

A E 法による高温加熱を受けるコンクリートの損傷過程の評価

福島工業高等専門学校 非会員 水野潤樹
福島工業高等専門学校 正会員 山ノ内正司

1. はじめに

コンクリートが火災などによる高温加熱を受けた場合、表層部に網目状のひび割れが生じたり、表層部が爆発的に剥離する爆裂現象が発生する。これらの損傷は、後の部材補修の規模を左右するので、安全性、耐久性に関わる重要な検討課題である。一方コンクリートの損傷過程を調べるのに A E 法は有効な方法であるが、コンクリートの加熱実験に A E 法を適用した研究は少ないように思われる。

本研究では高温加熱中のコンクリートのひび割れの発生状況を A E 計測により把握することを試みた。

2. 実験供試体

供試体寸法は図 1 に示すように $160 \times 135 \times 40$ [mm] とし、最大骨材寸法 10mm、水セメント比 38%、50%、70% の早強ポルトランドセメントを用いたコンクリートを 3 体ずつ作製した。内部の温度を測定するため、供試体中心部に熱電対を一つ埋め込んだ。

2 週間の水中養生後、表 1 に示すように湿潤、表乾、気乾状態の 3 種類に分けて保管した。湿潤供試体は内部を湿らした袋の中に密閉させ、表乾供試体は同じように袋の中に入れ、実験日の前日に袋から取り出し一晩実験室に置いたものとした。気乾供試体は実験室に置いて自然乾燥させたものとした。

3. 実験方法

図 2 に示すような実験装置を用いて加熱実験を行った。熱源には 3 重型の大型ガスコンロを使用し、その上に鉄板を載せ、供試体と鉄板との間にはモルタルを置き供試体と鉄板が直接触れないようにした。これは、空間を空けることにより供試体全体を均一に加熱させることを図ったものである。供試体の周りを断熱材で囲み、さらに横には耐火レンガを置き保温性を高めた。炉内の温度は高温になるため A E の測定にはウェーブガイドを使用した。ウェーブガイドを用いることにより、直接接触と比べて、感度は $1/3 \sim 1/4$ に低下している。また、A E センサが高温になるのを防ぐため、A E センサ付近のウェーブガイドを冷風により冷却した。

なお本装置の加熱能力については、加熱速度は約 $250^{\circ}\text{C}/\text{hr}$ であり、最大加熱温度は図 3 に示すように供試体中心温度で約 450°C である。

4. 実験結果および考察

加熱実験を行った 7 体の供試体中 w/c38% 湿潤、w/c50% 表乾の 2 体が約 200°C で爆裂した。この 2 体は爆裂というよりも爆発に近い破壊をし、原型を留めない位に粉々の状態になった。残りの 5 体については約 450°C まで加熱し、終了後すべての供試体底面部にひび割れを観察することができた。図 3 は、w/c38% 湿潤と w/c70% 湿潤の供試体について、上段には温度、中段には A E 波形の継続時間、下段には A E 波形の最大振幅の経時変化を示したものである。

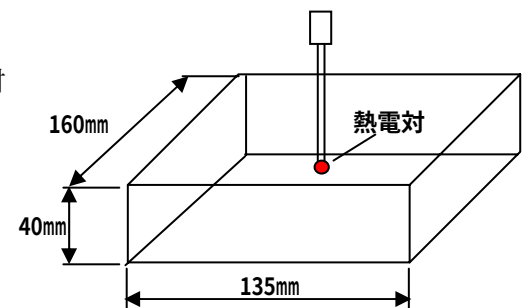


図 1 供試体

表 1 供試体の種類

コンクリートの種類	圧縮強度 (N/mm ²)	湿潤	表乾	気乾
w/c38%	54.26	1 体	1 体	1 体
w/c50%	43.78	1 体	1 体	1 体
w/c70%	28.77	1 体	1 体	1 体

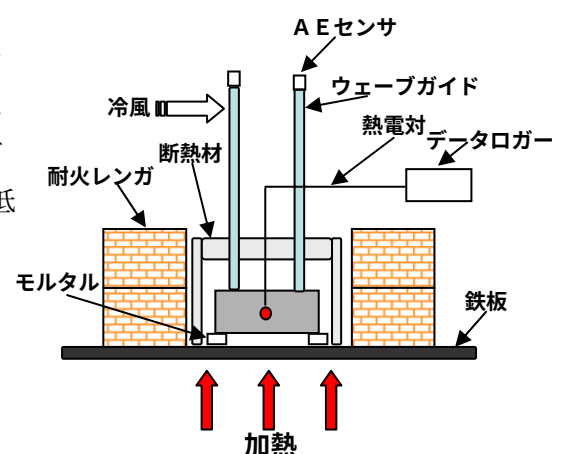


図 2 実験装置

(1) w/c38%湿潤

w/c38%湿潤供試体は、220℃で爆裂が発生した。

実験開始後 50℃位まで A E が発生しているが、継続時間が短いものが大半で、実験装置の熱膨張係数の違いによるわずかなズレにより発生した雑音と考えられる。その後、100℃付近でわずかな A E の発生が認められた。これは、コンクリート内部の水分の気化による蒸気圧によって発生した微細な損傷に対応したものと考えられる。その後爆裂が発生するまでの間、爆裂現象の前兆のようなものは確認できなかった。爆裂を起こしたもう一方の w/c50% 表乾でも同じような傾向を示していた。

