

高温履歴を受けた RC はりの破壊性状

0317076 羽原 和也
指導教員 栗原 哲彦

1. はじめに

近年、高強度コンクリートを用いた鉄筋コンクリート（RC）構造物が多く実用化されている。しかし、高強度コンクリートが高温履歴を受けた場合、圧縮強度や弾性係数などの力学的特性が低下する¹⁾。さらに、受熱温度によっては内部鉄筋の性能低下も生じる。そこで高強度コンクリートを使用した RC はりの加熱実験を行い、鉄筋の受熱温度に着目しながら加熱後の破壊性状を検討した。

2. 実験概要

2.1 試験体緒元

表-1 示方配合

| W/(C+SF) %(シリーズ名) | 単体量 (kg/m ³) | | | | | | f _c (N/mm ²) | |
|----------------------|--------------------------|-----|------|-----|-----|------|--|------|
| | W | C | SF | S | G | Ad1 | | Ad2 |
| 20(RC-20) | 108 | 533 | 97.6 | 767 | 871 | 25.7 | - | 82.6 |
| 30(RC-30) | 176 | 588 | - | 639 | 928 | 3.67 | 0.04 | 59.6 |

W:練混ぜ水 C:セメント SF:シリカフューム S:細骨材
G:粗骨材 Ad1:高性能 AE 減水剤 Ad2:AE 助剤

表-1 に示すコンクリートにより幅 100×高さ 100×長さ 1200 (mm)の曲げ破壊型 RC はりを作製した(図-1 参照)。鉄筋の受熱温度を測定するため、RC はり中心付近の鉄筋近傍に K 型熱電対を設置した(図-2 参照)。各シリーズに対して、非加熱(0hr)の 1 ケースと鉄筋の受熱温度の変化をみるため加熱時間を 1hr・2hr とした 2 ケースの計 3 ケース設置し、1 ケース 2 体ずつ実験を行った。

2.2 加熱実験

本実験では模擬トンネルによる高温加熱システム²⁾を用いて RC はりへの加熱実験を行った。このシステムは模擬トンネル天井部を RC はりとする構造で、トンネル内で灯油を燃焼させることで RC はりを加熱することができる。火皿およびトンネル内温度計測用シース熱電対を図-3 に示す位置に設置した。加熱終了後は目視によりひび割れの確認を行った。

2.3 載荷実験

加熱試験より 30 日後に RC はりの 2 点曲げ載荷試験(載荷スパン 700mm, 純曲げスパン 100mm)を行い、荷重-変位曲線を計測した。また載荷後はひび割れの確認を行った。

3. 実験結果

3.1 加熱曲線と鉄筋の受熱温度

RC-20・RC-30 シリーズを高温加熱した際の平均加熱曲線を図-4 に示す。加熱終了時の鉄筋受熱温度分布を図-5 に示す。なお、実験結果は、各ケース 2 体ともほぼ同じ結果が得られたので、ここではうち 1 体の結果を示す。加熱終了時点での鉄筋受熱温度は、RC-20 の 1hr 加熱で約 340、2hr 加熱で 437 となった。RC-30 の 1hr 加熱では約 345 に達し、2hr 加熱では 460 となった。加熱時間の延長に伴い、鉄筋受熱温度は高くなっているが、一般に鉄筋 600 以下の受熱なら材料特性の変化はないと言われている¹⁾。本実験では、鉄筋の受熱温度が 600 を超えることがなかったため、鉄筋の材料特性の変化(性能低下)はないものと考えられる。

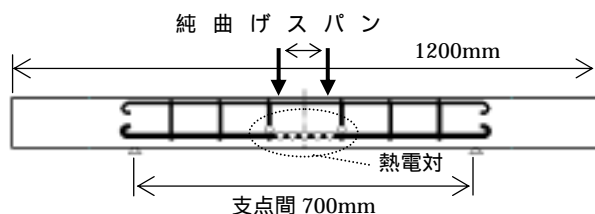


図-1 RC はり供試体概略図

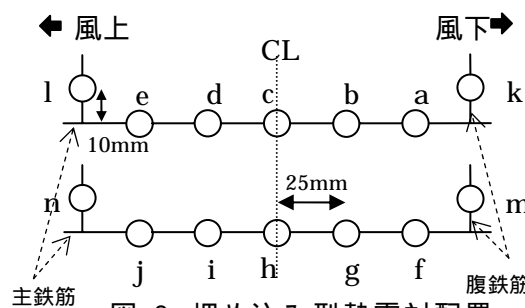


図-2 埋め込み型熱電対配置

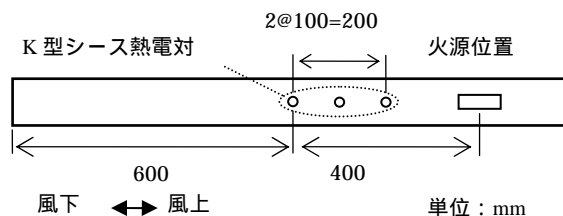


図-3 K型シース熱電対設置位置

キーワード：加熱曲線 鉄筋受熱温度 ひび割れ 荷重-変位曲線

3.2 爆裂とひび割れ性状

いずれのシリーズも爆裂は発生しなかった。加熱開始から5分ほどでRCはり側面に、受熱によりスターラップが膨張したことで発生したと考えられるひび割れを確認した。その後の継続加熱で、このひび割れ箇所から内部の水蒸気圧の増大による水分の押し出しがあり、これによりコンクリート内部の圧力が緩和され、爆裂に至らなかったと考えられる。図-6 に加熱によるひび割れ性状を示す。RC-20 とRC-30 ではひび割れ性状に違いが確認できた。RC-20 では大きなひび割れはスターラップの膨張によるものが主である。それに加えてRC-30 では、はり供試体中心付近に無数の微細ひび割れが確認できた。

