

V-398

RC柱部材の斜めひびわれ耐力に及ぼす荷重履歴の影響について

九州産業大学 正員 宮川 邦彦
同上 正員 佐藤 武夫

1. まえがき

高速道路、新幹線、モノレールなど高架構造物が急増しているが、昨年の阪神大震災で見られたように同構造物を安全に設計するためには、特に柱部材のせん断破壊機構を究明することが急務であると考えられる。ところで、鉄筋コンクリートは大きな時間依存ひずみを生じるコンクリートと供用状態下ではほぼ弾性を呈する鉄筋とを一体化した複合構造であり、そのため、持続軸圧縮力を受ける柱部材の場合、コンクリート断面の圧縮力は徐々に軸方向鉄筋に移行されることになる。しかしながら、現行の設計法や検証実験ではそのような断面内部で生じる応力移行現象、換言すれば、荷重履歴の違いが柱部材のひびわれ耐力や破壊性状などに及ぼす影響については無視されている。

本研究では、従来曲げ破壊すると考えられてきた壁式橋脚が阪神大震災でせん断破壊した点に着目し、その原因を解明するための基礎実験として、有効高さに比較して部材幅の大きな矩形断面柱を用いて、水平載荷以前の荷重履歴の有無が部材のひびわれ耐力などに及ぼす影響について検討した。

2. 実験概要

本実験では、単位水量 180kg/m^3 、単位セメント量 300kg/m^3 のコンクリートを用い、図-1に示す軸方向鉄筋(12-D10、降伏強度 $f_y=36.2\text{kgf/mm}^2$)と帯鉄筋(D6、 $f_y=38.5\text{kgf/mm}^2$ 、間隔 $s=10\text{cm}$)を配筋した逆T形のRC柱4体を作製し、図-2のように部材を載荷フレームに固定した後、所定の材令で単調水平載荷(せん断スパン比: $a/d \approx 3.8$)を行い、柱部材の破壊性状に及ぼす荷重履歴の影響を調べた。なお、軸圧縮力を載荷したままで水平加力する部材には、同図のようにテフロン板を挿入し、摩擦力が水平荷重に及ぼす影響を極力押さえた。

以下に各部材の養生および載荷条件を示す。

部材Ⅰ：材令7日から約50日間中心軸圧縮力 10tf を持続載荷した後、そのまま単調水平載荷

部材Ⅱ：材令7日から約50日間中心軸圧縮力 10tf を持続載荷した後、軸力除去直後に単調水平載荷

部材Ⅲ：約60日間湿潤養生した後、中心軸圧縮力 10tf を載荷した直後に単調水平載荷

部材Ⅳ：約60日間湿潤養生した後、そのまま単調水平載荷

3. 実験結果および考察

図-3は、実験室内で約50日間中心軸圧縮力を持続載荷した部材の実測ひずみ-時間曲線の一例である。同図のように部材のひずみは載荷直後の 90×10^{-6} 程度から50日後には 340×10^{-6} 程度まで増大しており、この間にコンクリートの圧縮応力が軸方向鉄筋に移行したことがわかる。

表-1に部材の破壊試験結果と計算結果の一覧を示す。なお、

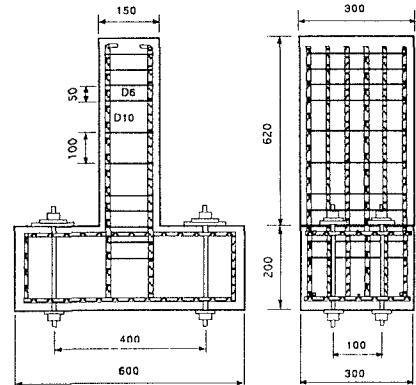


図-1 部材形状(単位: mm)

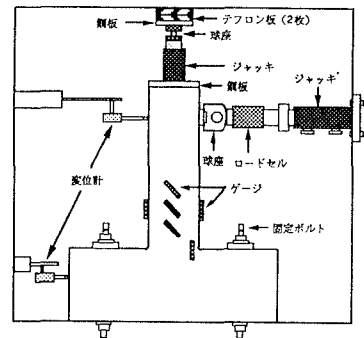


図-2 載荷試験方法

部材Ⅰと部材Ⅲの実測値は二面せん断試験から求めたテフロン板の摩擦力を差し引いた値を示している。表中の $\sigma'c$ と $\sigma's$ は、破壊試験時のコンクリートおよび軸方向鉄筋それぞれの推定圧縮応力度である。同表に示すように部材断面の応力状態は荷重履歴の違いで大幅に相違することがわかる。

