

論文

[2051] RC片持部材の厚さ中間部載荷によるせん断強度に関する基礎実験

正会員○高橋 義 裕 (北海学園大学工学部)

正会員 角田 興史雄 (北海道大学工学部)

1. はじめに

鉄筋コンクリート (RC) 部材のせん断挙動は、鉄筋コンクリートの基本をなす複合機構の破壊に結びつき、かつひび割れや破壊状態が鉄筋コンクリートとしての独特の挙動を示す。従って現在まで多くの内外の研究者により様々な角度からの研究が進められその研究成果は示方書、設計基準等に反映されつつある。しかし、これらのせん断挙動は、部材の形状と寸法、鉄筋量、コンクリート強度等の多くの因子に影響され複雑なものとなり不明な点も多い。この様なことより、スラブやフーチングなどの面部材のせん断設計では、部材幅全長にわたって破壊が生ずるはり型せん断と、荷重直下のコンクリートが局部的に破壊する押抜きせん断破壊の両者について検討が行われている。また、フーチングの内部に定着力をもつ引抜きせん断破壊では、さらに多くの因子が影響をもつ非常に複雑な性質を示す。この様なことより、本研究ではRC部材のせん断破壊について、RC片持形式の実験供試体を用いて静的載荷試験を行い実験的に検討したものである。

2. 実験方法

実験供試体は、図-1に示す両側に対称な張出しをもつRC部材で、荷重は同図中に示される方法で載荷し、力学的には片持形式の部材になるようにした。幅Bは15cm~90cmと変化させた。一方、部材厚h=15cm、部材長l=40cmと一定にした。また、一部の供試体では鉛直方向の補強筋を配置した。この鉛直方向の補強鉄筋の配置に際しては載荷鋼板下面より45度に伸びるせん断面を想定し、この面を横切る様に配置した。

補強鉄筋としてD10を2本用いた。また、補強鉄筋のひずみの測定も行った。

使用鉄筋 (主鉄筋及び配力鉄筋共) は、SD35のD10を使用し、配筋状況は図-2に示す通りである。また、補強鉄筋の配置及びひずみゲージの貼付位置は図-3に示す通りである。かぶりcは全ての供試体で15mmとした。コンクリートは水セメント比50%、細骨材率45%で早強ポルトランドセメント、海砂及び川砂利を使用した。実験は材令7日で行い、その時のコンクリートの平均圧縮強度は352kgf/cm<sup>2</sup>であった。

荷重は、10cm×10cmの正方形鋼板 (厚さ32mm) を介し作用させた。載荷位置は供試体幅Bの1/2線上で自由縁より載荷鋼板中心までの距離は15cmとした。また、荷重は供試体上面に作用させる場合 (h<sub>0</sub>=h=15cm、これ

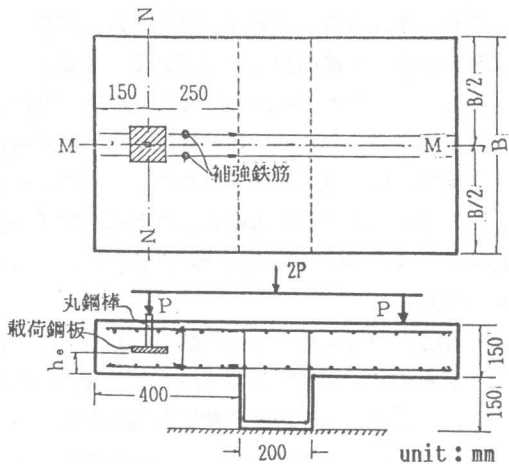


図-1 実験供試体

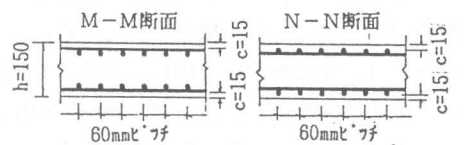


図-2 配筋状況

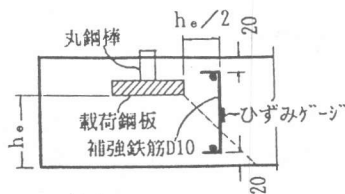


図-3 補強鉄筋配置状況

を表面荷重と呼ぶ)のみでなく、引抜きせん断破壊を想定した厚さの中間部に作用させる場合 ( $h_e = h/3 = 5\text{cm}$ 及び $h_e = 2h/3 = 10\text{cm}$ ,これを埋込み荷重と呼ぶ)についても実験を行った。厚さの中間部に荷重を作用させる埋込み荷重においては、実験供試体の所定の位置に予め荷重鋼板を埋め込んでおきその上面を直径42mmの丸鋼棒を介して荷重を作用させた。鋼棒とコンクリートとの付着を除くため鋼棒表面をビニールでまきグリスを塗った。

