

床版の押抜きせん断耐力算定式について

山口大学 (学生員) ○甲斐秀樹
 山口大学 (学生員) 石川和浩
 (株) ピーエス (正会員) 阿部宗人
 山口大学 (正会員) 浜田純夫

1. まえがき

現在、コンクリート標準示方書においては、スラブの押抜きせん断耐力算定式は、基本的にはりのせん断耐力算定式と同様に扱われているが、スラブは面的な広がりをもつため、構造的には高次元の不静定のシステムである。このため、スラブの押抜きせん断破壊は、はりのせん断破壊と同じく局部的破壊と呼ばれながら破壊に影響する要因が、使用材料や断面諸元数値などの部材条件はもとより荷重の作用状況やスラブ周辺の支持方法、すなわち、載荷条件や支持条件に至るまで飛躍的に増大するため、スラブの押抜きせん断破壊は、はりのせん断破壊に比べて極めて複雑であり、また異なった様相を示す。従って、はりのせん断破壊機構やせん断耐力の算定方法についてはある程度の説明が進められているにも関わらず、スラブの押抜きせん断に対するこれらの説明の度合いは、はりに対してはるかに及んでいない。

以上のようなことから本研究では、鉄筋コンクリートの押抜きせん断試験を行い松井らの耐力算定式や他の提案式を基に従来の提案式の様に四辺支持にしか適合しないものでなく、松井らが行った二辺支持の実験結果にも適合する耐力算定式を提案するものである。

2. 実験概要

本実験で用いた供試体 $100 \times 100\text{cm}$ 、 $140 \times 140\text{cm}$ の正方形スラブとし、引張鉄筋は格子状に配筋した。鉄筋はD10を使用し、床版厚を 13cm 、 10cm の2種類とし、2方向の引張鉄筋間隔 10cm 、 11cm 、 16cm の3種類として鉄筋量と床版厚を変化させた供試体合計13体作成した。実験は図-1に示すように支持条件は $80 \times 80\text{cm}$ 、 $120 \times 120\text{cm}$ 、四隅の浮き上がり防止は設けない四辺単純支持とし、支点は 30cm 、 80cm で支持辺の中央に設置し、供試体の中央に厚さ 5mm 、 1mm 硬質ゴム板を介し、辺長 10cm 厚さ 3cm の正方形鋼板を置いて載荷した。

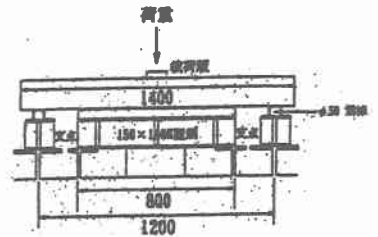


図-1 押抜きせん断試験載荷装置

3. 考察

(1) 耐力算定式について

松井らの耐力算定式を下記に示す。

$$p = \tau_{s\max} \{2(a + 2x_m)x_d + 2(b + 2x_d)x_m\} + \sigma_{t\max} \{2(4c_d + 2d_d + b)c_m + 2d_m \cdot 2c_d\}$$

x_m, x_d : 主鉄筋及び配力鉄筋に直角な断面の引張側コンクリートを無視した断面の中立軸深さ(cm)

$\tau_{s\max}, \sigma_{t\max}$: コンクリートの最大せん断応力度, 最大引張応力度(kg/cm^2)

a, b : 載荷板の主鉄筋方向, 配力鉄筋方向の辺長(cm)

d_m, d_d : 主鉄筋, 配力鉄筋の有効高さ(cm)

ここで、 $\tau_{s\max} = 0.252\sigma_{ck} - 0.000246\sigma_{ck}^2$ (kg/cm^2)

$$\sigma_{t\max} = 0.583(\sigma_{ck})^{2/3} \quad (\text{kg}/\text{cm}^2)$$

σ_{ck} : コンクリート圧縮強度 (kg/cm^2)

