

光弾性実験によるPCコンクリートの応力伝達

関西大学工学部 正会員 山岡 一三
正会員 〇西形 達明

まえがき プレストレスコンクリート構造物に緊張力が一作用する場合、材端及びアンカー板周辺において応力は極端な曲線分布となり、又ある領域において割裂作用が生じることになる。このような応力分布を光弾性実験により解析を行なうと共に、コンクリート内に、不連続面が生じている場合のプレストレスによる応力の伝達機構について、実験及び数値解析によって考察を行うものである。

実験過程 本実験は上部アンカーと下部アンカーとの間に圧縮力を与えることによってPCコンクリートと同様な荷重状態を作り、又アンカー板として正方形板を使用したものである。次にPC鋼とコンクリートとの付着力は緊張力として加えられる荷重から考慮して微小であると考えられるので、無視できうるものとしてPC鋼と光弾性材料とをグラウトせずに実験を行なった。

i) 周辺無限一様な場合 写真-1に等色線写真と示す。周辺の黒色の部分が繰り回数0次であり、従って周辺にはプレストレスによる影響はないので工学的に無限板であると言える。明らかに上下のアンカー板周辺に大きな応力集中が生じていることが分かる。

ii) 不連続面を含む場合 その等色線写真は写真-2に示す。本実験はPC鋼に垂直な方向にひび割れとモデル化した2層の不連続面を考慮したものである。実験の条件はi)の場合と全く同様である。その応力伝達は、上下の層において大きくなっているが、中間層においては、あまり大きな応力伝達は認められない。不連続面で等色線が不連続面となっていることから、この不連続面でせん断応力が不連続となっている。この実が顕著に表われているのは、光弾性モデルの不連続面でのせん断抵抗性が、光弾性材料間の摩擦抵抗によってのみ表わされているためであると考えられる。

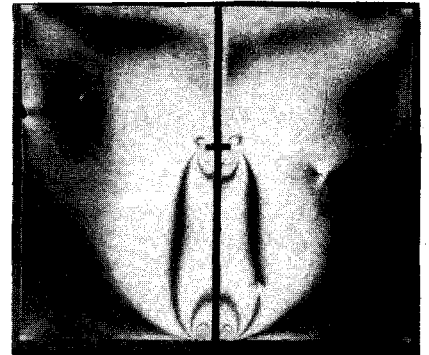


写真-1

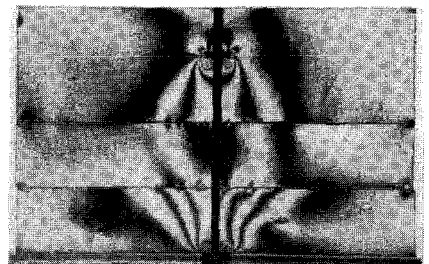


写真-2

数値解析 本研究の数値解析としては、有限要素法を用い、2次元平面応力問題として計算を行なった。不連続面を持つ場合の解析は、図-1に示すように、不連続面の存在する部分にそれを代表するような微小要素を考える。この要素は引っ張り応力に対して無抵抗であり、又不連続面を表現するためにできるだけ微小なものが良いと考えられるが、解の収束性から考えるとあまり微小なものにすることは問題がある。今回の計算から、この不連続面の表現のためには、適当

な幅を持つ要素を用いても十分に表現できるものである。
最初に不連続面がないものとして全体を弾性計算し、その結果この微小要素に引張主応力が作用しておれば、それを等価節点力として置き換える。この等価節点力は次のように与えられる。

$$\{F\}^e = \int_V [B]^T \{\sigma\} dV$$

ここに $\{F\}^e$ は等価節点力であり、 $\{\sigma\}$ は等価節点力として置き換えられるべき応力である。 $[B]$ は節点座標によって決定されるマトリックスである。積分は要素全体について行い、求められた節点力を弾性解に重ね合わせる。この節点力は仮想の力であるので釣り合いと保つために、絶対値が等しく逆符号の節点力を作用させて再度弾性計算を行い、その結果と前の解に重ね合わせる。これと不連続面を表わす要素について引張主応力が消滅するまで繰り返し計算を行う。本方法は、繰り返し回数がやや用するようであるが、剛性マトリックスを変化させずに繰り返し計算が可能であるという利点を持っている。

解析結果 図-2,3に光弾性実験及び有限要素法による解析結果を示す。なお2は不連続面を持たない場合であり、3は不連続面を含む場合のアンカー板周辺の応力分布を示した。そこで σ_x はPC鋼に垂直な方向の応力と表わし σ_y はそれに平行な方向の応力である。又解析面はA図がアンカー板より距離 L の所 (L : アンカー板の長さ) であり、B図はアンカー板より $2L$ の所である。

図-2,3において σ_y の分布については、両者に大きな差異は認められないが、 σ_x は、 σ_y に比べてオーダーは小さいがPC鋼付近において割裂作用による引張主応力について不連続面を含む方が大きくなっていることが分かる。これは不連続面においてすべりが生じているためであると考えられる。又この σ_x の引張り応力の最大値は、アンカー板よりおおむね L 離れた所において生じているようである。数値解析の結果は実験結果とかなり良く一致しているようであるが、 σ_x の分布については多少の誤差がある。これは、やはり不連続面におけるせん断抵抗が、実験と数値解析の両者において差異があるためであろう。従って今後光弾性実験において不連続面のせん断抵抗を考慮する必要がある。

