

光弾性実験による曲率の異なるプレストレス導入材を有するPC部材の応力解析

日本大学 学生員 ○土地顕司
 日本大学 正 員 木田哲量
 日本大学 正 員 澤野利章
 日本大学 正 員 阿部 忠

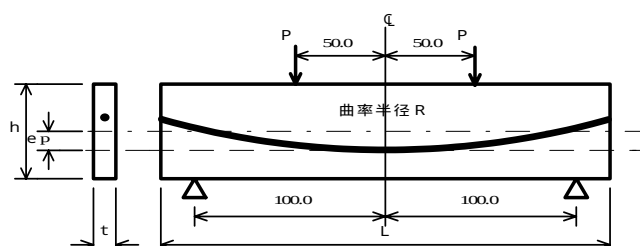
1. はじめに

橋梁などのインフラストラクチャを新設する際には経済性、耐久性、維持管理の省力化が求められる。これに応える構造部材の一つにプレストレストコンクリート（以下PC）が挙げられる。PCを橋梁の桁構造などに用いる場合はPC鋼材を曲げ上げて配置することにより、部材に生じるせん断力を減少させる方法を探るが、PC鋼材の曲げ上げ曲率半径と内部応力の関係を解明しておく必要がある。そこで本実験では、アンボンドPCポストテンション部材において、PC鋼材の曲率半径と内部応力、特に曲げ応力度についての関係を光弾性実験法を用いて可視的に解析することとする。

2. 実験概要

2.1 供試体の作製

供試体の材料であるエポキシ樹脂は主剤のアルラナイトCT200を130に加熱・溶解し、硬化剤のHARDENER HT901を主剤の重量比30%加えて作製する。供試体作製の型枠はエポキシ樹脂板の厚さが6mmとなるようにアルミ角棒をガラス板で挟み、所定の曲率半径を有する鋼棒をエポキシ樹脂との癒着防止のため、シリコンでコーティングしたものを配置して作製する。型枠内にエポキシ樹脂を気泡が入らないように流入し、130の恒温乾燥炉に4～5時間入れる。硬化反応終了後、脱型し、鋼棒を引き抜くとシース孔を有するエポキシ樹脂板が完成する。その後、シース孔を基準として40×220mmを目標に供試体を切削する。本実験では鋼棒を直線配置した供試体と、鋼棒の曲率半径Rが840, 560, 340, 250mmの5種類を作製した。なお、各供試体の鋼棒の偏心距離 e_p （供試体の図心から鋼棒の中心までの距離）は10mmとする。供試体の詳細図および緒言を図—1、表—1に示す。



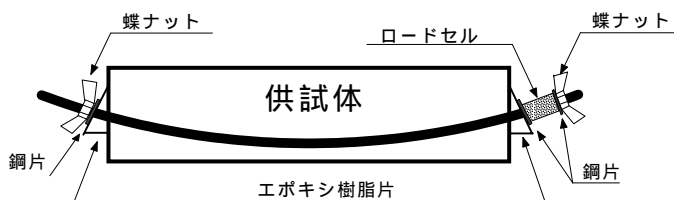
図—1 供試体詳細図

表—1 供試体寸法および光弾性感度

	R (mm)	e_p (mm)	L (mm)	h (mm)	t (mm)	α (mm/N)
モデル1	直線配置	10	221.00	40.25	6.10	0.09786
モデル2	840		219.25	40.40	6.00	0.10586
モデル3	560		219.15	40.70	6.00	0.10674
モデル4	340		219.40	40.15	6.00	0.10882
モデル5	250		219.05	40.05	6.10	0.10608

2.2 緊張力導入方法

緊張力の導入には図—2に示す緊張力導入装置を用いる。供試体に配置された鋼棒の片側に鋼片を通し、蝶ナットで止める。反対側に真ちゅう管表面にひずみゲージを貼付して作製したロードセルを設置し、蝶ナットを締め付けて緊張力を計測する。ここで、曲率の接線方向に緊張力を導入するために、供試体と蝶ナットの間にエポキシ樹脂片を両側に設置することとする。



図—2 緊張力導入装置

2.3 初期緊張力と載荷荷重

本実験における支点は供試体中央部より左右に100mmの位置とし、載荷荷重位置は供試体中央部より左右に50mmの2点对称集中荷重とする。供試体に作用させる初期緊張力は392Nとし、荷重の大きさは0, 98, 196, 294, 392, 490Nと変化させたときの等色線および等傾線を測定することとする。

キーワード：プレストレストコンクリート，PC鋼材の曲げ上げ曲率，緊張力，光弾性実験

連絡先：〒275-8575 千葉県習志野市泉町1-2-1

047-474-2459

3．結果および考察

3.1 光弾性等色線写真

等色線とは主応力差一定の軌跡を示す線であり、各断面に生じている応力値を求めることができる。例として本実験においてモデル3に初期緊張力 392N、荷重 490N 載荷時の等色線写真を写真—1 に示す。各供試体における解析断面位置は X - X 断面（支間中央断面）、解析を行なう分割面は供試体の高さ方向を 8 等分点とし、すべてのモデルにおいて同一の点で解析を行なうこととする。実験時、解析断面における等傾線に変化はみられなかったことから、せん断応力が生じていないことを確認した。よって等色線から求めた主応力差は、すべて曲げ応力度として解析することとする。

