

特定不燃材料で有効に仕上げをした建築物等の部分の構造に関する検証

眞田 良仁*, 飯田 明彦*, 細谷 昌右*

概要

本検証では「対象火気設備等及び対象火気器具等の離隔距離に関する基準（平成 14 年消防庁告示第 1 号）」に準ずる方法により家庭用ガスこんろの加熱実験を行い、特定不燃材料等で仕上げをした壁体の可燃物部分が 100℃以下となり、かつ損傷が生じない仕上げと離隔距離の条件を示すことを目的とした。

その結果、壁体の温度上昇は火気設備一壁間の離隔距離よりも、鍋一壁間距離に依存する傾向が確認でき、離隔距離 15 cm を確保しても鍋が壁に接した状態で使用すると、火災に発展する危険性があることが分かった。鍋の寸法や使用形態に一定の制限を設ける必要はあるが、15 cm 未満の離隔距離でも通常の施工で用いられる仕上げ条件（不燃材料 2 枚張り以下）により、火災予防上安全に家庭用ガスこんろが設置できる条件を示すことができた。

1 はじめに

東京都の火災予防条例では一口 5.8kW 以下のガスこんろを設置する場合は、建築物等の部分（以下「壁等」という。）または可燃物等との離隔距離が 15 cm 以上と定められているが、壁等を特定不燃材料で有効に（離隔距離 0 cm での使用時に壁等の可燃物表面が 100℃以下となる条件）仕上げをした場合は離隔距離を 0 cm とすることができる¹⁾。昨年度、「特定不燃材料で有効に仕上げをした建築物等の部分の構造に関する検証」²⁾で特定不燃材料とされる石膏ボードとけい酸カルシウム板（以下「ケイカル板」という。）により有効に仕上げをした場合の壁等の仕上げ条件を明確にするための検証を行ったが、ガスこんろの使用形態により壁等に接炎すると仕上げ表面に亀裂等が生じること及び通常の壁等の施工には用いられない仕上げ条件（最低でも厚さ 60mm 以上の仕上げが必要）であることも問題点として明らかになった。

このことから、特定不燃材料を用いた通常の施工方法でも壁等の可燃物表面が 100℃以下となる仕上げ方法と離隔距離の条件を明確にできれば、厨房設計に対する柔軟な指導への活用が期待できる。

2 目的

本検証では「対象火気設備等及び対象火気器具等の離隔距離に関する基準（平成 14 年消防庁告示第 1 号）」に準ずる方法により検証を行い、特定不燃材料等で仕上げをした壁等の可燃物部分が 100℃以下となり、かつ損傷

が生じない仕上げと離隔距離の条件（以下「合格条件」という。）を示すことを目的とする（図 1）。

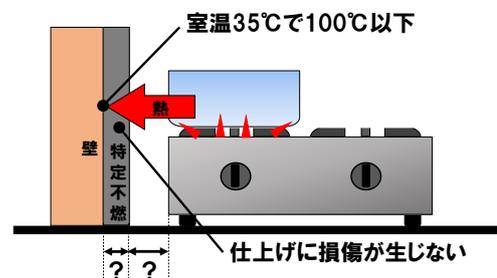


図 1 検証イメージ

3 実験装置等

(1) ガスこんろ

図 2 に示す外形寸法の都市ガス用二口ガスこんろ（一口 5.8kW 合計 11.6kW）の内、左側のこんろを最大出力で使用した。

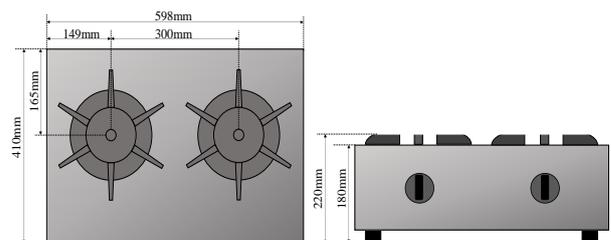


図 2 ガスこんろ外形寸法（左: 平面図、右: 立面図）

* 装備安全課

(2) 測温台

図3に示す合板(20mm厚)で作製した測温用の台及び壁(以下「測温台」という。)にガスこんろを設置した。前(1)のガスこんろ寸法からJIS S 2103 2015に準じ、測温台の背面壁はケイカル板(30mm厚)で仕上げ、左に設置する壁は温度測定点を配置する板(以下「測温板」という。)とした。温度測定点は図4に示すように、T型熱電対と銅円板を組み合わせて合板に埋め込む構造とした。温度測定点となる銅円板は相互に上下左右10mmの間隔を取って7点×7点の計49点を等間隔で配置した。

