

### 3) - 3 地震後火災等を想定した建築物の火災安全上の課題に関する調査【安全・安心】

#### Survey of Tasks on Fire Safety of Buildings Damaged by Earthquakes

(研究期間 平成 29～30 年度)

防火研究グループ	野秋 政希	鍵屋 浩司
Dept. of Fire Engineering	MASAKI Noaki	KOUJI Kagiya
構造研究グループ	向井 智久	
Dept. of Structural Engineering	TOMOHISA Mukai	

Fire following earthquake would occur after a huge earthquake such as Nankai trough earthquake and Tokyo metropolitan earthquake. It would also cause severe damage on buildings and vast area in cities. In this study, the objective is to clarify the issues for developing evaluation and recovery techniques on fire safety performance of damaged buildings through reviewing literatures and conducting experiments. Especially, the influence of damage in structures on thermal response exposed to fire is researched. As a result, it was obtained that cracks with a width of over 1mm caused significant temperature increase in building elements and current repair material were effective to prevent temperature increase.

#### 【研究開発の目的】

南海トラフ地震や首都直下地震をはじめとする巨大地震の発生や地震により発生する火災（地震後火災という）の発生が予想されている。一方、糸魚川市の大規模火災(平成 28 年 12 月)では、約 4 万 m<sup>2</sup>が焼失する等、強風下の火災では市街地火災に発展する危険性が再認識された。これらの地震後火災等に対して、発生の抑制や火災による被害の軽減等により建築物・都市の安全性を確保し、安全・安心な社会を実現することが社会的に要請されており、地震後火災や市街地火災を受けた建築物の危険性を早期に、かつ、比較的容易に判定し、建築物の火災安全を向上させるための技術開発を行うことで、継続使用性を確保することが必要となる。

本課題は、地震後火災等を受けた建築物の応急危険度や継続使用性を判定するための評価技術の課題について、既往の研究を調査分類し、簡易な実験等に基づいて明確化する。また、建築物の継続使用性を確保する点から、既往の技術開発を調査分類し、不足する知見等を整理し、今後の地震後火災等を想定した建築物の火災安全対策のあり方について検討を行うことを目的とする。

#### 【研究開発の内容】

(1) 地震後火災等を受けた建築物の応急危険度や継続使用性を判定するための評価技術に関する調査

地震発生直後に実施される被災建築物応急危険度判定や、地震後火災等を受けた建築物の継続使用性を判定するための評価技術に関して、既往の文献を調査し、火害診断の専門家へのヒアリング等を実施して、応急危険度や継続使用性を判定する上での課題を整理する。

(2) 地震後火災等を受けた建築物の継続使用性を確保

するための技術に関する調査

地震後火災等を受けた建築物の継続使用性を確保するための技術に関して、既往の文献を調査し、火害診断等の専門家へのヒアリング等を実施して、継続使用性を確保するための技術についての課題を整理する。また、共同研究等を通じて、必要な技術に関する実験を実施して、データを収集する。上記の調査をふまえて、地震後火災等を受けた建築物の応急危険度や継続使用性を判定するための評価技術、建築物の継続使用性を確保するための技術についての課題を明確化し、その対策技術の考え方を整理する。

#### 【研究開発の結果】

(1) 地震後火災等を受けた建築物の応急危険度や継続使用性判定のための評価技術に関する調査結果の概要

共同研究に基づき、国土技術政策総合研究所の研究課題「地震誘発火災を被った建築物の安全性・再使用性評価法に関する研究」で実施した、学識・ゼネコン・コンサルタント等から構成される外部委員会において、地震時の構造体の被害や補修方法に関する検討を実施し、既往の研究や被災建築物の危険度(安全性)調査方法について情報収集・検討した。その結果、地震による損傷と耐火性能の低減の相関性を把握する必要があるものの、既往の知見では被災直後の安全確保や復興において重要となる RC 造の集合住宅や鉄骨造の事務所に用いられる部材や耐火被覆の損傷とそれに対する火災時の影響に関する知見が不足していることが明らかとなった。

(2) 地震後火災等を受けた建築物の継続使用性を確保するための技術に関する調査

地震後火災を被った建築物の安全性・再使用性評価

法を検討するために、地震被害を受けた部材が火災による加熱を受けた際の性状や、補修の効果について、実験的検討を実施した。

地震による耐火被覆の損傷(亀裂、脱落等)を模擬した隙間等による耐火被覆の性能低下を定量化するため、耐火被覆鋼板、耐火被覆鋼柱・梁の加熱試験を実施した(表 1)。その結果、隙間幅が大きいほど、鋼材温度は上昇しやすく、10mm の隙間では熱抵抗係数は、最大で損傷なしの条件の 1/2 程度まで低下することが明らかとなった(図 1)。また、耐火被覆の損傷の影響は、鋼材と被覆材の間に中空層を有する耐火被覆工法のほうがその影響が大きくなった。

