

電力中央研究所 正会員 金津 努

正会員 中野 毅弘

正会員 遠藤 達巳

## 1 まえがき

最近、特殊温度条件にさらされる大型鉄筋コンクリート構造物の建設が行われようになっている。このよう特殊温度条件下では、コンクリートの物性を正確に把握すること、および設計上の温度に関わる荷重を正確に評価することが重要となる。現任、著者らは、高速増殖炉型原子力発電所のコンクリート構造物など $100^{\circ}\text{C}$ を超える高温にさらされる可能性のある構造物を対象に、高温コンクリートに関する基礎データの収集、および合理的な設計法の確立を目的として、材料強度・変形特性実験および鉄筋コンクリート部材実験を実施している。本報告は、これらの一連の研究のうち材料強度実験の概要とその一部の実験結果をとりまとめたものである。

## 2 実験計画の概要

本研究は、図1に示すように、基本的には材料強度・変形特性実験と鉄筋コンクリート部材実験の2つからなる。材料実験では、鉄筋コンクリート部材実験に反映するように、材料物性の温度依存性を定量的に把握すること、およびコンクリートの温度に対する一般的な挙動を明らかにすることと目的とし、一方、鉄筋コンクリート部材実験では、実際にコンクリート構造物がさらされる温度条件での実験により、鉄筋コンクリート曲げ部材の力学的特性を明らかにすること、および温度荷重評価方法を確立することも目的とするものである。

## 3 強度実験概要

3.1 コンクリートの配合：本研究では、すべて同一材料同一配合のコンクリートを使用することとした。コンクリートの配合は表1に示すとおりであり、目標とする常温での28日強度は $400\text{ kgf/cm}^2$ であった。セメントは普通ポルトランドセメントを用いた。細骨材は茨城県産島

利根川産の川砂で、比重2.64、FM2.58、粗骨材は埼玉県秩父産の硬質砂岩砕石で、比重2.80、FM6.74、最大骨材寸法は20mmであった。

3.2 供試体の養生：圧縮強度供試体は $\phi 10 \times 20\text{ cm}$ の円柱形で、コンクリート打設の数時間後に、同一コンクリートからスクリーニングしたモルタルによりキャッピングし、2日後に脱型、その後加熱試験開始まで湿布養生を行なった。加熱試験開始の2日前に供試体も温度 $20^{\circ}\text{C}$ 、相対湿度60%の恒温恒湿室へ移し72時間放置、1日前に供試体の

加熱前重量を測定して加熱槽に設置した。加熱を開始する前に

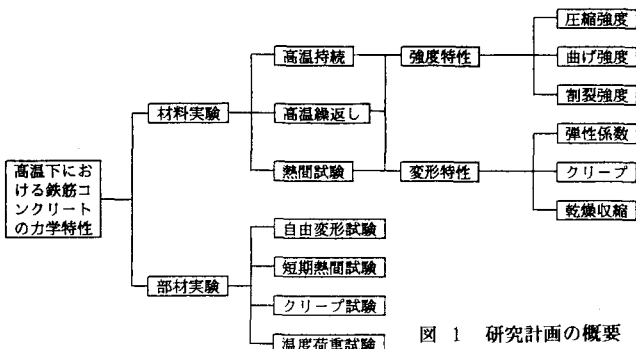


図1 研究計画の概要

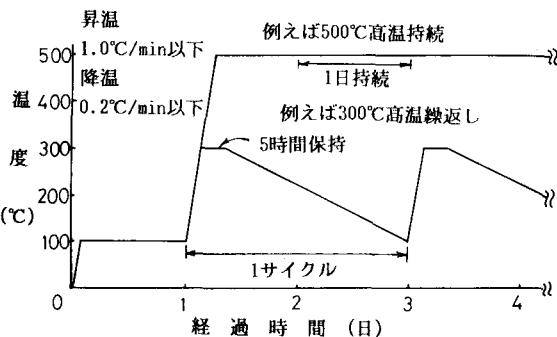


図2 加熱方法

表1 コンクリートの配合

| スランパ<br>(mm) | 空気量<br>(%) | 水セメント比<br>(%) | 細骨材率<br>(%) | 単位量 (kg/m <sup>3</sup> ) |      |     |      |       |
|--------------|------------|---------------|-------------|--------------------------|------|-----|------|-------|
|              |            |               |             | 水                        | セメント | 細骨材 | 粗骨材  | 減水剤   |
| 8±2.5        | 3±1        | 43.2          | 43.1        | 160                      | 370  | 789 | 1103 | 0.925 |

