

論文

[2022] RC スラブの局部せん断破壊に関する基礎実験

正会員○高橋 義裕 (北海学園大学工学部)

正会員 角田與史雄 (北海道大学工学部)

1. はじめに

鉄筋コンクリート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、ひびわれや破壊状態が鉄筋コンクリートとして独特の挙動を示す。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、鉄筋コンクリート部材のせん断挙動は、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、鉄筋コンクリートスラブやフーチングなどの面部材のせん断設計では、はりや柱などの棒部材におけると同様に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とが知られている¹⁾。この様なことより、本研究では、RC面部材の局部せん断破壊について、片持RCスラブ形式の実験供試体を用いて静的載荷実験を行なったのでその結果についてのべるものである。

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スラブで、荷重は同図中に示される方法で載荷し、力学的には片持スラブ状態になるようにした。スラブ幅 $B=100\text{cm}$ およびスラブ厚 $h=15\text{cm}$ は一定とし、部材長 l は、 40cm 、 35cm 、 30cm と変化させた。

使用鉄筋は、SD35のD10とD13を使用し、配筋状況は図-2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目標圧縮強度は 300kgf/cm^2 とした。

荷重は、 $10\text{cm} \times 10\text{cm}$ 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($h_o = h = 15\text{cm}$, 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($h_o = h/3 = 5\text{cm}$ 及び $h_o = 2h/3 = 10\text{cm}$, 埋込み載荷と呼ぶ)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載荷においては、

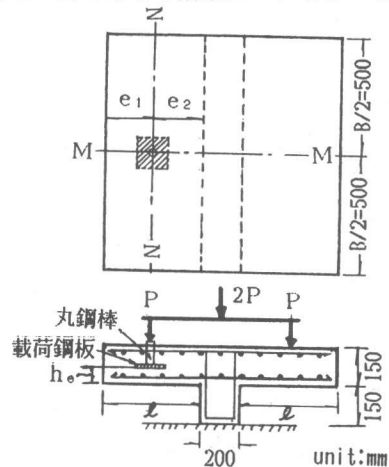


図-1 実験供試体

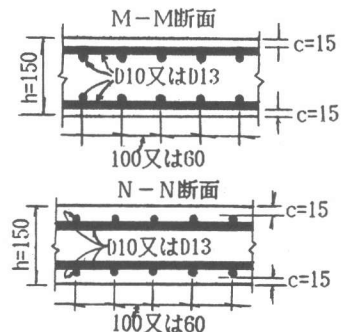


図-2 配筋状況

表－1 破壊荷重

No.	e_1 cm	e_2 cm	h_e cm	配筋	P_{test} tf	P'_{test} tf
01	10	30	15	φ10,6cm	16.6	17.2
02	10	30	10	ビッチ	14.1	13.0
03	10	30	5		9.2	8.5
04	15	25	15	φ10,6cm	17.9	17.7
05	15	25	10	ビッチ	12.4	11.9
06	15	25	5		6.8	6.5
07	20	20	15	φ10,6cm	30.9	29.5
08	20	20	10	ビッチ	14.2	13.4
09	20	20	5		6.7	6.3
10	10	25	15	φ10,6cm	20.2	19.3
11	10	25	10	ビッチ	12.6	11.8
12	10	25	5		9.1	8.5
13	10	20	15	φ10,6cm	27.2	26.3
14	10	20	10	ビッチ	15.5	15.7
15	10	20	5		8.9	9.0
16	20	20	15	φ13,6cm	28.8	27.7
17	20	20	10	ビッチ	14.7	14.2
18	20	20	5		7.6	7.4
19	20	20	15	φ10,10cm	17.7	18.4
20	20	20	10	ビッチ	14.8	13.6
21	20	20	5		6.9	6.4

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にグリスを塗った。

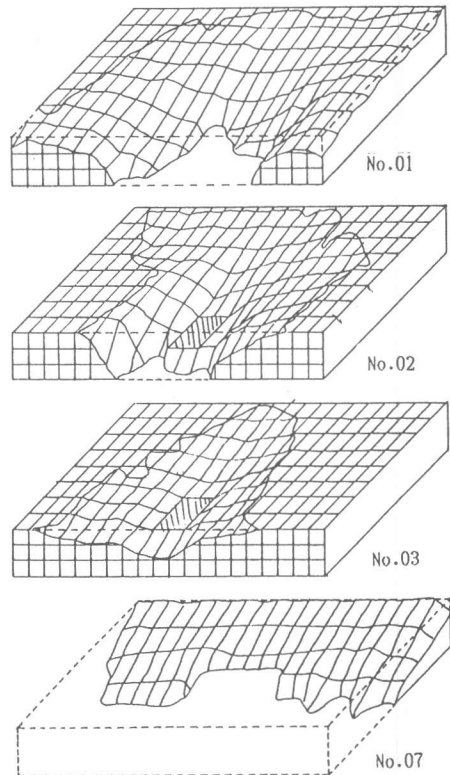
3. 実験結果及び考察

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、実際の破壊荷重 P_{test} に $\sqrt{300/f'_c}$ を乗じ、 P_{test} をコンクリート強度 300kgf/cm^2 に換算した値である。供試体はすべてせん断破壊した。

