

熱浸透深さを考慮した下地不燃制限の合理化に関する検討

その3 準不燃材料の加熱時間に応じた必要被覆厚の算定

正会員 ○水上点晴*1 正会員 野中峻平*2 正会員 河原崎政行*3
コーンカロリーメーター 小型炉 下地不燃 必要被覆厚 準不燃材料

はじめに

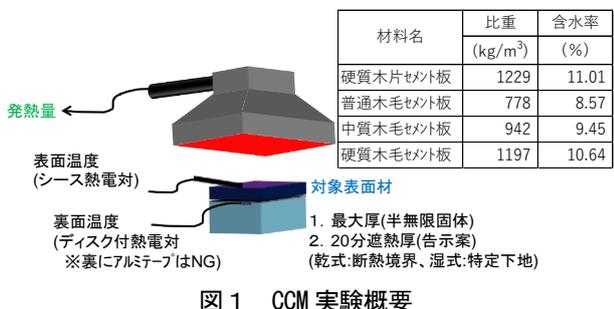
建築物への木材利用促進の需要が高まっている。建物の規模や地域によっては、防耐火上の高い要求を満たすため、木材をあらわしに用いる燃えしろ設計ではなく、被覆型の防耐火設計を選択するケースが多い。このうち耐火構造では、従来RC造やS造などの不燃下地が主体であったが、荷重支持部分に熱の影響を与えないよう、被覆面材の厚みを大きくとることにより、近年、木質耐火構造を可能にする大臣認定・告示仕様が充実してきている。

そこで避難安全規定においても、内装制限で規制される仕上げ材の他に、下地材についても準不燃/不燃性能を求めてきた条文*¹に対して、仕上げ材の厚みを大きくとること（すなわち仕上げ材に一定の遮熱性能を要求すること）で、下地不燃の要求を合理化することを考えた。

※例えば、告示 1436 号第四号二（火災が発生した場合に避難上支障のある高さまで煙降下が生じない建築物の部分の定める件）、令 112 条 8 項、9 項（高層区画の区画面積の緩和）、同条 11 項第一号（避難階と直上階又は直下階のみの堅穴における堅穴区画の適用除外）、同条 14 項第一号（用途上区画できない複数の堅穴部分を一の堅穴部分とみなす場合の条件）、令 123 条 1 項二号、3 項四号（特別避難階段の構造要件）等で、仕上げ材の他に下地材についても不燃性能が要求されている。

前報においては、せっこうボード等の法定不燃材料について、階避難の目安となる 20 分間、下地に熱の影響を与えないための遮熱性能を満足するための必要被覆厚について検討を行った。本報では法定準不燃材料について報告する。

1. 実験内容



法定準不燃材料の内、現在市場に流通している 4 種の材料について、図 1 に示すようにコーンカロリーメーター

ー（以下、CCM）を用いて発熱性を確認すると共に、材厚をパラメータとして非加熱側表面での温度上昇を測定する。木材の熱分解温度 260℃を遮熱制限値として、その温度上昇に要する時間（遮熱時間）を測定した。

そのうち階避難の目安となる 20 分間の遮熱性能を有する厚みを対象に、図 2 に示す小型炉での耐火試験を行い、実火災、実施工に近い条件下で、20 分間の遮熱性能を確認した。実験に用いた各表面材の比重及び含水率を表 1 に示す。CCM と小型炉の違いは、50kW/m²一定加熱ではなく、実際の火災を模擬して時間に合わせて変化する標準加熱曲線下での加熱条件下となること、また非加熱側も断熱境界条件ではなく、実際の下地を再現した上で、熱的に不利な目地部を再現した試験体を用いる点となる。※想定される可燃性断熱下地として、一般的な木下地および熱分解温度が 200℃と最も低い高分子発泡断熱材を用いた。上張表面材の中央に水平目地を設け、以下 2 層毎に同位置に目地を設けた。

