

V-507

繰り返し荷重を受けるRC柱の帯鉄筋の応力負担について

建設省土木研究所 正会員 渡辺 博志
同上 正会員 河野 広隆

1. まえがき

地震荷重のような繰り返し荷重を受ける場合、RC部材のせん断力に対する抵抗メカニズムは単調荷重作用時と大きく異なっていることが予想される。帯鉄筋に作用する引張応力は、通常トラス理論で評価されるが、交番繰り返し荷重の下でもこれが妥当なものかは明らかにはなっていない。ここでは、せん断強度を変化させたRC柱の交番繰り返し載荷試験を実施し、塑性率の増加に伴う帯鉄筋の応力変化、応力分布と部材の破壊形態の関連について、検討を行った結果を報告する。

2. 実験概要

実験を行った供試体は全部で6体であり、せん断スパン比(=4)・主鉄筋比・載荷パターン（各 $n\delta y$ 毎に3回繰り返し）は同一とし、帯鉄筋量のみを変化させた。表-1に供試体の一覧を示す。なお、表中には曲げ降伏強度の計算値ならびに、トラス理論に基づくせん断強度の計算値を示している。ただし、せん断強度の内、コンクリート負担分は計算値ではなく供試体1の試験結果を採用した。図-1に柱供試体の断面図を示す。供試体1・2はせん断破壊を生じ、供試体3～6は鉄筋座屈、かぶりコンクリートの剥離をともない、基部コンクリートの損傷が著しい状況で終局状態となった。図-2は各供試体の荷重変位関係の包絡線を示す。帯鉄筋量が大きいものほど終局時の変形性能は大きい。また、ほぼ同一の帯鉄筋量であった供試体

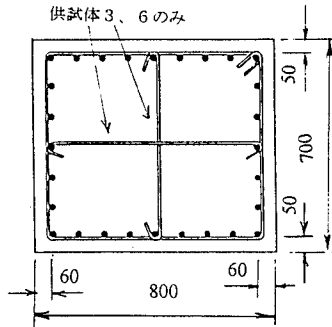


図-1 供試体断面寸法

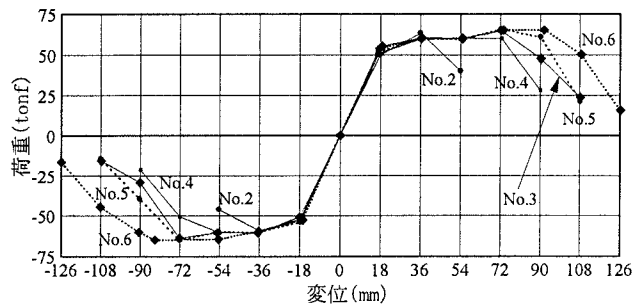


図-2 荷重変位関係の包絡線

表-1 供試体一覧

番号	主筋	引張主筋比(%)	帯鉄筋**	間隔(cm)	帯筋比(%)	$P_{y,cal}$ (tf)	$V_{c,exp}$ (tf)	$V_{s,cal}$ (tf)	$V_{u,cal}$ (tf)	V_u/P_y
1	D25	0.88	-	-	0	48.5	52.0	0	52.0	1.07
2	D25	0.88	D6	12	0.066	48.5	52.0	10.4	62.4	1.29
3	D25	0.88	D6	8	0.148	48.2	52.0	23.5	75.5	1.57
4	D25	0.88	D10	12	0.149	48.3	52.0	23.5	75.5	1.56
5	D25	0.88	D10	8	0.223	48.1	52.0	35.3	87.3	1.81
6	D25	0.88	D10	8	0.334	47.8	52.0	52.9	104.9	2.19

