

I-9

引張荷重を受ける有孔板の
座屈とその対策

信州大学大学院 学生員 榎本 訓康
 信州大学工学部 正 員 清水 茂
 前信州大学工学部 正 員 吉田 俊賢

1. はじめに

橋梁部材には、横構、対傾構、トラスの引張材などのように引張荷重を受ける数多くの部材がある。これらの部材が、マンホールやハンドホール等の孔を有する場合、引張荷重により孔の周辺に応力集中が生じ、孔の近傍で局部座屈を起こすことがある。しかしながら、これまで引張荷重を受ける部材に関して、座屈の問題は、ほとんど考慮されてこなかったのが現状のようである。このような有孔板の引張座屈に関して、昨年までの研究で、アスペクト比、荷重幅、板厚が局部座屈に与える基本的影響については明らかにされてきた¹⁾。しかし、実際の構造物で局部座屈の原因となる応力集中の緩和法として行われている、孔の隅角部の形状、補剛材の取り付けなどが、孔の周辺の局部座屈に対して、どのような影響があるかは報告されていない。そこで本報告では、引張荷重を受ける有孔板において、孔の形状、補剛材の有無が孔周辺の局部座屈にどのような影響を与えるのか、また、引張材が局部座屈を起こす限界を明確にし、マンホール等の孔を有する引張材の設計に対する一考察を示すことにする。

2. 解析モデル

解析に用いたモデルは、図 1 に示すように、一軸引張荷重を受ける中央に孔を有する板で、境界条件は周辺単純支持として解析を行った。図 1 に示すモデルを基本として、図 2 に示すような、孔の隅角部の形状の異なるケース、補剛材を取り付けたケースについて、アスペクト比、荷重幅比、補剛材剛度を変化させて、パラメータ解析を行った。

3. 解析結果と考察

図 3 は、アスペクト比と座屈係数の関係を孔の形状ごとに示したグラフである。孔の隅角部を処理したモデルは、未処理のモデルよりも、いずれのアスペクト比でも座屈係数の値が 10 % 程度大きくなっており、孔の隅角部を処理することは、多少ではあるが局部座屈に対する危険を緩和していることがわかる。しかし、直線的に、または曲率をつけて処理する、といった方法の違いによる影響はあまりなかった。また、応力集中に対しては、孔の隅角部周辺の引張応力は緩和されるが、引張座屈の原因となる孔直下の圧縮応力の緩和には効果はなかった。

図 4 は、孔の周辺の補剛材の有無が座屈係数に与える影響を示したグラフである。補剛材の大きさとしては、厚さ 0.6 cm、高さ 3.0 cm のものを配している。 $\alpha=1.0$ のケースで補剛材を付けたモデルと付けないモデルでは、座屈係数の値が約 4.5 倍 違い、補剛材を付けることは、孔の隅角部を処理する方法に比べ、局

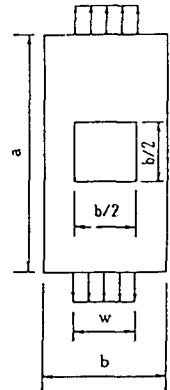


図 1 解析モデル

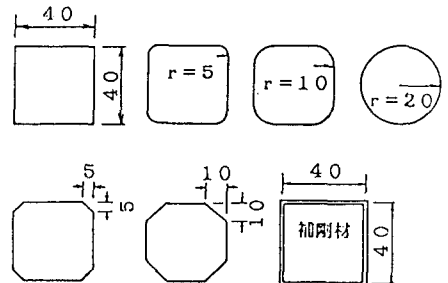


図 2 孔の形状の種類

部座屈の緩和に大きな効果を期待できることがわかる。

さて、実際の構造物において、例えば、トラスの下弦材では、示方書の幅厚比パラメータ R が、 $R < 1.0$ の範囲に収まり、引張りによる局部座屈の心配はほとんど無いと考えられるが、例えば、箱桁の下フランジにマンホール等を有する場合のように、 $R > 1.0$ の範囲になるものもある。

