

岐阜大学 正会員 ○岩瀬 裕之 六郷 恵哲
正会員 小柳 治

1. まえがき 曲げを受けるRCはり部材の耐力は ACIの算定式やコンクリートと鉄筋の応力ひずみ曲線を仮定した土木学会の方法を用いて算定した耐力より1～2割程大きな値を示す。また、コンクリートに鋼繊維補強コンクリートを用いたはり部材では4割も大きな値を示すことがある。これは異形鉄筋や鋼繊維補強コンクリートの使用による鉄筋とコンクリートとの良好な付着特性により、鉄筋の降伏域が拘束されるためであると考えられる¹⁾。本研究はコンクリートとの付着特性が低い丸鋼や部分的に付着を無くするように加工した異形鉄筋を使用したRCはりの載荷実験をおこない、鉄筋とコンクリートとの付着がはりの耐力や変形に及ぼす影響について検討するものである。

2. 実験概要 図1にはり供試体の形状寸法を示す。引張り側鉄筋には異形鉄筋D13mm、あるいは丸鋼Φ13mmのいずれかを2本ずつ配筋した(引張鉄筋比 $p=1.64\%, 1.72\%$)。複鉄筋としたはりには圧縮側にD10mmを2本ずつ配筋した、コンクリートには普通コンクリート(以下NCと略)と鋼繊維補強コンクリート(以下FCと略)の2種類を用いた。コンクリートと鉄筋を組合わせて合計10種類の供試体とし、1種類につき2本ずつ供試体を作製した。表1にはり供試体の種類を示す。このうち、付着を無くした異形鉄筋(以下 アンボンド鉄筋と略)には、はり中心より両側22.5cmまで、図2に示すように鉄筋にゴム系防水剤を塗布し乾燥させた後、さらにグリースを塗布しその上をプラスチックフィルムで覆った。載荷はスパン125cmで行い、単調載荷とした。

3. 結果と考察 表2に各はりの耐力および道路橋示方書により求めた終局耐力を示す。また、図3(a)～(e)に各はりの荷重変位曲線を示す。NCで異形鉄筋を用いたはりの降伏耐力は終局耐力に比べて7%程度大であった。過去に行ったRCはりの耐力ほどの上昇が無い理由としては、鉄筋表面にひずみ測定用ゲージを貼り、その上をビニールテープで巻いたため、付着が無い箇所が生じたことにより降伏変形がひびわれ箇所に集中せず付着の無い領域に分散したためと考えられる。なお、降伏後も耐力は上昇している。この上昇部分では、鉄筋が加工硬化域に入り耐力が上昇したと考えられる。FCで異形鉄筋を用いたはりには降伏時においても終局耐力による値に比べて25%程度高い値を示しており、またNCを用いたはりと同様に降伏後も耐力は上昇した。NCで丸鋼を用いたはりの耐力は終局耐力とほぼ同じであり、降伏後耐力は横ばいで上昇しなかった。FCで丸鋼を用いたはりの降伏耐力は終局耐力より20%程高い。変位が増すにつれ徐々に耐力は減少するが、変位が50mmあたりで鉄筋が加工硬化

