

国士舘大学工学部

正員

川口直能

1. まえがき

この報告は地震時のように比較的低数回の、また高レベルの繰返し荷重を受けたのちに破壊に至る部材の挙動について、とくに軸方向引張力と正負の曲げを受ける場合に注目して、形成されるプラスチックヒンジの挙動を強度の面から実験的に検討したものである。

若干の実験結果から繰返し荷重レベルの大きさがヒンジの形成強度と完了強度とに与える影響が明らかとなり、少なくとも部材の降伏または破壊強度を利用して設計を行なう場合の実験面からの指標が得られた。

2. 実験方法

実験は図1に示したAまたはBの約50体の試験体に部材軸から偏心させた引張力を繰返して作用させることによって行なった。試験体の図形的鉄筋比($p = 1.65\%$)および荷重の偏心量は一定であり、繰返し回数と繰返し荷重レベルを次のように変化させた。すなわち、試験体Bについて両振りの偏心引張力による載荷、除荷を繰返したのちに、最終的に偏心引張力を破壊まで作用させる方法を採用した。最終の破壊に至らず以前に作用させた繰返し数は1, 2, 4, 10回とし、このときの載荷段階はそれぞれの繰返し数に対し、試験体AまたはBをそのまま破壊に至らした場合に得られた破壊荷重の40, 60~70, 80%とした。したがって実験は繰返し数、載荷段階の相違により12通りから構成されている。

なお、載荷段階については本実験の鉄筋量の場合、40%は引張側鉄筋が許容応力度に達するときに相当し、60~70%はプラスチックヒンジが形成される直前の状態、80%はプラスチックヒンジが形成された直後の状態に相当している。また、コンクリートは $\sigma_{ck} = 300 \text{ Kg/cm}^2$ を目標とし、鉄筋は軸方向鉄筋、端部補強筋ともSD30を使用した。ひずみの測定にはコンクリートについてはコンタクトゲージ(ゲージ長さ10cm)を用い、鉄筋についてはワイヤストレーンゲージ(ゲージ長さ5~6mm)を使用した。

3. 実験結果

偏心引張力と圧縮側コンクリートのひずみ分布から算定した曲率との関係の第2変曲点をプラスチックヒンジの形成と定義し、最大荷重時をヒンジの完了とした。なお、第1変曲点はひびわれ発生または閉合時に対応している。繰返しを実施せずに破壊に至らせた試験体によるプラスチックヒンジの形成強度および完了強度を基準とし、繰返し後に載荷した際の形成強度と完了強度を強度比の形で図2, 3にまとめた。同図において縦軸は強度比を表わし、横軸は繰返し数を示している。 $\pm 5\%$ 程度の相違は実験誤差と思われるのでこれを同一と考えれば、本実験の範囲内では図2, 3から次のような定性的傾向が認められる。

- (1) 本実験のようないわゆる低数回の繰返し数はヒンジの形成、完了強度に顕著な影響は与えない。
- (2) 影響を与えるのは通常の疲労試験にみられるとおり、荷重振幅である。前載荷においてヒンジが形成されていなければ(40, 60~70%)、最終の破壊に至る場合の形成および完了強度は変化が認められない。しかし、前載荷においてヒンジが形成されていれば(80%)、最終の破壊に至る場合の形成強度は10%程度低下し、完了強度は逆に10%程度増加する傾向が認められる。

このうち、(2)の傾向については実験面からみれば、高レベルの繰返しの場合にはひびわれの閉合が起こらないため、部材の剛性が低下し、ヒンジ形成までのつり合いが鉄筋のみによっているため形成強度が低下し、さらにコンクリートに対しては、残留引張ひずみが引張プレストレスのような効果を与えて、コンクリートの見かけの圧縮破壊ひずみを増加させているために、完了強度の増加が起こったことが主な理由と考えられる。

4. まとめ

変形能力、剛性の点は未検討であるが、強度の面から本実験結果を総括的にまとめれば次のとおりである。軸方向引張力と正負の曲げが繰返して作用する場合、これによってプラスチックヒンジ状態になっていれば、最終の破壊に至る軸引張と曲げが作用したときの新たなヒンジの形成強度は10%程度低下し、完了強度は10%程度増加する。設計に際して、断面耐力の算定にはこの点を考慮する必要があると思われる。

