

部分高温作用を受けた RC はりの曲げ耐力評価

群馬大学 学生会員 ○高橋 一彩
 群馬大学大学院 非会員 富士田 玲
 群馬大学大学院 正会員 小澤 満津雄

1. はじめに

鉄筋コンクリート(以下、RC)構造物が火害を受けると、コンクリートは水和生成物の熱分解とひび割れが生じ性能が低下する危険性がある。図1にRC構造物の性能低下曲線および火害損傷を受けた場合の性能低下について模式図を示す。任意材齢でRC構造物に火災が生じると性能が大きく低下すると考えられるが、損傷の程度は火災規模に依存する。加えて、火災後に冷却されることでどの程度低下するのか、補修によってどの程度回復することができるのかなど、不明な点が多い。既往研究では、RCスラブの載荷加熱試験を実施し、耐火性能を評価したもの¹⁾、部分高温作用と塩水作用を受けたRC部材の曲げ耐力評価を行ったものがある²⁾。このように、火災中や火災後それぞれの耐火性や耐久性を検討した事例は多いが、火災中と火災後の耐力と耐久性評価を統一的に実施した事例は少ないのが現状である。そこで本研究では、図1の性能低下曲線における火災直後と自然冷却後におけるRC部材の耐力と損傷状況の評価する基礎資料を得るために、RCはりの加熱試験および曲げ載荷試験を実施した。

2. 実験概要

図2にRCはり供試体の概要を示す。供試体は高さ150×幅100×長さ1500mmとした。有効高さは

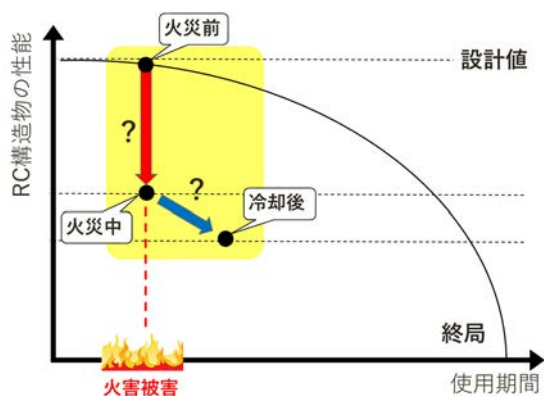


図1 RC構造物の性能低下の模式図

125mmとした。主筋はD13の鉄筋を2本配置した。上縁から25mm位置に複鉄筋としてD10を2本配置した。供試体は7体作製した。加熱無し(Control)供試体を1体とし、圧縮(Comp)、引張(Ten)、せん断(She)領域加熱をそれぞれ2体ずつ作製した。火災中を想定した供試体(H)は、加熱直後の高温状態で曲げ載荷試験を行った。火災後冷却を想定した供試体(C)は、加熱後に常温まで自然冷却し、曲げ載荷試験を行った。使用した生コンクリートはW/Cが49.5%とした。セメントは、普通ポルトランドセメント(密度3.16g/cm³)を使用した。空気量は3.7%であり、材齢5ヶ月時の圧縮強度は44.3MPaであった。

加熱領域は各領域の幅100×長さ300mmとし、昇温時の設定は1050°C/10minとした。最高温度1050°Cに到達後は、加熱面から25mm位置の鉄筋の温度が500°Cに達したことを確認後、加熱を止めた。曲げ載荷試験は、支点間距離を1250mmとし、等モーメント区間とせん断スパンをそれぞれ450、400mmとした。計測項目は荷重と等モーメント区間の変位とした。(H)試験体は、加熱直後に曲げ載荷試験装置にセットし、加熱終了後30分以内に載荷試験を実施できるようにした。(C)供試体は、加熱後に自然冷却とした。また、(Control)供試体と(C)供試体において、曲げ載荷試験の前に超音波伝搬速度の測定を行った。

3. 実験結果および考察

実験結果および考察については、Controlと圧縮領域加熱(Comp-H、Comp-C)を中心に示す。図3に一例としてComp-Hの加熱試験中における内部温度の経

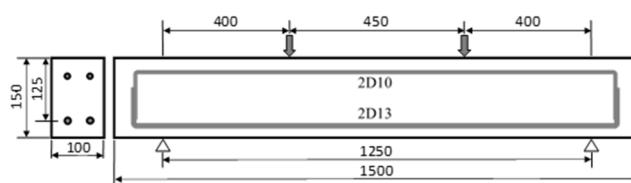


図2 RCはり供試体概要(単位: mm)

キーワード 高温加熱, RC はり, 曲げ耐力, 性能低下

連絡先 〒376-8515 群馬県桐生市天神町 1-5-1

群馬大学 理工学府 コンクリート工学研究室 TEL0277-30-1613

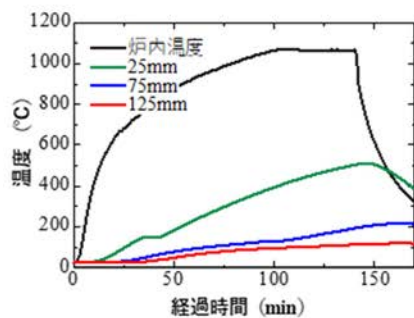


図3 温度履歴(Comp-H)

