

既存鉄道構造物火災後の損傷評価方法の検討（その1）

東海旅客鉄道株式会社 正会員 ○下村 勝
 東海旅客鉄道株式会社 正会員 荒鹿 忠義
 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

R C 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、損傷の状況に応じて補修・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、これら実験により得られた成果のうち、テストピースを用いた要素実験の結果を報告する。

2. 実験の概要

実験は、コンクリートの加熱による力学性状の変化を詳細に把握するためにテストピースを用いた要素実験、および実際の火災を模した状況を再現して劣化状況や内部温度分布を把握するための R C 試験体実験を実施した。両実験のコンクリート配合は、対象構造物の建設当時の配合を参考とし、当時の建設事情を考慮して水セメント比を 49%と 64%とした。表-1 に示方配合および使用材料を示す。

要素実験は、加熱 3 条件（800、500、300）、加熱時間 1 時間、冷却方法 3 条件（水中、散水、気中）、設計基準強度 2 条件（20N/mm²、30N/mm²）とし、18 パターン合計 54 個のテストピースを用いて行なった。

測定は、加熱前後でのシュミットハンマーによる反発度、加熱冷却後については状況観察後に圧縮強度試験と中性化の調査を行った。

表-1 テストピース、RC試験体の示方配合および使用材料

設計強度 (N/mm ²)	W/C (%)	粗骨材の最 大寸法 (mm)	空気量 (%)	スラン プ (cm)	s/a (%)	単位量 (kg/m ³)				
						W	C	S	G	AE 剤 (kg)
30	49	20	5.0	12.5	41.0	151	308	756	1129	1.49
20	64					151	236	781	1128	1.00

使用材料：静岡県富士川水系産川砂利 静岡県富士川水系産川砂 普通ポルトランドセメント ポゾリス No.70

3. 要素実験の結果

コンクリート表面の変色状況からコンクリート表面の受熱温度を推定する方法は既に研究されており、表-2 に示す関係が知られている。今回の試験結果も、800 が白色～やや濃い灰色、500 で赤褐色、300 でほぼ変色せずとなっており、既往の結果とおおよそ一致している。

フェノールフタレイン法による中性化深さの測定結果は、いずれの加熱条件、冷却方法においても中性化の進行はほとんど確認できなかった。

テストハンマー、圧縮強度試験および静弾性係数の測定結果を表-3 に示す。圧縮強度、静弾性係数の低下状況は、加熱温度が高いほど大きく、静弾性係数は圧縮強度に比べて加熱後の低下度が大きい。これは既往の研究結果と一致している。しかしテストハンマー強度の低下度はこれらに比較して小さい結果となった。

テストハンマーの反発度比、テストハンマー強度と圧縮強度と静弾性係数の残存率を図-1～図-4 に示す。

表-2 テストピースの加熱後の外観

変色状況	温度範囲 ()
表面にすず等が付着している状態	300未満
ピンク色	300～600
灰白色	600～950
淡黄色	950～
熔融する	1200以上

キーワード 火災、加熱実験、シュミットハンマー、テストピース

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

図-2と図-3より、テストハンマー強度残存率と圧縮強度残存率の傾向は類似しているものの、前者の方が高い値を示している。これは、加熱前のテストハンマー強度が低いことが起因しており、測定面積が狭い（φ10cm）ために反発度が高いほど縁部の影響を受けたと考えられる。加熱冷却後の2者の強度そのものは概ね一致している。

表-3 テストハンマーおよび圧縮強度試験の結果

設計強度 (N/mm ²)	加熱温度 (℃)	冷却方法	テストハンマー強度			静弾性係数(平均) (kN/mm ²)		圧縮強度(平均) (N/mm ²)	
			加熱前(平均)	加熱後(平均)					
30	800	水中冷却	31.2	2.6	32.0	2.7	4.3	9.2	7.4
		散水冷却	34.6	2.1			2.6	7.2	
		気中冷却	30.1	3.6			3.0	5.7	
20	800	水中冷却	26.7	0.1	25.9	1.0	1.7	4.1	5.3
		散水冷却	24.4	0.0			1.4	4.4	
		気中冷却	26.4	2.8			4.0	7.1	
30	500	水中冷却	33.4	15.6	32.3	20.0	13.2	22.6	26.0
		散水冷却	31.1	19.4			12.8	24.5	
		気中冷却	32.4	25.1			22.9	31.0	
20	500	水中冷却	26.5	13.9	25.2	17.7	10.4	17.8	19.3
		散水冷却	25.5	16.7			11.1	18.6	
		気中冷却	23.5	22.4			18.0	21.6	
30	300	水中冷却	32.4	31.0	31.7	29.4	22.6	35.1	36.9
		散水冷却	31.5	27.1			23.3	35.3	
		気中冷却	31.1	30.2			26.2	40.5	
20	300	水中冷却	23.8	24.2	24.7	26.0	19.0	23.4	25.7
		散水冷却	23.0	25.1			19.4	22.7	
		気中冷却	27.2	28.7			22.5	30.9	
30	非加熱	-	30.8	-	-	-	37.2	51.0	-
20	非加熱	-	24.2	-	-	-	32.8	33.3	-

