

I - B152

段落しを有する円形断面鉄筋コンクリート橋脚の破壊機構とアラミド繊維補強効果

東京工業大学大学院 学生員 山田真幸
東京工業大学 正員 館石和雄

東京工業大学 フェロー 三木千壽
住友建設㈱設計部 権藤健二
住友建設㈱設計部 瀬間 優

1. はじめに 橋脚が地震力を受けた際には、大きな応答が生じて急激に倒壊することなく粘り強く変形する能力、すなわち靱性が求められている。また既存の高架橋などでは靱性を高める補強措置が求められている。そこで本研究では鉄筋コンクリート橋脚を対象とし、主鉄筋の配置、帯鉄筋間隔、断面形状、補強の有無等の異なる橋脚模型供試体に対して正負交番繰り返し載荷実験を行い、橋脚が破壊に至るまでの挙動をとくにひび割れパターンに注目して観察した。そしてこれらのディテールの差異が靱性に及ぼす影響とともに、アラミド繊維布による補強の効果を検討した。

2. 実験方法 6体の供試体を用いた。実験装置、外形寸法等を図1に、諸元及び実験の結果得られた靱性率等を表1に示す。主鉄筋は16本でかぶりコンクリート厚は40mmである。配筋図は損傷過程とともに示す。No.1～4は円柱供試体であり、帯鉄筋間隔、主鉄筋の途中定着部、すなわち段落しの有無がパラメータとなっている。No.5はNo.4にアラミド繊維布をエポキシ樹脂接着剤で巻き立てる補強を施したものである。No.6は断面積が同じで断面形状が正方形の供試体に、同様にアラミド繊維布で補強したものである。実験方法は一定振幅変位漸増方式正負交番繰返し載荷実験とした。一定変位振幅の繰返し数は3回である。また一般的な鉄筋コンクリート橋脚の死荷重分の軸応力 10 kgf/cm^2 を加えながら実験を行った。

3. 帯鉄筋間隔、段落しの有無の影響 帯鉄筋間隔の異なる No.1、No.2の損傷過程を図2、3に示す。高さ方向の全域からひび割れが発生し、発生する位置は帯鉄筋の位置にほぼ一致した。これは帯鉄筋があることによりかぶりコンクリート表面の引張強度が部分的に低下することが原因と考える。No.1は基部付近のひび割れが卓越し曲げ変形で水平方向耐力を失った。No.2は発生したひび割れが供試体のほぼ全面にわたって剪断破壊特有の斜めひび割れに成長し急激に水平方向耐力を失った。ひび割れの発生、成長に注目すると、載荷の初期に発生したひび割れが成長し、そのまま破壊面を形成する傾向があることがわかる。この傾向は特に剪断破壊する場合で顕著であった。段落しを有し帯鉄筋間隔の異なる No.3、No.4の損傷過程を図4、5に示す。ここでも同様に帯鉄筋の位置からひび割れが発生したが、段落し部で発生したひび割れの成長が卓越する傾向が見られた。段落し部の曲げ剛性の低さから変形が集中することが原因と考える。No.3は段落し部を中心とした曲げ変形が観察された。No.4は剪断破壊を生じ急激な水平方向耐力の低下が観察された。ひび割れの挙動に注目すると、帯鉄筋間隔の違いに関らず段落し部で発生した卓越したひび割れが、下方に斜めひび割れ状に成長していることがわかる。このため段落し部以下の部分では剪断破壊を招きやすく、帯鉄筋等による拘束などの剪断破壊防止策が必要であると考えられる。

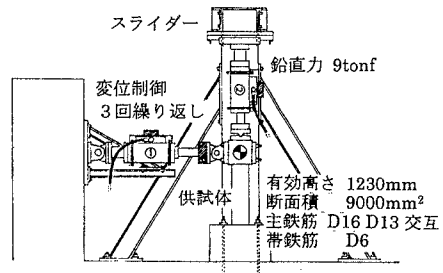


図1 実験装置及び供試体

表1 供試体の諸元及び実験結果

供試体名	帯鉄筋間隔mm	段落し	コンクリート強度 kgf/cm^2	備考	靱性率	破壊モード
No. 1	100	無	263		7.3	基部曲げ
No. 2	250	無	340		4.9	剪断
No. 3	100	有	318		3.4	段落部曲げ
No. 4	250	有	263		1.7	段落部剪断
No. 5	250	有	340	巻立補強	9.5以上	基部曲げ
No. 6	250	有	394	巻立補強	5.6	基部曲げ

