

加熱により生じた微小ひび割れの閉塞過程の観察

東京都市大学 学生会員 ○染谷 勇貴

正会員 栗原 哲彦

1. はじめに

コンクリートの自己治癒能力に着目した新たな技術が注目されている。本研究では加熱後のコンクリートの強度回復の事実から加熱により生じた微小ひび割れの閉塞に着目し、CCD カメラを用いた画像診断からその閉塞状況を観察した。

2. 供試体および加熱実験概要

(1) 実験Ⅰ（円柱供試体に生じた微小ひび割れ）

水セメント比 30、55%のコンクリートにより円柱供試体（φ100×200mm）を2体作製した。コンクリートの示方配合を表-1に示す。

打設後14日間の水中養生を行い、その後、乾燥炉（設定温度 90℃）にて1週間の乾燥を行った。乾燥後、ガスバーナーで加熱（約 800℃）を行い、補修に対するひび割れ幅の判定基準¹⁾を参考に、約 0.05～0.6mm のひび割れを生じさせた。加熱はひび割れ幅作製基準が概ね目視により観測できた時点で終了とした。このときの加熱時間は 5～30 分であった。加熱試験状況の模式図を図-1に示す。供試体は炎が直接中心に当たる、ガスバーナーより上 7.5cm（耐火レンガの高さ）の位置に設置した。ひび割れ作製後は養生水槽で水中養生を行い閉塞の定期的に経過観測した。加熱後の水中養生は、養生水に溶出するカルシウム分の付着の影響を避けるため、養生温度 20±5℃に保ち、定期的に養生水の入れ替えを行った。

(2) 実験Ⅱ（角柱供試体に生じた微小ひび割れ）

よりひび割れ閉塞を困難にさせ、実験Ⅰと比較するため、供試体形状・乾燥期間・加熱時間を変化させた実験を行った。ここでは角柱供試体1体（水セメント比 30%、100×100×400mm）を使用した。

打設後14日間の水中養生を行い、その後、1日間の自然乾燥を行った。乾燥後、先と同様の加熱実験を行い、微小ひび割れを生じさせた。なお、加熱時間は約6時間とした。

表-1 示方配合

W/C (%)	単位量(kg/m ³)						
	W	C	S	G	Ad ₁	Ad ₂	Ad ₃
30	155	517	777	914	—	—	5.43
55	174	316	811	974	0.790	0.032	—

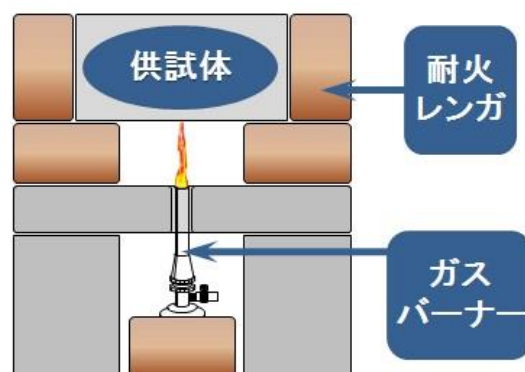
Ad₁ : AE 減水剤 Ad₂ : AE 助剤Ad₃ : 高性能 AE 減水剤

図-1 加熱試験の模式図

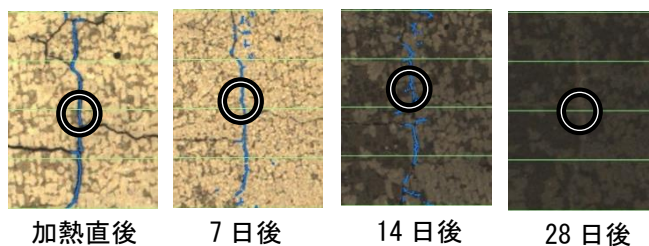


写真-1 実験Ⅱ 30%円柱 B—No. 3

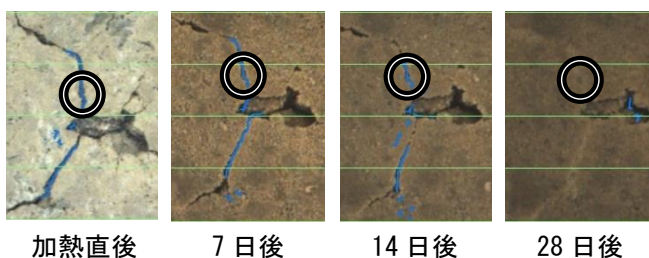


写真-2 実験Ⅰ 55%円柱 B—No. 1

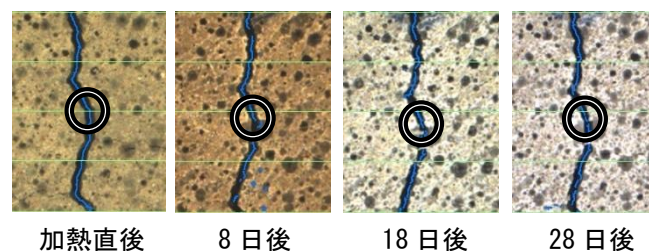


写真-3 実験Ⅱ 30%円柱 A—No. 1

キーワード：加熱、自己治癒、ひび割れ閉塞

連絡先：〒158-8557 東京都世田谷区玉堤 1-28-1 東京都市大学 工学部 都市工学科 栗原研究室 E-mail nkuri@tcu.ac.jp

3. ひび割れ観測実験概要

2 体の円柱供試体に生じたひび割れのうち、約 0.05～0.6mm 相当のひび割れを 4 本選択し、ひび割れ閉塞過程を観察した。また、角柱供試体では比較的幅の広いひび割れを 1 本選択してひび割れ閉塞過程を観察した。

