

V-146 フーチングコンクリートの温度応力の実測と解析

矢作建設工業㈱ 正会員 ○名和 修司
 名古屋工業大学 学生員 北川 善己
 名古屋工業大学 正会員 梅原 秀哲
 名古屋工業大学 正会員 吉田 弥智

1. はじめに

近年、コンクリート構造物においてセメントの水和熱に起因する温度応力によるひびわれが問題となっている。しかし、温度応力を計算する際に必要となるコンクリートの有効弾性係数はまだ正確に解明されていない。土木学会コンクリート標準示方書⁽¹⁾（以下、示方書と言う）では、若材令時のコンクリートの有効弾性係数を材令3日までと3日以降に分けた式（以下、提案式と言う）を提案している。しかし、筆者らが過去に行った壁状構造物の実測と解析では、この式を用いると実際の応力に比べて解析値が大きめに計算されるという結果⁽²⁾が得られた。

そこで、本研究では鉄筋コンクリート橋脚のフーチングを対象に、コンクリート打設直後から温度、応力ひずみの実測を行った。また、並行してフーチングと同じ配合のコンクリート供試体に構造物で実測されたものと同じ温度履歴を与えて積算温度と静弾性係数の関係を求め、さらに過去の計測データも参照して有効弾性係数についての検討を行ったものである。

2. 対象構造物と計測概要

本研究において対象とした鉄筋コンクリート橋脚を図-1に示す。なお、実際の施工で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、リフト間の打設時間間隔を1日とした。また、温度、応力、ひずみの計測点は図-1に示すように各リフト1点ずつ設置し、応力とひずみの計測方向はフーチングの長辺方向とした。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。なお、セメントは普通ポルトランドセメントである。また、コンクリートの断熱温度上昇試験結果を表-2に示す。

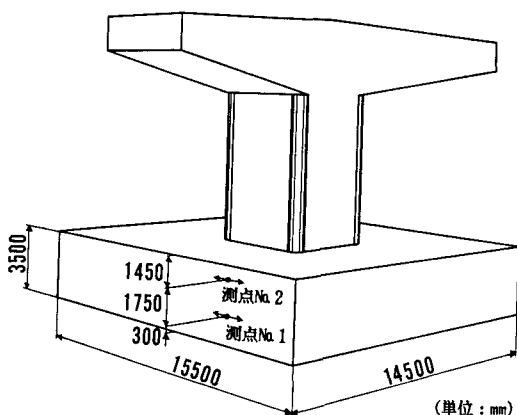


図-1 対象構造物と測定点

表-1 コンクリートの配合

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

表-2 断熱温度上昇試験結果

断熱温度上昇	$Q(t) = Q_{\infty} (1 - e^{-t/\tau})$ $Q(t)$: 材令t日における断熱温度上昇量(℃) Q_{∞} : 終局断熱温度上昇量(℃) τ : 温度上昇速度に関する定数		
	打設温度(℃)	Q_{∞} (℃)	τ
	22	44	0.80

3. 温度応力解析

温度応力解析にあたっては、打設リフトを考慮した2次元有限要素法温度解析、ならびに2次元有限要素法応力解析により計算を実施した。断熱温度上昇以外の熱特性値、物性値はすべて示方書に示されているものを用いた。なお、温度解析結果は紙面の都合上掲載していないが、応力計算に際して必要かつ十分な精度で実測値の傾向を表す結果であったことを付記しておく。

4. 温度応力の実測値と解析値の比較

図-2に応力の実測結果と解析結果を示す。両者

の比較より測点No.1、測点No.2とも、弾性係数に提案式を用いた解析値の方が応力の絶対値が小さいことがわかる。そこで図-3に示した実測応力と実測ひずみの関係から構造物内の有効弾性係数を算定しこの値を用いて再度応力解析を実施した。この解析値も併せて図-2に示した。グラフより実測応力と実測ひずみから算定した弾性係数を用いると、測点No.1では解析値が実測値の傾向をよく表すことが分かった。また、測点No.2についても材令17日位まで解析値は実測値の傾向をよく表している。

