

I まえがき

一様な直応力を受ける補剛板は、降伏応力まで耐荷を發揮できない事が多い。その主な理由は、残留応力の影響による補剛材の早期降伏、および補剛板の初期不整によるものと思われる。その内補剛材の早期降伏は、補剛材に、より高降伏強度をもつ材料を使用する事によっても避ける事ができるが、本研究のように応力方向に斜めに補剛材を配す事により、作用応力の減少を計る事によっても避け得る可能性があるものと思われる。斜補剛材の配置としては図・1に示したようなパターンのものが考えられるが、今回その性状について報告するものは(1)のタイプのものである。

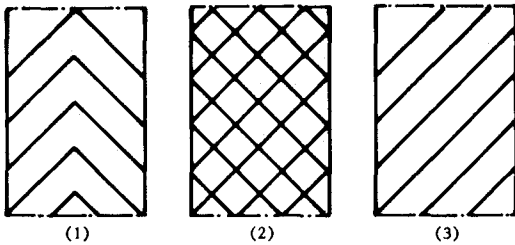


図-1

II 問題点

斜めに配置された補剛材により補剛板(斜補剛板と呼ぶ事にする)についての問題点は次の事項である。

1. 板内応力分布の問題
2. 斜補剛板の弾性座屈強度
3. 斜補剛板の座屈強度に及ぼす補剛板のパターンの影響
4. 残留応力による補剛板、補剛材の降伏
5. 残留応力、降伏を考慮した補剛板の強度

III 解析方法

応力分布の問題についてはFEMにより、座屈計算にはたわみ形をフーリエ級数で仮定し、Rayleigh Ritzの定理により行った。降伏はMisesの条件、Stowellの理論に従うものとし、残留応力の分布は図・6のようなものとした。

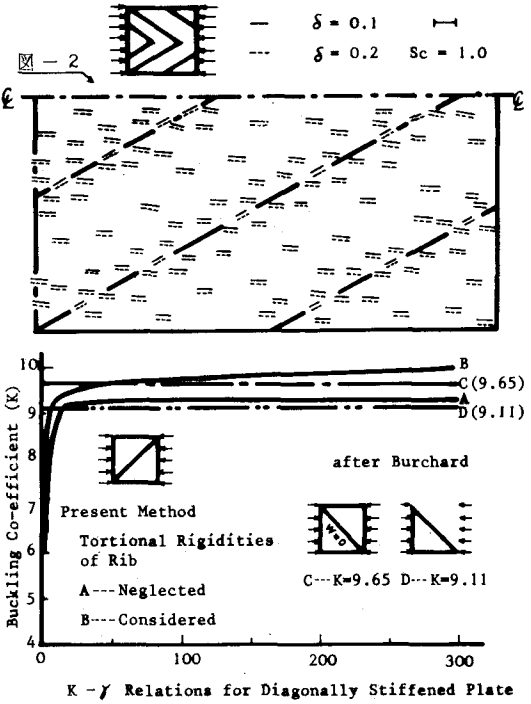


図-3

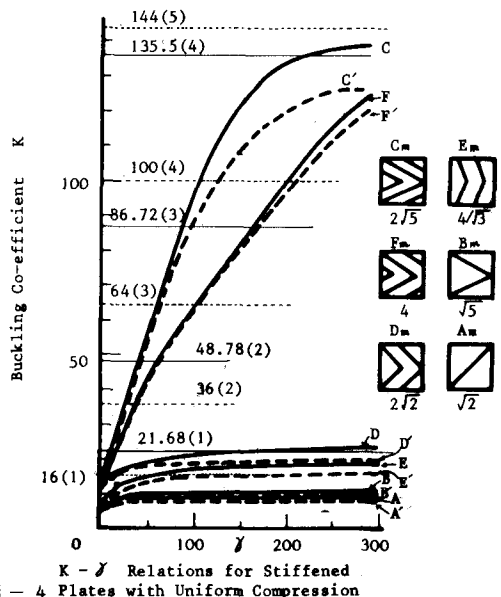


図-4

IV 解析結果

図・2に一樣な直応力を受ける斜補剛板の応力分布を示す。斜補剛材に生じている応力は小さくなるが材端において板に応力集中が生じる恐れはある。補剛材と接する付近では、板の主応力は補剛材と平行となる性質をもつ。この性質は δ の増大と共に顕著になる。

