

V-185 マスコンクリートの温度応力へのクリープの影響に関する研究

名古屋工業大学 ○学生員 北川 善己
名古屋工業大学 正 員 梅原 秀哲
矢作建設工業㈱ 正 員 名和 修司

1. まえがき

マスコンクリートの温度応力問題では、解析手法として有限要素法等を用いて十分な精度で解析することが可能となっている。しかし、若材令時のコンクリートの構成方程式に関しては、時間の経過に伴って弾性係数が増加すること、およびクリープにより応力緩和されることの両者を考慮し、さらにこれが温度履歴に大きく依存していることを的確に表す解析モデルの提案や研究例も十分とは言えない。

そこで本研究では、若材令時のコンクリートのクリープ特性の把握を目的として、若材令のコンクリートを対象にクリープ試験を行うとともに、これまでに温度応力の実測を行った鉄筋コンクリート橋脚基礎フーチング¹⁾を対象として、クリープ試験より得られた有効弾性係数を用いて温度応力解析を行い、実測結果との比較検討を行った。

2. 既往の温度応力の計測概要

温度応力の計測を行った構造物は、図-1に示すような鉄筋コンクリート橋脚基礎フーチングである。実際の施工においてはフーチングを同一高さの2リフトに分けてコンクリートの打設を行い、リフト間の打設間隔を1日とした。また温度応力の計測点は図-1に示すように各リフト1点ずつ設置し、温度、応力、ひずみをそれぞれ測定した。なお、応力およびひずみの計測方向はフーチングの長辺方向である。施工時期は4月下旬で、コンクリートは表-1に示す配合のものを約22℃で打設した。セメントは普通ポルトランドセメントを使用している。

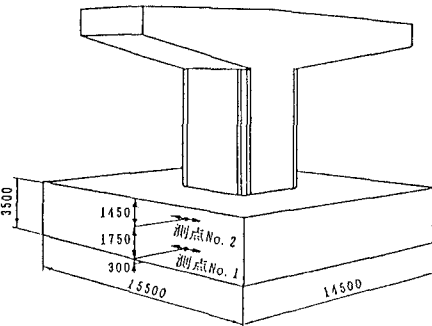


図-1 温度応力計測対象構造物

表-1 コンクリートの配合

Gmax (mm)	Slump (cm)	Air (%)	単位量 (kg/m ³)			
			W	C	S	G
40	8.0	4.0	149	276	691	1204

3. クリープ試験

3. 1 試験方法および試験条件

本研究で用いたクリープ試験機の概要を図-2に示す。試験機はレバー比1:40のてこ式圧縮クリープ試験機であり、温度および湿度が自由に設定可能な恒温恒湿器を備え、その内部に供試体を設置して試験を行うことが可能である。試験に使用した供試体は、内部に埋め込み型ひずみ計を埋め込んだφ10×20cmのフーチングと同じ材料、同じ配合で作製された円柱供試体であり、コンクリート打設1日後に試験を開始した。なお、供試体の乾燥収縮を防ぐため、恒温恒湿器内部の湿度を100%とした。試験は温度および作用応力をパラメータとして、以下に示す3種類の条件下で行った。

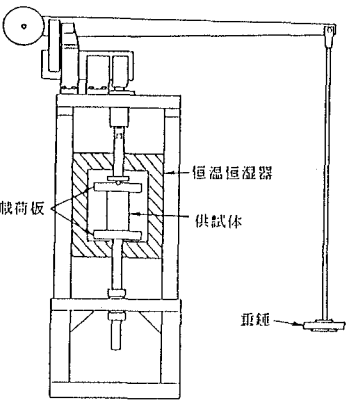


図-2 クリープ試験機

- (1) 温度が60℃一定で、作用応力が圧縮側10kgf/cm²から25kgf/cm²まで1日に5kgf/cm²ずつ変化させる場合
- (2) 温度が40℃一定で、作用応力が圧縮側10kgf/cm²から25kgf/cm²まで1日に5kgf/cm²ずつ変化させる場合
- (3) 温度が60℃一定で、作用応力が圧縮側10kgf/cm²一定の場合

