

V-87

剛性効果を考慮した鉄筋コンクリート曲げ部材の材料モデルについて

北海道大学工学部 正員 志村 和紀

北海道大学工学部 正員 佐伯 昇

北海道大学工学部 正員 藤田 嘉夫

1. まえがき

鉄筋コンクリート曲げ部材の変形解析において、土木学会コンクリート標準示方書に示されたコンクリートおよび鉄筋の応力-ひずみ曲線を用いた場合、実験に比べ耐力および変形が小さい場合がある。この原因としては鉄筋のひずみ硬化、圧縮部コンクリートに対する拘束効果およびコンクリートの引張応力等の影響が考えられるが、他に鉄筋とコンクリートの付着応力により引張剛性および耐力が高まる、いわゆる剛性効果が挙げられる。本報告は剛性効果についての実験を行い、これを考慮した材料モデルを用いた解析結果と比較検討し、鉄筋コンクリート曲げ部材の非線形解析に適したモデルを得ることを目的とした。

2. 実験方法

実験に使用したコンクリートは早強ポルトランドセメントを用いたAEコンクリートとし、試験材令を14日、目標圧縮強度を 300kg/cm^2 とした。鉄筋の材質はSD35とし、圧縮主鉄筋およびスターラップとして D10異形棒鋼を、引張主鉄筋としては軸方向のひずみ分布を測定するために D16異形棒鋼のリブ部分に溝を切った鉄筋を用いた。

試験桁は図-1(a)および表-1に示すように矩形断面とし、有効高さ $d=17\text{cm}$ と一定にし、かぶり c は 2.2, 4.2 および 7.2cm と変化させ、スターラップ間隔 s を 5 および 8cm とした。鉄筋比はいずれも $p=1.68\%$ 、 $p'=0.84\%$ とした。

載荷方法としては図-1(b)に示すように対称2点載荷とし、支間 $l=150\text{cm}$ 、載荷点間隔 $a=40\text{cm}$ とした。また、載荷点区間の引張主鉄筋の溝内にはワイヤーストレイゲージを 2cm 間隔で貼付し、鉄筋のひずみを測定した。さらに、曲率を求めるためにコンクリート表面に貼付した標点の変位をコンタクトゲージにより測定し、載荷点の変位を変位計によって測定した。

3. 実験結果および考察

図-2に引張鉄筋のひずみ分布の測定例を示した。これによれば、ひびわれ位置付近においてひずみはピークを示す曲線となり、コンクリートと鉄筋の付着によってコンクリートが引張力を負担していることが確認された。また、このひずみ分布の面積から平均ひずみを求め、応力-平均ひずみ関係を表したものを図-3に示した。これによれば、鉄筋単体の引張試験結果に比べ、弾性部分において剛性効果の影響が認められる。このモデルを用いて解析を行うことにより、剛性効果を評価することができる。また、他にコンクリートの応力-ひずみ関係の引張部にひずみ軟化領域を設ける方法がある（図-4）。そこで、剛性効果を鉄筋のモデルによって表した場合（TYPE I）および後者のコンクリートに

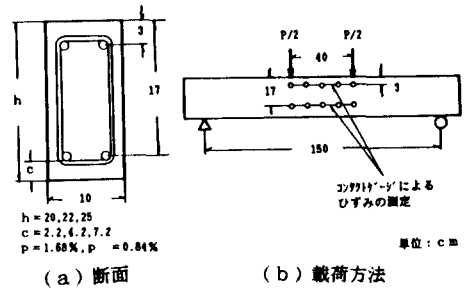


図-1 試験桁の寸法・載荷方法

表-1 試験桁の種類

試験桁	h cm	c cm	s cm	ρ
No.1	20	2.2	5	0.048
No.2	20	2.2	8	0.030
No.3	22	4.2	5	0.048
No.4	22	4.2	8	0.030
No.5	25	7.2	5	0.048

h; 桁高, c; かぶり, s; スターラップ間隔
 ρ ; スターラップとコンクリートの体積比

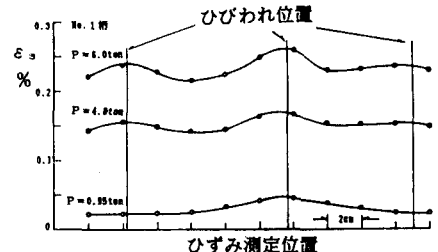


図-2 引張主鉄筋の軸方向ひずみ分布

よった場合（TYPE II）

について解析を行い、実験値と比較した。

図-5に曲げモーメント-曲率関係について、図-6に荷重-たわみ関係について計算値および実験値を整理したものを示した。図-5によれば、引張鉄筋の降伏前はTYPE IIがTYPE Iに比べ剛性が高