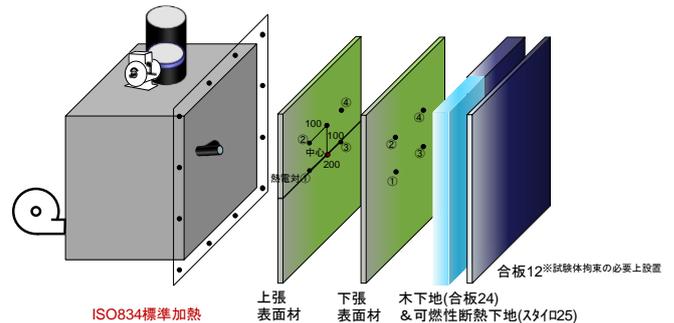


図 2 小型炉実験概要

2. CCM 実験結果

図 3 に代表試験体の CCM 温度測定結果を示す。

・法定準不燃材料ということもあり、発熱速度は低く安定して保たれ、20 分の遮熱性能を満足するために材厚を増しても、10 分経過時の総発熱量が 8MJ 以下に抑えられていた。

・温度測定結果より、加熱面から順に厚さ方向に熱が伝わる様子が見て取れる。木毛セメント板で密度の違いによる影響を比較すると、普通→中質→硬質と密度が高くなるにつれ、100℃付近での温度停滞が長くなるほか、その後の温度上昇についても、加熱面からの距離が等しい位置での比較で緩慢になることが見て取れる。

