

PRC構造物のプレストレス導入時のひずみの 実測

TSUBOI, Yositaka / 坪井, 善隆

(出版者 / Publisher)

法政大学工学部

(雑誌名 / Journal or Publication Title)

法政大学工学部研究集報 / 法政大学工学部研究集報

(巻 / Volume)

26

(開始ページ / Start Page)

227

(終了ページ / End Page)

232

(発行年 / Year)

1990-02

(URL)

<https://doi.org/10.15002/00003910>

PRC 構造物のプレストレス導入時のひずみの実測

坪 井 善 隆*

Actual Measurement of Strain in Post-tensioning Partially Prestressed Concrete

Yositaka TSUBOI*

Abstract

Prestressing force is usually determined so that the compressive as well as tensile capacity of concrete in both fibers remains within allowable limits under construction. An approach in which a certain amount of tensile stress is permitted in the concrete at full service load is called partial prestressing. PRC members with small amount of prestress tensile stress and possible cracking may be allowed at full service load. For very wide flanges the compressive stress in the flange is not uniform, but decreases with lateral distance from the web. While actual longitudinal compression varies, it is convenient in design to make use of an effective flange width that may be smaller than the actual flange width, but that is considered to be uniformly stressed. This effective width depends primarily on the beam span, the thickness of the slab and on the area of the beam. Actual measurement of strain indicates that the effective flange width comparatively coincide with the recommendations in the AIJ code.

§ 1. は じ め に

鉄筋コンクリート (RC) 構造とプレストレストコンクリート (PC) 構造との中間の位置にあるプレストレスト鉄筋コンクリート (PRC) 構造は、RC に対してわずかなプレストレスを導入してそのひびわれ幅やたわみの制御を行うものである。すなわち最も不利な長期設計応力作用時にコンクリート断面引っ張り側に曲げひび割れの発生を許すが、軽度のプレストレスの導入と引っ張り側側普通鉄筋とによって、厳しいひび割れ幅を満足する設計である。

このように、PRC 構造は比較的小規模の構造物に用いられるため、断面形状が小さく緊張材の偏心距離があまり大きく取れず、プレストレスモーメントと共に圧縮力も、荷重による曲げの引張応力を打ち消すための重要な要素となる。PRC 構造ではポストテンションが一般であり、

* 法政大学工学部建築学科

PRC 材はスラブあるいは壁と一体となっており、設計上のプレストレス力が与えられるか問題がある。スラブと一体になっている部分は有効幅を考慮してT型梁で設計することになっているが、その値が妥当なものであるか確認するため、実施例についてプレストレス導入時のひずみ、変位を計測し、その結果及び計算値との比較検討について報告する。

§2. 建物概要

測定を行った建家は、法政大学多摩工学部棟の教室棟部分で2階建 PRC 構造でありまたパン13.5mとなっている。1階部分打設後の2階梁のプレストレス導入時の測定を行った。

PC 工事関連諸元を示す。

PC 鋼線 SWPR7B-7 (3本)

導 入 力 97 t

コンクリート強度 240kg/cm²

梁 断 面 60cm×90cm

ス ラ ブ 厚 15cm

定着体セット方法 埋込方式

シースの曲げ上げによる摩擦係数 $\mu=0.25(1/\text{rad})$

シースの波打ちによる摩擦係数 $\lambda=0.004(1/\text{m})$

セ ッ ト 量 3mm

建物概要図を図1に、ひずみゲージ貼付位置及びダイヤルゲージ設置位置を図2に示す。ダイヤルゲージのセットは柱両端部を支持点としたパイプのトラスよりマグネットで固定した。なお測定時は工事の進行中であり図に示す位置でしか測定できない状態であった。

