

(ご記入日) 令和 5年 5月 8日

公益信託 NEXCO 関係会社 高速道路防災対策等に関する支援基金
受託者 三菱 UFJ 信託銀行株式会社 宛

研究概要書

研究課題：火災後に塩害および凍害を受けた RC 部材の耐久性と耐力評価および補修工法の検討

研究代表者：群馬大学理工学府 教授 小澤 満津雄

共同研究者：日本大学工学部 教授 子田 康弘

1. はじめに

火害を受けると RC 部材は、①表面および内部に微細ひび割れが発生、②セメント水和生成物の熱分解、③状況によって爆裂現象が生じる¹⁾。この結果、コンクリートの a) 圧縮強度低下と b) 中性化の進行および c) 物質侵入抵抗性が低下し、d) 鉄筋腐食のリスクが生じ耐久性上問題となる。既報²⁾では、火災時の RC 部材の変形挙動と火災後の耐力確認を行った事例は多数ある。しかしながら、加熱後の RC 部材の耐力と耐久性について検討した事例は少ないのが現状である。そこで本研究では、火害と各種の劣化作用を受けた RC 部材の耐久性と耐力を評価する基礎資料を得ることを目的とした。実験では、RC はりとリング供試体を用いて、部材レベルと拘束条件下におけるコンクリートと劣化状況を評価した。下記に、実験概要を示す。本研究は現在、実験を継続中であり、ここでは火害を受けた RC 部材の損傷評価について報告する。

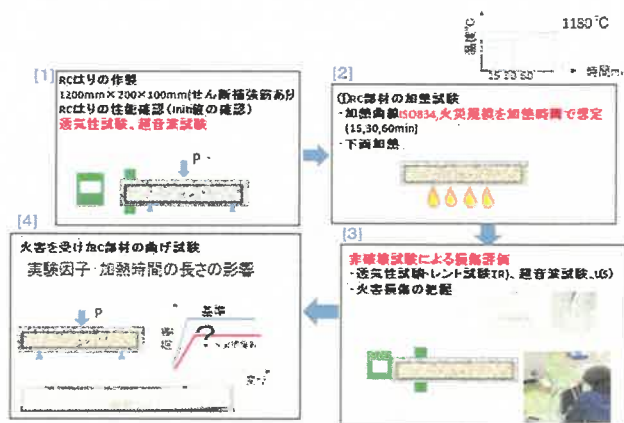


図-1 実験概要

2. 実験概要

図-1 に RC はりを用いた実験概要を示す。150×200×1200 mm の RC 部材(主筋：D13×2 本、圧縮鉄筋 D10×2 本)を作製した。RC はり中央に K 型熱電対を配置した。配置位置は、加熱面から、5,10,25,50,100,175mm とした。主筋の配置位置は加熱面から 25 mm の位置である。コンクリートは生コンクリートを使用した。呼び圧縮強度は 24N/mm² とした。加熱は、下面(引張域)とした。加熱曲線は ISO834 とし、火災の規模を加熱時間で模擬する。すなわち、小規模：15 分、中規模 30 分、大規模：60 分とした。火害前後における RC 部材の損傷状況を表層透気試験(トレント試験)³⁾で評価した。

3. 実験結果および考察

図-2 に RC はりの 60min 加熱による内部温度と経時変化の一例を示す。加熱に伴い、加熱表面に近い位置から内部温度が上昇していることがわかる。図-3 に RC はりの加熱終了時における最高温度分布を示す。主筋位置 25 mm において、加熱時間 15,30,60min それぞれの温度は、それぞれ 132, 256, 457°C であった。図-4 に示すように、コンクリートの残存強度と温度の関係が報告されている⁴⁾。このデータを参考にすると、加熱時間が 15min から 60min で表面付近は 700°C から 900°C 以上に達しており、加熱表面付近は圧縮強度の低下率は大きく、残存比は 0.2 以下であることがわかる。また、25 mm 付近では、60min 加熱により 450°C 程度となっており、0.5 以下であり力学特性が大きく低下していることがわかる。図-5 に表層透気係数(以下、Kt)、含水率と加熱時間の関係を示す。含水率は、加熱前と加熱後の結果を示している。加熱前の含水率は、4%以上であるが、加熱時間が長くなると低下し、60min 加熱で 2%程度であることがわかる。これは加熱によって、表面付近から、自由水の脱水と水和生成物の脱水分解が生じたものと考えられる。加熱時間が長くなると Kt は大きくなることがわかる。Kt の指標によると、加熱前は普通レベルである。15min よりも加熱時間が長くなると 3000

