

V-191

アーチ式橋梁における温度応力計測とその一考察

三井建設(株) 技術研究所 正会員 篠崎 裕生
日本道路公団東京第二建設局 正会員 松井 保幸
日本道路公団東京第二建設局 正会員 山口 裕史

1. はじめに

コンクリートアーチ橋は主構造を成すアーチリブが圧縮材であることから、圧縮に強いコンクリートの特性を生かした構造でありまた、景観的にも優れているため近年広範囲の橋梁に採用されている。当橋梁はスパン44mの充腹式アーチ橋(アーチリブ両端に側壁を設け、その中に土砂を充填した閉腹式アーチ橋)でアーチ部のコンクリートを一回で打設する。

当アーチ橋のアーチリブは、アバットとの打ち継部で厚さ2mとマッシュであり外部拘束による橋軸方向のひびわれ発生が懸念されたため、測定器をとりつけ温度応力の計測を行った。

本計測によりアーチ式橋梁特有と思われる計測結果が得られたのでその報告を行うが、とりわけアーチリブの橋軸方向圧縮力を受けた特殊な拘束条件下での温度応力であるので、外部拘束度係数を中心に考察を行った。

2. 計測概要

図-1に構造物の概要を示す。計測器はアーチ部のアバットとの打ち継目から1.6mの位置に有効応力計と熱電対を埋設した。アーチ部のコンクリートは上り線、下り線を分けて打設するため幅は13mとなり、最初の打設なので隣接ブロックはない。アーチ部コンクリートの打設は12月であるが、拘束体であるアバットは、約半年前に施工されており拘束度はかなり高いことが予想される。コンクリートの配合を表-1に示す。

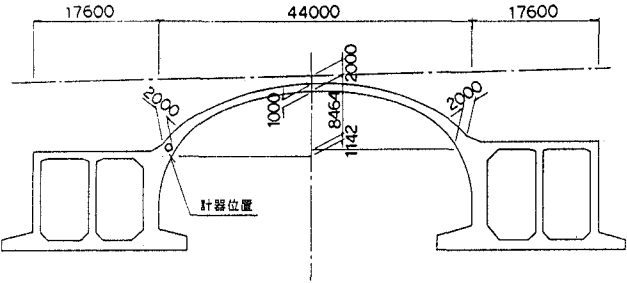


図-1 構造物概要

表-1 コンクリートの配合

呼び強度 kgf/cm ²	スラブ (cm)	粗骨材 の最大 寸法 (cm)	空気 量 (%)	水セ メント 比 (%)	細骨 材率 (%)	単位量 (kg/m ³)				
						水 W	セメント C	細骨材 S	粗骨材 G	混和剤 A
240	8.0	25	4.0	56.4	42.0	158	280	784	1097	0.7

3. 計測結果と考察

温度と温度応力の計測結果と2次元FEMによる解析を行ったのでその結果を図-2、3に、解析で用いたコンクリート物性値を表-2に示す。

温度は打設温度14.8℃で約2日後に最高温度52.4℃に達し、その後コンクリート表面からの放熱にともない徐々に温度降下し外気温へ近づいていく。温度解析の結果は実測値とよく一致している。温度応力は躯体温度上昇時は圧縮力が増加し最大圧縮力14.7kgf/cm²まで増加し、その後温度の降下にもともない躯体が収縮し始め、圧縮力が解放されるとともにアバットにより躯体の収縮が拘束され、引張応力が発生する。引張応力が17.7kgf/cm²に達した時点でひびわれの発生によって引張応力が解放された。応力解析の結果も実測値とよく一致したが、アーチ式橋梁特有と思われる解析上のポイントとして、解析モデルにおいてアバットとの打ち継目の節点変位を拘束したことがあげられる。これはアバットの拘束が完全拘束であることを仮定しているが、これを検証するために簡易式によって外部拘束度係数を算出した。なおアーチリブに発生する温度応力は、アバットの外部拘束が卓越して発生するものと仮定する。

表-2 コンクリートの物性値

比熱(kcal/kg・℃)	0.2
密度(kg/m ³)	2350
線膨張係数(×10 ⁻⁶ /℃)	10
ポアソン比	0.167
熱伝導率(kcal/m・hr・℃)	1.5
熱伝達率(kcal/m ² ・hr・℃)	10.0

