

働 大林組 正員 入矢 桂史郎

東京瓦斯 正員 高橋 行茂

働 大林組 正員 小島 省三 新開 千弘

## 1. ま え が き

最近、高鉄筋比のRC構造物の温度応力は鉄筋とコンクリートの熱膨張係数差の影響を受け、温度上昇過程においてコンクリート部分に無視できない引張応力が作用することが室内実験や解析結果から指摘されている。しかし、実際に高鉄筋比のRC構造物の温度応力を計測した例は少なく、解析値との比較について報告されている例は少ない。本研究は、高鉄筋比をもった外部拘束の卓越するRC構造物において温度応力の計測を行い、その結果をもとにシミュレーション解析を行って、鉄筋が温度応力に与える影響について検討を行ったものである。

表-1 コンクリートの配合

## 2. 工事概要および使用材料

### 2.1 工事概要

計測を行ったRC構造物は

厚さ2.5 m、半径3.2 mの円板状ベースマツ

であり、厚さ4.5 mの既設コンクリート上に構

築されるものである。鉄筋はD51が5段配置されており打継目

はジベル筋により既設コンクリートと一体化されている。

### 2.2 使用材料および配合

セメントは低発熱型高炉セメントB種を用いた。使用したコンクリートの配合を表-1に示す。なお、設計基準強度は、 $240 \text{ kg/cm}^2$  (材令91日)とした。

### 2.3 コンクリートおよび鉄筋の性質

コンクリートの弾性係数の経時変化は標準養生供試体の試験結果から図-1のように定めた。熱膨張係数はコンクリート温度を上昇下降させた時のひずみを測定することにより図-2のように定めた。断熱温度上昇試験の結果は、打込温度 $20^\circ\text{C}$ において $K=30^\circ\text{C}$ 、 $\alpha=0.6$ であった。鉄筋の熱膨張係数は $11.4 \times 10^{-6}/^\circ\text{C}$ 、静弾性係数は $210 \times 10^4 \text{ kg/cm}^2$ とした。

## 3. 計測方法および内容

計測計器の設置位置を図-2に示す。温度はCu-Co熱電対ひずみは埋込型ひずみ計(KM100FS)を用いて測定した。

計測方向は円周方向とし、I断面・II断面とも表面

部・中心部・打継目部の3点計測を行った。

ひずみから応力に換算する際にはクリープの影響を考慮して、有効弾性係数 $E'=2/3 E$ を用いた。

## 4. 計測結果および解析結果

### 4.1 解析手法および解析モデル

温度解析・応力解析ともFEM解析によった。応力解析におけるクリープの取扱いは、クリープの重ねあわせを適用して応力を低減する方法によって考慮した。

| 粗骨材の<br>最大寸法<br>(mm) | スランプ<br>(cm) | 空 気 量<br>(%) | 水セメント<br>比 W/C<br>(%) | 細骨材<br>率 s/a<br>(%) | 単 位 重 量 (kg/m <sup>3</sup> ) |        |          |                       |                       |           |
|----------------------|--------------|--------------|-----------------------|---------------------|------------------------------|--------|----------|-----------------------|-----------------------|-----------|
|                      |              |              |                       |                     | セメント<br>C                    | 水<br>W | 細骨材<br>S | 粗骨材<br>G <sub>1</sub> | 粗骨材<br>G <sub>2</sub> | 減和剤<br>Ad |
| 25                   | 15±2.5       | 5±1          | 58.3                  | 48.3                | 25.9                         | 15.1   | 91.7     | 59.9                  | 4.00                  | 0.971     |

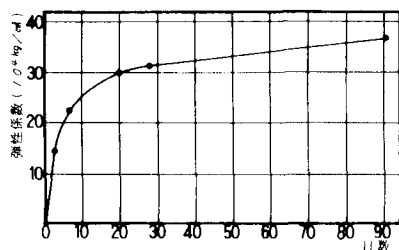


図-1 弾性係数の経時変化

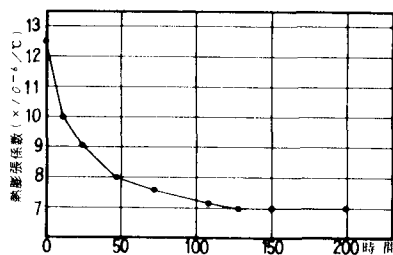


図-2 熱膨張係数の経時変化

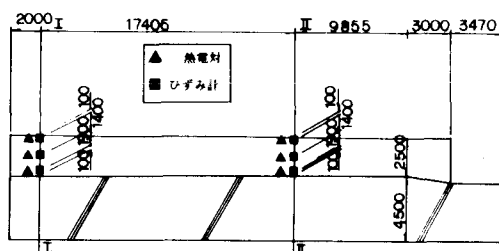


図-3 計測断面

クリープ係数はCEB-FIP指針によった。解析モデルは図-4に示す断面を有する軸対称モデルとした。実際の配筋は厳密には軸対称モデルで表現できないが本解析においては、鉄筋の総断面積を等しくする事により軸対称でモデル化した。