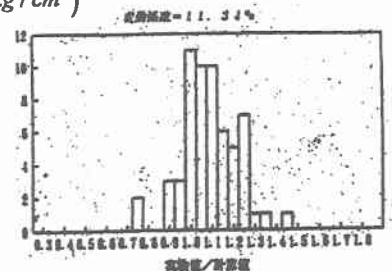


図-2 松井らの式

松井らの式による度数分布を図-2に示す。変動係数=11.34%、平均値=1.11とばらつきも少なくなった。

(2) コンクリート圧縮強度について

これまで提案されてきた耐力算定式においてコンクリートの圧縮及び引張部分のせん断強度は2乗根を用いることによって評価しているの、本研究においても2乗根を用いることとする。

(3) 鉄筋の強度について

鉄筋の強度に関しては、鉄筋の降伏強度 f_y に単位長さ当たりの鉄筋量 ρ_s を乗じたものとする。鉄筋量 ρ_s は主鉄筋と配力鉄筋の平均とする。

これらにより四辺支持の供試体に関する耐力算定式を以下のように表す。

$$V_{pd} = 2.058\sqrt{\sigma_{ck}}u_{pc}x + 0.558\sqrt{\sigma_{ck}}u_{pt}(h-x) + 186.7\rho_s f_y$$

σ_{ck} : コンクリート圧縮強度 (kg/cm^2)

u_{pc} : 圧縮側の設計断面周長 (cm) ($= u + \pi x$)

u_{pt} : 引張側の設計断面周長 (cm) ($= u + (h+x)\pi$)

u : 載荷板周辺長 (cm)

x : 中立軸深さ (cm) ($= (-np + \sqrt{2np})d, n = E_s/E_c$)

h : 有効高さ (cm)

ρ_s : 単位長さ当たりの鉄筋量

f_y : 鉄筋の降伏応力 (kg/cm^2)

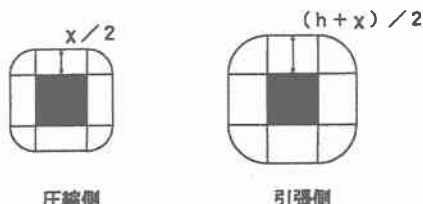


図-3 設計断面

(4) 床版厚について

これまでに述べた提案式は、床版厚がスパンに対して薄いと考えられる供試体に関するものであり、破壊面が載荷板周辺部からの角度が 45° であると考えたものである。しかしながら床版厚がスパンに対して厚いと考えられる供試体は破壊面の角度が変化すると考え、このような供試体については引張側の破壊面の角度が約 30° になるとし設計断面周長を新たに提案した。ただし、この場合床版厚が厚いと考えられる供試体は、床版厚/スパンが 0.15 以上のものとする。

$$u_{pc} = u + \sqrt{3}\pi x$$

$$u_{pt} = u + \sqrt{3}(x+h)\pi$$

(5) 二辺支持に関して

二辺支持の供試体は四辺支持と異なった設計断面周長を生ずると考え、圧縮側及び引張側の設計断面周長にそれぞれ 1.675 を乗ずることで修正を行った。

本研究提案式の度数分布を図-5に示す。変動係数=10.70%と今まで提案されている提案式に比べばらつきが少なく、より精度の良いものになっており、また平均値=1.01となっており、理想的な耐力算定式となった。

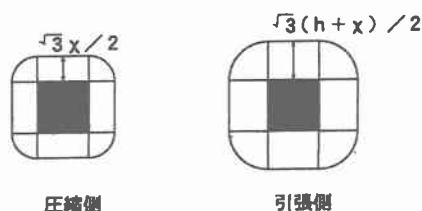


図-4 設計断面

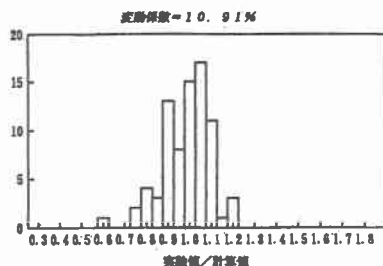


図-5 提案式