

既存鉄道構造物火災後の損傷評価方法の検討（その2）

東海旅客鉄道株式会社 正会員 岩澤 良彦
 東海旅客鉄道株式会社 正会員 下村 勝
 財団法人 鉄道総合技術研究所 正会員 鶴田 孝司
 株式会社 ジェイアール総研エンジニアリング 正会員 佐野 弘幸

1. はじめに

RC構造物が火災により損傷した場合は、速やかにその損傷状況を評価し、損傷の状況に応じた補修・補強を、場合によっては取替え等を行う必要がある。しかし、現状では火災による損傷程度を定量的に評価する指標がほとんどない状況である。そこで、コンクリート構造物の損傷程度を現場にて簡便な非破壊で定量的に評価する手法の確立に資するために、コンクリートを種々の条件で加熱・冷却して力学性状の低下を調べ、損傷程度を定量的に把握する検査手法を検討した。本報告では、これらの実験により得られた成果のうち、RC試験体実験の結果を報告する。

2. 実験方法

(1) 試験体概要

RC試験体は、実構造物のラーメン高架橋のスラブ部分を模した供試体とし、下記に示す形状にて製作した。寸法は幅600mm×奥行き600mm×厚さ150mmとし、挿入する鉄筋は、線路直角方向D16 - ピッチ125mm - 芯かぶり49mm、線路方向D16 - ピッチ150mm - 芯かぶり33mm、とした。製作にあたっては、型枠脱形後、1週間湿布養生を行い、十分に気中養生を行った後にメタルニットバーナーを用いて耐火性試験を行った。なお、RC試験体には、内部温度を測定するため、加熱面と垂直な位置に熱電対を設置した。コンクリート強度2条件（20N/mm²、30N/mm²）、加熱方法4条件（800 60分、800 15分、500 60分、500 15分）とし、冷却方法は過熱面を散水急冷することとした（表-1参照）。

(2) 加熱方法

RC試験体の1面に対してメタルニットバーナーを用いて加熱を行った。この方法により、事前加熱において試験体表面から5mmの深さの位置で最高750以上の温度上昇を記録した。

試験体加熱の条件としては、表面温度800を目指す試験体の場合は、5mm深さの温度が750を超えた時点で目標温度と判断した。加熱保持時間は目標温度に到達した時刻より、所定の時間（15分または60分）加熱を継続することとした。このとき、バーナー表面と試験体加熱面の距離は20cm程度とし、バーナーの燃焼状況により逐次調整を行った。また表面温度500を目指す試験体の場合は、5mm深さの温度が500を超えた時点で目標温度と判断した。加熱保持時間は目標温度に到達した時刻より、所定の時間（15分または60分）加熱を継続し、500～550を保つようにバーナーの燃焼を調整した。このとき、バーナー表面と試験体加熱面の距離は30cm程度とした。

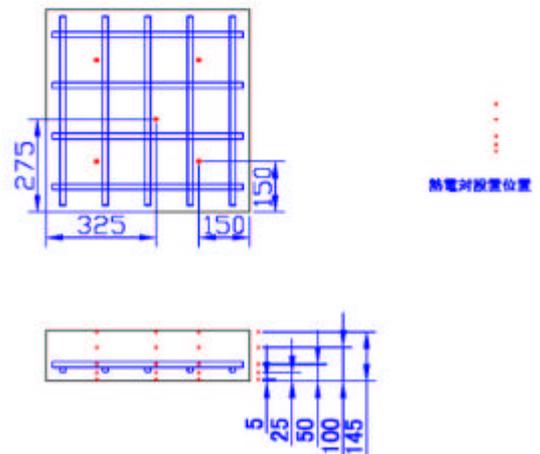


図-1 試験体の概要

表-1 試験体の実験計画概要

RC試験体記号	設計強度	加熱方法	冷却方法
30-800-60	30(N/mm ²)	800 60分	散水冷却
20-500-60	20(N/mm ²)	500 60分	散水冷却
30-800-15	30(N/mm ²)	800 15分	散水冷却
20-500-15	20(N/mm ²)	500 15分	散水冷却

