

岐阜大学 学生会員 水谷 隆
 岐阜大学 正会員 大野定俊
 岐阜大学 正会員 小柳 谷

1. 実験目的

鉄筋コンクリート構造物の設計法は、許容応力度設計法から終局強度設計法あるいは限界状態設計法への移行が、検討されている。そのため各種構造物の終局耐力の算定方法に関する研究が行われてきている。構造物として利用価値が大きい鉄筋コンクリートスラブの終局耐力に関しては、終局曲げ耐力が降伏線理論によって、ある程度推定できる。また、押抜きせん断に関しても、数々の研究が行われ実験式が提案されている。これらの研究や実験式は、等方性スラブを対象としたものが多く、しかし通常のスラブは必ずしも等方配筋されているとは限らない。本実験は異方性配筋スラブの押抜きせん断破壊に関する基礎資料を、得ることを目的としたものである。

2. 実験概要

実験には、 $55\text{cm} \times 55\text{cm} \times 5\text{cm}$ の正方形模型スラブを用いた。供試体寸法を考慮して、鉄筋は円形の異形鉄筋を使用し、鉄筋モルタルスラブとした。鉄筋の降伏点強度は $3550\text{kg}/\text{cm}^2$ であった。モルタルの配合は、水セメント比 60% 、 $C:S=1:3$ とした。使用材料には、普通ポルトランドセメントまたは、早強ポルトランドセメント、細骨材は長良川産川砂(比重 2.61)を用いた。供試体は、4辺単純支持で、寸法の異なる3種類の鉄板(2×2 , 4×4 , $6 \times 6\text{cm} \times \text{cm}$)を介して載荷を行った。供試体の鉄筋比は、主方向の鉄筋比が 0.98% および、 1.55% の等方性配筋スラブを基準として、それぞれ4レベルの配筋比(主方向鉄筋量と配力方向鉄筋量の比)となるようにした。載荷時には、載荷点直下の変位と荷重との関係をX-Yレコーダーに記録した。また、支点の沈下および上昇をダイヤルゲージで、測定した。載荷試験は表-1の実験

計画表に示すように、載荷面積、配筋比等の要因の組み合わせで合計40体について行った。

表-1. 実験計画表

3. 実験結果および考察

モルタルの圧縮強度、スラブの終局耐力、降伏線理論による算定曲げ耐力、および等方性スラブの押抜きせん断を対象とした、Moe, Vitzhaki の式による算定値を表-2に示す。表-2の終局耐力欄を見ると、配筋比が減少するにつれ終局耐力が減少している。配筋比の減少はスラブ全体の鉄筋量の減少を意味する。

終局耐力と載荷面一辺長との関係を図-1に示す。同一配筋比(鉄筋量が同じスラブ)においては、載荷面一辺長が大きくなると終局耐力が増加する。

本実験のスラブはすべて、押抜きせん断で破壊した。しかし、押抜きせん断破壊については、種々の段階がある。これらの段階を判断する資料としては、荷重-変位曲線の形状、スラブ断面中のせん断ひびわれ、および曲げひびわれの状況、スラブ底面の曲げひびわれの発達状況などがある。荷重-変位曲線を例にとってみると、これらの形状は、荷重の増加の割合に比べ、変位の増加の割合が大きくなって破壊

供試体名	主鉄筋比 (%)	配筋比	載荷面積 (cm x cm)	供試体数
A1	0.98	1 : 1.01	2 x 2	2
A2	0.98	1 : 0.83	2 x 2	2
A3	0.98	1 : 0.51	2 x 2	2
A4	0.98	1 : 0.34	2 x 2	2
B1	0.98	1 : 1.01	4 x 4	2
B2	0.98	1 : 0.83	4 x 4	2
B3	0.98	1 : 0.51	4 x 4	2
B4	0.98	1 : 1.01	4 x 4	2
C1	0.98	1 : 1.01	6 x 6	2
C2	0.98	1 : 0.83	6 x 6	2
C3	0.98	1 : 0.51	6 x 6	2
C4	0.98	1 : 0.34	6 x 6	2
D1	1.55	1 : 1.06	4 x 4	2
D2	1.55	1 : 0.85	4 x 4	2
D3	1.55	1 : 0.54	4 x 4	2
D4	1.55	1 : 0.33	4 x 4	2
E1	1.55	1 : 1.06	6 x 6	2
E2	1.55	1 : 0.85	6 x 6	2
E3	1.55	1 : 0.54	6 x 6	2
E4	1.55	1 : 0.33	6 x 6	2

に至るものから、変位の増加の割合が一定のまま破壊に至るものがある。本実験では、荷重-変位曲線の形状をもとに、せん断破壊の形式を、せん断破壊、せん断卓越破壊、せん断と曲げが同程度の破壊、曲げ卓越破壊の4種類に分けて表-2の破壊形式に示した。主鉄筋比が、0.98%の供試体では、配筋比が減少すると、曲げタイプの破壊になってくる。終局耐力の場合と同様、配筋比の減少はスラブ全体の鉄筋量の減少を意味する。

はりのせん断破壊の場合、荷重は、鉄筋のダウエル効果、骨材のかみ合せ作用、スターラップ、コンクリートによって受けもたれる。スラブの場合にも同様の考え方をすると、本実験の場合には、モルタルと鉄筋のダウエル効果で受けもたれることとなる。鉄筋のダウエル効果を考える上で、押板破壊断面中の鉄筋に対して重み付けを行い、重み付け本数と終局耐力との関係を図-1に示す。なお、重み付けは、載荷点直下の鉄筋に3、破壊断面端の鉄筋に1、残りは2として行った。全般的に重み付けの鉄筋本数と終局耐力の間に線型関係があるため、スラブにおいても、せん断耐力の一部は鉄筋のダウエル効果によって受けもたれると考えた耐力算定方法が可能であろう。