### 3. 実験結果及び考察

各供試体の破壊荷重 $P_{test}$ を表-1に示す。ただし、 $P_{test}$ はコンクリートの圧縮強度 $f_c$ のばらつきの影響をある程度取り除くため、実際の実験で得られた破壊荷重に $352/f_c$ を乗じ、コンクリートの平均圧縮強度 $352\text{kgf/cm}^2$ に換算した値である。供試体は全て斜めひびわれの成長により破壊が見られたので最終的にはせん断破壊したと思われる。供試体幅 $B$ が狭い場合で上面荷重は、はり型せん断破壊を起こしたが、幅 $B$ が広い場合は外見上引抜きせん断破壊形態を示した。厚さの中間部に荷重された埋込み荷重の供試体では荷重面から下の部分のコンクリートが局部的に引抜かれる形で破壊が生じた。これは引抜きせん断破壊のときに見られるものと同様なものである。

図-4は、破壊荷重 $P_{test}$ と供試体幅 $B$ との関係を示したものである。同図より、表面荷重 ( $h_e = 15\text{cm}$ )の場合では $B$ が60cm付近まで破壊荷重 $P_{test}$ は供試体幅 $B$ にほぼ比例していることが分かる。これは、はり型せん断破壊の特徴である。一方、埋込み荷重の場合についても、 $B$ が45cm付近までは、破壊荷重 $P_{test}$ は供試体幅 $B$ にほぼ比例している。このことは、埋込み荷重においてもはり型せん断とみなせる領域が存在していることを意味している。ただし、その領域は表面荷重の場合にくらべ狭くなっている。

図-5は、各供試体ごとにおける埋込み位置パラメータ $h_e$ と破壊荷重 $P_{test}$ との関係を示したものである。同図より供試体幅 $B$ が小さい場合には破壊荷重 $P_{test}$ は $h_e$ の影響をそれほど受けない様であるが幅 $B$ がある程度大きくなると $P_{test}$ の増加に対してほぼ直線的に増加している。このことは $P_{test}$ は $h_e$ にほぼ比例していることを示している。

表-1 実験結果一覧

No.	B (cm)	$h_e$ (cm)	配筋	$f_c$ (kgf/cm <sup>2</sup> )	$P_{test}$ (tf)	No.	B (cm)	$h_e$ (cm)	配筋	$f_c$ (kgf/cm <sup>2</sup> )	$P_{test}$ (tf)
01	15	15	D10	380	5.7	19	30	15	D10	304	9.8
02	10	10	6cm <sup>t</sup> ・フ	304	4.1	20	10	10	6cm <sup>t</sup> ・フ	401	5.1
03	5	5		304	3.7	21	5	5	補強有	401	4.7
04	30	15	D10	408	8.0	22	45	15	D10	401	15.5
05	10	10	6cm <sup>t</sup> ・フ	408	8.1	23	10	10	6cm <sup>t</sup> ・フ	314	12.8
06	5	5		408	5.9	24	5	5	補強有	314	7.3
07	45	15	D10	339	17.3	25	60	15	D10	314	22.7
08	10	10	6cm <sup>t</sup> ・フ	339	12.0	26	10	10	6cm <sup>t</sup> ・フ	394	14.2
09	5	5		339	10.3	27	5	5	補強有	394	11.5
10	60	15	D10	215	24.3	28	75	15	D10	394	22.7
11	10	10	6cm <sup>t</sup> ・フ	215	14.0	29	10	10	6cm <sup>t</sup> ・フ	432	17.1
12	5	5		215	11.4	30	5	5	補強有	432	8.8
13	75	15	D10	397	22.2	31	90	15	D10	300	24.4
14	10	10	6cm <sup>t</sup> ・フ	397	11.7	32	10	10	6cm <sup>t</sup> ・フ	352	14.3
15	5	5		373	9.9	33	5	5	補強有	352	7.7
16	90	15	D10	373	20.4						
17	10	10	6cm <sup>t</sup> ・フ	373	14.6						
18	5	5		373	10.6						

