くの銅コンスタンタンの熱電対が埋め込まれ、各所の温度が測定室で自記されている。ガードルームには2台のSF 600形と1台のSC 600形ファンコイルユニットが置かれ、ガードルームの室温は電子管比例動作により、実験室の室温を微少温度差で追いかけていく追従制御、また実験室の室温には関係のない単独制御ができるようになっている。ガードルームの室温が実験室温に追従するということは、多層建築の実際の場合にあてはめて考えると、実験室の両隣の部屋も上下の部屋もこの実験室とほぼ同じ条件に空調されていると想定できるのである。ガードルームの外壁はスタイルフォームによって断熱され、その上はアルミニウムの角波板により仕上げられている。天井面は日射の影響を強く受けるのでガードルームの上にさらに屋根裏空間を設け、ガラリをきり、外気を通すことにより屋根にあたる日射の影響を除いている。前面のガラスは取り換えが可能であるので、将来は異なる種類のガラスについて測定が可能であり、プライド、カーテンなどを用いれば、おのののしゃへい(遮蔽)係数を知ることもできる。またルーバによるサンコントロールの実験も可能である。

2.2 暖冷房装置

回転式空調実験室に関する機器の系統図を図-3に示す。温熱源はセクション蒸気ボイラ(M 1507 S)で、将来蒸気を使って何らかの実験をする際便利なように、ヘッダに予備がとつてある。蒸気は熱交換器により温水に熱交換され、いったん機械室下の温水そうにたくわえられる。冷熱源はチリングユニット(7.5 kW)で冷水はいったん冷水そうにたくわえられる。冷水そう、温水そうはおののの4.8m×1.8m×1.0m(深さ)である。当初、夏期は冷水そうの高温側と低温側より二方弁を用い冷水をくみ、冬期は温水そうの高温側と低温側より温水をくみ、これを回転実験室のファンコイルユニットに導いてその室温を一定に保つように計画した。しかしこ

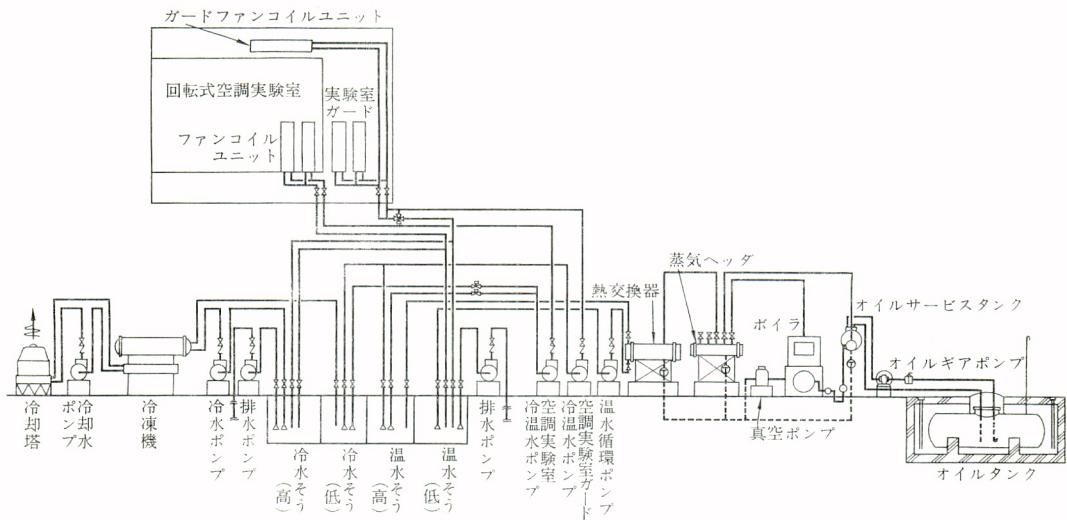


図-3 回転式空調実験室に関する配管系統図

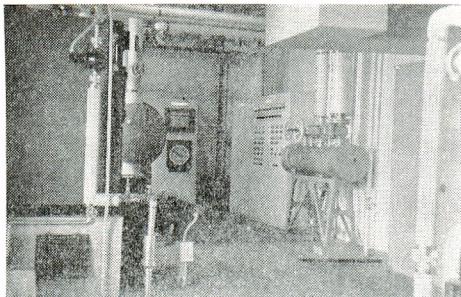


写真-3 機械室

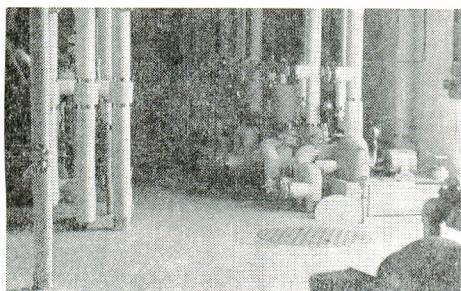
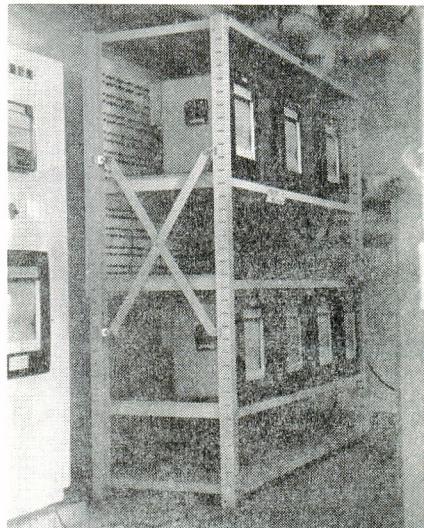


