

AAR損傷による鉄筋初期応力を有するRCはりの挙動

岐阜大学工学部 学生員 ○高井茂信
 岐阜大学工学部 正会員 岩瀬裕之
 岐阜大学工学部 正会員 小柳 治

1. はじめに

AAR損傷を生じた鉄筋コンクリート部材の力学特性については、損傷した構造物の安全性評価の必要上従来から種種の検討がなされている。著しいAAR損傷を受けたはりの載荷試験結果から、AARに伴う膨張を鉄筋が拘束するために生ずるケミカルプレストレスによってはりの力学性状がRCからPCに移行することや、鉄筋に生ずる引張応力やコンクリートのみかけのヤング係数の低下によってはりの降伏応力は低下するが終局曲げ耐力は変化しないことなどが実験によって認められた[1]。この実験をもとに、鉄筋に導入される引張応力とはりの降伏曲げモーメントや終局曲げモーメントとの関係を解析によって検討した結果を示す。

2. 実験概要

解析との対応より、まず文献[1]より実験概要を述べる。対象としたはり供試体は寸法 $10 \times 18 \times 170$ cmの単鉄筋はりであり、鉄筋はD10(f_u および f_y :38.8および54.6kgf/mm²)2本を使用した($P=0.9\%$)。はりはAARを生じ最大0.7mmのひびわれがみられたもの(Aシリーズ)と、AARを生じないもの(Nシリーズ)の2種類である。載荷試験は、スパン125cm(せん断スパン50cm、モーメントスパン25cm)の対称2点載荷で行われた。

はり供試体の荷重-変位関係の測定結果を図-1に示す。はりはいずれも曲げ破壊を生じている。また、はりの側面のひずみから中立軸の高さを求めている。中立軸の高さの推移の状況を図-2に示す。はり試験時に測定されたAおよびNシリーズのヤング係数は、それぞれ1.82および 2.54×10^5 kgf/cm²である。

3. 解析結果と考察

ここで、切断法[2]を用いて鉄筋に生じたケミカルプレストレスによる初期ひずみを考慮した断面のモーメント-曲率関係を算定した。解析では、応力-ひずみ関係は鉄筋は弾性体とし、コンクリートは圧縮部は線形弾性体とし、引張部も考慮に入れた。ここで、初期ひずみの影響を見るため、Nシリーズにおいてもこれを設定した。

鉄筋に与えた初期ひずみ(ϵ_{so})と降伏曲げモーメント(M_y)との関係を図-3に示す。これより、Eが小さいAシリーズの方が M_y が小さくなっており、 M_y に及ぼすヤング係数の影響はみられるが、それほど顕著ではない。 ϵ_{so} が増加すれば M_y は減少するが、その程度に着目すると、 ϵ_{so} が降伏ひずみの約60%程度より小さな領域では M_y の低下率は10%以内であり初期ひずみの影響は少なく、約80%程度からAシリーズで急激に大きくなる。

はり供試体の荷重-変位関係の解析結果を設定初期ひずみが増加する場合について図-4に示す。図-1および図-4より、Aシリーズの方がNシリーズに対して初期の剛性が高く、また、曲線の勾配が急変するところの初期ひびわれに対する荷重も大きい。これは、AARによる膨張を鉄筋が拘束したために生じるケミカルプレストレスの影響である。一方、Aシリーズのはりの降伏点はNシリーズより10%程度低いが、Aシリーズのはりでは、鉄筋の降伏後の荷重増加がみられるが、これは鉄筋の降伏後は中立軸が上昇し、モーメントの腕長が増大するためであり、最終的には両シリーズの終局耐力には差がなくなる。

解析での中立軸の高さの推移の状況を図-5に示す。図-2、図-5にみられるように、鉄筋降伏時のはりの中立軸比は、Nシリーズでは非常に大きいのが、鉄筋降伏以後は急速に中立軸比が減少し、最終的にNシリーズと同様となっている。

AARの損傷により中立軸比が大きくなる理由は、ケミカルプレストレスによりはりの力学性状がRCからPCに移行することによる。即ち、鉄筋に引張力が作用する反力としてコンクリートに軸圧縮力が作用し、結果として有効断面積が増加し、鉄筋降伏時の中立軸位置が下がり、曲げモーメントの腕長が小さくなり、

