

暖房用放熱器の JIS 規格および EN 規格に基づく放熱量測定

富田 和彦, 保科 秀夫, 月館 司*, 長谷川昌之**
平野 家康**

Heat Emission Measurements of Space Heaters according to JIS A1400 and EN 442

Kazuhiko TOMITA, Hideo HOSHINA
Tsukasa TSUKIDATE*, Masayuki HASEGAWA**
Ieyasu HIRANO**

キーワード：暖房，放熱器，放熱量

1. はじめに

道立工業試験場では、暖房用放熱器の放熱量を測定するための実験施設を配備し、試験研究や企業からの依頼試験、技術指導に利用している。現有試験室は、水冷密閉方式であるが大きさや冷却方法において JIS 規格の仕様と幾分異なる。このため、1993 年に JIS 規格に準じる空冷密閉試験室を有する東北大学と、同一放熱器による測定精度の検証を行った¹⁾。また 1994 年には、より放熱量の大きな測定にも対応できるよう、試験室天井面に熱交換エレメントを設置し冷却能力の向上を図った。

一方この間、JIS 規格の改正が行われ、最新（1998 年）の規格²⁾では国際（ISO）規格³⁾との整合性が図られている。この規格の中で特筆すべき点として、放熱器能力を表す放熱器内温水平均温度が ISO では 80℃ と規定されているのに対し、JIS では 70℃ を採用している。その理由は、温水平均温度 80℃ で温水温度降下 20K の場合、放熱器入口の温水温度は 90℃ を必要とするが、この温度は常用の熱源器では得られず装置上試験が困難であると説明している。

また近年のヨーロッパでは、放熱器の性能測定がこれまでの ISO 規格や各国独自のものからヨーロッパ（EN）規格⁴⁾

に統一化され、現在、この EN 規格による性能表示の製品が日本国内にも数多く輸入、販売されている。EN 規格と JIS 規格の大きな相違は、JIS では試験室を空冷密閉、水冷密閉、開放の 3 種類を規定しているのに対し、EN では水冷密閉試験室のみであり、詳細な試験室構造の明記や標準放熱器など測定誤差 1% 以内を確保するための厳格な規定が示されている。また、EN では温水平均温度が JIS と同じ 70℃ であるが、温水温度降下は JIS の半分の 10K である。このため、放熱器入口温水温度 75℃（JIS：80℃）、出口温水温度 65℃（JIS：70℃）となる点が JIS 規格と大きく異なり、EN の温水流量は JIS の約 2 倍の値となる。温水流量については、EN の値の方がより使用実態に近いことが指摘されており、現在 JIS では温水温度降下を 20K から 10K に変更する方向で見直しが検討されている。

そこで本研究では、以上のような JIS 規格の動向を踏まえ、1994 年に行った熱交換エレメント設置による冷却能力改善後の工業試験場試験設備における測定精度の検証を行うため、比較対象として道立北方建築総合研究所に配備の空冷密閉試験室⁵⁾を用い、EN 規格の標準放熱器による両試験設備間での測定値のクロスチェックを行った。

2. 試験設備の概要

2.1 工業試験場の試験設備

2.1.1 水冷密閉試験室の構造

図 2.1 に工業試験場（以後、工試）配備の水冷密閉試験室の平面図、断面図を示す。試験室の大きさは、内寸で床面

* 北方建築総合研究所

** 森永エンジニアリング(株)

事業名：民間等共同研究

課題名：冬期における居室外周部の快適性向上と省エネルギーに関する研究

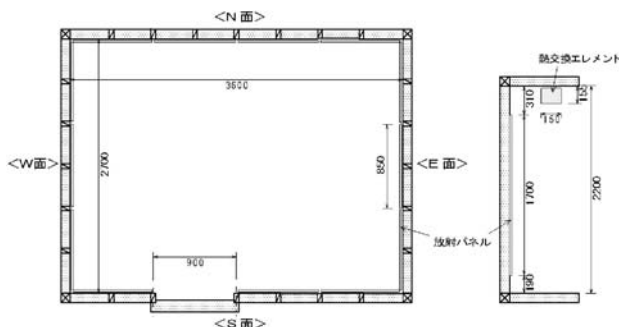


図 2.1 水冷密閉試験室の平面図・断面図

2.7m × 3.6m, 天井高 2.2m であり, 床面積 9.72m², 容積 21.4m³ である。木造で, 床, 天井, 壁は厚さ 100mm のスチレンフォームで断熱し, 天井と壁の内装はアクリルウレタン樹脂塗装のスレート板 (クリーム色), 床は長尺塩ビシート仕上げとした。