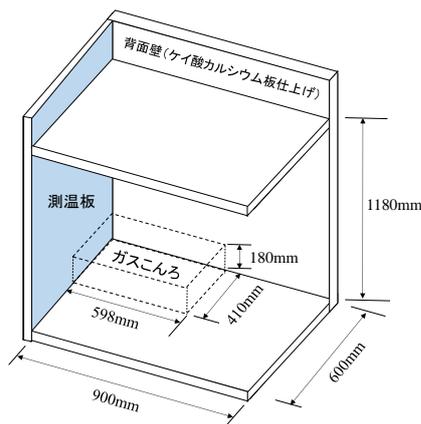


図3 測温台の外形寸法

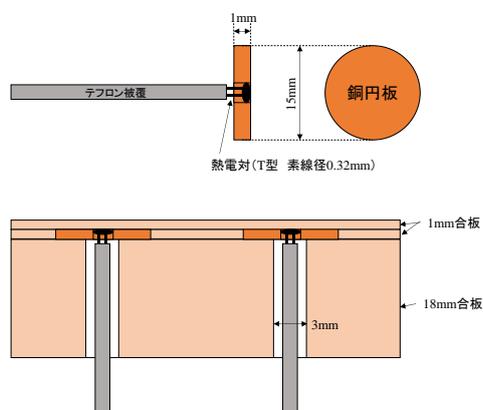


図4 温度測定点の構造

(3) 試験用鍋

次のアルミニウム製鍋を検証内容に応じて用いた。

ア 通常鍋(口径300mm※)

※ JIS S 2103 2015に準じ、こんろ容量に応じた口径

イ 過大鍋(口径450mm)

(4) 測温板の特定不燃材料による仕上げ条件

特定不燃材料として、以下の石膏ボードとケイカル板を1枚張りまたは2枚張りにして測温板に仕上げをした。

ア 石膏ボード12.5mm厚(JIS A 6901)

イ 石膏ボード15.0mm厚(JIS A 6901)

ウ ケイカル板5mm厚(JIS A 5430)

エ ケイカル板10mm厚(JIS A 5430)

(5) 離隔距離

測温板とガスこんろの離隔距離15cm以下の範囲で1cmごとに測定した。

(6) 加熱時間

測温板の温度が次のいずれかの状態となるまで加熱を行った。

ア 100℃以下で「定常状態※」(30分間につき温度上昇が0.5℃以下となる状態)となる。

イ 100℃を超える。

※ 対象火気設備等及び対象火気器具等の離隔距離に関する基準(平成14年3月6日消防庁告示第1号)(以下「告示」という。)第2、3により用語定義されている「定常状態」を準用している。

4 通常鍋加熱検証

(1) 実験条件

図5のように通常鍋(口径300mm)を使用し、仕上げ条件と離隔距離をそれぞれ変化させて加熱実験を行った。

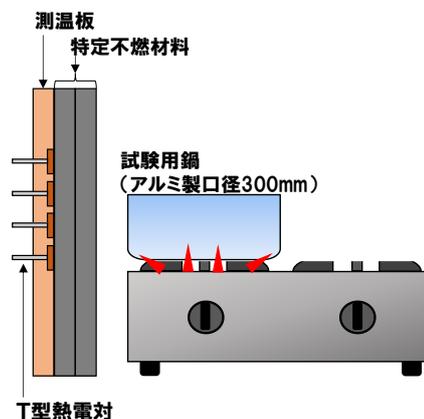


図5 通常鍋加熱検証イメージ

(2) 石膏ボード仕上げの結果及び考察

ア 12.5mm厚2枚張りについて

石膏ボード12.5mm厚2枚張りについて、離隔距離3cm~6cmの温度上昇を図6に示す。いずれの条件も100℃以下で定常状態となった。離隔距離が長いほど、定常状態となる温度が低く、安全であることが分かる。

加熱後の仕上げ状況を観察すると、離隔距離3cm(加熱6時間)の場合のみ石膏ボードの表面原紙に若干の変色を確認された(図7)。この変色はガスこんろの炎の熱により表面原紙が熱分解した結果生じたものと考えられる。そのため、離隔距離3cm以内では長時間加熱すると表面で熱分解が生じると考察できる。

加熱面側から撮影した熱画像から、離隔距離3cmの場合は鍋底付近の壁の温度が約160℃(最高温度164℃)となっていることが分かる(図8上図)。一方、離隔距離4cmでは鍋底付近の壁の温度が約140℃(最高温度144℃)となっており、離隔距離1cmの差で20℃程度温度が下がっていることが確認できる(図8下図)。石膏ボードの表

