

V-152 圧縮応力を受けたコンクリートの温度特性

日本大学生産工学部 正会員 竹内十三男

" " 柳内 陸人

1. はじめに.

コンクリート円柱供試体の圧縮強度試験における破壊に致る内部状況は、試験時の応力-ひずみ曲線や破壊時の状況などで判断している。本研究は、この圧縮強度試験時における供試体内部の破壊に致る状況が赤外線センサにより測定できるコンクリートの面的な温度情報をどのように捉えられているかを確認、応力-ひずみ曲線や破壊時の状況との関連について実験的に検討したものである。

2. 実験概要

表-1 コンクリート配合表

コンクリート打設後、28日間水中養生を行った供試体の一軸圧縮荷重による応力-ひずみ曲線をあらかじめ求めておき、最大荷重、最大荷重の1/2 および1/3 荷重時の供試体を用意した。荷重を受けた円柱供試体の軸方向中心および1/4 の位置で切断した後、供試体中心軸に沿ってφ1.2 cmの棒状発熱体を埋め込み、発熱体から熱を供給して径方向の熱伝導が定常状態になった時、その円形断面内の温度分布を赤外線センサで測定した。

コンクリートの種類	普通コンクリート	単位	使用材料	
骨材の最大寸法 (mm)	20.0	位置量 (kg/m ³)	水	160
水セメント比 (%)	50.0		セメント	320
細骨材率 (%)	45.0		細骨材	854
スランプ (%)	8.2		粗骨材	1020
空気量 (%)	1.8			

コンクリートの表面温度分布測定には、本実験の計測温度範囲が約60~90℃であるため、8.0~12.0μmの遠赤外線域に応答波長域を持つ赤外線センサを使用した。表-1に実験に供したコンクリートの配合を、図-1に普通コンクリートの応力-ひずみ曲線を示した。

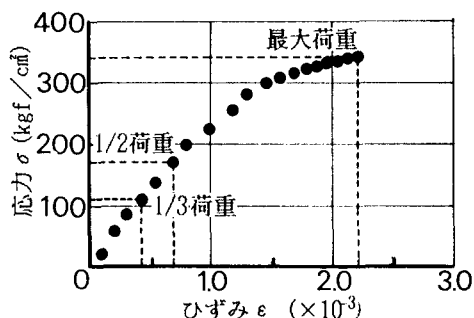


図-1 応力-ひずみ曲線

3. 異荷重に対する供試体中心断面における表面温度分布の測定結果

円柱供試体に最大荷重である337 kgf/cm²、その約1/2 荷重である169 kgf/cm²および約1/3 荷重である112 kgf/cm²の一軸

圧縮荷重を載荷した時、図-2 (1)で示す供試体1/4 断面では、どのように温度分布が異なるかを調べた。写真-1に赤外線センサにより測定された最大荷重を載荷した円形断面内の温度分布画像を示した。画像内の表面温度は、右側の数値で示される温度幅の白黒濃度スライスで表される。

赤外線センサで測定された荷重の異なる温度分布画像を基に、供試体中心から各径方向の点温度を計測し、各径方向の平均値の温度分布を縦軸に径方向の距離、横軸に表面温度のグラフを描くと図-3のようになる。

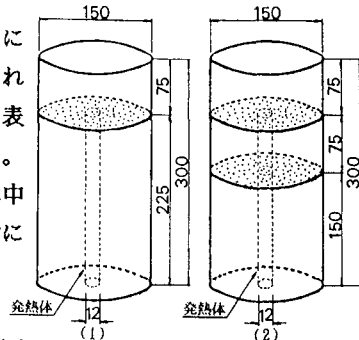


図-2 供試体断面図

4. 同一荷重に対する供試体異断面における表面温度分布測定結果

円柱供試体に最大荷重である337 kgf/cm²の一軸圧縮荷重を載荷した時、図-2 (2)で示す供試体軸方向中心および1/4 断面では、どのように温度分布

が異なるかを調べた。写真-2に赤外線センサにより測定された異断面の温度分布画像を示した。図-4に温度分布画像から求めた同一荷重に対する異断面での径方向の温度分布を示した。

5. 考察

一軸圧縮荷重を受けたコンクリート円柱供試体の円形断面径方向の温度情報が図-3および図-4に示す温

度分布として求めたが、この径方向の温度分布は、円柱供試体中心軸から与えられた熱が径方向へ伝達して低下する様子を示している。すなわち、次式で示される径方向への熱伝導算定式の温度勾配の項を示していると考えられる。

$$\lambda = (Q_s / 2\pi) \times \{ \log_e (r_2 / r_1) / (\theta_1 - \theta_2) \}$$

ここに、

λ : 熱伝導率 (Kcal/m·h·°C)

