

V-338

PC鋼材定着支圧面積が支間中央部の応力に及ぼす影響

日本大学大学院 学生員 ○水上 茂
 日本大学 正会員 澤野利章
 日本大学 正会員 木田哲量
 日本大学 正会員 阿部 忠

1. はじめに

ポストテンション部材は、PC 鋼材を部材端部の定着具によって固定することによりプレストレスを導入する。その部材端部においては、プレストレスが曲線状の圧縮応力として部材中間方向に作用するために PC 鋼材周辺ではシース孔が拡がろうとし、支間方向に直角の微小な引張応力を生じることが知られている。これが、ひび割れ幅の増大、破壊耐力の低下などの原因であると指摘されている。そこで本研究では、PC 鋼材定着支圧面積と部材内部に発生する応力の関係に着目し、定着板支圧面積を変化させたときの部材端部と支間中央断面に発生する応力について光弾性実験を用いて実験的に解析を行うものである。

2. 実験概要

供試体は図-1に示すようにエポキシ樹脂（光弾性感度 $\alpha = 0.95912\text{mm/kgf}$ ）を用いて作製し、直径 3mm 程度のシース孔を設けて PC 鋼線を想定した鋼棒を直線配置する。また、シース孔の偏心距離は供試体高さ方向中心から下縁側へ 10mm とする。緊張力の導入は、図-2のように鋼棒を両側の 2 枚の鋼板に通してナットで止め、片側の鋼板に設けた 4 本のボルトを締め付けることによって与えた緊張力による。このとき PC 鋼材定着具を想定した鉄板を供試体と鋼板の間に挿入する。

3. PC鋼棒定着板面積の算出

一般にプレストレスコンクリートの PC 鋼棒定着板の面積は式 (1)、(2) によってある程度仮定できる。そこで任意のコンクリート断面を仮定し、定着具支圧最小面積を以下の式より推定する。ただし、コンクリートの許容圧縮応力度 $\sigma_{ca} = 500\text{kg/cm}^2$ 、引張応力度 $\sigma_{ta} = 40\text{kg/cm}^2$ と仮定する。また、 h は部材高さ、 h_1 、 h_2 は図心軸から上縁、下縁までの距離、 A_c は部材側面積、 P_t は緊張力、 A_1 は必要面積とした計算結果を表-1に示す。

$$P_t = \frac{\sigma_{ca} h_1 - \sigma_{ta} h_2}{h} A_c \dots\dots\dots (1)$$

$$A_1 \geq \sqrt{\frac{1}{A_c} \left(\frac{P_t}{\sigma_{ca}} \right)^3} \geq \frac{P_t}{2.92 \sigma_{ca}} \dots\dots (2)$$

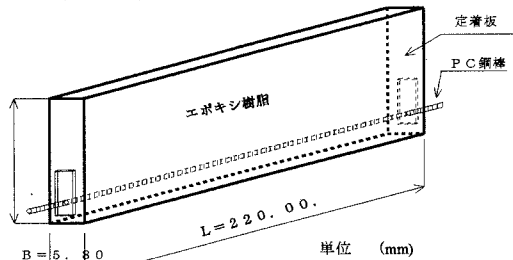


図-1 供試体形状寸法図

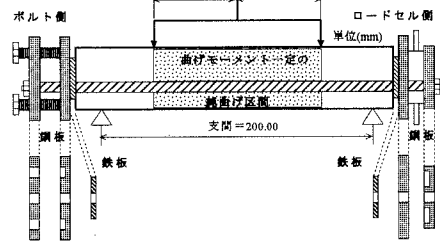


図-2 緊張力導入装置と荷重載荷図

表-1 定着板の最小面積計算結果

断面寸法 h×b(cm)	case1	case2	case3	case4	case5	case6
h×b(cm)	100×20	100×50	300×50	300×100	500×200	500×300
$A_c(\text{cm}^2)$	2000	5000	15000	30000	100000	150000
$P_t(\text{kg})$	460000	1150000	3450000	6900000	23000000	34500000
$A_1(\text{cm}^2)$	623.0	1559.9	4679.8	9359.6	31198.7	46798.1
面積比(%)	31.150	31.198	31.199	31.199	31.199	31.199

計算結果から部材側面積と定着板面積の面積比は約32%以上で仮定されることがわかった。そこで本実験においては、面積比25%も考慮することとし、50%、75%、100%の4種類について実験を行うこととする。

