

耐火炉の性能を測るラウンドロビン試験報告

その3 試験結果と考察

正会員 ○阪口明弘*1 同 遊佐秀逸*2 同 西田一郎*3
同 高田峰幸*4 同 内川恒知*3 同 水上点晴*2

耐火炉 耐火試験 石膏ボード

1. 研究背景・目的

その1、その2ではラウンドロビン試験方法・試験体概要・試験装置比較について報告した。本編では、試験結果について報告と考察を行う。

2. 炉内温度測定結果

試験結果を日米に分けて示す。図2に加熱温度のグラフを表す。上側が日本の試験機関における試験結果を、下側が北米の試験機関における試験結果を示している。J-1の試験結果に見られる22分時の谷は、揺れを感知して安全装置が作動・耐火炉が停止したため、停止2分後に手動による復帰が行われた。どの機関も標準加熱曲線に沿った加熱がなされているのが見て取れる。

標準加熱曲線との比較(図1)から詳しく見ると、加熱開始5分までは各機関とも炉内温度の制御にばらつきが見て取れる。これは、試験開始後、急激に温度を上昇させるのが難しいためである。業務方法書においても加熱温度の許容誤差を点火からの経過時間に応じて15~2.5%の範囲で認めているが、5分までの加熱にはその制限値は設定されていない。(参考文献参照)

今回の試験は不合格判定まで約1時間の加熱を行っているため、試験結果に及ぼすこの5分間の影響はきわめて小さいと考えられるが、防火設備の加熱試験(20分)等においてはその影響を考慮する必要があるかもしれない。

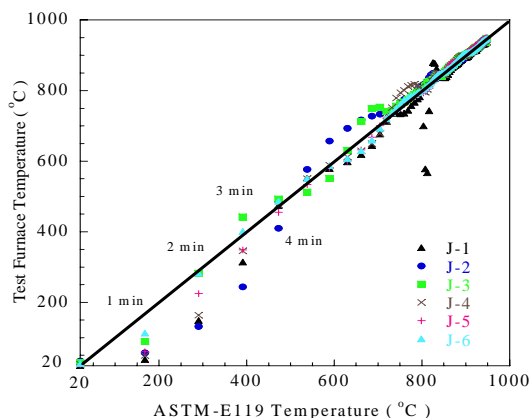


図1 標準加熱曲線と各試験機関炉内温度の比較

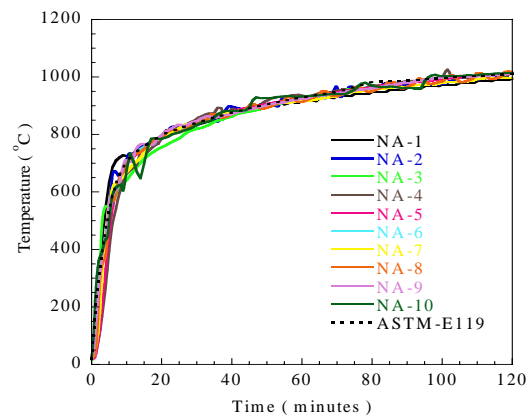
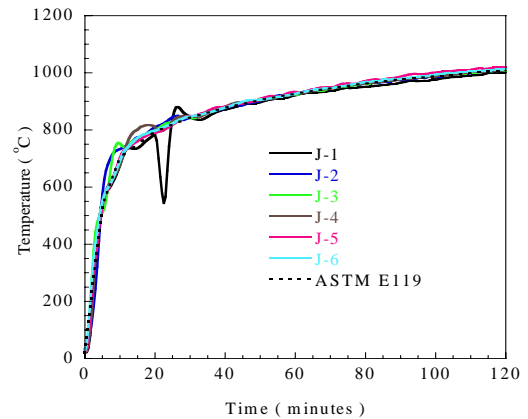
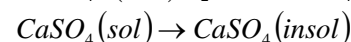
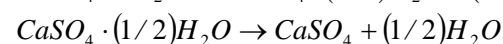
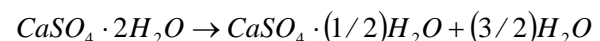


図2 加熱温度比較

3. 裏面温度測定結果

図3に裏面温度のグラフを表す。同じく、上側が日本の試験機関における試験結果を、下側が北米の試験機関における試験結果を示している。どの機関も制限値に至る時間だけでなく、制限値に至るまでの軌跡が一致しており、これは、石膏ボードの主成分である硫酸カルシウム2水和物、そしてその内の約21%に相当する結晶水が、以下の化学反応ステップを経て熱を吸収する過程を示すものである。