写真-4 機械室（ポンプの手前に蓄熱そうのふたがみえる）

の方法では室温を一定に保つことはできなかった。これは水そうが小さいので水が短絡し、温度差がつかなかつたためと思われたので、現在は温水そうの高温側、冷水そうの低温側より水をくみ、電子空気式PID動作による二方弁作動で室温を任意の温度一定（一般に夏期26°C、冬期20°C）に保つよう配管系統を改造し、良好な結果を得ている。ガードルームの室温は、前述のように電子管比例動作による三方弁の作動で、実験室の室温を微少温差で追いかけていく追従制御、または実験室の室温に

写真-5 溫度・熱量・日射量などの記録
(電子管式指示記録計を用い記録している)

は関係のない単独制御ができるようになっている。

2.3 記録装置および記録方法

(1) 各部温度

実験室内外の各部温度は、各測点に熱電対または表面温度測定用のサーモカップルシートを固定させ、測定室の電子管式指示記録計に導き記録した。温度は後にチャートから30分ごとの平均値を読みとり測定値とした。

(2) 日射量・風向・風速

エブリー日射計の受感部を垂直に回転実験室の外と内におき、ガラスを透過する前と後の垂直日射量を測定し、同時に水平面日射量も別のエブリー日射計で測定し、測定室内の電子管式指示記録計で自動記録した。風向・

風速は隔測自記風向計、ロビンソン風速計と電接回数自

記器により実測を行なった。

(3) 热量

回転式空調実験室に対する取得熱量、または損失熱量は、室内のファンコイルユニットのコイルを通る冷温水の入口、出口の温度差と、その流量との積から求めるのが最も正確であろうと考えられる。その熱量の測定には、現在はファンコイルユニットへの送りと返りの温度を測温抵抗体で検出し、オリフィスで検出された流量と演算器で掛け合わせ、熱量を電位差で表わすカロリーメータを横河電機に試作させて使用し、良好な結果を得ている。当初はファンコイルユニットに至る配管の出口、入口にチーズを設け、プラグ止めとしプラグより熱電対を差し込み、直接水温を検出し、一方流量を微少流量計で30分ごとに読み取り、温度差との積より熱量を求めていた。この方法では温度差を精確に読み取るには限度があるので、特に熱量が少ない場合の値は正確に求められないという欠点があった。

2.4 測定方法

今回は実験装置自体の特性を知る必要もあったので、晴天の日を選んで窓面を西、南、東の三方位に向けた場合について、装置の運転時間をいろいろに変えて実験を行なった。夏期は室温を26°Cに10月の中間期の実験では21°Cに保って実験を行なった。温水そうには井水をたくわえ、冷水そうにはチリングユニットから得られる10°C程度の冷水をたくわえ、両方の水そうからの水を二方弁作動で適当な比率でくむことによりその目的は達成されたので、10月はじめまでは温水を得るためにボイラをたく必要は生じなかった。

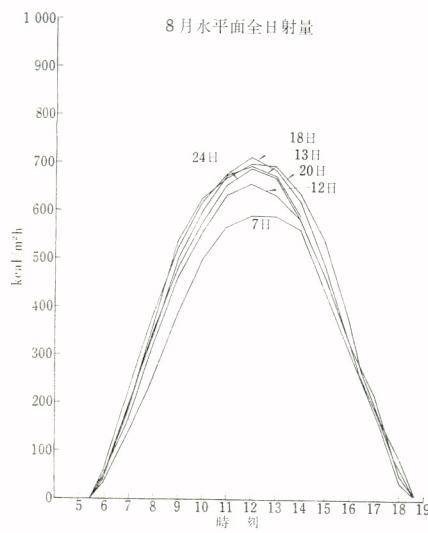


図-4

3 日射量の測定結果

3.1 日射量の比較

今回測定を行なった8月から10月までの晴天日の代表値を示す日の水平面の全日射量を図-4と図-5に示す。この結果から全日射量の日変動は8月から10月のはじめの間では大きな差がないことがわかる。したがってガラスの内外温度差による取得熱量は、ガラス透過の日射量による熱取得に比べ少ないので、ガラス面積の大きな室では、中間期といえどもペリメータゾーンでかなりの冷房が必要になることになる。今回実験を行なった8月の最大全日射量と文献5による内田氏、渡辺氏らの

