

論文

[2034] RC面部材の厚さ中間部載荷におけるせん断補強効果について

正会員○高橋 義裕 (北海学園大学土木工学科)

正会員 角田 史雄 (北海道大学土木工学科)

1. はじめに

スラブやフーチングなどのRC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破壊と、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持つ引抜きせん断耐力に関する研究は、ここ数年急速に進歩し、コンクリート標準示方書にその取扱が規定されるに至っている

[1]。しかし、せん断補強鉄筋の効果については、実験データが少ないことや破壊メカニズムが明かでないことから設計方法の規定にまでは至っていない様である。本論文は、これらの問題についての基礎的情報を得るため、引抜きせん断破壊を部材内部に埋め込んだ載荷板を通しての押抜きせん断破壊にモデル化し、部材幅、載荷位置、及びせん断補強鉄筋量を変化させた実験供試体を用いて、静的載荷実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に示される両側に対称な張出しをもつRC面部材で、載荷は同図中に示される方法で行った。部材幅 B は15cm～105cmと変化させた。一方、部材厚 $h=15$ cm、部材長 $l=40$ cmと一定値とした。また、鉛直方向の補強鉄筋（以下せん断補強鉄筋と呼ぶ）の配置に際しては、図-2に示される様に載荷鋼板下面より45度に伸びるせん断破壊面を想定し、この破壊面を横切る様に配置した。このせん断補強鉄筋としてはD10 (SD30A) を使用した。また、せん断補強鉄筋のひずみの測定も行った。

主鉄筋及び配力鉄筋共D10 (SD30A) を使用し、配筋状況は図-3に示す通りである。かぶり c は全ての実験供試体で1.5cm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、 $10\text{cm} \times 10\text{cm}$ の厚さ32mmの正方形鋼板を介し作用させた。載荷は、部材の厚さ中間部に作用させる場合 ($h_c = h/3 = 5\text{cm}$ 及び $h_c = 2h/3 = 10\text{cm}$, 以下埋込み載荷と呼ぶ) のみばかりでなく、供試体上面に作用させる場合

