

国鉄構造物設計事務所 正会員 村田 信之
 国鉄構造物設計事務所 正会員 石橋 忠良
 国鉄構造物設計事務所 正会員 吉野 伸一

1. まえがき

鉄筋コンクリートスラブ（以下スラブという）に、柱を通してあるいは直接部分的な荷重が作用する場合には、荷重直下のコンクリート部分が押抜きせん断とよばれる局部破壊を生ずることが多い。

本研究は、スラブの切欠き部に局部的に大きな集中荷重を受ける場合の押抜きせん断耐力について、切欠き深さおよび切欠き部付近の補強鉄筋量を変化させた供試体で破壊実験・解析を行ったものであり、以下に報告する。

2. 実験概要

供試体形状を図-1(a) に、供試体諸元を表-1 に示す。

変動要因は、切欠き部深さおよび切欠き部付近の補強鉄筋量とした。補強鉄筋の形状を図-1(b) に示す。

供試体の側壁切欠き部（20×30cm）に水平荷重を作用させ、ひびわれ荷重、ひびわれ状況および破壊荷重を測定した。

3. 実験結果

切欠きスラブの押抜きせん断耐力を、土木学会の面部材の設計押抜きせん断耐力の算定式(1) と、押抜きせん断耐力を破壊面に沿った微小区間のはりのせん断耐力の積分値として求める手法を使って算定した。

(i) 土木学会「面部材の設計押抜きせん断耐力算定式」¹⁾

計算値 P_{cal} は、土木学会「コンクリート標準示方書」より式(1) を用いた。

$$P_{cal} = f_{pcd} \cdot U_p \cdot d \quad \dots\dots\dots (1)$$

ここに $f_{pcd} = 0.6 \cdot \beta_d \cdot \beta_p \cdot \beta_r \cdot \sqrt{f'_{cd}}$

$\beta_d = \sqrt[4]{100/d}$ (d : cm) ただし $\beta_d > 1.5$ となる場合は 1.5 とする

$\beta_p = \sqrt[3]{100/p}$ ただし $\beta_p > 1.5$ となる場合は 1.5 とする

$\beta_r = 1 + 1/(1 + 0.25U/d)$

f'_{cd} : コンクリートの設計圧縮強度で、単位は kgf/cm^2

U : 載荷面の周長 (cm)

U_p : 設計断面の周長で、載荷面から $d/2$ 離れた位置で算定するものとする。

d および p : 有効高さおよび鉄筋比で二方向の鉄筋に対する平均値とする。

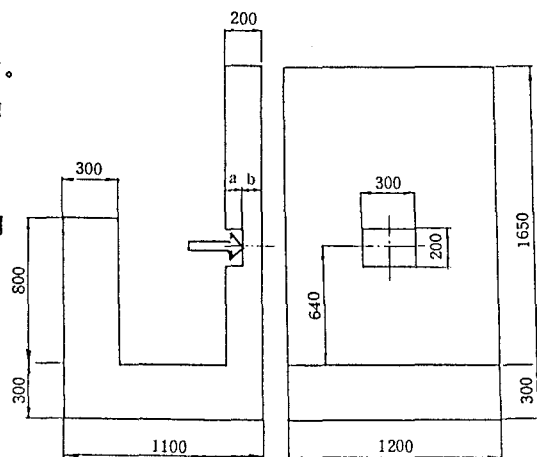


図-1(a) 供試体形状

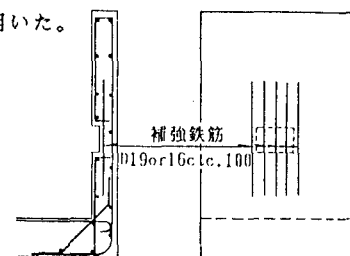


図-1(b) 補強鉄筋の形状

表-1 供試体諸元および実験値

供試体 No.	f_{cd} (kgf/cm^2)	a (cm)	b (cm)	補強鉄筋 A s	支圧板 形状 (cm)	有効高さ d (cm)	ヒール発生 荷重 (t)	破壊荷重 P_{test} (t)	計算値 P_{cal} (t) (i) (ii)	P_{test}/P_{cal} (i) (ii)	備 考
1	269	7.0	13.0	D19*5	29*19	10.0					曲げ破壊
2	258	7.0	14.6	D19*5	5*5	11.6	10.2	20.4	17.5 (20.0)	20.1 1.17 (1.02)	
3	174	7.0	13.0	D16*5	5*5	10.0	8.4	13.2	11.1 (13.1)	13.8 1.19 (1.01)	
4	192	0.0	10.0	D19*5	5*5	7.0	6.4	8.9	6.3 (8.3)	8.1 1.41 (1.09)	

