

V-555

アーチリブ施工時におけるコンクリートの有効弾性係数

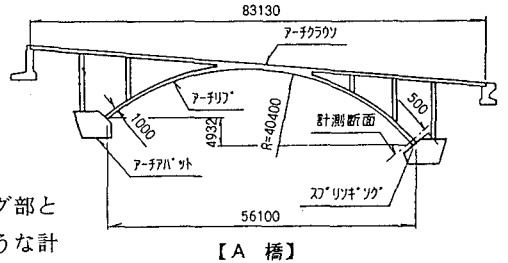
日本国土開発 正会員 浅沼 潔
同 上 正会員 竹下治之
同 上 大野幹雄
同 上 正会員 田中正和

1. はじめに

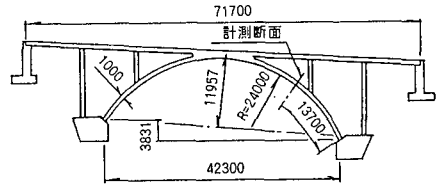
コンクリート硬化時の温度応力解析を精度良く行うためには、クリープ等による剛性低下を考慮した有効弾性係数を正しく評価する必要がある。本報告では、比較的小規模のコンクリートアーチ橋で、アーチリブ部のコンクリートをスプリング部からクラウン部まで連続して一括打設する方法で施工された2橋の計測結果をもとに、若材齢時の有効弾性係数および弾性係数低減率について検討を行った。

2. 計測概要

対象としたコンクリートアーチ橋は、図-1に示すAおよびBの2橋である。これらは、左右の橋台に高低差がある非対称構造の固定アーチ橋で、アーチリブは厚さ1m、幅は、それぞれ、3.6m、3.0mの矩形断面である。計測位置は、A橋はスプリング部近傍、B橋はスプリング部とクラウン部の中間とし、これらの断面内に図-2に示すような計器類を設置した。なお、無応力計の計測結果からコンクリートの熱膨張係数を求め、これを積算温度との関係に整理して後述する実ひずみの算定に用いた。コンクリートの物性試験としては圧縮強度試験および弾性係数測定試験を行い、これらの結果を弾性係数低減率の算定に用いた。コンクリートの配合は表-1に示すとおりであり、使用セメントは2橋とも普通ポルトランドセメントである。なお、施工時期は、A橋は7月、B橋は12月である。



【A 橋】



【B 橋】

図-1 一般図

3. 実験結果および考察

3. 1 コンクリートの温度

図-3にコンクリート温度の経時変化を示す。打込み温度はA橋は26℃、B橋は17℃であり、それぞれ、材齢1.1～1.3日で最高温度に達した後、緩やかに降下し、材齢10日前後で外気温とほぼ平衡状態となった。最高温度時から平衡状態となるまでの温度降下速度は約3.0～3.7℃/日である。

3. 2 コンクリートの応力

図-4にコンクリート応力の経時変化を示す。同図および図-3から分かるように、コンクリート応力は温度上昇に伴い圧縮側に推移し、温度降下とともに引張側に移行する。なお、A橋の下部については温度降下とともに圧縮応力が増加する傾向を示す。これは、温度降下時には、アーチリブ部のコンクリートの収縮が橋台に拘束されることによって、引張の軸力および上部に引張応力を生じさせる曲げモーメントが発生し、この時点では、後者の作用が卓越するためであると考えられる。

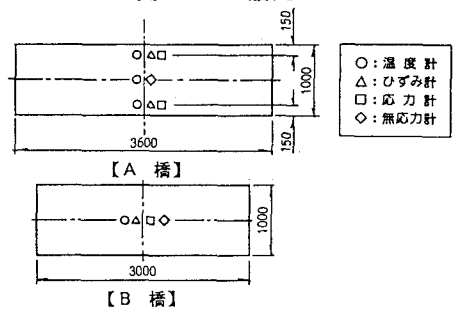


図-2 計器設置位置

表-1 配合表

	Gmax (mm)	S L (cm)	Air (%)	W/C (%)	s/b (%)	単位量 (kg/m³)					
						W	C	S	G	AE減水剤	流動化剤
A橋	20	8→12	4.0	55.9	47.2	165	295	834	1043	0.849	2.0
B橋	20	8	4.0	53.2	42.0	165	310	747	1091	0.62	—

3. 3 有効弾性係数および弾性係数低減率

応力およびクリープに関するひずみ(以下、実ひずみと記す)を式(1)によって求め、図-5に示すような実ひずみと応力の関係から式(2)を用いて有効弾性係数および弾性係数低減率を算定した。有