*No. 6のみ $300 \times 300 \text{ mm}$ 正方形断面、他は $\phi 340 \text{ mm}$ 円形断面

キーワード：鉄筋コンクリート橋脚、段落し、靱性、ひび割れ、巻き立て補強

〒152 東京都目黒区大岡山2-12-1 TEL(03)5734-2596 FAX(03)3726-2201

4. アラミド繊維布巻き立て補強 No. 5、No. 6 共に剪断破壊を生じず、大きな靱性を示した。荷重変位曲線を図6、7に示す。No. 5ではほぼ最大水平方向耐力を保ったまま載荷装置の限界で載荷を中止した。載荷中止直前に基部の補強布に亀裂が入り（図8）、若干の水平耐力の低下が見られた。実験終了後補強布を撤去したが、鉄筋の座屈は見られなかった。No. 6ではおよそ $4\delta_y$ の載荷状態から耐力が低下し始めている。以降 No. 6 では載荷の終盤にかけて基部の補強布のはらみ出しがみられた（図9）。円柱に対する拘束は周長に対しての断面積が最少で大きな拘束効果が期待できるが、角柱への補強の拘束は破壊したコンクリートが押し出され補強布が真円にまで変形する余地がある。この変形のために徐々に水平方向耐力が低下するものと考ええる。

5. まとめ 鉄筋コンクリート橋脚の破壊は破壊モードにより異なったひび割れパターンをとる。本研究ではひび割れは帯鉄筋位置から発生する傾向が見られ、配筋によりひび割れの成長パターンが影響を受けることがわかった。またアラミド繊維布巻き立てによる靱性の改善効果は円形断面では非常に大きいことがわかった。

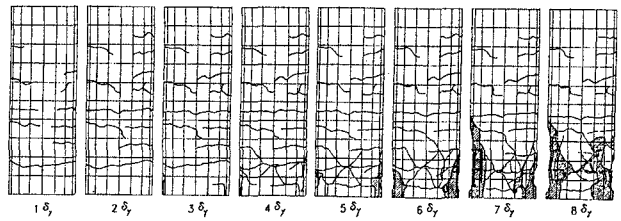
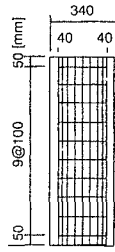


図2 No.1 配筋図及び損傷過程

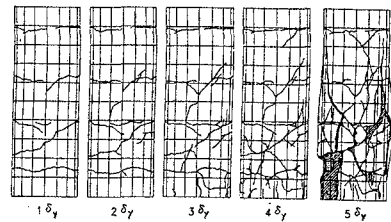
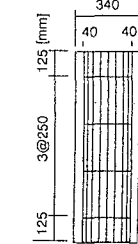


図3 No.2 配筋図及び損傷過程

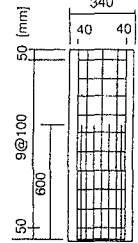


図4 No.3 配筋図及び損傷過程

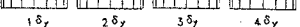
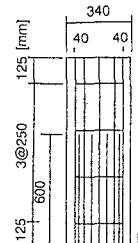


図5 No.4 配筋図及び損傷過程

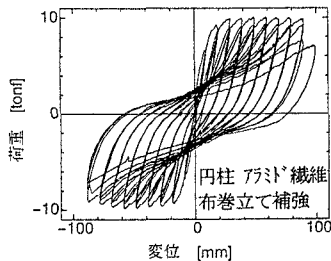


図6 No.5 荷重変位曲線

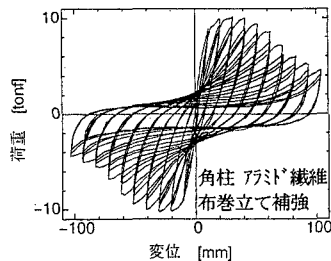


図7 No.6 荷重変位曲線

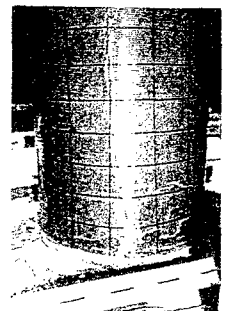


図8 No.5 補強布の亀裂

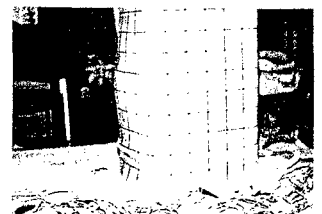


図9 No.6 補強布のはらみだし