Q_s : 棒状発熱体が径方向へ単位長さあたり供給する熱量 (Kcal/m·h)

r : 供試体の中心から温度測定した位置までの距離 (m)

θ : 供試体の中心から r だけ離れた位置の温度 (°C)

1, 2: 温度測定位置

上式は、熱伝導率の供給熱量が一定であるならば温度勾配の大きさによって決まることを表しており、したがって、径方向の温度変化の勾配の差異は、供試体周辺環境が同一であるならば測定表面の熱伝導率の大小を表すから、図-3および図-4に示される温度勾配の差異は、熱伝導率の違いを表している。この違いは、次のような理由に起因する。

(1) 異荷重に対する供試体中心断面における表面温度分布

図-3 から、供試体中心断面における温度分布の径方向の勾配 $\{ \log_e (r_2 / r_1) / (\theta_1 - \theta_2) \}$ は、熱伝導状態が安定している径方向3 cmから6 cmの間で一軸圧縮荷重337kgf/cm²に対して0.057(1/°C)、169 kgf/cm²に対して0.065(1/°C)、112 kgf/cm²に対して0.084(1/°C)と計算され、荷重が大きいかほど温度勾配が小さく、それだけ熱伝導率が小さいことが判る。これは供試体軸方向中心の円形断面では、荷重が大きいかほど骨材とモルタルとの境界面が破壊されて生ずる付着ひびわれ、局所的な集中応力によるモルタルひびわれなどの発達が断面全体に増大し、このひびわれによる空隙内の空気熱伝導率がコンクリートに較べて非常に小さいため、この空隙によって熱伝導が阻害され、それだけ断面内全体の熱伝導率が小さくなったことが起因しているものと考えられる。

(2) 同一荷重に対する供試体異断面における表面温度分布

供試体軸方向中心および1/4断面における温度分布の径方向を詳細に見ると、径方向4 cm以下で1/4断面の方が温度勾配が大きくなっているのが判る。これは、円柱供試体が鉛直方向の一軸圧縮により円錐状に破壊するため、最大荷重時、供試体中心断面では全断面が破壊状態になっており、1/4断面では断面中心部が未だ破壊状態になっていないため、1/4断面では径方向約4 cm内では、ひびわれなどによる空隙が少なく、それだけ温度勾配が大きくなったことに起因している。

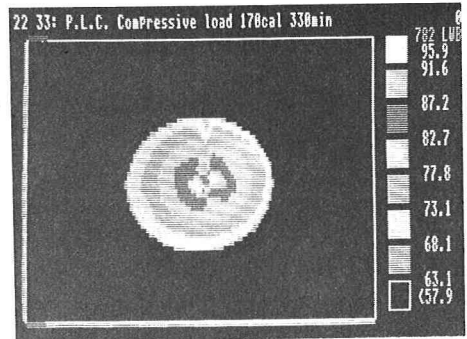


写真-1 最大荷重を載荷した時の温度分布画像 (1/4 断面)

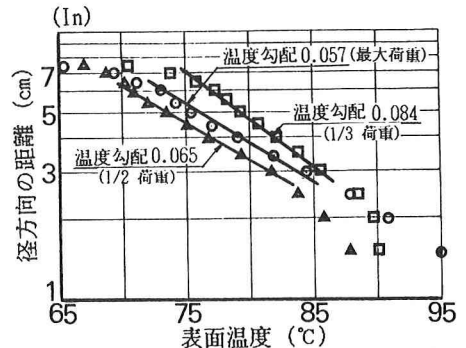


図-3 異荷重による温度分布の相違

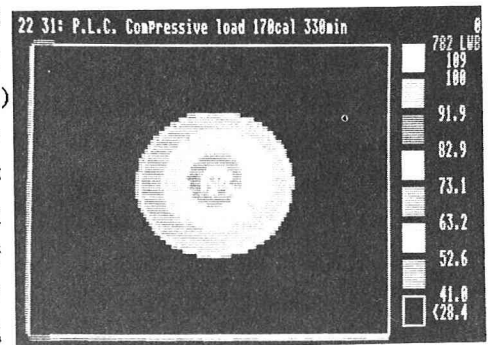


写真-2 最大荷重を載荷した時の温度分布画像 (中心断面)

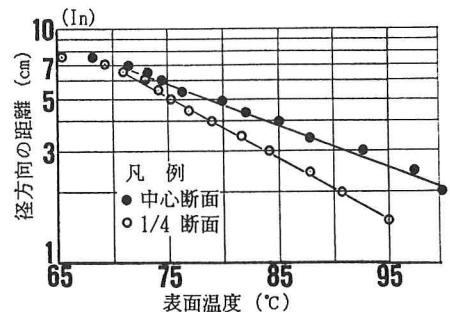


図-4 断面の違いによる温度分布の相違