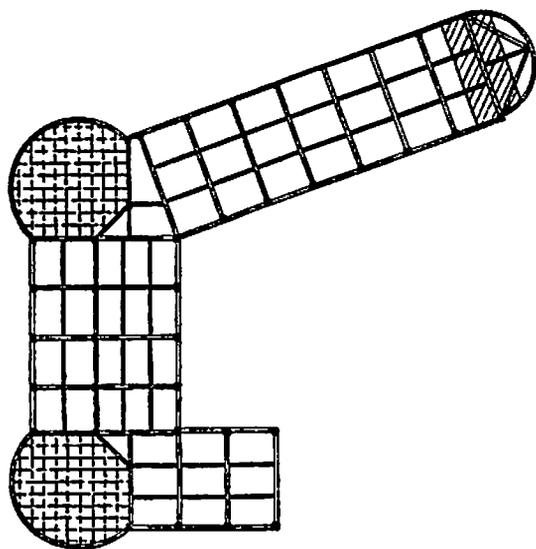


図1 建物概要(ハッチ部分は測定位置を示す)

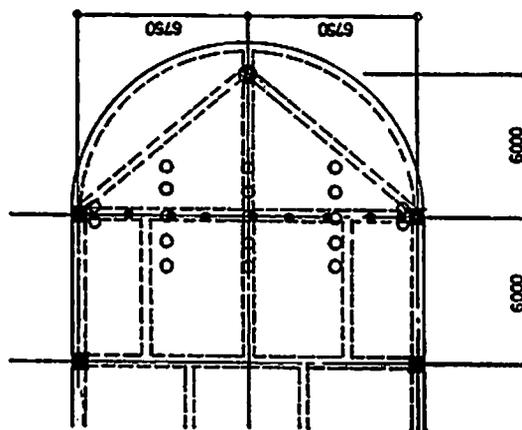


図2 測定箇所平面図 (○はひずみゲージ貼付位置, ●はダイヤルゲージ設置位置)

§3. 測定方法

図2に示すように、ひずみ計測は梁、スラブのコンクリート表面にワイヤーストレインゲージ (PL-60) を19ヶ所貼付して行い、変位はダイヤルゲージを9ヶ所設置し測定した。

