

阪神高速道路公団

正会員

加藤 幹夫

〃

〃

高橋 正克

東洋技研コンサルタント(株)

〃

島田 功

1. はじめに

PC構造物は単位セメント量が多く、水和反応を速めるため、若材令で高い温度上昇を示す。さらにマッシュパな構造物では熱伝散がおそく、内部温度がかなり上昇する。このような温度上昇は内部拘束により表面に引張応力を発生させ、ひびわれ発生の原因となる。本報告はT型PCはり橋脚はり部をモデルに、供試体による温度上昇分布、コンクリートひずみ、鉄筋ひずみの測定と数値解析により、コンクリートの温度応力のメカニズムの解明と、実構造物への適用について検討したものである。

2. 供試体による実験

モデルはT型PCはり橋脚のはり中央部とし、断面実物大で、はり軸長1.5mとし、左右に断熱材を置いて連続性を確保した。鉄筋、PC鋼材は実構造物と同じものを配置した。使用コンクリートの配合は表-1に示す。

表-1 コンクリートの配合

粗骨材 最大径 (mm)	スランポ (cm)	空気量 (%)	w/c (%)	s/a (%)	単位量 (kg/m ³)				
					W	C	S	G	混和材
20	8	4	45.1	42.8	172	381	759	1013	ポゾリス No.8 15.2%

実験は夏季(8月)に行い、コンクリート打設温度は33℃、外気温は平均27℃、振幅約5℃であった。

測定はコンクリート温度、コンクリートひずみ、鉄筋ひずみを材令28日まで測定し、他に圧縮強度、引張強度、比熱、断熱温度上昇試験などの材料試験を行った。

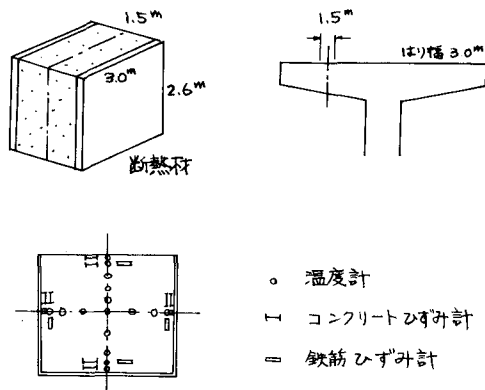


図-1 供試体 一般図

3 断熱温度上昇

図-2に温度上昇履歴、断熱温度上昇試験結果および各種推定式を示す。

断熱温度上昇の式は $T = K(1 - e^{-\alpha t})$

として表わされ、定数 K 、 α については各種の実験式が提案されているが、実物大供試体中央部温度は推定式よりかなり大きく、単位セメント量が多い場合の定数については、今後見なおしが必要と思われる。

4 温度ひびわれ

供試体の底型枠を材令6日で脱型すると、既にはり軸方向にひびわれが発生していた。またひびき履歴をみる

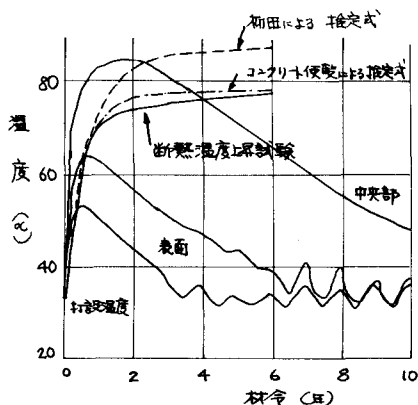
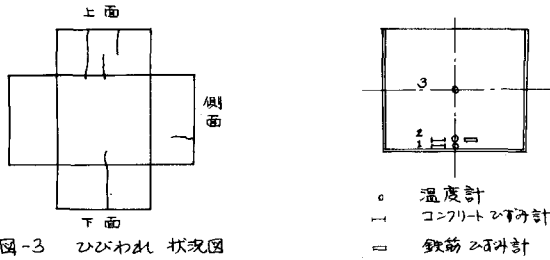