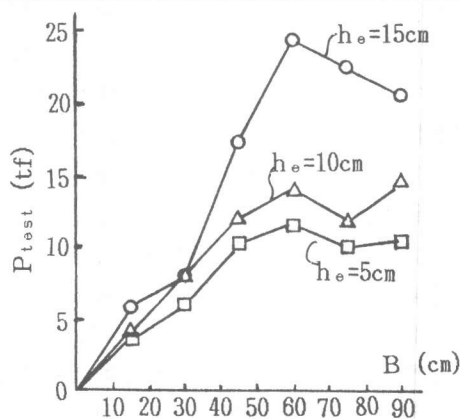


図-4 破壊荷重と供試体幅との関係 (補強鉄筋無)

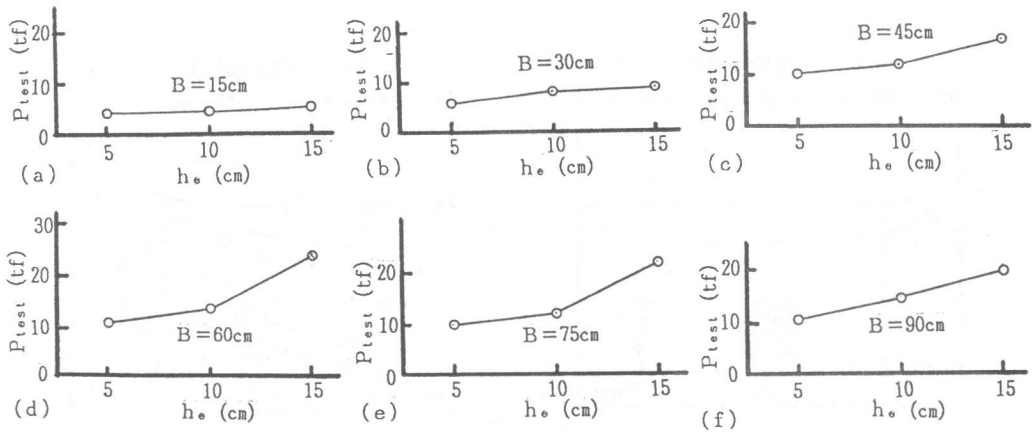


図-5 破壊荷重と載荷深さの関係

図-6は、上記の比例関係が成立する領域のデータのみについて載荷面より下側のコンクリートが受ける破壊時の平均せん断応力度  $f = P_{test} / (B h_e)$  を求め、 $h_e$ との関係を示したものである。これらの結果は相対する二辺が単純支持、他の二辺が自由の長方形スラブの場合<sup>1)</sup>と同様に $h_e$ が小さくなるほど平均せん断応力度  $f$  は大きくなっているが $h_e = 10\text{cm}$ と $15\text{cm}$ とではそれほど大差は見られない。

図-7は、補強鉄筋を入れた場合の破壊荷重  $P_{test}$  と供試体幅  $B$  との関係を示したものである。同図中の白抜きは補強鉄筋の無い場合を示している。今回の補強鉄筋の配置に関してはそれほど大きな補強効果は見られなかった。このことは、このような補強鉄筋量及び配置法方ではタイドアーチ抵抗機構における圧縮部コンクリートに悪影響を与えている可能性があり、今後補強鉄筋量及び配置方法について十分検討してみる必要があるものと思われる。

図-8は、補強鉄筋の無いケースNo.7と補強鉄筋の有るケースNo.22について実験終了後のひび割れスケッチを示したものである。同図より補強鉄筋の有るケースではコンクリートの応力が分散されるため無数のひび割れが発生しているのがわかる。

図-9は、表面載荷で補強鉄筋のあるケースNo.19, No.25, No.31について、載荷荷重と補強鉄筋歪みとの関係を示したものである。同図より初めは荷重にほぼ比例して鉄筋歪みは増加しているが、ある荷重段階より歪みの増加率が大きくなる変化点がある。これは、コンクリートの受け持っていた荷重が、ひ

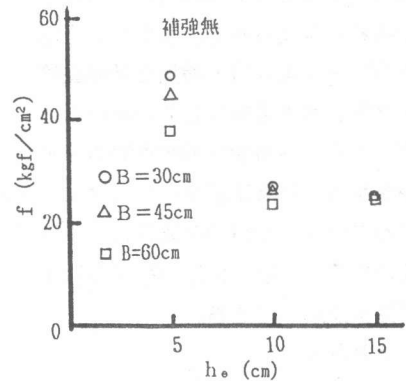


図-6 破壊時の平均せん断応力度

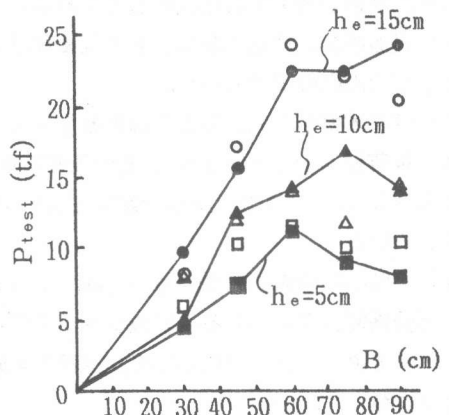


図-7 破壊荷重と供試体幅との関係 (補強鉄筋有)

