

## 4) 材料研究グループ

### 4) - 1 コンクリートの強度特性に及ぼす温度環境の影響

【持続可能】

#### Effects of temperature condition on the strength properties of concrete

(研究開発期間 平成 28~29 年度)

材料研究グループ 松沢晃一  
Dept. of Building Materials and Components MATSUZAWA Koichi

Concrete structures are subjected to various deterioration factors during their working life. One such deterioration factor is heat. As to heating less than 100°C, it has reported that properties of concrete can be changeable. This paper reports on the strength properties of concrete subjected to environments less than 100°C

#### 【研究開発の目的及び経過】

鉄筋コンクリート造建築物等において耐久性能や構造性能が低下する要因として、部材内部の鉄筋の腐食、コンクリート強度の低下等がある。鉄筋の腐食は主に中性化や塩害に起因するものであり、これまでも継続的に検討がなされている。また、品確法では中性化による鉄筋の腐食が劣化対策の評価対象となっている。

一方、コンクリート強度が低下する主な要因として、凍結融解作用による内部組織の崩壊や、温度の影響による主要組織の変化が挙げられる。凍結融解作用に関しては基準法や品確法において評価対象となっている。また、温度の影響に関しては、以前より火災温度環境下（主に 100°C 以上）での検討が多くなされてきた。しかし、既往の研究により、暑中期に外壁や屋根スラブ等が受ける 60~80°C 程度の温度環境下でも強度低下が起こることが示され、発電所施設では供用時の温度制限値が 65°C に設定されている等、法令等に影響を及ぼす可能性もあるため、今後、80°C 程度までの温度環境下におけるコンクリート強度の変化に関する知見を整理する必要がある。

本研究では、今までは一般的な建築物では考慮されていなかった、100°C 未満の温度環境下におけるコンクリートの強度特性について検討を行った。

#### 【研究開発の内容】

既往の研究における 100°C 未満加熱における検討は、加熱時の温度については管理されているものの、湿度まで管理された状態での試験はほとんど行われていない。既往の研究では、研究によって 50~80°C における強度特性が異なり、その特性が加熱期間によっても異なっている<sup>1),2)</sup>。そこには、温度とともに湿度が影響し、その結果、試験結果も異なる場合があるものと考えられた。

そこで、セメントに普通ポルトランドセメントを用いたコンクリートについて、(1) 湿度一定環境下におけるコンクリートの強度特性に及ぼす加熱温度の影響に関する検討を行った。なお、湿度は 60% R.H. 一定とし、加熱時に水分の逸散を許容したもの（シール無し）、水分の逸散を許容しないようにアルミテープでシールしたもの（シール有り）の 2 条件とした（写真 1）。

また、コンクリートを構成する材料のうち、強度特性に与える影響が最も大きいものがセメントである。そこで、使用材料の影響に関する検討として、(2) 異なるセメントを用いたコンクリートの強度特性に及ぼす加熱温度の影響に関する検討を行った。

そして、実構造物におけるコンクリート強度測定には、コンクリートコアを採取する必要があるが、コア採取は通常、湿式で行われるために採取時に含水状態が変化する。そのため、ASTM C 42 や JIS A 1107 では含水状態を揃えるために、コア採取後に 40~48 時間の浸漬を行うことを推奨している。しかし、加熱の影響を受けた構造物からコアを採取して強度を測定する際、乾燥状態と湿潤状態で、どの程度の強度差があるのかの議論はなされていない。そこで、(3) 加熱後のコンクリートの強度特性に及ぼす含水状態の影響に関する検討を行った。



写真 1 コンクリート供試体の加熱状況

【研究開発の結果】

(1) 湿度一定環境下におけるコンクリートの強度特性に及ぼす加熱温度の影響

図 1 に湿度一定環境下における強度特性を示す。圧縮強度は、シール有りは 50~65°C で大きく低下し、シール無しは温度上昇とともに低下した。また、シール無しは加熱時間が長くなると強度低下が大きくなった。ヤング係数は、加熱温度の上昇とともに低下するが、シール有りと比較して、シール無しの低下が大きかった。

(2) 異なるセメントを用いたコンクリートの強度特性に及ぼす加熱温度の影響<sup>3)</sup>

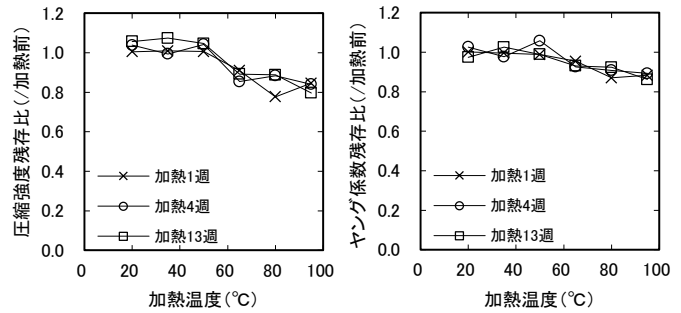
図 2 に異なるセメントを用いた場合における強度特性を示す。セメントが異なる場合でも、加熱温度の上昇とともに強度特性は低下する傾向にある。本研究では、圧縮強度は普通ポルトランドセメントと比較して、低熱ポルトランドセメントを用いると大きく低下した。ヤング係数は普通ポルトランドセメントとフライアッシュセメントが同等、低熱ポルトランドセメントおよび高炉セメントを用いると低下が大きくなり、中庸熱ポルトランドセメントを用いると、ヤング係数の低下が抑えられた。