図-3 コンクリート温度の経時変化

効弾性係数および計測位置の積算温度から求めた静弾性係数の経時変化を図-6に、また、弾性係数低減率の経時変化および土木学会コンクリート標準示方書に示される弾性係数の補正係数(弾性係数低減率)を図-7に示す。

$\Delta \varepsilon_s = \Delta \varepsilon_m - \alpha \cdot \Delta T$
ここに、 $\Delta \varepsilon_s$: 実ひずみの変化量 $\Delta \varepsilon_m$: 計測ひずみの変化量
 α : 計測位置の積算温度に対応した熱膨張係数(1/°C)
 ΔT : 温度変化量(°C)

$E_s = \Delta \sigma_m / \Delta \varepsilon_s = R \cdot E$
ここに、 E_s : 有効弾性係数(kgf/cm²) $\Delta \sigma_m$: 発生応力の変化量(kgf/cm²)
 $\Delta \varepsilon_s$: 実ひずみの変化量 E : 積算温度から求めた静弾性係数(kgf/cm²) R : 弾性係数低減率

図-3および図-6から、有効弾性係数は、温度上昇時は材齢とともに大きくなるが、温度降下時はほぼ一定か、もしくは幾分低下する傾向を示す。温度

降下時の平均有効弾性係数は、A橋で約 1.4×10^5 kgf/cm²、B橋で約 2.1×10^5 kgf/cm²の値を示した。

弾性係数低減率は、温度上昇時はA橋で0.4、B橋で

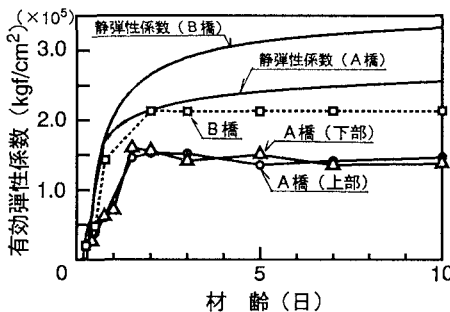


図-6 有効弾性係数

0.5程度であり、温度降下時は材齢とともに減少し、温度が外気温とほぼ平衡状態となる材齢10日では、A橋で0.52~0.56、B橋で0.62の値を示した。また、これらの値は、土木学会コンクリート標準示方書に示される値に比べておおよそ小さい値を示し、材令3日以降の温度降下時には大きな差がみられた。これらの結果から、構造物に発生する温度応力が比較的小さい場合においても、若材齢時におけるコンクリートの剛性は、クリープ等によってかなり低下するものと考えられる。従って、温度応力解析を精度良く行うためには、使用する材料および配合、温度履歴、拘束条件、部材寸法、発生応力度など様々な要因を考慮して、有効弾性係数を正しく評価する必要がある。

4. おわりに

比較的小規模のコンクリートアーチ橋の計測結果をもとに、若材齢時におけるコンクリートの有効弾性係数および弾性係数低減率について検討を行った。今後も、温度応力解析の精度向上のため、これらの検討を行いたいと考えている。

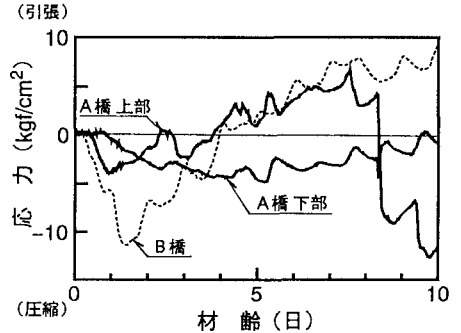


図-4 コンクリート応力の経時変化

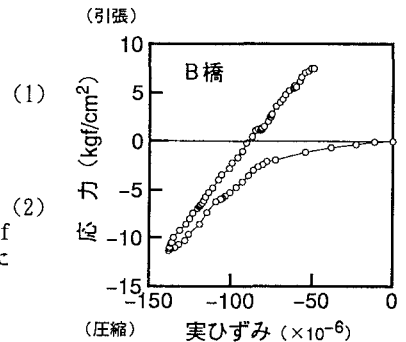


図-5 実ひずみと応力の関係

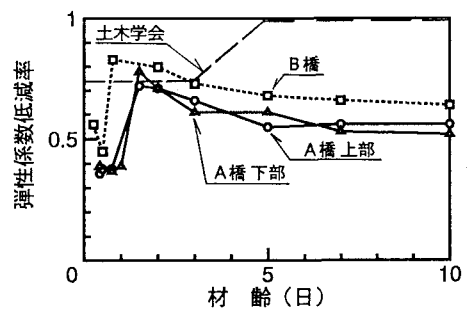


図-7 弾性係数低減率