室温制御用熱交換エレメントとして, 図 2.2 に示すように, 扉部を除く周囲壁 (E 面, S 面, W 面, N 面) に放射パネルを計 13 枚, 天井にアルミプレートフィン製熱交換器を配置した。放射パネルは, 幅 850mm, 高さ 1700mm, 厚さ 12mm の床暖房用金属製パネルであり, 鋼板表面は放射率 0.96 のアクリル樹脂塗料で塗装されている。アルミプレートフィン製熱交換器は, 4 台が並列に接続されており, 1 台の寸法は幅 150mm, 高さ 110mm, 長さ 2000mm であり, 下部にステンレス製ドレン受けが付いている。

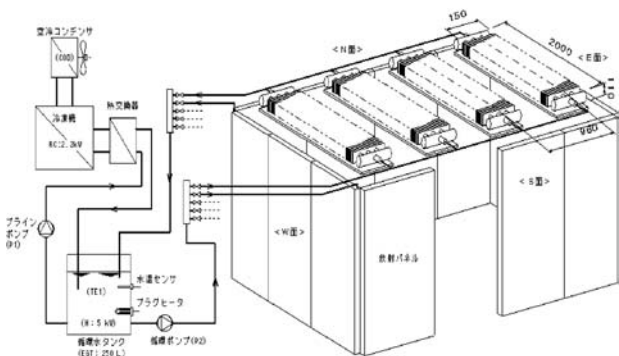


図 2.2 水冷密閉試験室の室温制御システム

2.1.2 室温制御

試験室の温度制御は, タンク内の循環水温度を設定し, 室温センサ (TE2) を検出して循環ポンプ (P2) を発停させる方式としたが, 本性能試験においては室温変動幅が出来るだけ小さくなるような操作, すなわち循環ポンプが連続運転するように, 放熱器の負荷に見合った循環水温度を設定した。なお, 循環水はヘッドで 5 系統に分岐され, 試験室内の天井面アルミプレートフィン製熱交換器, 周囲壁の各放射パネルへと送られる。

2.1.3 温水供給装置

図 2.3 に温水供給装置を示す。システムは開放系で, 熱源に電気温水器を用いており, 容量 60L, 出力 6kW で ±0.2℃ 以内に制御される。試験体出入口温水温度測定用として, シース型 T 熱電対を配管内に挿入し, 流量測定には電磁流量計を使用した。なお, 流量は流量計からの信号を受けて電動バルブにより所定の流量に制御される。