注*) 引張主筋比に側方鉄筋を含めない値。中立軸以下の側方鉄筋を含めると1.66%の主鉄筋比

注**) 帯鉄筋の配置方法：

供試体1は帯鉄筋なし。供試体3, 6は中間帯鉄筋入り（□+）。供試体2, 4, 5は中間帯鉄筋無し（□）

3と4を比較すると供試体3の方がやや変形性能が大きかった。次に、帯鉄筋のひずみ測定結果を基に、履歴を考慮した鉄筋の応力ひずみ関係を適用し、帯鉄筋の応力分布を求めた。ここで帯鉄筋のひずみ測定は、基部から24cm間隔で高さ約1.6mまで実施した。図-3は得られた帯鉄筋の引張応力について各 $n\delta y$ の1サイクル目のピーク時の分布状況を表している。せん断破壊を示した供試体2は基部よりも上方で応力が大きく、せん断補強量が多い供試体5、6では塑性率の増加にともない、基部側の帯筋に大きな引張応力が生じていた。3、4はその中間的な分布となっていた。塑性率の増加にともない帯鉄筋には残留応力が生じるため、図-3に示した帯鉄筋の応力から、残留応力を差し引いたもの（ $\Delta\sigma$ ）が、せん断力に対する帯鉄筋の寄与を表しているものと考えられる。終局時における各供試体の帯鉄筋の $\Delta\sigma$ の分布を求めた結果を図-4に示す。図中にはピーク時に作用しているせん断力からコンクリートの負担するせん断力を差し引き、残りのせん断力についてトラス理論を適用し帯鉄筋の応力を算定した値を点線で示している。この結果、供試体5、6では高さ1m以上の区間では、トラス理論による応力の推定結果に近い応力となっていた。高さ1m以下の部分の帯鉄筋にはトラス理論で推定されるよりも大きな引張応力が作用していた。この理由として、基部では終局時にはせん断力に加え主鉄筋の座屈を拘束するための応力が大きくなっていったためであると考えられる。供試体3、4では基部に $\Delta\sigma$ が集中する傾向は認められなかった。

3. まとめ

1) 帯鉄筋に作用する引張応力の柱高さ方向の分布形状は、古典的なトラス理論で評価されるような一様分布とはならない。

2) 帯鉄筋の引張応力の分布形状は帯鉄筋量に応じて異なる。帯鉄筋量が不足し、せん断破壊タイプとなる場合、基部の方が応力は小さい。帯鉄筋が多くなるにつれて、基部の側の帯鉄筋に応力が集中する傾向となる。

3) せん断力（荷重）の増加による帯鉄筋の応力変化は、必ずしもトラス理論では把握できない。特に、帯鉄筋量が多い場合、終局時の柱基部の帯鉄筋は、せん断抵抗だけでなく、主筋の座屈防止のための作用も加わるため、 $\Delta\sigma$ は大きくなる。

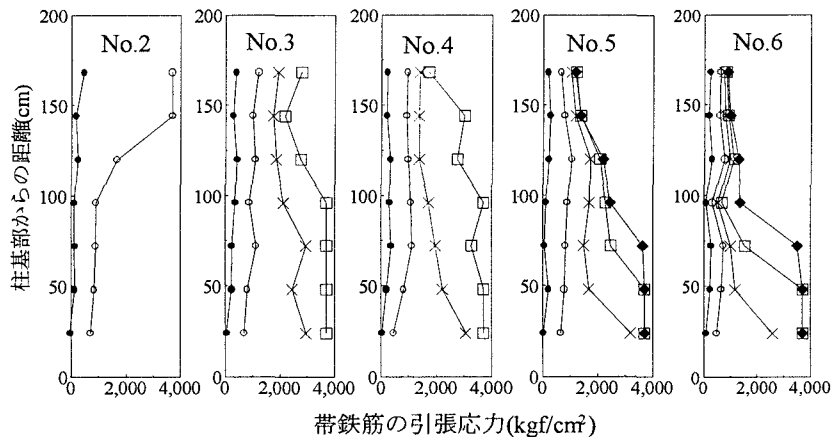


図-3 帯鉄筋の応力分布

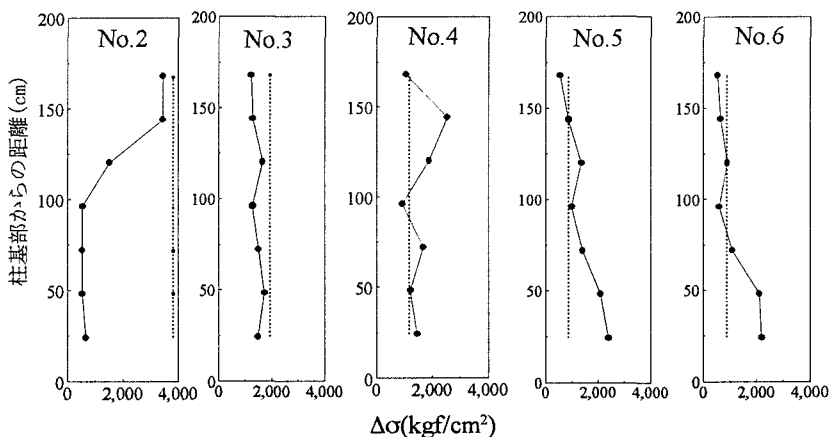


図-4 $\Delta\sigma$ の分布