

京都大学 正 員 小柳 治

京都大学 学生員 ○矢村 潔

京都大学 学生員 境 賢治

1. 概説

コンクリート不静定構造物について、極限設計を適用する場合に、コンクリート部材を完全な弾塑性体と仮定するには多くの問題がある。そのうちの重要なものとして、セリ断破壊や部材断面の塑性回転能を越えた曲げ破壊等の局部破壊の問題があげられる。さらに部材の引張側コンクリートに、発達するひびわれによる部材断面の曲げ剛性の低下の影響についても考慮の必要がある。すなわち、鉄筋コンクリート構造においては、引張鉄筋が降伏する以前にモーメント再分配および変形特性の変化が生じていると考えられる。本研究では、こういった影響も含めて、鉄筋コンクリート2スパン連続はりに関する例として、その挙動と破壊に至るまで解析したものであり、同時に実験によって比較検討をおこなった。

2 ひびわれの影響

引張側コンクリートにおけるひびわれ発達の影響は次のような計算手順によって求めることができる。

- (1). はりをスパン方向に微小セグメントに分割する。
- (2). 荷重が作用している各セグメントの中心での曲げモーメントの計算（最初係定）。
- (3). 各セグメントの曲げモーメントに対する各セグメントの曲げ剛性の決定。
- (4). 各セグメントに作用する弾性荷重の計算。
- (5). 不静定反力および各支点反力の計算。
- (6). (2)~(5)の計算をくり

返し、各セグメントの曲げモーメントと曲げ剛性を決定した後、各点のひびわれを計算する。この計算中で問題となるのは、(3)で用いる部材断面の曲げモーメントと曲げ剛性の関係である。一般にこの関係は、部材定数、断面寸法以外に、鉄筋の付着、腹鉄筋量等にも、関係すると考えられるが、本研究では双曲線で近似したものを採用

表1 連続はりの種類および試験結果

はり記号	荷重状態	弾性モーメント比 $M_1:M_2:M_3$	下側鉄筋比 %	上側鉄筋比 %	破壊荷重 kg	荷重破壊荷重 kg	破壊形式
AN1-1		1:1:1	0.99	0.99	1803	1758	曲げ 曲げ
AN2-1		1:1:1	2.48	2.48	2848	3532	セリ断 セリ断
AN1-2		1.05:1:1.5	0.99	0.99	1842	1782	曲げ 曲げ
AN2-2		1.05:1:1.5	2.48	2.48	3020	3576	セリ断 セリ断
AN1-3		0.67:1:0.67	0.99	0.99	2138	1986	曲げ 曲げ
AN2-3		0.67:1:0.67	2.48	2.48	2878	3986	セリ断 曲げ
AN1-4		0.67:1:1	0.99	0.99	1826	1816	セリ断 曲げ
AN2-4		0.67:1:1	2.48	2.48	3095	3644	セリ断 セリ断
AN1-5		0.5:1:0.5	0.99	0.99	2490	2362	曲げ 曲げ
AN2-5		0.5:1:0.5	2.48	2.48	2865	4742	セリ断 セリ断
AN1-6		0.5:1:0.75	0.99	0.99	1865	1900	曲げ セリ断
AN2-6		0.5:1:0.75	2.48	2.48	2630	3816	セリ断 セリ断
AN1-7		1.4:1:1.2	0.99	0.99	2160	1848	曲げ 曲げ
AN2-7		1.4:1:1.2	2.48	2.48	3190	3710	セリ断 セリ断
AD1-1		0.5:1:1	0.99	0.99	1640	1508	セリ断 曲げ
AD2-1		0.5:1:1	2.48	2.48	2690	3030	セリ断 セリ断
AD1-2		0.5:1:0.7	0.99	0.99	2258	1676	曲げ 曲げ
AD2-2		0.5:1:0.7	2.48	2.48	3213	3366	セリ断 曲げ
BN-1		0.75:1:1	0.99	2.48	2745	2322	曲げ 曲げ
BN-2		1:1:1	0.99	2.48	1990	2280	セリ断 セリ断
BN-3		1.05:1:1.5	0.99	2.48	2450	2260	曲げ セリ断

