

電気式天井パネルヒーティングの実験研究

栗林 謙実

正会員 ○ 田中 辰明

同 宮川 保之

1. はじめに

天井を発熱面としてふく射暖房を行なうと感覚的に「この方法は頭寒足熱に反するから不快であろう」という意見をよく聞く。事実天井ふく射暖房は日本では施工例は少ないが欧州では多くの施工例が見られる。幸い良質の電導抵抗布による発熱体が入手できたので実験を行なってみた。実験中部屋に入ってみると、どこに発熱面があるかわからないほどきわめて快適な環境が得られた。以下実験結果を報告する。

2. 電導抵抗布の発熱について

実験に用いた電導抵抗布は任意の大きさの正方形に切って相対する2辺を電極として抵抗を測ると200Ωあるものである。したがってこの布の細長比を変えれば、抵抗も変わる。この布に通電すれば発熱するのであるが、暖房を行なう部屋の熱負荷計算をあらかじめ行ない、熱損失を相殺できるように電導抵抗布が発熱するように細長比を工夫すればよい。電導抵抗布は仕上材と断熱材の間に入れて使われるが、布に給電して仕上材の表面温度が上昇しても仕上材の上向きや下向きなどの方向によって自然対流の影響により、同じワット密度 (Watt/cm²) でも表面温度は異なる。そこで試験体の向きを変えながら種々ワット密度を変化させて表面温度が定常になるのを待って、仕上材表面温度、電導抵抗布の表面温度を測定した。この間室温はほぼ15℃に保たれた。測定結果を図-1に示す。試験体の向きにより対流熱伝達率が異なってくる。本来なら下向きが同じワット密度に対して最も高い温度でバランスするはずであるが、結果は必ずしもそうでなかった。これは実験を行なった部屋が完全な恒温室でない、実験室の他の壁面からふく射熱の影響を受けるなどの理由によるものと考えられる。

3. 天井ふく射面の施工

実験は大林組技術研究所空調小実験室 (7.2 m × 4.8 m × 2.9 m 天井高) で行なわれた。天井ふく射面の施工は電導抵抗布の電極間距離に合わせて野縁を組み、その上に断熱材として50 mm厚のグラスウールをのせううえで電導抵抗布、天井仕上材の順に野縁に打ちつけた。図-2には電導抵抗布を打ちつけ、天井仕上材を半分まで張った状態を示す。実験室の床面積は33㎡でこれは住宅公団の3DKの住宅の居住部分3部屋分とダイニングキッチンにほぼ相当する。実験室の天井仕上材はふく射効果の違いをみるため全体の1/3が8 mm厚のアスベストラックス、さらに1/3が6 mm厚のアスベストラックス、残りの1/3が10 mm厚のプラスターボードとした。またこの実験室は平屋で床も土間コンクリートが打たれたままであり、奥壁の扉も実験のための引き込みケーブルのため十分に閉めることができず熱損失は一般のRC構造住宅に比べてかなり大きい。電導抵抗布は電極間距離35cmのものが入手できたので、実験室の熱損失を計算し、それに見合う発熱をするよう、電導抵抗布を長さ6.8 mに切り10列天井内に並べた。

