

V-86 正負の軸力および曲げ履歴を有する偏心圧縮部材の残存耐力と変形能力

国土館大学工学部 正員 川口直能

1.目的 近年、局部的な損傷を持っていたり、破壊に至らないまでもかなりの変形を生じた部材や構造物について、残存している耐荷能力や耐久性などを明確にする必要性が指摘されている。そこで本報告では正負の繰返し荷重作用によって断面を貫通するひびわれや残留変形などをもつ鉄筋コンクリート部材が最終的に軸方向圧縮力と曲げによって破壊する場合の残存耐力や変形能力について実験面から検討することを目的とした。

2.実験方法 図1に示す全断面に対する幾何学的鉄筋比 1.3 % の偏心試験体について次の3通りの実験を行なった。すなわち実験1においてはまず静的に偏心圧縮試験と偏心引張試験を実施し、それぞれの破壊耐力を求める。次にここで得られた破壊耐力の 40 % の偏心圧縮力と引張力を新たにそれぞれ 10 回繰返して作用させ、最終的に偏心圧縮によって破壊に至らせる。実験2, 実験3では、繰返し荷重レベルを 60 % 80 % とした。なお荷重レベルの 40 % は許容応力度状態、60 % は地震時を想定し、その約 1.5 倍、80 % は降伏状態に相当している。また測定項目についてはコンクリートのひずみ分布と鉄筋のひずみに重点をおき、前者はゲージ長さ 10 cm のコンタクトゲージを使用し、後者についてはゲージ長さ 6 mm のワイヤストレーンゲージを用いて各荷重段階ごとにそれぞれ静的に測定した。

3.実験結果 実験結果を表1にまとめた。同表においては圧縮側コンクリートのひずみ分布から算定した曲率と載荷重との関係の第2変曲点を降伏耐力 N_y と定義し、最大荷重を破壊耐力 N_u とした。さらに降伏の判定には顕著なひびわれ近傍の引張鉄筋のひずみも参考にした。また破壊時の曲率 ϕ_u とコンクリートのひずみ ϵ_{cu} については破壊直前のひずみ測定が困難な場合もあるため、便宜的に最大荷重の 95 % の荷重時をもってこれに置き換えた。一方、繰返しを実施した後に破壊に至らせた測定結果と、繰返しを実施せずに破壊に至らせた測定値との比をそれぞれ耐力比、ひずみ比などの形で荷重レベル毎に図2～4にまとめた。同表および同図から本実験の範囲内でおおむね次の定性的傾向が認められる。

(1) 耐力について 降伏耐力および破壊耐力とも繰返し荷重レベルの大きさに拘らず、繰返しの有無による顕著な差は認められないが、若干低下する傾向がある。(図2)

(2) 変形性状について コンクリートのひずみ能力および最終曲率とも繰返し作用がおおむね弾性領域内 (40～60 %) であれば 10～30 % の低下が観察されたが、繰返しレベルが 80 %、すなわちプラスチックヒンジが形成される場合には逆に 10～80 % 程度の増加傾向が認められる。これは過度のひびわれや鉄筋のパウニング効果などによる、材料のいわゆる軟化や部材剛性の低下が原因と思われる。(図3) なお、ヒンジ領域の変化に関する資料を得るために破壊領域の長さ l_z も直接測定し、比較検討したが変動が激しく明確な傾向が得られなかった。(図4)

4.まとめ 本実験を総括的にまとめれば以下のとおりである。

地震時のように交互に水平力が作用する場合には、柱材は正負の曲げせん断および軸方向圧縮力と引張力を受ける組合せ状態になるが、この場合、軸方向圧縮力と曲げの作用に注目すれば、耐力に関しては降伏耐力や破壊耐力は本来もっている耐力に比べて 1 割程度は低下する可能性がある。一方、変形性状については繰返し作用によって部材が降伏状態に達しているか否かによって性状が異なる。部材が最終の破壊に至る以前の載荷によって降伏状態に達していなければ、コンクリートのひずみ能力や部材の最終曲率は低下し、降伏状態に達していれば逆に増加する可能性がある。

