

東京理科大学「火災安全科学研究拠点」 研究成果概要報告書

研究課題		合成小梁無耐火被覆化のための改良接合部の火災時終局状態評価実験	実施年度
			2022年度
研究代表者	所属	東京都立大学都市環境科学研究科	
	氏名	高木 次郎	
	問合せ先メールアドレス	jtakagi@tmu.ac.jp	
共同研究者	氏名・所属・職	東京都立大学都市環境科学研究科 栗原 純 大学院生 (博士前期課程 2年) 西川 真優 大学院生 (博士前期課程 2年) 大山 昇 大学院生 (博士前期課程 1年) 小林 由樂 大学院生 (博士前期課程 1年)	
受入担当責任者	氏名	河野 守	

(注) 受入担当責任者である河野教授とは、実験計画および検討結果について議論した。その結果を共著論文として発表した。(共著論文リストは5章参照)

1. 研究の背景および目的

無耐火被覆小梁を有する鋼構造床架構の小梁端部接合部の火災時終局状態を評価し、合理的な鋼構造耐火設計手法を整備するためのデータを蓄積する。床架構は、火災高温下で小梁端部から破壊する可能性が指摘されている。それを実験的に評価することが本研究の目的である。

2. 利用施設及び利用日

- ・ 多目的載荷装置 (2022年11月8日～11月18日)

3. 実験方法・研究成果、および考察 (申請時の計画に対する達成度合いも含む)

※継続課題の場合は、前年度との関係性、進展度合いについても記載すること。

無耐火被覆小梁端部の火災時の終局状態評価を目的として、2018年度から一連の実験を実施してきた。図1のような治具と試験体を多目的載荷装置の上部に設置して、加熱時に鉛直と水平の荷重を与えて無耐火被覆小梁端部の挙動を再現し、火災時の挙動と崩壊形の評価を試みるものである。2021年度の実験では、温度上昇に伴う小梁端部の高力ボルトのせん断耐力喪失後に、写真1のようにガセットプレートが小梁端部の崩落を抑制する効果が

確認された。そこで 2022 年度の実験では、図 2 のようにガセットプレートの形状を改め、ボルトのせん断耐力喪失後に、小梁端部の崩落を抑制しない形状にした。また、2021 年度から梁の材軸方向の水平加力計画を改めた。2021 年度の実験では高温下で急激に鉛直変位が増大することを予想して梁の熱膨張期から大変形時へと移行する圧縮から引張への加力変更を短時間で行う計画としたが、鉛直変位の増大は比較的なだらかであったために、鉛直変位に応じたゆるやかな水平加力移行とした。スラブの仕様は 2021 年度実験と同様、デッキ合成スラブに対して、D10 の異形鉄筋を 200mm ピッチでシングル配筋とした。

