

V-49 集中荷重を載荷した周辺固定コンクリートスラブの破壊試験

九州大学 工学部 正 石川 達夫
九州大学 工学部 学 平田 登基男

1. まえがき

集中荷重を受けるコンクリートスラブ、フラットスラブやフーチングなどのように、広いコンクリート板が集中荷重を受けるときは、その破壊形式は曲げモーメント破壊だけでなく、集中荷重直下のコンクリートが押抜けて破壊する押し抜きせん断破壊であることがある。コンクリートスラブの場合には、スラブの周辺が固定でないと前者の破壊が生じやすく、周辺固定度を増大するにつれて後者の破壊に移行する傾向となり、破壊荷重も増大する。後者の破壊について筆者らは^{1)~3)}載荷試験を行なってきたが、今回周辺固定度を変えたスラブの破壊試験を行なったのでここに報告する。

2. 使用材料

セメント：普通ポルトランドセメント

細骨材：川砂、粗骨材：碎石

コンクリート打設は、レディミキストコンクリートを用い

粗骨材の 最大寸法 (mm)	水セメント 比 W/C (%)	細骨材率 % (%)	単位量 (kg/m^3)			
			水 W	セメント C	細骨材 S	粗骨材 G
20	56	40	174	310	702	1,073

混和剤

3回に分けて行なった。これらをⅠ、ⅡおよびⅢシリーズとする。

表-1 コンクリートの配合

表-1に打設コンクリートの配合も、表-2に打設時の各コンクリートのスランプと空気量とを示す。同時に強度試験用の $\phi 10 \times 20 \text{cm}$ 供試体も24本打設した。これらの試験結果を表-3に示す。

	スランプ (cm)	空気量 $(\%)$
Ⅰシリーズ	11.1	5.1
Ⅱシリーズ	10.8	4.7
Ⅲシリーズ	20.0	4.1

3. 試験方法

3-1. スラブ供試体寸法

スラブ供試体寸法は、スラブ内法スパン70cm、厚さ7cmで、スラブ中央に $7 \times 7 \times 7 \text{cm}$ の載荷片を有する正方形の無筋または鉄筋コンクリート2方向スラブであり、周辺にスラブの固定

	材令7日			材令28日			載荷試験日		
	圧縮強度 σ_c kg/cm^2	引張強度 σ_t kg/cm^2	弾性係数 $\times 10^5$ kg/cm^2	圧縮強度 σ_c kg/cm^2	引張強度 σ_t kg/cm^2	弾性係数 $\times 10^5$ kg/cm^2	圧縮強度 σ_c kg/cm^2	引張強度 σ_t kg/cm^2	弾性係数 $\times 10^5$ kg/cm^2
Ⅰシリーズ	136	14.1	1.44	186	17.5	2.00	181	18.2	1.95
Ⅱシリーズ	145	16.5	1.72	200	16.1	2.17	207	20.1	2.10
Ⅲシリーズ	156	16.9	1.85	207	18.7	2.12	238	22.4	2.20

表-2 スランプおよび空気量実測値

度を変えたための補剛はりがある。Ⅰシリーズは、この補剛はりの寸法を変化させたものであり、Ⅱシリーズはスラブ中に穴をあけて、穴の位置、数が破壊耐力によぼす影響および曲げひびわれの上昇を観察するためのものである。Ⅲシリーズは、せん断補強筋の配筋を変化させたものである。これらを表-4に示す。供試体は、コンクリート打設後室内に静置して養生し材令40~50日で載荷試験をした。

3-2. 載荷装置および試験方法

スラブ載荷装置を用い、20ton油圧ジャッキで載荷した。荷重0.2~0.4tonきざみで載荷し、スラブ下面に初ひびわれが発生するまで載荷し、その後同じ荷重きざみで荷重を除去し、それから同じように載荷して破壊させた。測定項目は、中央より載荷直下のたわみ ($1/100 \text{mm}$ ゲージ)、同長の対角線方向のひずみ (ワイヤストレーンゲージ) および曲げひびわれの伸びである。