図・3に対角線上に補剛材一本配した場合の弾性座屈係数、剛比を横軸にとり示す。図中に既往のBurchardの結果を書き入れてあるが、彼は応力の乱れを、補剛材のねじれ剛度を考慮せず、差分法によって解析している。

図・4に各種パターンの補剛板の弾性座屈強度を示す。当然C、Fのように重りが大きい方が座屈係数は大きくなる。図・5に縦横比を変えた場合の座屈係数の変化を示す。なお4辺は単純支持となっている。

図・6に図中に示したような残留応力を有する斜補剛板の座屈強度の例を示す。図中曲線(A)は斜補剛板の弾性座屈曲線、曲線(B)は無補剛板の弾性座屈曲線、曲線CDEは板部分のみに残留応力を考慮した場合、曲線CDFは補剛材にも残留応力の影響を考慮した座屈曲線である。図・7に斜補剛板が応力の増加と共に塑性化して行く様子を示したものがあり、斜補剛板では直補剛板と異なりまず補剛材との交線に沿って塑性化が進み、その領域は少々広がるが、その近傍に弾性域が残り補剛材間で塑性する事が分る。図中の数字は塑性化する順序を示したものである。こういった点が直補剛板と大きく異なる点である。また直補剛材と共通の問題であるが、紙面の関係で図示する事はできないが、補剛材剛度は残留応力の分布の仮定により極めて大きな影響を受けるので、その分布を正しく評論する事は極めて重要な事である。

V. 結論

1. 斜めに補剛する事により応力の分布はかく乱される。
2. 斜補剛材により座屈荷重を増加させる事ができるが、その増加は補剛材の配置形状の影響を受ける。
3. 補剛材長が長く、重なり大きい方が座屈強度を高める事ができる。
4. 弾性域ではどのような配置でも補剛板のねじれ剛性は期待できるが、残留応力の影響を考えると、補剛材角が非載荷辺に対し45度以上となるとねじれ剛性は期待できなくなる。

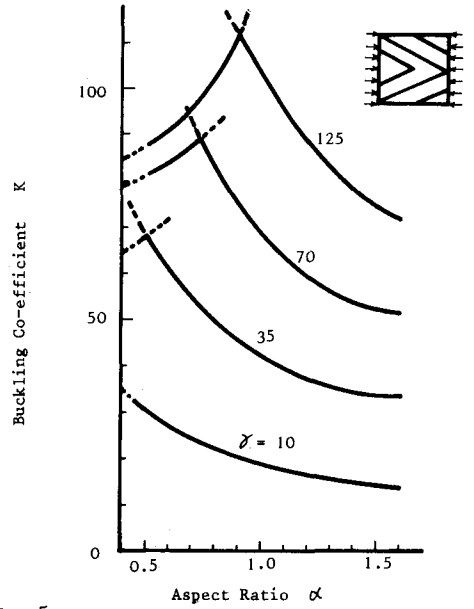
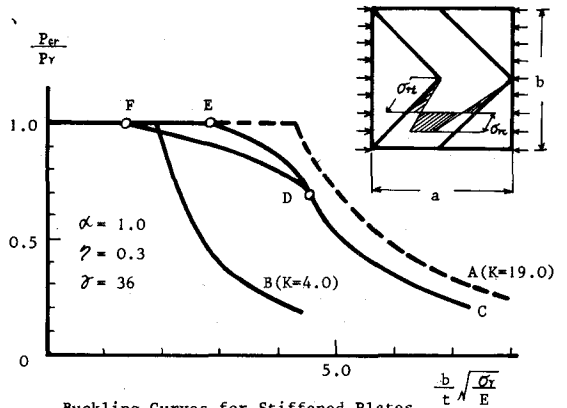


図-5

K - α Relations for Stiffened Plates with Torsional Rigidity of Ribs



Buckling Curves for Stiffened Plates

図-6

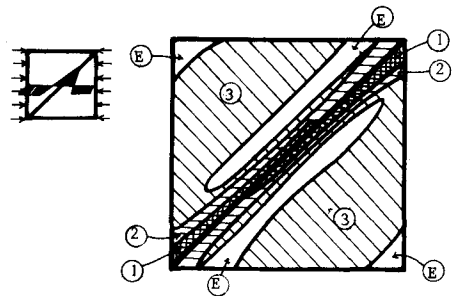


図-7 Expression of Spreading Yielding Area for Stiffened Plate with Residual Stress