

遠心力成形PC部材に関する実験的研究
その2 曲げ実験の質点モデルによる解析

正会員○中出 弘光*1 同 松谷 輝雄*1
同 石田潤一郎*1 同 神沢 宏明*1
坂口 清隆*1 川原 忠夫*2
同 小椋 仁志*3

1. はじめに

筆者らは、遠心力成形PC部材の開発に伴う基礎実験として、(その1)で実大供試体による正負交番繰り返し曲げ実験を行い、その基本的な性状を確認した。

本報は、実大曲げ実験供試体について、荷重-変形関係を解析的に求め、実験結果との比較を通して、遠心力成形PC部材の弾塑性性状に関する考察を行ったものである。解析方法は、遠心力成形PC部材を外殻コンクリートと充填コンクリート及び鉄筋とPC鋼材からなる質点モデルに置換し、平面保持の仮定に基づいて耐力を求めるものである。

2. 曲げ実験の概要

供試体の概要及び使用材料の機械的性質を表1、表2に示す。載荷方法を図1に示す。供試体NO.1は遠心力成形に伴う中空部を有し、NO.2及びNO.3はその中空部にコンクリートを充填している。またさらにNO.3は中間継手を有し主筋のみ接合している。載荷方法は正負交番繰り返し載荷である。実験結果の一覧表を表3に示す。

3. 解析方法

1) 断面のモデル化 遠心力成形PC部材断面を、図2に示すように外殻コンクリートをフープの外側と内側に分けそれぞれ9質点と7質点、充填コンクリートと鉄筋をそれぞれ5質点、PC鋼線を4質点に置換した。鉄筋とPC鋼線の配置は供試体に合わせた。

2) 素材の応力-歪関係 コンクリート、鉄筋及びPC鋼線の応力-歪関係を図3のようにモデル化した。コンクリートについては、引張側コンクリートの耐力は無視し、コンクリートの降伏歪 ϵ_{c0} はコンクリートの強度にかかわらず $\epsilon_{c0}=2.0\%$ とした。また、外殻コンクリートのフープ筋の内側部分はフープ筋によるコンファインド効果を考慮した応力-歪関係を仮定した。鉄筋とPC鋼線については、バイリニア型の応力-歪関係を仮定し、鉄筋の降伏歪 $\epsilon_{s0}=2.0\%$ 、PC鋼線の降伏歪 $\epsilon_{p0}=6.0\%$ とした。以上の応力-歪関係に今回はPC鋼線に

表1. 供試体概要

供試体NO.	外径 (mm)	内径 (mm)	外殻コンクリート		充填コンクリート		継手	有効プレストレス (kg/cm ²)	備考
			強度	ヤング係数	強度	ヤング係数			
1	400	211	449	410000	—	—	無し	37.4	
2	—	134	441	392000	447	349000	*	37.6	
3	—	107	452	306000	432	197000	*	35.1	*

* スプラインスリーブ部
グラウトモルタル $\epsilon_{c0}=6911\mu\text{m/cm}^2$
兼モルタル $\epsilon_{c0}=6631\mu\text{m/cm}^2$

表2. 材料の機械的性質

使用材料	径 (mm)	断面積 (cm ²)	引張強度 (kg/cm ²)	降伏強度 (kg/cm ²)	ヤング係数 (kg/cm ²)
PC鋼線	9.0	0.634	14500	13500	2.0×10^6
フープ筋	1.4	0.010	14500	13000	1.9×10^6
主筋	10.0	2.845	5000	3500	2.1×10^6

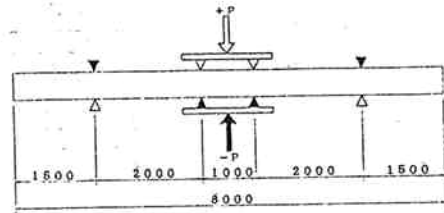


図1. 載荷装置

表3. 実験結果一覧表

供試体NO.	実験結果		解析結果*
	ひび割れモーメント	最大モーメント	最大モーメント
1	9.98	75.90	22.66
2	8.97	76.60	22.56
3	7.39	16.38	13.95

