

高Mn非磁性鋼と一般構造用鋼十字断面柱の圧縮試験

三井造船（株） 正員 松本 巧
 （株）神戸製鋼所 池田惣一
 三井造船（株） 正員 大槻敏行
 大阪大学 正員 堀川浩甫

1. まえがき

高Mn非磁性鋼を磁気浮上式鉄道橋梁に用いる場合を想定し、高Mn非磁性鋼の構造材料としての適用性を検討した¹⁾。ところで、高Mn非磁性鋼は一般構造用鋼に比べ高価であり、経済性を考えると、高Mn非磁性鋼と一般構造用鋼とを複合化し使用することが考えられる。

本研究では、高Mn非磁性鋼と一般構造用鋼との異材十字断面柱を作製し、圧縮試験を行なう。そして、圧縮荷重下における異材複合十字断面柱の力学性状を明らかにする。

2. 実験

2. 1 供試材料 高Mn非磁性鋼は、0.25C-25Mn鋼、一般構造用鋼はSS400を用いた。供試材料の化学成分、機械的諸性質を表1に示す。表中の縦弾性係数E（ヤング率）は引張試験で得られたひずみ-応力線図（図1）の接線として求めた値を示している。なお、試験体作製に用いた溶接材料を表2に示す。

2. 2 供試体 圧縮試験体を図2に示す。寸法諸元は、0.25C-25Mn鋼単体に対して行った試験体寸法に対し、座屈現象が鮮明に現れた寸法¹⁾を採用した。圧縮試験は4つの組合せ（表2）に対して行った。

2. 3 変位、ひずみ計測 試験体製作時に生じた初期変形を計測した。また、圧縮試験時のひずみはひずみゲージ、また、垂直・水平変位は変位計およびセオドライトを用いて計測した。

3. 実験結果および考察

試験体初期変形計測の模式例を図3に示す。また、初期最大水平変位の生じた辺をE、これを基準として時計廻りにS、W、Nとし、各試験体の辺中央で計測した初期水平変位を表3に示す。符号は、各辺上から見て、右を正、左を負としている。

垂直変位-荷重および水平変位-荷重履歴を図4に示す。図中に各試験体の最高荷重の大きさを示している。座屈後の挙動に注目すると、SS400単体材料柱に比べ、0.25C-25Mn非磁性鋼単体材料柱は図1に示したひずみ-応力履歴からもわかるように、加工硬化特性が大きく表われていることがわかる。

一方、異材複合柱の変位-荷重履歴は、全履歴を通じ単体材料柱の中間となっている。このため、単純な複合則を用いて、異材複合柱の変位-荷重履歴の評価を試みた。ただし、SS400が降伏後、SS400はそれ以上外荷重を受け持たないと仮定している。結果を図5に破線で示す。弾性域では両者良く対応しているが、

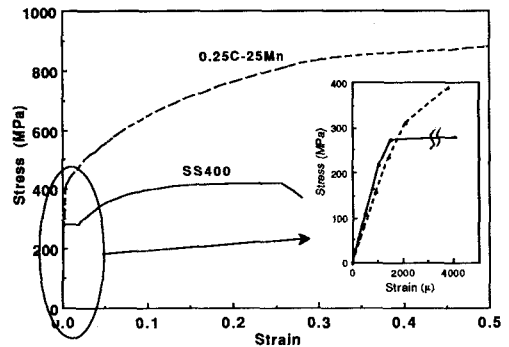


図1 引張試験体の応力-ひずみ関係

表1 化学成分及び機械的性質

	C	Si	Mn	P	S
0.25C-25Mn鋼	0.27	0.29	24.89	0.022	0.002
SS400	0.12	0.23	1.02	0.015	0.003

	E (GPa)	YP (MPa)	TS (MPa)	EL (%)
0.25C-25Mn鋼	164.9	389	878	56
SS400	199.9	278	419	34

表2 試験体の種類

	貫通材	非貫通材	溶接材料
Mn/Mn	0.25C-25Mn鋼	0.25C-25Mn鋼	オーステナイト系
SS/Mn	SS400	0.25C-25Mn鋼	オーステナイト系
Mn/SS	0.25C-25Mn鋼	SS400	オーステナイト系
SS/SS	SS400	SS400	フェライト系

SS:SS400 Mn:0.25C-25Mn鋼

表3 初期水平変位

	E*レート	S*レート	W*レート	N*レート
Mn/Mn	-0.70 (Mn)	-0.15 (Mn)	0.45 (Mn)	0.40 (Mn)
SS/Mn	0.50 (SS)	-0.10 (Mn)	-0.05 (SS)	-0.28 (Mn)
Mn/SS	-0.45 (SS)	-0.35 (Mn)	-0.25 (SS)	0.45 (Mn)
SS/SS	-0.45 (SS)	0.10 (SS)	-0.18 (SS)	0.20 (SS)

