

## 高温加熱によるコンクリートの爆裂メカニズムに関する研究

岐阜大学大学院 ○王若平

岐阜大学工学部 坂昇 小澤満津雄 森本博昭

### 1 はじめに

コンクリートが火災などによる高温加熱を受けた場合、表層部が爆発的に剥離する、いわゆる爆裂現象が発生する。爆裂程度の大小は、後の部材補修の規模を左右するので、耐火性、安全性にかかわる重要な検討課題である。本研究では、コンクリートに発生する爆裂現象のメカニズムを解明する目的で、コンクリートの耐火実験を実施する。加熱中のコンクリート内部の蒸気圧、温度、ひび割れの発生を計測して、蒸気圧、温度、ひび割れと爆裂の関係を明らかにして、高温加熱による爆裂のメカニズムを解明の手がかりを得る。

### 2 実験計画

一般的にコンクリートの強度と湿度が爆裂に対して大きな影響があることが知られている。本研究では高強度と普通コンクリートの供試体について、湿潤、気乾のそれぞれに状態において爆裂実験を行い、供試体の湿度、加熱中の温度及び蒸気圧の計測を行う。

### 3 実験概要

#### 3.1 実験供試体

供試体は図-1に示すように寸法400×400×100のスラブとし、表-1のように、高強度コンクリートと普通コンクリートそれぞれについて湿潤と気乾の2種類、計8体を作製した。打設後、供試体を35日間湿布養生し、その後、湿潤供試体は湿布養生し続け、一方、気乾供試体は環境実験室(温度20℃、湿度70%)に置いて乾燥させた。コンクリートの示方配合を表-2に示す。

表-1 供試体の種類

コンクリート種類	湿潤	気乾
普通	2体	2体
高強度	2体	2体

表-2 示方配合

コンクリート種類	W/C	S/A	単位量 (kg/m <sup>3</sup> )				
			W	C	S	G	Ad
普通	57	44.2	180	316	851	926	3.16
高強度	30	44.1	132	440	840	1060	22

Ad ポゾリス No.70 25%溶液

Ad レオビルド SP 8 SX3

図-1に示すように、供試体に蒸気圧計測用の鋼管5本を加熱面から10mmの位置に水平に設置した、鋼管にはオイルを充填した、さらに図中に示すように2本の蒸気圧計測用パイプ先端に熱電対を設置し、加熱中の温度を計測した。