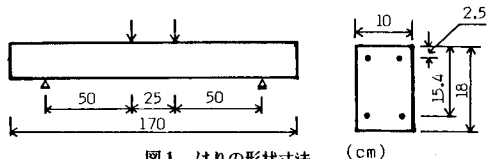


図1 はりの形状寸法

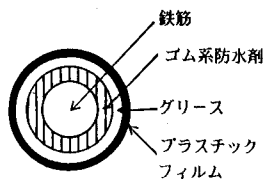


図2 アンボンド鉄筋の断面

表2 はりの耐力

供試体	降伏耐力 tonf	最大耐力 tonf	終局耐力 計算値 tonf	降伏耐力/ 終局耐力
CP0 1	5.59	5.91	5.21	1.07
CP0 2	5.59	5.82	5.21	1.07
CP10 1	5.48	5.86	5.20	1.05
CP10 2	5.63	6.13	5.20	1.08
CF0 1	6.77	7.28	5.38	1.26
CF0 2	6.79	7.01	5.38	1.26
CF10 1	6.80	7.78	5.35	1.26
CF10 2	6.61	7.08	5.35	1.23
PPO 1	5.18	5.18	4.95	1.05
PPO 2	5.19	5.27	4.95	1.05
PFO 1	定着部破壊	6.10	5.05	—
PFO 2	6.10	6.10	5.05	1.21
UPO 1	5.61	5.82	5.31	1.06
UPO 2	5.42	5.71	5.31	1.02
UP10 1	5.39	5.95	5.28	1.02
UP10 2	5.35	5.75	5.28	1.00
UFO 1	6.29	6.29	5.36	1.17
UFO 2	6.41	6.43	5.36	1.20
UF10 1	6.31	6.68	5.34	1.18
UF10 2	6.62	7.21	5.34	1.24

表1 はり供試体の種類

記号	引張鉄筋の種類	コンクリートの種類	圧縮鉄筋の有無
CP0 CP10	異形鉄筋 $\sigma_{sy}=37.2\text{kg/mm}^2$ $A_s=2.53\text{cm}^2$	普通 $\sigma_c=358\text{kg/cm}^2$	無
CF0 CF10	鋼繊維補強 $\sigma_c=505\text{kg/cm}^2$	鋼繊維補強 $\sigma_c=505\text{kg/cm}^2$	無
PPO	丸鋼 $\sigma_{sy}=33.1\text{kg/mm}^2$ $A_s=2.65\text{cm}^2$	普通 $\sigma_c=399\text{kg/cm}^2$	無
PFO	鋼繊維補強 $\sigma_c=511\text{kg/cm}^2$	鋼繊維補強 $\sigma_c=511\text{kg/cm}^2$	無
UPO UP10	アンボンド鉄筋 $\sigma_{sy}=37.2\text{kg/mm}^2$ $A_s=2.53\text{cm}^2$	普通 $\sigma_c=436\text{kg/cm}^2$	無
UFO UF10	鋼繊維補強 $\sigma_c=483\text{kg/cm}^2$	鋼繊維補強 $\sigma_c=483\text{kg/cm}^2$	無

有効高さ $d=15.4\text{cm}$ 、圧縮鉄筋高さ $d'=2.5\text{cm}$
圧縮鉄筋の降伏強度 $\sigma_{sy}'=37.5\text{kg/mm}^2$ 、断面積 $A_s'=1.43\text{cm}^2$

域に入ったと考えられる。NCでアンボンド鉄筋を用いたはりの降伏後の耐力は丸鋼を用いたはりと同様に横ばいで上昇せず、圧縮側コンクリートの圧壊とともに耐力は低下した。圧縮鉄筋を配筋したはりでは、圧縮側コンクリートの圧壊とともに耐力は一旦低下するが、変位が20mmを越えるあたりから耐力は上昇した。変位が20mmを越えるあたりから鉄筋が加工硬化域に入ったと考えられる。FCでアンボンド鉄筋を用いたはりの降伏耐力は終局耐力に比べて20%程高い。降伏時において、はりにひびわれは1本発生しているが、ひびわれ後もFCはかなりの引張力を受け持っており、このため降伏耐力が高くなるものと考えられる。変位が大になると鋼繊維の引き抜けや破断により耐力は減少して行くが、変位が20mmに達するあたりから耐力は逆に上昇した。NCを用いたはりと同様に、変位が20mmに達するあたりから鉄筋が加工硬化域に入ったと考えられる。この降伏後耐力が低下していく部分を除けば、荷重変位曲線は鉄筋の応力ひずみ曲線とほぼ相似である。図3(d),(e)

上には等価化した鉄筋の応力ひずみ曲線を用いて算定したはりの荷重変位曲線も示す。図4には用いた鉄筋の応力ひずみ曲線を示す。これらは周りにコンクリートを巻きつけた鉄筋の両引き試験および鉄筋のみの引張試験の結果より等価化したものである¹⁾。鉄筋のみの等価を用いて算定したものはFCの引張りも考慮した。計算にはせん断ゾーンにおける塑性変形を考慮しないこと、平面保持がアンボンド鉄筋を用いたはりでは成立しないことなどから、変位は実測に比べて小さく計算されるが、付着の有る異形鉄筋を用いたはりでは、両引き試験より得られた応力ひずみ曲線を用いたものが実験値とよく一致し、また付着の無いアンボンド鉄筋を用いたはりでは鉄筋の引張り試験より得られた応力ひずみ曲線+コンクリートの引張りを考慮したものが比較的よく一致している。すなわち、異形鉄筋は付着により周りのコンクリートによって変形が拘束されるため、丸鋼や付着の無いアンボンド鉄筋と異なり降伏時より加工硬化の影響が現れる。