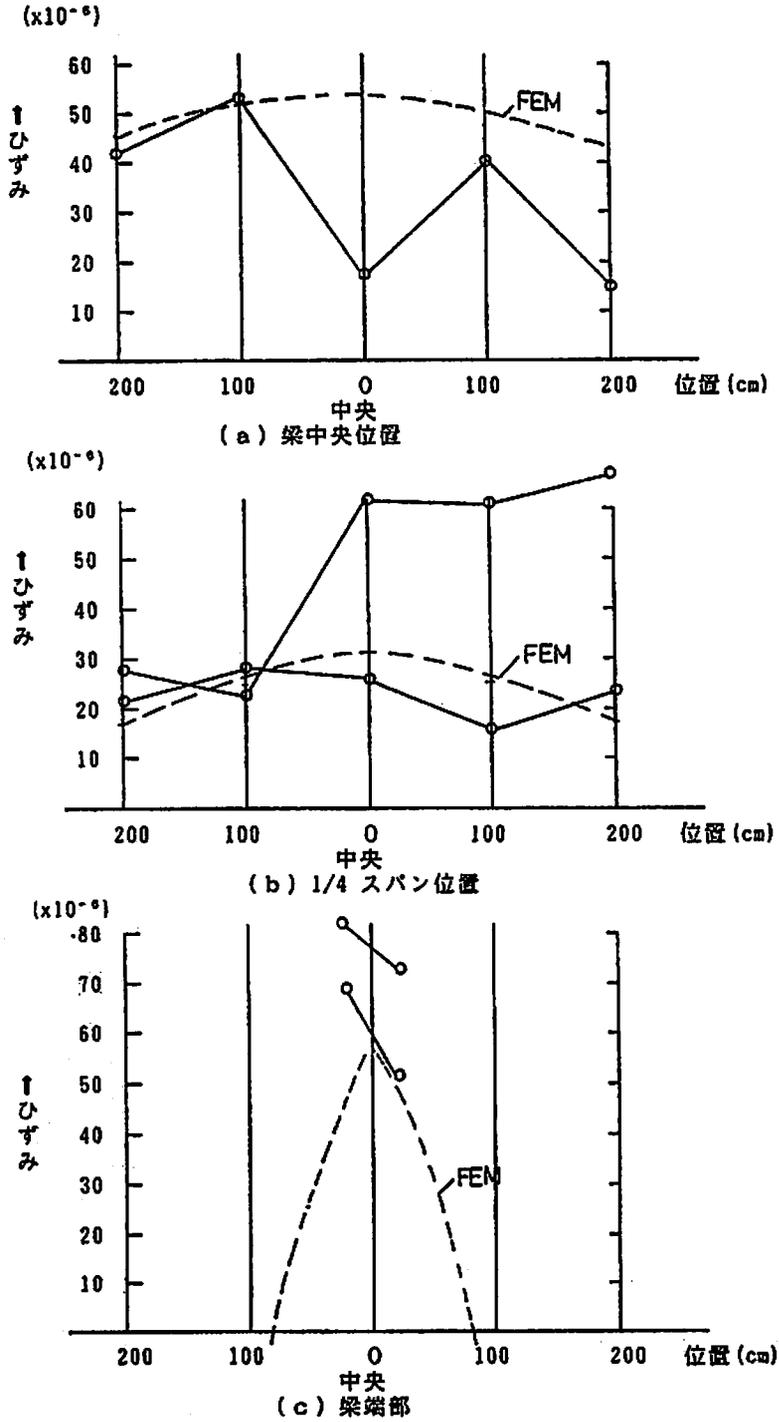


図3 プレストレス方向ひずみ測定値および計算値

リード線の抵抗による補正を下式により行った。

$$\varepsilon = (K_1/K)(1+r/R)\varepsilon_t$$

K_1 : 測定器のゲージ率

K : ひずみゲージのゲージ率

r : リード線の抵抗値

R : ひずみゲージの抵抗値

応力のかからない位置にダミーゲージを貼付し温度補正した。

測定は上右緊張時, 上左緊張時, 下緊張時, セット時, 及び緊張完了後30分の5回行った。また緊張時では, 梁, スラブはサポートされている。

§4. 測定結果及び考察

コンクリート表面でのひずみ測定結果の一部を図3に示す。計算値は有限要素法によりスラブの曲げ変形を考慮し, 梁はプレストレスによるモーメントと梁の自重のみを考慮したものである。柱は1階柱脚で固定とした。

実測のひずみの値はかなりばらつきがあるが, スラブ部分に圧縮力が伝わっていることが分かる。

ここで圧縮力に注目して検討してみると, 図4.1は測定部分全体のスラブ部分の主応力図であり, 図4.2は, 対称とみなした時の主応力図であり, 圧縮力に関して大差ないので対称部分を取りだし検討する。その時, 立体モデルと平面モデルとでやはり差が見られないため平面モデルを用い面内力のみ考慮する。