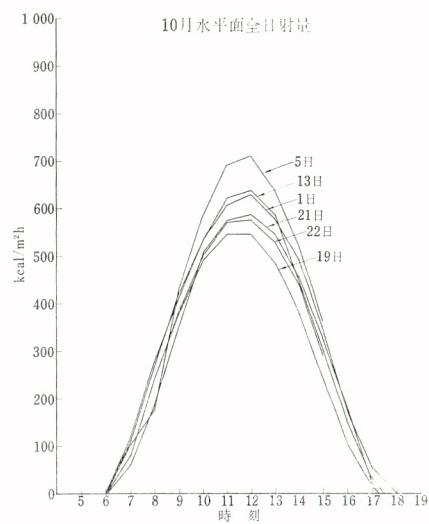


図-5

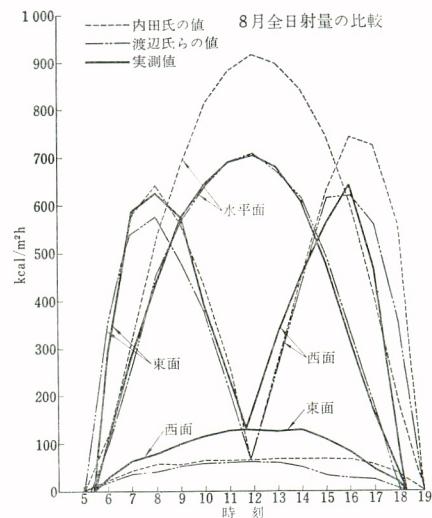


図-6

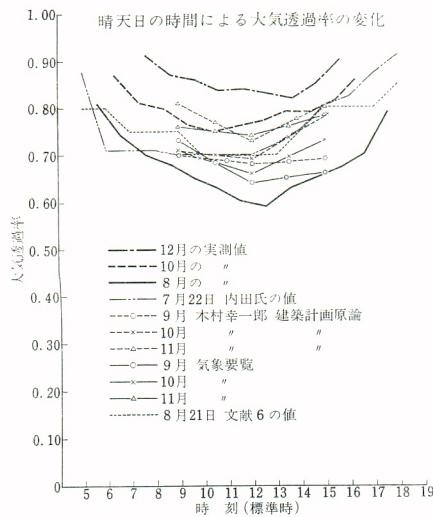


図-7

日射量提案値を比較してみると、図-6 のようになる。東面を除くとほぼ後者に近く、前者とはかなり異なった値となっている。また西側の午前、東側の午後の値を天空ふく射とみなすと、これは両者の値の2倍近くの値となっていることがわかる。これはおもに照り返しの影響とみられる。

3.2 大気透過率

日射量はその土地の大気透過率の変化がわかれれば計算により求めることができるものである。東京の毎日の時刻別日射量の値を、大気透過率を0.45から0.95まで0.05刻みに変化させ電子計算機により計算し(別報文献9)、その値を快晴日の実測結果と比較し、大気透過率 P の小数点第2けたを比例配分することによって、実測の日の大気透過率の時間的変化を求めた。直達日射量と天空ふく射量との計算値の和と、全天日射量の実測値よりその日の大気透過率 P の変化を求めたグラフを、図-7に示す。なお P は水平面日射量について求めたものである。

木村幸一郎氏、内田氏、文献6、気象要覧の値とともに正午ごろを底として午前、午後とも P の値が大きく月による相違はあまり見られないが、今回の実測では8月、12月はだいたい正午について対称形で10月は午後がやや高めに出ており、8月、10月、12月ではかなりの相違が現われた。

3.3 ガラス透過の日射量

(1) 天空ふく射のみのガラス透過率

完全に曇りの日は直達日射は全くないとし、地表からの照り返しも微少と考えると、完全な曇天日の日射量は天空ふく射だけと考えられる。図-8に示すようにガラス透過率は0.67から0.75の間に安定している。なおガ

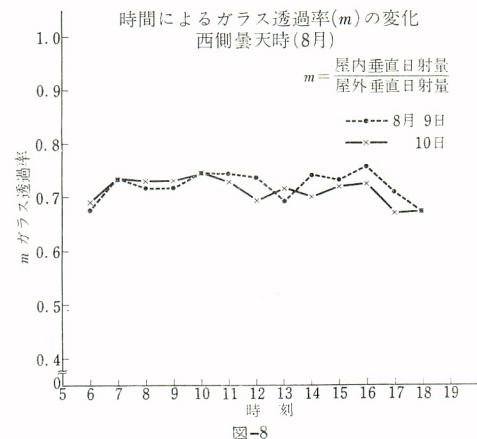


図-8

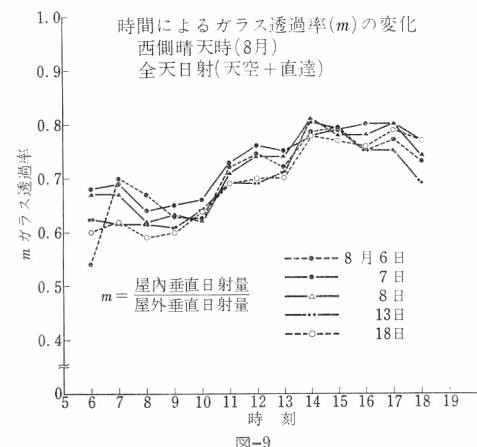


図-9

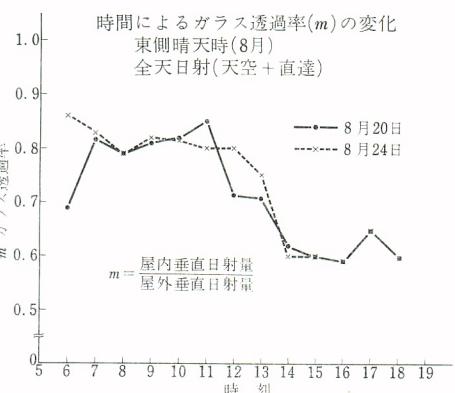


図-10

ラスメーカーの資料によると、3mm普通ガラスの天空ふく射によるガラス透過率は、0.79となっている。しかし快晴で大気透過率が大きくなつた場合、天空ふく射量は小さくなるので、この場合のガラス透過率の実測は困難である。