SS:SS400 Mn:0.25C-25Mn鋼

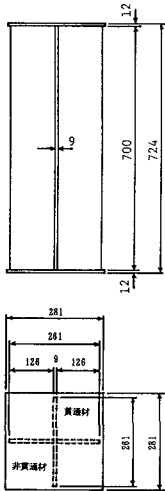


図2 試験体

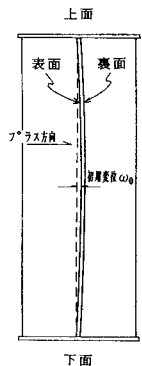


図3 初期変位計測の模式例

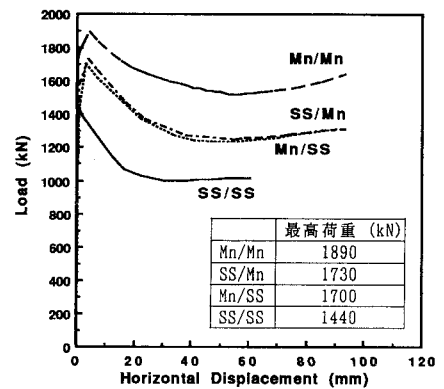
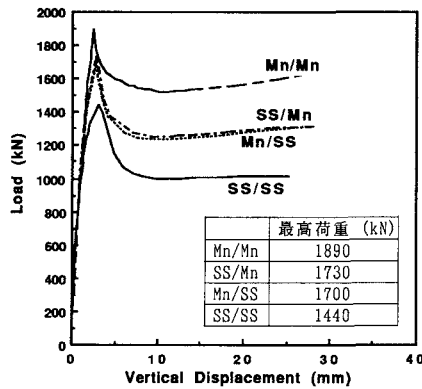


図4 垂直変位－荷重及び水平変位－荷重履歴

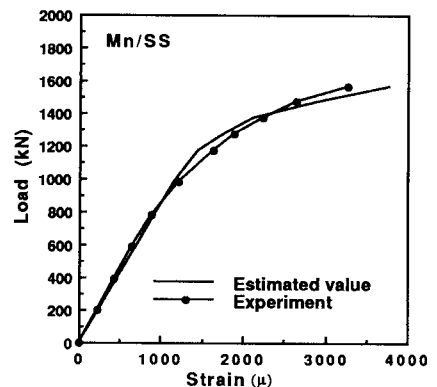
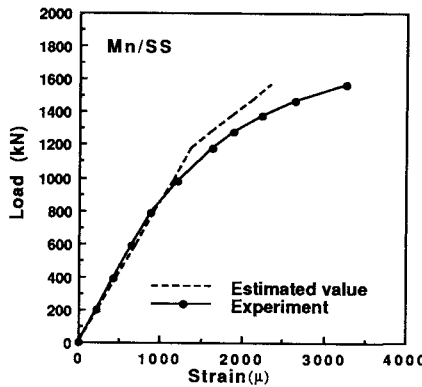


図5 ひずみ－荷重履歴

SS400 が降伏後、双方の差が大きくなる傾向にある。これは、0.25C-25Mn非磁性鋼のヤング率Eを単純な引張試験（図1）の接線として求め、これをそのまま用いていることに起因していると考えられるため、忠実に0.25C-25Mn非磁性鋼のEを用いて変位－荷重履歴を推定したのが図5の実線である。結果によれば、全履歴を通し実験結果が良く再現されている。

ところで、異材複合柱の貫通材にいずれの材料を用いても、変位－荷重履歴に大きな差は見られない。これは、溶接金属に割れが認められなかった事に起因しているものと考えられる。また、複合柱では、座屈後、0.25C-25Mn非磁性鋼の特徴である加工硬化特性がよく表われている。

4. まとめ

0.25C-25Mn非磁性鋼とSS400 の異種材料十字断面柱の圧縮試験結果によれば：

- (1) 変位－荷重履歴は、個々の単体材料柱で得られた変位－荷重履歴の中間であった。また、異材複合十字柱の貫通材として、いずれの材料を用いても変位－荷重履歴に差は見られなかった。
- (2) 単純な複合則を用いて変位－荷重履歴の評価を試みたところ、SS400 が降伏する前までは、その履歴を精度よく再現する。しかし、SS400 が降伏後、その推定精度は低下する。これは、0.25C-25Mn非磁性鋼のヤング率Eの評価が正しくなされていないことに起因していることがわかった。このため、Eを出来るだけ忠実に単純複合則から導出した推定式に用いた。これにより、精度よく実験結果が再現できた。

参考文献 1) 松本、池田、堀川：高Mn非磁性鋼十字断面柱の圧縮試験、土木学会第47回年講、278