

残留応力を有するトラス型ジベル付板の座屈特性

山口大学工学部 正会員 ○高海克彦

山口大学工学部 正会員 浜田純夫

1. まえがき

立体トラス型ジベル付鋼板にコンクリートを打設した合成床版の実用化が図られているが、単に床版としてではなく、合成桁橋の主桁の一部として活用することも考えられている。その際、架設系において圧縮フランジとなる低部鋼板はジベルで補剛された板となり、この補剛板の座屈に関する検討が必要となる。

長方形断面補剛材で補剛された板の座屈安定性に関しては、すでに多くの研究がなされ、設計示方書にも規定されているが、この規定が本件にも適用できるかは、検証すべき点が多い。

本研究は、このトラス型ジベル付き板に初期不整として溶接による残留応力が存在する場合の、弾塑性座屈解析を行い、その一端を明らかにしようとするものである。

2. 解析モデル

トラス型ジベル付板は、鋼板と鋼板上軸方向に打抜き孔を有する逆V字型のトラス型ジベル、およびその上部の配力筋から成っているが、本解析では、トラス型ジベルを縦方向補剛材と考え、上部配力筋は考えない、図-1を基本構造とする。解析上、ジベルを断面積等値の薄板(板厚 t_D)に置き換え、補剛板全体を薄板集成構造とみなす。

支持条件として鋼板四辺は単純支持とし、サブパネルおよびトラス置換板断面に図-2のような残留応力が全長に渡って存在すると仮定する。残留応力の分布は便宜上、サブパネルとトラス置換板それぞれで自己釣合条件を満たすように定める。

このモデルに等分布軸方向圧縮力が作用する。

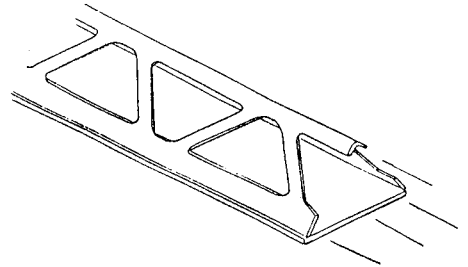


図-1 トラス型ジベルと解析モデル

3. 解析手法

解析はサブパネルおよびトラス置換板を有限個の長さ方向の帯板要素に分割する有限帯板法を用いる。

解析に用いる仮定は次のようなものである。

- ① サブパネルおよびトラス置換板の材質は等しくかつ完全弾塑性体とし、歪硬化は考えない。
- ② 初期変形はなく、座屈まで同一面内にある。
- ③ 座屈時に歪の反転は起こらないものとし、塑性域ではBijlaardの塑性変形理論を用いる。

有限帯板法により最終的に次式の連立一次方程式を得る。

$$[[K] - \lambda^2 [K_0]] \{W\} = 0$$

ここに、 $[K]$ 、 $[K_0]$ 、 $\{W\}$ は全体の剛性行列、安

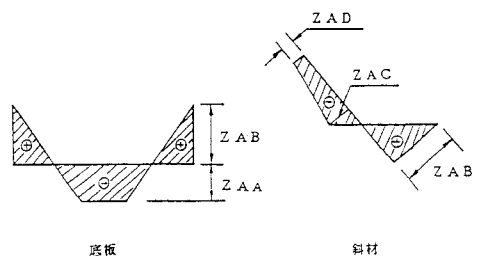


図-2 残留応力分布

定係数行列、接線変位ベクトルを表し、 λ^2 は幅厚比を表す定数。

4. 解析結果と考察

残留応力としては表-1に示す応力がサブパネルおよびトラス置換板に存在するとする。CASE2はCASE1の2倍の残留応力がある。材質としてss41を考え、表には降伏応力 $\sigma_y=2400\text{kgf/cm}^2$ で無次元化した値を示す。サブパネルは3要素分割、トラス置換板は2要素分割、また剛性行列および安定係数行列に含まれる積分の分割は40とした。

表-1 残留応力の大きさ

	ZAA	ZAB	ZAC	ZAD
CASE 1	0.3	-0.5	0.2	0.1
CASE 2	0.6	-1.0	0.4	0.2

(圧縮を正)

図-3に $n\delta=0.564$ でサブパネル数 n が5の場合の弾性座屈係数とアスペクト比の関係を座屈モードをパラメータにとって示す。図から明らかなように、本例では高次モードで座屈係数が小さく、ジベルと低板の結合部を節とするモードになっている。他方、前報で示したように δ が約0.05以下になるとアスペクト比1.0以上で一次モードが卓越する。

図-4に同様に $n\delta=0.564$ で $n=15$ の場合、残留応力が作用したときの座屈係数とアスペクト比の関係を示す。残留応力の存在により座屈係数の低下が見られ、これはアスペクト比が小さいほど顕著である。トラス置換板がすべて降伏域に入っている場合は、CASE1とCASE2はほとんど差はない。同じモデルにおいて、座屈応力と等価幅厚比の関係を図-5に示す。図中の k_0 は残留応力のないときの座屈係数である。通常の補剛板では、補剛材が降伏すると急激に幅厚比は減少するが、本構造ではその減少量は小さい。

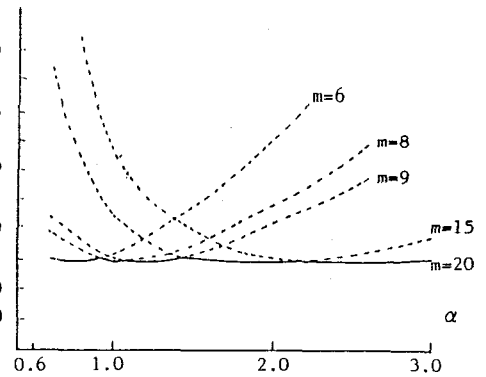


図-3 座屈係数とアスペクト比

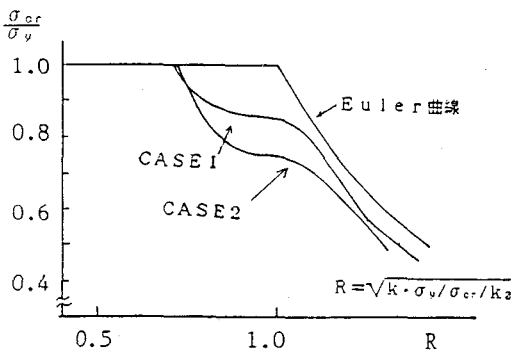


図-5 座屈曲線

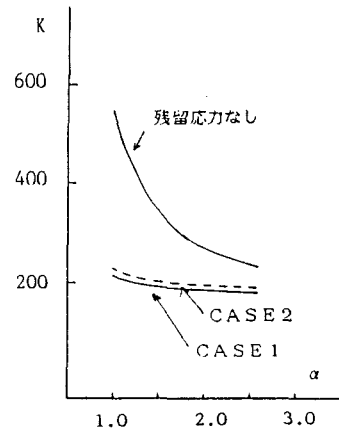


図-4 座屈係数とアスペクト比

参考文献 高海：トラス型ジベル付板の座屈特性について、第40回土木学会中国四国支部研究発表会講演概要集、1988

小堀：鋼構造設計理論、森北出版