(2) 全日射量とガラスの透過率

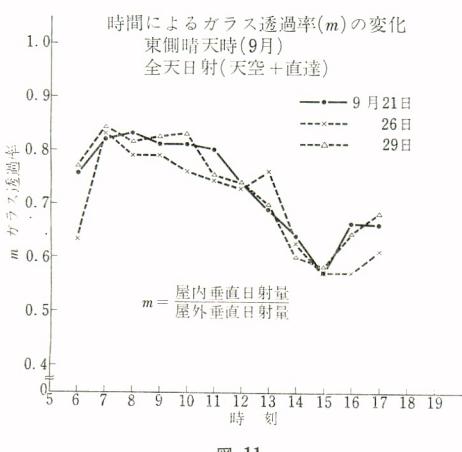


図-11

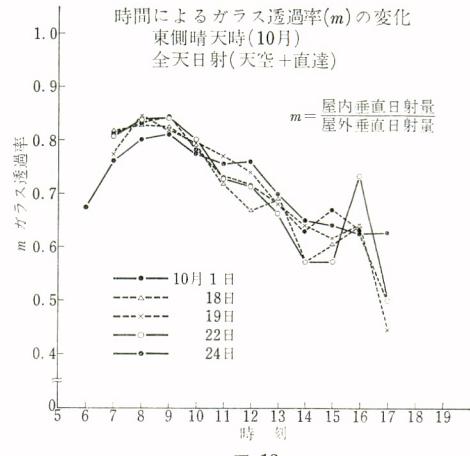


図-12

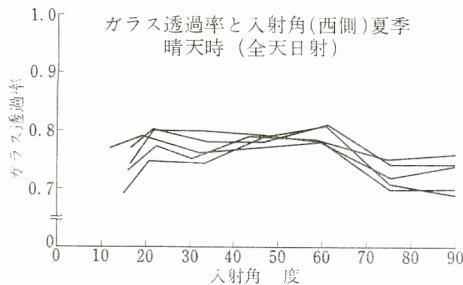


図-13

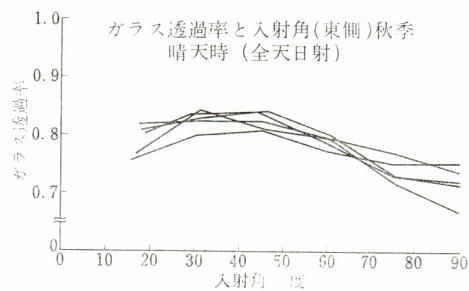


図-14

今回の実測では直達日射量のみの実測は行なわず、常に天空ふく射、また場合によっては地表からの照り返しも若干混入した値を測定していた。直達日射の入射角度が 80° , 90° になり、直達日射のガラス透過量がきわめて少なくなても天空ふく射があるので、全日射でみた場合、透過率がそう小さくなることはない。全日射量に対するガラスの透過率と時刻、入射角の関係を図-9～14に示す。直達日射の垂直壁への入射角は、あらかじめ計算されていたものである⁸⁾。全日射量のガラス透過率と入射角の関係は0.8前後で、そう大きな変動はないといえる。なお測定に使用したエブリ日射計は乾燥空気封入のもので、日射計を設置した方向（水平とか垂直とか）によって、受感部からの対流による放熱状態の相違があり、本来なら較正を必要とするものであるが、今回はこれを行なわなかったことをつけ加えておく。

4 回転式空調実験室の熱負荷特性

8月6日（装置は西側を向いている）、8月20日（東向

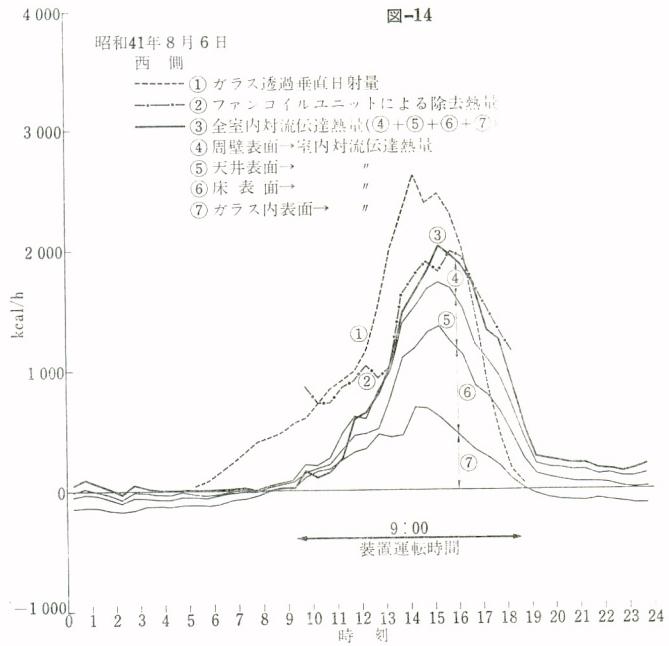


図-15

き）、の実測結果を図-15、16に示す。図中① ガラス透過垂直接射量とあるのは、実験室内に垂直に設けられたエブリ一日射計が記録した日射量を、実験室の前面ガラ

ス窓面積が 8 m^2 あるので 8 倍したものであり、従来の負荷計算法ではこれをその時刻の日射による熱取得としていたものである。②ファンコイルユニットによる除去熱量というものは、室温を一定に保つためにファンコイルユニットが実験室から除去した熱量で、これが実験室に対する実際の冷房負荷と考えられる。周壁表面、天井表面、床表面、ガラス内表面→室内対流伝達熱量とあるのはおのとの内壁表面温度の平均値と室温の差に、室内側対流熱伝達率 $8 \text{ kcal/m}^2\text{h}^\circ\text{C}$ とおのとの表面積とを乗じたもので、その合計③の曲線は、②ファンコイルユニットの除去熱量とほぼ一致するものである。室内側対流熱伝達率の値を決めることには問題があり、ここでは図-15、16 にみられるように、②と③の曲線が対流熱伝達率を 8 にしたとき、きわめてよく一致したのである。ただしファンコイルユニットを運転していないときは室内風速も遅くなるので、対流熱伝達率を 6 として計算を行なった。ファンコイルユニットの除去熱量は、室温のわずかの変動にも敏感に感じ、増減を生じる。室温を一定に保つための PID による自動制御装置が 8 月まで調整中であったので、コントロールを手動で行なわねばならず、そのため室温にも若干の変動がある。測定を行なった日の各点の温度変動を図-17、18 に示す。ここで問題になるのはガラス表面温度の測定で、サーモカップルシートを使用して測定したが、サーモカップルシート自体が茶色に着色されており、直射日光を受けると実際のガラス温度より高い温度を検出している可能性もあることである。ガラスの温度が実際より高く検出されれば、ガラスからの対流熱伝達量も計算上大きくなってしまう。蓄熱係数を考えると、外気温度による影響がはいらないようにするために、日射がある場合のガラスにおける熱平衡式を設定し、