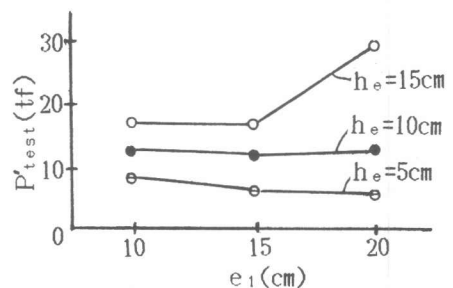
図－3は、No.01、No.02、No.03及びNo.07の各供試体の破壊されたコンクリートを取り去った後の破壊面の形を示したものである。破壊面の形状は荷重位置が支点からある程度離れている場合には、表面荷重及び埋込荷重の両者ともその破壊の形状は押抜きせん断破壊に近似している。一方荷重位置が支点近くになる場合、表面荷重においては、はり型の破壊形状を示した。

図－4は、部材長 $l=40\text{cm}$ 一定とし、各 h_e に対する荷重位置と破壊荷重 P'_{test} との関係を示したものである。表面荷重において、 e_1 （張出し長）が15cmまではほぼ一定値を示しているが $e_1=20\text{cm}$ では、 $e_1=15\text{cm}$ までの破壊荷重 P'_{test} の値の約1.7倍の値を示している。この場合、破壊状況からして外見上は全幅効のはり型せん断破壊をしていた。破壊荷重 P'_{test} がほぼ一定の領域では、荷重面から下の部分のコンクリートが押抜かれる形での破壊を示した。この破壊形態は、引抜きせん断破壊のときに見られる破壊形態と同様なものであった。

図－5は、部材長 $l=40\text{cm}$ 一定で、各荷重位置における埋込み位置パラメータ h_e の破壊荷重



図－3 破壊後のコンクリート形状の例



図－4 破壊荷重と荷重位置との関係

P'_{test} へ影響を示したものである。同図より、破壊荷重 P'_{test} は、各荷重位置においてほぼ直線的に増加している。このことは、破壊荷重 P'_{test} は埋込み位置を与えるパラメータ h にほぼ比例していることを示している。しかし、図-5(c)における $h_0=15\text{cm}$ においては、破壊荷重 P'_{test} の増加割合は急激になっており、その応力状態が変化していることがわかる。

図-6は、 e_2 (せん断スパンと呼ぶ) を一定とし、張出し長 e_1 の破壊荷重 P'_{test} への影響を調べたものである。図-6(a)は、せん断スパン $e_2=20\text{cm}$ 、図-6(b)は、せん断スパン $e_2=25\text{cm}$ とした場合である。図-6(a)より表面載荷において、張出し長 e_1 の破壊荷重 P'_{test} への影響は若干見られるが、全体的に見て張出し長 e_1 の破壊荷重 P'_{test} への影響は、それほど見られない。また、図-6(b)の場合も $h_0=5\text{cm}$ の場合張出し長 e_1 の増加に伴いその破壊荷重 P'_{test} は、若干下降傾向になっているが、全体的に見て張出し長 e_1 の破壊荷重 P'_{test} への影響はそれほど見られない。

図-7は、 $e_1=e_2=20\text{cm}$ について、鉄筋比 p と破壊荷重 P'_{test} との関係を示したものである。同図より埋込み載荷に関しては、鉄筋比 p の破壊荷重 P'_{test} に対する影響は、ほとんど認められない。しかし、表面載荷 $h_0=15\text{cm}$ については、鉄筋比 p の低い領域で破壊荷重 P'_{test} に大きな影響を与えているが、鉄筋比 p がある値を越えるとその影響は殆どみられず破壊荷重 P'_{test} はほぼ一定値を示している。

図-8は、図-1に示されるM-M断面及びN-N断面に関する破壊断面を示したものである。同図より、表面載荷においては、支点側に荷重が近づくにつれ、破壊面の支点に向かう傾きはきつくなっていくのが分かる。また、埋込み載荷においては、載荷板より下側のコンクリートがピラミッド状になり押抜かれており、その破壊面の形状は、埋込まれた載荷板の位置 h によりほぼ決定されてしまう傾向にある。

