

日本大学理工学部 正員 ○柳 昭 善 明
 “ “ “ 関 慎 吾
 “ “ “ 北 田 勇 輔

1. はじめに

鉄筋コンクリート部材の設計に終局強度理論を導入することにより、弾性理論から求まるよりもかなり小さな断面を持つ曲げ部材が使用される可能性がある。また、高強度の材料（コンクリート、鉄筋）の使用から同様に小さな断面の曲げ部材となる可能性があり、曲げ部材に薄い断面を使用することは曲げ剛性の低下につながり、特に、使用限界状態に対する変形の検討は重要である。鉄筋コンクリートばり（以下 RC ばりと略）の曲げ剛性は、ACI 規準では実験結果から Branson¹⁾ が提案した有効断面二次モーメント I_{eff} を用いて求め、また、CEB の指針案²⁾ ではひびわれが発生する以前と以降の二つの段階に分けて求めるものである。ところで、コンクリートの弾性係数 E_c は作用応力度の大きさにより変化し、また、断面二次モーメント I もひびわれの状態により変化するため、RC ばりの破壊に至るまでの曲げ剛性を E_c と I とから求めることは極めて困難である。

そこで、本研究は使用限界状態が曲げモーメントと変形とから決定される場合を考慮し、RC ばりの破壊に至るまでの曲げモーメントと変形（曲率、曲げ剛性）との関係を調べることを主な目的とした。解析方法は、使用材料の力学的性質ならびに応力とひずみとの関係を用いて導き、コンクリートの引張低抗、および鉄筋のひずみ硬化をも考慮した。本解析は、RC ばりのひびわれ発生前から降伏、破壊に至るまでの曲げモーメント、曲率、曲げ剛性等の計算が可能である。

2. 実験概要

実験に用いた RC ばりは、表-1 に示す単鉄筋の長方形ばりと T 形ばりとしてである。荷重の載荷方法は二点載荷で静的に曲げ破壊させた。すべての

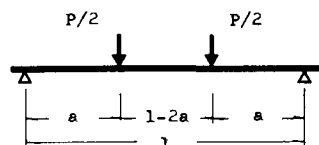


図-1 載荷方法

表-1 RC ばりの形状

Type	b cm	b ₀ cm	d cm	t cm	p %	σ_{cy} kgf/cm ²	σ_{ct} kgf/cm ²	l cm	1-2a cm
AR	15	—	20	—	0.800 2.52	280	19.3	280	40
AT	45	15	20	8	0.637 2.25	220	17.7	300	60
BT	65	15	20	8	0.441 1.98	220	17.7	300	60
CT	45	15	30	8	0.424 1.90	211	18.3	420	60
DT	65	15	30	8	0.520 1.63	211	18.3	420	60

RC ばりは、せん断力の影響を少なくするため $a/d = 6$ と一定とした。

3. 結果

曲げモーメントと曲率との関係を図-2 に示した。本解析では、RC ばりの破壊を最大曲げモーメントのときで、コンクリートが圧縮終局曲げひずみ ϵ_{cu} のときであ

るとしたので、 ϵ_{cu} を超える領域の計算は行なっていないために、最大曲げモーメントまでの解析結果を図-2 に示した。本解析による計算値は実測値の性状を良く表示している。また、ACI 規準による計算値は RC ばりの降伏以降は計算できず、降伏までの計算結果は本解析の計算値よりも小さく計算されている。

曲げ剛性 K と曲げモーメント M との関係を図-3 に示した。本解析結果は、破壊に至るまでの曲げ剛性の性状を良く表示している。ACI 規準による計算値は、 M の小さな部分で実測値と一致するが、 M が大になるにしたがい K が大きく計算される。この傾向は、鉄筋比が大きくなるにしたがい顕著になる。これは、コンクリートの弾性係数 E_c に圧縮強度の $1/3$ の応力度における割断係数を用い、RC ばりの降伏までの K を計算したためである。したがって、 I_{eff} を用いて降伏までの性状を表示するためには、コンクリートに作用する応力度の大き

