

火害を受けたモルタルの耐久性に及ぼす再養生条件の影響

芝浦工業大学 学生会員 ○鈴木 将充
 東京大学大学院 学生会員 Michael Henry
 東京大学生産技術研究所 正会員 加藤 佳孝
 芝浦工業大学 正会員 勝木 太

1. はじめに

既往の研究では、火害を受けたコンクリートを水中で再養生することにより、細孔構造が火害を受ける前の状態に戻り、強度も回復すると報告されている。この性質を積極的に補修に活用することができれば、労力および材料の浪費を大幅に軽減することができ、低コストかつ低環境負荷型の対策法が実現できると考えられる。そこで、本研究は火災により中程度の被害を生じたコンクリート構造物(爆裂を生じない程度の被害)を対象として、再養生の条件が透気性および中性化に与える影響に関して実験的に検討した^{1), 2)}。

2. 実験概要

2.1 実験要因

配合条件は、W/C=0.5, S/C=2.3 (以下, NSC), W/C=0.3, S/C=1.8 (以下, HSC) の2種類のモルタルで、50φ×100mm シリンダーに打設した。1日後に脱枠し、水中養生を14日間行い、その後、気中養生(20°C, 60% RH)を14日間行った。本研究における火災とは、事前実験結果に基づいて550°Cで2時間加熱と設定した。また、再養生条件は、気中、水中、気中-水中の3種類とした。

2.2 試験方法

(1) 圧縮強度試験

表-1に再養生条件・測定時期・使用供試体を示す。

(2) 透気試験

表-1に再養生条件・測定時期・使用供試体を示す。再養生終了後、供試体を炉乾燥(40°C)にて脱水し、透気セルに圧縮空気を注入し、試験体内部を透過した空気流量が定常となったことを確認した上で、水中置換法により透気量を測定し、式(1)より透気係数を求めた。

$$K = \frac{2 P_2 h r}{P_1^2 - P_2^2} \cdot \frac{Q}{A} \quad (1)$$

K: 透気係数(cm/sec), P₁: 載荷圧力(N/mm²), P₂: 大気圧(N/mm²), h: 供試体の厚さ(cm), Q: 透気量(cm³/sec),

キーワード: 火害, 再養生, 耐久性, 透気性, 中性化

連絡先: 〒135-8548 東京都江東区豊洲3-7-5 芝浦工業大学 TEL03-5859-8401

表-1 再養生条件・測定時期・使用供試体

再養生	測定時期	使用供試体
水中(W)	火害前, 火害1時間後, 3日後, 28日後	NSC, HSC
気中(A)		
気中-水中(A-W)		

表-2 設定条件と詳細

条件名	詳細
火災前	火害を受けていない状態
火災後	火害を受けた状態
水中養生	火害を受けていない状態で再養生(W)と同じ28日間水中養生
再養生(W)	火害後, 28日間水中で再養生
再養生(A-W)	火害後, 1時間気中養生した後, 28日間水中で再養生

A: 透気面積(cm²), r: 気体の単位体積重量: (N/mm³)

(3) 中性化促進試験

表-2に設定した条件を示す。中性化促進条件は、温度20±2°C, 60±5%RH, CO₂濃度5±0.2%と設定し、促進期間0週・1週・4週・8週において中性化深さを測定した。

3. 実験結果

図-1に実線でNSC, 図-2に実線でHSCの再養生条件における残存圧縮強度割合を示す。NSC, HSCともに同じ傾向を示し、水中再養生では火害から1時間後に大幅に強度が低下するが、その後、再養生材齢の経過とともに回復した。気中-水中再養生では、水中養生に移行してからは順調に回復し続ける挙動を示した。

図-1に破線でNSC, 図-2に破線でHSCの再養生条件における透気係数比を示す。なお、透気性の低下とは、透気係数の増加(透気係数比の増加)を意味する。NSCは、水中再養生、気中-水中再養生ともに火害から1時間後、透気性は低下し、再養生材齢の経過とともに僅かながら透気性が低下していく挙動を示した。HSCは、水中再養生、気中-水中再養生ともに火害から1時間後に透気性は低下するが、その後、再養生材齢の経

過とともに透気性は回復した。

圧縮強度と透気性を比較すると、NSCは、火害から1時間後は両者とも大幅に低下するが、それ以降、圧縮強度は回復する挙動を示すものの、透気性は低下する挙動を示した。HSCは、火害から1時間後はNSCと同様に両者とも大幅に低下するが、それ以降は回復している。これらから、再養生による圧縮強度および透気性の回復傾向は必ずしも同じではない可能性があることが分かった。この原因として、様々な要因が推察されるが、本研究では解明するには至らず、今後の検討課題である。

