

模擬トンネルを用いたコンクリートの耐火性能評価 -高温加熱が及ぼすコンクリートの劣化性状-

学生氏名 沼 康徳
指導教員 栗原 哲彦

1.はじめに

火災時におけるコンクリート構造物は、コンクリートが急激な温度上昇を受けることにより、ひび割れ・剥離・剥落・爆裂が生じ、中性化が進行することが報告されている¹⁾。ひび割れ・剥離・剥落・爆裂は直接コンクリート部材の耐力低下につながり、中性化は、内部鉄筋を腐食膨張させることによりコンクリート部材の耐力低下につながる²⁾。よって、本研究ではコンクリート部材の耐力低下につながる高温加熱に伴うこれらの劣化性状について検討する。

2.実験概要

CON-30, CON-40, CON-50, SFRC-50 の供試体を用いて以下の試験を行う(供試体の詳細は、岡田の概要を参照)。

2.1 ひび割れ測定方法

耐火試験(詳細は岡田の概要を参照)終了直後の供試体下面のひび割れを目視により観察した。また、ひび割れ幅が大きいものはクラックスケールを用いることでそのひび割れ幅を計測した。ただし、供試体下面を観察しているため、火皿の位置が上下逆となっている。つまり火皿は図の上側に位置する。

2.2 中性化深さ測定方法

中性化は火災時だけではなく、火災によって発生したひび割れから鎮火後も中性化が進行すると考えられる。よって、中性化深さの測定は耐火試験後28日間気中に放置した供試体をトンネル長手方向60mm間隔に切断した(図1参照)60×60×200mmのものを使用し、切断面(60×200mm)にフェノールフタレイン溶液を吹きかけ呈色反応を観察スケッチした。

3.実験結果及び考察

3.1 ひび割れの検討

図2に各供試体のひび割れスケッチを示す。全供試体ともにひび割れはトンネル風下出口から400mm地点を中心に発生していた。また、そのひび割れ伸展方向に規則性はみられなかった。この位置は本実験システムを用いた場合、トンネル風下出口から400mm地点が最も受熱温度が高いため、熱膨張が大きくなったことでひび割れが発生したと考えられる。

側面に至るひび割れは火皿側側面において発生していた。これは内部温度(供試体下面から0mm)が火皿側では250~300℃、奥側では200~250℃となり、

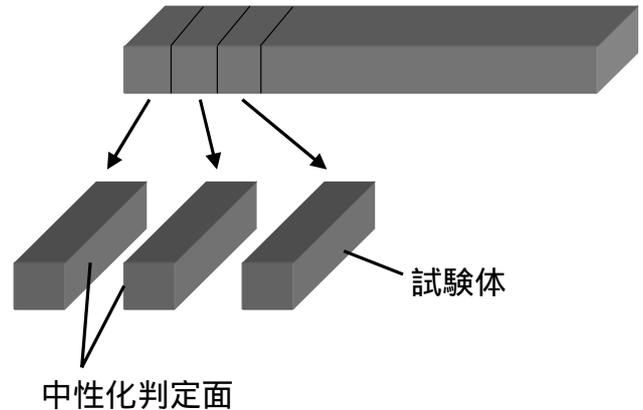


図1 中性化判断箇所

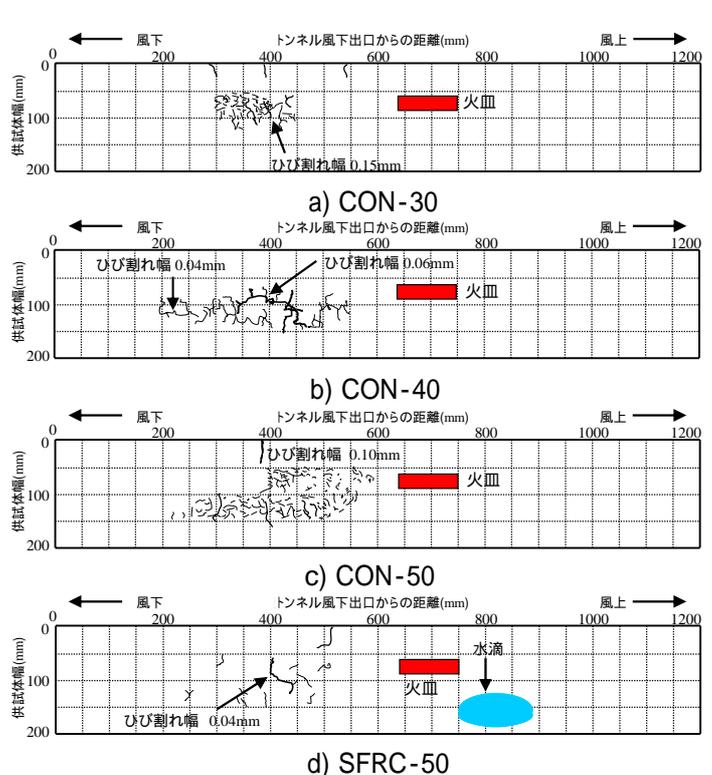


図2 各供試体のひび割れスケッチ

火皿側と奥側で温度差が生じたために、熱膨張にも差が生じたことが原因であると推測される。

SFRC-50はCONシリーズと比較するとひび割れ本数が少ないが、供試体の熱膨張の結果(詳細は佐野の概要を参照)より、供試体下面の膨張が大きいことが分かった。SFRC-50の供試体下面で大きな膨張がみられたがひび割れが少なかった原因としては、加熱によって膨張した鋼繊維が、自然冷却により収縮したためにひび割れが小さくなり、目に見えるひび割れが減少したためと考えられる。

