

I-A174 単純累加強度式による柱部材の挙動の推定について

苦小牧高専 正員 近藤 崇
 苦小牧高専 正員 澤田知之
 正員 能町純雄

1. はじめに

前回発表した実験結果¹⁾より、各々独立した部材に同時に軸圧縮力を載荷すると、荷重は一定に分担されず荷重の増加に伴い分担率は変化するという結果が得られている。そこで、本研究では破壊緩和装置を用いた圧縮実験の結果を基に、コンクリートと PC 鋼棒に軸圧縮力を載荷した場合における荷重、ひずみ、荷重分担過程を計測し、単純累加強度式による理論値と実験値の比較を行い、双方の挙動を推定することが可能であるか検討を行うこととした。

2. 解析方法

本研究では、コンクリートの応力-ひずみ関係を式(1)に示す 3 次の非線形構成式である Duffing 型応力-ひずみ関係とし、PC 鋼棒の応力-ひずみ関係は式(2)として解析を行う。また、柱部材としての荷重-ひずみ関係は、単純累加強度として式(3)のように求める。

$$\sigma_c = E_c \left(\varepsilon_c - \frac{\varepsilon_c^3}{3\varepsilon_0^2} \right) \quad (1)$$

$$\left. \begin{aligned} \sigma_{sc} &= E_{sc} \cdot \varepsilon_{sc} \\ \sigma_{sp} &= E_{sp} \cdot \varepsilon_{sp} + C_1 \\ \sigma_{syp} &= E_{syp} \cdot \varepsilon_{syp} + C_2 \end{aligned} \right\} \quad (2)$$

$$P_{rc} = A_c E_c (1 + pm) \left\{ \varepsilon - \frac{\varepsilon^3}{3\varepsilon_0^2(1 + pm)} \right\} \quad (3)$$

$$\text{ここで、} pm = \frac{A_s}{A_c} \cdot \frac{E_s}{E_c}, \quad \varepsilon = \varepsilon_c = \varepsilon_s,$$

A:断面積, E:弾性係数, ε :ひずみ, P:荷重, 第1番目の添字は, s:鋼棒, c:コンクリート, ε_0 :コンクリートの最大応力発生時のひずみ, 2番目以降, e:弾性域, p:ひずみ軟化域, yp:降伏荷重以降, C_1, C_2 :各々の状態における y 切片である。図-1に Duffing 型応力-ひずみ関係, 図-2に PC 鋼棒の応力-ひずみ関係のモデルを示す。

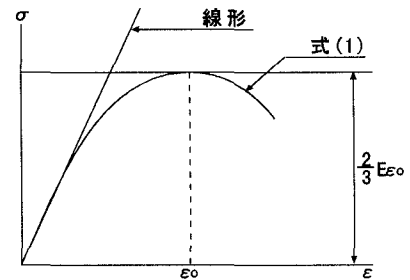


図-1 Duffing 型応力-ひずみ関係

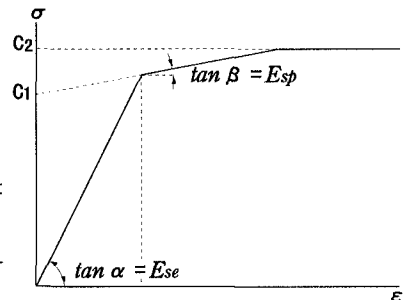


図-2 PC 鋼棒の応力-ひずみ関係

3. 実験概要

3-1 供試体

コンクリート供試体は JIS R 1132 に基づいて作成した $\phi 100\text{mm} \times \text{H}200\text{mm}$ の円柱とした。使用材料は、普通ポルトランドセメント、細骨材（鶴川産、比重 2.70, F.M.=2.66）、粗骨材（沙流川産、Gmax=25mm、比重 2.71, F.M.=7.03）、混和剤（AE 剤：ピンソル W）とし、配合は表-1 に示す。また、養生日数は 28 日間とした。

表-1 コンクリートの配合

w/c	スランパ	空気量	s/a	単位量 (kg/m³)				AE 剤
(%)	(cm)	(%)	(%)	水	セメント	細骨材	粗骨材	(cc/m³)
45	19.5	10.0	41.4	175	389	718	997	973

キーワード：累加強度，非線形材料，軸圧縮力

〒059-1275 北海道苫小牧市宇錦岡 443 TEL 0144-67-8059 FAX 0144-67-8028

3-2 試験装置および実験方法

荷重載荷は載荷容量 200tf の圧縮試験機を用い、荷重制御により行った。破壊緩和装置は、上面の鋼製載荷板およびφ 36mm の第4種 PC 鋼棒4本から成る檻状の装置である。形状は、図-3に示す。