図-3にNSCの平均中性化深さの経時変化を示す。火災前と火災後を比較すると、火災前の中性化速度は比較的遅いが、火災後の中性化速度は格段に速くなっている。また、火災後に水中再養生および気中-水中再養生を施すことにより、水中養生ほど中性化抵抗性は高くないが、再養生しない場合と比較して、格段に中性化抵抗性を向上させることができる。HSCは、火害後のみ中性化がゆっくりと進行し、ほかの条件下ではほとんど中性化が進行しないという結果が得られた。

透気係数と中性化の進行を比較すると、ほぼ同様な傾向を示していることが分かる。透気性の回復が見られなかった気中再養生は、NSC、HSCともに中性化の進行が他の条件と比べて極めて速く(図中火災後)、透気性が回復するHSCの再養生(W)、再養生(A-W)は、ほとんど中性化が進行していない。これらのことから、火害を受けて再養生したモルタルの中性化進行は、基本的には気体の移動に支配されており、中性化の反応を支配する水酸化カルシウムの状況等の化学的な影響は、顕著に受けていないと推察されるが、化学的な検討に関しては今後の課題とする。

4. まとめ

- 1) 再養生後の圧縮強度および透気性は同様な傾向を示さない場合がある。この原因として、試験サンプルの違い、細孔構造の変化、計測できなかった各種要因等が推察されるが、解明するまでには至らず今後の課題である。
- 2) 透気性と中性化は強い相関関係にあり、水中再養生を施すことにより透気性および中性化に対する抵抗性が回復することが分かった。このことから、火害後の劣化の中で透気性および中性化に対して、水中再養生を施すことにより耐久性は回復すると考えられた。

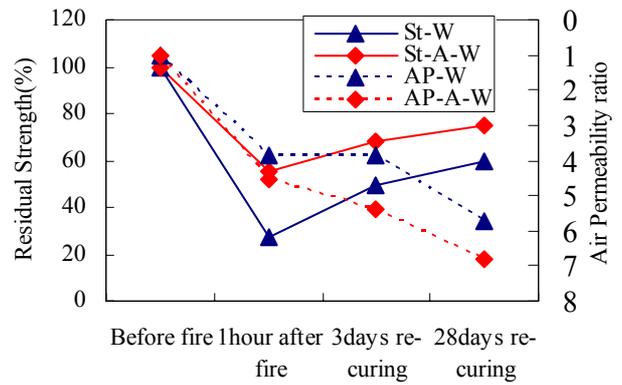


図-1 圧縮強度と透気性の比較 (NSC)

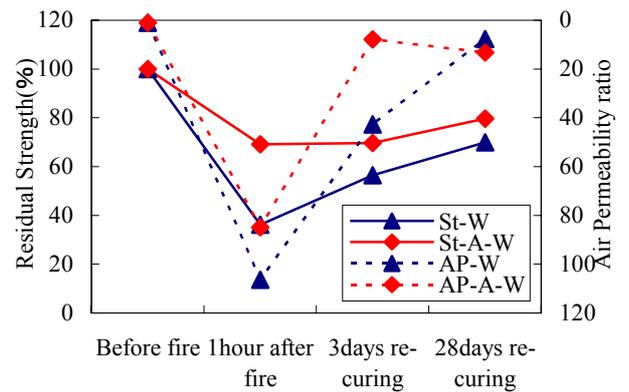


図-2 圧縮強度と透気性の比較 (HSC)

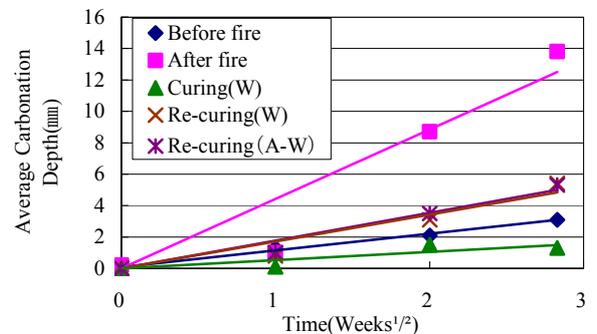


図-3 平均中性化深さの経時変化 (NSC)

本研究は、物理的観点から検討しているが、得られる結果は結果論でしかなく、その過程を知るには化学的観点から検討する必要がある。今後は、再養生による化学的な性状変化を検討したいと考えている。

参考文献

- 1) 土木学会：コンクリート構造物の耐久技術研究小委員会報告ならびにシンポジウム論文集，土木学会，2004.10.
- 2) 社団法人 日本コンクリート工学協会：コンクリート構造物の火災安全性研究委員会報告書，社団法人日本コンクリート工学協会，2002.6.