

高温加熱後に冷却を受けたコンクリートの損傷について

福島工業高等専門学校 学生会員○小野 秀之

正会員 山ノ内正司

1. はじめに

近年、多くの建造物が部材として鉄筋コンクリートを使用しており、木造建築物や鉄筋造りと比べ耐火性能が高いとされている。しかし、火災時に急激な加熱と放水による冷却を受けた圧縮強度低下など力学的性質の変化が起こる場合がある。これらの損傷を解析することは後の修復の規模を左右するので重要な検討課題である。

よって、本研究では高温加熱後に冷却を受けたコンクリートの損傷について、加熱温度、水セメント比、冷却方法をパラメータとし、実験的に明らかにすることを目的とした。

2. 実験概要

2.1 供試体

直径 100×高さ 200 mm の円柱供試体を用いる。水セメント比 W/C は 38%, 50%, 70% とし、各供試体の中心

に熱電対を埋め込む。これらの供試体を各パラメータごとに 3 本ずつ作成する。供試体の配合を表 1 に示す。

表 1 供試体配合

粗骨材の 最大寸法 (mm)	スランブ ンの範囲 (cm)	空気量の 範囲 (%)	水セメン ト比 W/C (%)	細骨材率 s/a (%)	単位量(kg/m ³)					
					水 W	セメント C	細骨材 S	粗骨材 G	AE減水剤 (l/m ³)	補助AE剤 (l/m ³)
20	12±2	6	38	42	167	439	681	985	1.1	26
20	12±2	6	50	44	167	334	758	994	0.84	20
20	12±2	6	70	48	167	239	864	964	0.6	14

2.2 加熱実験・冷却実験

供試体の加熱方法を図 1 に示す。加熱温度は 300℃, 400℃, 500℃ とし、加熱後に供試体を自然冷却（以下、空冷と表記）と急速冷却（以下、水冷と表記）の 2 つの方法により冷却する。また、冷却後に供試体表面のひび割れを目視により確認する。

2.3 圧縮試験

冷却試験後の圧縮時の損傷度を解析するために圧縮試験を行う。2 つのセンサーにより AE の発生頻度を測定し、損傷度の解析を行うと同時に 3 枚のひずみゲージによりひずみを測定し、応力ひずみ曲線を作成する。

3. 実験結果

3.1 応力ひずみ曲線

W/C38% 供試体の応力ひずみ曲線は図 2, 図 3 に示す。これらの図から加熱温度の上昇に伴い破壊時ひずみが大きくなり、同じ加熱温度でも空冷より水冷の方が破壊時ひずみが大きくなる傾向があると言える。また、応力ひずみ曲線の直線部から求めた弾性係数は図 4 に示す。この図より加熱温度が高くなるにつれ弾性係数が低下し、同じ加熱温度でも 300℃を除き空冷より水冷の方が値の低下が少なかった。

3.2 圧縮強度

W/C38% 供試体の圧縮強度は図 5 のようになった。無加熱供試体と加熱供試体を比べると加熱温度が上が

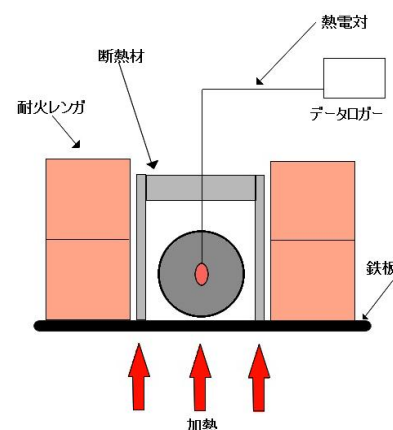


図 1 加熱実験装置

るにつれて圧縮強度が低下している。特に、500℃加熱においては空冷・水冷ともに無加熱供試体の50%以下の圧縮強度になった。

3.3 AE発生頻度

W/C38%の無加熱・300℃

水冷・500℃水冷供試体のAE発生頻度を図5・図6・図7に示す。無加熱の供試体は初期ひずみ発生時はほとんどAEが発生せず、破壊時ひずみ近づく一気にAEが発生した。それに対して、300℃水冷・500℃水冷の供試体は初期ひずみ発生時から破壊時最大ひずみまで常時AEが多数発生している。特に500℃水冷の供試体では、300℃水冷の供試体と比べて初期ひずみ発生時から常時多数のAEが発生していた。また、同じ加熱温度においてのW/C38%の供試体では空冷・水冷によるAE発生頻度の傾向の違いは見受けられなかった。なお、300℃水冷と500℃水冷の供試体のAEが破壊時ひずみに達する前に発生回数が減少しているのは、AE測定装置のローカルプロセッサの処理速度が限界に達していたことによるものである。