面原紙は 160℃近い温度で6時間以上加熱すると熱分解が生じると考えられる。

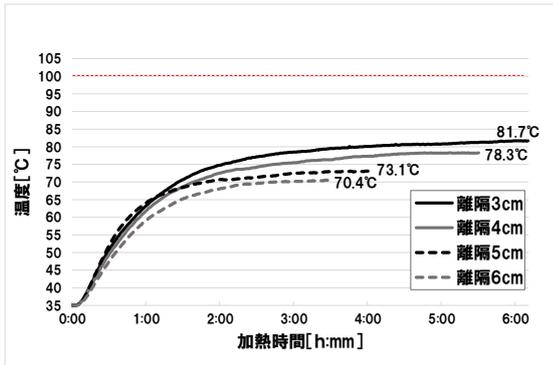


図6 石膏ボード 12.5 mm厚 2枚張りの温度上昇



図7 加熱検証後の石膏ボード仕上げ状況 (離隔距離 3 cm)

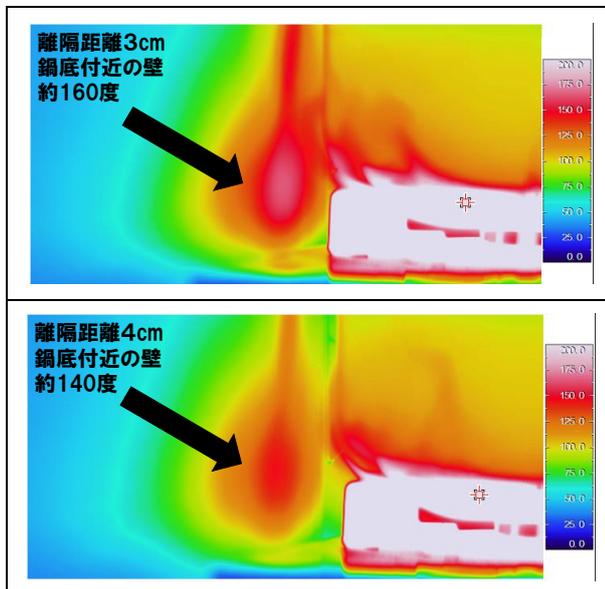


図8 石膏ボード仕上げ加熱中の熱画像

イ 12.5 mm厚 1枚張り及び 15.0 mm厚 1枚張りについて前(ア)の結果から熱分解が生じなかった離隔距離 4 cm以上で検証を行った。

12.5 mm厚 1枚張り (離隔距離 4 cm、5 cm) 及び 15.0 mm厚 1枚張り (離隔距離 4 cm) の温度上昇を図 9 に示す。12.5

mm厚 1枚張りは離隔距離 4 cmでは8時間 45分加熱した結果 100℃を超えたが、離隔距離 5 cmでは定常状態となった。15.0 mm厚 1枚張りは離隔距離 4 cmで定常状態となった。

加熱後の仕上げ状況について、いずれの条件も仕上げに損傷はなかった。12.5 mm厚 1枚張り離隔距離 4 cmの条件では 100℃を超えてからも継続して8時間 45分加熱をしたが、仕上げにわずかな変色も確認されなかった。離隔距離を 4 cm確保すれば8時間以上の長時間加熱でも熱分解は生じにくいと考えられる。

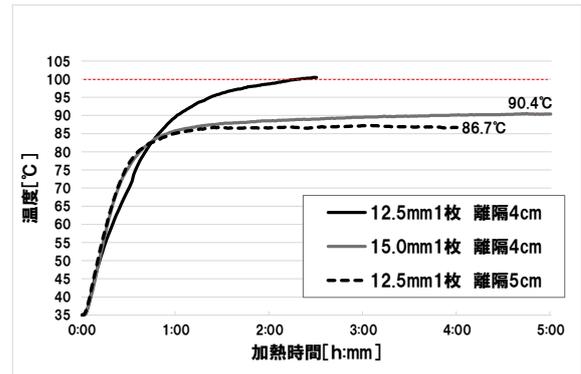


図9 石膏ボード 12.5 mm厚 1枚張り及び 15.0 mm厚 1枚張りの温度上昇

(3) ケイカル板仕上げの結果及び考察

ケイカル板仕上げによる温度上昇を図 10~13 に示す。仕上げが厚くなるほど、定常状態となるのに必要な離隔距離が短くなっていることが分かる。

加熱後の仕上げ状況について、いずれの条件も仕上げに損傷はなかった。離隔距離 5 cmの加熱面側の壁の表面温度を熱画像で確認すると、鍋底付近の壁の温度が約 120℃ (最高温度 122℃) となっていることが分かる (図 14)。ケイカル板は補強のために繊維質 (パルプ等) が混入されているが、この繊維質等の熱分解は生じにくい比較的安全な温度と考えられる。

