

高温加熱後のコンクリートの塩分浸透深さと透水量の変化

東京都市大学 学生会員 ○染谷 勇貴
東京都市大学 正会員 栗原 哲彦

1. はじめに

コンクリートは加熱を受け、細孔構造や化学組成が変化し強度が低下するとされている¹⁾²⁾。しかし、加熱温度が 500℃以下であれば加熱後から約 1 年で加熱前の 9 割程度まで回復することが既往の研究³⁾で明らかになっている。強度回復の詳しいメカニズムについては未だ解明されていないのが現状であることから、本研究では細孔構造の変化により変動する外部物質浸透性という概念を用いて回復のメカニズムを検討することを目的とした。なお、この研究は植田の卒論⁴⁾からデータを加え、考察を行ったものである。

2. 実験概要

図 1 に本実験の流れを示す。加熱後の養生方法として、気中養生と水中養生を行い、養生期間を気中養生では 2～8 週間（2 週間間隔）および 12, 16, 24 週間、水中養生では 2, 4, 8, 28 週間として、実験を行った。

2.1 外部物質浸透性

本研究では、外部物質浸透性の中でも塩分浸透性と透水性に着目して実験を行った。これらの試験に関しては気中養生のみの試験とした。加熱後に設定した養生が終了した後に塩分浸透試験と透水試験を実施し、加熱前後の比較を行った。

2.2 供試体

表 1 に示した示方配合に基づき、普通強度コンクリートを作製した。供試体は圧縮試験用の円柱供試体（φ100×200mm）を基本とし、塩分浸透試験用（φ100×50mm）及び透水試験用（φ100×100mm）の供試体は各試験に合わせて円柱供試体を湿式コンクリートカッターで切断・成型した。

2.3 加熱試験

高温電気炉を使用して、加熱試験を行った。加熱は養生終了後、供試体表面を自然乾燥させてから行った。加熱温度は加熱後の回復が見込める最高温度とされている 500℃とした。加熱曲線は図 2 に示す通りであり、昇温勾配 30℃/min で 500℃まで昇温した後 2 時間温度を維持した。また冷却方法は自然冷却とした。

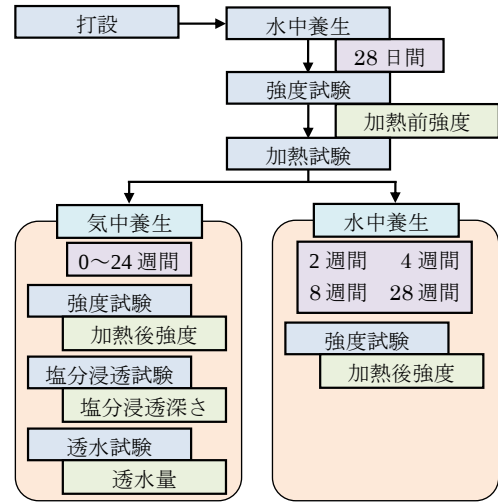


図 1 実験の流れ

表 1 示方配合

W/C (%)	単位量(kg/m ³)					
	W	C	S	G	Ad ₁	Ad ₂
55	176	321	847	945	0.800	0.032

C: 早強ポルトランドセメント

Ad₁: AE減水剤, Ad₂: 補助AE剤

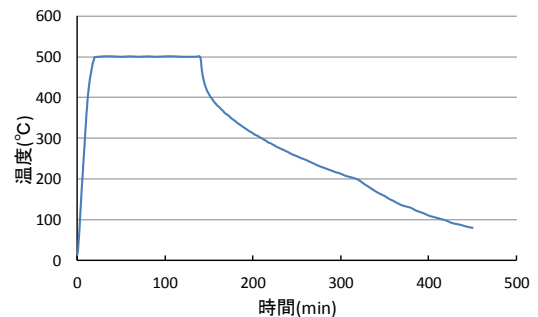


図 2 加熱曲線

2.4 圧縮強度試験

JIS A 1108 に基づいて圧縮強度試験を行い、加熱前後の圧縮強度とヤング係数を算出した。また以下の式にて残存率を算出した。

$$\text{残存率} = \frac{\text{加熱後}}{\text{加熱前}} \quad (1)$$

2.5 塩分浸透試験

電気泳動セルを使用し試験を行った。NaOH 水溶液（0.3mol/l）との NaCl 水溶液（0.5mol/l）の間に供試体を設置し、直流定電圧を用いた電気泳動方法によって、供試体内へ塩化物イオンを浸透させた。試験後の供試体を割裂し、断面に硝酸銀水溶液を吹き付け、塩分浸透深さを測定した。

キーワード：高温加熱，強度回復，外部物質浸透性

連絡先 〒158-8557 東京都世田谷区玉堤 1-28-1 東京都市大学 都市工学科 栗原研究室 Tel 03-3703-3111

2. 6 透水試験

円柱供試体断面を上にし、エアーコンプレッサーを用いて断面上部からは圧力（0.3MPa）を作用させた水を供試体内に浸透させ、側面からは圧力（0.4MPa）を作用させ試験体側方から水が通過しないようにした。試験前後の重量を測定し、その差を透水量とした。

