

RC連続はりの終局耐力について

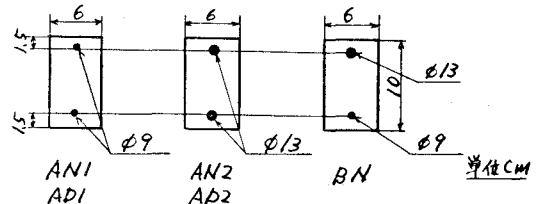
京都大学 正員 小柳 玲
 京都大学 学生員 矢村 潔
 京都大学 学生員 境 賢治

1. まえがき

近來、脆性材料であるコンクリートを使用した鉄筋コンクリート部材、あるいは、PSコンクリート部材にも、単一部材としては、終局強度理論による設計法が適用されつつある。しかし、これらの理論を構造物としての塑性設計にまで拡大するには、まだ多くの問題点がある。本研究は、鉄筋コンクリート構造における終局強度をもとにした、塑性設計理論への適用性について、主として強度面から検討したものであり、鉄筋コンクリート単筋はり、および、2スパン連続はりに例をとって、実験、解析をおこなったものである。

2. 実験概要

使用したコンクリートは、粗骨材最大寸法 15mm、スランプ 5cm とし、圧縮強度は 350 kg/cm² 程度のものである。また、鉄筋は、主筋用として、 $\phi 9$, $\phi 13$ の普通丸鋼、組立筋およびスターラップ用として $\phi 4$ の普通丸鋼を使用した。



供試はりの断面は、図-1に示す3種類である。また、スパン長は2スパンで2mとした。

図-1 はり断面の寸法

各連続はりの載荷条件等は、表-1に示す。

また、比較のため、連続はりと同一の断面をもちスパン長1mの単筋はりについても同時に載荷試験をおこなった。

載荷試験は単筋はりでは、一点集中載荷、連続はりでは、各スパンに等しい大きさの一点集中載荷とした。

3. 実験結果とその考察

連続はりについて

表-1 連続はりの種類および試験結果

はり記号	載荷位置 (cm)	支持間隔 (cm)	対称モーメント比 $M_1 : M_2 : M_3$	下側変位 (%)	上側変位 (%)	破壊荷重 (kg)	測定破壊荷重 (kg)	破壊形式
AN1-1	41.4	100	1 : 1 : 1	0.99	0.99	1803	1758	曲げ 曲げ
AN2-1	100	100		2.48	2.48	2848	3532	せん断 せん断
AN1-2	19	100	1.05 : 1 : 1.5	0.99	0.99	1842	1782	曲げ 曲げ
AN2-2	100	100		2.48	2.48	3020	3576	せん断 せん断
AN1-3	59.1	100	0.67 : 1 : 0.67	0.99	0.99	2138	1986	曲げ 曲げ
AN2-3	100	100		2.48	2.48	2878	3986	せん断 せん断
AN1-4	67	100	0.67 : 1 : 1	0.99	0.99	1826	1816	せん断 曲げ
AN2-4	100	100		2.48	2.48	3095	3644	せん断 せん断
AN1-5	68.6	100	0.5 : 1 : 0.5	0.99	0.99	2490	2362	曲げ 曲げ
AN2-5	100	100		2.48	2.48	2865	4742	せん断 せん断
AN1-6	67	100	0.5 : 1 : 0.75	0.99	0.99	1865	1900	曲げ せん断
AN2-6	100	100		2.48	2.48	2630	3816	せん断 せん断
AN1-7	31	100	1.4 : 1 : 1.2	0.99	0.99	2160	1848	曲げ 曲げ
AN2-7	100	100		2.48	2.48	3190	3710	せん断 せん断
AD1-1	40	80	0.5 : 1 : 1	0.99	0.99	1640	1508	せん断 曲げ
AD2-1	80	120		2.48	2.48	2690	3030	せん断 せん断
AD1-2	40	80	0.5 : 1 : 0.7	0.99	0.99	2258	1676	曲げ 曲げ
AD2-2	80	120		2.48	2.48	3213	3366	せん断 曲げ
BN-1	66	100	0.75 : 1 : 1	0.99	2.48	2745	2322	曲げ 曲げ
BN-2	41.4	100	1 : 1 : 1	0.99	2.48	1990	2280	せん断 せん断
BN-3	19	100	1.05 : 1 : 1.5	0.99	2.48	2450	2260	曲げ せん断

