

V-145

温度応力による有効弾性係数について

三井建設（株） 正会員 土師秀人
 首都高速道路公団 正会員 小森和男
 三井建設（株） 正会員 森田千秋
 三井建設（株） 正会員 竹内 光

1. はじめに

マッシブな構造物においては往々にして、セメントの水和熱による温度ひびわれの発生が懸念される。温度応力に関して数多くの研究が発表されているが、若材令硬化過程におけるコンクリートの諸物性について不明な点が多く、温度応力を的確に事前予測するまでには至っていないように思われる。

本研究は、この様な状況からRCボックスカルバートの施工時にコンクリート温度、ひずみ及び応力を測定し、測定値から有効弾性係数を算定して検討を行ったものである。

2. 計測概要

計測を行った構造物は、図-1に示すブロック長21mの5連のRCボックスカルバートである。底版打設3ヵ月後に外壁を底版より5.1m打設しており、その外壁部に計器も同時埋設して計測を開始した。また、計測と併行して圧縮試験を行い弾性係数を求めた。外壁部打設コンクリートの配合を表-1に示す。

表-1 コンクリートの配合

呼び 強度 kgf/cm ²	スラップ (cm)	粗骨材 の最大 寸法 (cm)	空気量 (%)	水比 (%)	粗骨材 率 (%)	単 位 量 (kg/m ³)				
						水 W	セメント C	細骨材 S	粗骨材 G	混和材 A
240	8±2	25	4±1	56	44.5	151	270	838	1076	1.08

セメントの種類：普通ポルトランドセメント

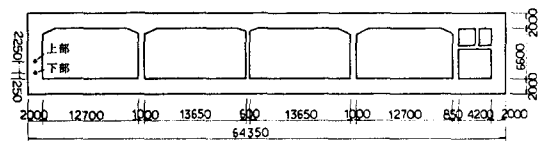


図-1 RCボックスカルバートの概要

計測データは、外壁断面中央部の温度、ひずみ及び応力である。個々のデータは、零点移動量と温度変化について補正を行い整理した。コンクリート温度、ひずみ及び応力の経時変化を図-2, 3に示す。ここで図示したコンクリートひずみは、計測値よりコンクリートの熱膨張係数($10 \times 10^{-6} / ^\circ\text{C}$)を考慮して自由伸縮ひずみを差し引いた有効ひずみである。両図を比較して、発生応力は下部の方が引張側に早くそして大きくなっている。これは、底版による外部拘束の影響であると考えられる。

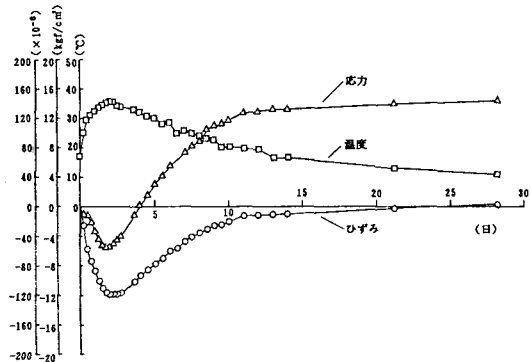


図-2 計測結果（下部）

図-2, 3のひずみと応力の関係より、計測間毎の割線勾配から有効弾性係数を求めると図-4のようになる。図中には、圧縮試験から得られた弾性係数も示されている。実際の弾性係数は材令とともに増加するが、有効弾性係数は温度上昇時まで徐々に増加し、温度ピーク時に急変して温度降下とともに次第に減少する傾向が認められた。しかし、これらの値はコンクリートの熱物性あるいは計器の特性によって計測誤差が生じ易く、割線勾配より有効弾性係数を求めることは困難であると考えられる。

