

大阪大学 正会員 金 裕哲
 大阪大学 学生員 ○田原英俊
 三井造船(株) 正会員 中地映司
 大阪大学 正会員 堀川浩甫

1. はじめに

磁気浮上式車輛の走行時、磁気抗力が発生することが知られており、これを回避するため、非磁性鋼の採用が考えられている。非磁性鋼は炭素鋼に比べ高価であるため、炭素鋼との複合化が想定される。しかし、異種材料複合部材の力学性状は十分に理解されているとは言い難く、不明な点が多々ある。

ここでは、弾塑性大変形解析により、異種鋼材で接合構成された自由突出板の耐荷力曲線を求めると共に、弾性座屈、弾塑性座屈する幅厚比を取上げ、自由突出板の座屈挙動を明らかにする。

2. 解析モデル

両端単純支持の中心軸圧縮を受ける十字断面柱モデルを図-1 に示す。解析パネルの諸元を表-1 に、鋼材の材料定数を表-2 に示す。初期たわみは、たわみの最大値が板厚の 1/10 で、次式に示す正弦波の重ね合せで与えた。なお、溶接による残留応力は考慮していない。

$$w_0 = \sum A_{0mn} \sin \frac{m\pi x}{a} \sin \frac{n\pi y}{2b}$$

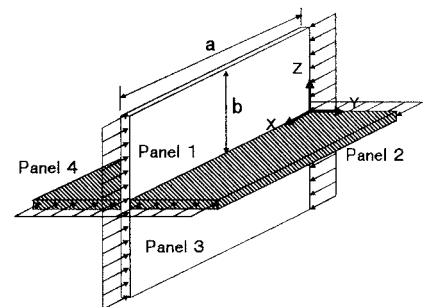


図-1 解析モデル

3. 解析結果と考察

SS400 および SM490 に接合された高 Mn 非磁性鋼パネルの耐荷力曲線を図-2 に示す。

幅厚比パラメータが大きな領域では、異材高 Mn パネルの終局強度は同種材高 Mn パネルの終局強度と同じとなっている。しかし、幅厚比パラメータが小さくなるにつれ、異材高 Mn パネルの終局強度は同種材パネルの終局強度より小さくなるようである。弾性座屈する幅厚比パラメータ $R_{0S}=1.2$ (CASE I) と、弾塑性座屈する $R_{0S}=0.6$ (CASE II) の2つを例に取り、その理由を考察する。

弾性座屈する CASE I の場合、高 Mn パネルの平均応力とたわみの関係は、同種材接合パネルと一致している (図-3)。これに対し、弾塑性座屈する CASE II では、弾性域は同種鋼材接合

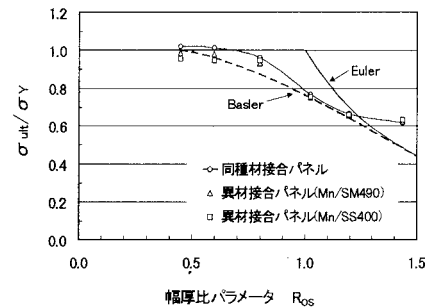


図-2 自由突出板の耐荷力曲線

表-1 解析モデル諸元

板長さ a (mm)	500
板幅 b (mm)	100
板厚 t (mm)	5, 6, 7, 9, 12, 16
アスペクト比 a/b	5
幅厚比 b/t	6.3, 8.3, 11.1, 14.3, 16.7, 20.0

表-2 材料定数

	SS400	SM490Y	0.25C-25Mn
ヤング率 E (GPa)	200	200	165
降伏応力 σ_Y (MPa)	292	400	429
引張強度 σ_U (MPa)	419	539	829
ポアソン比 ν	0.3	0.3	0.3

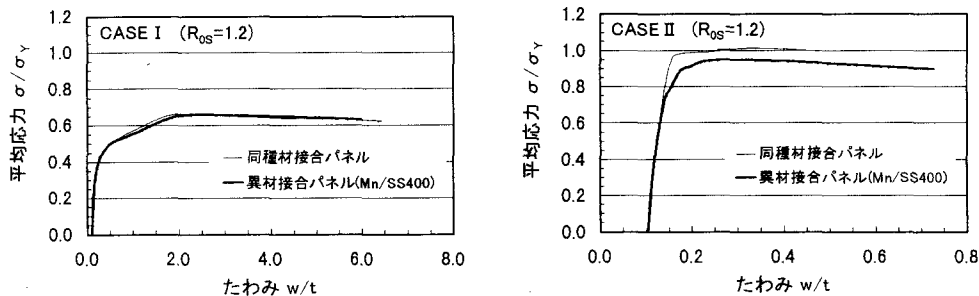


図-3 平均応力-たわみ曲線

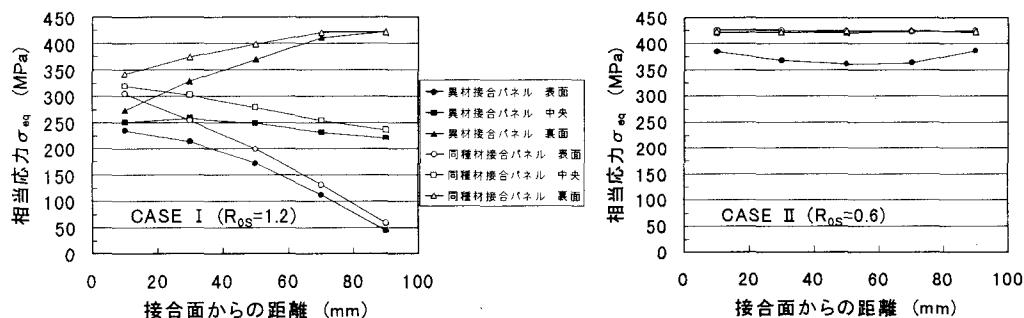


図-4 相当応力分布（終局状態）

パネルと同じであるが、平均応力が降伏応力の約 0.7 倍に達した付近から同種材パネルと異なる挙動を示す（図-3）。

次に、パネル中央断面における相当応力の分布を図-4 に示す。

CASE I では、高 Mn パネルの回転変位が、ヤング率の大きい（曲げ剛性の大きい）SS400 パネルに拘束されるため、接合線近傍の相当応力は同種材接合パネルに比べ 2 割程度小さくなっている。弾性座屈の場合、座屈モードはたわみ支配であるため、その影響範囲は小さい。したがって、自由辺における断面内の相当応力は同種材パネルと同じになっている。

一方、弾塑性座屈する CASE II では、降伏応力の低い SS400 パネルに大きな面外たわみが生じ、それにより高 Mn パネルに曲げが作用する。弾塑性座屈する場合、座屈モードは降伏応力支配となる。このため、同種材パネルでは、相当応力は板厚方向に一定となるが、異材パネルでは板厚方向に緩やかに変化する。その結果、同種材パネルに比べ、異材パネルのたわみが大きくなる。

4. まとめ

異種材料接合パネルの終局強度は、幅厚比パラメータが大きくなるほど同種材接合パネルの終局強度との差が大きくなる傾向にある。ただし、その差は 10% 以下と小さく、工学的には、異材接合パネルの耐荷力は同種材接合パネルの耐荷力と同等であると考えてよさそうである。

<参考文献>

- 1) 矢尾哲也：船体構造の座屈・塑性崩壊解析，大阪大学接合科学研究所特別講義資料，1997. 7
- 2) 土木学会：座屈設計ガイドライン，土木学会，1987
- 3) 長柱研究委員会：弾性安定要覧，コロナ社，1960