

高温環境下に曝されたモルタルの耐火性状

武蔵工業大学 学生員 ○藤本 雄, 羽原和也, 長谷川啓示

武蔵工業大学 正会員 栗原哲彦

1. はじめに

高強度コンクリートの部材が火災のように急激な加熱を受ける場合、コンクリートの表層部が剥離または脱落して断面欠損が生ずる場合がある。このような断面欠損を爆裂と呼び、その程度によっては、柱や梁などの構造部材の荷重支持性能、防火区画を構成する壁や床などの区画部材の遮熱性能が著しく低下する恐れがある¹⁾。このため高温加熱を受けたコンクリートの力学的性質の把握は、構造物の安全性を検討する上で極めて重要と考える。そこで、本研究はこの力学的性質を把握することを目的とし、高い温度上昇履歴を与える前後のコンクリートの強度特性の変化について実験的に検討した。

2. 実験概要

2. 1 供試体

表-1 に示す配合のモルタルにより、円柱供試体(φ50×100mm)を作製した。後述する6つの実験ケースごとに3体の供試体を作製した。供試体は打設後、温度20℃の水中で14日間養生とした。

2. 2 加熱方法および高温暴露後の強度試験

加熱は電気炉(炉内寸法：幅200×高さ200×奥行250mm)を使用し、加熱温度および加熱速度を変化させた。

表-2 に実験ケースを示す。加熱温度を500～1200℃とし、加熱温度に至るまでの時間を30～288分までと変化させた。図-1 に各実験ケースを図化したものを示す。高温暴露後、さらに14日間の気中に放置し、その後、圧縮試験を行った。

3. 実験結果

3. 1 爆裂の発生状況

一例として加熱温度500℃の時の温度-時間曲線を図-2 に示す。W/C=20%では、c-1, 2いずれにおいても激しい爆裂を生じた。そのため、c-3以降の実験ケースは行わなかった。爆裂時の炉内温度はいずれのケースも460℃程度であった。爆裂直後の炉内の様子と電気炉から取り出した爆裂後の供試体を写真-1 に示す。3本とも供試体の上部が激しく爆裂していた。c-1 および c-2 いずれにおいて激しく爆裂したことより、加熱速度の爆裂に与える影響はなく、内部余剰水の気化による圧力増加がモルタル強度を超えた場合に爆裂するものと考えられる。

他の供試体(W/C=30, 60%)では、爆裂は生じなかった。これまでにも指摘されているように、普通強度では、爆裂は生じないことが本実験からも明らかとなった。内部余剰水の気化による内圧がモルタル組織の空隙の存在により緩和させるためと考えられるが、本実験では、組織の空隙状況を確認していない。写真-2 に特徴的な変化のあったc-5及びc-6の加熱後の供試体を示す。写真からも分かるように、c-6は完全にモルタルが溶融している。

表-1 モルタルの示方配合

W/(C+SF) (%)	単位量(kg/m ³)						
	W	C	SF	S	Ad1	Ad2	Ad3
20	162	804	147	1156	33.3	-	-
30	275	919	-	999	6.77	-	0.06
60	282	471	-	1356	-	1.17	0.05

Ad1:高性能AE減水剤, Ad2:AE減水剤, Ad3:AE助剤

表-2 実験ケース

各ケース	c-1	c-2	c-3	c-4	c-5	c-6
°C	500	500	800	800	1200	1200
min	30	120	48	192	72	288

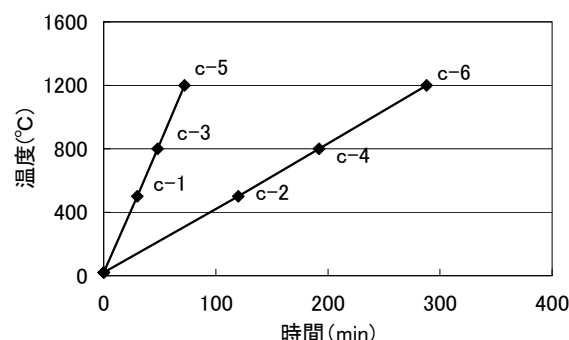


図-1 各ケースにおける温度-時間曲線

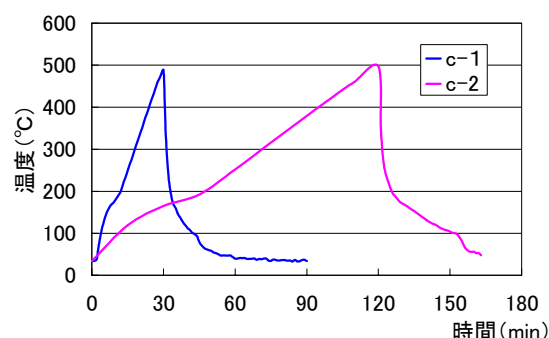


図-2 温度-時間曲線(c-1, c-2)

キーワード 高温加熱 モルタル 爆裂 圧縮強度

連絡先 〒158-8557 東京都世田谷区玉堤 1-28-1 武蔵工業大学 工学部 都市基盤工学科 TEL 03-3703-3111(内 3242)