表 1 亀裂幅(隙間幅)に応じた熱的侵入状況

		隙間 5mm	隙間 10mm	隙間 20mm
鋼板厚 6mm	加熱前			
	加熱後			
鋼板厚 16mm	加熱前			
	加熱後			

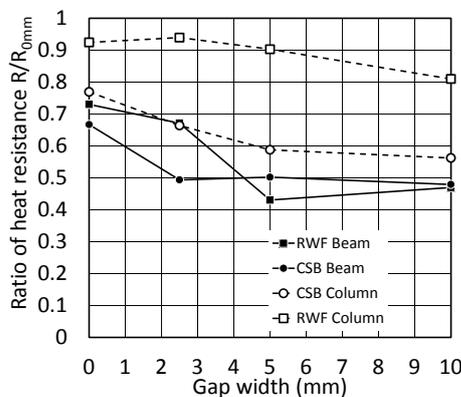


図 1 亀裂幅(隙間幅)と耐火被覆部材の熱抵抗係数

地震後の損傷を考慮した RC 部材の耐火性能に関する知見の収集を目的として、床、柱梁部材、補修後コンクリートスラブの加熱試験を実施した。

静的加力実験後の実大建築物から床スラブに対して、常温時と加熱試験の漏気量測定等を実施した。図 3 は、加熱開始から 30 分毎の試験体の非加熱面の熱映像である。図のとおり、非加熱面温度はひび割れ部分の温度が早期に上昇し、その後、周囲の温度が上昇していくことがわかる。なお、加熱実験時の非加熱面は、約 20 分過ぎから、ひび割れ部分から蒸気と水・温水が継続的に噴

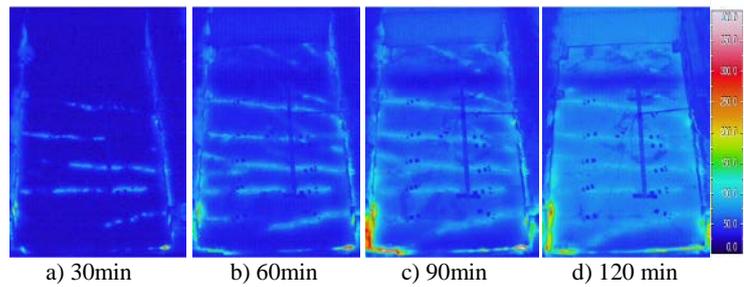


図 3 加熱時における非加熱面の熱映像

出し、加熱終了後(120 分後)も非加熱面に水分が残存した。熱映像による亀裂部分の最高温度は約 121°C(120 分時点)であった。以上より、非載荷加熱の条件では、スラブ厚さが 200mm 程度あれば、被災度が IV であっても遮熱性、遮炎性は失われぬ可能性が高いことが明らかとなった。一方、火災時の漏気量は、水分移動と蒸発の影響を大きく受けることも明確となった。

地震による損傷を模擬した亀裂を有する鉄筋コンクリート部材の火災時における温度上昇特性を把握することを目的として、隙間幅、充填用補修剤の種類を実験変数としたコンクリートパネルの加熱試験を実施した。亀裂部分の深さ方向の温度分布から補修の効果を見ると、充填材料が無機系セメント、有機系補修材によらず、亀裂なしの試験体と比較して、補修した試験体の方が温度が低いかほぼ同じ温度となった。亀裂幅が 2mm 程度であれば、火災時における可燃性材料の発熱よりも、亀裂が塞がることにより高温ガスの貫通を防止することの効果大きいことが明らかとなった(図 4)。

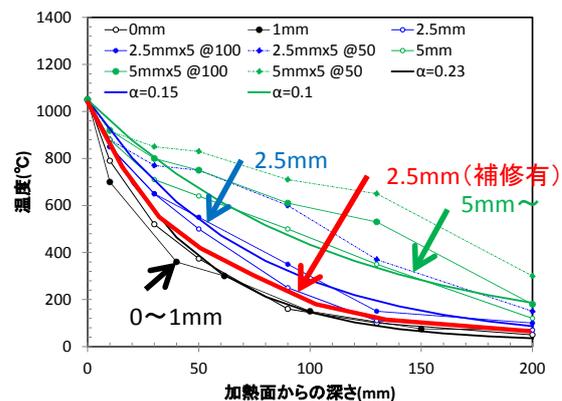


図 4 亀裂幅、補修効果と内部温度の関係

[参考文献]

- 1) 地震被害を受けたコンクリートスラブの火災時の温度上昇特性: 鈴木淳, 水上点晴, 成瀬友宏, 林吉彦, 池田憲一, 日本建築学会 大会梗概集, 2018
- 2) 地震後における複合構造部材の耐火性能に関する実験的研究, 飯野ひなた, 松山賢, 鈴木淳一, 成瀬友宏, 荒木康弘, 日本建築学会, 日本建築学会 大会梗概集 2018