

北海道大学	正員	角田与史雄
北海学園大学	正員	高橋 義裕
北海道大学	正員	能町 純雄

1. まえがき

大きな集中荷重を受けるスラブの設計においては、曲げおよびはり型せん断とともに、押抜きせん断に対する安全性の検討を行う必要があり、各国の示方書にその設計方法が規定されている。その際、ACI や CEB- FIP では、荷重がスラブの自由縁の近くに作用する場合の方法も合わせて与えている。それらは一般に、自由縁附近では破壊線が自由縁に直結する形状になるため、通常の場合に比べて、押抜きせん断に抵抗するいわゆる臨界面の長さが短くなるという考えに基づいている。しかし、実際の性状はこれよりはるかに複雑なものであると考えられる。本研究は、鉄筋コンクリートスラブの押抜きせん断耐力に対する自由縁の影響について実験的に検討を行ったものである。

2. 実験方法

供試体はスパン100cm の相対する二辺支持、他の二辺自由の長方形スラブで、厚さは20cmである。スラブの幅B は変数とし、30~140cm とした。鉄筋はSD35のD13 を使い、スパン方向および横方向ともに6cm間隔に配置した。コンクリートは単位セメント量 $327\text{kg}/\text{m}^3$ 、水セメント比49%で、早強セメントおよび天然骨材を使用した。実験材令7日における圧縮強度は $325\text{kg}/\text{cm}^2$ である。荷重は一点載荷とし、載荷面積は $10\text{cm} \times 10\text{cm}$ で、載荷位置はスパンの中心線上としたが、その自由縁からの距離 e (図- 1 参照) は変数とした。

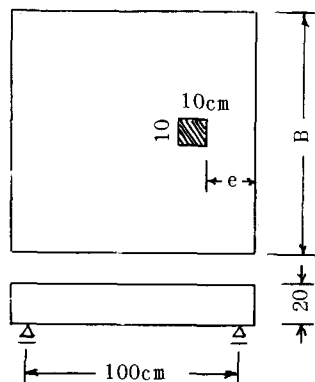


図- 1

3. 実験結果および考察

図- 2 は、ACI318による設計耐力を実験結果と比較したものである。

これによれば、設計耐力は安全側の値を与えているように見えるが、それは自由縁の影響がない e の十分に大きな場合にすでにかなりの余裕があるからであって自由縁の影響自身は過少評価していることが明らかである。図は省略するが、CEB- FIPのモデルコードも同様であった。とくに実験結果は、これらの示方書の方法よりもかなり e の大きな場合でも耐力低下が起ることを示している。破壊状況の観察によれば、自由縁のごく近傍に載荷したときは図- 3の左に示すような開いた臨界面を設計に用いることの妥当性を示したが、 e がある程度以上大きくなれば破壊線は閉じた形になっても、なお耐力低下が残った。このことは、押抜きせん断耐力に対する自由縁の影響は、臨界面の長さの短縮のみによるのではないことを意味している。

いま、臨界面として図- 3に示す二つのうち短い方をとることにし、実験で得られた破壊荷重を臨界面長さ U で除した単位長当りの押抜きせん断耐力を求めた結果は、図- 4に示す通りである。これによれば、 e の減少に伴って単位長当り耐力がほぼ直線的に減少していることが示されている。

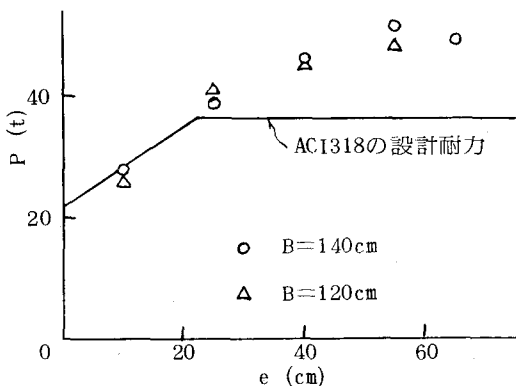


図- 2

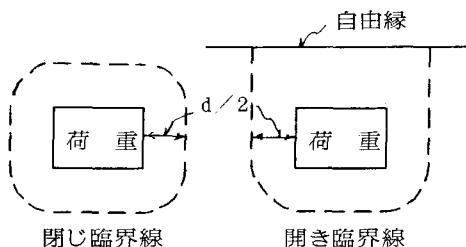


図- 3

以上に述べた性質より、押抜きせん断耐力は三つの場合に分けて考えるのが便利であると言えよう。すなわち、図- 5に示すように、荷重がスラブの自由縁から十分に離れた位置に作用する場合(領域A)には通常押抜きせん断耐力が得られる。荷重位置が自由縁からある程度離れてはいるが十分ではない場合(領域B)には、臨界断面は領域Aと同様に閉じた形になるが、臨界断面の単位長当りの平均耐力は低下するので、破壊荷重はある程度減少する。そして、荷重が自由縁のごく近傍に作用するとき(領域C)は、破壊線が自由縁に短絡するため臨界断面の長さが減少するとともに、臨界断面の単位長当りの耐力低下が重なるため、破壊荷重は大きく減少する。