($h_c = h = 15\text{cm}$, 以下表面載荷と呼ぶ) についても行った。埋込み載荷においては、実験供

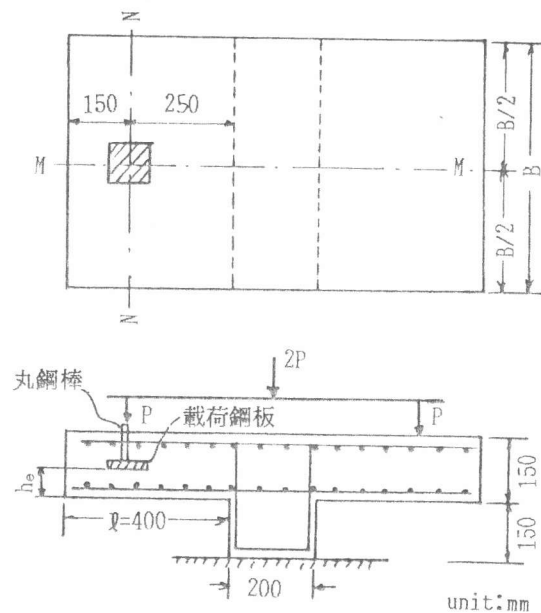


図-1 実験供試体

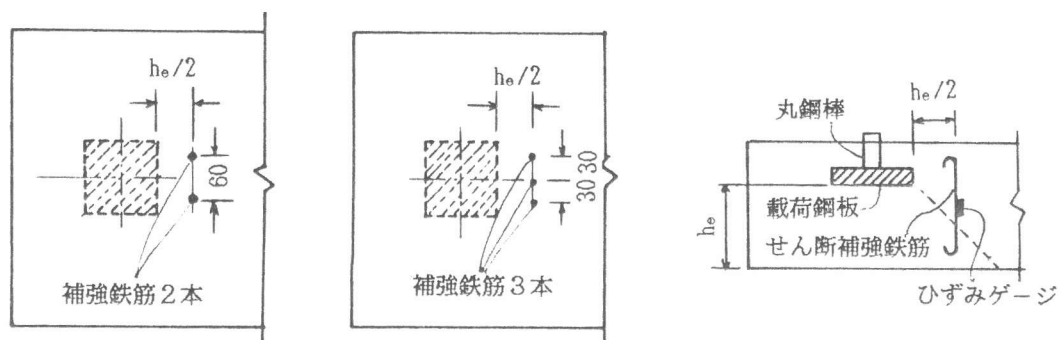


図-2 せん断補強鉄筋配置状況

試体の所定の位置に予め載荷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。その際、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ースを塗った。

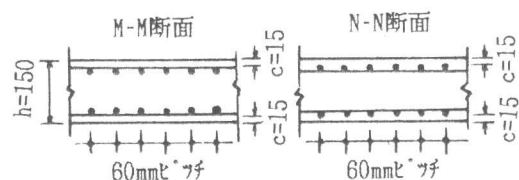


図-3 配筋状況

3. 実験結果及び考察

(1) せん断補強鉄筋のない場合

各実験供試体の破壊荷重 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 ($f'_c = 260 \sim 355 \text{ kgf/cm}^2$) 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 $\sqrt{300/f'_c}$ を乗ずることにより、 $f'_c = 300 \text{ kgf/cm}^2$ の場合に換算したものである。

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、表面載荷の場合では供試体幅 B が60cm付近まで破壊荷重 P_{test} は供試体幅にほぼ比例していることが分か

表-1 実験結果一覧

No.	B(cm)	h_e (cm)	P_{test} (tf)	No.	B(cm)	h_e (cm)	P_{test} (tf)	No.	B(cm)	h_e (cm)	P_{test} (tf)
補強鉄筋無し				補強鉄筋 2本				補強鉄筋 3本			
01	15	15	7.8								
02	15	10	3.8								
03	15	5	3.4								
04	30	15	10.1	22	30	15	9.1	40	30	10	8.0
05	30	10	7.5	23	30	10	4.7	41	30	5	7.0
06	30	5	5.4	24	30	5	4.4				
07	45	15	15.9	25	45	15	14.2	42	45	10	10.5
08	45	10	11.0	26	45	10	11.8	43	45	5	8.6
09	45	5	9.5	27	45	5	6.8				
10	60	15	21.2	28	60	15	21.0	44	60	10	14.0
11	60	10	12.9	29	60	10	13.1	45	60	5	8.9
12	60	5	10.5	30	60	5	10.6				
13	75	15	21.6	31	75	15	20.9	46	75	10	14.2
14	75	10	10.8	32	75	10	15.8	47	75	5	8.0
15	75	5	9.1	33	75	5	8.1				
16	90	15	17.6	34	90	15	20.8	48	90	10	13.7
17	90	10	13.5	35	90	10	13.2	49	90	5	10.7
18	90	5	9.8	36	90	5	7.1				
19	105	15	20.7	37	105	15	22.1	50	105	10	17.1
20	105	10	11.9	38	105	10	14.2	51	105	5	12.5
21	105	5	6.5	39	105	5	9.6				

る。これは、はり型せん断破壊の特徴である。一方、埋込み載荷においても、供試体幅 B が 45cm 付近までは、破壊荷重 P_{test} は供試体幅にほぼ比例している。このことは、埋込み載荷においてもはり型せん断破壊とみなせる領域が存在していることを意味している。

(2) せん断補強鉄筋を有する場合

各実験供試体の破壊荷重 P_{test} も表-1 に示されている。破壊荷重 P_{test} は、せん断補強鉄筋のない場合の破壊荷重と同様に $f'_c = 300\text{kgf/cm}^2$ に換算したものである。

