

東京大学大学院 学生員 島 弘
 長野県 土木部 猿田吉秀
 東京大学工学部 正会員 上田多門

1. まえがき

RC橋脚の天端変位は、軀体上部の弾性域の変形による成分、軸方向鉄筋降伏後に軀体下部に形成される塑性域の変形による成分およびフーチングからの鉄筋の引抜けによる成分が組み合わさったものであるが、通常の模型実験では鉄筋径が模型の実物に対する縮小比よりも大きく鉄筋の引抜けによる変位成分が大であるが、実物ではこれが小であり、実験と実物における変位成分の比が異なる。したがって、模型実験から実物の橋脚の変形を算定するためには、模型実験において検討したい成分だけを取り出す必要がある。

本研究は、RC橋脚の模型実験を行い、それから軀体下部の塑性域の変形だけを取り出すことを目的とし、塑性域の性状を決定すると考えられる諸パラメーターのなかから、せん断補強量を変化させて、塑性域の変形性能（回転性能とせん断ずれ変形性能）と部材の靱性との関係について検討した。

2. 実験の概要

供試体は、図-1に示すように、せん断スパン長 115cm、軀体部断面30cm×20cm（有効高さ $d=27$ cm）のものとした。軀体軸方向鉄筋にはD16を用いた（鉄筋比0.74%）。帯鉄筋には径3mmの異形鉄筋を用い、その間隔を変え、帯鉄筋比を0%, 0.05%, 0.15%に変化させた。載荷方法は、軀体下端の引張鉄筋が降伏するまでは、そこでのひずみが 500μ , 1000μ , 1500μ , 2000μ となるまで、順次載荷・除荷を正負両方向に行い、以後、天端変位が $\pm\delta y$, $\pm2\delta y$, $\pm3\delta y$ となるまで、各々3サイクルの載荷・除荷・再載荷を繰り返し、荷重が急激に低下するまで続けた。軀体部中心線上において、載荷点の他に、軀体部最下点から0.25dの間隔で2.25dまで各高さでの変位を測定した。また、各高さでの軀体の回転角は、その点とその上下の計3点間の変位分布を2次放物線で近似し、その傾きから求めた。更に、軸方向鉄筋の軀体部最下端にシースに入れたピアノ線の先端を固着し、それを下方に延ばして変位計に接続し、フーチングからの軸方向鉄筋の引き抜け量を直接測定した。

3. 実験結果とその考察

RC橋脚の塑性変形を考察するとき、軀体中の塑性域の範囲をどのように考えるかが問題となるが、本研究では、塑性域の範囲を軀体下端からせん断ひびわれがはいる高さまでの区間として検討することとした。せん断ひびわれが最も高い位置まで発生したのは、帯鉄筋比が0.05%の供試体であり、ひびわれが主鉄筋位置で1.75dの高さに達した。したがって、すべての供試体について、塑性域の上端は1.75dあるいはこれより下にあると考え、1.75dの高さでの変位およびたわみ角を用いて塑性域の性状を検討した。1.75dにおける回転角の測定には1.5dの高さの変位が必要であるが、中心線上の1.5dの位置はせん断ひびわれの影響を受けていないことを確認した。