図 5 は、縦軸に座屈応力を降伏応力で無次元化した値をとり、横軸には R をとって示した座屈強度曲線である。グラフ中の実線は、荷重幅比 $W/b=1.0$ 、アスペクト比 $\alpha=1.0$ の条件で計算し求めた座屈強度曲線を示している。設計曲線は、一般的には、理想的な条件で求められた座屈強度曲線より初期不整の影響を考慮して決定されている。ところが、本研究で扱っている引張荷重を受ける有孔板については、孔周辺の局所的な初期不整を考慮した計算はまだ行われていないようである。しかし圧縮座屈の設計曲線より類推すると、おおむね、グラフ中の破線のようになることが予想される。これまで、引張荷重を受ける構造物では、座屈についての考慮はなされていなかったが、図 5 を見ると、引張座屈に対する照査を必要とする場合もあると思われる。なお計算結果の詳細については当日発表する予定である。

参考文献

- (1) 中野慶太，清水 茂，吉田俊彌，“有孔板の引張り座屈に関する基礎的研究” 土木学会第 43 回年次学術講演会概要集第一部，pp168～169

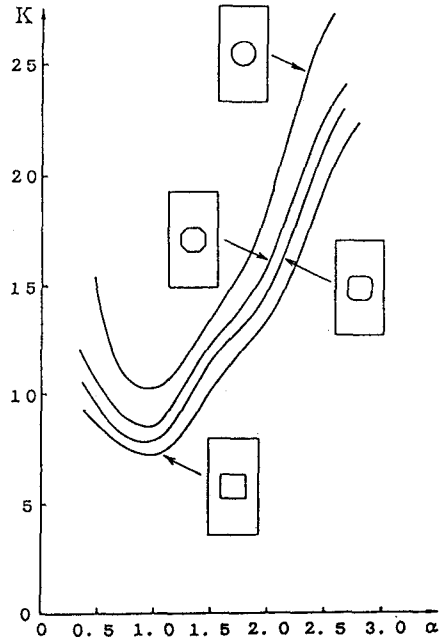


図 3 孔の隅角のの違いによる座屈係数とアスペクト比の関係 $w/b=0.0$

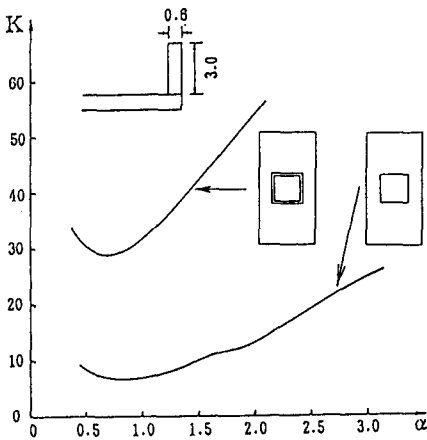


図 4 補剛材の有無による座屈係数とアスペクト比の関係 $w/b=0.0$

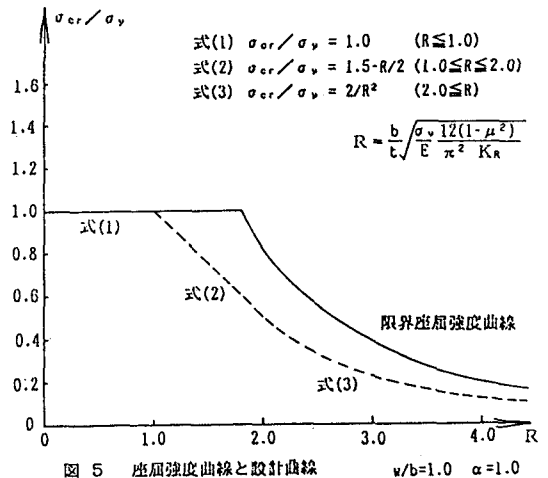


図 5 座屈強度曲線と設計曲線 $w/b=1.0$ $\alpha=1.0$