に。

3. 実験概要および結果

以上述べてきた諸問題について検討するために次のような鉄筋コンクリート2スパン連続はりの載荷試験をおこなった。供試はりの断面は 6×10 cm、使用鉄筋は $\phi 9$ mm、および $\phi 13$ mm の普通丸鋼である。また各供試はりの載荷条件および限界断面の弾性モーメント比を表1に示す。

各供試はりの終局強度、破壊形式を表1に示す。なお終局強度値は2本の同一条件のはりの平均値で示す。算定破壊荷重は、十分にモーメント再分配がおこなわれるとして機構法から求めた値である。また載荷点位置のたわみの一例を各理論値と共に図1に示す。

図2.3は、最初の限界断面が破壊モーメントに達する荷重 (PT_1) と機構法による終局荷重 (PT_2) の比をとり、横軸に実験値 (R_u) と (PT_2) の比をとったものである。

4 結論

本研究から得られた結果を要約すると

(i). 本実験に限れば、鉄筋比の小さいはりではセジ断破壊を生じない限り、おおむね塑性理論による終局強度は実験値と一致しており、塑性回転能の終局強度におよぼす影響はほとんどないと考えて差しつかえない。

(ii). セジ断破壊しにほりについては、 PT_1/PT_2 が増加するにつれて R_u/PT_1 が減少する傾向にあり、塑性理論の適用については、セジ断破壊が大きな問題であることを示している。

(iii). 引張側コンクリートのひびわれ進展とともにモーメント再分配は 10%以下であり、モーメントの大きい限界断面のモーメントを減少させる方向に作用する。しかし、このことに関しては、実験ではその精度上げきりと確認することはできなかった。

(iv). 変形(たわみ)特性については、一般に実験値は各計算値をかなり上まわった。その原因としてはコンクリートの弾性係数のとり方、あるいはモーメント～曲げ剛性の近似上問題があるものと考えられる。しかし、その特性としてはひびわれ発達を考慮した計算値とよく一致している。したがってたわみの計算においては、引張側コンクリートのひびわれ進展の影響を考慮に入れる必要があるものと考えられる。

参考文献

森田司郎; "鉄筋コンクリートにおける付着とひびわれに関する研究" 昭 43, 3

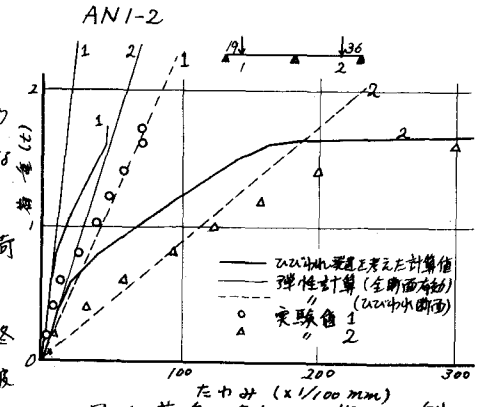


図-1 荷重～たわみ曲線の一例

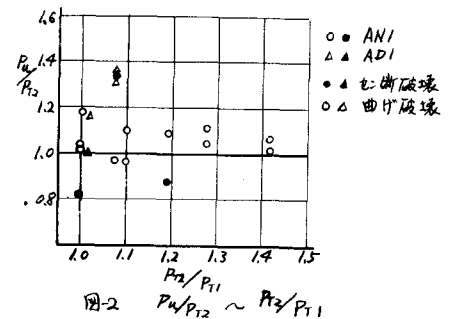


図-2 $R_u/PT_1 \sim PT_2/PT_1$

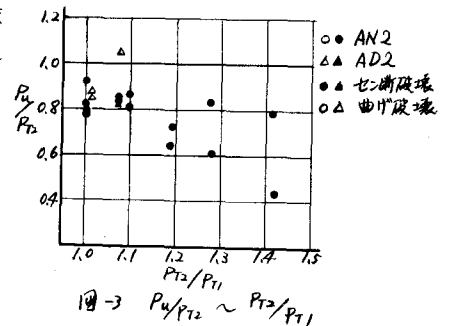


図-3 $R_u/PT_2 \sim PT_2/PT_1$