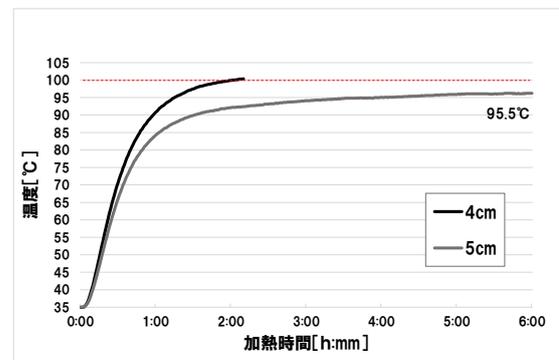


図10 ケイカル板 10mm厚 2枚張りの温度上昇

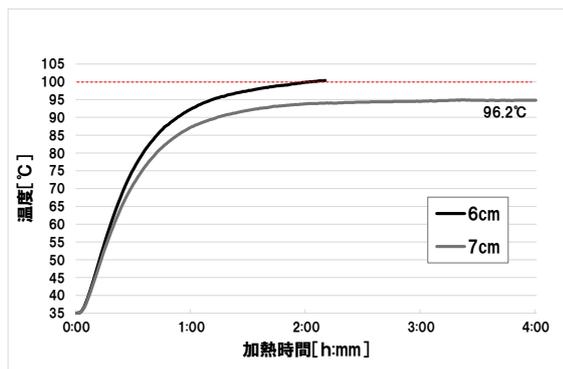


図 11 ケイカル板 10 mm厚+5 mm厚の温度上昇

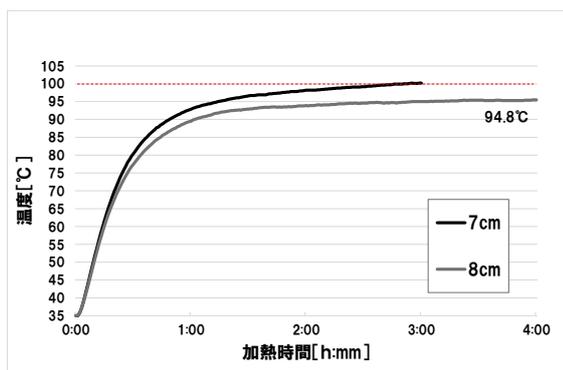


図 12 ケイカル板 10 mm厚 1 枚張りの温度上昇

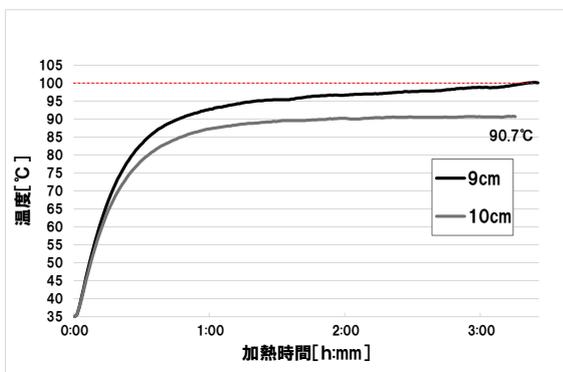


図 13 ケイカル板 5 mm厚 1 枚張りの温度上昇

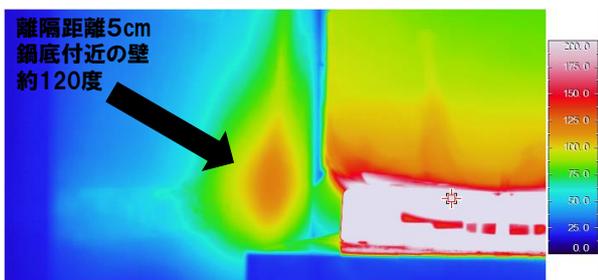


図 14 ケイカル板仕上げ加熱中の熱画像
(離隔距離 5 cm)

5 ステンレス板仕上げの影響の検証

(1) 実験条件

石膏ボード 12.5mm 厚 1 枚張りの表面にステンレス板 (0.3 mm厚 SUS430) を仕上げた。ステンレス板は黒体塗料 (放射率 0.94) 塗布の有無 2 パターンとした (図 15)。通常鍋 (口径 300 mm) を使用し、離隔距離 4 cm の条件で加熱実験を行った。

