

3) 防火研究グループ

3) - 1 センシング技術を活用した歴史的建築物のアクティブ防火対策に関する研究【持続可能】

Study on Active Fire Prevention Methods for Historical Buildings using Sensing Device

(研究開発期間 令和5～7年度)

防火研究グループ
Dept. of Fire Engineering水上 点晴
Tensei Mizukami野中 峻平
Syunpei Nonaka米澤 朋典
Tomonori Yonezawa

Renovation of existing buildings is an urgent issue considering the extensive fire damage in Noto earthquake. But low incentive of paying cost for extraordinary disaster obstructs the renewal of the buildings. The cost effective resolution is active fire prevention methods matching with daily use. In this research, outside sprinkler systems are developed for thatched rooves. And evaluation methods for required distance between such a combustible roof and adjacent buildings are proposed.

【研究開発の目的及び経過】

2024年の能登半島地震での火災に見られるように、既存建築物の防火改修が喫緊の課題であり、その更新を阻んでいるのが、非日常時の災害に支払うコストへの低いインセンティブにある。それを解決するのが、日常利用と組み合わせたアクティブ型防火対策である。後設や更新が容易な点で、既存建築物の改修と親和性が高く、また日常利用と組み合わせることで、費用対効果を高めるほか、操作性の熟知や、故障・不具合の維持管理において、アクティブ型防火対策の信頼性を補完することも可能と考える。

本研究では、環境先進国であるオランダのCO₂削減手法に学び、植物性材料の屋根への利活用と、それに伴うヨーロッパ各国の防火対策について情報収集を行い、日本の茅葺き屋根を対象に、散水設備を利用したアクティブ防火対策の検討や、可燃性屋根に対する必要離隔距離の評価手法の提案を行うことを目的とする。

【研究開発の内容】

① 飛び火延焼リスクと海外法令調査

日本放送協会と共同で、AIを用いて過去の火災映像をカラー化して、飛び火火災の被害と実体を明らかにし、再現実験を通じたメカニズムの解明を行う。



写真1 再現実験: 火の粉の着床と飛び火による炎上

写真1 飛び火延焼の再現実験

また輪島市街地火災および佐賀関市街地火災の火災調査を行い、糸魚川市街地火災など過去の火災との比較から、延焼拡大につながった要因を検討する。



図1 佐賀関市街地火災の概要

②火災風洞実験および実大火災実験

1) 延焼防止に有効な散水量・散水方式の検討

融雪装置を改良した散水システムを提案し、可燃性屋根の火災風洞実験を実施し、延焼防止に有効な散水量・散水方式を提案する。

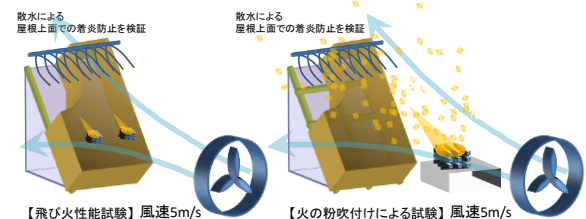
雪国では一般的な散水消雪設備に要求される水量(1L/m²/min)程度で飛び火防止を実現

図2 可燃性屋根における火災風洞実験

2) オランダ版メンブレン工法の改良仕様の検討

二重屋根による防火対策(メンブレン工法)について、模型試験体の設計を行い、火災風洞実験を実施する。

3) 屋根不燃規定の合理化の検討

受害性と加害性双方の観点から、火炎高さ算定と放射熱伝達計算により必要離隔距離による評価方法を提案する。

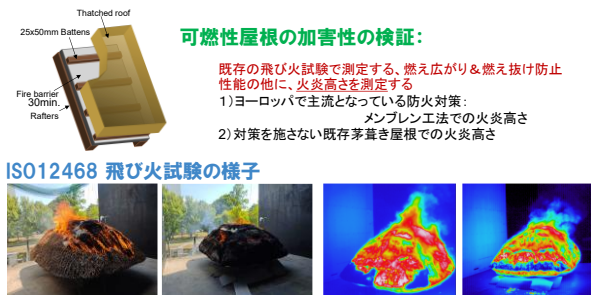


図3 メンブレン工法の検証実験と火炎高さの測定

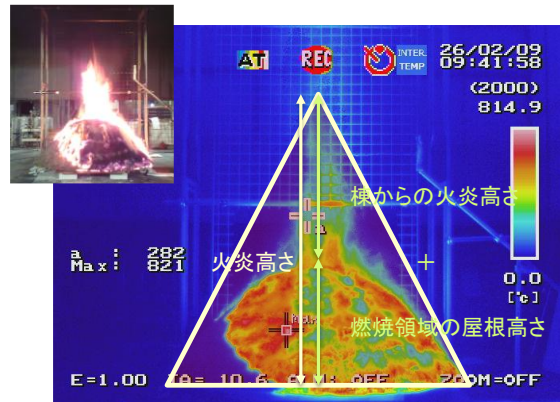


図5 火炎高さの測定

[研究開発の結果]

