

遠心力成形PC部材に関する実験的研究
その5 圧縮実験の弾塑性解析

正会員○坂口 清隆¹⁾ 同 松谷 輝雄¹⁾
同 石田潤一郎¹⁾ 同 内海 善彦¹⁾
同 中出 弘光¹⁾ 同 松藤 浩一¹⁾
同 川村 淳一²⁾ 同 吉見 正夫³⁾

1. はじめに

筆者らは既報¹⁾において、図-1に示すような剛性や耐力の異なる外殻および充填コンクリートからなる合成供試体の圧縮実験結果について報告した。本報では無筋の場合の供試体について弾塑性解析を行い、その応力状態を調べることにより、これらの実験結果の妥当性の考察を行う。尚、ここでは引張を正とする。

2. 既報の実験概要および結果

表-1に供試体の寸法諸元を、表-2に実験結果を示す。図-2に代表的な供試体の荷重-軸歪関係を示す。耐力は外殻と充填コンクリートの各々単体の耐力の単純累加ではなく、それより小さな値となっている。破壊性状は比較的小さな軸歪時に、供試体の縦方向にひびわれを生じ(写真-1)、急激な耐力の低下をみた。

3. 弾塑性解析

3-1 解析方法 ここに採用した解析法は有限要素法による弾塑性解析で、主応力が仮定された破壊曲面を超えたとき付加荷重を与えることにより、この主応力が破壊曲面上に収斂するまで反復計算する方法である²⁾。非線形材料であるコンクリートは複数の要素の複合体と考え、各々の要素に対し図-3に示す簡便な円錐形の破壊曲面を仮定する。この解法では大変形時の耐力低下やクラックの影響が考慮できないことに留意する。

3-2 解析モデル 外殻および充填コンクリートの力学的特性は、各々2つの要素の複合体と考えて、表-3、表-4に示す。また、解析の対象としたモデルは外殻コンクリートと充填コンクリートの各々の単体およびそれらの合成供試体の3体で、各々のメッシュ図を図-4に示す。

4. 解析結果

4-1 荷重と軸歪 図-5には外殻および充填コンクリート各々の単体とそれらの合成供試体の荷重-軸歪の関係を示す。この計算例では単体の外殻および

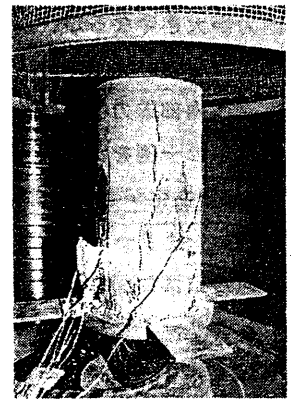
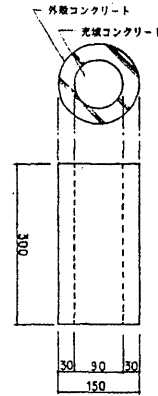


図-1 供試体 写真-1 供試体の最終破壊状況

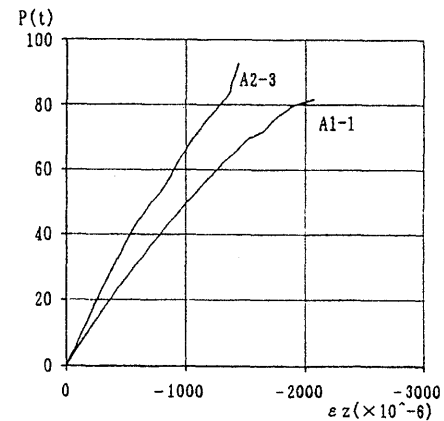


図-2 荷重-軸歪関係

表-1 供試体

供試体	高さ (mm)	外径 (mm)	肉厚 (mm)	F _c (kg/cm ²)	
				外殻コンクリート	充填コンクリート
a1	300	150	30	774	(充填無し)
a2				750	320
a3				720	525
a4				723	722

表-2 実験結果

供試体	P _{max}	σ _{max}	P ₀ ^{*2}	P _{max} /P ₀
	(t)	(kg/cm ²)	(t)	
a1 ^{*1}	87.5	774	—	—
a2	93.1	527	105.2	0.88
a3	88.7	502	114.8	0.77
a4	100.6	569	127.7	0.79

*1. a1供試体は非充填

*2. P₀は計算上の単純累加耐力

充填コンクリートのスケルトンをたしあわせると、ほぼ合成供試体のそれになり、ひびわれや耐力の低下がなければ累加が成り立つように思われる。同図には、合成供試体の耐力のうち外殻と充填コンクリートの荷重負担分を分離して破線で示している。これより合成供試体の充填コンクリートはコンファイン効果により単体のそれより耐力が大きくなるが、逆に外殻コンクリートのそれは単体よりほぼ同程度耐力が低下する。