それにより得られるガラスからの対流熱伝達量を求め、これをガラスに吸収される日射熱のうち、この実験室に対する熱負荷であると考えて計算を行なった。この方法による 8 月 20 日、10 月 1 日の負荷変動の様子を図-19、20 に示す。

ガラスにおける熱平衡式

$$aI_0 + \alpha_0 (\theta_0 - \theta_G) = \alpha_c (\theta_G - \theta_r) \dots \dots \dots (1)$$

a : ガラスの熱吸収率

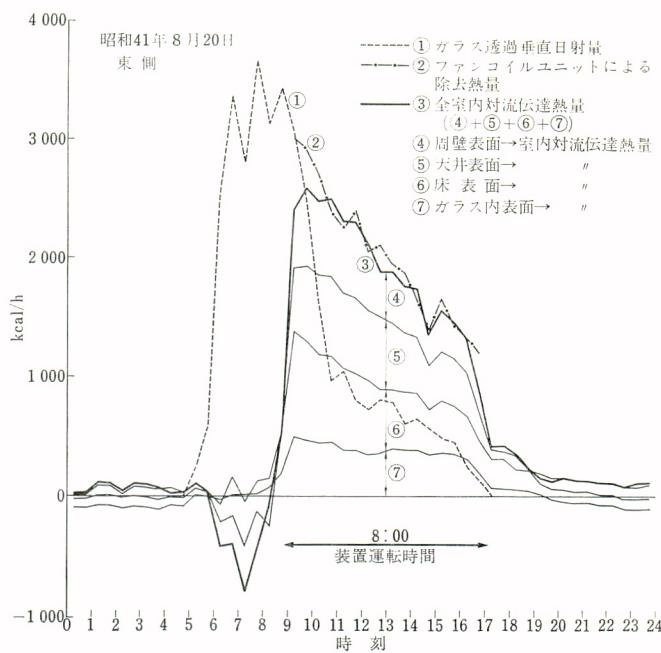


図-16

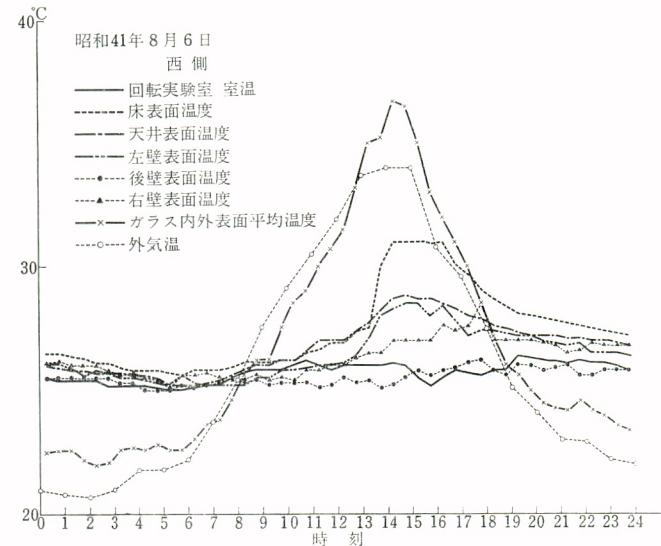


図-17

I_0 : 屋外垂直日射量

α_0 : 外気側熱伝達率

θ_G : 日射がある場合のガラス温度

θ_r : 実験室室温

θ_0 : 外気温度

α_{ic} : 室内側対流熱伝達率

(1) 式を変形

$$aI_0 + \alpha_0 \theta_0 + \alpha_{ic} \theta_r = (\alpha_0 + \alpha_{ic}) \theta_G$$

$$\therefore \theta_G = \frac{1}{\alpha_0 + \alpha_{ic}} (a I_0 + \alpha_0 \theta_0 + \alpha_{ic} \theta_r) \quad \dots \dots \dots (2)$$

ガラスから室内への対流熱伝達量は

$$\text{日射のないとき } q' = \alpha_{ic} (\theta'_G - \theta_r) \quad \dots \dots \dots (3)$$

$$\text{日射があるとき } q = \alpha_{ic} (\theta_G - \theta_r) \quad \dots \dots \dots (4)$$

(2)式を(4)式に代入し

$$q = \alpha_{ic} \left\{ \frac{1}{\alpha_0 + \alpha_{ic}} (a I_0 + \alpha_0 \theta_0 + \alpha_{ic} \theta_r) - \theta_r \right\}$$

$$= \frac{\alpha_{ic} a}{\alpha_0 + \alpha_{ic}} I_0 + \frac{\alpha_{ic} \alpha_0}{\alpha_0 + \alpha_{ic}} (\theta_0 - \theta_r) = \frac{\alpha_{ic} a}{\alpha_0 + \alpha_{ic}} I_0 + q'$$