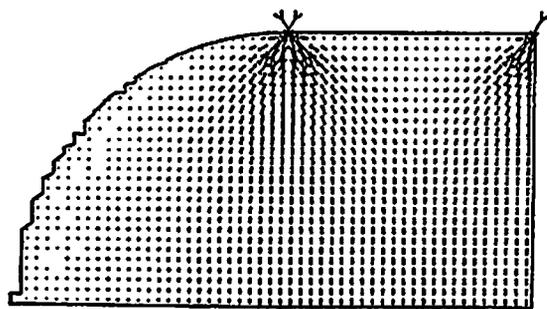


図 4.1 有限要素法による応力図

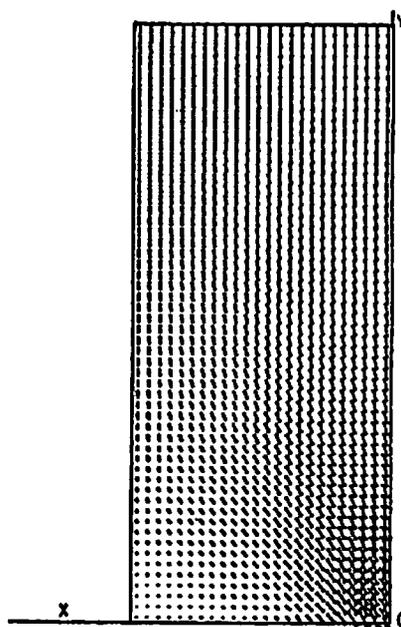


図 4.2 対称部分有限要素法による主応力図

図5は、プレストレス方向の応力を立体解析(1)、平面モデルで周辺梁付き(2)、平面モデルでプレストレス方向に梁付き(3)、梁なしのスラブのモデル(4)の4タイプを示している。(2)と(3)では、応力の差はほとんどないが、(3)のタイプでは荷重点で局部的に変形し、(2)のタイプは直行梁があるため滑らかな変形である。

スラブ部分が負担する圧縮力と梁が負担する圧縮力との比から、圧縮力に対する有効幅と曲げ変形に用いる有効幅と比較したものを表1に示す。ここで梁断面積を1/2としたものと、2倍したのもも計算されているが、曲げ変形用有効幅によるスラブ断面より梁断面が小さい場合は、有効幅がかなり小さくなるため、梁の断面積と同程度となるように決めるべきであろう。

Appendix

x 軸、 y 軸両方向とも対称で周期荷重をうける平板の解は次式で与えられる。

- (1) 曲げを考慮した解
- (2) 面内荷重、梁付き
- (3) 面内荷重、梁付き (PS方向)
- (4) 面内荷重、梁無し

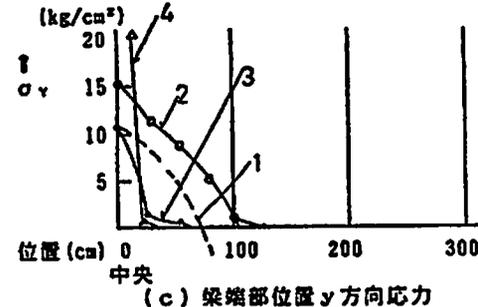
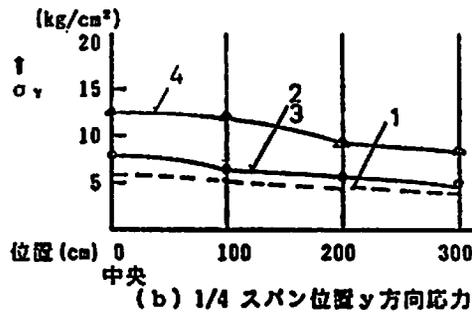
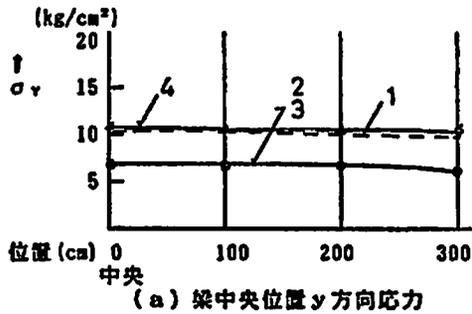


図5 有限要素法によるプレストレス方向応力図

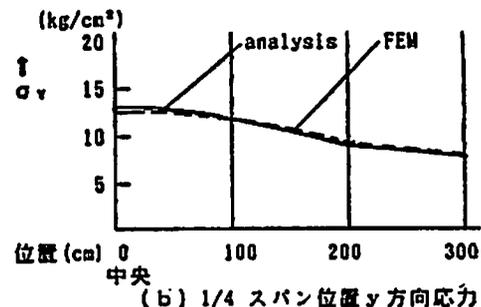
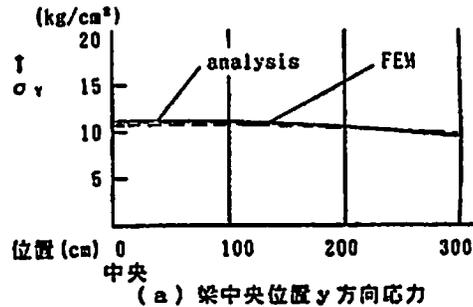