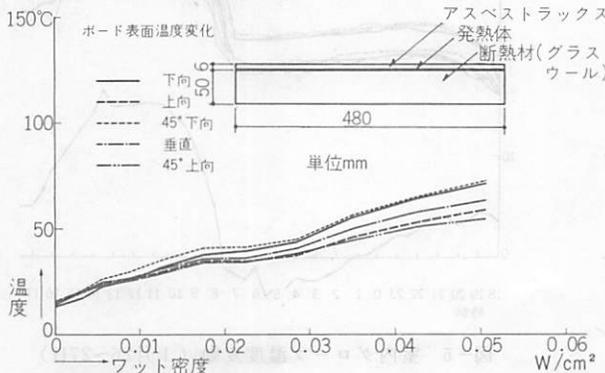


図-1 発熱体の向きによるワット密度と表面温度

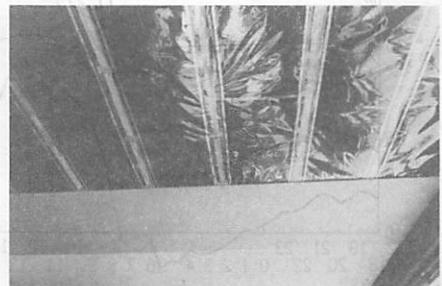


図-2 電導抵抗布を野縁に打ちつけ天井仕上材を半分まで張った状態

4. 実験結果

実験は厳冬期の1月下旬から2月上旬にかけて行なった。電導抵抗布に加える電圧としては表-1に示すような3通りとした。一連の実験のうち1月26日18時から27日17時にかけて130Vの電圧をかけて行なった実験結果を図-3から図-5に示す。図中で8時以降は各部の温度が急激に上昇しているがこれはガラスを透過する日射の影響である。本来日射がはいる室温が上昇する時には暖房を切るべきであるが今回は実験であるので暖房を継続した。図より天井表面温は30℃程度であるが発熱体表面温はこれより8~12℃程度高めである。上下室温分布に関しては通常の温風暖房に比べ、天井付近を除けばかなり小さめとなっている。床上1mでのグローブ温度に関して今回の建物は比較的天井高が低くまた周壁近傍の位置では計測しなかったため水平方向には2℃程度の分布であった。

5. おわりに

今回の報告は床面積33㎡の部屋に対し4.2kwの電力を供給した場合であるが足下の冷え、頭部のふく射受熱による暑さも感じることはなかった。この面積の居室が毎時4.2kwの電力使用量で十分厳冬期にも暖房できたとすれば運転費としてもそう高くはない。4.2kwの電気ストーブを点熱源として室内に置いたらせいぜい2~3名の人間が暖をとれる程度であろうが、この天井パネルヒーティングのようにそれほど高くない温度で全面発熱にすればこれだけ大きな面積の部屋を暖房できるという点ですぐれた暖房方法といえる。

電圧 (V)	電力使用量 (KW)	ワット密度 (W/cm ²)
100	2.8	0.0117
130	4.2	0.0176
150	5.2	0.0218

表-1 実験時における電圧, ワット密度

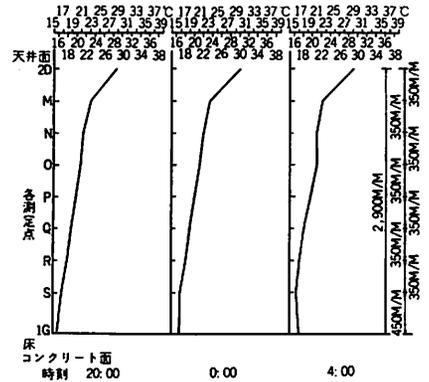


図-3 室内中央上下室温分布

(1月26~27日, 4.2 kw)

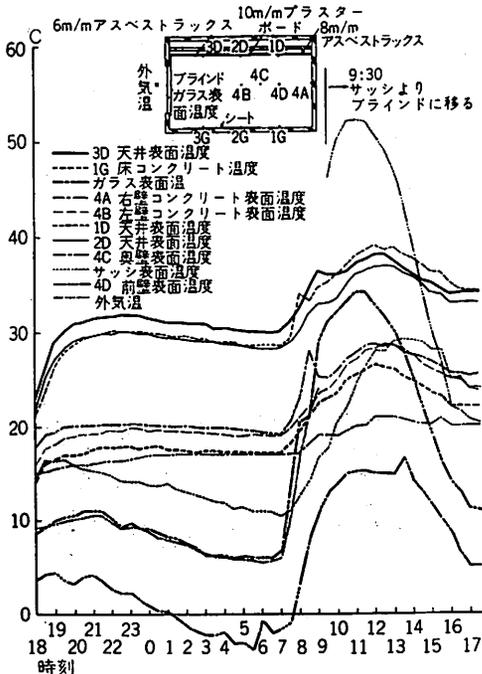


図-4 室内各部温度変動 (1月26~27日)

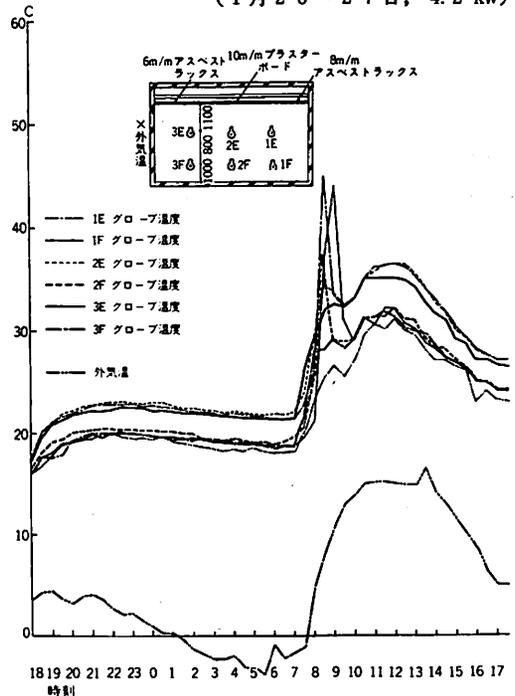


図-5 室内グローブ温度変動 (1月26~27日)

・大林組技術研究所