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。また、算定破壊荷重は、十分にモーメントの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。図-2,3,4には、最初の限界断面が破壊モーメントになる荷重(P_{T1})と機構法による終局荷重(P_{T2})の比を縦軸にとり、横軸には、実験値(P_u)と P_{T2} の比をとって各連続はりについてプロットしたものを示す。この図で P_u/P_{T2} が1であれば、機構法による解が実験値と一致し、塑性設計理論の適用が可能であることを示す。本実験では、低鉄筋比のはりについては、一部のセン断破壊をしたはりを除けば、おおむね P_u/P_{T2} が1~1.2の間にあり、塑性理論の適用性が十分に認められる。また、図4は、セン断耐力を換算するために、最終的にセン断破壊をしたはりについて、斜引張ひびわれが発生した荷重段階における見かけのセン断能力($=Q/bd$)を縦軸にとり、セン断スパンの長さを横軸にとってプロットしたものである。なお、見かけのセン断能力は支点反力から求めた実験値を用いた。この図から、セン断スパンが長くなるにつれて、すなわち、斜引張ひびわれ発生位置をさす両限界断面のモーメント差が大きくなるにつれて、小さい見かけのセン断能力で斜引張ひびわれが発生することがわかる。

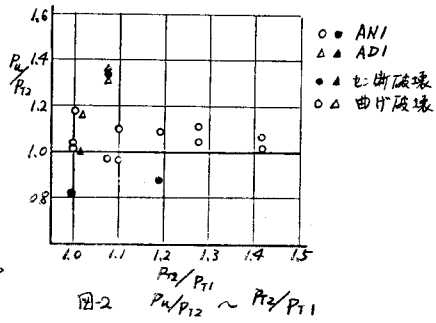


図-2 $P_u/P_{T2} \sim P_{T2}/P_{T1}$

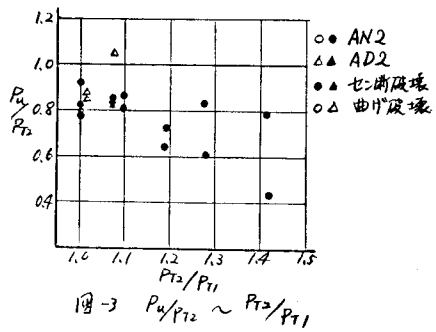


図-3 $P_u/P_{T2} \sim P_{T2}/P_{T1}$

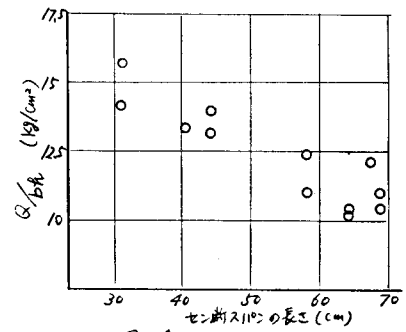


図-4

- 次に本研究所から得られた結果を要約すると
- (i)単純はりでは、十分な腹鉄筋を設けてセン断破壊を防止すれば、従来の終局強度理論はかなりの精度で適用され得る。
 - (ii)本実験に限れば、鉄筋量の小さい連続はりでは、セン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いる。しかし、セン断耐力は P_{T2}/P_{T1} が増加するにつれて減少する。
 - (iii)セン断耐力に対しては、見かけのセン断能力以外にモーメントの大きさ、セン断スパンの長さ、さらに、連続はりでは両限界断面のモーメント差が影響していると考えられる。
 - (iv)連続はりについて、引張側コンクリートにおけるひびわれ発生にともなう断面の曲げ剛性の低下による影響を考慮して計算をおこなうと次のような結果が得られる。すなわち、ひびわれに伴うモーメントの再分配は、モーメントの大きさにして10パーセント以下であり、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。

なお本研究は昭和43年度文部省科学研究費(一般研究D)により行なったものである。