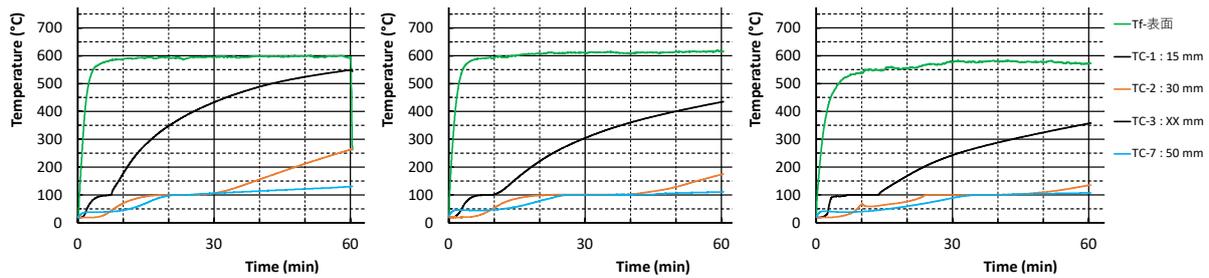


図3 CCM温度測定結果 左から順に普通、中質、硬質木毛セメント板

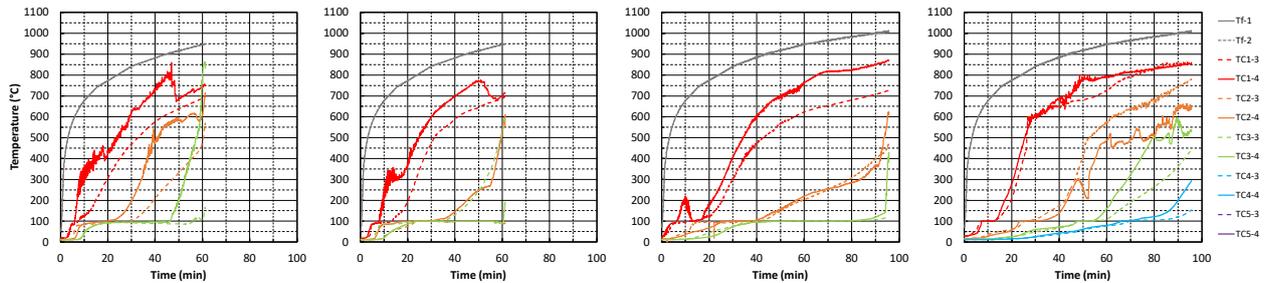


図4 小型炉温度測定結果 左から順に普通、中質、硬質木毛セメント板

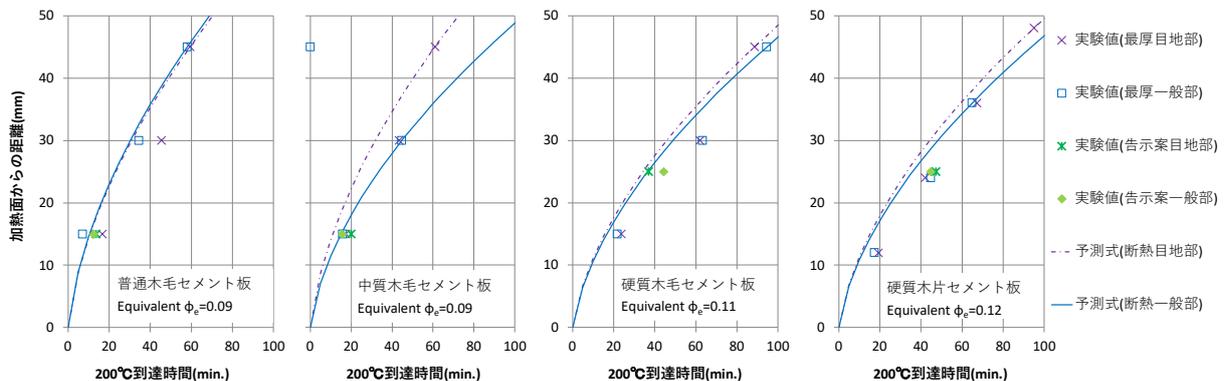


図5 小型炉実験結果から必要被覆厚算定 左から順に普通、中質、硬質木毛セメント板、硬質木片セメント板

3. 小型炉実験結果

図4に各材料最厚仕様の小型炉温度測定結果を示す。点線が目地部、実線が一般部の温度を示している。制限温度が200℃と低い可燃性断熱下地に対する遮熱時間の方が、制限温度が260℃の木下地よりも厳しい結果となる場合が多かった為、これを代表として示す。普通、中質、硬質木毛セメント板は15mm×3層、硬質木片セメント板は12mm×4層で実験を行っている。

・目地部より一般部の比較では、亀裂の入り方によって、弱点部となった箇所に近い位置の温度上昇が高くなる傾向にあり、密度の高い、硬質木毛/木片セメント板では亀裂が入りづらいために、同一断面での温度差が生じにくく、密度の低い、普通/中質木毛セメント板では、亀裂による温度差が生じやすかったと思われる。

図5に既往の予測式¹⁾を用いて、最大厚における制限温度到達時間をベンチマークに、それより短い任意の時間で

の遮熱性能を満たす材厚を算定し、小型炉での実験結果と比較した。凡例に示す、2種の予測式の違いは、目地部と一般部の違いである。また×と□で示すものが長時間の加熱を行った最厚仕様、*と◆で示すものが20分想定材厚での結果である。

・予測式と実験値は良い一致を見せており、これより目地や亀裂の影響も鑑みて、CCMでの結果より幾分安全側の厚み、特に密度の低い普通/中質木毛セメント板の2仕様は重ね張りで告示仕様を設定し、遮熱性能が十分に担保されることを確認できた。

【謝辞】本実験は令和4年度基準整備促進事業F24の一環として行われた。報告書では、紙面の都合上、本論文に掲載できなかったデータも報告している。
参考文献

1) Fire containment — Guidance on the calculation of asymmetrical partitions/vertical membranes with respect to their fire resistance performance, ISO DTR 21721-2, 2019.

*1 建築研究所

*2 ベターリビング つくば建築試験研究センター

*3 北海道立総合研究機構 林産試験場

*1 Building Research Institute

*2 Center for Better Living

*3 Hokkaido Research Organization