

V-141 PCRVに関する開発研究(その5) —材料特性に関する研究—

鹿島建設技術研究所 正会員 小谷一三
阿部保彦

I. まえがき

PCRVのコンクリートは、プレストレスを導入した時点から2軸、あるいは3軸方向の圧縮力を受けた状態にあり、さらに運転を開始したのちには高温および放射線の影響を受ける。PCRVの設計には、運転条件を十分認識せねばならないのは勿論であるが、特に安全性を要求される構造物であるため、長期にわたってPCRVが受ける条件下におけるコンクリートの性状を知らねばならない。また、PCRVに付随した機械装置、冷却システムなどの選定および設計に関しても、コンクリートの性状は重要である。当社が進めている材料に関する研究は、コンクリートの多軸応力下における強度および変形、高温3軸圧縮クリープ、熱特性である。以下にこれら材料研究の目的、試験装置、実施状況を報告する。

II. 当社が進めている材料特性に関する研究

コンクリート構造物の設計は、組合せ荷重が作用する構造物であっても、コンクリートの性状として1軸圧縮強度など単なる1軸載荷試験の結果を基に検討するのが一般的であるが、これでは不正確不経済となり、また安全率が不明確でもある。2軸、あるいは3軸圧縮応力を受け、温度の影響をも受けるPCRVの応力状態を解析し、耐用年数も通して安全に運転するためには多軸圧縮応力下におけるコンクリートの性状(強度、弾性、およびクリープ性状)および熱特性を知る必要がある。諸外国のPCRVの設計基準(※)を見ても、弾性解析、(クラック解析)および極限荷重解析により弾性状態から荷重の増大に伴って塑性領域に移り最終的な破壊に至るまでのPCRVの性状を検討し、長期間にわたる運転状態の性状をクリープ解析により検討しようとする方向にあるが、これらに必要なコンクリート性状は十分知られていない。また多軸圧縮応力状態における許容応力度を1軸応力状態よりも割増す傾向にあるが、割増係数についても十分検討されていない。このようにPCRVの設計に必要な不可欠なコンクリートの諸性状に関するデータを得るために、本研究を進めている。

1. 多軸圧縮応力下におけるコンクリートの強度

3軸圧縮試験

3軸圧縮試験機は、写真-1に示すもので、供試体10×10×10cmに3方向荷重を最大2,000kgまで与えることができ、供試体の変形を差動トランス式変位計により測定する設計になっている。

2. 高温3軸クリープ

1) 3軸クリープ試験機

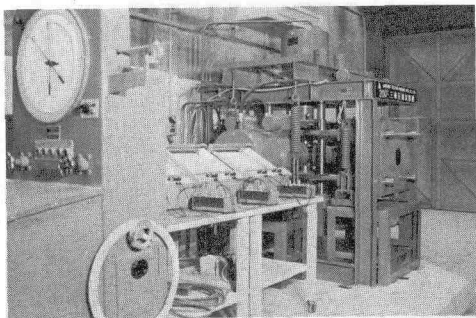


写真-1 3軸圧縮試験機

3軸圧縮クリープ試験機は、写真-2に示すように連続式加圧装置および油圧発生装置からなり、供試体(φ15×40cm)の縦方向および側面方向に最大300kg/cm²まで載荷できるものである。高温クリープ実験を行なうために加圧装置を恒温室に設置している。

2) 実験条件

供試体は、その中心部に縦方向および横方向のひずみを測定するためにひずみゲージ(カールソン型、あるいは振動線型)を埋込み、そのリード線を加圧板を通して外に取り出したものである。供試体の養生は、PCRⅦがマスコンクリート構造物であるため、その中心部および表面部を想定して脱型後直ちにシールしたAS-castと、脱型後20℃RH45%の条件室で材令100日まで乾燥を計した後シールを行なったair-dryの2種類である。

荷重は、外国のクリープ試験およびこれまでのPCRⅦの設計における平均圧縮応力度などを考慮して、縦方向荷重 σ_z (kg/cm²)：側面方向荷重 σ_r (kg/cm²)=100:0, 100:100, 100:50, 50:50とした。また試験温度は65℃とした。

3) 実験結果

載荷開始後90日を経過した時点では、試験機およびゲージはほぼ順調に作動している。試験結果の一例を図-1に示す。

3. コンクリートの熱特性

熱特性試験装置

コンクリートの熱伝導率および比熱の試験装置は、米国開拓局の試験方法を取り入れたものが多く、当社の試験装置もこの方法を取り入れるとともに、図-2に示すように真空装置を設け、真空槽中で供試体20×20×20cmについて熱伝導率を-20～20℃の範囲で試験できる設計になっている。また、温度膨張係数についても検討している。

Ⅲ. あとがき

上記のように、当社ではPCRⅦの設計施工の基礎データを得るために実験を進めているが、実験の結果は、今後逐次報告する予定である。

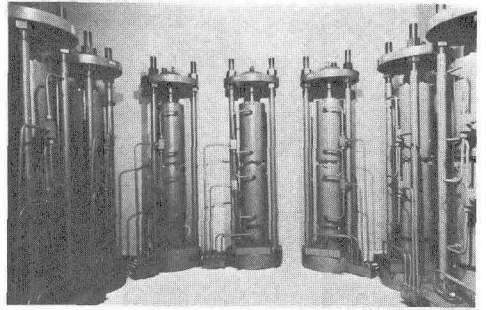


写真-2 3軸圧縮クリープ試験機

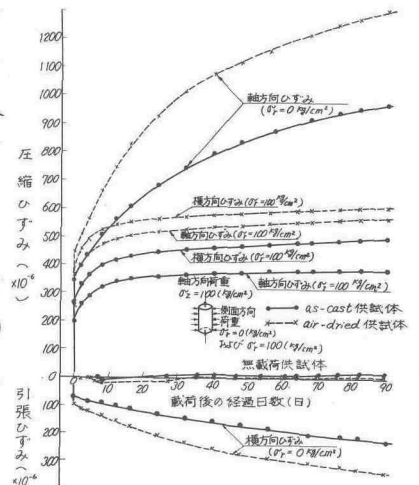


図-1 載荷後の経過日数とひずみの関係

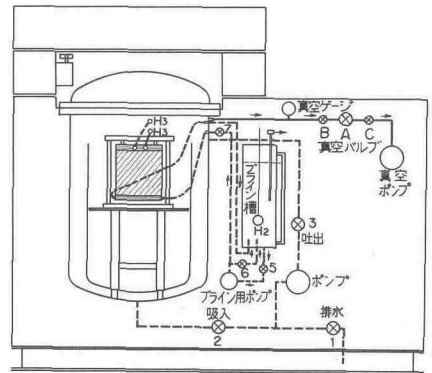


図-2 熱特性試験装置