キーワード 火災，加熱実験，シュミットハンマー，RC試験体

連絡先 〒100-0005 東京都千代田区丸の内1-9-1 丸の内中央ビル5F 東海旅客鉄道株式会社 TEL.03-5218-6274

3. 試験体実験の結果

(1) 最大到達温度

R C 試験体の温度測定結果を用いて、500 以上到達深さの推定と 300 以上到達深さの推定を行った。鉄筋のかぶり深さは 25mm であることから、加熱温度 800 では鉄筋位置まで 500 に到達していたと考えられる。テストピースを使用した要素実験の結果では、散水冷却で圧縮強度が約 50%、静弾性係数は約 35%しか残存しておらず、鉄筋との付着強度が低下している可能性がある。受熱温度 500 以上を劣化部と仮定するならば、表面受熱温度が 800 となった構造物ではかぶり鉄筋の位置まで劣化していることになり、断面修復などの措置が必要となる可能性もある。加熱時におけるコンクリートと鉄筋の付着強度などについても今後検討する必要があるかと思われる。なお、加熱時間によるコンクリート内部の到達温度にあまり差は見られなかった。

(2) テストハンマー強度

R C 試験体の結果から、表面受熱温度 800 で 55~60%、500 で 80~85%のテストハンマー強度残存率があることが判った。しかし、要素実験 500 の試験結果から冷却条件によってもテストハンマー強度残存率が異なることが示されているため、散水の有無によるテストハンマー強度残存率の違いについては今後大型供試体等で調査をする必要があると考えられる。実構造物についてもこの評価値が準用できると考えられるが、テストハンマー強度残存率の寸法効果については留意する必要がある。

以上のことから、テストハンマー強度の低下割合によって、コンクリート表面の受熱温度をある程度推測することが可能であると考えられる。

(3) 鉄筋への影響

R C 試験体の鉄筋引張強度試験ではほとんど鉄筋の劣化は確認されなかった。800 の試験体では鉄筋位置の到達温度が 500 を超えていると推測されるが、鉄筋の劣化は見られなかった。

4. まとめ

- (1) シュミットハンマーによるテストハンマー強度の低下率を調べることによりコンクリート表面の受熱温度を推定することが可能である。
- (2) コンクリート表面の受熱温度を推定することにより、コンクリート内部の到達温度を推定することが可能であり、実構造物におけるコンクリートの劣化深さを予測する判断材料となり得る。
- (3) 加熱時におけるコンクリートと鉄筋の付着強度などについても今後検討する必要がある。

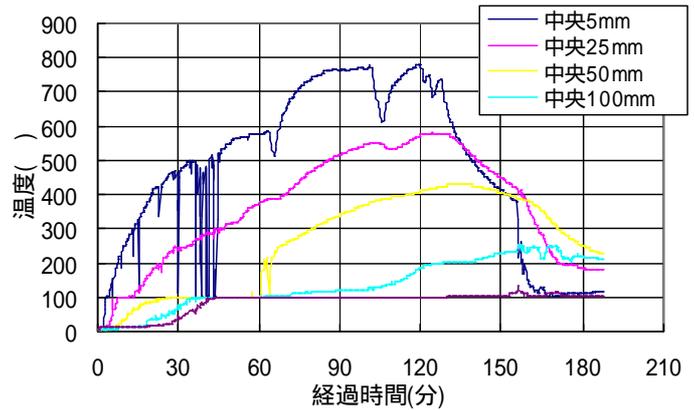


図-2 測定温度変化(30N/mm² 800 ° 60 分)

表-2 加熱時の到達温度深さ

R C 試験体記号	着目温度 ()	平均 (mm)	最大 (mm)	目安 (mm)
30-800-60	500	35.5	44.1	40.0
	300	78.4	86.7	80.0
30-800-15	500	23.5	37.2	30.0
	300	53.5	71.0	70.0
20-500-60	500	3.3	9.5	10以下
	300	32.4	49.2	45.0
20-500-15	500	1.4	6.8	10以下
	300	25.9	35.0	30.0

表-3 加熱前後の強度残存率

試験体	テストハンマー強度(N/mm ²)		強度低下率 (後/前)
	加熱前	加熱後	
30-800-60	39.1	21.0	53.7%
20-500-60	29.4	25.1	85.6%
30-800-15	38.5	23.9	62.1%
20-500-15	33.9	28.2	83.0%

表-4 加熱前後の鉄筋の平均強度およびヤング係数

設計強度 (N/mm ²)	加熱温度 ()	加熱時間 (分)	ヤング係数 (kN/mm ²)	降伏強度 (N/mm ²)	引張強度 (N/mm ²)
30	800	60	181.9	385.8	570.9
20	500	60	181.7	374.6	565.2
20	500	15	179.5	374.4	574.8
30	800	15	179.5	383.6	570.5
非加熱			180.2	377.6	570.2