

プレテンションPC部材の定着部のひびわれについて

岐阜大学大学院 学生員 ○鈴木 唯士

岐阜大学工学部 小島 明徳

岐阜大学工学部 正会員 内田 裕市 森本 博昭 小柳 治

〔はじめに〕

PCポールなどのプレテンションPC部材ではかぶり厚が小さい場合、プレストレス導入時に材端にひびわれが生じることがある。この材端にひびわれが生じる原因としては、①ポアソン効果による鋼材の半径方向の膨らみによる破壊、②鋼材とコンクリートとの相対すべりによる破壊が考えられるが、これらの影響は必ずしも定量的には解明されていない。また、蒸気養生時に鋼材とコンクリートの熱伝導率の違いから、鋼材が熱膨張して、それにより硬化中のコンクリートに初期欠陥を生じさせ、プレストレス導入時に①と②により初期欠陥がひびわれに進展することと考えられる。そこで有限要素法による蒸気養生時の温度解析を行い、鋼材とコンクリートの間にどのような温度差が生じるかどうか検討した。

〔解析概要〕

1- 蒸気養生のモデル化

一般に蒸気養生は、室内の温度上昇速度が $20^{\circ}\text{C}/\text{hr}$ 以下であればコンクリートと鋼材における温度による影響はないとされている。しかし、実際の蒸気養生では 100°C 前後の蒸気を室内に送り、室内に取り付けられた温度センサーにより蒸気層の温度を計測し、蒸気の入、切を行って調節していることから、蒸気養生初期において蒸気が養生中の部材に触れた場合、鋼材とコンクリートの間に温度差が生じる可能性がある。そこで本研究においては蒸気養生の初期に 100°C の蒸気が養生中の部材に接触することを想定して供試体周辺の外気温を 20°C から瞬時に 100°C にして10分間維持した時の鋼材とコンクリートの温度変化を解析した。

2- 供試体

解析の対称とする供試体は図-1に示すようにかぶり厚 1cm の位置に公称径 19mm の鋼棒を配置した2次元モデルを用いた。PCポールなどの側枠は、一般のプレキャスト部材で用いる側枠よりも厚いことから材端では熱容量が大きくなることが考えられる。そこで型枠の厚さを底枠は 10mm として、側枠の厚さを 10mm と 30mm で変化させた。鋼棒と型枠の熱特性は同じと仮定した。鋼材とコンクリートの熱特性を表-1に示す。

3- 熱伝達境界

熱伝達境界は、表-2に示すように側枠厚さ 10mm 、 30mm それぞれについて熱伝達が型枠側面、型枠底面、打設面からあるものと、型枠側面と打設面から熱伝達があるものとで解析した。また、供試体の初期温度は鋼材とコンクリートともに 20°C とした。

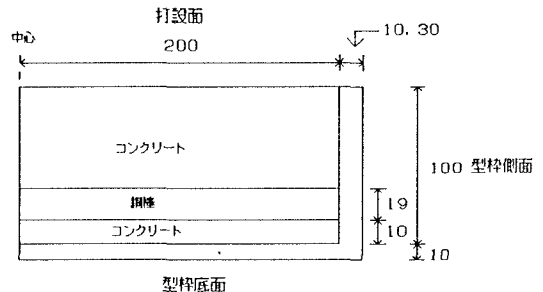


図-1 供試体

単位 [mm]

表-1 鋼材とコンクリートの熱特性

	熱伝導率 ($\text{kcal}/\text{mhr}^{\circ}\text{C}$)	比熱 ($\text{kcal}/\text{kg}^{\circ}\text{C}$)	単位体積重量 (kg/m^3)
鋼材	39	0.111	7870
コンクリート	2	0.22	2300

