

二軸曲げを受けるRC橋脚の変形性能に及ぼす載荷角度の影響

香 川 県 正会員○柏野秀彰
徳島大学工業短期大学部 正会員 水口裕之
徳島大学工業短期大学部 正会員 横井克則
(株) 大 林 組 正会員 秋 林 鎬

1. はじめに

RC橋脚に地震力が作用した場合、地震力の方向は橋脚断面の主軸方向とは必ずしも一致せず、斜め方向からの外力を受ける。しかし、現在のRC橋脚の耐震設計¹⁾では、橋軸方向と橋軸直角方向に地震力を作用させ、それぞれ独立に耐震計算を行う。したがって、RC橋脚の耐震設計をさらに合理的に行うには、二軸曲げを考慮することが必要である。これまでの二軸曲げを受けるRC構造物に関する研究は、建築分野でのRC柱を対象としたもの²⁾がほとんどである。また、RC橋脚を対象とした研究³⁾は、静的載荷実験に基づくものであり、地震力が本来動的な外力であるという点から、現実の地震による応答性状を正確に把握するに至っていない。そこで本研究は、単一柱式RC橋脚模型を用いて動的二軸曲げ載荷実験を行い、応答性状に及ぼす載荷角度の影響について調べた。

2. 実験概要

2.1 供試体

供試体は単一柱式RC橋脚模型とし、実物に対する模型の縮尺率を1/8とした。供試体の形状、断面および寸法を図1に示す。軸方向鉄筋比は1.70%、帯鉄筋比は0.032%、せん断スパン比は4.3、軸応力は0.80MPaとした。鉄筋として主鉄筋にはD3の異形棒鋼、帯鉄筋には直径0.9mmの鉄線を用い、コンクリートには骨材最大寸法2.5mmのモルタルを用いた。

2.2 載荷方法

載荷は、柱頭部に重錘を固定し、振動台に固定したフーチング基部を載荷点にして動的正負繰り返し載荷を行った。振動台への入力波は、解析によって求めた供試体天端の降伏変位 $\delta y = 1.0\text{mm}$ を基準として変位振幅がその整数倍、 $n\delta y$ ($n=1, 2, 3, \dots$) となるような正弦波の増幅波を用いた。入力波の波形を図2に示す。各変位振幅での載荷繰り返し回数は3回とした。また、載荷角度は図3に示すように、載荷方向と橋脚断面の主軸のなす角 θ が $0^\circ, 30^\circ, 45^\circ, 90^\circ$ となるように変化させ、計4体の供試体を作成し実験を行った。

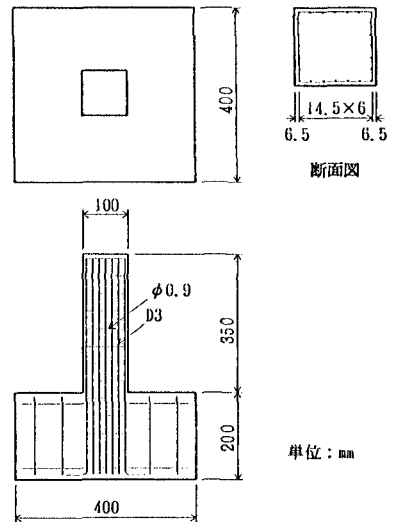


図-1 供試体寸法

3. 実験結果および考察

3.1 破壊状況の比較

破壊状況の一例として載荷角度が 0° と 30° の場合を図4に示す。破壊状況をコンクリートの剝離と主鉄筋の座屈より判断すると、載荷方向が断面の主軸と一致している 0° と 90° の場合は、

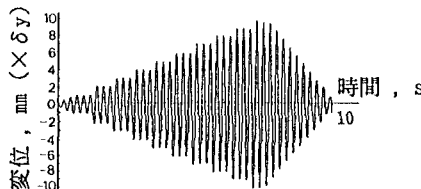


図-2 入力波形

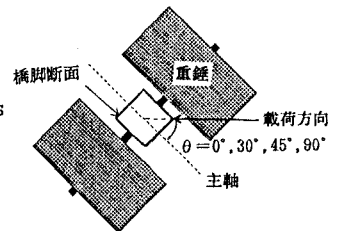


図-3 載荷角度

載荷面に剝離および主鉄筋の座屈が生じ、載荷面に垂直な面には主にひびわれが見られた。これに対し、載荷角度が 30° と 45° の場合の破壊は、コンクリートの剝離および主鉄筋の座屈が全面に生じ、曲げひびわれが斜めに入った。また、隅角部に大きな破壊が生じた。