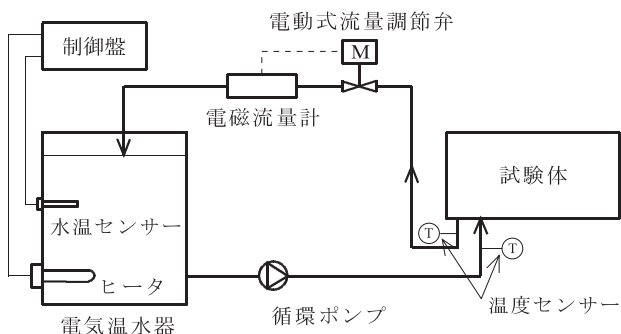


図 2.3 温水供給装置

2.2 北方建築総合研究所の試験設備

2.2.1 空冷密閉試験室の構造および室温制御

北方建築総合研究所 (以下, 北総研) に配備の室内環境シミュレータは, 図 2.4 に示すように, 屋外の環境条件を模擬する外気室と, 隣室に相当する周囲室に囲まれた空間である。広さは 5.7m × 6.8m であり, 天井高さは 2.2 ~ 4m の間で可変である。床はフリーアクセスフロアであり, その下が空調用チャンバーとなっている。本測定では, このシミュレータ室内に, 4m × 4m × 2.8m (高さ) のテントを設置し, JIS 対応の試験室とした。テントの合わせ目は, マジックテープにより隙間を塞ぐことができ, 室内の気流速度をほぼ無風状態にできることから, JIS の空冷密閉試験室に準じるものと考えている。測定時には, テント内が 20℃ となるように, シミュレータ室内を天井のスリット状吹き出し口からの空調空気制御するとともに, 外気室, 周囲室もシミュレータ室内と同じ温度に空調を行った。

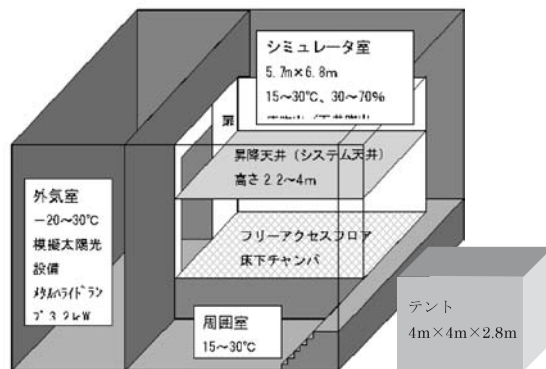


図 2.4 空冷水冷密閉試験室

2.2.2 温水供給装置

シミュレータ室には冷水温供給装置が付属している。JIS 試験では最高90℃以上の温水が必要となるが、装置の限界から今回は80℃までの試験とした。試験体の放熱量は配管内に挿入したシーブ型T熱電対およびパルス発信付き容積式流量計により求める。図2.6に示すように、温度の安定性はすべてJISの規格(代表点±0.1℃, その他空気温度および壁表面温度±0.2℃)を満足することができた。

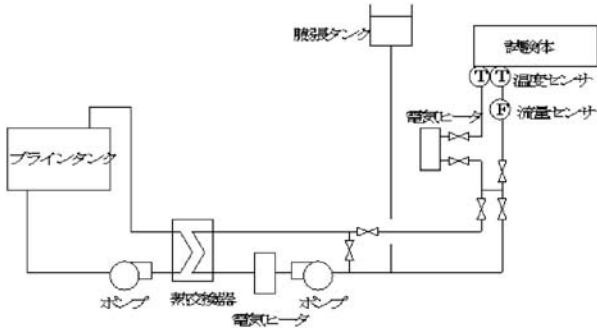


図 2.5 温水供給装置

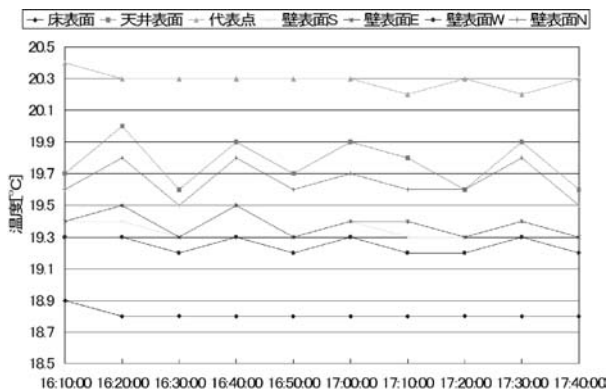


図 2.6 温度の制御状況

3. 試験体

試験に用いた放熱器は、EN 規格の標準放熱器の2機種で、No.1はパネル形、No.2はパイプ形、材質は共にステンレス製である。これら試験体の主な仕様を表3.1に、外観を図3.1および図3.2に示す。