4-熱伝達率

供試体と外気温の熱伝達は、熱伝達率の大きさに依存する。この熱伝達率は流体の種類や固体の表面形状、熱流束の大小によって変化する。一般にマスコンクリートの温度解析では、常温下における熱伝達率を用い、例えばコンクリート表面では $10\text{kcal}/\text{m}^2\text{hr}^\circ\text{C}$ 、型枠などの鋼材面ではコンクリート表面の5割増し程度としている。しかし蒸気養生時におけるコンクリートや鋼材についての熱伝達率は定められていない。そこで本解析では、蒸気養生中におけるコンクリートや鋼材と蒸気との熱伝達を自然対流中の 100°C の熱湯と固体の熱伝達と仮定した。図-2は、鋼材の一端を熱湯に浸し、熱電対によって測定した鋼材温度と熱伝達率を適当に与えて解析した鋼材温度を比較したものである。本解析では、鋼材の熱伝達率を経過時間2分までの実測値の温度勾配と経過時間6分において実測値との温度差が比較的小さい $300\text{kcal}/\text{m}^2\text{hr}^\circ\text{C}$ とした。コンクリートの熱伝達率は鋼材の5割減として $200\text{kcal}/\text{m}^2\text{hr}^\circ\text{C}$ とした。

表-2 熱伝達境界

	型枠厚さ (mm)	熱伝達境界の有無		
		型枠側面	型枠底面	打設面
A-1	30	有	有	有
A-2		無	有	有
B-1	10	有	有	有
B-2		無	有	有

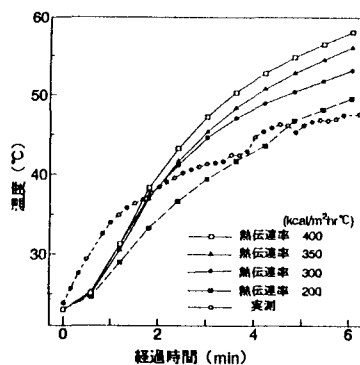


図-2

【解析結果】

本解析で用いた供試体モデルで、材端から最も近い断面である材端から2cmにおける断面の温度変化を図-3~6に示す。型枠厚さ30mm, 10mmともに、型枠の底面から熱伝達がある場合、かぶり面におけるコンクリートは鋼材よりも温度が高くなった。また、底面からの熱伝達がない場合においても、鋼材とかぶり面のコンクリートとの温度差は 1°C 程度であった。すなわち、端部における熱伝達は底面型枠よりの熱伝達が支配的で、側枠からの熱伝達は小さい結果となった。この結果が、実際の現象を表しているのか、あるいは数値計算上に問題があるのか現在検討中である。

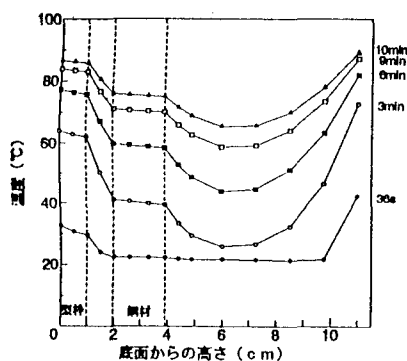


図-3 A-1: 温度変化 (材端から2cm)

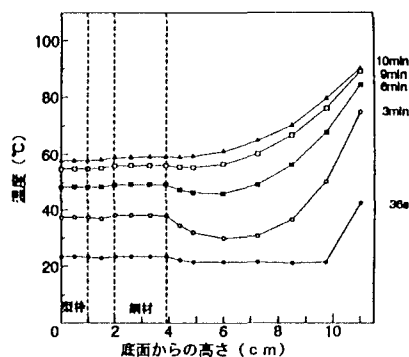


図-4 A-2: 温度変化 (材端から2cm)

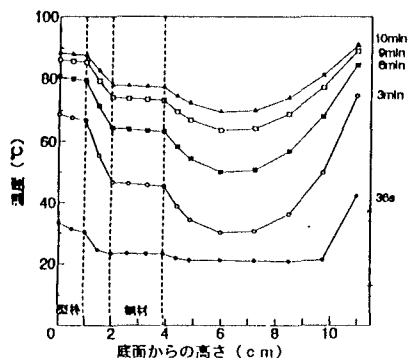


図-5 B-1: 温度変化 (材端から2cm)

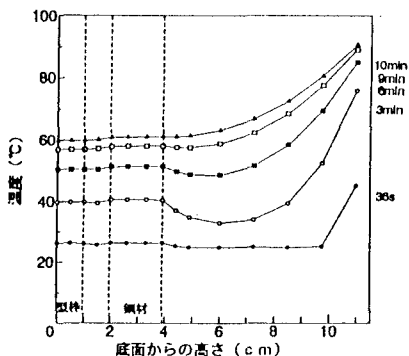


図-6 B-2: 温度変化 (材端から2cm)