

# 群馬大学大学院理工学府

## コンクリート工学研究室 小澤研究室

URL: [http://civil.ees.st.gunma-u.ac.jp/~ozawa\\_conc/](http://civil.ees.st.gunma-u.ac.jp/~ozawa_conc/)

### ■研究テーマ

- コンクリートの耐火性
- コンクリート構造物の維持管理

### ■キーワード

コンクリート、火害、爆裂、繊維、温度応力、FEM、ひび割れ制御、維持管理

### ■産業界の相談に対応できる技術分野

コンクリートのひび割れ、耐火性、耐久性、リサイクル、維持管理

### ■主な設備

マッフル炉3台、2000kN引張試験機、恒温室、2軸強制練リミキサージクロス60L

連絡先 環境創生部門 小澤満津雄 TEL/FAX: 0277-30-1613 e-mail: ozawa@gunma-u.ac.jp



小澤満津雄 准教授

### 研究概要

◆

本研究室では主に、火害を受けたコンクリートの性能評価を行っています。火災時におけるコンクリートの安全性を確保する上で、コンクリートの耐火対策は必要不可欠です。コンクリートは従来、耐火材料と考えられてきましたが、強度が高くなると爆裂現象(図-1)が生じることが明らかとなっています。爆裂とは、高温加熱を受けるとコンクリート表層部が爆裂的に剥離する現象のことです。爆裂現象により、鉄筋コンクリート部材のかぶり厚が減少し、内部の鉄筋が直接加熱されると、構造物として崩壊の危険性があります。

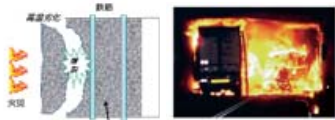


図-1 コンクリートの爆裂現象

### ・火災時のコンクリートの対爆裂性評価手法の提案

爆裂のメカニズムとしては、熱応力説や水蒸気圧説があります(図-2)が、未だに確たる結論が得られていないのが現状です。水蒸気圧説については、コンクリート内部の水蒸気圧計測を実施し爆裂との関係を検討している例があり、2~3.7MPaの範囲であるという報告があります。一方、水蒸気圧が上昇しても爆裂が生じない場合もあり、熱応力との複

合作用を検討する必要があります。これに対して本研究室では、熱応力説に着目して鋼製拘束リングにコンクリートを充填した供試体の一面加熱を実施し、拘束応力を計測する方法を提案しました(図-3)。この方法は拘束リングのひずみから拘束応力を算出し、同時にコンクリート内部の水蒸気圧も計測し、爆裂への影響を検討するものです。検討の結果、熱応力の上昇が爆裂に寄与していることを確認しています。更には、爆裂メカニズムとして、熱応力説を考慮した引張ひずみ破壊モデルを提案し、爆裂進行深さをある程度の精度で評価できることを明らかにしています。

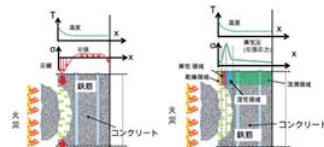


図-2 熱応力説と水蒸気圧説

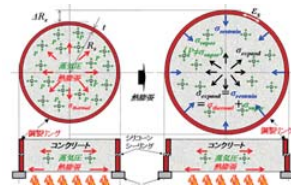


図-3 リング拘束試験の概要

### ・火災時の超高強度繊維補強コンクリートの爆裂抑制方法

超高強度繊維補強コンクリート(Ultra-High Strength Fiber Reinforced Concrete: UFC)は、圧縮強度が150MPa以上であり、鋼繊維もしくは合成繊維を用いることで耐久性に優れた高い力学性能を有します。しかし、UFCは火災時に爆裂を生じやすい欠点があります。UFCの爆裂対策としてはポリプロピレン(PP)繊維を混入する方法がありますが、十分な効果が得られない場合もあります。これに対して本研究室では、天然のジュート(Jute)繊維(図-4)を適用し、爆裂抑制効果があることを明らかにしています(図-5)。

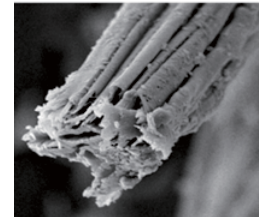


図-4 Jute繊維

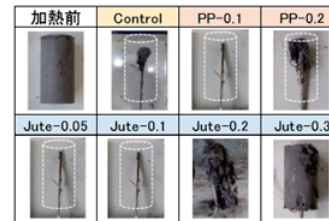


図-5 爆裂抑制効果(Tmax800°C、Jute、PP繊維)

### ・火害を受けたコンクリートの耐久性評価

火災を受けたコンクリート構造物は、加熱表面が損傷し、耐久性上問題となります。火害を受けるとコンクリート内部の水和生成物は熱分解し、ひび割れが生じることがあります。上記の劣化現象により、物質侵入抵抗性や見かけ密度の低下に繋がります。物質侵入抵抗性が低下すると、コンクリート表面から酸素や二酸化炭素が侵入しコンクリートの中性化が進行します。加えて、塩化物イオンの侵入によりコンクリート内部の鉄筋を腐食させる危険性があります。その結果、鉄筋コンクリート構造物の耐久性は低下し、部材としての力学性能も低下する可能性があります。そのため、火害を受けたコンクリートの物質侵入抵抗性の評価は非常に重要です。本研究室では、火害を受けた高強度コン

クリートの物質侵入抵抗性の評価方法について検討を進めています。すなわち、加熱したコンクリート供試体の塩水浸せき試験を実施し、供試体を割裂後に硝酸銀溶液を噴霧し、析出する塩化銀より塩分浸透状況を検討しました。その結果、加熱温度が高くなると、塩分浸透深さは大きくなり、耐久性が低下することがわかりました(図-6)。加熱後の補修方法として表面浸材の効果を検討しています。

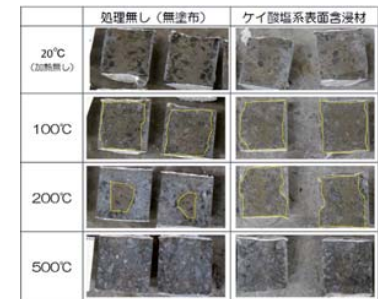


図-6 加熱後の塩水浸透試験(白い部分が塩分が浸透、物質侵入抵抗性が低下した領域)

### 特徴と強み

火災に強いコンクリートの開発を目指して!

◆◆

東日本大震災の際、地震後に火災が生じ、社会インフラが大きな損害を受けたことは記憶に新しいところです。本研究室では、火災時と火災後のコンクリートの性能評価を実施し、成果を上げています。この成果をもとに、火災時には構造物が崩壊せず、火災後も引き続き、共用が可能なコンクリート構造物の実現を目指しています。

### 今後の展開

リング拘束試験によるコンクリートの爆裂評価方法の標準化(ISO化)を目指して!

◆◆◆

本研究室で提案しているリング拘束試験による爆裂評価法は、現在、コンクリート工学会の委員会の方で議論がなされ、学会の提案方法、更にはISO化を目指しています。そのほか下記の問題に取り組む予定です。

- ・爆裂メカニズムの解明
  - ・爆裂抑制繊維の開発
  - ・火害後の補修材の開発
- また、火災以外にも、コンクリート構造物の維持管理と産業副産物のリサイクルの検討を進めていく予定です。