写真-1 爆裂直後の炉内と爆裂した供試体

表-3 圧縮強度

W/C(%)	圧縮強度(N/mm ²)						
	非加熱	c-1	c-2	c-3	c-4	c-5	c-6
30	78.0	84.5	81.2	47.3	27.0	7.75	15.8
60	26.4	39.7	34.1	22.5	11.7	2.21	2.68

3. 2 圧縮強度

高温暴露前と後の圧縮強度を表-3 にまとめる。なお、表中の数値は3体の結果の平均値である。また、W/C ごとの圧縮強度を図-3 に、実験ケースごとの圧縮強度と水セメント比の関係を図-4 に示す。図-3 より、いずれも c-1 で圧縮強度が非加熱の圧縮強度を上回る結果となった。これは、30 分で 500℃ と比較的短時間で加熱をしたため、供試体中の未水和分が活性化されたため²⁾と考えられる。c-2 以降は、c-1 より長時間高温で加熱されることになるため、未水和分の活性より熱による劣化の方が大きくなり、強度低下したものと考えられる。c-5 および c-6 では、1200℃ とコンクリートが溶融する温度であり、ほとんど圧縮強度は残存していない状態である。図-4 より、長時間高温加熱されるに伴い、水セメント比の違いによる強度差が小さくなっている。これは、供試体内部まで完全に加熱より劣化が進行したためと考えられる。

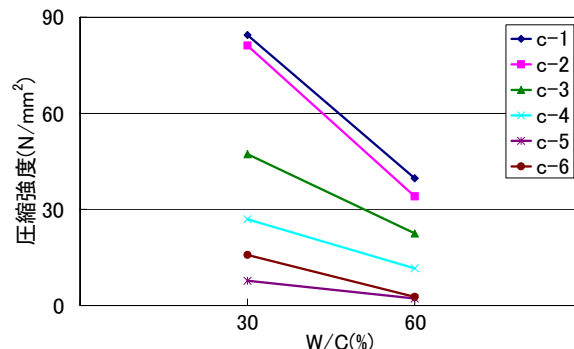
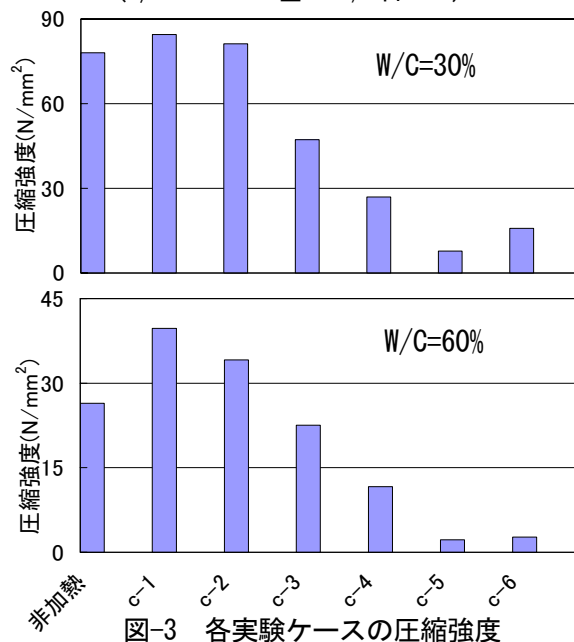
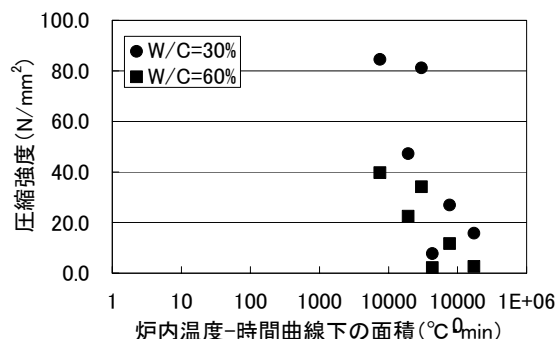
図-5 に圧縮強度と炉内温度-時間曲線下の面積との関係を示す。横軸に図-1 の温度-時間曲線下の面積を対数表示しており、縦軸は各実験ケースの圧縮強度をとっている。曲線下の面積の増加にともない強度は低下している。

4. まとめ

以上より、高温環境下に曝されたモルタルの強度特性について実験的に検討した結果、W/C=20%では、加熱方法に関係なく、モルタルは激しく爆裂した。その他は、長時間高温加熱されるに伴い、大きな強度低下を引き起こした。また、圧縮強度と炉内の温度-時間曲線下の面積には相関関係が見られた。

参考文献

- 1) 太田達見, 橋田 浩, 西田 朗, 森田 武: 耐爆裂性能を有する高強度コンクリートに関する研究 (その 1, 合成繊維の熱的性質と粗骨材の耐火度に関する検討), 日本建築学会学術講演梗概集, pp.939-940, 2000 年 9 月
- 2) 廣畑光生, 河辺伸二, 岡島達雄, 賀屋善行: 高温加熱後の高強度コンクリートの力学的性質, コンクリート工学年次論文報告集, Vol.19, No.1, pp.625-630, 1997

写真-2 加熱後の供試体
(W/C=30% : 左 c-5, 右 c-6)図-4 実験ケースごとの
圧縮強度と水セメント比の関係図-5 圧縮強度と炉内温度-時間曲線下の
面積との関係