* 解析結果の値は(その2)による。

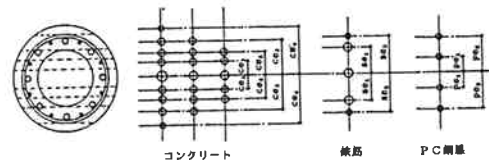


図2. 遠心力成形PC部材のモデル化

プレストレスを与えているため、外殻コンクリートと鉄筋には緊張力相当分の圧縮応力と歪を、PC鋼線には引張応力と歪を予め与え解析を行った。

3) 解析手順 前述のモデルを用いて平面保持の仮定のもとに、遠心力成形PC部材断面のモーメント(M) - 曲率(ϕ)の関係求めた。図4に計算の流れを示す。

4. 解析結果と考察

図5にNO.1(中空)、NO.2(充填)、NO.3(継手)供試体の実験結果と解析結果を対比して示す。実験結果と解析結果は良い対応を示し、その実験過程を解析的に追跡可能である。中空部材と充填部材に耐力上の差異はなく、外殻コンクリート剥離後の耐力低下は充填部材の方が小さい。中間継手を持つ部材では、主筋のみ接合されている為、PC鋼材及びプレストレス導入の効果は表れていない。

5. まとめ

1) 遠心力成形PC部材と充填コンクリートの複合部材復元力特性は、各断面を質点に分割することにより簡便に追跡することができた。

2) フープ内側のコンクリートは、そのコンファインド効果を適切に仮定することにより、その耐力と変形性状を把握できた。

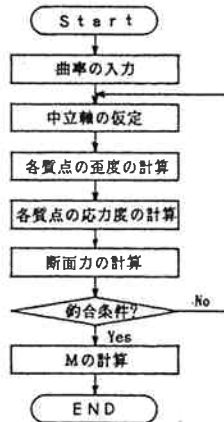


図4. 計算の流れ

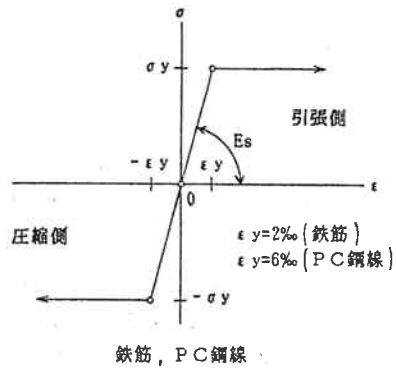
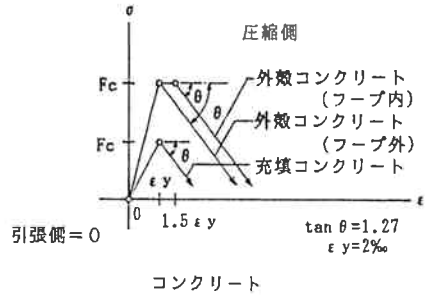


図3. 素材の応力-歪関係

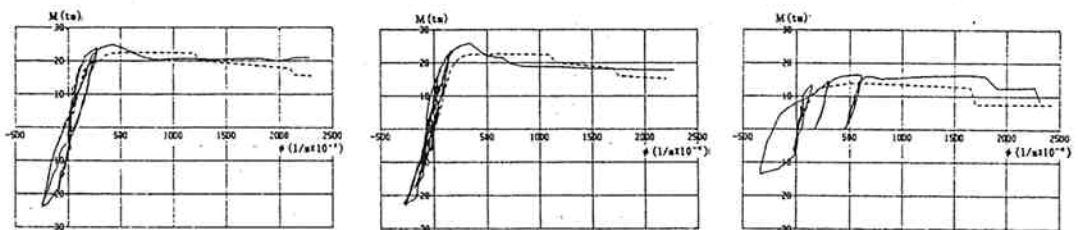


図5. 曲げモーメント(M) - 曲率(ϕ)関係の実験値と解析値の比較

【参考文献】1) 松谷、他「コンクリート充填鋼管柱の超高層建物への利用についての実験的研究 その9～その11」日本建築学会学術講演集 1989年10月

2) 日本建築学会「地震荷重と建築構造の耐震性」1976 pp272～307

*1 鶴岡池組 *2 日本コンクリート工業(株) *3 鶴武智工務所