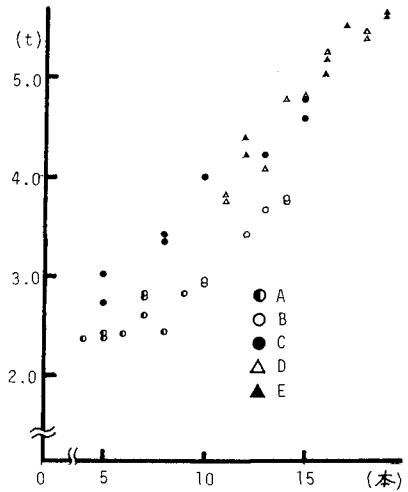
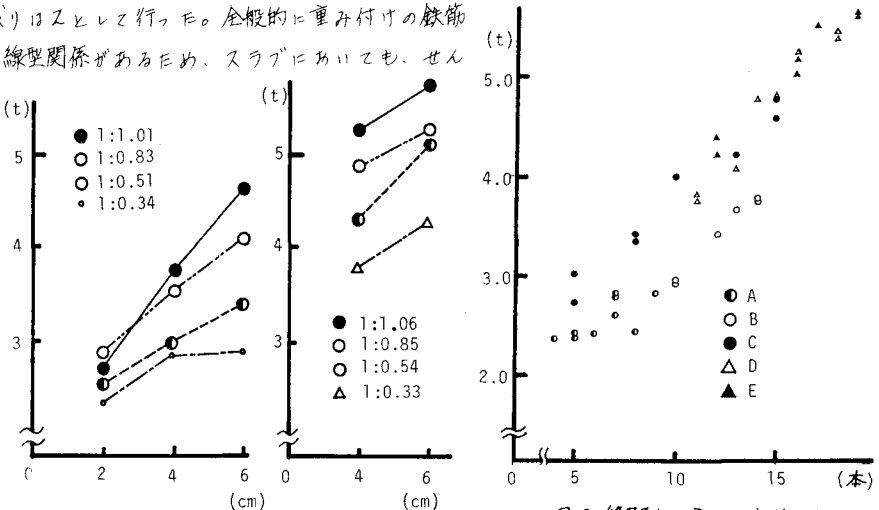


表-2 破壊形式

図-1 終局耐力と載荷面一辺長

図-2 終局耐力と重み付け鉄筋本数

主鉄筋比 (%)	鉄筋一辺長 (cm)	破壊形式
0.98	2	A1
		A2
		A3
		A4
	4	B1
		B2
		B3
		B4
1.55	6	C1
		C2
		C3
		C4
	4	D1
		D2
		D3
		D4
	6	E1
		E2
		E3
		E4

□ 曲げ, ■ せん断

表-3 実験結果と算定値

供試体名	圧縮強度 (kg/cm ²)	終局耐力 V(t)	曲げ耐力 P(t)	V/P	Moe (t)	Yitshaki (t)
A1-1	346	2.58	3.91	0.66	1.18	2.32
A1-2	361	2.80	3.92	0.71	1.84	2.32
A2-1	399	2.78	3.67	0.76	1.90	2.28
A2-2	414	2.40	3.68	0.65	1.93	2.29
A3-1	399	2.41	3.13	0.76	1.87	2.19
A3-2	414	2.40	3.13	0.76	1.90	2.19
A4-1	346	2.36	2.83	0.83	1.78	2.20
A4-2	346	2.35	2.84	0.83	1.78	2.21
B1-1	391	3.70	4.05	0.91	3.13	2.80
B1-2	434	3.72	4.07	0.91	3.25	2.81
B2-1	319	3.40	3.74	0.91	2.86	2.74
B2-2	294	3.58	3.72	0.96	2.77	2.74
B3-1	319	2.68	3.19	0.84	2.76	2.67
B3-2	294	2.92	3.17	0.92	2.68	2.67
B4-1	319	2.77	2.93	0.95	2.89	2.65
B4-2	434	2.76	2.94	0.94	2.99	2.66
C1-1	385	4.52	4.16	1.09	3.94	3.28
C1-2	386	4.70	4.16	1.13	3.94	3.29
C2-1	385	3.96	3.88	1.02	3.85	3.22
C2-2	386	4.16	3.88	1.07	3.86	3.22
C3-1	385	3.31	3.31	1.00	3.65	3.13
C3-2	386	3.39	3.31	1.02	3.66	3.14
C4-1	385	2.71	3.01	0.90	3.35	3.10
C4-2	386	3.00	3.01	1.00	3.35	3.10
D1-1	396	5.18	6.35	0.82	3.15	3.36
D1-2	440	5.40	6.40	0.84	3.63	3.37
D2-1	396	4.74	5.83	0.81	3.47	3.25
D2-2	440	5.32	5.87	0.90	3.62	3.27
D3-1	396	4.02	5.02	0.80	3.40	3.19
D3-2	440	4.72	5.05	0.93	3.54	3.13
D4-1	396	3.78	4.46	0.85	3.33	3.03
D4-2	440	3.70	4.48	0.83	3.42	3.04
E1-1	402	5.56	6.54	0.85	4.62	3.94
E1-2	391	5.60	6.35	0.86	4.57	3.93
E2-1	402	5.46	6.00	0.91	4.54	3.81
E2-2	391	4.96	5.99	0.83	4.50	3.81
E3-1	402	5.11	5.17	0.99	4.39	3.65
E3-2	391	5.18	5.16	1.00	4.34	3.64
E4-1	402	4.16	4.59	0.91	4.26	3.54
E4-2	391	4.34	4.58	0.95	4.22	3.54