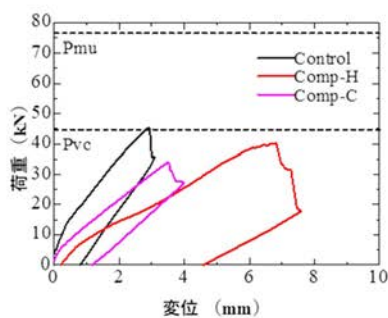


図4 荷重-変位関係

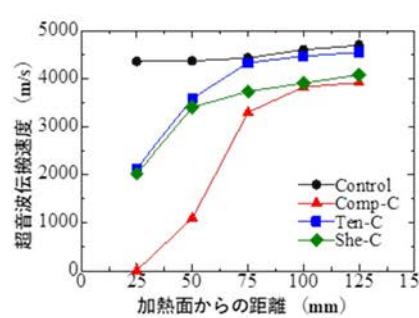


図5 US と距離の関係

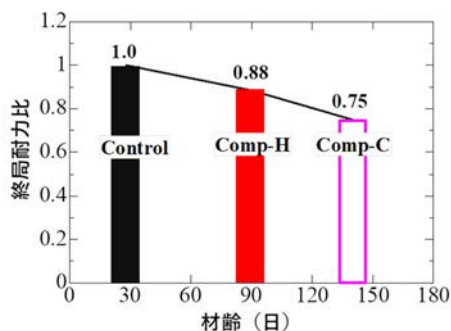


図6 終局耐力比と材齢の関係

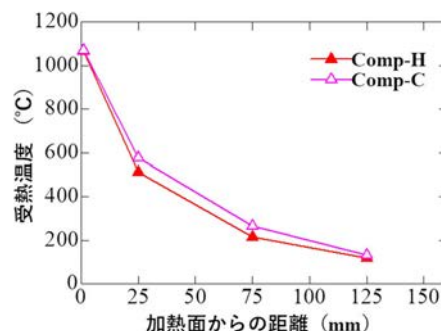


図7 最高受熱温度と加熱面からの距離の関係

時変化を示す。炉内温度の上昇に伴い、試験体の加熱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。加熱面から 25mm 位置に配置した鉄筋の温度は 506°C であった。

図4にRCはりの載荷試験における荷重-変位関係を示す。曲げ耐力とせん断耐力の計算値は 76.4kN と 44.7kN であり、せん断破壊先行型である。Control は斜め引張破壊(破壊荷重 44.8kN)を生じた。Comp-H は、変位が大きく最終的にせん断圧縮破壊(40.1kN)を生じた。Comp-C はせん断圧縮破壊(34.0kN)し、今回の供試体の中で最も破壊荷重が小さかった。

図5に(C)試験体の超音波伝搬速度(以下US)測定結果と加熱領域中央の深さ方向に対するUSの分布を示す。ControlのUSは断面深さ方向で平均 4500m/s である一方、Comp-Cは加熱領域で 1000m/s 以下と大きく低下した。

図6に加熱前後における終局耐力比と材齢の関係を示す。ここでの比率はControlを基準とした。終局耐力比において、圧縮加熱のケースでは、Comp-HとComp-Cがそれぞれ 0.88 と 0.75 となった。加熱直後から冷却期間をおくと、徐々に耐力は低下することがわかった。これについて、加熱直後の最高値は加熱面から 25mm 位置で 1000°C から 600°C の範囲(図7)であり圧縮領域のコンクリート圧縮強度残存強度比³⁾は 0~0.41 である。加熱冷却時のUSにも加熱面から

25 mm の範囲でほぼゼロにある。以上より、圧縮領域を加熱することで、コンクリートの残存圧縮強度が低下して、剛性の低下やせん断耐力の低下につながったと考えられる。

4. まとめ

本研究では、火災直後と自然冷却後のRCはりの耐力評価を行った。本研究の範囲では、加熱直後(H)と冷却後(C)のせん断耐力を比較したところ、それぞれ、H:0.88 と C:0.75 となった。加熱部位や温度の違いにより曲げ耐力に違いがみられた。今後は、初期剛性などについても更に検討が必要であると考えられる。

参考文献

1. 西村俊彦, 上原茂雄: RC スラブが正曲げモーメントを受ける場合の耐火性能に関する研究, 日本建築学会構造系論文集, Vol.73, No.626, pp.677-684, 2008
2. 富士田玲, 阿久津裕亮, 杉野雄亮, 小澤満津雄: 部分高温作用と塩水作用を受けた RC 部材の鉄筋腐食状況と曲げ耐力評価, コンクリート工学年次論文集, Vol.43, No.1, pp706-711, 2021
3. 日本建築学会: 構造材料の耐火性ガイドブック, pp.27-32, 182-189, 2017