軀体自身の変形性状を調べるために、各高さにおける変位は、その測定値からフーチングからの主鉄筋の引き抜けによる変位を差し引き、引き抜けの影響を取り除いた。

帯鉄筋比0.15%の供試体の高さ1.75dにおける変位 δl_p と荷

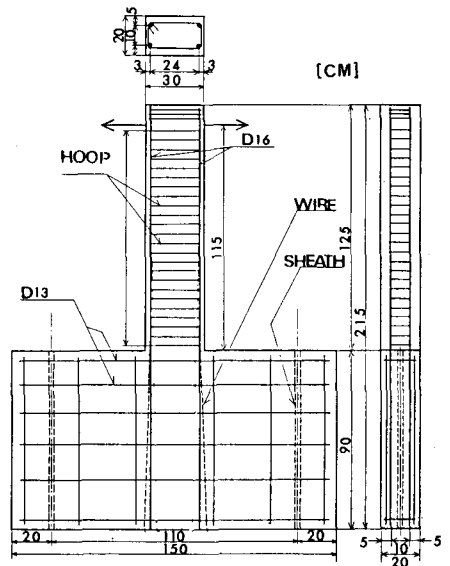


図-1 供試体および配筋

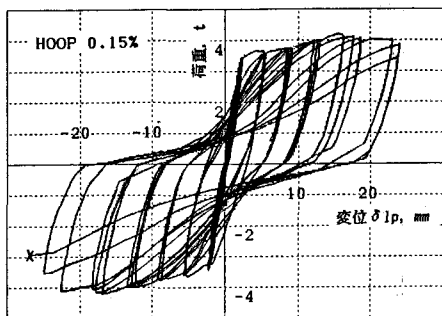


図-2 帯鉄筋比0.15%の荷重-変位 δ_{lp} 曲線

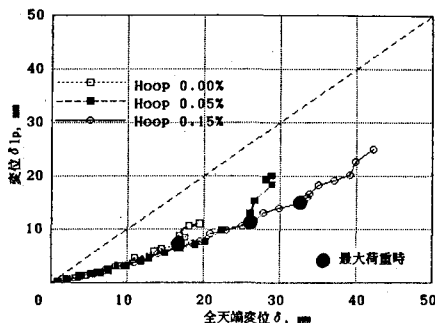


図-3 包絡線の全天端変位 δ と変位 δ_{lp} との関係

重との関係を図-2に示す。荷重-変位曲線はかなり極端な逆S字形となっており、せん断変形の影響が大きくでている。包絡線における全天端変位 δ と変位 δ_{lp} との関係を図-3に示す。変位 δ_{lp} は、全天端変位 δ に対して、荷重が最大となるまでは、帯鉄筋比の違いにかかわらず同じ曲線をたどっており、帯鉄筋比が大きくなるほど最大荷重時の変位が大きくなっている。しかし、最大荷重時から破壊に至るまでは、全天端変位 δ の増加に対して変位 δ_{lp} が急激に大きくなっている。

次に、帯鉄筋比0.15%の供試体の高さ1.75dにおける回転角 θ_{lp} と荷重との関係を図-4に示す。これらの関係は完全な紡錘形を示している。包絡線における全天端変位 δ と回転角 θ_{lp} に塑性域上端から天端までの高さを掛けた変位 δ_r との関係を図-5に示す。変位 δ_{lp} と同様に、荷重が最大となるまでは帯鉄筋比の違いにかかわらず、全天端変位 δ に対して変位 δ_{lp} は同じ曲線をたどっている。しかし、最大荷重時から破壊に至るまでは、変位 δ_{lp} とは逆に、全天端変位 δ の増加に対して、変位 δ_r が急激に小さくなるか、あるいは大きくなっていない。

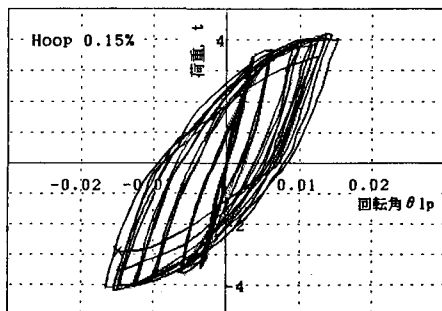


図-4 帯鉄筋比0.15%の荷重-回転角 θ_{lp} 曲線

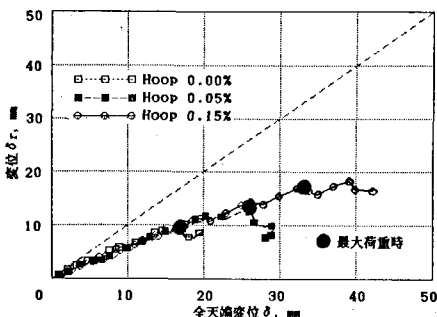


図-5 包絡線の全天端変位 δ と変位 δ_r との関係

帯鉄筋比0.15%の供試体について、変位 δ_{lp} と回転角 θ_{lp} との関係を図-6に示す。全体として、包絡線上では変位 δ_{lp} が大きくなると回転角 θ_{lp} の増加率は小さくなっており、最終的には変位 δ_{lp} に対して回転角 θ_{lp} は大きくなっていない。したがって、終局的にはせん断変形のみが大きくなり、破壊に至ったことがわかる。また、同じ全天端変位 δ にもかかわらず、載荷が繰り返されるたびに回転角 θ_{lp} に対して変位 δ_{lp} が大きくなっており、載荷の繰り返しがせん断変形量に大きく影響を及ぼしている。

4. まとめ

以上のことから、本実験のようなせん断卓越型の部材では、載荷の繰り返しの影響を含めて、部材の靱性を決めるのは塑性域の曲げ変形性ではなく、せん断変形性であることがいえる。したがって、本実験のような部材の靱性を定量的に求めるためには、せん断変形のみを取り出してそれに与える諸要因（例えば帯鉄筋量）の影響等を検討することが、今後必要であると思われる。

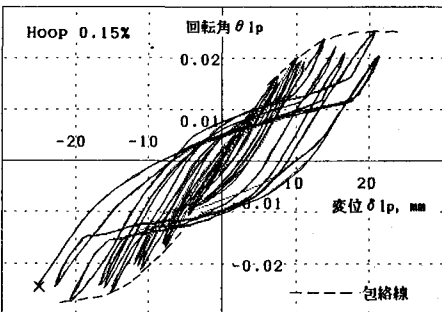


図-6 帯鉄筋比0.15%の変位 δ_{lp} -回転角 θ_{lp} 曲線

なお、本研究は昭和58年度科学研究費補助金（課題番号58460159）を受けて行ったものである。