5. 有効弾性係数について

図-4に構造物と同一の積算温度を与えた供試体による静弾性係数の試験結果と、前項で実測応力と実測ひずみから算出した有効弾性係数を示す。また筆者らが過去に実測した小断面ボックスカルバート（H=3300mm B=3700mm 冬施工）における静弾性係数と有効弾性係数も併せて示した。これらの比較より本研究で対象としたフーチングのように単位材令あたりの積算温度の大きい構造物の有効弾性係数は、提案式に比較して全体的に大きいことが分かる。一方、小断面ボックスカルバートのように単位材令あたりの積算温度の小さい構造物では有効弾性係数が提案式よりも小さいことが分かった。従って温度応力解析にあたっては対象構造物の部材寸法や形状、ならびに施工時期等の相違による積算温度の違いを十分考慮した解析が必要であると言えよう。また、静弾性係数に対する有効弾性係数の低減率については、材令2日程度までは約20%、それ以降は小断面ボックスカルバートの場合約35%減、今回のフーチングの場合には約25%減という結果となった。一般に部材断面寸法の大きいコンクリートほどクリープや乾燥収縮は小さくなると言われているが、前述の低減率もこれを裏付ける算出結果となっている。

6. まとめ

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. 温度応力解析にあたっては対象とする構造物の部材寸法や形状、ならびに施工時期等の相違による積算温度の違いを考慮する必要がある。
2. 同一積算温度のコンクリートの場合、静弾性係数に対する実構造物内の有効弾性係数は、材令2日程度までは約20%減、それ以降は小断面ボックスカルバートの場合約35%減、フーチングの場合には約25%減という結果となった。

〔参考文献〕 1) 土木学会：コンクリート標準示方書「施工編」

P.P.119 ~ 134, 1986

2) 名和、岩山、梅原、吉田：「RCボックスカルバートの温度応力に関する研究」

コンクリート工学年次論文報告集 1988

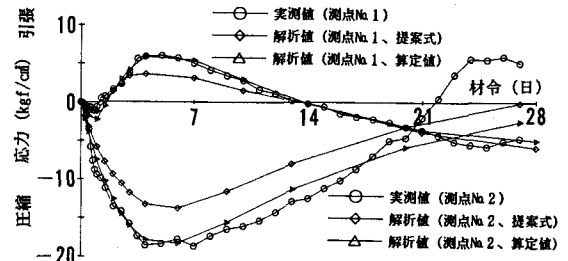


図-2 温度応力の実測値と解析値の比較

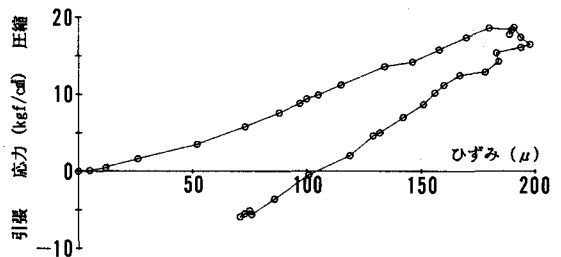


図-3 実測応力と実測ひずみの関係（測点No.2）

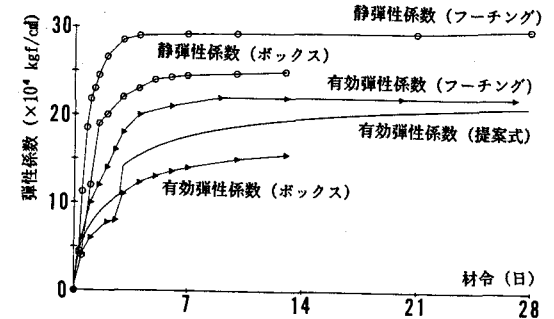


図-4 弾性係数の比較