図-9は、破壊面の延べ面積 A を求め e_1 との関係を示したものである。破壊面の延べ面積を求めるに際しては、二次的な破壊面をできるだ

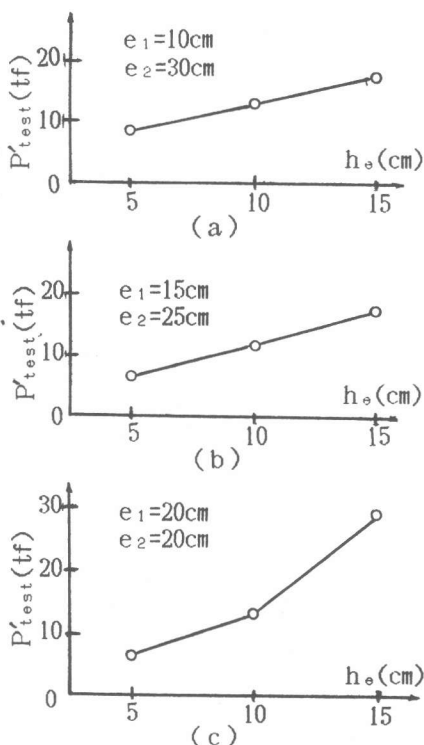


図-5 破壊荷重と載荷深さの関係

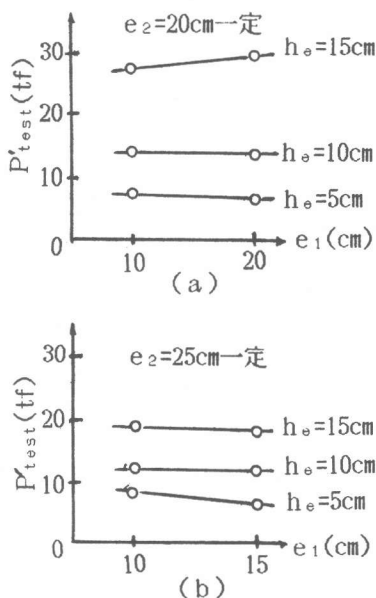


図-6 破壊荷重と張出し長との関係

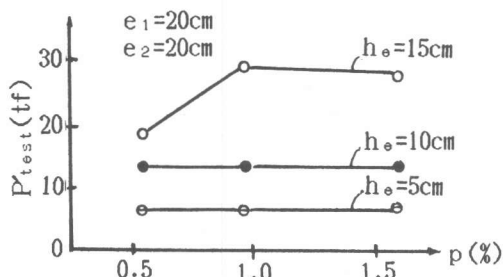


図-7 破壊荷重と鉄筋比との関係

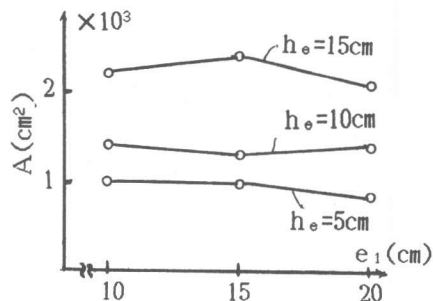


図-9 破壊面面積と載荷位置との関係

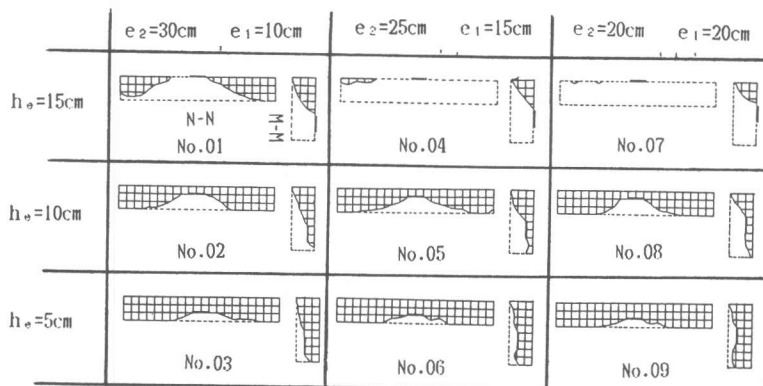


図-8 破壊断面形状

け除く様にした。同図より、埋込み載荷においては、その破壊面の面積は、各 h_e ごとにほぼ一定値を示している。この事は、埋込み載荷における破壊荷重がほぼ一定値をしめすこととも対応しているものと思われる。また、表面載荷においては、破壊荷重におけるほどの大きな変化は見られないことより発生応力状態は、荷重が支点側に近づくことにより大きく変化しているものと思われる。

4. まとめ

本研究は、RCスラブの局部せん断強度について片持スラブ形式の供試体を用いて、そのせん断挙動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) 破壊されたコンクリートを取り除いた破壊面はスラブ等にみられる押抜きせん断破壊に近似していた。
- 2) 部材長一定・埋込み深さ一定の載荷状態においては、その破壊荷重は載荷位置（平面的位置）によらずほぼ一定値を示した。しかし、一部の表面載荷試験においては、荷重が支点付近に近づくにつれ増加する傾向がみられた。
- 3) 張出し長、鉄筋比の破壊荷重への影響はそれほど見られなかった。
- 4) 破壊面の延べ面積は、埋込み載荷においてはほぼ一定値を示し、また、表面載荷においては破壊荷重ほどの大きな変化はみられなかった。

本研究の一部は、昭和63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) 前田 弘：送電用鉄塔基礎としての四本杭に支持されたRCスラブの設計法に関する研究，土木学会論文集，第360号/V-3，1985, 8pp.105-110