(3) 加熱後のコンクリートの強度特性に及ぼす含水状態の影響<sup>4)</sup>

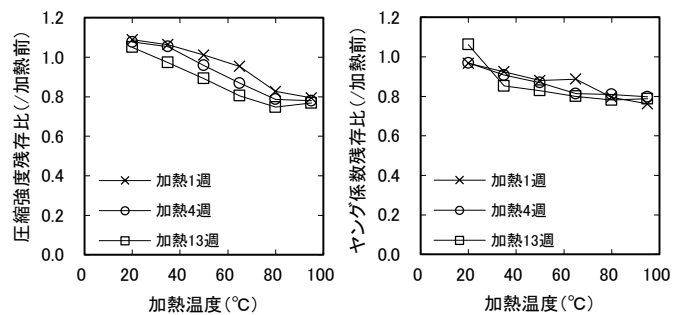
図 3 に加熱後のコンクリートの含水状態の違いによる強度特性と加熱温度の関係を示す。ここでは、加熱後に 20°C、55%R.H.環境に 48 時間静置（乾燥）、と加熱後に 20°C 水中に 48 時間浸漬（湿潤）について検討を行った。その結果、圧縮強度は、乾燥状態と比較して水に浸漬すると圧縮強度が 2~3 割程度低下したが、ヤング係数については、含水状態の影響はみられなかった。

【参考文献】

- 1) 岸谷孝一ほか：各種セメントモルタルの耐熱性に関する研究，日本建築学会大会学術講演梗概集，pp.157-158，1971.11
- 2) 岸谷孝一ほか：20~300°C の高温にさらされたコンクリートの諸性状に関する研究 その 1，その 2，日本建築学会大会学術講演梗概集，pp.143-146，1972.10
- 3) Hideo Kasami et.al. : Effects of cement on the strength and elasticity of concrete subjected to sustained elevated temperature up to 300°C, Transactions, SMiRT-24, USB, p.9, 2017.8
- 4) Koichi Matsuzawa et.al. : Effects of moisture condition on the strength properties of concrete subjected to sustained temperature up to 300°C, Transactions, SMiRT-24, USB, p.9, 2017.8



(a) シールあり



(b) シールなし

図 1 湿度一定環境下における強度特性と加熱温度の関係

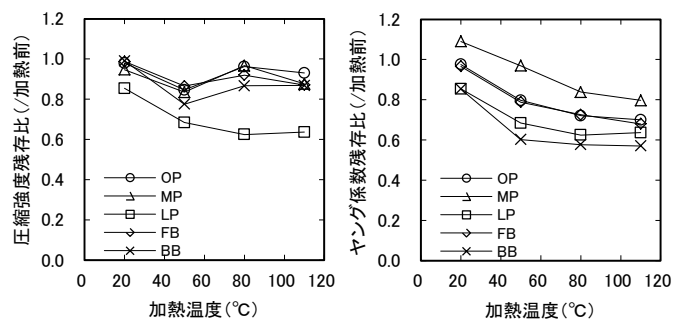


図 2 異なるセメントを用いた場合の強度特性と加熱温度の関係

(OP: 普通ポルトランドセメント, MP: 中庸熱ポルトランドセメント, LP: 低熱ポルトランドセメント, FB:フライアッシュセメント B 種, BB: 高炉セメント B 種)

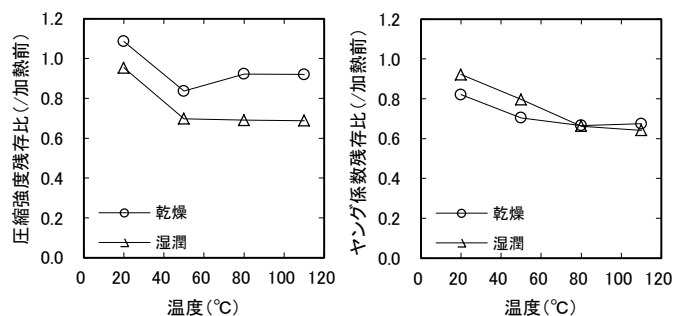


図 3 加熱後のコンクリートの含水状態の違いによる強度特性と加熱温度の関係