ここで $\alpha_0 = 20$, $\alpha_{ic} = 8$, $a = 0.06$ と仮定すると

$$q = \frac{8 \times 0.06}{28} I_0 + q' = 0.0168 I_0 + q'$$

5 蓄熱係数

空調室内への瞬間的熱取得には日射、照明熱、ガラスや外壁の熱伝導、外気負荷、その他の内部発熱負荷が考えられる。この瞬間的熱取得の大部分はふく射熱であるため、空調装置の熱負荷になるには時間遅れを生じる。Carrier では予熱される瞬間的熱負荷から実際の空調負荷を求めるために“蓄熱負荷係数”を採用し発表している。これは室温を一定に保った場合の、空調負荷の瞬間的熱負荷に対する減少の割合を示すもので、表面の吸収率床版の重量、床材料の熱的性質によって異なり、日射熱の場合、方位と時刻に従って変化する。この問題の解明には理論的研究によつてもある程度の結論は得られるが、実際は建築構造の複雑さなどのため相当仮定を設定しなければならず、そのチェックの意味も含めて今回の実験から蓄熱係数を求めてみた。蓄熱係数は季節によつても異なるものである。窓面を東に向か、夏期に室温を 26°C 一定に保ち、昼間のみ運転した場合、コンクリートの内部平均温度は明け方でおよそ 24.5°C 、日射が西へまわる正午で 27°C と 2.5°C 上昇しているのに対し、中間期の 10 月で室温を 21°C に保った場合は、明け方で 18°C 、正午で 22.5°C と 4.5°C 上昇している。中間期の方が夜間に装置の運転を止めたとき、夏期より多くコンクリートが冷却され、昼間の許容蓄熱量が増すためである。この例でも中間期は夏期に比べ 2°C も高く暖められているが、これが実験室内壁の半分に蓄熱されたとすると、この蓄熱量はおよそ 4000 kcal にもなる。今回の実験でファンコイルユニットが除去した熱量は、日射熱取得とガラスの内外温度差による貫流熱量による熱取得によるものである。日射による熱取得分のみの蓄熱係数を知るためにつぎの三つの蓄熱係数を考えた。

蓄熱係数(I)

$$= \frac{\text{ファンコイルユニット除去熱量}}{\text{補正日射量}}$$

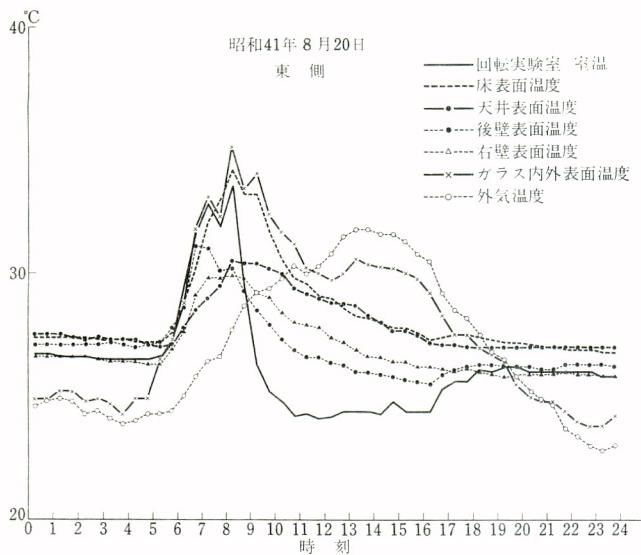


図-18

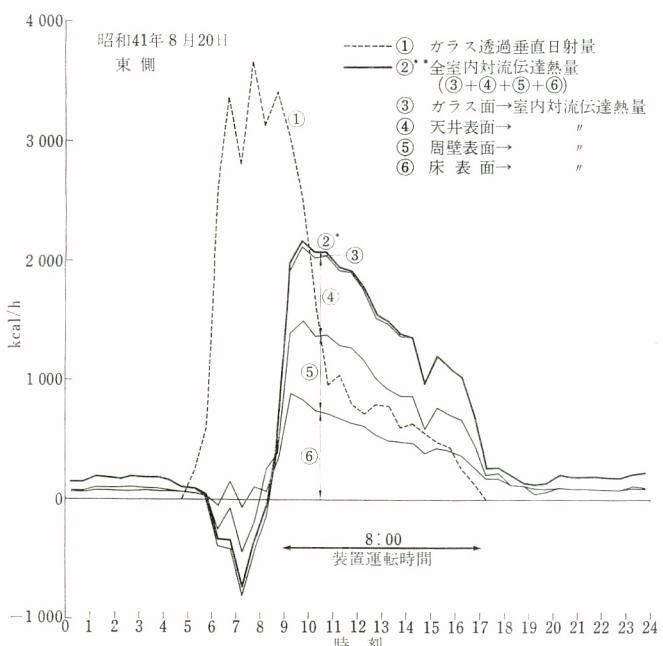


図-19

$$\text{蓄熱係数 (II)} = \frac{\text{ファンコイルユニット除去熱量}}{\text{透過最大日射量} + \text{ガラス貫流熱量}}$$

$$= \frac{\text{補正ファンコイル除去熱量}}{\text{透過最大日射量}}$$

$$\text{蓄熱係数 (III)} = \frac{\text{ファンコイルユニット除去熱量}}{\text{透過最大日射量}}$$

蓄熱係数 (III)

$$= \frac{\text{全室内対流伝達熱量}}{\text{透過最大日射量}}$$

$$= \frac{\text{図-19, 20 に示す負荷変動}}{\text{透過最大日射量}}$$

今回の実験から得られた蓄熱係数(I)による値を図-21, 22 に、蓄熱係数(II)による値を図-23, 24 に、蓄熱係数(III)による値を図-25, 26 に示す。図-25, 26 には Carrier の値を併示した。Carrier の蓄熱係数は建物重量により値が異なり、重量は次式から算定されている。

外周部の場合

$$= \frac{\text{外壁重量} + 1/2(\text{間仕切り, 床, 天井の荷重})}{\text{床面積}}$$

内周部の場合

$$= \frac{1/2(\text{間仕切り, 床, 天井の荷重})}{\text{床面積}}$$

この方法で計算を行なうと、この回転式空調実験室は、120 lb/ft²(600 kg/m²) となり、図-25, 26 で Carrier の値との比較を行なったが、今回の実測の方がやや小さめに出ている傾向がある。これは実験室の周囲の部屋はガードルームであり、室温の補償はできても日射による影響は受けず、実験室の重量としては Carrier の計算法よりも大きめに取らなければならぬのかかもしれない。一方蓄熱係数を単に重量によってのみ分類することにも疑問があり、目下検討中である。