基準供試体の常温での強度試験も実施した。

3.3 加熱槽および加熱方法：供試体の加熱は1000℃まで9加熱が可能の電気炉を四台用いて行った。加熱・除熱の速度がコンクリートの強度性状に影響を及ぼさないように、供試体の温度上昇速度が1℃/min以下、降下速度が0.2℃/min以下となるように、自動制御を行った。温度履歴を与える方法について例を示せば、図2のとおりであった。本実験では温度履歴を与える方法および賦与温度も実験パラメータとしている。

3.4 強度試験方法：所定の温度履歴を与えた後、加熱槽内において100℃まで供試体の温度を降下させた。その後加熱後供試体重量を測定し、恒温恒湿室に24時間放置した。そして、通常の試験方法により強度試験を行った。

3.5 計測項目は：供試体の水分逸散量、圧縮強度、弾性係数およびポアソン比を測定した。

#### 4 実験結果の検討

4.1 圧縮強度の温度依存性：図3は20℃での基準強度で各温度履歴を受け後の強度を除し、無次元化したものを示している。100℃、200℃の温度履歴では実験結果にやばらつきがあるものの、約20%常温より強度が大きくなっている。しかし、温度が250℃を超えようから強度は減少し、500℃まで平調に減少する。500℃の温度履歴では常温の55%となる。高温域では、線返し数の多いものが強度劣化が著しく、高温持続の場合、持続日数が強度劣化に与える影響は比較的小さいようである。

4.2 弾性係数：図4は、弾性係数の履歴温度の上昇に伴う低減性状と無次元化して示したものである。常温から500℃まで、温度履歴の相違に拘らずほぼ直線的に減少し、減少率は300℃で約60%、400℃で75%、500℃で85%と相当地大きい。

4.3 水分の減少と弾性係数：図5は供試体の重量減少率(水分減少の指標)と履歴温度の関係を示したものである。履歴温度の上昇に比例して供試体重量は減少しており、高温・線返しよりも高温持続の方が重量減少に与える影響が大きい。図6には弾性係数減少率と重量減少率の関係を示した。両者間には良好な相関が認められる。弾性係数は、水分逸散のない条件で温度履歴を受けた場合の方が、水分を逸散させる場合より減少が小さいという既往の実験結果と傾向的には一致している。しかし、高温の作用によるコンクリートの内部組織の劣化の影響もあり、弾性係数の減少に影響を及ぼす要因が、水分減少のみであると考えるのは必ずしも妥当であるとは言えない。

今後さらに実験を重ねデータを蓄積し、高温コンクリートの物性の究明を進めてゆきたい。

本研究を進めるに際し御協力いただいた、(株)間組・福留氏、(株)CRS・F村君、津洋工学卒論生久保田君に深く感謝致します。

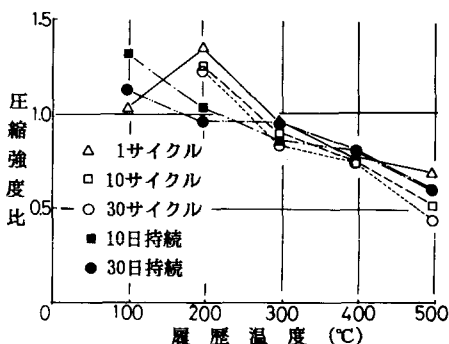


図3 履歴温度と圧縮強度比の関係

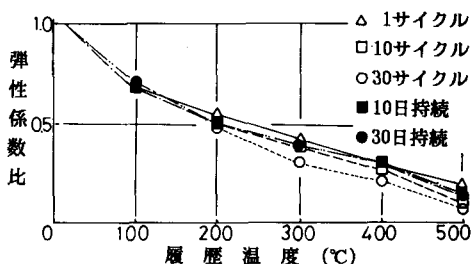


図4 履歴温度と弾性係数比の関係

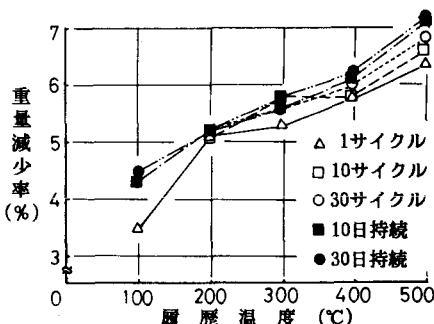


図5 履歴温度と重量減少率の関係

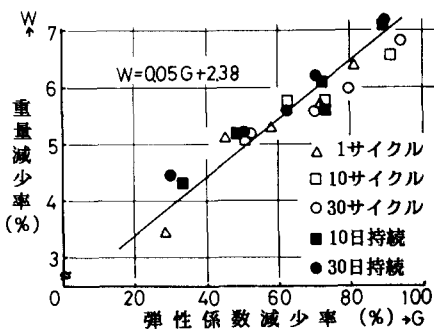


図6 弾性係数減少率と重量減少率の関係