

令和 4 年 6 月 9 日現在

機関番号：34419

研究種目：研究活動スタート支援

研究期間：2019～2021

課題番号：19K23557

研究課題名(和文) 複層壁体における包括熱伝導率を用いた裏面温度予測とその実測

研究課題名(英文) Study on the prediction for the insulation performance of multi-layered walls using "Inclusive Thermal Conductivity" and the accuracy confirmation by measurements

研究代表者

吉谷 公江 (YOSHITANI, Kimie)

近畿大学・工学部・講師

研究者番号：40845674

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 2,200,000円

研究成果の概要(和文)：壁体を用いた小型加熱試験を実施し、試験体内部温度の変化を温度履歴データとして収集することができた。試験体は、同じ層構成で異なる材料厚さのものや、せっこうボード目地部を設けたものを用いた。加熱試験により、可燃物が試験体内部で燃焼するタイミング、焼失までの時間、下地材の燃焼・変形に伴うせっこうボードの脱落時間の変化を得ることができた。

研究成果の学術的意義や社会的意義

せっこうボード下地の種類のみを変更した実験や、せっこうボード締結ビスの端あき距離に着目した実験はこれまでになく、加熱試験によるせっこうボードの脱落時間への影響を明らかにした。防耐火個別認定取得のための仕様決定を行う際に有意義な実験結果であるといえる。また、本研究成果によって、包括熱伝導率を用いた予測結果に対して、他の要因で予測との差異が生じる可能性を見出した。下地材の材質を変更する等を考慮させる際に、包括熱伝導率を用いた数値解析の他に、試験体内部で生じる燃焼の影響や鉄スタッドの伸びに伴う隙間の発生の影響を検討していく必要があることがわかった。

研究成果の概要(英文)：In this study, the fire tests with the scale-model refractory furnace were performed for the multi-layered walls.

In these tests, the inside boundary temperatures of specimens were measured. Each specimen consists of the same layer composition with different thickness, And some of them had the joint parts on the gypsum boards.

Finally, these results show the changes in the timing for burn out of combustible material and falling off gypsum board layers due to the deformation of the heated base material.

研究分野：建築環境

キーワード：防耐火性能 内部温度 せっこうボード目地部 下地材

様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

建物を建築するにあたり、防耐火性能は必要不可欠な性能である。防耐火性能は、建築基準法告示に示される仕様のほか、各協会やハウスメーカー等が所有している防耐火個別認定の仕様を遵守しなければならない。

防耐火個別認定では、国交省大臣の認定を得るために第三者機関にて認定試験に合格する必要がある、各企業は認定試験を受けるまでの間に多くの費用と時間をかけて予備試験を行い、必ず合格するといえる試験体をもって認定試験に挑んでいる。

予備試験では、商品としての原価を下げつつ性能を確保するために多くの試行錯誤が生じ、その都度試験体は新しく製作され、試験的な火災を受け、廃棄される。また、試験体には可燃物が通常よりも多く用いられており、それらが燃焼することで有害な煙が試験室に立ち込める。この試験を繰り返し行うことで、費用や時間の話だけではなく、人体にも影響が出てくる懸念される。

そのため、防耐火試験の遮熱性予測は熱伝導計算を用いて行われてきたが、材料の燃焼や脱落といった防耐火試験特有の現象を別途考慮する必要があり、精度を求めた場合は数値計算が煩雑となり汎用性に乏しく、数値計算の簡便さを求めた場合は精度が悪く、いずれの場合も実用性が伴わないことが問題となっている。

2. 研究の目的

防耐火試験特有の現象を考慮した「包括熱伝導率」を用いた数値計算を用い、予備試験の回数を削減することを最終目的とし、実験から得られた温度データをもとに水分の蒸発やクラック等の材料内部の変化を含めた包括熱伝導率を推定し、厚さや層構成の異なる試験体の温度予測を行う。

本研究では、包括熱伝導率を用いた温度予測手法において、複層壁体での有用性を明らかにすることを目的として、必要温度データ取得のための小型加熱試験を行った。

3. 研究の方法

包括熱伝導率を求めるために、類似の層構成の壁体について加熱試験を行い、材料内部の様々な場所の温度を測定した。試験体寸法は 650mm×650mm とし、(一財)日本建築総合試験所の小型加熱試験炉にて加熱試験を実施した。加熱試験では、炉内温度及び裏面空気温度の他に、試験体内部の温度を複数点(加熱側表面、材料内部、材料境界、非加熱側表面(裏面))を測定し、包括熱伝導率の推定及び裏面温度予測に必要な温度データの収集を行った。また、材料の燃焼や変形・脱落といった防耐火試験特有の現象について実験時に観察・記録することで、包括熱伝導率の変動の根拠とすることとした。

2019 年度実施の加熱試験では、空気層を含む不燃材で構成された試験体、及び、可燃物を含む試験体を用いた。いずれも、加熱側に窯業系サイディングを用いることで、内部材料及び非加熱側材料の違いのみが生じるようにした。

2020 年度実施の加熱試験では、空気層を含む不燃材で構成された試験体とし、屋内側のせっこうボードに目地部を設けた。また、せっこうボード下地材には、木材もしくは鉄スタッドを用いた。せっこうボード締結位置を変化させることで、せっこうボードの収縮及び下地材の燃焼・変形によって、せっこうボード目地部から試験体内部へ火災が侵入しやすく試験体内部温度の変化が生じるようにし、温度履歴のデータ収集を行った。