コンクリート内部の湿度は爆裂に大きく影響する可能性があることから、湿度を把握するため、コンクリート内部に湿度センサを埋め込んだ。図-2のよう

に、加熱面から1cmの間に4つ、5cmのところに1つ湿度センサを設置し、供試体の湿度を計測した。図-3に32日間乾燥させた後の供試体の湿度分布を示す。

#### 3.2 爆裂実験

図-4に実験装置の概略を示す。図に示すように供試体の底面を電気ヒーターにより加熱した。加熱速度

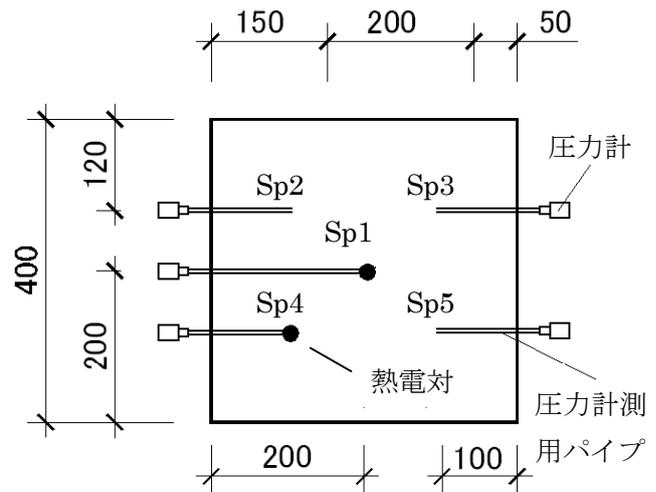


図-1 供試体

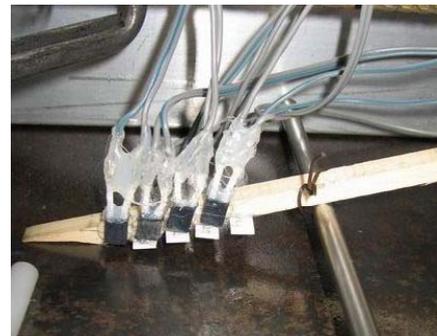


図-2 湿度センサ

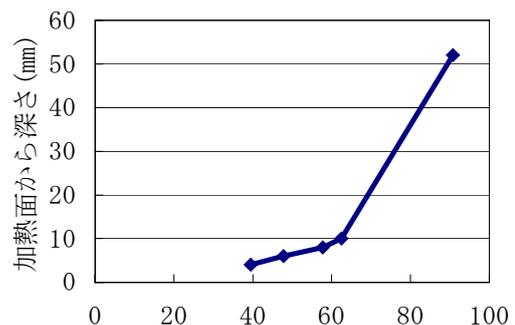


図-3 湿度分布 (%)

は 1200°C/hour とした。爆裂実験に先たち蒸気圧計測パイプ中のオイルの影響について、校正実験を行った。その結果、図-5のように、オイルの圧力は温度の影響を受け、約 250°Cで 0.1MPa の圧力上昇が認められた。この結果に基づいて、圧力計測値の補正を行った。

3.3 実験の結果

高強度コンクリート供試体は全て爆裂した。図-6に湿潤供試体の温度、そして図-7に各計測点(図-1参照)の蒸気圧を示す。各図から、加熱開始後 32 分、供試体温度が 100°Cを超えてから、蒸気圧が急激に増加し、ひび割れ発生に伴う音も大きくなった。40 分を経過した頃から、爆裂が断続的に発生し始め、供試体の側面にもひび割れが発生し、水、蒸気がそこから噴出した。45~50 分に比較的大きな爆裂が続き蒸気圧が急速に低下した。湿潤供試体の最大蒸気圧は 3.25MPa、乾燥供試体は 3.23MPa であった。

普通コンクリート供試体は 4 体のうちの 1 体だけ爆裂した、ほかの 3 体は爆裂しなかった。しかし、爆裂しなかった供試体の加熱表面に大量微細なひび割れが発生した。湿潤供試体の最大蒸気圧は 3.1MPa、乾燥供試体は 3.23MPa であった。

図-8に高強度湿潤供試体の温度と蒸気圧の関係を示す。図より、温度が 100°Cを超えたあたりから、蒸気圧が急激に上昇傾向を示す。蒸気圧が一時的に停滞、低下するのは爆裂あるいはひび割れにより蒸気圧が解放されるためである。また供試体中の温度は蒸気圧減少とほぼ同時に下がる傾向が認められた。これはひび割れの発生による水分が噴出したためと考えられる。

4 まとめ

本研究では、高強度コンクリートと普通コンクリートを対象とし、含水状態の異なる湿潤・気乾の 2 種類の供試体について耐火試験を実施した。実験により爆裂発生前後で蒸気圧の急増と減少、供試体内部温度の変化と蒸気圧関係、表面ひび割れの進展及び爆裂の発生を明らかにした。実験結果を総合すると、加熱面近傍では、温度応力の大きな圧縮応力場にあるが、局部的な蒸気圧上昇が生じてその部分が爆発的に剥離、進展していくことが爆裂のメカニズムであると考えられる。