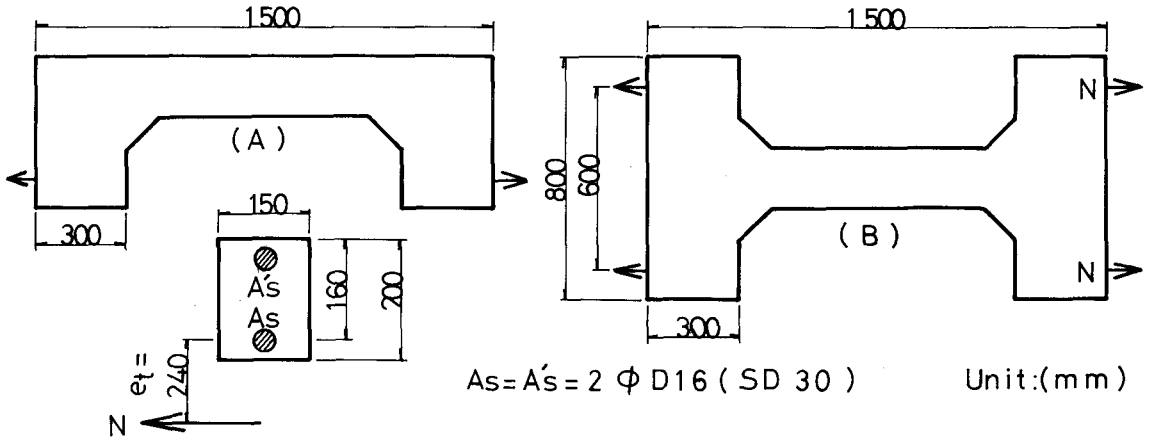


図1 試験体

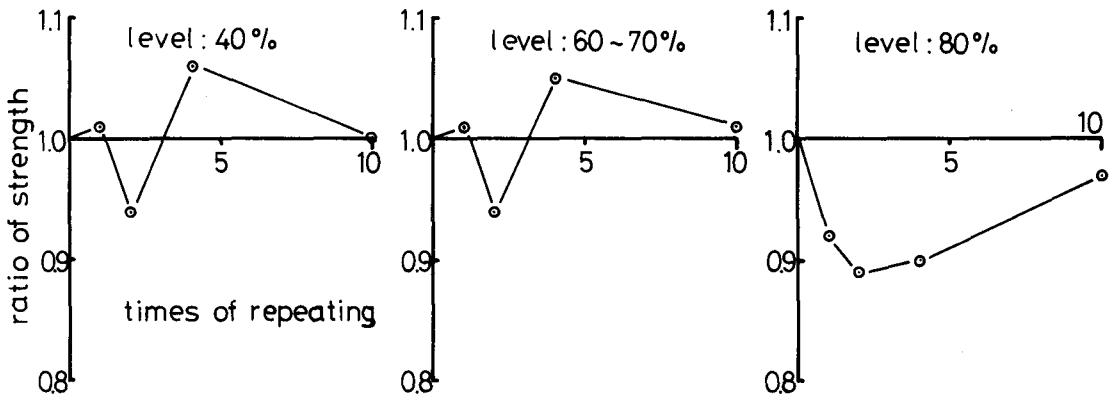


図2 ヒンジ形成強度の変化

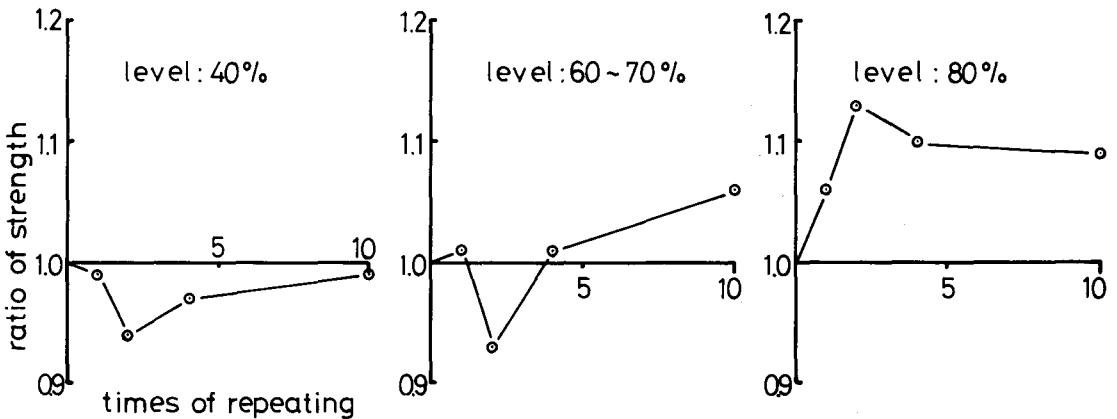


図3 ヒンジ完了強度の変化