6 おわりに

本実験装置は早大の日射試験装置に比較すると大型であり、ガードルームを持ち、窓面の方位を変えられるという特長をもたせた模型試験室であるが、装置の設計から製作の過程で種々難問題に直面した。また完成後も運転の状態を検討しつつ改良を加えてきた。ここに報告する初年度の研究結果は予備実験ともいべきもので、完全なものとはいえない。しかし窓面からはいる日射熱が室内の構

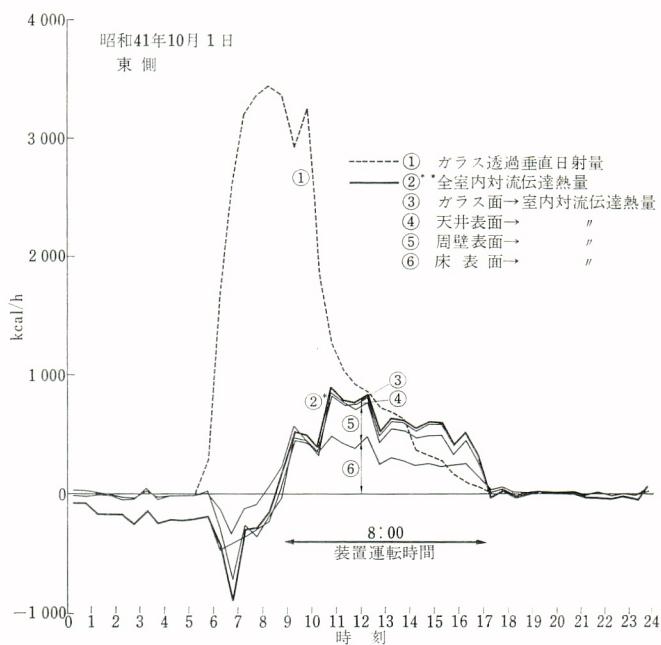


図-20

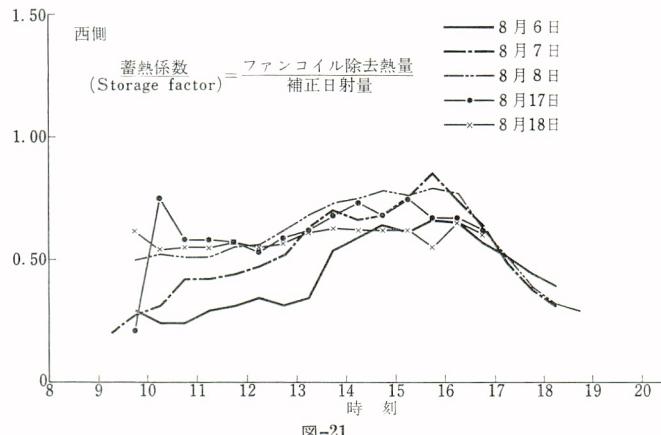


図-21

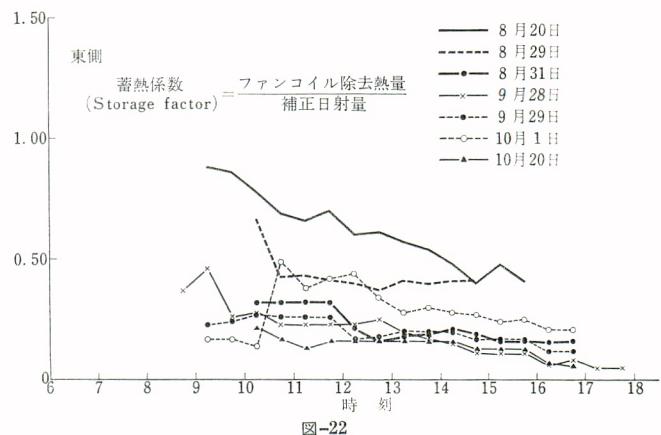


図-22

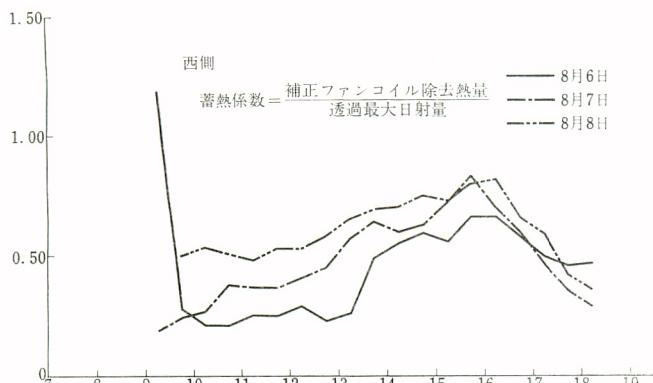


図-23

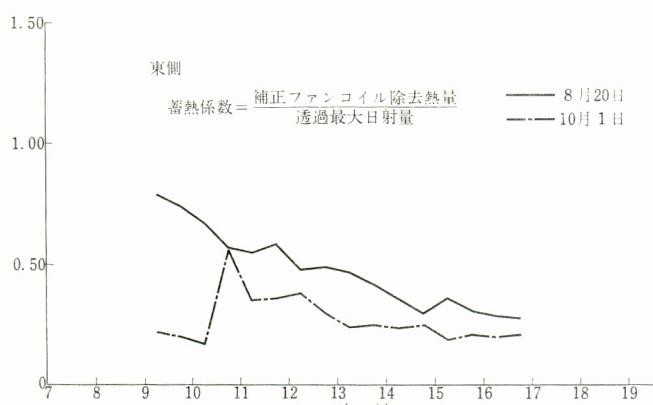


図-24

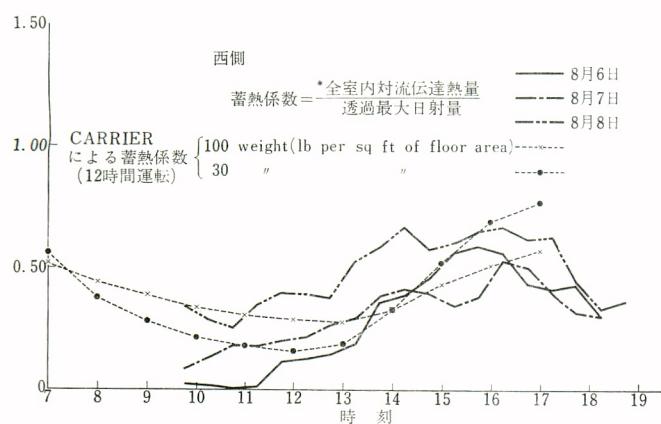


図-25

造体にたくわえられて徐々に放熱されるという推移ははっきりと現われている。現在は室内表面温度測定結果から求めた負荷と、ファンコイルユニットによる除去熱量とを併行して検討する方針をとっているが、熱量計の信頼性が高まってきてるので、将来はファンコイルユニットによる除去熱量を実際の装置に対する負荷と考えて各種の試験を行なってゆきたいと考えている。

謝 詞

装置の設計にあたっては三機工業暖冷房部部長代理小笠原祥五氏よりご教示をいただき、装置設計の当初より大林組技術研究所田辺四郎次長が當時はげまして下さった。実験やデータの解析には早大大学院生小林清蔵君、早大学生相楽典泰、平山昌宏、宮川保之、宮原直樹の諸君の協力を得た。ここに併記して厚く感謝するしたいであります。

参 考 文 献

- 1) 木村幸一郎：建築計画原論，共立出版
- 2) 井上宇市編：高層建築の設備計画，彰国社
- 3) 木村 建一：ガラス窓を通過する太陽ふく射の室内蓄熱，空気調和衛生工学 1964, Vol. 38, No. 4
- 4) 木村建一：夏期の外気側熱伝達率について，建築学会関東支部第37回研究発表会
- 5) 渡辺・橋口・提：東京地区の冷房負荷算定資料に関する研究，空気調和衛生工学 1965 Vol. 39, No. 10
- 6) 斎藤・松尾・落藤：日射とその応用上の問題点，空気調和・衛生工学 1964, Vol. 38, No. 4