() 内は β_d の上限 1.5 を考えない場合

(ii)スラブの押抜きせん断耐力を支点の影響によるせん断耐力と載荷荷重の影響によるせん断耐力の和として求められると仮定し、破壊面に沿った微小区間のはりのせん断耐力の積分値として求める手法²⁾

せん断耐力モデルの概念図を図-2に示す。

検討断面 (X) における仮想破壊面上のせん断耐力 $V_{cal}(X)$ は、式 (2)-1 により求める。

$$V_{cal}(X) = \int V_c(X) \dots \dots (2)-1$$

ここに、 $V_c(X)$:検討断面における微小区間 Δbw のはりのせん断耐力

検討断面を変化させた場合の $V_{cal}(X)$ の最小値を求め、さらに載荷板の辺長 (R) と有効高さとの比 (R/d) により、式 (2)-2 で表わされる補正係数 K を乗じた値をスラブの押抜きせん断耐力 P_{cal} とする。

$$K = 1.35 - 0.055R/d \quad \text{ただし } R/d < 10 \\ = 0.8 \quad R/d > 10 \dots (2)-2$$

表-1、図-3に実験値 (P_{test}) と (i)、(ii) により求めた押抜きせん断耐力の計算値 (P_{cal}) の比を示す。

土木学会の押抜きせん断耐力の算定式 (1) は、周辺補剛はりをもつスラブやせん断スパンの小さいスラブの実験結果と比較すると安全側の値を与える場合があるといわれている。本実験でも実験値と (i) による計算値を比較すると計算値が実験値に比べかなり小さい値となった。

なお (1) 式において βd の上限を考えないで有効高さの影響を考慮した場合、実験値に比較的良く近似した。(表-1の () 内)

(ii)の手法により求めた計算値は実験値に比較的良く近似した。

これにより、切欠き部を有するスラブの押抜きせん断耐力は、有効高さ (d) を切欠き部の有効高さとし、(ii)のはりのせん断耐力式を用いて求めてよいと考えられる。

なお、今回の切欠き部付近の補強鉄筋の効果は、ほとんど見られなかった。また、切欠き深さの相違によるせん断耐力に対する影響は見られなかった。

4. まとめ

切欠き部に載荷されるスラブの押抜きせん断耐力は、スラブの支持条件、切欠き深さ、切欠き部の補強方法等の種々の影響を受けると考えられる。

今回の実験に関して、スラブの押抜きせん断耐力は、はりのせん断耐力を支点の影響によるせん断耐力と載荷荷重の影響によるせん断耐力の和として求められると仮定し、仮想破壊面に沿った微小区間のはりのせん断耐力の和として求め、載荷板の辺長と有効高さとの比 (R/d) による補正を行なうことにより、比較的精度よく求められることが明らかとなった。なお有効高さ (d) は、断面切欠き部の位置で算定し、切欠き部周辺の影響は考慮しない。

<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
- 2)石橋・斎藤：鉄筋コンクリートスラブの押抜きせん断耐力に関する一考察、第7回JCI年次講演集、158、1984

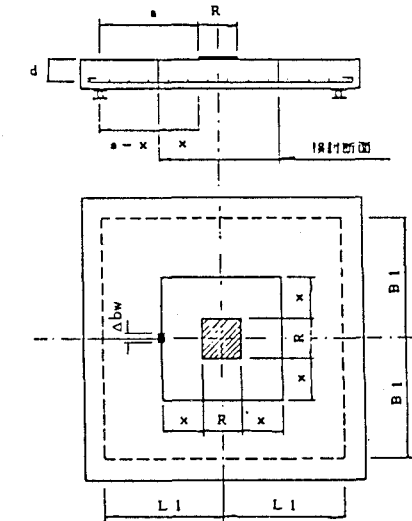


図-2 せん断耐力モデルの概念

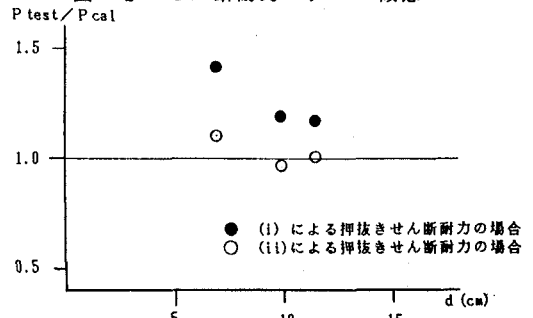


図-3 実験値と計算値の比と有効高さ (d)