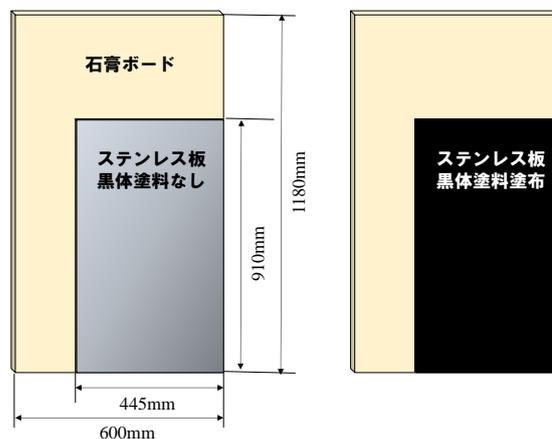


図 15 ステンレス板仕上げイメージ

(2) 結果及び考察

通常鍋加熱検証の石膏ボード 12.5 mm 1 枚張り離隔距離 4 cm の結果と比較した温度上昇の結果を図 16 に示す。黒体塗料の塗布がないステンレス板仕上げが最も低い温度上昇となった。これはステンレスの金属光沢面の放射率が低く、こんろの炎の放射熱を反射したためと考えられる。また、黒体塗料が塗布された場合であっても、ステンレス板仕上げをしない場合と比較して低い温度上昇となっており、100°C以下で定常状態となった。ステンレス板仕上げをすることによる仕上げの温度上昇に対しての悪影響はないことが分かった。

加熱後の仕上げ状況について、ステンレス板及び石膏ボードに損傷はなかった。

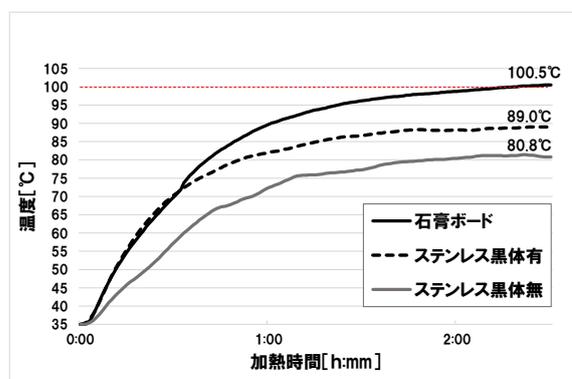


図 16 ステンレス仕上げの温度上昇比較

6 過大鍋ずらし検証①

(1) 実験条件

過大鍋（口径 450 mm）をこんろの端から 8 cm 出た状態で配置し、仕上げ条件と離隔距離をそれぞれ変化させて加熱実験を行った（図 17）。

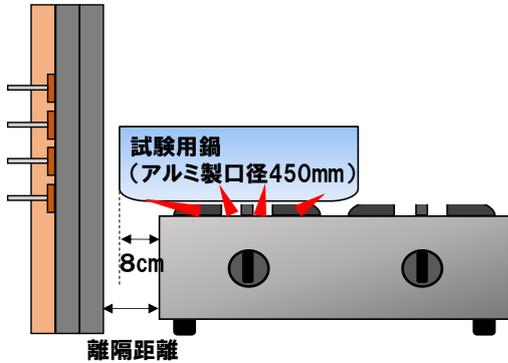


図 17 過大鍋ずらし検証①イメージ

(2) 石膏ボード仕上げの結果及び考察

図 18 に示す石膏ボード 12.5 mm 1 枚張りの温度上昇を確認すると、離隔距離を 9 cm とした場合は 90.5°C で定常状態となったが、鍋が测温板に接している状態の離隔距離 8 cm では加熱時間 28 分で 100°C を超えた。

加熱後の仕上げ状況について、離隔距離 9 cm では仕上げに損傷はなかったが、離隔距離 8 cm では鍋底付近の仕上げの表面原紙が熱分解によって炭化しており、石膏部分が若干露出している様子が確認できた（図 19）。

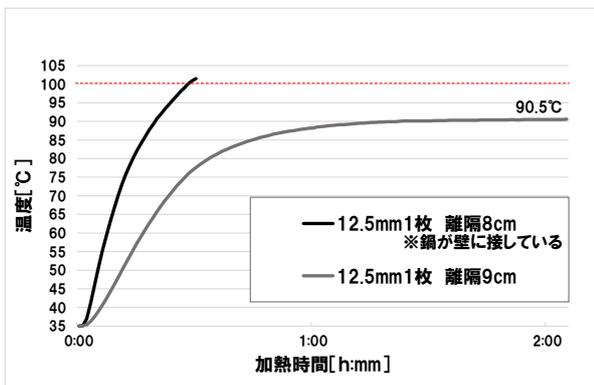


図 18 過大鍋ずらし加熱の温度上昇
(石膏ボード)