CCD カメラ画像から読み込んだひび割れ幅からノイズを除去し平均した平均ひび割れ幅と任意に指定した定点（写真中の◎の箇所）におけるひび割れ幅（最大ひび割れ幅ではない）の定点ひび割れ幅とを計測した。

4. 結果および考察

各実験で対象としたひび割れの閉塞状況の一例を写真-1～3 に示す。両実験より得られたひび割れ幅の計測結果を図-2～4 に示す。

実験 I では、表面部分を乾燥路にて乾燥させたため、爆裂は生じず、想定したひび割れが生じる時間も 5～30 分と比較的短かった。図-2 から加熱により生じたひび割れ幅の平均は 0.1～0.16mm であった。いずれのひび割れにおいても、ひび割れ閉塞の勾配（閉塞速度）に大きな差異はなく、水中養生 28 日を経ればこれらのひび割れは閉塞することが分かる。定点ひび割れについても、加熱直後の各ひび割れ幅にバラツキはあるが、平均ひび割れ幅と同じく、閉塞した。定点ひび割れ幅では、水中養生 28 日を経ることで最大 0.41mm のひび割れ幅が閉塞した。

実験 II においても、加熱による爆裂は生じなかった。また、図-4 に示すようにひび割れは閉塞しなかった。これはたとえ実験 I と同程度のひび割れ幅であったとしても加熱時間が約 6 時間と長かったためコンクリート内部の損傷が実験 I に比べ大きく、これが閉塞に影響を与えたと考えられる。

自己治癒のメカニズムにセメントの未水和反応部分がひび割れからの水分の供給によって反応し充填するといったことが考えられる。しかし、実験 II では加熱時間が長いと内部損傷が激しく、閉塞に至るには未水和部分の反応量が少なかったと推測される。しかし、今回は単純にひび割れ閉塞の有無を実験から確認したのみであり、内部温度の調査や加熱部分の成分変化の分析は行っていないため、実験 I と II で閉塞に差異が生じた理由は明確には分からなかった。この点は今後の課題と考える。

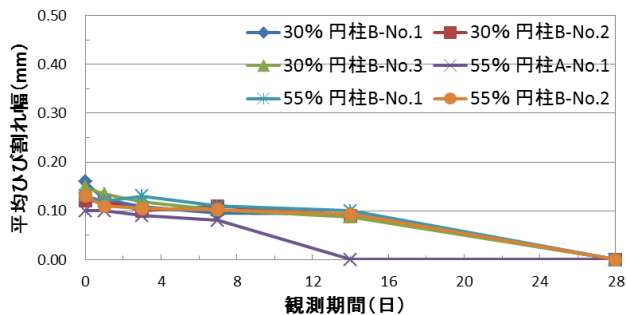


図-2 実験 I 平均ひび割れ幅

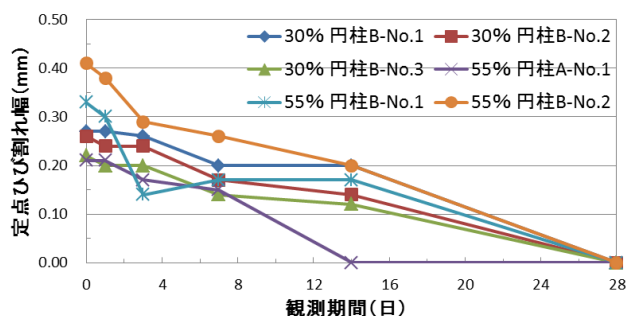


図-3 実験 I 定点ひび割れ幅

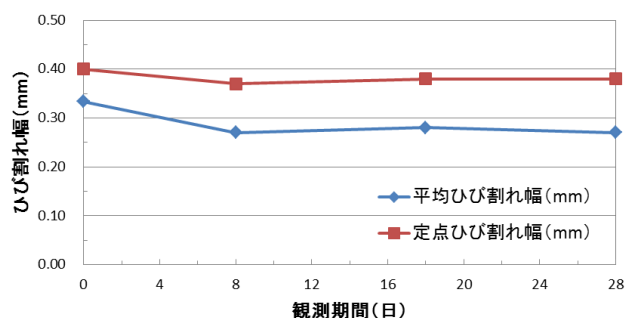


図-4 実験 II 30%円柱 A-No. 1

5. まとめ

以上、加熱により生じたひび割れを対象に、その後の水中養生によりひび割れ閉塞の有無を実験により確認した。その結果、以下のことが明らかとなった。

- (1) 円柱供試体を対象に比較的短時間でひび割れを生じさせた場合、0.4mm 程度のひび割れであっても 28 日間の水中養生を経ることでひび割れ閉塞に至ることが分かった。
- (2) 一方、長時間の加熱により生じたひび割れでは同じく 28 日間の水中養生を経たとしてもひび割れは閉塞しなかった。

参考文献

- 1) 日本コンクリート工学会：コンクリートのひび割れ調査、補修・補強指針，2009