図6 有限要素法と解析解との比較

表1

梁の断面積 5400.0cm ²			規準による有効幅 cm	梁の断面積 2700.0cm ²			規準による有効幅 cm	梁の断面積10800.0cm ²			規準による有効幅 cm
Y cm	Ns/N	有効幅 cm		Y cm	Ns/N	有効幅 cm		Y cm	Ns/N	有効幅 cm	
0.0	0.257	46.2		0.0	0.389	35.0		0.0	0.156	56.3	
50.0	0.305	54.6		50.0	0.451	40.5		50.0	0.189	68.0	
100.0	0.375	67.4		100.0	0.527	47.5		100.0	0.239	85.9	
150.0	0.432	77.7		150.0	0.596	53.7		150.0	0.281	101.3	
200.0	0.471	85.8		200.0	0.643	57.8		200.0	0.316	113.9	
250.0	0.518	92.0		250.0	0.677	60.9		250.0	0.345	124.0	
300.0	0.538	96.8		300.0	0.702	63.1		300.0	0.367	132.1	
350.0	0.554	100.5		350.0	0.720	64.8		350.0	0.385	138.6	
400.0	0.576	103.3		400.0	0.734	66.0		400.0	0.399	143.6	
450.0	0.586	105.5		450.0	0.744	66.9		450.0	0.410	147.6	
500.0	0.595	107.1		500.0	0.751	67.6		500.0	0.418	150.5	
550.0	0.601	108.2		550.0	0.756	68.0		550.0	0.424	152.8	
600.0	0.606	109.0		600.0	0.759	68.3		600.0	0.428	154.2	
650.0	0.608	109.4		650.0	0.761	68.5		650.0	0.431	155.2	
700.0	0.609	109.6	134.0	700.0	0.762	68.6	134.0	700.0	0.432	155.5	134.0

$$\sigma_x = \sum_{n=1}^{\infty} \frac{2a_n}{\text{sh } 2\beta_n + 2\beta_n} \{ (\text{sh } \beta_n - \beta_n \text{ ch } \beta_n) \text{ch } \alpha_n y + \text{sh } \beta_n \alpha_n y \text{ sh } \alpha_n y \} \cos \alpha_n x$$

$$\sigma_y = \sum_{n=1}^{\infty} \frac{2a_n}{\text{sh } 2\beta_n + 2\beta_n} \{ (\text{sh } \beta_n + \beta_n \text{ ch } \beta_n) \text{ch } \alpha_n y - \text{sh } \beta_n \alpha_n y \text{ sh } \alpha_n y \} \cos \alpha_n x + a_0/2$$

$$\tau_{xy} = - \sum_{n=1}^{\infty} \frac{2a_n}{\text{sh } 2\beta_n + 2\beta_n} \{ \beta_n \text{ ch } \beta_n \text{ sh } \alpha_n y - \text{sh } \beta_n \alpha_n y \text{ ch } \alpha_n y \} \sin \alpha_n x$$

ここで

$$\text{sh } \beta_n = \sinh \beta_n \quad \text{ch } \beta_n = \cosh \beta_n$$

$$\alpha_n = n\pi/a \quad \beta_n = \alpha_n b$$

$$a_n = P_0 \sin(n\pi c/a) / (n\pi) \quad P_0 = P/2c$$

この解と有限要素法と比較し要素分割の妥当性を比較したものを図6に示す。

有限要素法の計算値とはほぼ一致している。

参 考 文 献

- 1) 六車 豊照：レストレスコンクリート，コロナ社.
- 2) Timoshenko: Theory of Elasticity.