ところで、Bの小さな供試体は、はりとしてのせん断破壊または曲げ破壊が起るが、本実験では前者となるよう設計されている。図- 6は、Bの増加に伴ってはりとしてのせん断破壊から押抜きせん断破壊へ移行していく様子を示したものである。まず、供試体の幅の中心に載荷した場合には、Bが大きくなるにつれてeが大きくなるので、押抜きせん断耐力が上がるため、Bが90cm程度まで、はりとしてのせん断耐力に支配されている。一方、e=10cmに固定した場合には、前述の領域Cに該当するため押抜きせん断耐力が低く、Bが60cm程度から押抜きせん断耐力が支配的影響をもつため、それ以上にBを増加させても耐力はほとんど変わらないことが示されている。なお、この図の中で原点を通る直線は、幅30cmの供試体に全幅載荷を行って得たせん断強度に基づくものである。図中の点はいずれも10cm×10cmに載荷しており、部分載荷ではり型せん断破壊が起ったときのせん断強度が、全幅載荷時のせん断強度と大差ないことがわかる。現在、フーチングの設計において、はりとな見なすときのせん断と、押抜きせん断とを個別に検討する方法が用いられている。これは両者の相互効果を見無視する一種の上界設計に該当するが、上記の図を見る限りでは、とくに問題はないようである。

4. あとがき

本文は、スラブの自由縁近傍に載荷するとき、押抜きせん断の臨界断面長の減少のみでなく、単位長当りの耐力減少も起ることを示したが、今後データの蓄積を待って定量的な検討を行いたい。

おわりに、本研究は文部省科学研究費の補助を受けて行ったものであり、研究の実施に際して北海道大学の木村 勉技官および今村、真岸の両君の多大な協力を受けたことを附記し、ここに謝意を表したい。

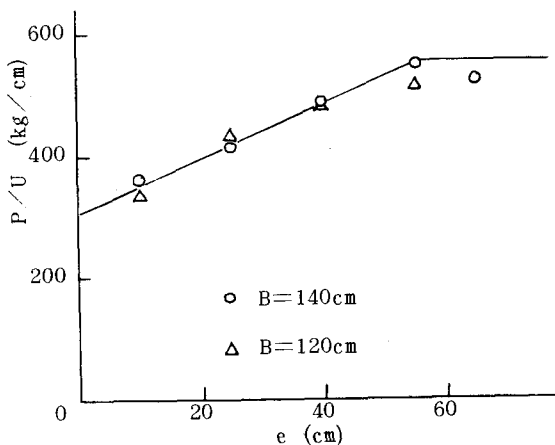


図- 4

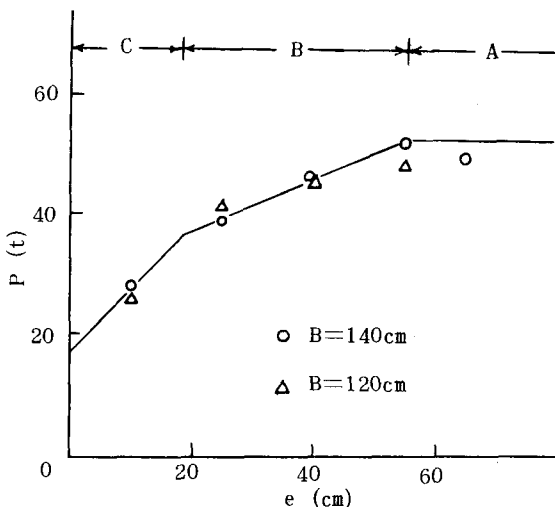


図- 5

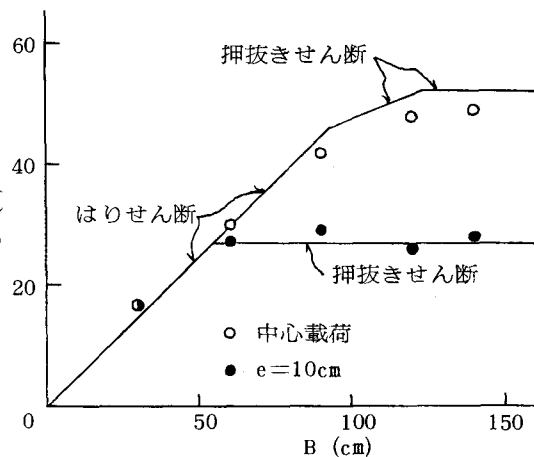


図- 6