3.2 結果および考察

図—3 は各モデルに初期緊張力 392N、荷重 490N 載荷時の曲げ応力度分布図を示す。図—3 より引張応力が最大となる解析断面 8 において、直線配置されたモデル 1 と曲率半径の最も小さいモデル 5 の曲げ応力度を比較すると、モデル 1 とモデル 5 はモデル 1 の 90% の差が生じているように、各モデルの曲げ応力度に差が生じていることが確認できる。この差が生じた原因として、曲率半径の違いが荷重作用により初期緊張力に影響を及ぼしていると考えられる。そこで、各モデルにおいて初期緊張力 392N、荷重を 0 ～ 490N と変化させたときの緊張力の変化を知るために緊張力と荷重の関係を図—4 に示した。この図より、各モデルの緊張力は荷重の増加に伴い大きくなっており、荷重 490N 載荷時にモデル 1 とモデル 5 では 122.25N の差が生じているように、その変化に差が生じていることが確認できる。この差が図—3 のような曲げ応力度の差を生じさせたと考え、モデル 1 を基準とし、他のモデルの緊張力差から下記に示す式（1）により曲げ応力度を求め、図—3 の応力分布に加えて補正したものを図—5 に示す。図—5 においては、図—3 において差が最大だったモデル 1 とモデル 5 の差はモデル 1 の 30% となったように、モデル 1 の応力分布に各モデルがほぼ近づいた。

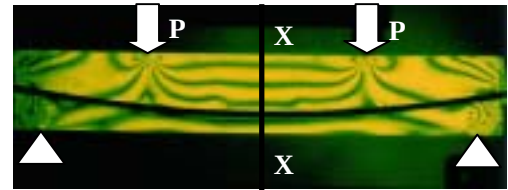
$$\sigma = \frac{P_t}{A} + \frac{P_t \cdot e_p \cdot y}{I} \dots\dots\dots (1)$$

また、図—4 のような緊張力増加量の差は、曲率半径が小さいモデルほど緊張力の増加が小さくなっているのに対し、曲率半径が直線に近いモデルほど緊張力の増加が大きくなっていることが確認できる。これは鋼棒の曲率半径が小さくなるに伴い、供試体内部の鋼棒の長さが長くなり、鋼棒とシース孔内との摩擦の影響が大きくなるために緊張力の増加が小さく、反対に直線に近づくに伴い摩擦の影響が小さくなり、緊張力の増加が大きくなっていると考えられる。

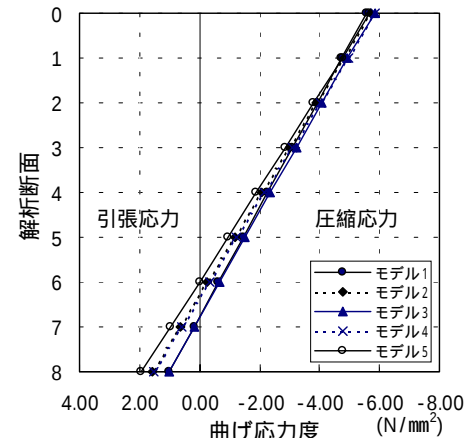
4．まとめ

P C 鋼材の曲率半径の違いが荷重作用による緊張力の増加に影響を及ぼし、さらに曲げ応力度にも影響を及ぼすことから、曲げ応力度に差が生じることが分かった。

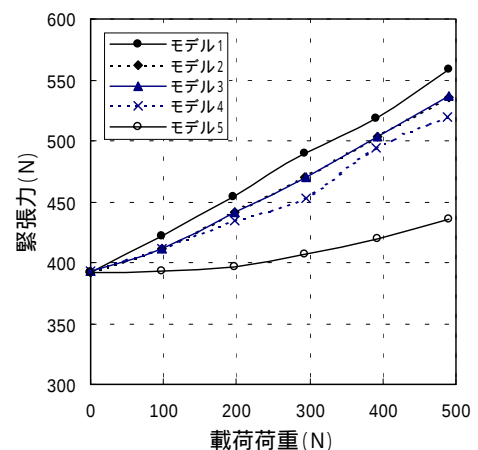
荷重作用による緊張力増加量の差は、鋼棒の長さの差から供試体内部に生じる摩擦の大きさに差が生じることが原因であることが確認できた。



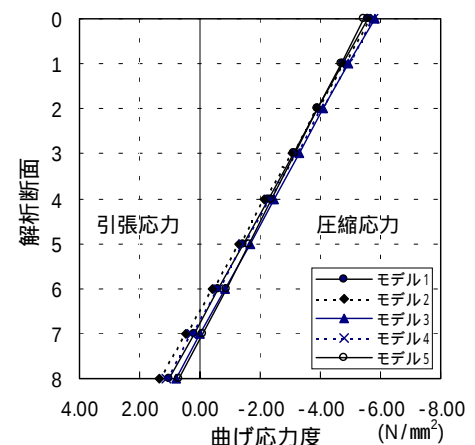
写真—1 等色線写真



図—3 曲げ応力度分布図



図—4 緊張力と荷重の関係



図—5 緊張力の差を補正した曲げ応力度分布図