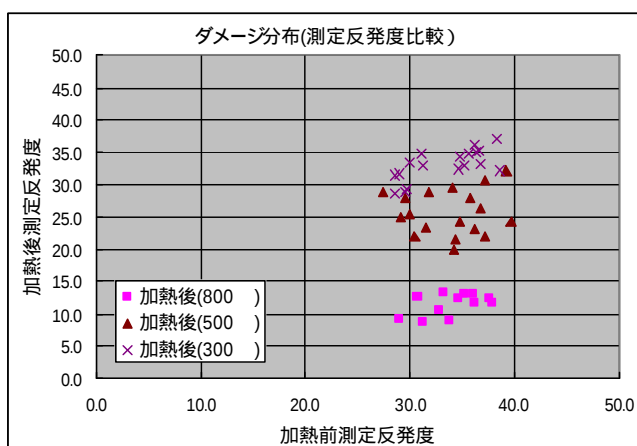


図-1 テストハンマー反発度比較分布

500 および 300 加熱においては、冷却方法の違いが圧縮強度と静弾性係数に与える影響が大きく、水中や散水冷却は、気中徐冷に比較して低下度大きい。例えば、500 加熱の場合には水中冷却の場合の強度低下が約 50%であるのに対し、気中徐冷による強度低下は約 35%であった。静弾性係数も同様の傾向であり、水中冷却で約 70%の低下、気中冷却で約 40%の低下であった。

4. まとめ

火災を受けたRC構造物の損傷程度を定量的に評価するためには、コンクリート表面のみならず内部の受熱温度を把握することが重要である。RC部材の内部方向の受熱温度分布を推定することができれば、本実験結果から、内部方向の圧縮強度と静弾性係数の残存値を推定することが可能と考えられ、部材としての耐力の低下度を評価することが可能になると考えられる。

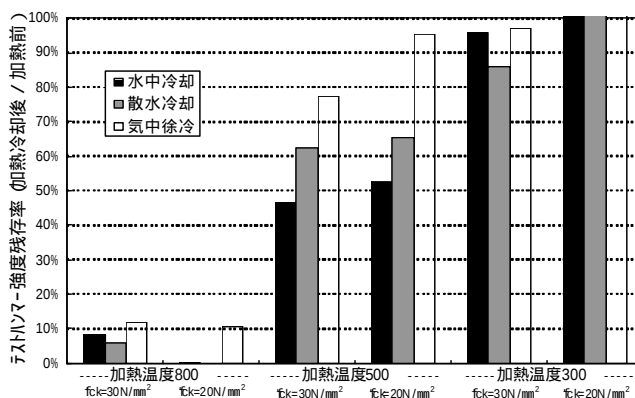


図-2 テストハンマー強度残存率

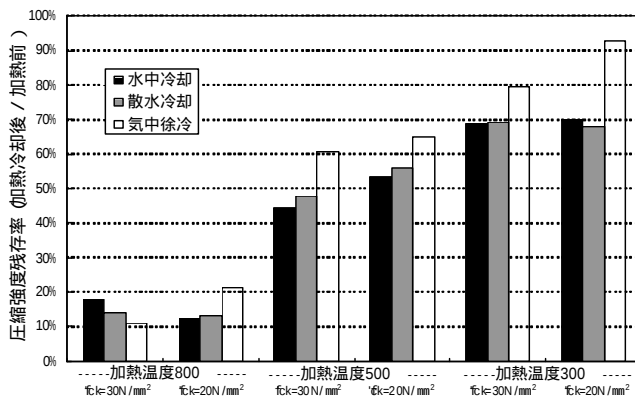


図-3 圧縮強度残存率

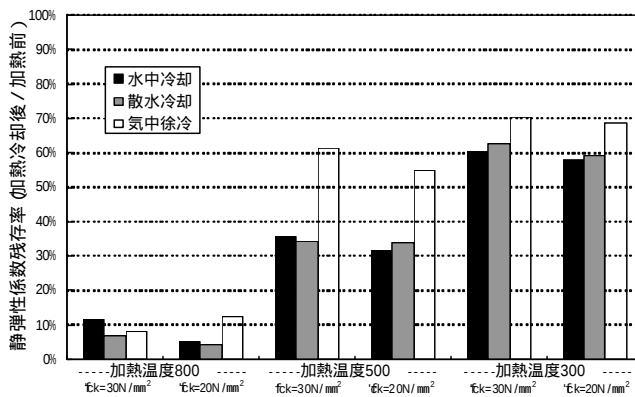


図-4 静弾性係数残存率