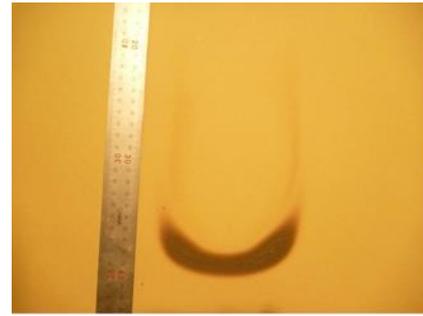


図 19 過大鍋ずらし加熱後の仕上げ状況
(石膏ボード離隔距離 8 cm)

(3) ケイカル板仕上げの結果及び考察

ケイカル板仕上げによる温度上昇を図 20～23 に示す。仕上げが厚くなるほど、定常状態となるのに必要な離隔距離が短くなっていることが分かる。また、図 20 の離隔距離 8 cm を見ると、こちらも加熱時間 23 分と非常に短時間で 100°C を超えていることが分かる。

加熱後の仕上げは離隔距離 8 cm の場合のみ、鍋底付近の仕上げ表面に黒色を呈した変色及び亀裂が生じた（図 24）。この変色はケイカル板に含まれる繊維質（パルプ等）が熱分解により変色したものと考えられる。

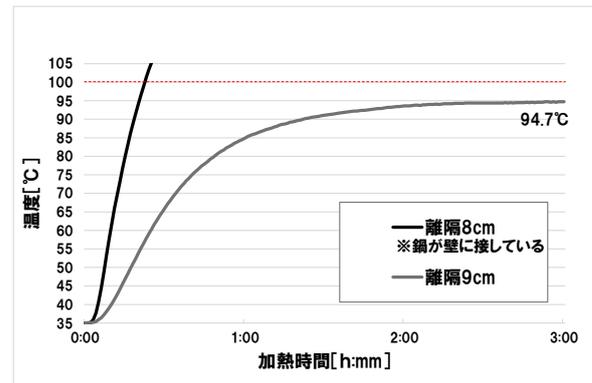


図 20 過大鍋ずらし加熱の温度上昇
(ケイカル板 10 mm 厚 2 枚張り)

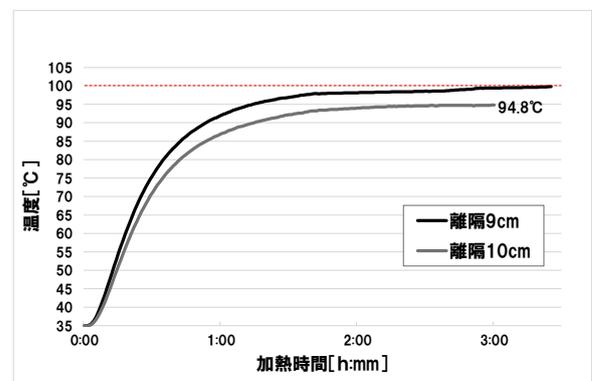


図 21 過大鍋ずらし加熱の温度上昇
(ケイカル板 10 mm 厚 + 5 mm 厚)

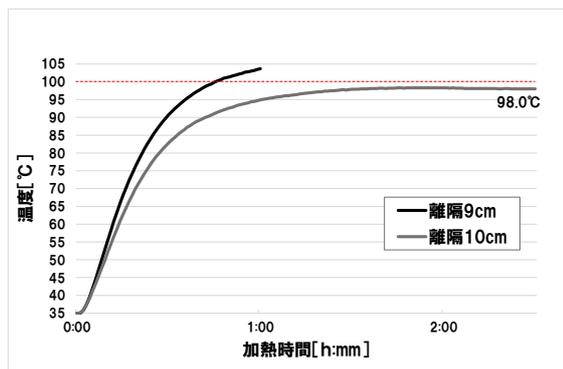


図 22 過大鍋ずらし加熱の温度上昇
(ケイカル板 10 mm厚 1 枚張り)

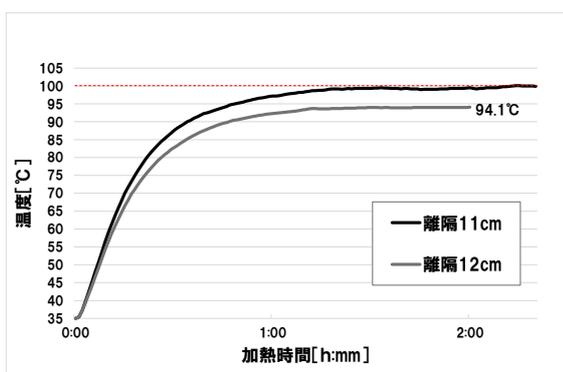


図 23 過大鍋ずらし加熱の温度上昇
(ケイカル板 5 mm厚 1 枚張り)