3.4 ひび割れ

W/C38%供試体の加熱・冷却後のひび割れを目視により確認した。加熱温度が高くなるにつれひび割れは増加した。また、同じ加熱温度において水冷の方が空冷より長いひび割れが出る傾向が現れた。

4. 考察

結果よりコンクリートに加熱・冷却を与えると、弾性係数・圧縮強度の低下、AEの頻繁な発生、ひずみの増大、ひび割れの発生といった影響が現れることが分かった。この原因として、加熱時に供試体内部の水が水蒸気に変化することで発生した空隙と温度変化による内部の微細なひび割れが载荷初期から破壊時まで常に破壊され続けたためだと考えられる。また、空冷より水冷の方が表面に長いひび割れが現れたのは、水冷の方が供試体との温度差が大きく、断続的かつ強制的に冷却することができたためであると考えられる。

5. 終わりに

今後は加熱・冷却による損傷の定量化やパラメータの細分化によって、より詳細なコンクリートの特性について明らかにしていきたい。

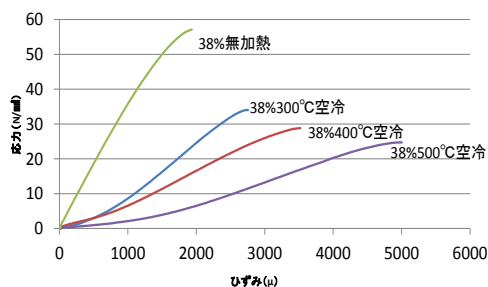


図2 応力ひずみ曲線(W/C38%空冷)

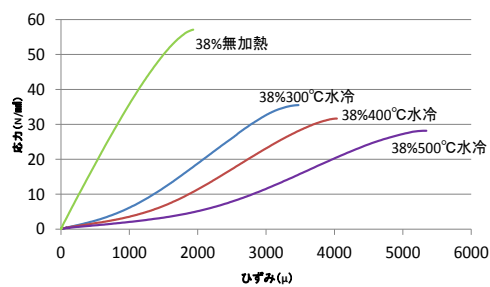


図3 応力ひずみ曲線(W/C38%水冷)

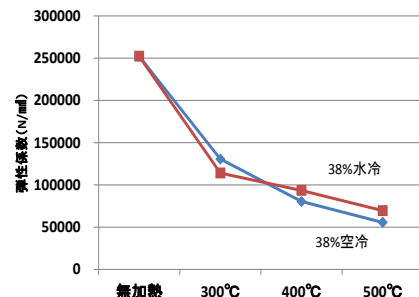


図4 弾性係数

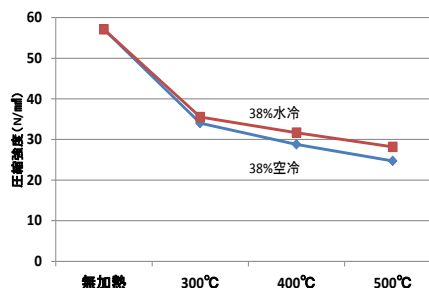


図5 圧縮強度

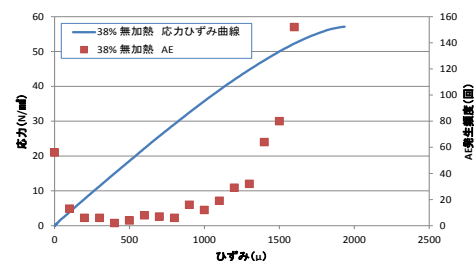


図6 AE発生頻度(W/C38%無加熱)

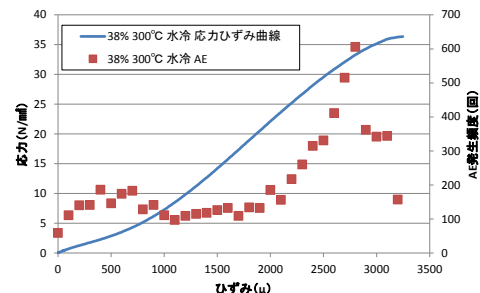


図7 AE発生頻度(W/C38%300℃水冷)

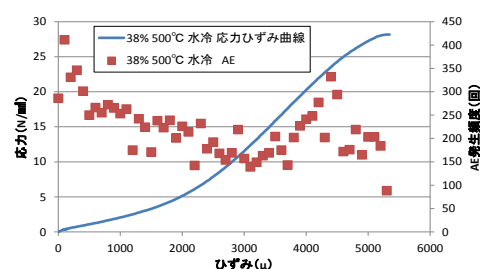


図8 AE発生頻度(W/C38%500℃水冷)