

V-9

RC部材の厚さ中間部載荷による局部せん断破壊に関する実験的研究

北海学園大学工学部 正員 高橋 義裕
北海道大学工学部 正員 角田 與史雄

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的概念を形成しており、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部材の局部せん断破壊について、片持RC部材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 は15cm、部材長 L は40cmと一定にした。また、一部の供試体では縦方向の補強鉄筋を配置した。この縦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。補強鉄筋は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/cm²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線上とした。また、荷重は供試体上面に作用させる場合 ($h_o = h = 15$ cm, これを表面載荷と呼ぶ) 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 ($h_o = h/3 =$

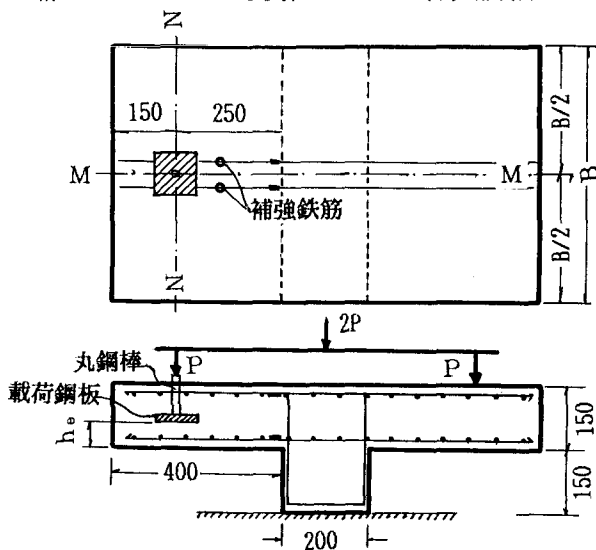


図-1 実験供試体

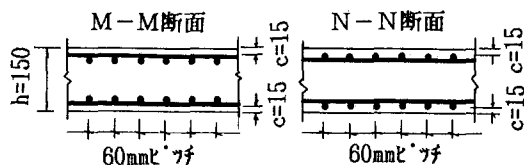


図-2 配筋状況

Experimental Study on Shear Strength of RC Slabs Subjected to Embedded Loading by Yoshihiro TAKAHASHI and Yoshi KAKUTA

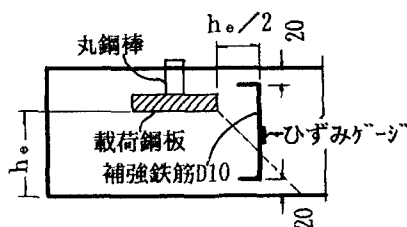


図-3 補強鉄筋配置状況

5cm及び $h_e = 2h/3 = 10\text{cm}$, これを埋込み载荷と呼ぶ)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载荷においては, 実験供試体の所定の位置に予め载荷鋼板を埋め込んでおきさの上面を直径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ースを塗った。

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 $\sqrt{352/f'_c}$ を乗じ, コンクリートの平均圧縮強度 352kgf/cm^2 にかんざんした値である。供試体は全て最終的にはせん断破壊した。供試体幅 B が狭い場合で上面载荷は, 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押抜きせん断破壊形態を示した。厚さの中間部に载荷された埋込み载荷の供試体では载荷面からしたの部分のコンクリートが局部的に押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, 上面载荷($h_e = 15\text{cm}$)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, 埋込み载荷の場合についても, 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, 埋込み载荷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, その領域は上面载荷の場合にくらべ狭くなっている。もた, 同図には補強鉄筋を入れた場合の実験結果も示されているが, 本実験結果では一部供試体においてその補強効果が顕著に見られたが, 他の供試体に於ては大差がない。これは, 耐力に対してはある値以上の鉄筋量がなければその効果を発揮せず, 耐力がコンクリート負担分と補強鉄筋負担分との累加によるものではないことを示唆しているものといえる。

表-1 実験結果一覧

No.	B (cm)	h _e (cm)	配筋	f' _c (kgf/cm ²)	P _{test} (tf)	No.	B (cm)	h _e (cm)	配筋	f' _c (kgf/cm ²)	P _{test} (tf)
01	15	15	D10	360	5.7	19	30	15	D10	304	9.8
02	10	10	6cm ² ・フ	304	4.1	20	10	10	6cm ² ・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 ² ・フ	408	8.1	23	10	10	6cm ² ・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 ² ・フ	339	12.0	26	10	10	6cm ² ・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 ² ・フ	215	14.0	29	10	10	6cm ² ・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 ² ・フ	397	11.7	32	10	10	6cm ² ・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 ² ・フ	373	14.6						
18	5	5		373	10.6						

