

補強正方形孔を有する正方形板の弾塑性せん断座屈強度

福山大学 工学部 正員 上野谷 実
 福山大学 工学部 正員 中村 雅樹
 守本設備(株) ○正員 守本 竜司

1. はじめに

土木、建築などの分野において構造部材の板に配管、配線などの目的で孔を設ける場合がある。このような孔を有する板を有孔板という。有孔板は無孔板に比較すると座屈及び終局強度の低下が著しいために孔縁に補強を設けている場合が多い。本研究はせん断を受ける正方形板が中央に正方形孔を有する場合に孔縁を補強することによって弾塑性座屈強度や終局強度を増強するための補強形状と補強量を考察するものである。

2. 解析方法

補強した正方形孔を有する正方形板がせん断を受けるときの平面内弾塑性応力解析を要素内応力一定の三角形要素による有限要素法で、また弾塑性座屈解析をRayleigh-Ritz法を用いて行った。弾塑性応力解析は初期応力法を用い、弾性係数 $E=2.1 \times 10^6 \text{ kgf/cm}^2$ 、降伏応力 $\sigma_y=3000 \text{ kgf/cm}^2$ とし、降伏判定はミゼスの降伏条件を用いた。荷重条件は図1. に示すとうり有孔板の周辺境界上でせん断応力が等分布に作用し面内方向変位の拘束が無い場合の応力荷重と、周辺が完全な剛体で固定された状態でせん断変形する場合で周辺が直線のまま変形する変形荷重の2種類である。補強の断面の形状について図2. に示す。補強形状は補強幅を板厚で除した値で $t_b/t=1, 3, 5$ あるいは補強厚を板厚で除した値で $t_r/t=1, 3, 5$ ($t_r/t=1$ の場合は無補強である) の場合を行った。今回解析はトランスペューターを使用した。

3. 弾塑性座屈強度に関する考察

図3. に板周辺を単純支持され応力荷重を受ける補強正方形孔板に対して補強形状の違いが弾性座屈強度に及ぼす影響を示す。比較は補強幅 t_b を広げる場合及び補強厚 t_r を厚くする場合の補強形状で行い、補強断面積はそれぞれ同じである。縦軸に無補強の弾性座屈強度 Q_{cr} に対する補強正方形孔板の弾性座屈強度 Q_{cr} を示し、横軸は孔の大きさである。これより補強形状に関わらず孔が大きくなるほど補強効果は大きく、弾性座屈強度を増加するための補強形状は補強幅 t_b を広げるより補強厚 t_r を厚くする方法が効果的である。図4. に板周辺を単純支持され応力荷重を受ける補強正方形孔板の弾性座屈係数と孔の大きさの関係を示す。縦軸に補強正方形孔板の弾性座屈係数 k を示し、横軸は孔の大きさである。又、図中の破線は無孔板の弾性座屈係数を示している。これより正方形孔板の弾性座屈

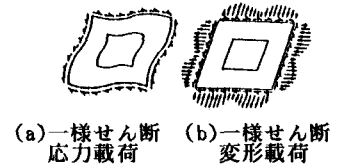


図1. 正方形孔板のせん断変形

補強厚比 $\beta = t_r/t$	補強幅比 $\alpha = t_b/t$		
	1	3	5
3			
5			

図2. 補強形状の種類

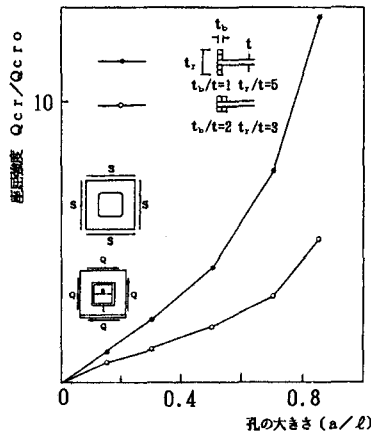


図3. 座屈強度と補強形状の関係
応力荷重

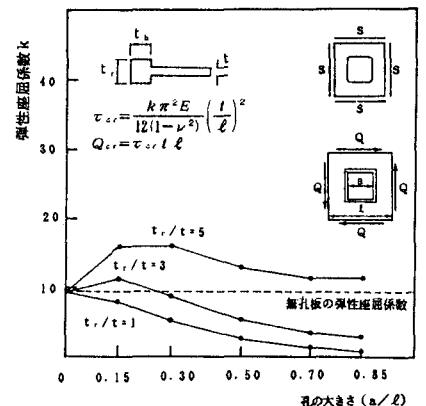


図4. 弾性座屈係数と孔の大きさの関係
応力荷重 単純支持 $t_b/t=1$