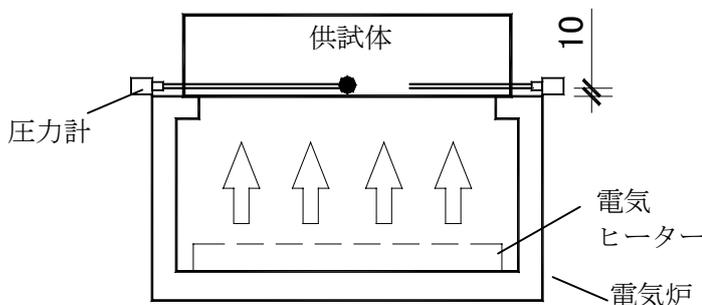


図-4 実験装置

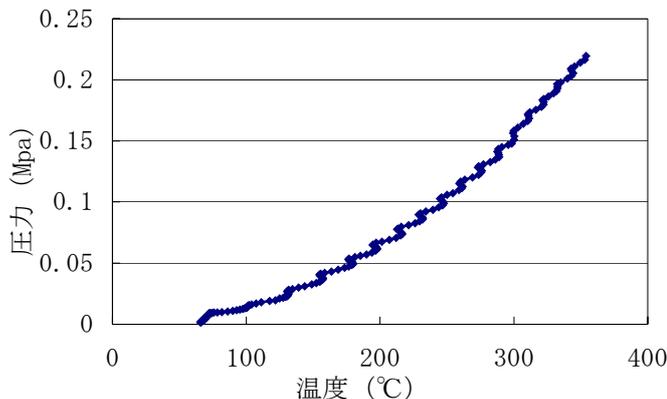


図-5 オイル校正曲線

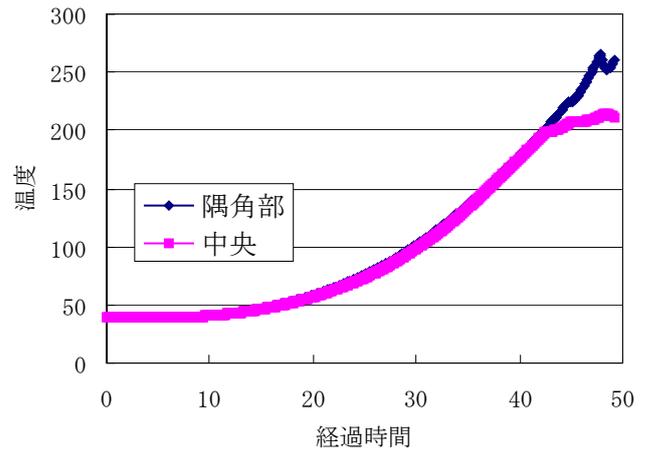


図-6 温度経時変化

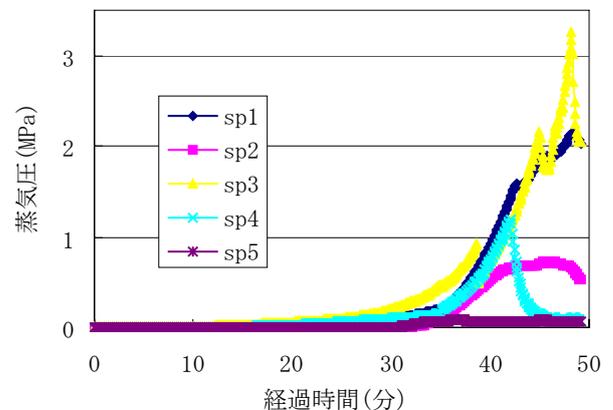


図-7 蒸気圧経時変化

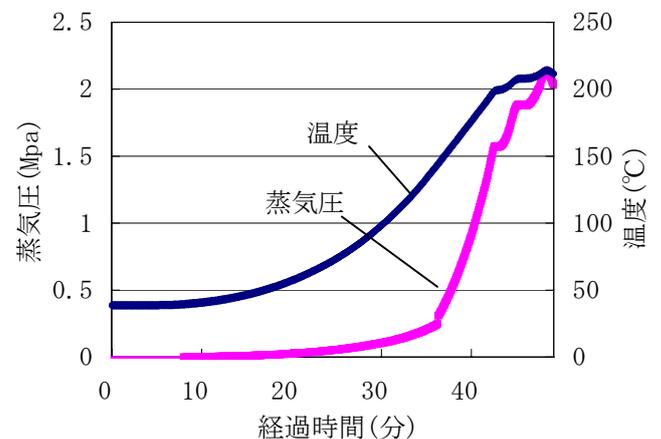


図-8 温度と蒸気圧の関係