表 3.1 試験体の主な仕様

試験体	縦	横	奥行	定格放熱量
	mm	mm	mm	W
No.1	690	1150	30	791
No.2	850	1250	44	1278

備考：定格放熱量は EN 規格による VASCO 社での測定値



図 3.1 試験体 No.1 の外観

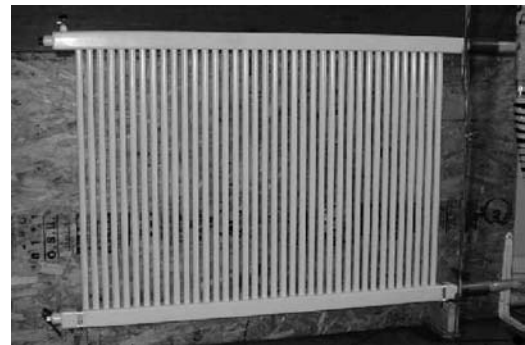


図 3.2 試験体 No.2 の外観

4. 測定方法

4.1 試験体の設置

試験体は、厚さ12mm(北総研では9mm)の合板製支持パネルを用い、その壁面から0.05m離し、床面上0.11mの位置に取り付けた。この支持パネルは、試験室壁面(工試では、図2.1のN面中央)に配置した。また本性能試験では、放熱器背面壁の熱抵抗の影響を調べるため、一部支持パネル裏面に断熱材(厚さ50mmのウレタンフォーム)を裏打ちした場合としない場合について比較試験を行った。

4.2 JIS 規格による放熱量測定

4.2.1 試験室内の温度測定

室温測定位置は、JIS A1400に従い、試験室中心位置で高さ方向に5点(床面上0.05m, 0.50m, 0.75m, 1.50m, 天井面下0.05m)、試験室コーナーから1mの位置(4箇所)で高さ方向に2点(床面上0.50m, 0.75m)である。代表室温は試験室中心床面上0.75mの点とし、この温度が20℃になるように室温を制御した。

4.2.2 周壁面、天井面、床面温度、放熱器裏対向壁面温度

各周壁面、天井面および床面温度は、各々の中心表面にT型熱電対を貼り付けて計6点、および放熱器裏対向壁面温度は支持パネル壁面の中心垂直軸、床面上0.3mの位置にT型熱電対を1点貼り付けて測定した。なお工試試験室では周壁

面に放射パネルを配置しているが、冷水の流れる配管上と配管間の表面温度が異なるため、これらパネル中心部の2点を測定し、その平均値を周壁面温度とした。

4.2.3 温水温度および温水流量

温水温度は、放熱器入口と出口の平均温度と代表室温の温度差 ΔT が、30K、50K、60Kとなるように設定した。温水流量は、温水入口温度80℃、出口温度60℃を満たす $\Delta T = 50K$ の時の流量である。

4.3 EN規格流量による放熱量測定

室温と各種壁面温度の測定位置、および放熱器出入口温水平均温度と代表室温の温度差などはJISと共通であるが、温水流量は温水入口温度75℃、出口温度65℃を満たす流量である。

4.4 その他の測定項目

JIS規格流量とEN規格流量による放熱量の相違を調べる試験では、図4.1に示すように、放熱器上部の上昇気流を測定するために風速センサーを2箇所(P1, P2)配置するとともに、赤外線熱画像装置を用いて放熱器表面温度分布を測定した。

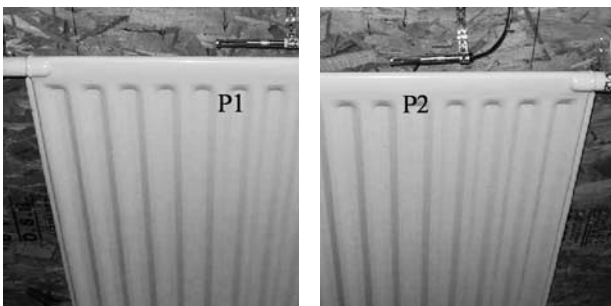


図 4.1 風速センサーの配置

5. 測定結果および考察

5.1 工試水冷密閉試験室の制御状況

放熱器内温水平均温度70℃、放熱器出入口温度降下20KとするJIS測定方法で測定した際の、試験室冷却系90分間(JISでは1時間以上)の制御状況を図5.1、図5.2に示す。また、代表室温、室内各壁面の制御状況を図5.3、温水温度、温水流量、放熱器背面の対向壁面(支持パネル)温度の制御状況を図5.4に示す。これらの値は1分間隔で測定しており、このうちJISの測定精度を満足する10分間を放熱量測定データとして使用した。なおJISの規定では、平均値からの最大誤差は、温水温度が $\pm 0.2^\circ\text{C}$ 、温水流量が $\pm 2\%$ 、代表室温が $\pm 0.1^\circ\text{C}$ 、各周壁面、床面、天井面が $\pm 0.3^\circ\text{C}$ 、放熱器背面壁が $\pm 0.5^\circ\text{C}$ となっている。