図-5 は、せん断補強鉄筋本数 n と破壊荷重 P_{test} との関係を部材幅 B ごとに示したものである。同図より、十分な部材幅 B を有する場合その補強には、そのせん断補強効果は期待できるが部材幅が狭い場合にはほとんどそのせん断補強効果は期待できない。これは、供試体幅 B がある程度大きくなると、せん断補強鉄筋の補強効果によるせん断破壊面の広がりに対応できるためではないかと思われる。

図-6 は、十分な部材幅を有する埋込み載荷の場合で、それぞれせん断補強鉄筋無し、2本について実験終了後の下面のひび割れスケッチを示したものである。同図より、せん断補強鉄筋本数が増加するに従い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ことが分かる。

図-7 は、十分な部材幅を有する実験供試体において、それぞれせん断補強鉄筋が2本、3本の場合について、載荷荷重とせん断補強鉄筋ひずみとの関係を示したものである。ただし、せん断補強鉄筋のひずみはそれぞれ2本、3本の平均値の値である。同図より荷重の初期の段階においては、それほど大きなひずみの増加は見られないが、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発生を境にせん断補強鉄筋に移行したものであると考えられる。破壊時付近のひずみはすべて降伏点以下である。

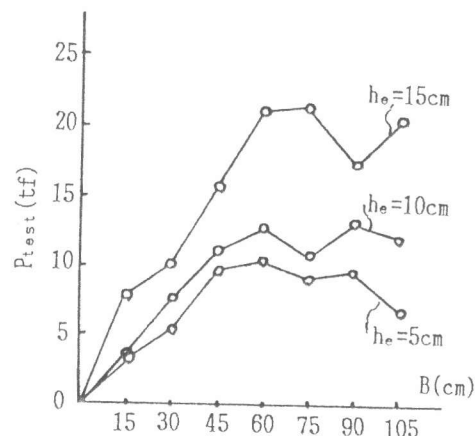


図-4 破壊荷重と供試体幅との関係 (補強鉄筋無)

