

打継目を有するコンクリート床版の押し抜きせん断耐力に関する研究

山口大学大学院 (学生員) ○原田賢哉
 (株)ピーエス (正会員) 阿部宗人
 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し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し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の形式で表されているが、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言えない。

さらに、最近のプレキャスト化に伴い、道路橋床版などでPCスラブが頻繁に使用されるようになったが、このPCスラブの継目部や鉄筋コンクリートスラブの打継目近傍に集中荷重が作用する場合における押し抜きせん断破壊に関する研究は、ほとんど行われていない。

そこで本研究は、荷重域近傍に継手部が存在する場合の鉄筋コンクリート床版の押し抜きせん断試験を行い、実験結果を用いて、コンクリート標準示方書の押し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

本実験で用いた供試体は $100 \times (57.5 + 42.5)$ 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を13cm, 11cm, 10cm, 8cm, 5cmの5種類として鉄筋量と床版厚を変化させた供試体合計10体作成した。実験は、図-1に示すように支持条件はスパン 80×80 cm、支点の長さは30cmでスパン中央に設置し、浮き上がり自由な4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の正方形鋼板を置き、約1.0tf/分で載荷した。

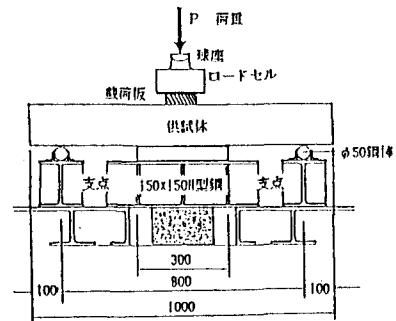


図-1 押し抜きせん断試験載荷装置

3. 実験結果及び考察

(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。図に見られるように供試体全体にわたって載荷位置を中心に放射状にひびわれが発生していた。その中で、載荷側ではひびわれ幅が2~3mmの大きなひびわれが大きくみられたのに対し、非載荷側では1mm以下のものがほとんどであった。また、鉄筋量が多いものほど、細かいひびわれが多く発生していた。載荷側ではコンクリートのはく離が大きな範囲で発生しているのに対し、非載荷側では継目付近の小さな範囲のみにはく離が生じていた。載荷後、

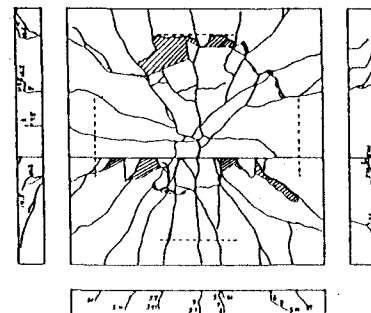


図-2 ひびわれ図

供試体下面継目部におけるひらきが1mm程度みられたことより、破壊荷重近くでは継目部でコンクリート間の付着がとれると考えられる。すなわち、非載荷側への荷重の伝達は行われにくく、押し抜き力は鉄筋によってのみ伝達されるため、非載荷側のはく離は継目近くに集中したと考えられる。

(2) 耐力算定式について

コンクリート標準示方書の押し抜きせん断耐力算定式を書きに示す。

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

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

f'_{cd} : コンクリートの設計圧縮強度 , u : 載荷面の周長 , p : 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)

本の実験において、実験値はコンクリート標準示方書の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/計算値はばらつきがあり平均値は1.33であった。

a) β_d について

上記の原因の一つは、コンクリートの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されているところにある。コンクリート標準示方書では、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。はりにおいては、ほとんどが有効高さ20cm程度の供試体で実験が行われている。しかし、スラブにおいては、プレキャスト橋梁床版の薄いことなどにより、ほとんど $d = 20\text{cm}$ 以下の供試体により実験が行われており、本実験においても $d = 10\text{cm}$ 程度で実験が行われているため 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ことにする。

b) 設計断面について

コンクリート標準示方書では押し抜きせん断破壊が載荷板周辺部から約 45° の角度でピラミッド状のコーンを形成するように破壊するととして、図-3の様に載荷部から $d/2$ 離れた垂直な断面を限界断面としている。しかし本実験では、載荷側は下面におけるコンクリートのはく離が支付近で生じており、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。破壊曲面の形状を観察したところ図-4のように約 20° の角度をなしたドーム状の破壊面を形成していた。

破壊断面は供試体及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られることがわかり、設計断面の周長 u_p を、せん断スパン比 L/d を考慮にいたれた係数 $(1 + d/L)$ を用いて、次式のように修正する。

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

ここで、この実験において非載荷側において押し抜きせん断破壊はほぼ生じなかったことより設計断面の周長を図-5に示す様にとる。

a, bの修正を行った結果と示方書による計算結果を図-6に示し、実験値/計算値はばらつきも小さく平均値は1.005となった。

【謝辞】本実験を行うにあたり、卒論生の石川哲君、白水祐一君の御助力を頂きました。この場をかりて謝意を表します。

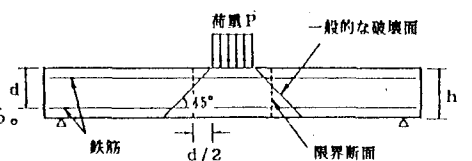


図-3 コンクリート標準示方書による仮想限界断面図

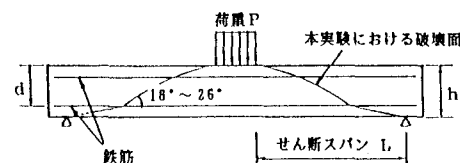


図-4 本実験における破壊断面図

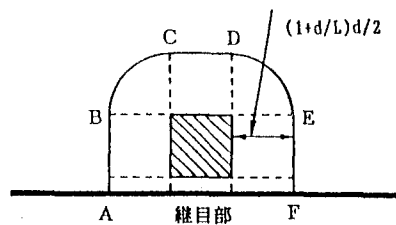


図-5 継目部近くにおける設計断面の仮定

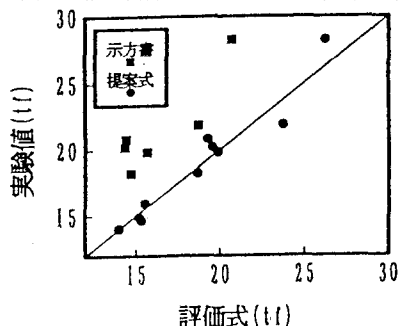


図-6 修正結果