w/c38%のような強度の高いコンクリートでは、蒸気圧に対する初期の抵抗能力が高く、100℃付近で発生した蒸気圧による損傷が小さいため、蒸気の外部への放出が少なく、蒸気圧が蓄積した結果 220℃が限界点となり爆裂現象を起こしたと推察される。w/c50%表乾供試体において爆裂発生温度が 190℃であったことは、強度の違いによるものと考ええると調和的である。

(2) w/c70%湿潤

w/c70%湿潤供試体に爆裂は発生しなかったが、供試体底面に網状のひび割れが多数発生していた。図 3 (B)において 100℃付近の多数の A E は蒸気圧による微細なひび割れの増加に対応し、結果として蒸気の外部への放出が進んだため、190℃付近から発生した損傷は小規模にとどまり、爆裂現象には至らなかったものと考えられる。

その後、試験終了まで無数の A E が連続的に発生した。それ以前の A E と異なり、継続時間と最大振幅が大きいものが確認された。これは、乾燥収縮

(熱収縮) ひび割れが、表面や内部に進行していく過程に対応した A E であると推察される。

5. まとめ

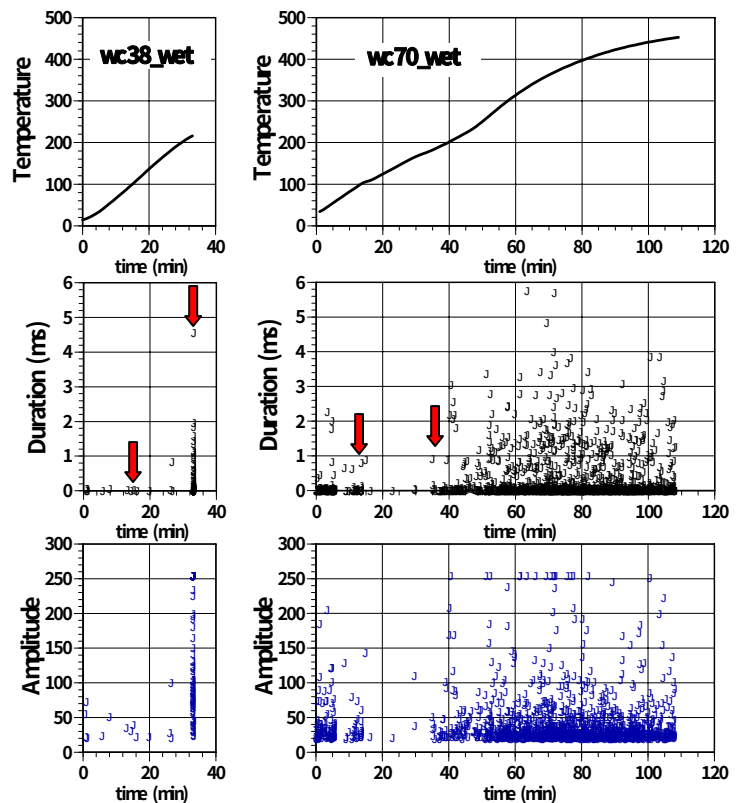
本研究により、高温加熱を受けるコンクリートの損傷過程について、以下のことが明らかになった。

- (1) 100℃付近の A E は、コンクリート内部の水分の気化による蒸気圧によって発生した微細な損傷に対応したものと推察される。その A E の規模は中程度以下であり、水セメント比が大きい程、活性度が高い。
- (2) 200℃付近は、コンクリート内部に蓄積された蒸気圧による爆裂現象の限界点と考えられ、それ以前の損傷度が小さいコンクリートでは、爆裂現象が引き起こされる。
- (3) 200℃以後の A E は、乾燥収縮(熱収縮) ひび割れが、表面や内部に進行していく過程に対応したものであると推察される。

今後、実験装置に改良を加えると共に、蒸気圧の測定を通して強度や含水量の違いが高温加熱を受けるコンクリートの損傷に与える影響を検討していきたい。

参考文献

- 1) 松戸正士、西田浩和、大塚貴弘、平島岳夫、安部武雄：高温加熱時における高強度コンクリートの力学的特性について、日本建築学会構造系論文集、第73巻、第624号、pp341—347、2008年2月



(A) w/c38%湿潤

(B) w/c70%湿潤

図3 温度、継続時間、最大振幅の経時変化



図4 w/c70%湿潤 ひび割れ状況

(表面の剥離は型枠脱型時に欠落したもの)