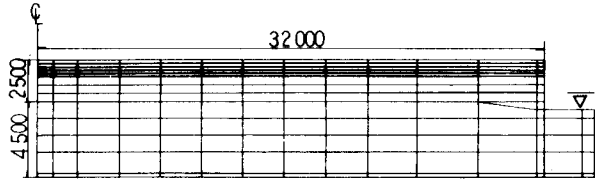


図-4 解析モデル

鉄筋とコンクリートは完全付着とした。境界条件は地盤の拘束の影響を鉛直と水平方向のバネで考慮し、周辺部材の影響をモデル端のローラ支承で考慮した。

#### 4.2 解析と実測の比較

図-3に示すように本構造物は外部拘束が卓越すると思われる。温度の解析値と実測値を比較して図-5に示す。

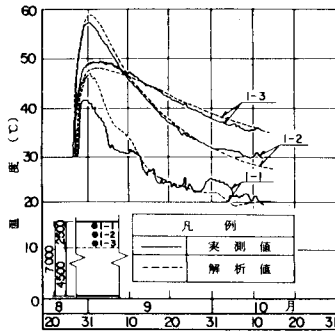


図-5 温度経時変化

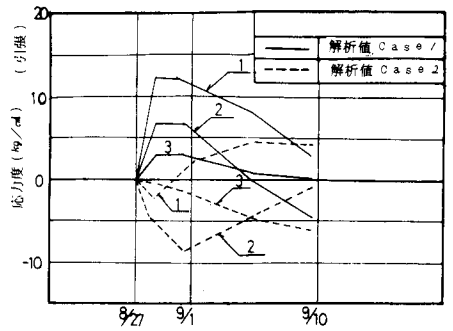


図-6 応力経時変化(解析値)

応力解析は、鉄筋を考慮した場合 (Case 1) と考慮しない場合 (Case 2) の2ケース行った。解析値の比較を図-6に示す。I断面とII断面の実測値を図-7～図-8に示す。I・II断面とも表面部実測値は強い外部拘束を受けているにもかかわらず内部拘束が卓越する結果で、Case 1 (鉄筋考慮) の解析値と傾向が合致している。II断面中心部 (2-2) の実測値はCase 1の解析値と比較的よく合致している。しかし、I断面中心部 (1-2) の実測値は外部拘束が顕著に表われCase 2の解析値と合致する結果であった。

#### 5. 考 察

図-6に示すようにCase 1 (鉄筋考慮) とCase 2 (未考慮) を比較するとCase 1は内部拘束の影響が大きい。これは鉄筋とコンクリートの熱膨張係数差の影響が高温域に鉄筋が配置されていることにより、構造物全断面に影響を与える割合が大きいためと考えられる。I断面中心部 (1-2) においては、鉄筋の影響が顕著でないのは、計器の位置の問題 (鉄筋からの距離) であろうと考えられる。以上のように外部拘束が卓越する構造物であっても、高鉄筋比になると鉄筋の影響が顕著に表われることが確認できた。従って、温度応力解析においても、高鉄筋比RC構造物の場合は鉄筋を考慮する必要があると考えられる。

#### 6. あ と が き

本研究は、鉄筋とコンクリートの熱膨張係数差の影響について定性的に研究したものであるが、一般には昇温時とコンクリートの若材令時が一致するため、ひびわれの危険性について注意が必要であると考えられる。今後更に、鉄筋とコンクリートの付着特性などについての局所的な検討を進めることにより、定量的な把握を行い温度応力予測精度を高めたいと考えている。

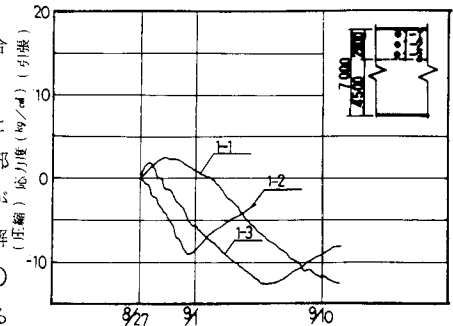


図-7 応力経時変化 (I断面)

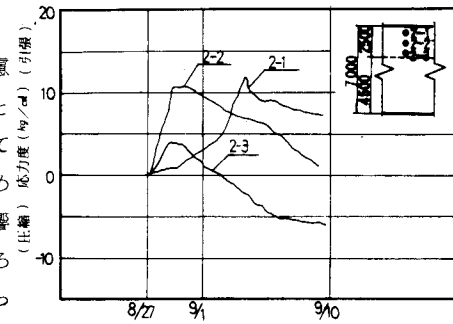


図-8 応力経時変化 (II断面)