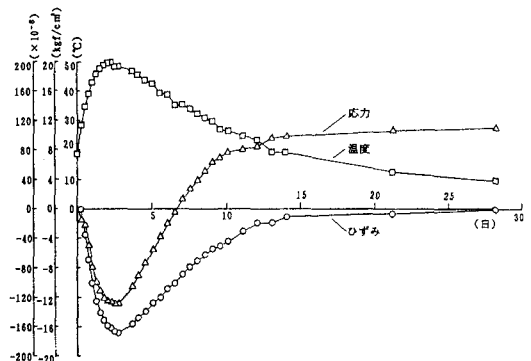


図-3 計測結果（上部）

図-5は、材令とコンクリート温度差（打設コンクリート温度との差）を片対数表示したものである。計

測期間は28日であるが、両計測値においても温度上昇時、降下時、安定時の3区間に直線近似で区分する事ができる。この関係を用いて、図-6のひずみと応力の関係を図中のような3直線に近似した。この直線勾配が有効弾性係数であり、表-2に示す。JCIの「マスコンクリートのひびわれ制御指針」において、有効弾性係数 E_e は簡易的に下式の様に推定されている。

$$E_e = \frac{1}{1 + \phi_c} \cdot E_c$$

ここで、 E_c はクリープを考慮しない弾性係数、 ϕ_c はクリープ係数である。クリープ係数として、温度降下時で0.5～0.6程度を用い、温度上昇時は降下時よりも2～3倍程度大きいとしている。今回の計測結果より、温度上昇、降下については前述のクリープ係数を適用できるが、材令10～14日の温度安定時に関してはクリープ係数が1.5～2程度になると推察される。

表-2 コンクリートの有効弾性係数
(kgf/cm^2)

	下部	上部
コンクリート温度上昇時	0.0417×10^6	0.0769×10^6
コンクリート温度降下時	0.1700×10^6	0.1739×10^6
コンクリート温度安定時	0.0900×10^6	0.0886×10^6

4. まとめ

現場計測データから有効弾性係数を検討した結果、コンクリート温度上昇、降下及び安定時の3区分に分けて考える必要がある。温度上昇及び安定時のクリープ係数は1～2、温度降下時には0.5～0.6であった。なお、計測データは1現場の結果であり、以後同様の計測を行い検討していく予定である。

参考文献

- 1) 竹下 他2名：コンクリート硬化時の有効弾性係数に関する一考察，土木学会第41回年次学術講演会，1986
- 2) 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

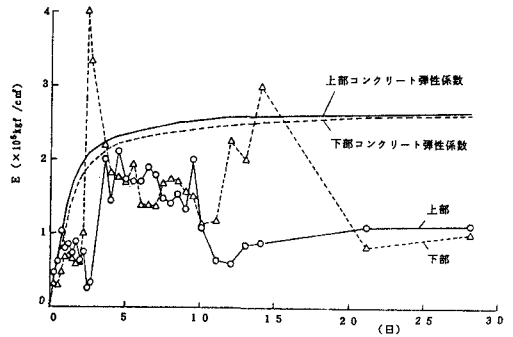


図-4 材令と弾性係数の関係

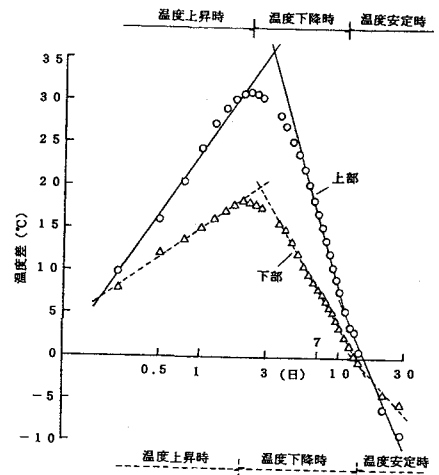


図-5 材令とコンクリート温度差の関係

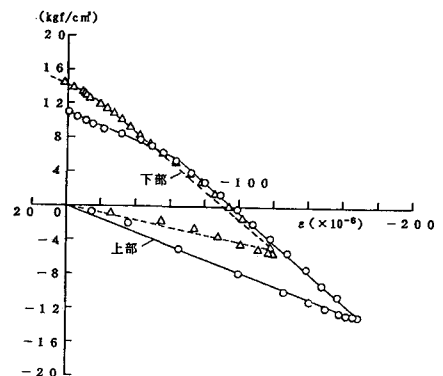


図-6 ひずみと応力の関係