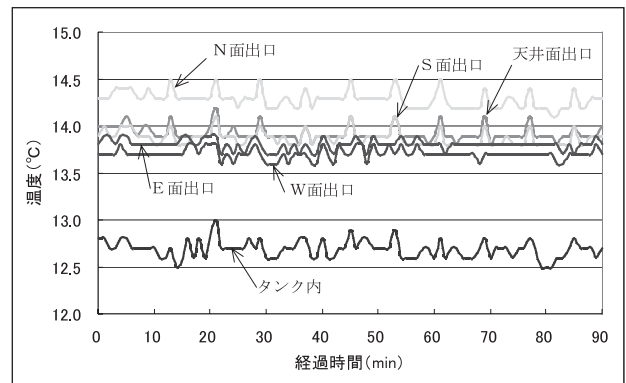


図 5.1 冷却水の温度制御状況

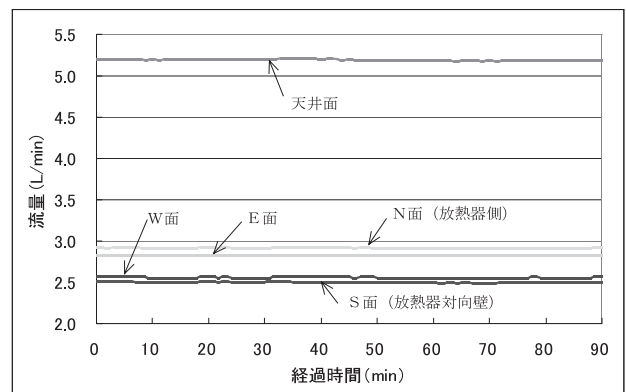


図 5.2 冷却水の流量制御状況

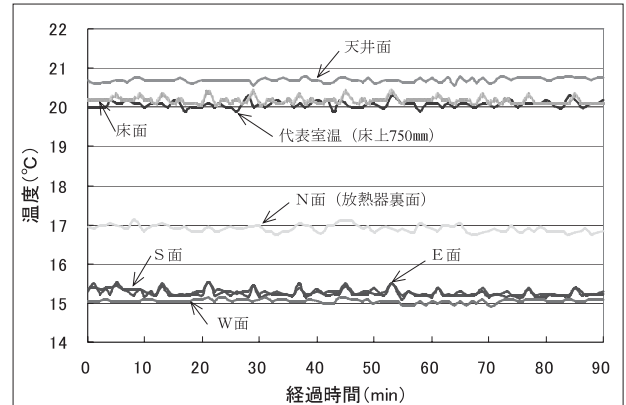


図 5.3 代表室温、壁面の温度制御状況

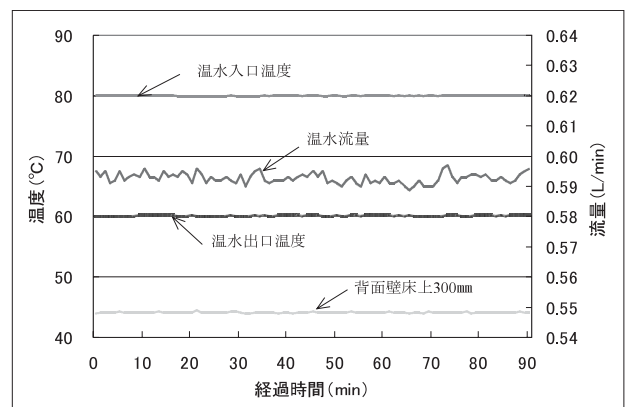


図 5.4 温水および放熱器背面壁温の制御状況