くなる傾向にあるが、両モデルとも比較的良く変形挙動を表すことがことが認められた。また、剛性効果を考慮しない場合、TYPE Iに比べいくぶん小さい剛性になり、特に、ひびわれ荷重付近でその傾向が顕著であった。また、引張鉄筋の降伏後はTYPE IとTYPE IIは一致した。図-6に示した荷重-たわみ関係についても同様の傾向にあった。

4. まとめ

- (1) 鉄筋の応力-ひずみ曲線として試験桁中の鉄筋の応力-平均ひずみ関係を用いることによりコンクリートと鉄筋の付着による剛性効果を評価することができる。
- (2) コンクリートの応力-ひずみ曲線の引張部にひずみ軟化領域を設けることにより剛性効果を評価できると考えられるが、その軟化領域の大きさについては検討する必要があると考えられる。
- (3) 本実験の範囲内では、引張鉄筋の降伏後の変形および耐力については付着の影響は明確には表れなかった。

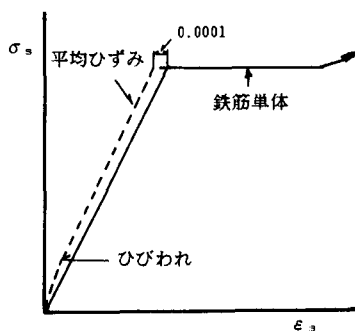


図-3 鉄筋の応力-平均ひずみ関係

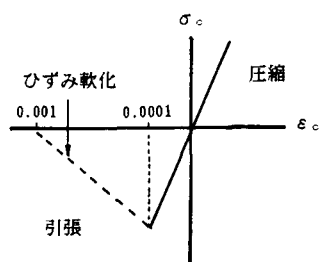


図-4 コンクリートの引張部におけるひずみ軟化域

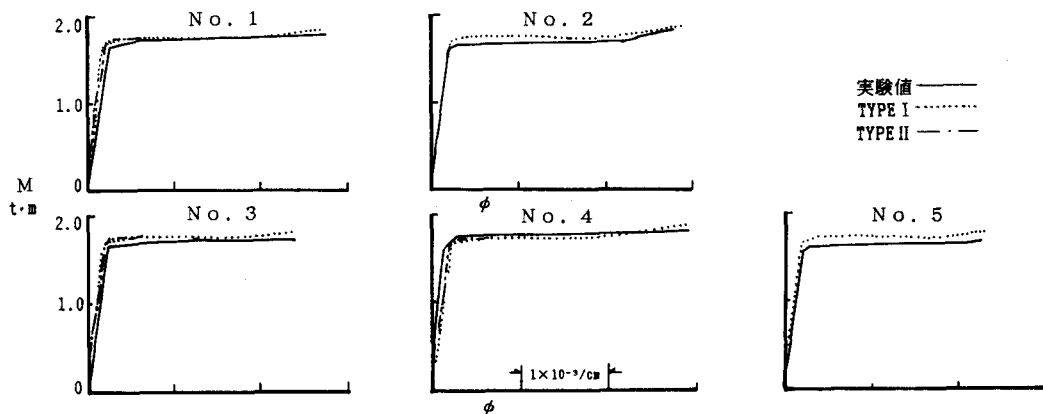


図-5 曲げモーメントと曲率の関係

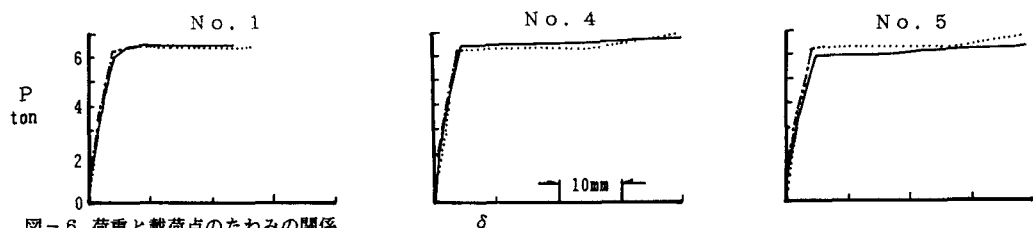


図-6 荷重と載荷点のたわみの関係