キーワード：プレストレスコンクリート、光弾性実験、PC 鋼材定着具

〒 275 - 8575 千葉県習志野市泉町 1 - 2 - 1 TEL 047 - 474 - 2460

4. 結果と考察

4-1 実験Ⅰ（支間中央断面応力解析）

実験Ⅰでは荷重を載荷させた状態での定着板の影響による部材端部に発生する複雑な応力が、部材中央断面にどのような影響を与えるのかを高き方向に8等分して応力分布状態を解析した。荷重は図-2のように梁部材とした供試体に純曲げ区間ができるよう2点对称集中荷重とし、緊張力は20kgf～50kgf、定着具支圧面積は供試体側面積の25%、50%、75%、100%、荷重は10kgf～50kgfとした。このうち定着面積の違いによる上縁の圧縮応力、下縁の引張応力の差が最も顕著に現れた載荷荷重50kgf、緊張力50kgfにおける応力分布状態を図-3に示す。これより上縁側の圧縮応力、下縁側の引張応力、中立軸の位置には定着具支圧面積の違いによる差異は見られないことを確認できた。

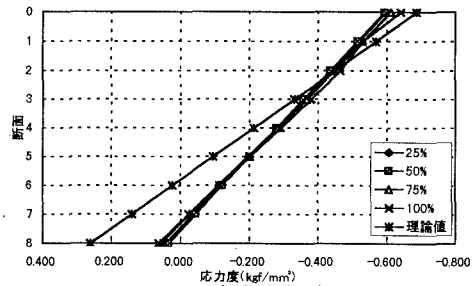


図-3 応力分布図

このことから定着具付近から供試体中央部へのびる曲線状の圧縮応力は支間中央部まで到達しないこと、緊張力の影響によってシース孔に生じる引張応力は支間中央断面ではほとんど発生していないことが考えられる。次に理論値を式(3)により求め、実験値との比較を行うと部材の上縁、下縁に近づくにつれて差が大きく現れている。

$$\sigma = \frac{M \cdot y}{I} + \frac{P_t}{A} + \frac{P_t \cdot e_p \cdot y}{I} \quad \text{.....(3)}$$

ただし M：測定断面の作用曲げモーメント Pt：緊張力
 e_p ：偏心距離 y：中立軸からの距離
 I：断面二次モーメント A：部材断面積

4-2 実験Ⅱ（PC鋼材定着具近傍応力解析）

実験Ⅱでは緊張力のみによる供試体定着部近傍の応力集中状態について等色線写真より解析を行った。緊張力は等色線がはっきり現れるように100kgfと大きく作用させ、外力としての荷重は与えないこととする。等色線写真は、支圧面積25%、50%、100%の順に写真-1から写真-3に示した。すべての写真において部材端部から部材中央部へのびている平行な縞は緊張力による圧縮軌跡である。支圧面積25%の供試体では50%、100%に比較して定着部における縞の数多く、縞間隔も狭くなっていることが確認できる。また100%においては側面全体に縞が現れている。これは25%、50%に比べて定着面積が大きいことためプレストレスが分散されたためと思われる。25%、50%においては定着板の角から縞が発生していることが確認で



写真-1 (S=25%)



写真-2 (S=50%)



写真-3 (S=100%)

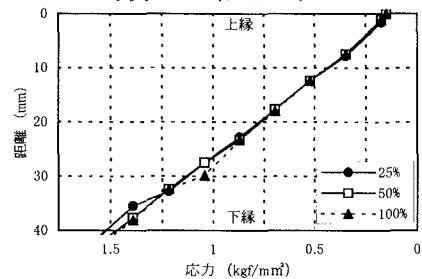


図-4 応力分布図

きるが、これは定着板の角にプレストレスによる局所的な応力集中があることを示している。定着板の面積をさらに小さくし、荷重を載荷させたときと仮定すると、緊張力によるシース孔を裂こうとする引張応力と荷重による引張応力が合成され部材が破壊する危険性があると考えられる。図-4は供試体中央部における縞次数より算出した中央部の応力分布図である。これからも定着面積の変化が中央部の応力に影響を与えないことが確認できた。

4. まとめ

支間中央断面では実験Ⅰ・Ⅱより定着部近傍の応力は影響を及ぼさないことが確認できた。しかし、定着部近傍では定着板端部に応力集中が局所的に生じることがわかった。