

京都大学 正員 矢村 潔

1. はじめに

いわゆるぜい性材料であるコンクリートと延性材料である鉄筋との複合体である鉄筋コンクリート構造においては、外力が作用して最大耐力に達してから更に変形が増大していく時、急激な耐力の低下をおこす可能性があることは従来から指摘されてきたところである。本研究ではこの点について主として曲げモーメントを受ける鉄筋コンクリート部材において、鋼・コンクリートの複合機構について最大耐力到達以後さらに変形が増大していくいわゆるネーリングブランチ領域も含めた塑性領域を中心に明らかにし、さらに部材断面の挙動と構造体としての破壊現象との関連についても2スパン連続はりについて実験検討していく。

2. 実験概要

本研究で行なった載荷実験の供試体の種類を表-1、表-2に示す。本実験での主たる要因は鉄筋量と載荷状態(1点集中載荷、2点集中載荷)である。供試体寸法は 断面 $10 \times 15 \text{ cm}$ 、スパンが単純はり 120 cm (1点載荷)、 140 cm (2点載荷、内 20 cm モーメントスパン)、連続はりについては図-1に示す。使用材料として普通ポルトランドセメント、砕石(最大骨材寸法 15 mm)、川砂を用い、また鉄筋はD10、D13についてはSD35、D16についてはSD30を使用した。またせん断補強筋として各せん断スパンに對してそれぞれ十分に密に $\phi 6 \text{ mm}$ スターアップを配置した。試験時条件におけるコンクリートの圧縮強度は約 280 kg/cm^2 程度であった。載荷は降伏点近傍までは一様増増載荷で行ない以後スパン中央のたわみを一定速度(約 3 mm/min)で増加させていき各段階での曲率、荷重等の測定を行なった。曲率の測定は供試体の上縁と下縁の近傍に設置したダイヤルゲージで変形を測り(横長:1点載荷、2点載荷でそれぞれ 8 cm 、 15 cm)、その間の曲率が一樣であるという仮定のもとに算定を行なった。

3. 実験結果と考察

実験結果をまとめて表-1、表-2に示す。なお表-1の降伏モーメントは鉄筋が降伏するか又は上縁のコンクリートひずみが 3000μ に達するときの値である。また表-2の P_y は連続はりの第一限界断面が降伏して次に第2限界断面が降伏する時の荷重を示し、 P_{max} は終局時の荷重を示す。 P_{all} は単純はり試験より求められた最大モーメントを用いて機構法で計算した値である。なお表中の*印のついているものは載荷中止時(スパン中央たわみ約 5 cm)に到るまで荷重の増大が持続したもので、真の破壊荷重はこの値より若干大きくなるものと思われる。図-2にいくつかの単純はり供試体のモーメント～曲率関係を示す。図中の太線は部材断面をいくつかのセグメントに分割し各セグメントに材料特性を与えモーメントと軸力のつり合いと平面保持の仮定から求めた解析値である。また図-3に代表的な供試体について連続はり試験における限界断面のモーメントと荷重の関係を示す。この図からわかる、No.8の供試体では最初の限界断面が降伏してモーメントの再分配が生じ、以後さらに鉄筋のひずみ硬化領域にはいって荷重が増加していく様子がよくわかる。またNo.14供試体では中央支梁での部材回転が大きくなり耐力が減少していくために生ずるモーメント再分配の様子がよくあらわれている。図-4、図-5に単純はりりと連続はりり試験から得られた部材断面のモーメント～曲率関係の比較例を示す。図の実線は連続はりり(C:中央支梁、R、L:載荷点)、実線は単純はりりを示す。これより連続はりの各断面におけるモーメント～曲率関係は相当する単純はりり断面のモーメント～曲率関係と十分近似していることが明らかである。

なお本研究は京都大学岡田清教授の御指導のもとに行なったものであり、また本研究に對して昭和48年度吉田研究奨励金を授与された。ここに謹んで感謝の意を表します。

表-1 単純はり試験

供試体 記号	荷 重	圧縮鉄筋	引張鉄筋	降伏モーメント (t-cm)	最大モーメント (t-cm)
S-1	1	D10 x 1	D10 x 1	45.2	58.9
S-2	2	D10 x 1	D10 x 1	45.6	56.0
S-3	1	D10 x 2	D10 x 2	77.7	106.7
S-4	2	D10 x 2	D10 x 2	75.5	103.1
S-5	1	D13 x 2	D13 x 2	130.6	176.3
S-6	2	D13 x 2	D13 x 2	137.5	172.6
S-7	1	D16 x 2	D16 x 2	181.9	212.8
S-8	2	D16 x 2	D16 x 2	190.1	196.7
S-9	1	D10 x 1	D16 x 2	177.2	191.3
S-10	2	D10 x 1	D16 x 2	176.0	183.1
S-11	1	D16 x 2	D10 x 1	45.0	65.7
S-12	2	D16 x 2	D10 x 1	45.3	61.0
S-13	1	D10 x 2	D13 x 2	126.5	169.3
S-14	2	D13 x 2	D10 x 2	81.0	104.0
S-15	1	D10 x 2	D16 x 2	172.0	191.8
S-16	2	D16 x 2	D10 x 2	76.0	104.2