4. 試験結果および考察

Ⅰ、ⅡおよびⅢシリーズの試験結果の一部を表-4、図-1および2に示す。スラブは、いずれも押し抜けせん断で破

壊した。表-4における破壊荷重の理論値 P_c は次の式³⁾による。

$$P_c = \sigma_t A \cos 45^\circ$$

A : 破壊面の面積, σ_t : コンクリートの引張強度

これによると I-6~9 のような周辺固定度の小さいものは、かなり一致するが、I-1~3 のような固定度の大きいものは、実験値が大きくなっている。上の式は、破壊面が載荷より 45° 方向に有るとしたものであるが、実際には 20° 程度である。周辺固定度が大きいスラブが破壊面耐力も大きくなっている。これは周辺固定度が変わると、中央裏の曲げモーメントも変化し、それが破壊耐力に影響したものと考えられる。この曲げモーメントは周辺はりに対しては、ねじりモーメントとして作用する。いま $\frac{\beta b^3 h E_c}{2(1+\nu)}$ (β : 係数, b : 周辺はりの中, h : 周辺はりの有効高さ) と横軸 (対数目盛) に、破壊荷重 P を縦軸にとりプロットすると 図-1 のような直線関係がえられた。このことから、周辺はりのねじり剛度が増すと破壊荷重が増大することが考えられるが、載荷中、スラブ厚、スラブスパンなどの問題が残るであろう。

II シリーズの穴あきスラブの破壊耐力は、穴のないそれらに比べると、10~20%の低下を示している。穴周辺に応力集中が考えられるが、破壊面形状および曲げひびわれの発生状況からみると、とくにその影響はみられなかった。III シリーズでは、III-2 (単鉄筋) の破壊耐力を 1.00 としたとき、III-1 (無筋) は 0.76 であり、その他の III-3~6 は 1.30~1.54 となった。複鉄筋やせん断補強筋が有効に働いているといえよう。曲げひびわれの発生は、スラブ下面のワイヤストレンゲージにより見つけたが、周辺固定度の大きいものはほとんどなかった。穴あきスラブの穴側面に貼付したワイヤストレンゲージによりひずみを測定したが、それによると曲げひびわれ発生後は、中立軸の上昇はかなり大きかった。スラブ中央裏のねみも周辺固定度の大きいものほどねみも少なく、荷重に比例した直線を示すが、周辺固定度の小さいものは、荷重が大きくなるにつれてねみの増加が大幅に大きくなった。

本実験にあたり、九大工学部土木実験室の方々に世話になりました。厚くお礼申し上げます。

参考文献 1). 九大工学集報, 第42巻, 第4号 石川, 文太田 "集中荷重を受けるコンクリート床版のパンチング破壊"

2). 九大工学集報, 第43巻, 第5号 石川, 平田 "集中荷重をうける大型模型床版のパンチング破壊"

3). セメント技術年報 昭和45年 徳光, 石川, 松下, 太田 "周辺補剛はりをもつ鉄筋コンクリートスラブの押破壊せん断破壊に関する実験"

4). S. Timoshenko: Strength of Materials

スラブ供試体番号	鉄筋有効高さ (cm)	スラブ高さ (cm)	周辺はり中実効長さ (cm)	破壊荷重 (実験値) 千N	破壊荷重 (理論値) 千N	P/P_c	備考
I-1	6.1	7.3	30×30	10,830	6,423	1.69	スラブ鉄筋は端部で曲げ
I-2	6.0	7.6	30×20	9,880	6,949	1.42	"
I-3	6.1	7.5	30×10	8,540	6,815	1.25	"
I-4	6.2	7.4	20×30	9,610	6,682	1.44	"
I-5	6.1	7.1	20×20	9,000	6,289	1.43	"
I-6	5.6	7.0	20×10	7,000	6,161	1.14	"
I-7	6.0	7.5	10×30	7,870	6,815	1.16	"
I-8	5.6	6.6	10×20	7,040	5,658	1.24	"
I-9	7.0	7.9	10×10	6,500	7,359	0.83	"
II-1	—	7.4	20×30	7,860	7,379	1.07	無筋 7×7cm ² 以上
II-2	—	7.4	20×30	7,390	7,379	1.00	"
II-3	—	8.0	20×30	7,280	8,281	0.88	" 2γ
II-4	—	7.5	20×30	7,700	7,527	1.02	" 87cm ² 以上
II-5	7.2	9.0	20×30	8,200	9,884	0.83	" 7×7cm ² 2γ
II-6	—	7.0	20×30	8,830	6,804	1.30	"
III-1	—	7.5	20×30	7,560	8,388	0.90	無筋
III-2	6.6	7.4	20×30	9,940	8,224	1.21	単鉄筋
III-3	7.0	8.2	20×30	15,260	9,574	1.59	複鉄筋
III-4	6.2	7.4	20×30	12,900	8,224	1.57	スラブラブ
III-5	6.9	8.0	20×30	13,040	9,228	1.41	シアヘッド
III-6	7.0	8.5	20×30	13,560	10,104	1.34	曲上げ鉄筋

鉄筋はスラブ部には $\phi 6$ mm, 5cm 間隔あり, 周辺はりには D-13 である。

表-4 スラブ供試体寸法および破壊荷重