図-2 温度上昇履歴図



と、材令27時間にひずみの急変部がみられる。これはひずみ計近傍でひびわれが発生し応力解放され、コンクリートひずみは急減し、代りに鉄筋ひずみが急増したものと考えられる。したがって材令27時間で中央部と表面部の温度差が25℃となり、材料の引張強度を越え、温度ひびわれが発生したものである。このひびわれは、幅：1.5mm、深さ39cmであった。

この供試体の中央部と表面部の温度差による温度応力を、ヤング係数、フリーフの材令変化を考慮し、各計算ステップで増減する変化応力の和の形で、FEM解析を行った。この結果材令27時間での表面部の引張応力は12 kg/cm²、最高は材令48時間で22 kg/cm²であった。

また測定したコンクリートひずみと直接用いて計算すると、材令27時間の引張応力は15 kg/cm²であった。

一方材料試験では、材令48時間の引張強度は17 kg/cm²で、これから推定して材令27時間の引張強度は12.3 kg/cm²と考えられる。

5 熱衝撃による ひびわれ

上面および側面に相当する型枠と、それぞれ材令1日、6日で脱型したが、脱型後2時間以内に熱衝撃による表面ひびわれが観察された。図-5はコンクリート表面が1℃低い外気にさらされた場合の温度降下の状態を示したものである。また図-6はこの温度分布に、線膨張係数 $=1 \times 10^{-5}/^{\circ}\text{C}$ 、ヤング係数 $=2.0 \times 10^4 \text{ kg/cm}^2$ とした場合の応力分布を示したものである。

6 まとめ

- (1) 新熱温度上昇は、材料試験および推定式よりかなり大きい。
- (2) マシン製のPC構造物では、外的拘束がなくとも、若材令で温度ひびわれが発生する可能性がある。またこの時の温度応力はFEM解析により十分推定し得る。
- (3) 型枠脱型など表面温度を急激に低下させるとこの熱衝撃により表面応力が増加し、ひびわれが発生する。この衝撃応力は約0.5 kg/cm²/℃である。

最後に、尽くいたいた関係者のオマに深く感謝いたします。

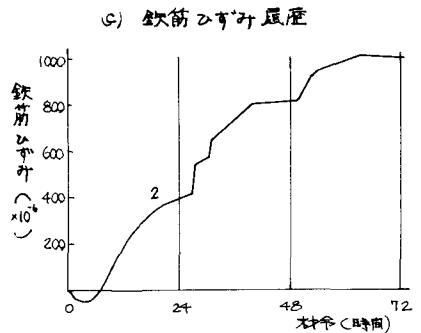
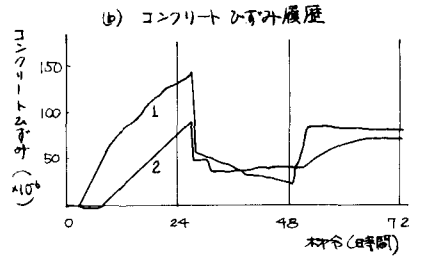
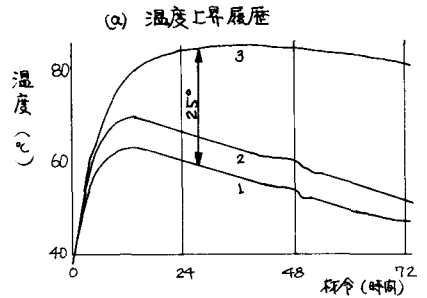


図-4 主要点の温度、ひずみ履歴

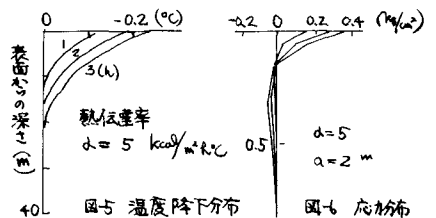


図-6 応力分布