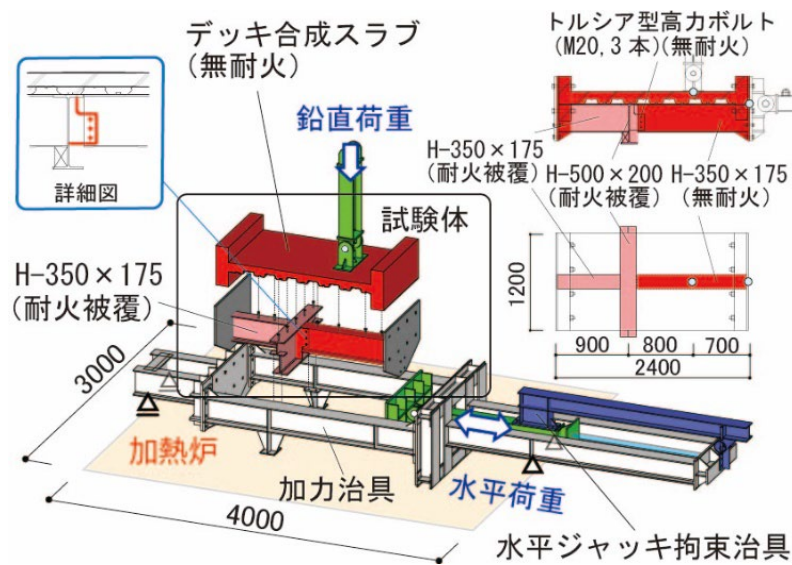


図 1 多目的載荷装置上部に設置した治具と試験体の構成



写真 1 2021 年度実験の無耐火被覆小梁端部の損傷状況

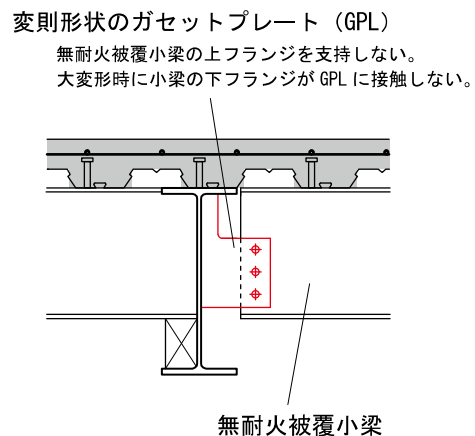


図 2 2022 年度実験のガセットプレートの形状

事前解析では図3のように、部材の温度上昇による耐力低下に伴い、無耐火被覆小梁接合部近傍のスラブの面外変形を伴う崩壊形が予想された。一方で、崩壊までの時間が長くなることも予想されたことから、加熱時間を3時間程度までに限定して加熱後2時間経過以降は、鉛直荷重とそれに応じた水平荷重を増大させて崩壊形を確認する計画とした。実験結果としては、崩壊形を確認したが、スラブの面外変形は比較的小さく、水平引張力によるスラブ鉄筋の破断が主たる崩壊形となった。

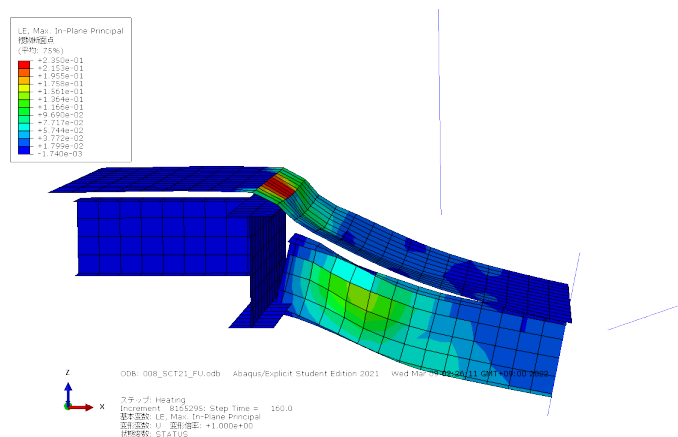


図3 事前解析による試験体の損傷予測

実験時のスラブ上面の損傷の様子を写真2に示す。加熱後21分から30分の写真では、接合部のボルトが破断し（写真3）、鉛直変位が増大して、接合部近傍では、スラブが下方に20mmほどずれ落ちる現象も確認された（写真2(b)）。しかし、その後、鉛直下方の変形の進行は鈍化し、加熱後120分から荷重を増大させたことで、鉛直载荷点付近のスラブ筋が破断して崩壊形に至った。

加熱時間とスラブ筋の引張耐力の関係を図4に示す。引張耐力は無耐火被覆小梁材軸方向の鉄筋の総断面積に常温の材料試験結果の引張耐強度にEurocode3の高温時耐力低減係数を乗じた値である。加熱140分でスラブ筋温度が400℃を超え引張耐力が減少して水平荷重を下回った。スラブが破断したのはその後の加熱約160分である。