- 7) 渡辺 要：建築計画原論 I, II
- 8) 田中辰明：各地の太陽位置などに関する資料，空気調和・衛生工学 1967, Vol. 41, No. 1
- 9) 田中辰明：東京の日射量に関する資料，空気調和・衛生工学 1967, Vol. 41, No. 7
 - (A) Handbook of Air Conditioning System Design Carrier Air Conditioning Company
 - (B) Olgyay, Design with Climate
 - (C) A.S.H.R.A.E. Guide and Data Book 1965

(昭和 42.2.15 原稿受理)

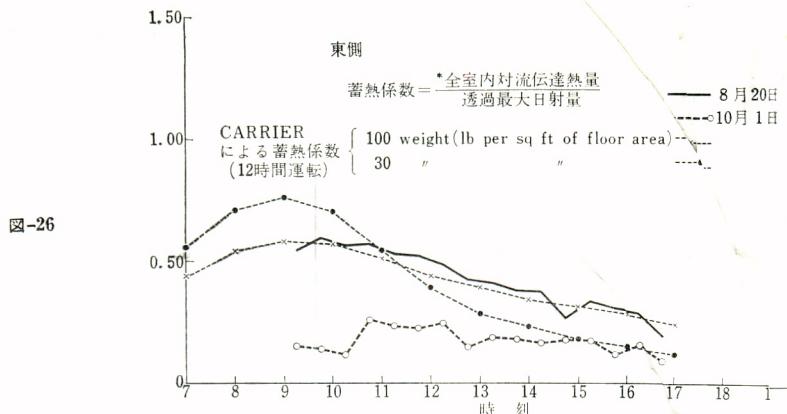


図-26

【参考資料】 単位記号は、Vol. 41, No.3 の 8, 34, 49
No. 4 の 35 各ページに掲載

数学記号(1)

(1) 算術および代数 (JIS Z 8201-1956)

記号	意味	義
$\sqrt[n]{a}$	a の n 乗根	
$n!$	n の階乗	
$ a $	a の絶対値	
$n P_r$	n 個から r 個をとる順列の個数	
$n C_r, \binom{n}{r}$	n 個から r 個をとる組合せの個数	
$P(E)$	E の起こる確率	
$[]$	行列	
$\begin{vmatrix} & \\ & \end{vmatrix}$	行列式	
\sum	総和	
\prod	総乗積	
e	自然対数の底	
i, j	$\sqrt{-1}$ (虚数単位)	
π	円周率	
\cdot (下の点)	小数点	
$()$	小カッコ	
$\{ \}$	中カッコ	
$\left[\right]$	大カッコ	
Z^*, \bar{Z}	複素数 Z の共役数	
\bar{a}	a の平均値	
$\%$	パーセント (百分率)	
AB	線分 AB	
$\angle AOB, \widehat{AOB}$	角 AOB	
\perp	垂直	
$\angle R$	直角	
\parallel	平行	
\equiv	平行で長さが等しい	
$\triangle ABC$	三角形 ABC	
$\square ABCD$	平行四辺形 $ABCD$	
\widehat{AB}	弧 AB	
\equiv	合同	
\sim	相似	