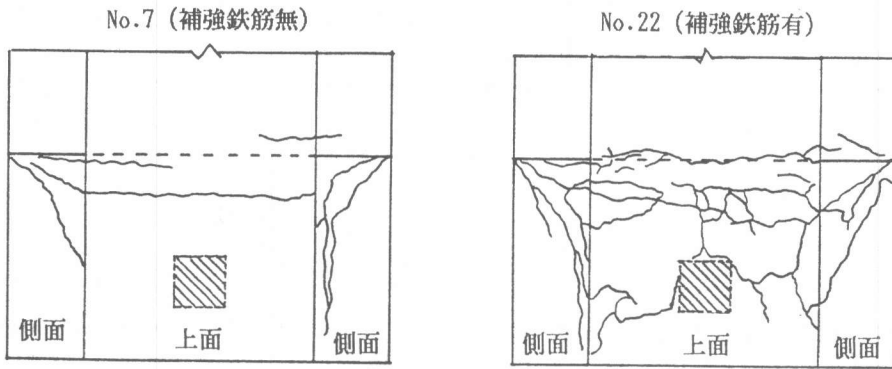


図-8 ひび割れ観察結果の一例

び割れを境に急激に鉄筋に移行したものであると考えられる。しかし、今回の場合図-7より耐力増加に補強鉄筋がそれほど大きく寄与していないことより、この歪み増加は補強鉄筋のフックがかかっている鉄筋を引き上げようとするダウエル作用的な働きによる可能性がある。破壊時付近のひずみはすべて降伏点以下である。

4. あとがき

本研究は、RC部材のせん断破壊について片持形式の実験供試体を用いて、そのせん断挙動について主として供試

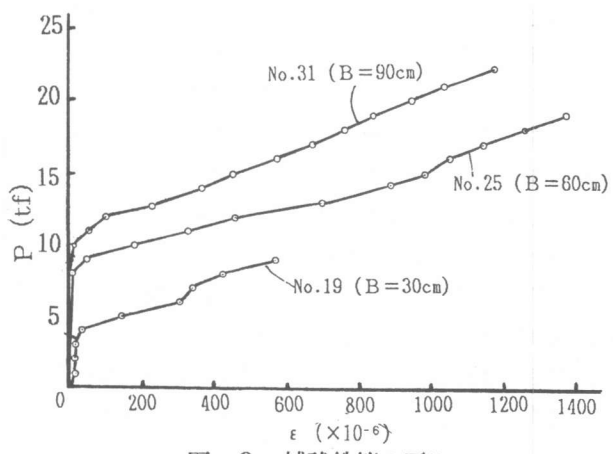


図-9 補強鉄筋の歪み

体幅Bと縦方向の補強鉄筋の有無の破壊荷重 $P_{test}$ への影響について実験的に検討を行った。得られた結果を列挙すれば次の通りである。

- 1) 表面荷重、埋込み荷重とも供試体幅がある限界値以下では、破壊荷重が供試体幅に比例するはり型せん断破壊であった。
- 2) 供試体幅が上記限界値を越えるときは、押抜きせん断破壊へと移行していく傾向にある。
- 3) 載荷板の埋込み深さ $h_0$ とその破壊荷重 $P_{test}$ との間には、供試体幅Bが小さい場合には、ほとんど $h_0$ によらず $P_{test}$ は一定値を示すが、Bがある程度大きくなると $P_{test}$ は $h_0$ にほぼ比例していた。
- 4) 今回の補強鉄筋配置においては、十分な耐力増加寄与への補強効果は見られなかったが、その補強鉄筋自身にはある程度の歪みは発生していた。

本研究の一部は、平成元年度文部省科学研究費補助金によるものであることを附記する。

参考文献

1) 高橋, 角田: RCスラブの局部せん断破壊に関する基礎実験, コンクリート工学年次論文報告集9-2, 1987, pp. 597-602