①NHK スペシャル、サイエンスゼロ、「リアル大実験！ 科学×冒険サバイバル！」の3つの公共番組への出演・監修を行い、飛び火延焼リスクについて再現実験で得られた知見を、広く社会へ周知することができた^{1), 2)}。

研究期間に生じた輪島市街地火災、佐賀関市街地火災の火災調査を行い、延焼拡大につながった要因について建築研究資料で報告をおこなった³⁾。

各国の防火対策の比較を行い、試験評価方法の国際規格の立案へ各国の協力と同意を得た⁴⁾。

Primitive concept		Prescriptive code	
Assumed fire exposure	Consequences to avoid	Basic solution	Alternative solution
Ignition at the roof	Non-combustible	(I)-All: Non combustible Non-combustible	(II)-Japan: Zoning system 2nd Class Zone → Fire Retardant → Distance 3rd Class Zone No fire application (II)-Europe: Distance Critical distance Distance
ISO12468 concept since 2003		Performance based design	
Assumed fire exposure	Consequences to avoid	(III)-Denmark, Netherlands: Fire retardant coating	(IV)-Japan: Densher
Fire spread over the roof Ignition at the roof surface is allowed	Fire spread inside the house		
New concept		New counter measure	
Assumed fire exposure	Consequences to avoid	(V)-Europe: membrane system	
Fire spread to adjacent Bldg. Fire spread over the external roof surface is allowed	Fire spread inside house		
		Thatch (thin): modern construction Fire barrier	

図4 各国の法令と防火対策比較

②海外で新たに普及が進んでいるメンブレン工法を、高温多湿な日本の気候に適用するための改良方法について検討した。実大火災実験により得られた発熱速度より、火炎高さの算定手法を提案し、放射熱伝達計算と着火限界受熱量を用いた、必要離隔距離の評価手法を示した。また日本独自の方法として低コストで冬季の融雪と併用可能な散水システムを提案し、火災風洞実験による検証を行った上で、社会実装に向けて金沢市と協力して、建築審査会資料の作成と実施設計を行った。

表1 着火限界受熱量の測定結果

ススキ				
輻射熱 k w/m ²	小口面 加熱	試験体 重量 g	繊維方向 面加熱	試験体 重量 g
15	-	-	着炎	52
12.5	着炎	79	なし	52
	着炎	106	なし	55
10	着炎	103	なし	52
	-	-	-	-
7.5	なし	100	-	-

表2 屋根の投影面積と各工法に応じた必要離隔距離

工法 ^①	参照元 ^②	輻射熱流束 (kW/m ²) ^③	100 m ²		200 m ²	
			火災高さ (m) ^④	必要離隔 距離(m) ^⑤	火災高さ (m) ^④	必要離隔 距離(m) ^⑤
伝統工法 ^①	実大火災 ^②	55.9 ^③	8.3 ^④	11.7 ^⑤	11.0 ^④	15.9 ^⑤
	エ・カ明 ^②	81.0 ^③	8.8 ^④	12.5 ^⑤	11.4 ^④	17.1 ^⑤
土天井 ^①	実大火災 ^②	51.4 ^③	8.1 ^④	10.9 ^⑤	10.8 ^④	14.8 ^⑤
<u>ｽﾗﾌﾞｼｪﾙ</u> ^①	実大火災 ^②	44.7 ^③	7.8 ^④	9.8 ^⑤	10.0 ^④	13.1 ^⑤
通気工法 ^①					42% ^⑥	42% ^⑥
<u>ｽﾗﾌﾞｼｪﾙ</u> 工法 ^①	実大火災 ^②	22.9 ^③	5.8 ^④	4.9 ^⑤	7.7 ^④	6.8 ^⑤
	エ・カ明 ^②	18.0 ^③	5.3 ^④	3.5 ^⑤	7.0 ^④	4.7 ^⑤

[参考文献]

- 1) NHK スペシャル：映像記録 関東大震災 帝都壊滅の三日間 前編. NHK, 2023-09-02.
- 2) サイエンス ZERO “科学する心”を伝えたい：関東大震災 100 年 映像記録と実験で迫る 飛び火火災. NHK, 2023-12-17.
- 3) 令和 7 年 11 月 18 日に発生した大分県大分市佐賀関大規模火災における建築物等の被害調査報告（速報），建築研究資料，No. 214，2025. 12
- 4) T. Mizukami, A comparative Study of Building Regulations and Fire Protection Methods on Thatched Rooves in the United Kingdom, Denmark, the Netherlands and Japan, Fire Technology, 2023. 6