破壊緩和装置内に、両側面に軸方法および軸直角方向に1枚ずつひずみゲージを貼付した供試体、球座、ロードセルを図-3のように設置する。そして、万能試験機加圧板間に破壊緩和装置を挿入し荷重載荷を行う。また、 E は圧縮初期接線弾性係数とし式(4)により求める。

$$E_c = \frac{d\sigma_c}{d\varepsilon_c} (\varepsilon_c = 0)$$

ここで、 E_c ：初期接線弾性係数(N/mm²)

4. 結果および考察

図-4に破壊緩和装置のみで行った圧縮実験結果、破壊緩和装置を用いたコンクリートの圧縮実験結果を示す。この図より、PC鋼棒は約150N/mm²付近で、ひずみ軟化の挙動を示している。また、コンクリートは、前報¹⁾にも示したように載荷速度の低下による差異が生じているが、Duffing型応力-ひずみ関係による再現性を有するものと考えられる。

図-5に単純累加強度式による荷重-ひずみ関係を示す。ここで、PC鋼棒のひずみは高さ比を考慮し、コンクリートのひずみに換算して計算を行った。図より、実験において、PC鋼棒のひずみ軟化挙動が早期に生じているが、実験値と理論値は相似した形状を示している。今後、双方の強度・形状の組合せを変化させた場合においても、本解析結果を基礎とし柱部材の挙動を推定することが可能であると思われる。また、本解析においては4本のPC鋼棒のひずみ値を平均することにより弾性係数を求めたが、それぞれの挙動が全体へ与える影響を把握することが必要であると考えられる。併せて、鋼材の材質・径を変化させた実験を行い単純累加強度式により、挙動の推定を行う予定である。

5. おわりに

実構造物のRC柱部材においては、帯鉄筋や螺旋鉄筋等により、コンクリートは横拘束を受ける。また、必要鉄筋量も異なる。これらの諸問題に対する単純累加強度式への展開は、今後の検討課題である。

1) 近藤，澤田，木田，能町：非線形特性を考慮した軸圧縮力を受けるRC柱部材中におけるコンクリートの載荷速度に関する基礎実験，土木学会第52回年次学術講演会概要集 第1部(A)，pp162～163

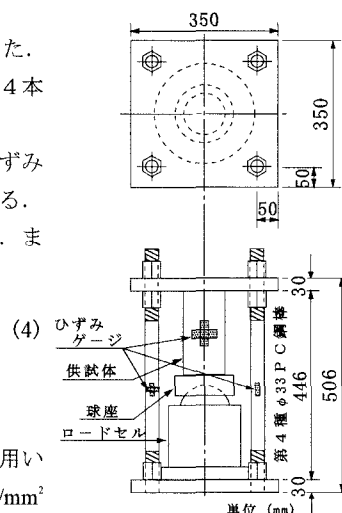


図-3 破壊緩和装置

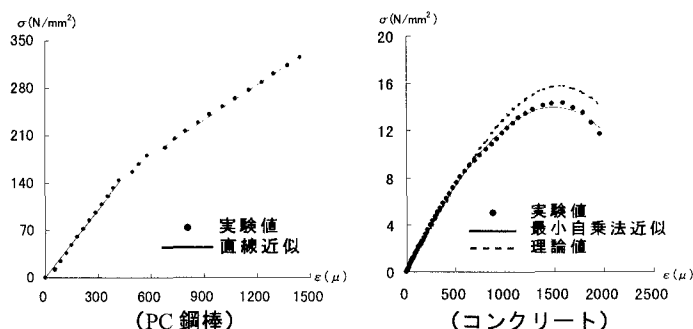


図-4 応力-ひずみ関係

表-2 PC 鋼棒の弾性係数

状態	弾性係数 (N/mm ²)	y切片
弾性	$E_{se} = 3.369 \times 10^4$	0
ひずみ軟化	$E_{sp} = 1.732 \times 10^4$	$C_1 = 76.551$

表-3 コンクリートの材料係数

供試体	w/c = 0.35	28days cured
弾性係数 (N/mm ²)	$E_c = 1.5437 \times 10^4$	
最大応力発生時のひずみ ε_0	0.001575	

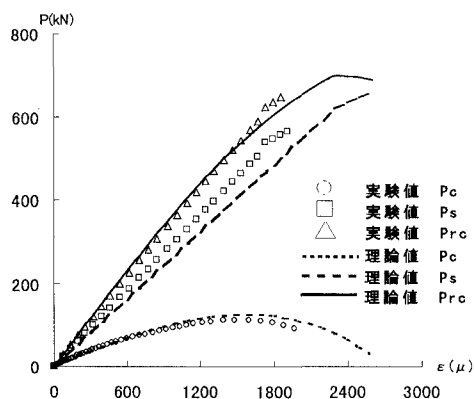


図-5 単純累加強度式による P - ε 関係