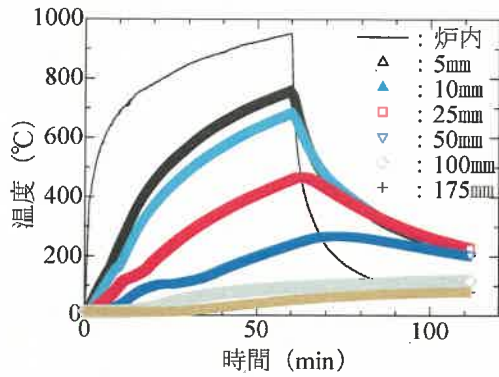


図-2 加熱試験結果 (RC はり)

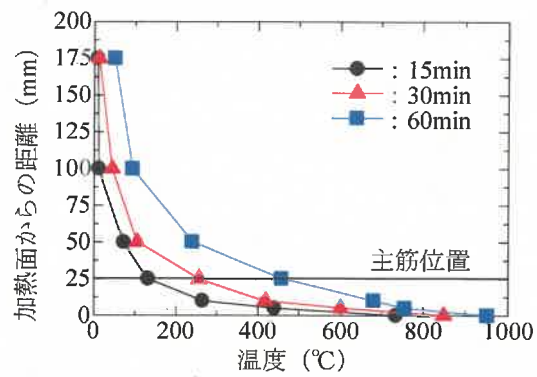


図-3 内部温度分布 (RC はり)

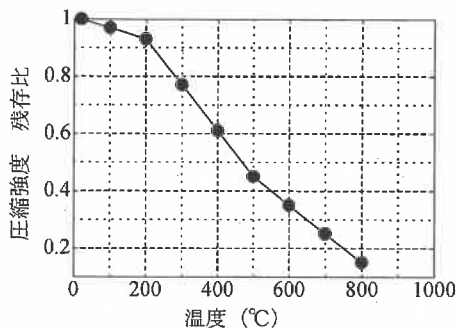


図-4 残存強度と温度の関係⁴⁾

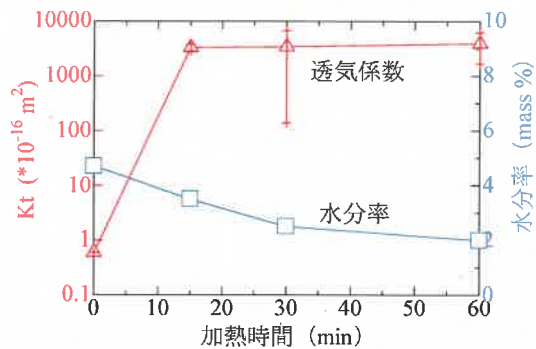


図-5 透気係数、水分率と加熱時間の関係

($\times 10^{-16} / \text{m}^2$) 以上で、非常に損傷が大きくことがわかった。既往研究⁵⁾でも、加熱前後において表層透気係数が大きくなり、加熱温度が高くなると Kt が大きくなることが報告されている。また、加熱領域と加熱領域周辺、非加熱領域において Kt が大きくことが報告されている⁵⁾。一方で、最高温度分布は 15,30,60min で差異が生じており、損傷度に違いがあることがわかる。今後は、超音波伝搬速度試験で内部損傷度を評価し、RC はりの曲げ載荷試験を実施することで、加熱後の耐力と初期剛性を評価する予定である。併せて、塩水噴霧試験と凍害試験を実施して、耐久性評価を実施する予定である。

4. まとめ

本研究で得られた知見を以下に示す。

- 1) RC はりとリング供試体の加熱試験において、ISO834 加熱試験で 15,30,60min 加熱を実施した結果、加熱表面に近い位置から内部温度が上昇した。
- 2) RC はりにおいて、主筋位置 25 mm の最高温度は、加熱時間 15,30,60min それぞれで 132, 256, 457°C であった。
- 3) 加熱前後での表層透気試験を実施した結果、加熱時間が長くなると Kt は大きくなることがわかった。これは、熱膨張によるコンクリートのひび割れとセメント水和生成物の脱水分解による材料劣化が原因と考えられる。

参考文献

- 1) 日本建築学会：建物の火害診断および補修・補強方法 指針・同解説，2010。
- 2) 迫井裕樹，小澤満津雄，山本哲，阿久津裕亮：高温加熱を受けた RC はりの損傷評価および耐力に関する研究，コンクリート工学年次論文集，Vol.41，No.1，pp.1025-1030，2019
- 3) R.J.Torrent：A two-chamber vacuum cell for measuring the coefficient of permeability to air of the concrete cover on site，Materials and Structures，pp.358-365，Vol.25，Issue6，July，1992
- 4) 日本建築学会：構造材料の耐火性ガイドブック，2017。
- 5) 赤坂春風，小澤満津雄，迫井裕樹，鉄羅健太：火害を受けたコンクリートの透気性による損傷評価，日本コンクリート工学会，コンクリート工学年次論文集，Vol.39，No.1，pp.1069-1074，2017年7月