3. 試験結果

3. 1 圧縮強度

圧縮強度試験の結果を圧縮強度とヤング係数の残存率を図 3 及び図 4 に示す。養生方法を比較すると、水中養生は気中養生に比べて高い残存率を示した。これは水中養生することによりコンクリート中の未水和セメント分の水和反応が促進されたために強度が回復した⁵⁾ものと考えられる。

3. 2 塩分浸透深さ

塩分浸透深さの測定結果を図 5 に示す。4～8 週間にかけて浸透性は減少傾向を示した。浸透性が減少傾向を示した理由としては、養生により未水和セメント分の水和反応が促進され、塩分浸透性に与える程度の微細なひび割れが一部閉塞したためと考えられる。

3. 3 透水量

透水量算出結果を図 6 に示す。加熱後の透水量は 12～24 週間にかけて減少傾向を示した。塩分浸透性と比較して減少傾向を示すまでに 8 週間の差が生じた理由としては、塩分浸透性と透水性に影響を及ぼす細孔構造の大きさが異なることが挙げられる。

4. まとめ

圧縮強度とヤング係数は水中養生の方が圧縮強度残存率は約 0.8 となり気中養生に比べて、回復傾向がより顕著に確認できた。これ以降での養生では、気中・水中養生ともに残存率は緩やかに上昇していくと考えられる。塩分浸透試験と透水試験の結果から、圧縮強度が加熱後ある程度期間を経て回復傾向を示すことで、劣化した内部構造の中でも塩分浸透性に影響を及ぼす微細な空隙が閉塞し、さらに 16 週間程度期間が経過することで透水性に影響を及ぼす程度の粗大な空隙も閉塞すると考えられる。本実験では、気中養生に対する浸透性は減少傾向を示したが、水中養生の場合はさらにその傾向が促進されるものと考えられる。

参考文献

- 1) 一瀬賢一ほか：高温加熱を受けた高強度コンクリートの力学的性質に関する研究，コンクリート工学年次論文報

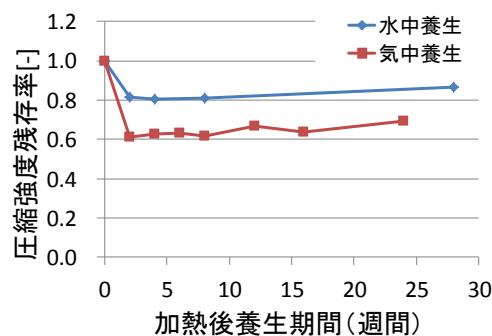


図 3 圧縮強度残存率

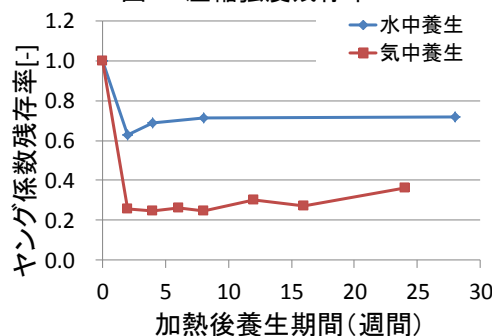


図 4 ヤング係数残存率

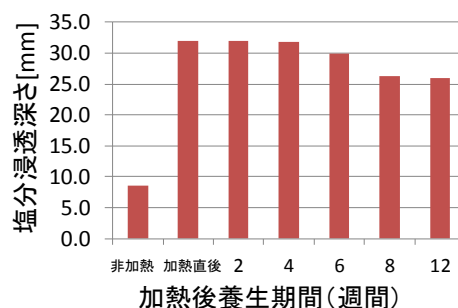


図 5 塩分浸透深さ

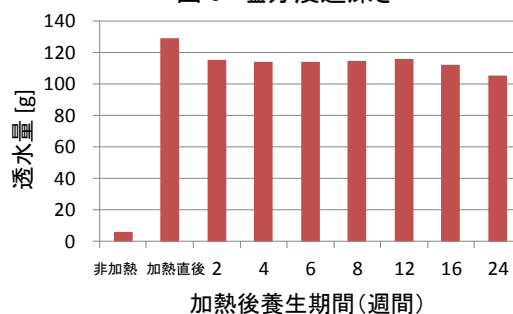


図 6 透水量

告書，Vol.19，No.1，1997

- 2) 細谷多慶ほか：コンクリート中の微細ひび割れが塩分浸透性に及ぼす影響，コンクリート工学年次論文集，Vol.26，No.1，pp.1011-1016，2004
- 3) コンクリート構造物の火災安全性研究委員会報告書，日本コンクリート工学協会，p.94，2002.6
- 4) 植田晃太：加熱前後のコンクリートの外部物質浸透性に関する研究，2009 年度卒業論文
- 5) Henry，M ほか：Influence of re-curing condition on damage and recovery of high-strength mortar exposed to fire，コンクリート工学年次論文集，Vol.30，No.1，pp.435-440，2008