

北海道大学	正員	角田与史雄
北海道大学	正員	堺孝司
北海道大学	正員	能町純雄

1. まえがき

鉄筋コンクリートスラブの実用的な塑性設計法として、Johansenの降伏線理論または Hillerborg の下界ストリップ法が有用であることが知られている。一般に塑性設計においては不静定力の値を自由に選び得ることに特長があるが、不静定ばりやラーメン構造では塑性ヒンジの回転能力と使用限界状態に対する条件から、弾性解よりの断面力の再分配の利用範囲に制約を受ける。それに対してスラブでは、特殊な場合を除き回転能力が問題となることはないと考えられるので、主たる制約条件は使用性状にあると言えよう。本研究は、スラブの二方向の曲げモーメントの比として弾性解の値からはずれた値を持つ塑性解を用いて設計した場合に、上記の制約条件がどの程度の厳しさを持っているかを明らかにするため、スラブ供試体の載荷試験を行い、その基礎的性状を検討したものである。

2. 実験方法

供試体は120cm×120cm、厚さ10cmの正方形スラブで、スパン100cm×100cmの4辺単純支持とし、4点載荷により実験を行った。載荷位置はスラブ中央点から各対角線方向に21cm離れた点で、載荷面積は各10cm×10cmとした。なお、隅角部の浮き上がりを防ぐためボルトで止めた。供試体は1a～1c、2a～2cの6枚からなり、1aおよび2aのy方向鉄筋比はそれぞれ1%および2%とし、x方向の鉄筋比は、x方向およびy方向の単位長さ当りの終局曲げモーメント M_{ux} と M_{uy} とが等しくなるようにその値を定めた。また、1bおよび1cは、降伏線理論による破壊荷重は1aと等しいが、 M_{uy}/M_{ux} の値がそれぞれ0.75および0.5となるようにxおよびy方向の鉄筋比を定めた。2bおよび2cについても同様である。すなわち、1aと2aとは弾性解による曲げモーメントに対して設計したのとはほぼ等価であるのに対し、他はモーメント分担率が弾性解から25～50%異なる塑性設計を行ったことになる。なお、使用した鉄筋は全てSD35のD10であり、コンクリートの圧縮強度は平均273kg/cm²である。

3. 実験結果および考察

各供試体の破壊荷重 (ton) および降伏線理論による計算値との比は、次の通りである。

供試体	実測値	計算値	比
1a	22.5	20.0	1.12
1b	24.0	19.9	1.21
1c	24.0	20.4	1.18
2a	34.0	37.4	0.91
2b	28.0	37.5	0.75
2c	34.0	37.7	0.90