図 24 過大鍋ずらし加熱後の仕上げ状況
(ケイカル板 離隔距離 8 cm)

(4) 離隔距離 8 cm の温度急上昇と仕上げの損傷について
石膏ボード仕上げの加熱面側から撮影した熱画像により、離隔距離 9 cm と離隔距離 8 cm を比較した (図 25)。鍋底付近の壁の温度が離隔距離 9 cm では 100°C 程度であるのに対して、離隔距離 8 cm では 300°C 以上の高温となっていることが分かる。表面の温度が 300°C 以上となったことにより、離隔距離 9 cm 以上の場合と比較して著しい温度上昇や仕上げの損傷が生じたものと考えられる。

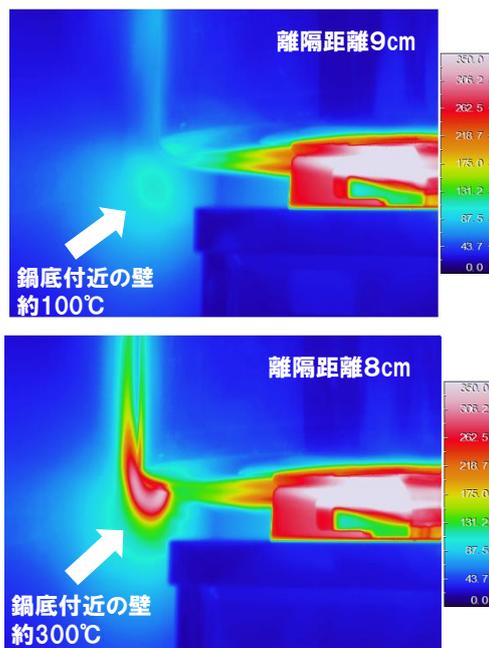


図 25 過大鍋ずらし加熱中の熱画像

7 過大鍋ずらし検証②

(1) 実験条件

過大鍋 (口径 450 mm) を使用し、火災予防条例に定められた離隔距離 (15 cm) を確保しながら、鍋一壁間距離を 0 cm にして加熱実験を行った (図 26)。仕上げは石膏ボード 12.5 mm 厚 1 枚張りとした。

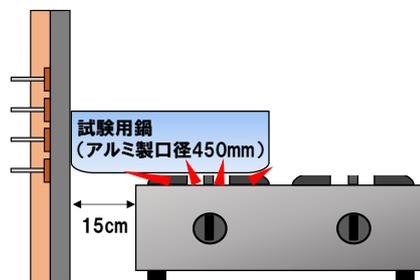


図 26 過大鍋ずらし検証②イメージ

(2) 結果及び考察

図 27 に示す温度上昇を確認すると、加熱時間 51 分で 100°C に達しており、さらに温度上昇が継続している様子が分かる。

加熱中の熱画像を見ると、鍋底付近の壁表面の温度が約 200°C に達していた (図 28)。加熱後の仕上げ状況を確認すると、熱画像で 200°C に達していた部分で表面原紙の熱分解と考えられる変色が観察された (図 29)。

前(1)及び(2)の温度上昇及び仕上げの状況から、火災予防条例で定められた離隔距離を確保しているにも関わらず、鍋が壁に接していれば、炎や熱気流が鍋底を伝っていくことによる熱が原因で火災に発展する可能性があると考えられる。