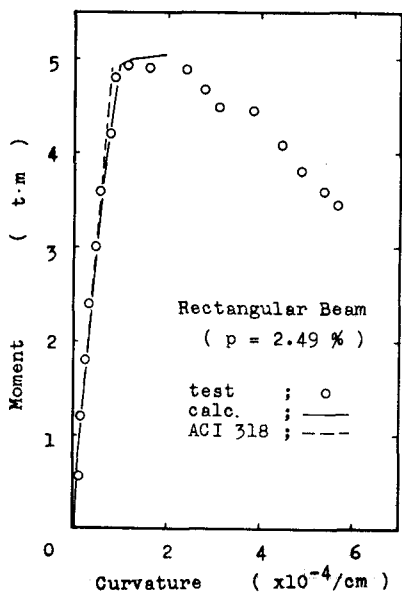


図-2 曲げモーメントと曲率との関係

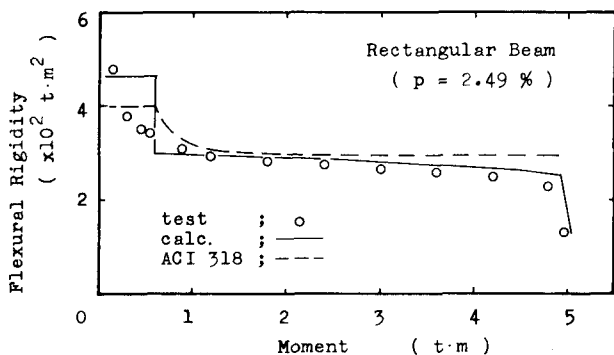


図-3 曲げ剛性と曲げモーメントとの関係

さによって E_c を変化させなければならない。また、本解析の計算値にひびわれ発生直後に M の低下と K の急激な減少がみられるが、これはひびわれ発生までコンクリートの引張抵抗を考慮し、発生後は引張抵抗を無視したためであるのと、鉄筋の引張ひずみはひびわれ発生部分と発生していない部分とにひずみ差がみられるが、解析

には引張ひずみをいずれの部分においても一定値として計算を行なったためと考えられる。

次に、曲げモーメントと R/C ばりのスパン中央位置における鉄筋のひずみとコンクリートのひずみとの関係を図-4に示した。コンクリートのひずみは、 R/C ばり上面に貼られたひずみゲージより実測した。図-4によれば、本解析による計算値は、実測値の性状を良く表示している。

次に、 R/C ばりのひびわれ発生時、降伏時、破壊時における曲げモーメントと曲率とにおいて、本解析の計算値と実測値との比較を表-2に示した。表-2の値は、それぞれ(計算値)/(実測値)の平均値である。長方形、T形のいずれの断面においても、計算値と実測値とは良く一致している。ひびわれ発生時の曲率については、測定が極めて困難であるために計算値との比較は行なわなかった。

4. おわりに

以上により、本解析は R/C ばりの破壊に至るまでの変形状を良く表示できる。

今後、最大曲げモーメントを超えてからの曲げモーメントが低下していく領域への解析をも可能にしたい。

参考文献

- 1) D.E.Branson: "Deformation of Concrete Structures." McGraw-Hill, 1977年, pp.118~123
- 2) 岡田 清: 「鉄筋コンクリート工学」, 朝倉書店, 1972年, pp.158~159

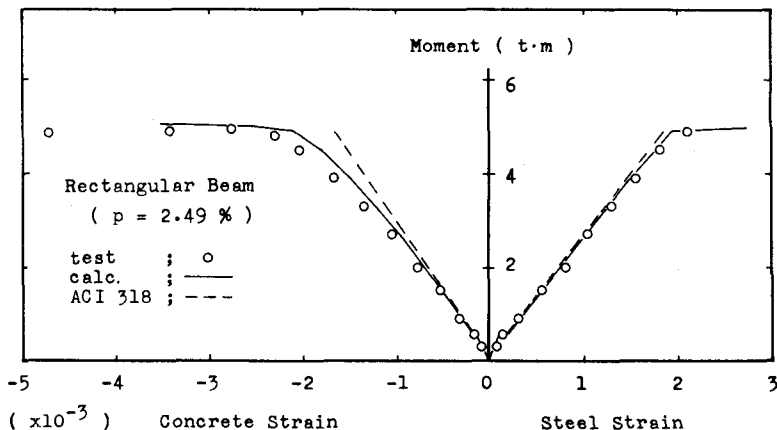


図-4 曲げモーメントとひずみとの関係

表-2 各曲げモーメントと曲率との(計算値)/(実測値)の平均値

	M_c	M_y	M_u	M_u/M_y	ϕ_y	ϕ_u	ϕ_u/ϕ_y
Rectangular Beam	1.024	0.943	0.920	0.976	0.929	0.997	1.084
T - Beam	1.358	1.062	1.027	0.967	0.843	0.964	1.052