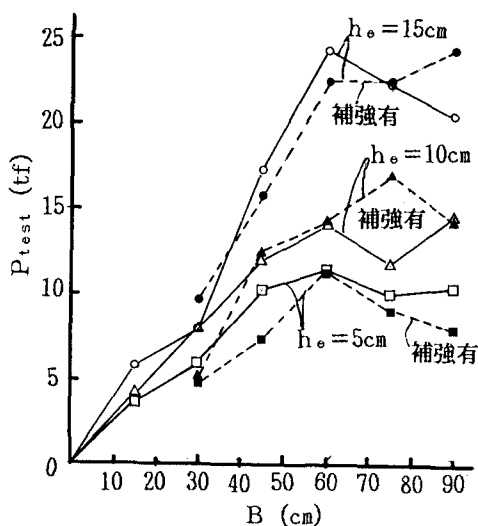


図-4 破壊荷重と供試体幅との関係

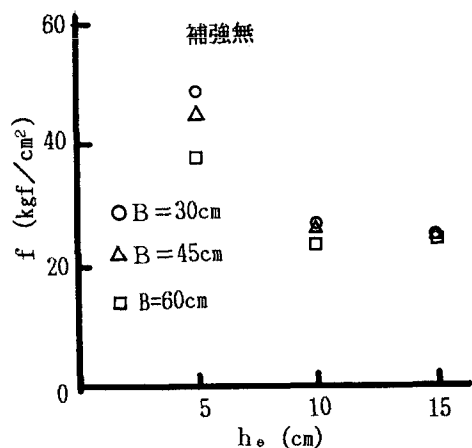


図-5 破壊時の平均せん断応力度

いま、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 $f = P_{test} / (B h_0)$ を求め、 h_0 との関係で示したものが図-5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¹⁾と同様に h_0 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 $h_0 = 10\text{cm}$ と 15cm とではそれほど大差は見られない。

図-6は、各供試体ごとにおける埋込み位置パラメータ h_0 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_0 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_0 にほぼ比例していることを示している。

図-7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に生じてたひず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ひずみは増加しているが、ある荷重段階よりひず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、ひび割れを境に急激に鉄筋に移行したものであ

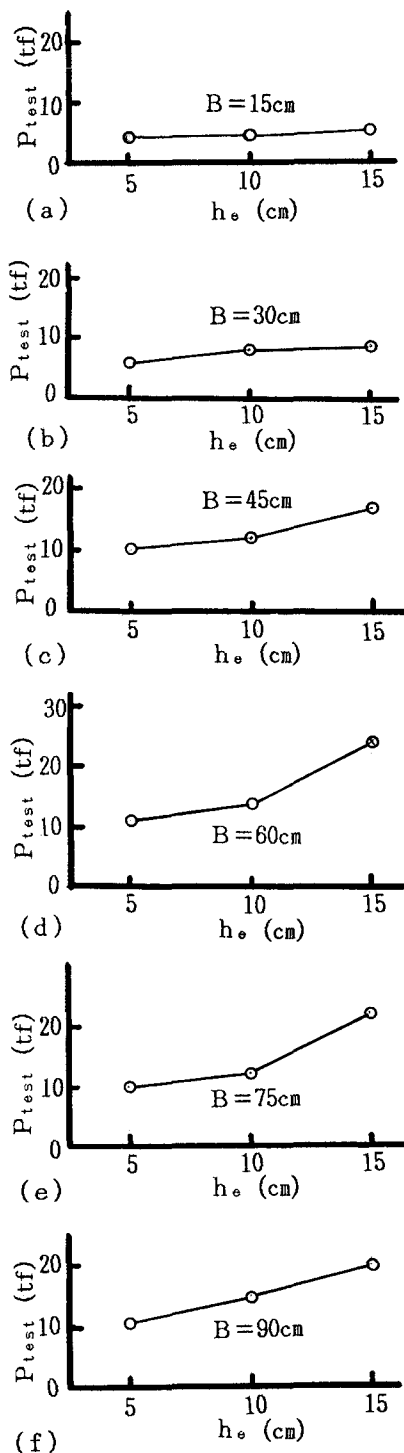


図-6 破壊荷重と載荷深さの関係

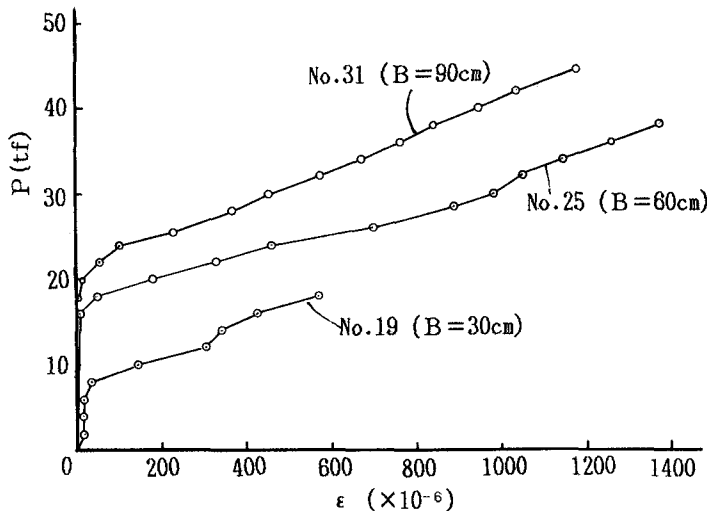


図-7 補強鉄筋のひずみ

と考えられる。破壊時付近でのひずみはすべて降伏点以下である。従って、補強鉄筋が降伏まで至らないうちに供試体の耐力が失われたものと考えられる。

4. あとがき

本研究は、RC部材の局部せん断破壊について片持形式の供試体を用いて、そのせん断挙動について主として供試体幅 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) 本実験の範囲においては、補強鉄筋の効果はある程度以上の補強鉄筋量がなければその効果が発揮されず、その耐力がコンクリートと補強鉄筋との累加によるものでないことを示唆している。
- 3) 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。
- 4) 載荷板の埋込み深さ h_o 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_o 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_o にほぼ比例していた。
- 5) 破壊時における補強鉄筋のひずみは降伏点以下であった。

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