本研究に対し、昭和59年度吉田研究奨励金を授与されたことに深謝致します。

参考文献

1) 岩瀬他：RCはりの曲げ破壊性状におよぼす付着の影響 第40回土木学会講演概要集V-232 1985年

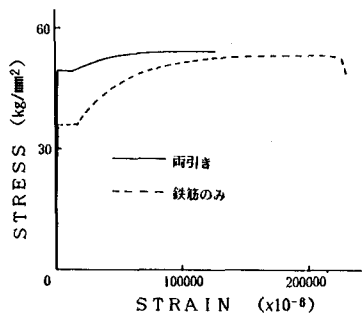


図4 鉄筋の応力ひずみ曲線モデル

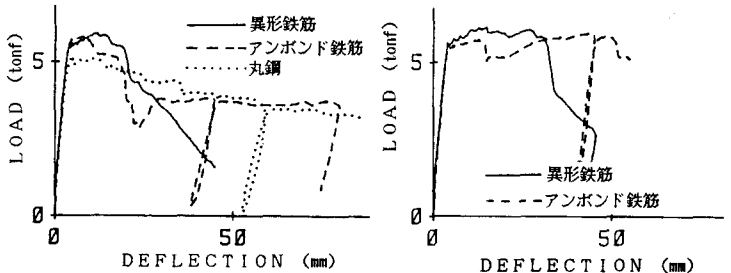


図3 (a) 荷重変位曲線(単鉄筋, 普通コンクリート) 図3 (b) 荷重変位曲線(複鉄筋, 普通コンクリート)

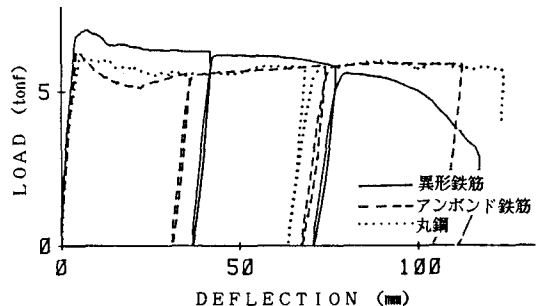


図3 (c) 荷重変位曲線(単鉄筋, 鋼繊維補強コンクリート)

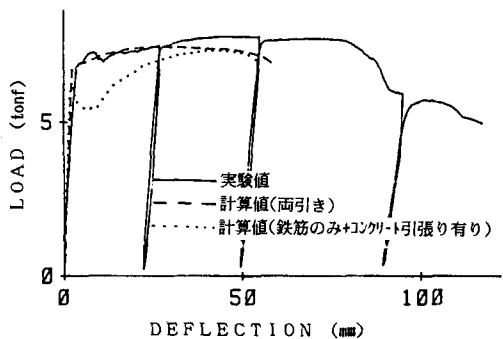


図3 (d) 荷重変位曲線(複鉄筋, 鋼繊維補強コンクリート, 異形鉄筋)

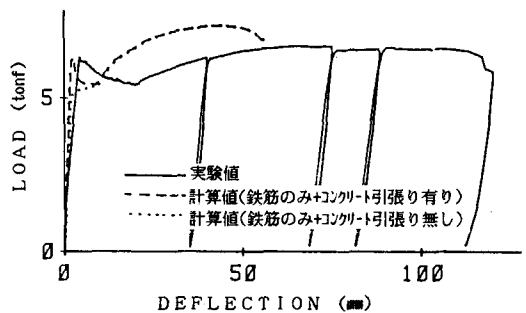


図3 (e) 荷重変位曲線(複鉄筋, 鋼繊維補強コンクリート, アンボンド鉄筋)