SFRC-50ではトンネル風下出口から750~900mmの供試体下面において水滴が発生していた。この水滴が発生した明確な原因についてはわからなかった。しかし、トンネル内の温度が700程度と高温であるのに対して、ファンにより送風される外気は常温であるためにトンネル内の空気が冷やされたこと、受熱温度(供試体下面から0mm)が100を超えたトンネル風下出口から0~600mmでは自由水が気化したことが原因となり、水滴が発生したのではないかと推測される。

3.2 中性化の検討

中性化とは、コンクリート中のpHが低下しアルカリ性が失われる現象をいう²⁾。各供試体の距離と中性化深さの関係を図3に示す。この図より中性化は供試体の風下出口から100~500mmにおいて発生していることが確認できる。この位置は受熱温度(供試体下面から0mm)が高い範囲であることから、ひび割れ同様、中性化についても熱による影響が大きいと考えられる。また、この図からは水セメント比による違いは確認されなかった。

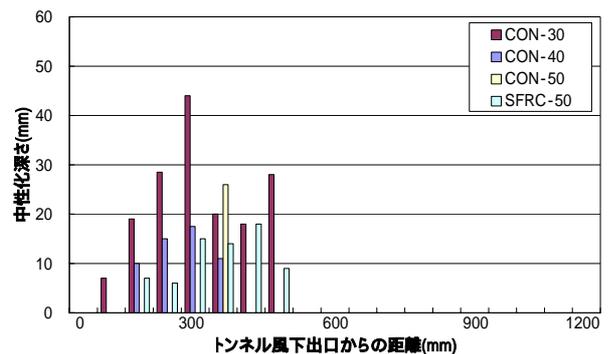


図3 各供試体の中性化深さ

図4は供試体のトンネル風下出口から420mmの位置における試験体の中性化のスケッチである。CON-30以外では中性化の大きさに違いが見られなかった。CON-30で広範囲にわたる中性化がみられたのは、急激な熱膨張が発生したために、供試体下面に幅の広いひび割れが発生し、二酸化炭素がコンクリート内部に進入したために中性化が促進されたと考えられる。

4.まとめ

高温加熱が及ぼすコンクリートの劣化性状であるひび割れや中性化を把握することを目的としてコンクリートの耐火試験を行い、以下の知見が得られた。

・コンクリートは、急激な温度上昇を受けると熱膨張によりひび割れが発生する。また、供試体側面のひび割れは、コンクリート内の温度差によって発生したと推測される。

・SFRC-50では、ひび割れはCONシリーズと比較すると少なくなっていた。これは加熱によりSFRC-50でもひび割れは発生したと推測されるが、トンネル内の温度が冷却されたことにより鋼繊維が収縮しひび割れが小さくなり、目に見えるひび割れが減少したと考えられる。

・ひび割れ、中性化ともに受熱温度が高い位置で発生していたことから、熱による影響が大きいと考えられる。

・CON-30では広範囲にわたる中性化がみられたが、CON-40、CON-50、SFRC-50では同程度であるため、水セメント比、鋼繊維の有無による中性化深さの違いは確認できなかった。

【参考文献】

- 1) 土木学会: コンクリート構造物の耐火技術研究小委員会報告ならびにシンポジウム論文集, p.6, 2004
- 2) 大野義輝: 鉄筋腐食に及ぼすコンクリートのひび割れと中性化の影響, コンクリート工学年次論文集, pp.187-192, 2000
- 3) 西川 兼康: 伝熱学, pp.7, 1982, 2

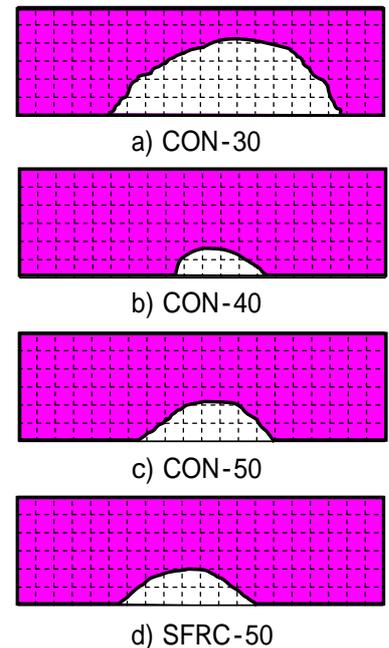


図4 中性化スケッチ(420mm地点)