

I - A96

異種材料複合十字柱の圧縮特性

大阪大学 接合科学研究所 正会員 金 裕哲
 大阪大学 大学院 学生員 田原英俊
 三井造船(株) 正会員 中地映司
 大阪大学 接合科学研究所 正会員 堀川浩甫

1. はじめに

21世紀に向けて磁気浮上式鉄道の研究と開発が進められており、そのガイドウェイ構造物に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、炭素鋼との複合部材としての利用が想定されるが、異種材料複合部材の力学性状は不明な点が多い。これに関連し、異種材料複合部材の力学性状を調べるため、異種材料複合十字柱を製作し、圧縮特性を明らかにするべく中心軸圧縮実験を行った¹⁾。本研究ではまず、弾塑性有限変位解析を行い、実験結果との比較を行う。そして、実験および解析結果を詳細に検討し、異種材料複合十字柱の圧縮特性を種々考察する。

2. 解析

2.1 解析方法

弾塑性有限変位解析は広島大学矢尾教授らによって開発されたプログラムを用いて行った。プログラムでは4節点アイソパラメトリックシェル要素を使用している。

2.2 モデル

実験および解析に用いたモデルを図-1に示す。モデルは両端固定の十字断面柱である。パネルの長さaは700mm、パネル板厚9mm、パネル幅b=130.5mmを有する4枚のパネルで構成された柱で、材料の組合せを表-1に示す。また、解析で用いた各材料の材料定数を表-2に、応力-ひずみ曲線を図-3に示す。

2.3 初期不整

初期たわみは、実験結果を基本とし次式のように仮定した。

y方向：

$$v_0 = A_{0y} \sin \frac{\pi x}{a} + \sum \sum A_{0ij} \sin \frac{i\pi x}{a} \sin \frac{j\pi y}{2b_y}$$

z方向：

$$w_0 = A_{0z} \sin \frac{\pi x}{a} + \sum \sum A_{0mn} \sin \frac{m\pi x}{a} \sin \frac{n\pi z}{2b_z}$$

上式において、第1項は柱の曲げ変形モード、第2項はパネルの局部変形モードである。なお、ここでは溶接残留応力は考慮していない。

表-1 解析モデルの種類

	Panel 1 & 3	Panel 2 & 4
Model 1	0.25C-25Mn	SS400
Model 2	0.25C-25Mn	0.25C-25Mn
Model 3	SS400	SS400

表-2 解析モデルの材料定数

	SS400	0.25C-25Mn
ヤング率	200 GPa	165 GPa
降伏応力	292 MPa	429 MPa
ポアソン比	0.3	0.3

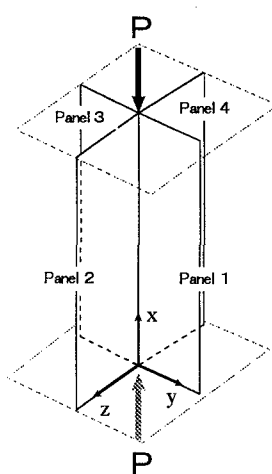


図-1 解析モデル

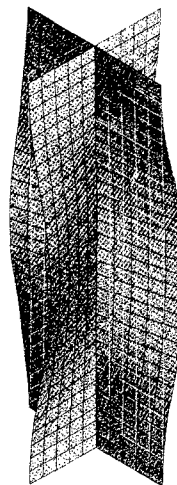


図-2 変形モード

異種材料複合柱，圧縮特性，非磁性鋼，弾塑性有限変位解析，局部現象

〒567 茨木市美穂ヶ丘 11-1 TEL (06)879-8657 FAX (06)879-8689

〒559 大阪市住之江区柴谷 1-1-57 TEL (06)681-9012 FAX (06)686-3371

3. 解析結果と考察

弾塑性有限変位解析で得られた異種材料複合十字柱(Model 1)の変形モードを図-2に示す。変形モードは、正弦半波のパネルの局部座屈モードである。一方、Model 1のMnパネル自由端中央の水平変位-荷重履歴を図-4に示す。なお、図中に実験結果も示している。水平変位-荷重履歴については、実験結果と同様の傾向が見られるが、最高荷重値が実験値より約100kN解析結果は小さい。しかしながら、解析結果は実験結果とよい一致を示している。なお、他のモデル(Model 2, Model 3)においても同様の傾向であった。