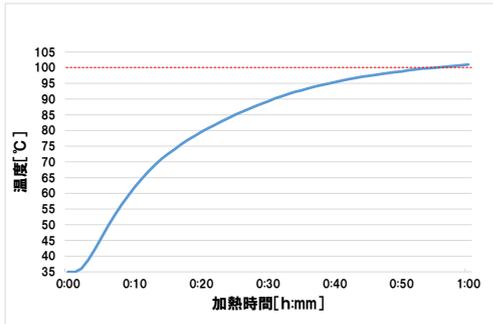


図 27 過大鍋ずらし検証②の温度上昇

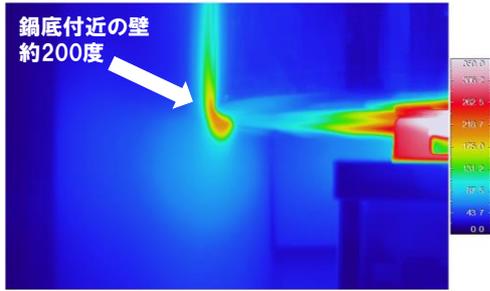


図 28 過大鍋ずらし検証②加熱中の熱画像

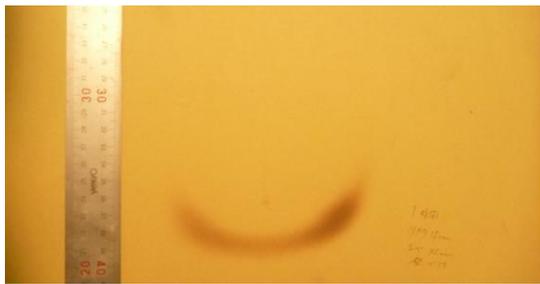


図 29 過大鍋ずらし検証②加熱後の仕上げ状況

8 おわりに

(1) 検証結果のまとめ

ア 通常鍋加熱検証

通常鍋（口径 300 mm）使用時の合格条件を表 1 のとおり示すことができた。

イ ステンレス板仕上げによる影響の検証

離隔距離 4 cm 以上とすれば、ステンレス板仕上げをすることにより温度上昇及び仕上げの損傷といった悪影響はないことが分かった。

ウ 過大鍋ずらし検証①

通常より過大な鍋を壁側に寄せた場合の合格条件は表 2 のとおりとなり、通常使用時よりも離隔距離が必要となることが分かった。また、鍋と壁が接している場合は著しい温度上昇及び仕上げの損傷が確認された。

エ 過大鍋ずらし検証②

火災予防条例に定められた必要離隔距離（15 cm 以上）を確保しても、鍋が壁と接している場合は、壁体の可燃物部分が 100℃を超え、かつ仕上げに損傷が生じることが分かった。

表 1 通常鍋加熱検証の合格条件

特定不燃材料	石膏ボード			ケイカル板			
	12.5mm厚 1枚張り	15.0mm厚 1枚張り	12.5mm厚 2枚張り	5mm厚 1枚張り	10mm厚 1枚張り	10mm厚 +5mm厚	10mm厚 2枚張り
必要離隔距離	5cm	4cm	4cm	10cm	8cm	7cm	5cm

表 2 過大鍋ずらし検証の合格条件

特定不燃材料	石膏ボード		ケイカル板		
	12.5mm厚 1枚張り	5mm厚 1枚張り	10mm厚 1枚張り	10mm厚 +5mm厚	10mm厚 2枚張り
必要離隔距離	9cm	12cm	10cm	10cm	9cm
鍋一壁間距離	1cm	4cm	2cm	2cm	1cm

(2) 結論

ア 壁体の温度上昇は火気設備一壁間の離隔距離よりも、鍋一壁間距離に依存する傾向が確認できた。

イ 離隔距離 15 cm を確保しても鍋が壁に接すると、火災に発展する危険性があることが分かった。

ウ 鍋の寸法や使用形態に一定の制限を設ける必要はあるが、15 cm 未満の離隔距離でも通常の施工で用いられる仕上げ条件（不燃材料 2 枚張り以下）により、火災予防安全に家庭用ガスコンロが設置できる条件を示すことができた。

(3) 提案

ア 条例に示された火気設備一壁間の適切な離隔距離（15 cm 以上）を確保した場合であっても、鍋一壁間距離が短い場合は火災が起り得るため、適切な鍋の使用を周知する必要がある。

イ 家庭用ガスコンロの仕様書には大きい鍋等を使用しないよう警告がされているが、抽象的な表現に留まっており、具体的な寸法が示されていない。そのため、使用できる鍋の形状や大きさの具体的な数値を仕様書に示す必要がある。

ウ 鍋の寸法や使用形態に一定の制限を設けた上であれば、過大鍋ずらし検証①により得られた合格条件を用いることにより、柔軟性のある設計とある程度の異常使用も考慮した上での、伝導過熱火災に対する安全対策の両立ができる。

9 謝辞

本検証にあたり、横浜国立大学大学院教授の大谷英雄先生からは深いご見識から貴重なご助言を賜りました。また、一般財団法人日本ガス機器検査協会の皆様には多大なご支援、ご協力をいただきました。ここに厚く御礼申し上げます。

[参考文献]

- 1) 東京消防庁編：「予防事務審査検査基準Ⅱ 改訂第 13 版」（2017）
- 2) 眞田良仁ほか：「特定不燃材料で有効に仕上げをした建築物等の部分の構造に関する検証」消防技術安全所報 56 号（2019）