表中のHvcはひずみゲージ値の急変点および目視から求めた斜めひびわれ荷重の実測値、Hvdは現行の土木学会コンクリート標準示方書の斜めひびわれ耐力算定式から求めた計算値である。ただし、安全係数を全て1.0とし、係数 βn は $\beta n = 1 + 2 Mo/Mu$ として求めた。ここに、Moはデコンプレッションモーメント、Muは曲げ耐力である。

図-4に示すように荷重履歴を受けた部材Ⅰと部材Ⅱには曲げひびわれから伸展した顕著な斜めひびわれが観られたが、荷重履歴を受けていない部材Ⅲには破壊直前に微細な斜めひびわれが、部材Ⅳには全く斜めひびわれが観られなかった。表-1に示すHvdの上段の値は軸方向鉄筋を無視し、無筋コンクリートとしてMoを求めたときの値、（）内のそれは応力移行および軸方向鉄筋を考慮してMoを求めたときの値である。実測値と計算値との比（Hvc/Hvd）からわかるように、上段のそれは荷重履歴の違いでばらつきが見られるが、一方、（）内のそれは明らかにばらつきが小さくなっている。なお、既報でも述べたように¹⁾、現行の斜めひびわれ耐力算定式は多くのはり部材の実測結果を基に求められた経験式ではあるが、破壊試験時の収縮応力の影響が無視されているため、それを考慮した場合、若干安全側の算定結果になるようである。このように荷重履歴の影響を係数 βn の項で考慮すれば、同算定式は柱部材にも適用できるようである。ただし、この点については、更に多くの実験を行い確認すべきであろう。また、本実験では全ての部材が曲げ引張り破壊したが、これは持続期間が短すぎたことや載荷速度が遅すぎたことなどによるもので、実構造物のように長期間持続荷重を受け、しかも、急激で複雑な地震力が作用する場合は、せん断破壊することも十分に予想される。

4. まとめ

以上、本実験の結果だけでは明言できないが、壁式RC柱でも荷重履歴を受けた部材にはせん断破壊の原因となる顕著な斜めひびわれを生じたことから判断して、今後は、はり部材とは別に、持続軸圧縮力の影響を考慮した柱部材に対する適切なせん断耐力算定式や構造細目を検討すべきであろう。

〔参考文献〕1). 宮川、岩満、佐藤：RC柱の断面耐力に及ぼす荷重履歴の影響、土木学会第48回年次講演概要集 第5部 pp.716~717

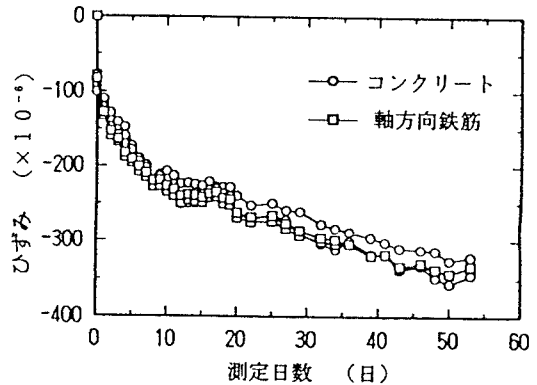


図-3 RC柱の時間依存ひずみ

表-1 柱部材の破壊試験結果

部 材	I	II	III	IV
$\sigma'c$	8.4	-10.4	19.4	0
$\sigma's$	729	548	151	0
Hvc	5.30	3.90	6.00	—
Hvd	4.79 (4.26)	3.76 (3.13)	5.00 (5.09)	3.93 (3.93)
比	1.11 (1.24)	1.04 (1.25)	1.20 (1.18)	—
Hmu	5.70	4.40	6.10	4.70
Hmd	4.74	3.65	4.78	3.68
比	1.20	1.21	1.28	1.28

注. $\sigma'c$, $\sigma's$: kgf/cm² Hvc, Hvd, Hmu, Hmd: tf
Hmu, Hmd: 曲げ破壊荷重の実測値と計算値
試験時の圧縮強度 $f'c=243\text{kgf/cm}^2$ (空気中)
 $f'c=279\text{kgf/cm}^2$ (湿潤)

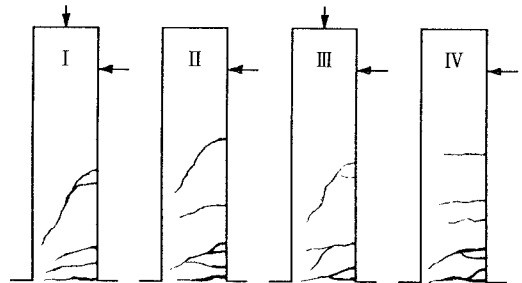


図-4 破壊試験後のひびわれ状況