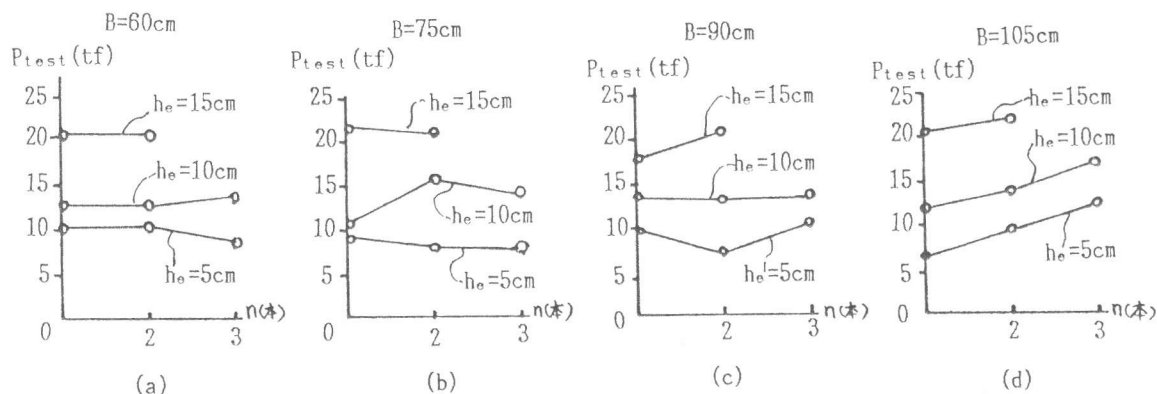


図-5 破壊荷重とせん断補強鉄筋量との関係

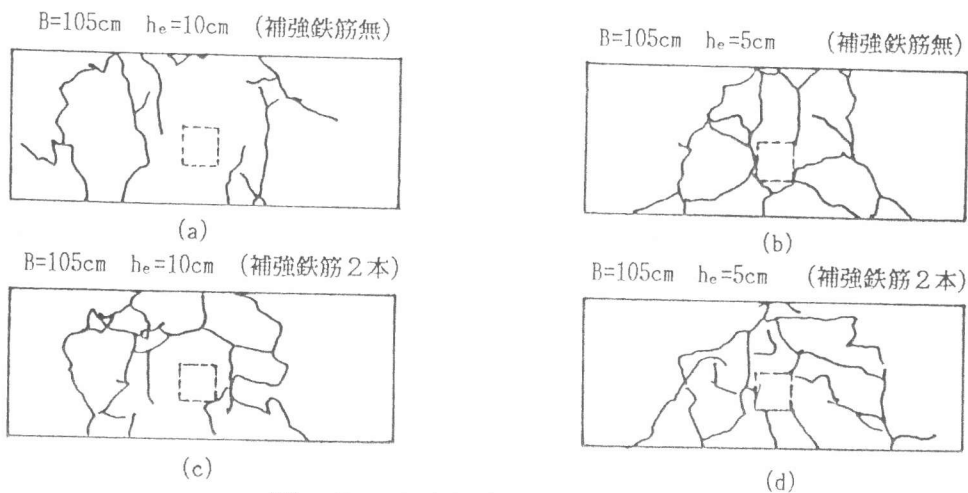


図-6 下面ひび割れ観察結果の一例

4. あとがき

本研究はRC面材の厚さ中間部に荷重が荷された場合についてのせん断補強効果について、両側に対称な張出しをもつ供試体を用いて、供試体幅 B 、せん断補強鉄筋量、及び荷重載荷板の埋込み位置をパラメータにとり破壊荷重 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) 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った。
- 3) 今回のせん断補強鉄筋配置において、十分な部材幅を有する場合においては、そのせん断補強効果は期待できるが、部材幅が狭い場合にはその効果は期待できない。
- 4) 下面のひび割れ状況スケッチよりせん断補強鉄筋の存在によりコンクリートの応力分散ははかられているようで、せん断補強鉄筋の増加により無数のひび割れとなっている。
- 5) せん断補強鉄筋が降伏までに至らないうちに供試体は破壊している。

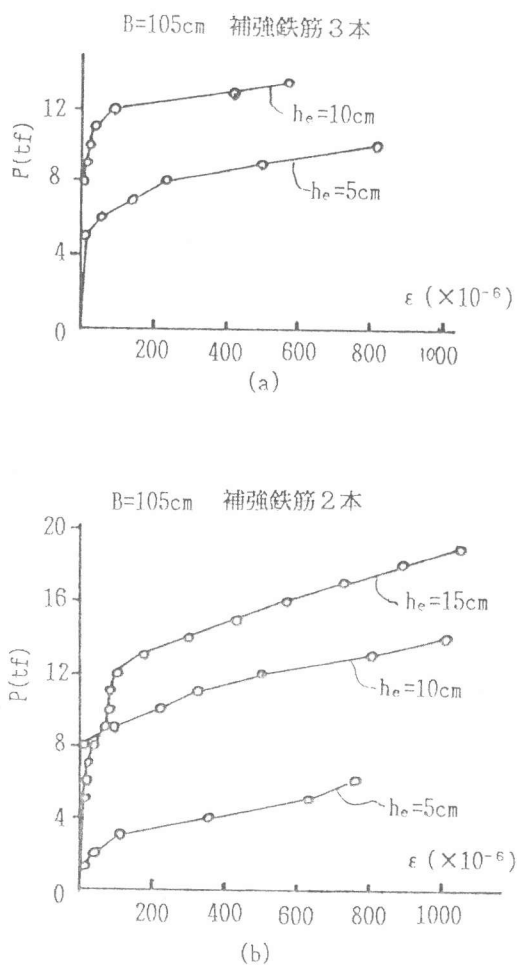


図-7 荷重とせん断補強鉄筋ひずみの関係

参考文献

- 1) 土木学会「コンクリート標準示方書 設計編」昭和61年制定