

V - 56

R C 構造物の時間依存性挙動に関する基礎的研究

東北大学 学生員 ○早坂俊広
東北大学 学生員 七澤利明
東北大学 正 員 尾坂芳夫

1. はじめに

アーチやラーメンのようなRC不静定構造物は、温度変化やコンクリートの乾燥収縮によって内部に不静定応力を生ずる。このような不静定応力は、従来の弾性設計法では径間数の増加に比例して増大するため、例えば、RCラーメン高架橋のような不静定構造物を設計する際には、使用限界状態に対する検討から、通常は1ブロック長が35m程度以下に抑えられているのが現状である。したがって、多径間ラーメン高架橋のような不静定構造物の設計を可能にするためには、経験的に評価されている不静定応力、すなわち温度変化及び乾燥収縮に依存する力学的性状を明確化しなければならない。

本研究は、昭和53年度に本研究室で重野が行ったボックスラーメン供試体実験¹⁾において測定された不静定応力を、非線形性を考慮にいれた弾粘塑性理論を用いて作った有限要素プログラムにより得られた解析データと照合することにより、解析法の有効性を探ると共に、構造物の使用限界状態を検討する際に必要となる不静定応力の評価方法を検討することを目的としている。

2. 解析手法

本研究では、二次元有限要素法に基づいた弾粘塑性解析法²⁾によってラーメン供試体の挙動を解析している。以下ではクリープ、及び温度応力がどのようにこの解析法で考慮されているか述べる。

まず、コンクリートにおけるクリープの非線形挙動を考慮するため、非線形連続体における通常の方法に従って、全ひずみ ε が弾性ひずみ成分 ε_e と粘塑性ひずみ成分 ε_v に分離できるものと仮定すれば全ひずみ速度は次式で表すことが出来る。

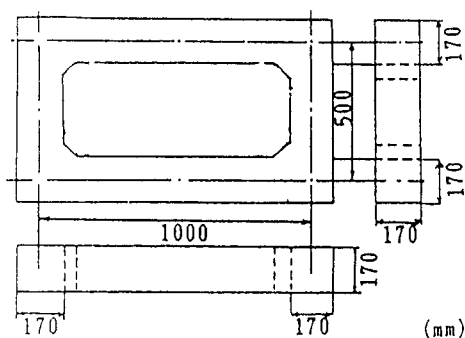
$$\dot{\varepsilon} = \dot{\varepsilon}_e + \dot{\varepsilon}_v \quad (1)$$

ここで $\dot{\varepsilon}$ は時間についての微分を表す。全応力の変化率は次式のように弾性ひずみ速度に依存する。

$$\dot{\sigma} = D \dot{\varepsilon}_e \quad (2)$$

ここで、 D は弾性マトリックスである。

(A) 体



(B) 体

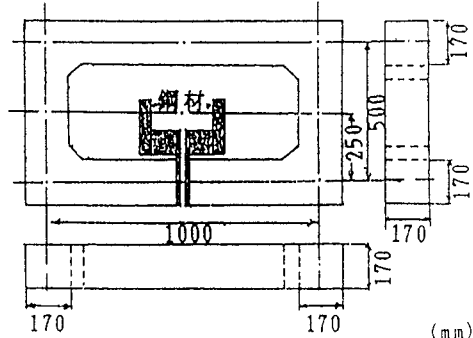


図1: 供試体の形状

次に、粘塑性ひずみを定義する具体的な法則の選択が必要となる。この場合、粘塑性ひずみ速度は現時点での応力にのみ依存すると考えると、次のようになる。

$$\dot{\epsilon}_v = \gamma \left(\frac{F - F_0}{F_0} \right)^N \frac{\partial F}{\partial \sigma} \quad (3)$$

ここで γ は塑性流れ速度を支配する流動性パラメータを表し、 F_0 は降伏応力、 N は非線形の度合を表す定数である。そして F は降伏関数であり、応力ベクトル σ と硬化パラメータ α により定義される。温度応力については、温度ひずみと等しいひずみを生じさせる等価節点力を算定し、解析に導入する。そして、真の内部応力を求める際には計算結果からこの等価節点力を減じる。

3. 解析結果及び考察

本研究では、ボックスラーメン供試体(A)とそのひずみ挙動を外力によって追跡させる静定ラーメン供試体(B)の2体を用いており、図1にそのボックスラーメンの形状図を示している。図2は恒温室内温度の変化を表したグラフであり、縦軸は温度、横軸は日数になっている。図3は実験により得られた値と解析データより得られた値とを照合したグラフが表されており、縦軸は曲げモーメント、横軸は日数となっている。このグラフをみる限りでは、本解析は交番する温度応力によって引き起こされる曲げモーメントの挙動を概略的に把握している。

両データが一致しない原因としては、乾燥収縮を解析プログラムに考慮しなかったことが挙げられる。そのため、温度差がある場合の応力の緩和量が評価されていない。また、ひび割れによる剛性低下も解析に導入されないため、同様に応力緩和量が過小評価されている。さらに、鉄筋の影響も一つの原因であるかもしれない。

本研究では、十分満足な結果を得るにはいたらなかったが、解析の精度を高めるには鉄筋を独立した要素として考慮し、乾燥収縮モデルやひび割れによる剛性低下量の評価式を解析方法に何等かの手段で導入すべきである。そして、その解析方法が確立し、不静定構造物の形状的因子と発生する内部応力との関係が明白となったときはじめて多径間高架橋の設計が可能となるであろう。

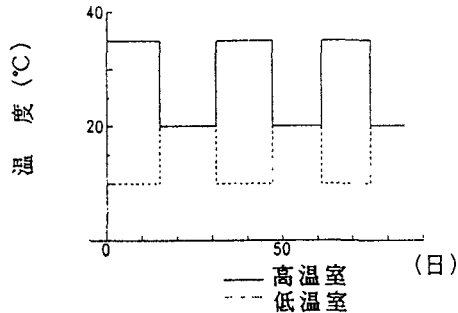


図2：恒温室内の温度変化

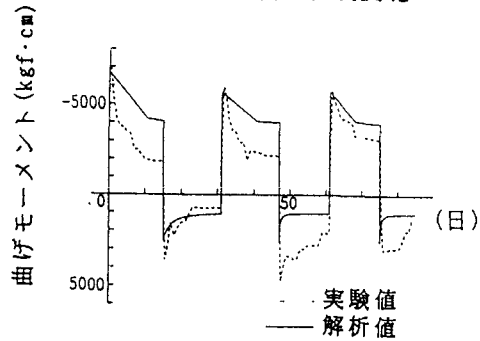


図3：曲げモーメントの比較

参考文献 1) 重野龍勇著：RC構造物の温度応力に関する実験研究、東北大学大学院工学研究科土木工学修士論文、1979

2) D. R. J. Owen/E. Hinton：塑性の有限要素法、1988