3. 2 試験結果および考察

クリープ試験の結果を図-3、図-4に示す。図-3に示すように、各条件でのクリープひずみは条件(1)が最も大きく約182 μ 、条件(2)が約176 μ 、条件(3)が約121 μ となっている。したがって、同一温度履歴の場合は作用応力の大きい方がクリープひずみが大きくなり、また作用応力が同一の場合は温度履歴の高い方がクリープひずみが大きくなっている。また図-4に示した応力-ひずみ曲線より、条件(1)および条件(2)のそれぞれについて最小二乗法により曲線の近似を行い、各材令におけるひずみに対応する位置での曲線の傾きをその材令での弾性係数として求め、その結果を図-5に示す。なお、この図中における静弾性係数はフーチングと同じ配合のコンクリート供試体に構造物と同一の温度履歴を与えて測定したものである。この図より、温度履歴の高い条件(1)の弾性係数の方が条件(2)のそれよりも小さくなっており、その割合は材令1日で約3割であること、また材令とともにその差は小さくなり、材令5日では約1割となることがわかる。また静弾性係数と比較してみると、クリープ試験から得られた弾性係数は材令1日で約1/4、材令5日で約1/3となることが明らかとなった。

4. 温度応力解析

温度応力解析では、打設リフトを考慮した二次元有限要素法解析法を使用した。コンクリートの断熱温度上昇量および弾性係数を除く熱特性値、物性値はすべて土木学会コンクリート標準示方書²⁾に示されているものを用いた。コンクリートの断熱温度上昇量については試験を行い、材令 t 日におけるコンクリートの断熱温度上昇量 $Q(t)$ は次式で表されることが明らかとなった。 $Q(t) = 44(1 - e^{-0.80t})$ (1) コンクリートの弾性係数は図-5の値を用い、各要素ごとの温度履歴の違いを考慮せず、解析モデルの全断面において各材令における弾性係数は等しいと仮定した。なお引張側については、今回は実験を行っていないので圧縮弾性係数と等しいものとして応力解析を行った。

図-6に応力の解析結果と実測結果を併せて示す。図より、静弾性係数を用いた解析結果は実測値よりかなり大きくなっている。一方、No.1測点では初期において解析値の方が実測値を上回り、No.2測点では解析値が実測値よりも小さくなっているが、静弾性係数を用いた解析結果に比べ、より実測値に近い結果を得られることが明らかとなった。

5. 結論

本研究で得られた結果をまとめると以下の通りである。

- 1) 今回のクリープ試験から得られた弾性係数は、材令1日で静弾性係数の約1/4、材令5日で約1/3となることが明らかとなった。図-6 応力の解析値と実測値の比較
- 2) 静弾性係数を用いて応力解析を行うと応力を過大評価することになり、クリープ試験から得られた有効弾性係数を用いる方がより実測値に近い結果を得られることが明らかとなった。

<参考文献> 1) 名和、北川、梅原、吉田：「フーチングコンクリートの温度応力の実測と解析」、土木学会第44回年次学術講演会講演概要集、1989年

2) 土木学会：コンクリート標準示方書「施工編」、1986年

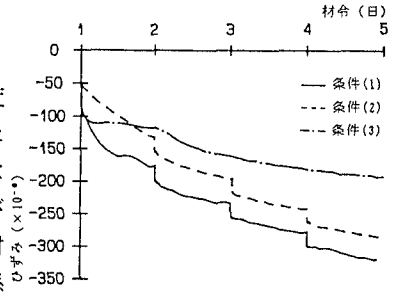


図-3 ひずみと材令の関係

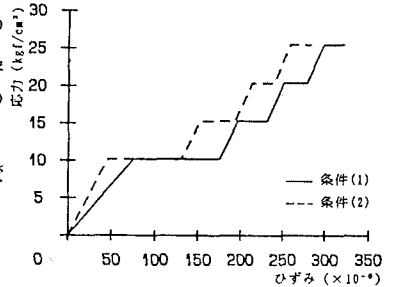


図-4 応力とひずみの関係

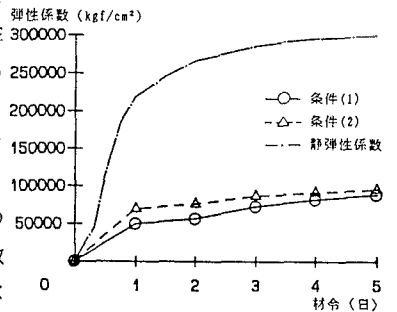


図-5 コンクリートの弾性係数

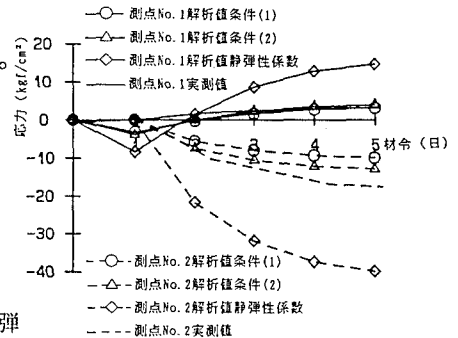


図-6 応力の解析値と実測値の比較