表-2 連続はり試験

供試体 記号	M_1/M_2	中央 支	A (cm)	上側鉄筋	下側鉄筋	P_y (ton)	P_{max} (ton)	P_{cal} (ton)	P_{max}/P_{cal}
No.1	1.25	2	43.1	D10 x 1	D10 x 1	5.08	6.34*	6.55	0.97
No.2	0.88	2	62.5	D10 x 1	D10 x 1	3.71	4.98	5.42	0.92
No.3	1.25	2	43.1	D10 x 2	D10 x 2	9.15	11.47*	12.20	0.94
No.4	0.88	2	62.5	D10 x 2	D10 x 2	7.21	9.02*	9.87	0.91
No.5	1.40	1	56.7	D10 x 2	D10 x 2	7.86	9.65	10.31	0.94
No.6	1.89	1	43.1	D10 x 2	D10 x 2	9.09	10.88	12.20	0.89
No.7	1.25	2	43.1	D13 x 2	D13 x 2	15.31	17.55	20.26	0.87
No.8	0.88	2	62.5	D13 x 2	D13 x 2	11.72	14.61*	16.39	0.89
No.9	1.25	2	43.1	D16 x 2	D16 x 2	18.90	19.23	23.91	0.80
No.10	0.88	2	62.5	D16 x 2	D16 x 2	16.17	16.48	19.41	0.85
No.11	1.40	1	56.7	D16 x 2	D16 x 2	16.17	18.94	20.26	0.93
No.12	1.89	1	43.1	D16 x 2	D16 x 2	19.69	20.21	23.91	0.85
No.13	1.25	2	43.1	D10 x 1	D16 x 2	14.10	15.95	16.12	0.99
No.14	1.25	2	43.1	D16 x 2	D10 x 1	10.54	11.00	13.06	0.84
No.15	1.25	2	43.1	D10 x 2	D13 x 2	13.13	16.81*	16.58	1.01
No.16	1.25	2	43.1	D10 x 2	D16 x 2	15.79	17.31	18.15	1.02

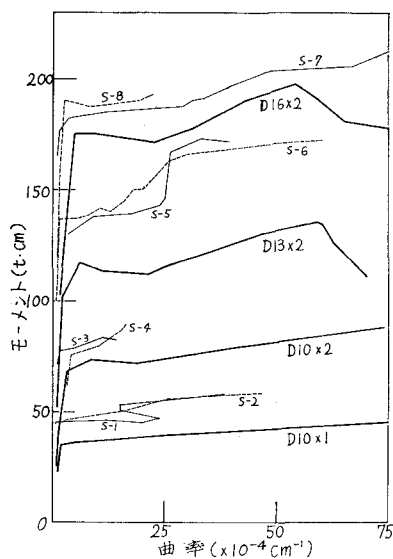


図-2 単純はりモーメント～曲率関係

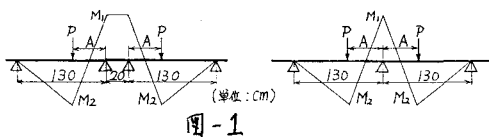


図-1

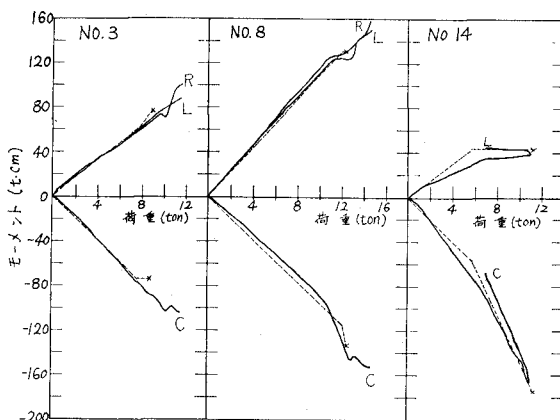


図-3 モーメント～荷重関係

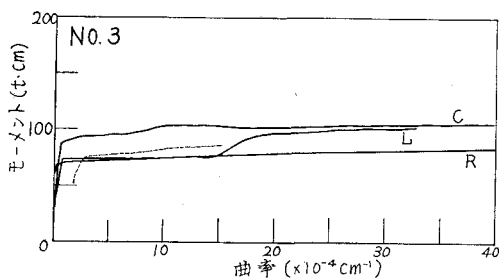


図-4 モーメント～曲率関係の比較

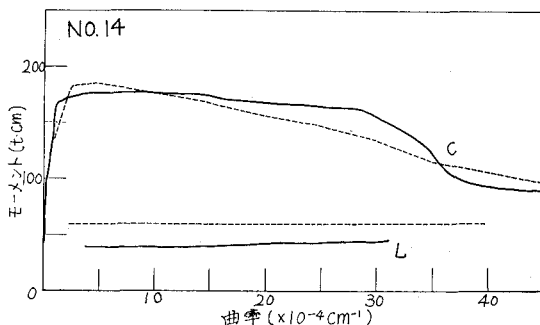


図-5 モーメント～曲率関係の比較