4-2 内部応力 図-6には合成供試体の場合の荷重と内部応力の関係の一例を示す。充填コンクリートの半径方向応力 σ_r (圧縮力)は塑性化が進むと急激に大きくなる。この力によりほぼ同時に外殻コンクリートの周方向応力 σ_θ (引張応力)が大きくなり、主応力点が破壊曲面に到達する。この時、この引張応力 σ_θ により外殻コンクリートに縦方向のひびわれが発生し、耐力が低下すると考えられる。この場合、耐力の累加は成立しない。既報の実験結果も比較的軸歪の小さい時に縦ひびわれが発生し急激に荷重が低下したこと、耐力の累加が成立しなかったことから、その原因がここにあると予想される。このような結果は、充填コンクリートの断面積の比率が小さくなると異なったものとなると思われるが、ここではこれ以上の考察は行わない。

5. 結論

- 1) 解析結果より、合成供試体の充填コンクリートはコンファイン効果によりその耐力が上昇するが、反面、外殻コンクリートの耐力は充填コンクリートの影響で小さくなる。
- 2) また、合成供試体の場合、荷重が大きくなるに従い充填コンクリートが塑性化して外殻コンクリートに周方向の引張応力を生じさせる。これにより供試体に縦方向のひびわれが発生し、破壊に至ると思われる。従ってこの場合の合成供試体の耐力は、外殻と充填コンクリートの各々の耐力の単純累加とはならない。

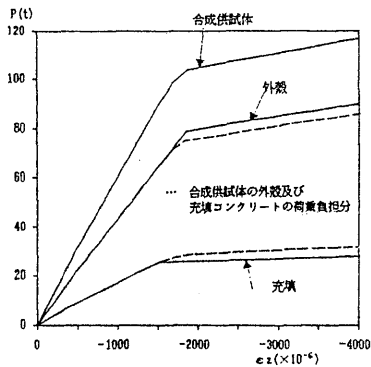


図-5 解析モデルの荷重-軸歪関係

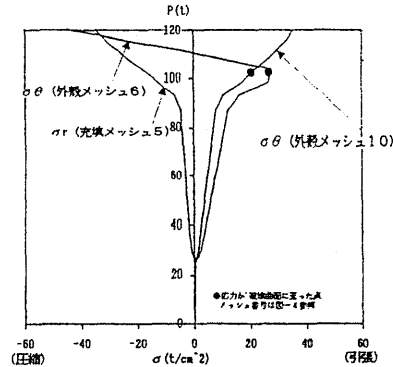


図-6 荷重-内部応力関係

表-3 外殻コンクリートの力学特性

要素	E (t/cm ²)	cσ _o (kg/cm ²)	ν	k
①	150	-75	0.17	4.5
②	250	-625		
計	400	-700		

k: 拘束係数

表-4 充填コンクリートの力学特性

要素	E (t/cm ²)	cσ _o (kg/cm ²)	ν	k
①	125	-50	0.17	3.0
②	175	-350		
計	300	-400		

k: 拘束係数

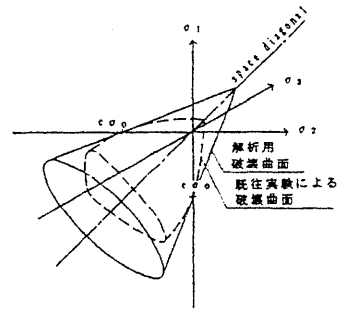


図-3 破壊曲面

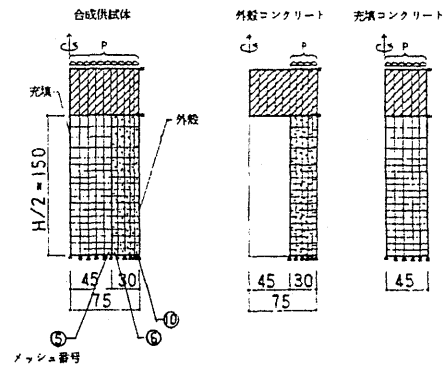


図-4 メッシュ図

参考文献 1) 松藤、松谷 他「遠心力成形PC部材に関する実験的研究 その3 圧縮実験」日本建築学会大会学術講演梗概集 1990年10月
 2) 石田「有限要素法による付加荷重法に基づく弾塑性解析について 軸対称問題の計算例」日本建築学会近畿支部研究報告集 第三十一号 構造系 平成3年5月 (投稿中)

1) 鴻池組 2) 日本コンクリート工業 3) 武智工務所