関連文献

純曲げの場合 : 土木学会年次講演 39 回, 41 回

偏心引張の場合 : 土木学会年次講演 37 回, 38 回, 40 回

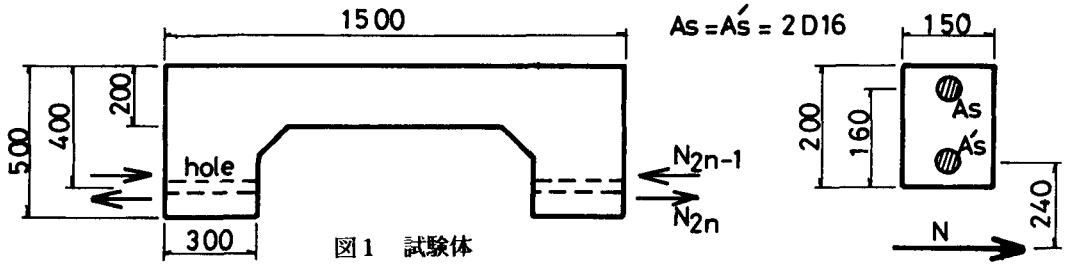


図1 試験体

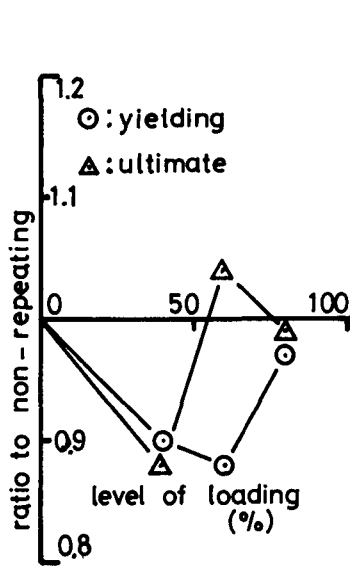


図2 耐力の変化

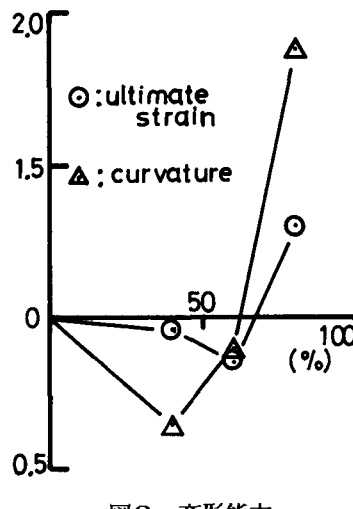


図3 変形能力

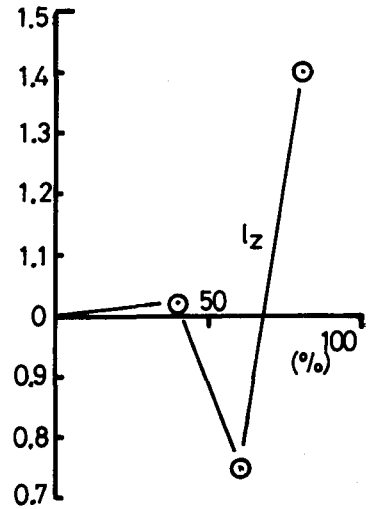


図4 破壊領域の長さ

表1 測定結果

	TEST 1		TEST 2		TEST 3	
	0 %	40 %	0 %	60 %	0 %	80 %
N_y (tf)	10.5	9.4	11.3	10.0	10.3	10.0
N_u (tf)	11.9	10.5	12.7	13.2	12.0	11.9
E_{cu} ($\times 10^{-6}$)	3930	3770	3950	3360	3760	4900
ϕ_{cu-d} ($\times 10^{-6}$)	18550	12140	11670	10480	10730	20200
l_z (cm)	27.0	27.5	33.5	25.0	25.5	35.9