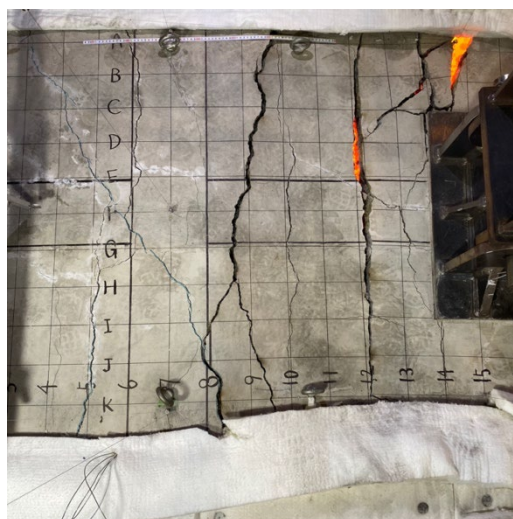
(a) 加熱 21 分



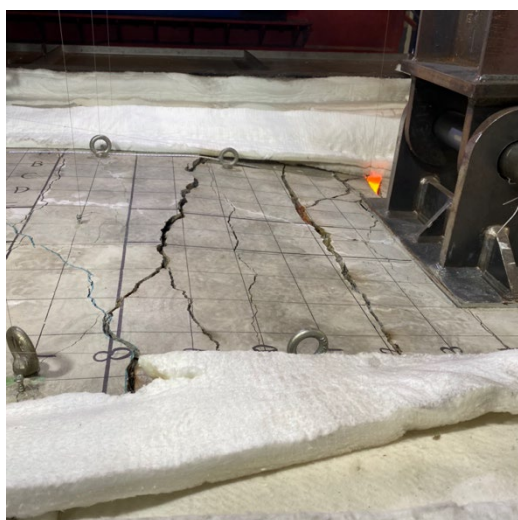
(b) 加熱 30 分



(c) 加熱 84 分



(d) 加熱 161 分 実験終了



(e) 実験終了時



(f) 実験終了時

写真 2 実験時のスラブ上面の損傷の様子



写真3 小梁接合部

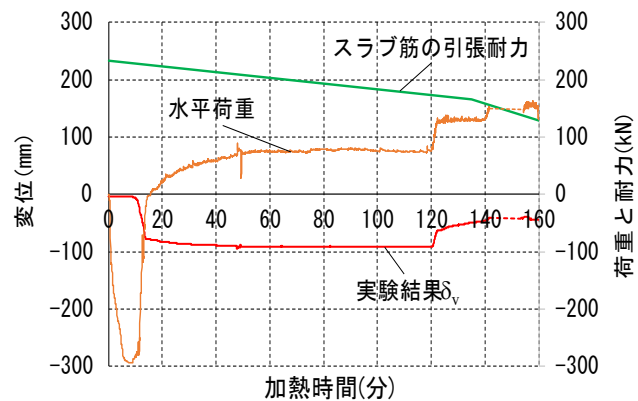


図4 加熱時間と鉛直変位と鉄筋の引張耐力の関係

4. 今後の展望（今後の発展性、見込み等についても記述）

本実験では、無耐火被覆小梁端部の火災時の崩壊形として、大変形下の張力機構形成下のスラブ筋の破断を確認することができた。そして、スラブの面外曲げに対する追従能力や面外方向のせん断耐力は予想よりも高く、小梁端部のボルト接合部近傍に破壊箇所が集中するとは限らないことが分かった。本研究では、小梁端部の接合部付近にスラブの損傷が集中することを想定して、小梁端部の接合方法を工夫することで、崩落しない接合方法を提案することを意図したが、梁の接合方法の改良よりもスラブ筋を補強することの方が、単純で有用な可能性がある。

2023年度に再度実験を実施させていただく予定である。その実験設定の詳細は検討中であるが、試験体の仕様は2022年度と同一とし、主として加力スケジュールを修正して、短い加熱時間で崩壊形を確認できるようにすることなどを予定する。それにより崩壊との因果関係をより明確に理解することを目指す。

5. 成果の公表状況（学会への発表、学術誌への投稿等を記述。予定も含む）

- ・ 高木次郎, 王松, 栗原純, 河野守, 松山賢: 無耐火被覆小梁を有する鋼構造床架構の火災高温時崩壊挙動評価, 日本建築学会構造系論文集, 2022年9月, 第87巻 第799号 pp. 944-953, 2022.9, DOI <https://doi.org/10.3130/aijs.87.944>
- ・ 西川真優, 高木次郎, 栗原純, 大山昇, 河野守, 松山賢: デッキ合成スラブと無耐火被

覆鉄骨小梁を有する床架構の火災時崩壊形評価 その4 スラブ筋を異形鉄筋とした合成小梁接合部の加力加熱実験，日本建築学会大会学術講演梗概集（北海道），pp61-62，2022.9

- ・ 小林由樂，高木次郎，大山昇，河野守，松山賢：デッキ合成スラブと無耐火被覆鉄骨小梁を有する床架構の火災時崩壊形評価 その5 GPLの形状を改めた加力加熱実験と再現解析，日本建築学会大会学術講演梗概集（近畿），2023

6. 経費の使用状況

消耗品費・会議費・印刷費等		旅費		人件費	
事 項	金額(円)	事 項	金額(円)	事 項	金額(円)
		宿泊施設利用料	11,5000	実験作業補助費用（東亜理科）	1,384,900
小計		小計		小計	1,384,900
東京理科大学 負担分		総計	1,499,900	円	

上記以外 東京都立大学・大畑財団 負担分 総計 2,200,000 円

以上

※ページは適宜増やしてください。

※上記5に記載された成果公表については，別刷1部をご提出願います。PDFファイル等の電子データでも構いません。

※本成果報告概要書に記載された内容は，本拠点の成果報告としてWeb等で公開されることをお含み置き下さい。

※本成果報告概要書と併せて，研究報告書を提出頂いても構いません。（フォーマットは問いません。）

※後日開催予定の成果発表会で使用されるプレゼンテーション用の電子ファイルについても提出願います。