鉄筋降伏時の曲げモーメントは通常の場合に比べ低下することになる。ヤング係数の低下も関係するが、初期ひずみが降伏ひずみに近いところを除けばその程度は小さい。

4. おわりに

AAR損傷を受けたRCはりの降伏および終局曲げ耐力について、載荷試験の結果をもとに切断法による解析によって検討し、次の結論を確認した。

- ① AARによるコンクリートの膨張を鉄筋が拘束しケミカルプレストレスが発生すると、はり降伏時の中立軸比が相対的に大きくなる。その結果内力のモーメントの腕長が小さくなるため、降伏曲げモーメントが低下する。
- ② 中立軸比の増加はコンクリートのみかけのヤング係数の低下ばかりではなく、鉄筋のAARによる膨張拘束で生ずるケミカルプレストレスの効果の方が大きい。
- ③ 鉄筋降伏後は内力のモーメントの腕長が増加し、曲げ破壊時の終局耐力はAAR損傷には関係しない。

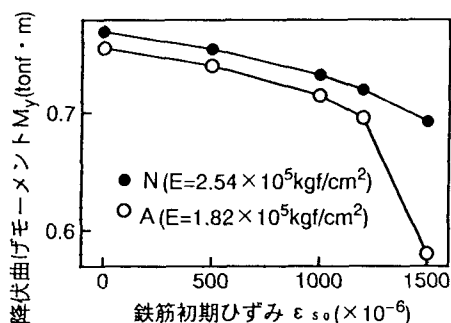


図-3 初期ひずみと降伏モーメント

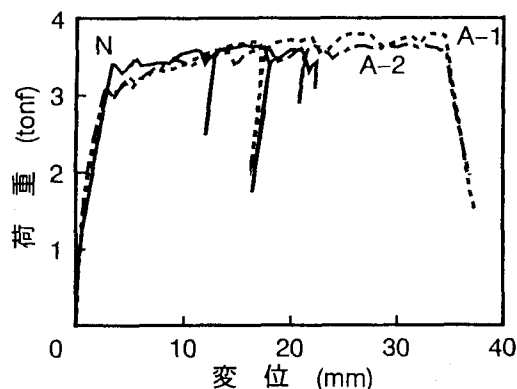


図-1 荷重-変位曲線

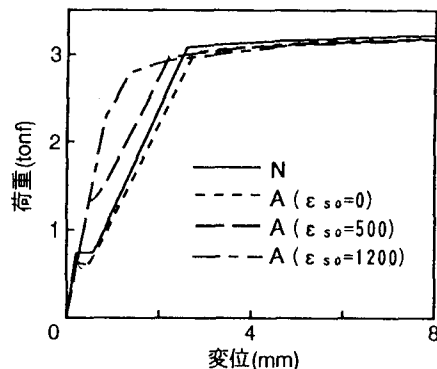


図-4 荷重-変位曲線(解析値)

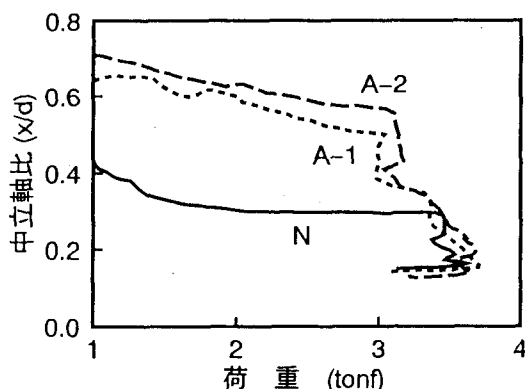


図-2 実験における中立軸比

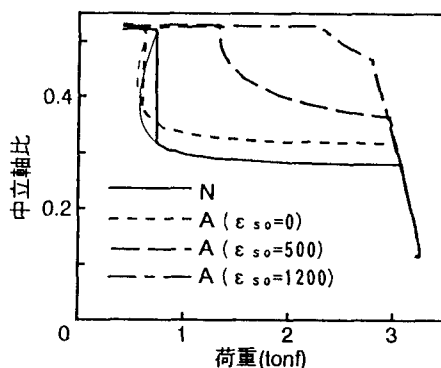


図-5 中立軸比-荷重曲線(解析値)

参考文献

- [1] 小柳 治・六郷恵哲・内田裕市・長瀬道雄：著しいAAR損傷を生じたRCはりの挙動、コンクリート工学年次学術講演論文集、pp.947-952、1993
- [2] 小阪義夫・森田司郎：鉄筋コンクリート構造、丸善、1975、p.121