3.2 復元力特性の比較

復元力特性を表す指標として、①耐力低了点、②最大耐力比、③剛性劣化過程を用いた。

(1) 耐力低了点

図5に各載荷角度の包絡線を示す。各載荷角度における耐力の低下点は、 0° の供試体は応答変位が $15\delta y$ あたりから、 30° の供試体は $9\delta y$ あたりから、 45° および 90° の供試体は $4\delta y$ あたりから低下している。これは載荷角度が小さくなるほど、変形が進んでも耐力を保持し続けていることを示している。

(2) 最大耐力比

最大耐力比は、各載荷角度での最大耐力を 0° の最大耐力で除して求めた。その結果を図6に示す。最大耐力比は、載荷角度が $0^\circ, 30^\circ, 45^\circ, 90^\circ$ と大きくなるにしたがって低下した。

(3) 剛性劣化過程

剛性劣化過程は、等価剛性 K_e の変化によって表した。

等価剛性 K_e は、正側の履歴曲線の変位が最大になる点と原点を直線で結び、この勾配を等価剛性 K_e と定義した。図7は、のようにして求めた各載荷角度の等価剛性 K_e と変位の関係を示したものである。その結果、載荷角度により初期剛性の値および剛性劣化過程は異なり、 $1\delta y$ 以後は載荷角度が $0^\circ, 30^\circ, 45^\circ, 90^\circ$ と大きくなるほど剛性は低下している。

4. まとめ

(1) 二軸曲げによる破壊状況は一軸曲げと異なり、コンクリートの剝離および主鉄筋の座屈が全面に生じた。また、橋脚の隅角部に大きな破壊が生じた。

(2) 供試体断面の主軸と載荷方向のなす角が $0^\circ, 30^\circ, 45^\circ, 90^\circ$ と大きくなるにしたがって、最大耐力および剛性は低下し、耐力低了点が早くなった。

[参考文献]

1) 土木学会:コンクリート標準示方書[平成三年版]設計編 2) 安達、中西、北島、小泉:2方向入力を受ける鉄筋コンクリート柱の応答性状に関する研究、コンクリート工学年次論文報告集, Vol. 12, pp 131-136, 1990 3) 川島:鉄筋コンクリート橋脚の動的耐力及び変形性能に及ぼす斜め方向載荷の影響, 土木技術資料, Vol. 33, No. 8, 1991

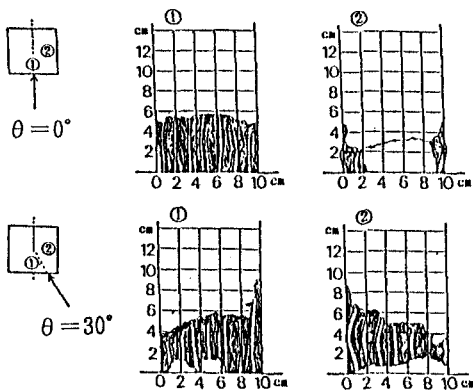


図-4 破壊状況

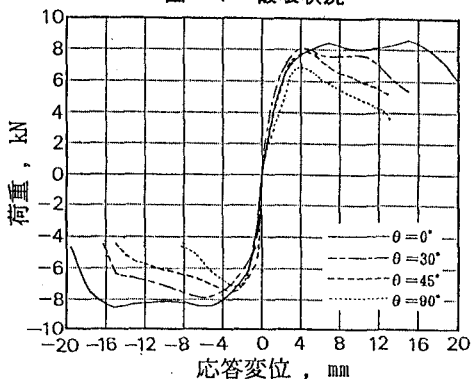


図-5 包絡線

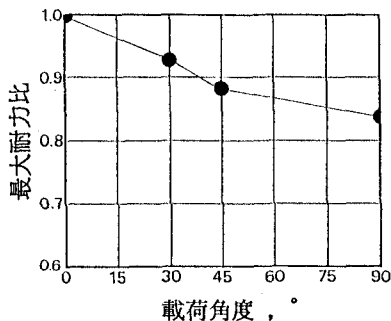


図-6 最大耐力比

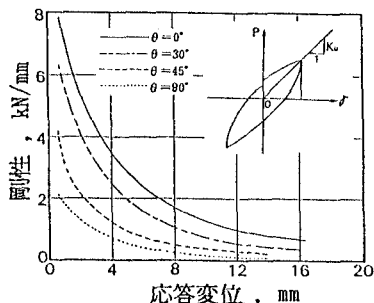


図-7 剛性劣化過程