4. 研究成果

Fig.1 に小型加熱試験の状況を示す。Table 1 に 2020 年度の試験体仕様、Fig.2 に 2020 年度の加熱試験結果を示す。

- ・2019 年度実施の加熱試験では、空気層を含む試験体を用い、試験体内部温度の変化を温度履歴として収集することができた。また、同じ層構成において異なる材料厚さの試験体についても同様に温度データを収集し、比較検討することが可能となった。可燃物を含む試験体においては、可燃物が試験体内部で燃焼するタイミング、焼失までの時間等を温度履歴として得ることができた。



Fig. 1 小型加熱試験状況

- ・2020 年度実施の加熱試験では、せっこうボードに目地部を設けることで、下地材である木材の燃焼や、鉄スタッドの座屈・変形によって生じるせっこうボードの脱落時間の変化を温度履歴として得ることができた。
- ・2020 年度の実験結果より、目地部を含む試験体についての検討が進んだ。これまでは材料の厚さを変更した場合について遮熱性予測を実施してきたが、2020 年度の実験では試験体厚さが同等の場合において、材料変更の際の温度データを収集できたため、試験体内部の材料変更、及び、試験体内部で生じる材料の変形・燃焼について、遮熱性予測の検討を進めることが可能となった。
- ・2021 年度では研究成果発表として、日本建築学会大会にて口頭発表を行った。2020 年度の実験結果をもとに、せっこうボード締結位置や下地材の種類・サイズの差によって防耐火性能に影響が生じる可能性を示すことができた。
- ・2019 年度及び 2020 年度に実施した加熱試験から得られた温度データをもとに、今後、包括熱伝導率の推定を行っていく。その後、屋外加熱においては試験体内部に空気層がある場合、及び、試験体内部に可燃物がある場合について、屋内加熱についてはせっこうボード目地部からの熱や火炎の侵入がある場合、及び、せっこうボード下地材の種類が異なる場合について、遮熱性予測の実現可能性について検討を進めていく。

Table 1 試験体仕様 (2020 年度) ¹⁾

| 試験体記号 | | | | | | |
|-------|------------|----------------|-------|-------|-------------|-------|
| 加熱側 | 材料 | 普通せっこうボード t9.5 | | | | |
| | 含水率 (%) | 0.49 | | | | |
| | 締結材 | コースレッド 3.8×L28 | | | | |
| | 端あき距離 (mm) | 10×10 | 15×15 | 20×20 | 10×10 | 15×15 |
| 下地材 | 材料 | 木材 | | | 角スタッド(t0.5) | |
| | 寸法 (mm) | 50×40 | | 50×60 | 50×40 | 65×45 |
| | 含水率 (%) | (未測定) | | 11.54 | - | |
| | 締結材 | 木用細ビス 4.0×L90 | | | - | |
| 非加熱側 | 材料 | 窯業系サイディング t15 | | | | |
| | 含水率 (%) | 4.01 | | | | |
| | 締結材 | コースレッド 3.8×L28 | | | | |

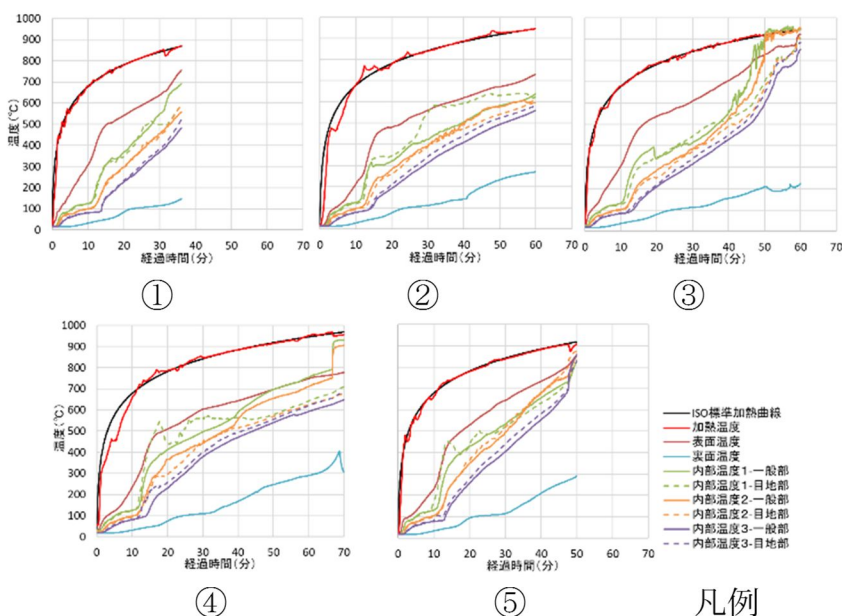


Fig. 2 加熱試験結果 (2020 年度) ¹⁾

- 1) 辻本敦紀, 吉谷公江, 吉田正友: 火災時におけるせっこうボードの脱落時間に関する研究 - 下地材と締結材端あき距離の影響 -, 日本建築学会学術講演梗概集(防火), 2021, pp. 149-150, 2021.07.

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計0件

〔学会発表〕 計1件（うち招待講演 0件 / うち国際学会 0件）

| |
|--|
| 1. 発表者名 辻本 敦紀、吉谷 公江、吉田 正友 |
| 2. 発表標題 火災時におけるせっこうボードの脱落時間に関する研究 - 下地材と締結材端あき距離の影響 - |
| 3. 学会等名 一般社団法人 日本建築学会 |
| 4. 発表年 2021年 |

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

| 氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号) | 所属研究機関・部局・職 (機関番号) | 備考 |
|---------------------------|-----------------------|----|
|---------------------------|-----------------------|----|

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

| 共同研究相手国 | 相手方研究機関 |
|---------|---------|
|---------|---------|