3.3 荷重-変位曲線

図-7 に載荷試験により得られた荷重-変位曲線を示す。加熱した供試体では加熱によるひび割れがあるため、初期勾配が降伏点まで直線になっていることがわかる。いずれの供試体も鉄筋降伏後は同様の挙動を示した。最大荷重も大きな差は認められなかった。これは3.1節で記述したように、加熱による鉄筋の材料特性の変化がなかったためと考えられる。

4. まとめ

- (1)高強度コンクリートを用いたRCはりでは爆裂は生じず、スターラップ位置に発生したひび割れより染み出てくる水を確認した。これより供試体内部の水蒸気圧が緩和され、爆裂に至らなかったと考えられる。
- (2)加熱によるひび割れにコンクリートの強度によって違いが確認できた。
- (3)鉄筋の受熱温度が最大で460程度であったため、はりの載荷試験では最大荷重に大きな差はなかった。また、載荷によるひび割れは加熱によるひび割れが広がっていき破壊に至るものがほとんどであった。

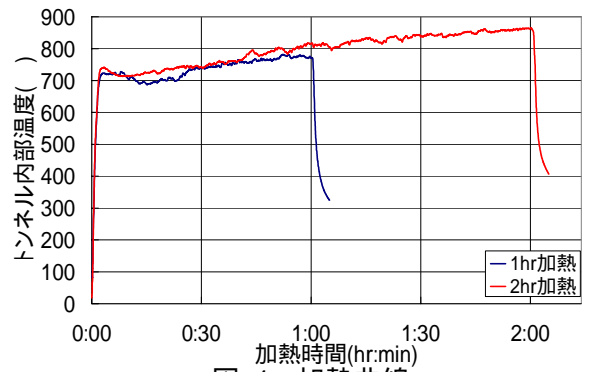
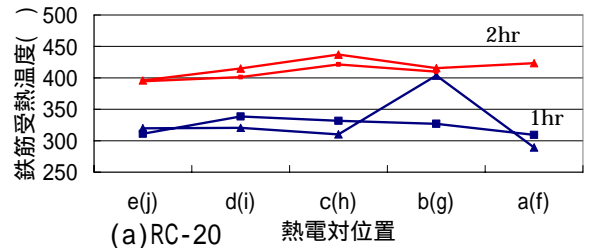
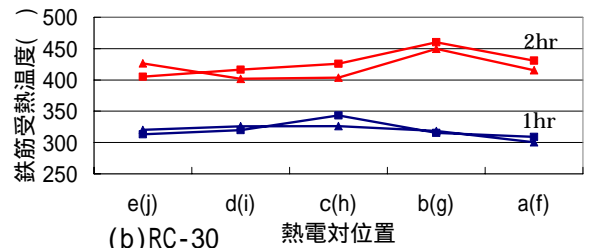


図-4 加熱曲線



(a)RC-20 熱電対位置



(b)RC-30 熱電対位置

図-5 鉄筋鉄筋受熱温度分布

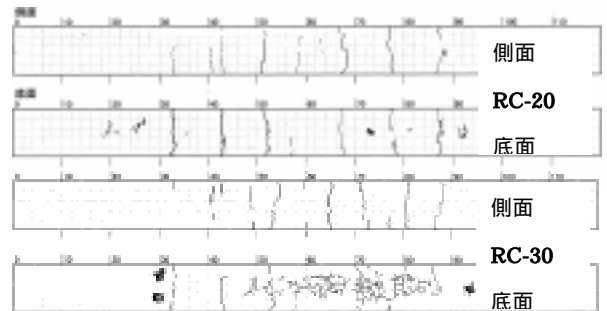
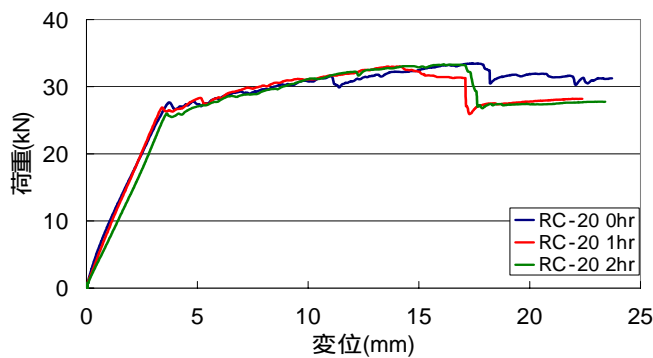
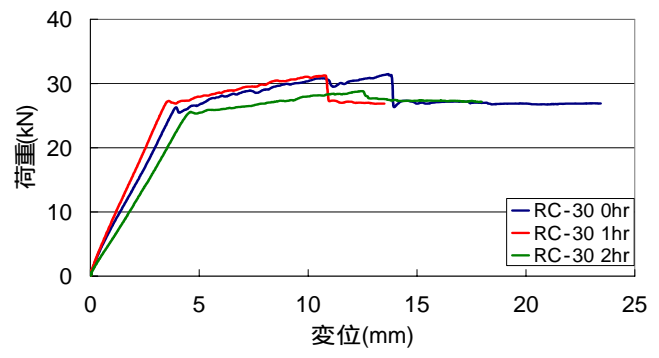


図-6 加熱によるひび割れ



(a)RC-20



(b)RC-30

図-7 荷重 - 変位曲線

参考文献

- 1)社団法人 日本コンクリート工学協会：コンクリート構造物の火災安全性研究委員会報告書，2002.6
- 2)西元守人：模擬トンネルを用いたコンクリートの耐火性能，武蔵工業大学修士学位論文，2004