

R C床版の押抜きせん断試験とその耐力評価について

山口大学大学院 (学生員) ○三原弘士
 山口大学工学部 (正会員) 高海克彦
 山口大学工学部 (正会員) 兼行啓治
 山口大学工学部 (正会員) 浜田純夫

1. まえがき

近年の自動車交通量の激増、自動車重量の増加にともない道路橋における鉄筋コンクリート床版の押抜きせん断破壊が問題となっている。現在、鉄筋コンクリート床版の押抜きせん断耐力の算定式は、基本的にはりのせん断耐力算定式と同様の形式で表わされているが、スラブは面的な広がりをもつため破壊に影響する要因は、はりのせん断破壊に比べ極めて複雑であり、現在の算定式は決して十分なものとはいえない。

そこで本研究は、鉄筋コンクリート床版の押抜きせん断試験を行ない、実験結果との比較により、コンクリート標準示方書の押抜きせん断耐力算定式の再検討を行ったものである。

2. 実験概要

今回の実験で用いた供試体は100x100cmの正方形とし、引張鉄筋は格子状に配筋し、鉄筋はD16, D13, D10を使用し、床版厚を13.5cm, 13cm, 10cmの3種類で、鉄筋量と床版厚を変化させ合計9体作成した。実験は、材令28日で行い、図-1に示すように支持条件はスパン80x80cm、支点の長さは30cmでスパン中央に設置し、浮き上がり自由の四辺単純支持とした。また載荷条件は供試体中央に厚さ5mmの硬質ゴム版を介して辺長10cm, 厚さ3cmの正方形鋼版を置き、1.0tf刻みで載荷した。

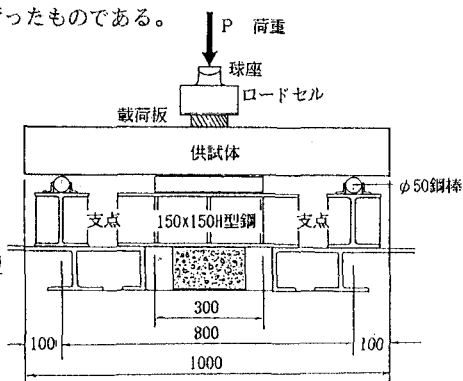


図-1 押抜きせん断試験載荷装置

3. 実験結果及び考察

押抜きせん断破壊状況は、どの供試体においても破壊荷重に達すると同時に、コンクリート上面で載荷版とほぼ同じ形状の陥没を生じ、またコンクリート下面では支点付近で引張鉄筋とコンクリートの剥離を生じた。

(1) ひびわれ

ひびわれ状況について代表的なものを図-2に示す。ひびわれは、スラブ中央から放射線状に広がり、支点以外の部分から側面へ達した。支点付近の斜線部分はコンクリートの剥離を示すものであるが、供試体の鉄筋量および床版厚が増すと、この剥離の面積および高さが増加する傾向にあった。これは、破壊荷重に達したときにコンクリート上面で陥没が起こることにより、それまでに供試体全体で支えられていた力が、押抜かれる部分へ一気に解放されるためである。すなわち、破壊荷重が大きいほど押抜かれる部分へ解放される力も大きくなり、剥離の面積および高さが増加すると考えられる。

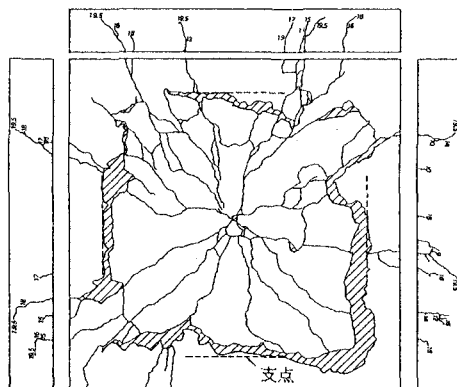


図-2 ひびわれ図

(2) 耐力算定式について

コンクリート標準示方書の押抜きせん断耐力算定式を下記に示し、その計算結果と実験結果を表-1に示す。

$$V_{pcd} = \beta_d \beta_v \beta_r f_{pcd} u_p d / \gamma_b$$

ここに、 $f_{pcd} = 0.6 \sqrt{f_{cd}}$, $\beta_d = \sqrt[4]{100/d}$, $\beta_v = \sqrt[3]{100P_w}$, $\beta_r = 1 + 1/(1 + 0.25 u/d)$

f_{cd} : コンクリートの設計圧縮強度 , u : 載荷面の周長 , p_w : 鉄筋比

u_p : 設計断面の周長 ($= 2a + 2b + \pi d$) , γ_b : 材料係数 ($= 1.0$ として計算を行った)