各モデルの垂直変位-荷重履歴を図-5に示す。図から明らかなように、Model 1のような初期たわみを有する異材複合柱の変位-荷重履歴に注目すると、異材複合柱が初期降伏に至るまではSS400の同種材柱と同じ履歴をたどり、初期降伏後は各々の同種材柱のほぼ中間の履歴をたどることがわかった。この時、異材複合柱の初期降伏荷重値は、SS400の同種材柱の初期降伏荷重値と同じであった。

次にModel 1の各パネルが受け持つ分担荷重と垂直変位の関係を図-6に示す。SS400のパネル(Panel 2,4)の分担荷重が最高荷重値に達する直前までは、異材複合柱においても同種材柱のパネルのように4枚のパネルは同じ大きさの荷重を分担している。しかしその後、パネルの荷重分担は大きく変わり、SS400のパネル(Panel 2,4)の分担荷重はわずかに増加しない。そして、柱が終局圧縮荷重をむかえると同時に、4枚のパネルの分担荷重もピークに達し、その後荷重は低下していく。

4. まとめ

本解析から以下のことが明らかになった。

- ① 本解析で用いた有限変位解析プログラムにより、中心軸圧縮を受ける異材複合柱の変位-荷重履歴が精度よく推定できる。
- ② 異種材料複合柱が初期降伏するまでの変位-荷重履歴は、初期たわみに依存するが、Model 1のような初期たわみを有する場合、SS400同種材柱とほぼ同じ履歴をたどる。そして初期降伏後の変位-荷重履歴は、各々の同種材柱の中間の履歴をたどる。
- ③ 異材複合柱が初期降伏するまでは、4枚のパネルは等しい荷重を分担する。

<参考文献>

- 1) 松本巧, 池田惣一, 大槻敏行, 堀川浩甫: 高Mn非磁性鋼と一般構造用鋼十字断面柱の圧縮試験, 土木学会第49回年次学術講演概要集, 1994-9

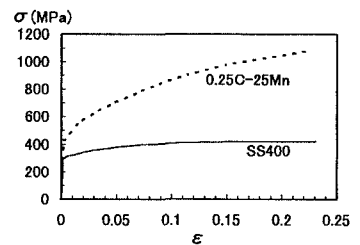


図-3 応力-ひずみ曲線

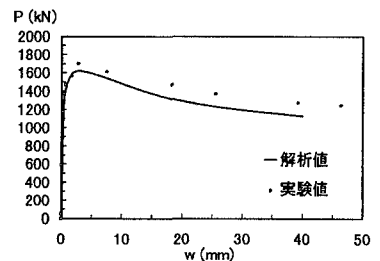


図-4 実験値と解析値の比較

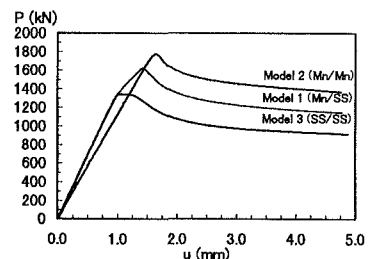


図-5 異種材料複合柱の圧縮挙動

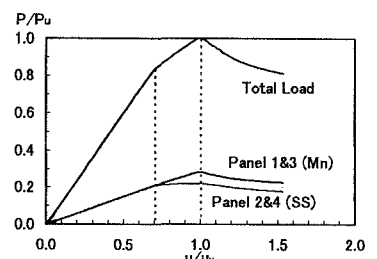


図-6 パネルの荷重分担