2bおよび2cはせん断破壊を起したため実測値は計算値をかなり下回っているが、その他の結果は過去の研究で言われ

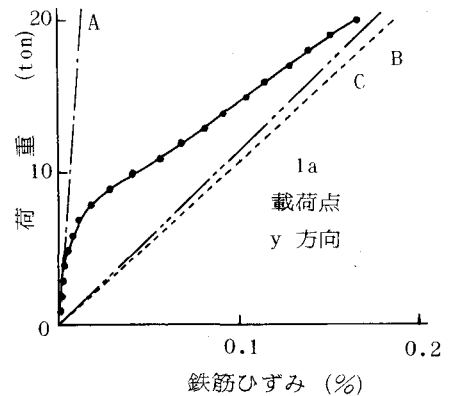


図 - 1

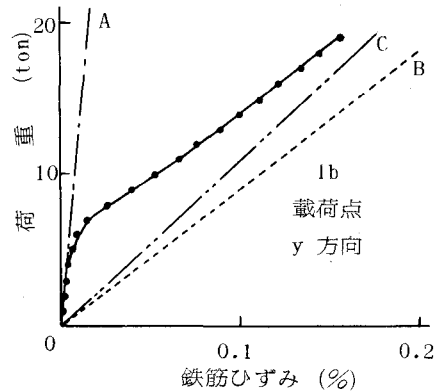


図 - 2

ているように、降伏線理論がほぼ妥当な塑性解を与えるものであることを示している。

実験においてはスラブ各点の鉄筋およびコンクリート上面のひずみを測定した。図-1～4はその例として載荷点下の鉄筋ひずみの測定結果の一部を示したもので、図中の A-線は全断面を有効とする時の曲げ剛性を用いて慣用の直交異方性板としての解析により曲げモーメントを求め、全断面を有効とする応力理論によりひずみを計算したもの、B-線は上記の曲げモーメントを用い、引張部のコンクリートを無視する応力理論よりひずみを計算したもの、C-線は曲げモーメントの算定およびひずみの計算のいずれに対しても引張部のコンクリートを無視する時の曲げ剛性を用いたものである。これらの図より実測値は、ひびわれ前は A-線に従い、ひびわれ後は徐々に C-線に漸近していく傾向が明白に見られる。このことは、x および y 方向の曲げ剛性の比がひびわれの発生成長により変化するのに伴って断面力の再分配が起っていることを示すもので、鉄筋比の大きい x 方向の荷重分担率が大きく、鉄筋比の小さい y 方向の分担率が小さくなる方向に再分配が起っている。そのような性質はスラブの使用性状にとって有利であり、例えば供試体 1c の y 方向鉄筋ひずみは、もしも断面力の再分配が起らなければ 1a に比べて 40% 大きな値となるはずであるが、実際には再分配の効果により 1a とほとんど変りない値となっている（計算上では約 10% 増）。

図-5 および図-6 は各供試体の最大ひびわれ幅を示したものである。ひびわれ幅はひずみと異なり非常に大きなばらつきを有するため、この結果のみで定量的な判断を行うことには無理があるが、弾性解からはずれる荷重分担率を用いて設計したことによりひびわれ性状が著しく悪化するというような一定の法則性は見い出せない。

以上の結果より、鉄筋コンクリートスラブの塑性設計においては、弾性解と異なる二方向曲げモーメント比を持つ塑性解を用いて設計したとしても、断面力の再分配による有利な作用を期待することができるので、設計の自由度がかなり大きいことがわかった。

おわりに、本研究は文部省科学研究費補助金による研究の一部として行ったものであり、研究の実施に際しては木村 勉技官および蟹江、菅の両君の多大な協力を受けたことを記し、感謝の意を表したい。

なお、数値計算には北海道大学大型計算機センターの HITAC M-180 を使用した。

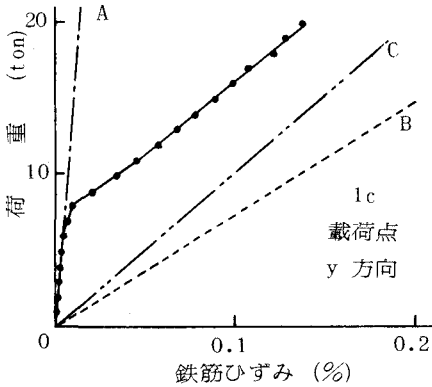


図-3

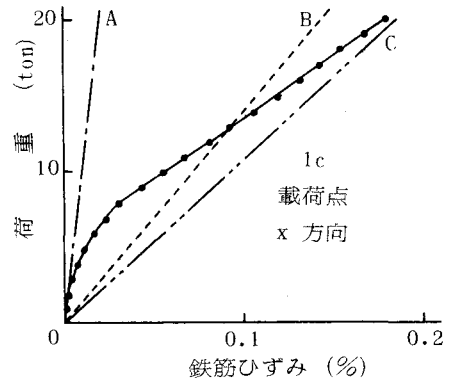


図-4

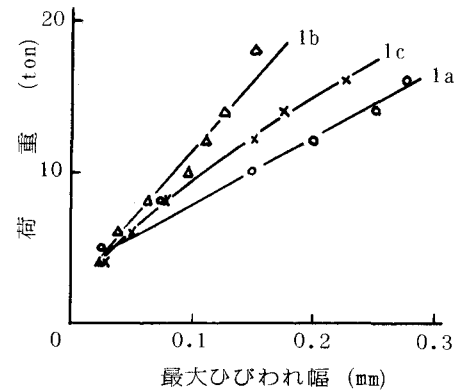


図-5

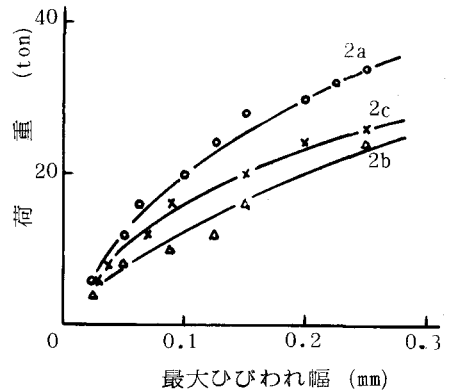


図-6