4. 外部拘束度係数について

外部拘束度係数を実測値と解析値とから求めた。簡易式はACIの方法¹⁾より次の式を用いた。

$$\Delta \sigma_{Ri} = K_R \cdot E_{ci} \cdot \alpha_c \cdot \Delta T_{mi}$$

ここに、 $\Delta \sigma_{Ri}$ ：材令*i*-1から*i*における外部拘束応力増分、 K_R ：外部拘束度係数、 E_{ci} ：材令*i*-1から*i*における有効弾性係数(kgf/cm²)、 α_c ：コンクリートの線膨張係数(1/°C)、 ΔT_{mi} ：材令*i*-1から*i*における断面平均温度の変化量(°C)

計算結果を図-4に示す。外部拘束度係数は温度応力が圧縮力増加から引張力増加へ移行する区間ではばらつきが見られるもののその前後ではほぼ実測値と解析値は同様の傾向を示しながら推移する。

外部拘束度係数は材令8日までは徐々に下がる傾向を示しているものの、その値は1.2~0.8で一般的な壁状構造物の値0.4~0.8¹⁾と比べてかなり高い。そして8日以降は0.6前後の一定値で推移するという結果が出た。

5. まとめ

アーチ式橋梁の温度応力計測を行い外部拘束度係数を求めた結果、コンクリート打設後躯体温度が比較的安定するまでの一週間程度は、外部拘束度係数は一般的な壁状構造物の外部拘束度係数に比べて高い値を示すことが分かった。この原因としてアーチ式橋梁特有の橋軸方向圧縮力がコンクリート自重によって生じ、そのために橋軸方向の変位が拘束されることなどが考えられるが、今後どの程度の圧縮力が拘束度に影響を与えるのか調べる必要がある。さらに、アーチ式橋梁の温度応力解析を行う場合には、橋軸方向圧縮力の影響を考慮した拘束条件を適用することにより精度の高い解析結果が得られるものと思われる。

今後、同様のアーチ式橋梁における温度応力の計測や実験を行うことにより多くのデータを収集し、比較分析する必要があると思われる。

6. 参考文献

- 1) 日本コンクリート工学協会：マスコンクリートのひびわれ制御指針、1986
- 2) 松田哲夫、小塚昇、中藺明広：充腹式連続アーチ橋の設計と施工、橋梁と基礎、1988. 3

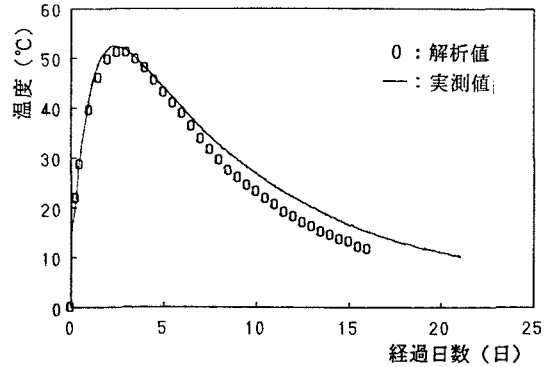


図-2 温度の経時変化

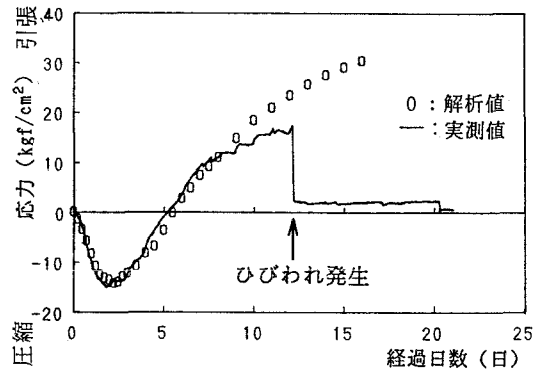


図-3 応力の経時変化

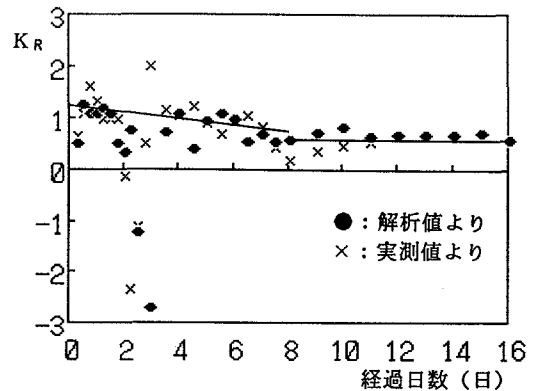


図-4 外部拘束度係数