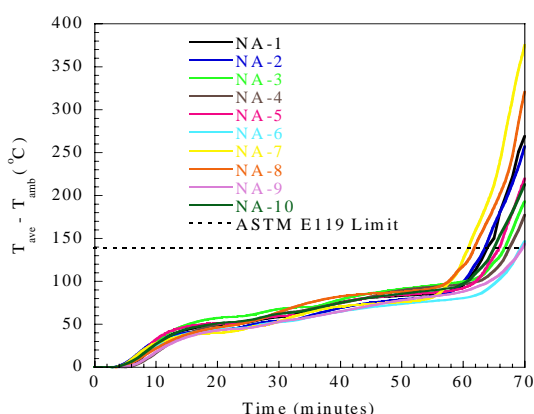
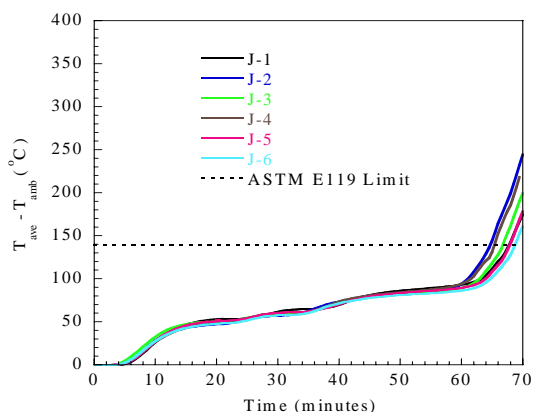


図3 裏面温度比較

4. まとめ

表1に、各試験結果の要約を示す（上側が日本の試験機関、下側が北米の試験機関）。全ての試験機関が1時間の耐火性能と位置づけており、制限値に達した時間も狭い範囲にまとまっている。日米で比較してみると、幾分日本の方が長い耐火性能に位置づけており、ばらつきも少ない。両方に言えることは、ほとんどの試験機関において、最初に制限値に達してから1分間のうちに異なる場所においても制限値の到達が見られる。これは、壁面に対して均一な加熱が行われていたこと、そして今回の試験においては石膏ボードに亀裂やひび割れが観察されず、局所的な弱点が現れなかったことによるものと考えられる（写真1）。このように耐火試験においては一律な加熱が行われるが、実際の火災においては局所的な加熱、あるいは煙層と空気層に2層化することが考えられる他、材料や加熱を受ける部材に関しても施工不良や劣化のために起こる局所的な弱点により、担保されている性能が発揮されない場合もあることに注意して、耐火試験結果を設計に利用すべきである。



写真1：加熱60分時の非加熱面の状況

本ラウンドロビンテストは、個々の試験機関が最初に与えられた情報のみをもとに独立して行われたが、日本とアメリカの2国間での比較においても際立った違いは見られず、耐火炉の性能のみならず、職員の技能に依存する試験の執行に関しても、全ての機関が等しく成熟した設備・職員を有していることが証明されたものとする。

表1 試験結果要約

試験機関	耐火性能	制限値に達した時間(分)	制限値に達した熱電対番号	その後1分以内に制限値に達したその他の熱電対番号
J-1	1 hour	67.7	TC7	Ave., TC6
J-2	1 hour	67.3	TC7	Ave., TC6
J-3	1 hour	66.0	TC6	Ave.
J-4	1 hour	65.5	Ave.	TC3, TC4, TC5, TC6, TC7
J-5	1 hour	68.0	Ave., TC6	TC4, TC5, TC7
J-6	1 hour	68.0	TC7	Ave.
average	1 hour	67.1 ± 1.1	TC6, TC7, Ave.	—

試験機関	耐火性能	制限値に達した時間(分)	制限値に達した熱電対番号	その後1分以内に制限値に達したその他の熱電対番号
NA-1	1 hour	64	Ave.	TC3, TC5, TC7
NA-2	1 hour	62.8	TC3	Ave.
NA-3	1 hour	66.8	Ave.	TC4, TC6, TC8
NA-4	1 hour	67.5	Ave.	TC3, TC6, TC8
NA-5	1 hour	65.8	Ave.	TC6
NA-6	1 hour	70	TC3	TC4, TC5, TC6, TC7, Ave.
NA-7	1 hour	60.6	TC7	TC3, TC5, TC6, Ave.
NA-8	1 hour	61.9	Ave.	TC3, TC4, TC6
NA-9	1 hour	65.8	TC5	None
NA-10	1 hour	65	Ave., TC5	TC4, TC6, TC7
average	1 hour	65.0 ± 2.8	Ave.	—

【参考文献】

防耐火性能試験・評価業務方法書、各性能評価機関

*1(財)日本建築総合試験所
 *2(財)ベターリビング
 *3(財)建材試験センター
 *4(財)日本住宅・木材技術センター

*1 General Building Research Corporation of Japan
 *2 The Centre for Better Living
 *3 Japan Testing Center for Construction Materials
 *4 Japan Housing and Wood Technology Center