今回の実験において、実験値はコンク

表-1 破壊荷重および計算結果

リート標準示方書の押抜きせん断耐力算
定式による計算値よりもかなり上回って
おり、実験値/計算値の平均値は1.42であ
った。

a) β_d について

上記の原因の一つは、コンクリート標
準示方書の算定式が基本的にはりのせん
断耐力算定式と同様の形式で表わされて
いるところにある。コンクリート標準示

NO	供試体名	床版厚 H (cm)	有効厚 d (cm)	鉄筋比 P _w (%)	破壊荷重 P _a (tf)	示方書 V _{pcd} (tf)	P _a /V _{pcd}
1	H13-5	13.5	9.85	1.01	24.5	18.65	1.31
2	H10-1	10	7.5	0.95	15.8	10.98	1.44
3	H10-2	10	7.5	0.86	16.0	10.61	1.51
4	H10-3	10	7.5	0.76	14.7	10.28	1.43
5	H10-4	10	7.5	1.69	20.5	13.88	1.48
6	H10-5	10	7.5	1.35	17.5	13.14	1.33
7	H13-1	13	10.5	0.68	24.5	16.90	1.45
8	H13-2	13	10.5	0.61	22.5	15.33	1.48
9	H13-3	13	10.5	0.54	19.8	15.00	1.32
平均							1.42

方書では、有効高さdによる影響を考慮する係数 β_d について $\beta_d > 1.5$ となる場合には $\beta_d = 1.5$ として計算するようになっている。有効高さdが20cm以上の場合には $\beta_d < 1.5$ となるが、有効高さdが20cm以下の場合には上記の修正が必要となる。はりにおいては、ほとんどが有効高さが20cm程度の供試体で実験が行われているが、スラブにおいては、その押抜きせん断耐力が非常に大きなものであるため、ほとんどがd=20cm以下の供試体で実験が行われ、本実験においてはd=10cm程度の供試体で実験を行っており、 β_d の制限が実験値との整合性を悪くしていると考えられ、この制限を無視すると、実験値/計算値の平均値は1.15となり適合性を増す。

b) 設計断面について

一般に鉄筋コンクリートの押抜きせん断破壊は図-3のように荷重周辺部から45°の角度をなした円錐形状またはピラミッド状のコーンを形成するように破壊するとして、コンクリート標準示方書では、載荷部分からd/2離れた垂直な断面を設計断面としている。しかし今回の実験では、供試体下面におけるコンクリートの剥離が支点付近で生じており、破壊断面はコンクリート標準示方書の仮定よりも大きなものであると思われる。

そこで載荷試験後に、押抜かれた部分のコンクリートを取り除いて破壊曲面の

形状を観測したところ図-4のように約30°の角度をなしたドーム状の破壊面を形成していた。また、有効高さdが小さくなると、破壊面は小さくなる傾向にあった。

そこで、破壊断面は供試体および支持条件によって変化し、特に有効高さdとせん断スパンLに大きく影響されると考え、設計断面の周長 U_p を、せん断スパン比L/dを考慮に入れた係数 $(1 + d/L)$ を用いて、次式のように修正する。

$$U_p = 2a + 2b + (1 + d/L) \pi d$$

上式を用いて押抜きせん断耐力を求めると、実験値/計算値の平均値は1.05となり実験値との整合性のかなりよい値を得ることができた。

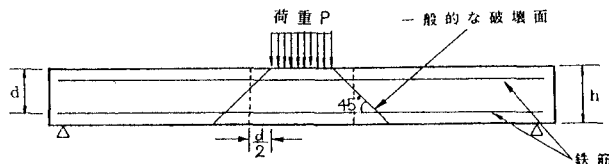


図-3 コンクリート標準示方書による仮想限界断面図

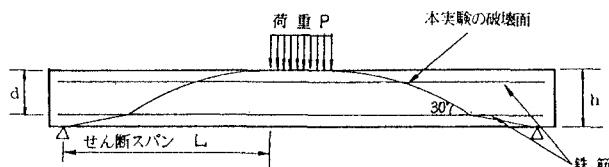


図-4 本実験における破壊断面図