

コンクリートを充填した箱形鋼管の局部座屈強度に関する実験的研究

熊本大学 学生員○大西俊一 熊本大学 学生員 持田拓児
熊本大学 正 員 渡辺 浩 熊本大学 正 員 崎元達郎

1. まえがき：コンクリート充填鋼管等の合成柱は、耐荷力や剛性に富み、また耐震上も優れた構造物と考えられる。この種の構造物の解析と設計のためには、内部コンクリートの強度と構成則以外に鋼管の局部座屈強度を明らかにする必要がある。ここでは、内部にコンクリートを充填した角形鋼管の局部座屈についての実験を行った。内部にコンクリートを充填した箱形鋼管の局部座屈強度は、従来の実験的研究によると、周辺単純支持板の強度と周辺固定支持板の強度の間になるという報告⁽¹⁾⁽²⁾がある。しかしながら、実験された供試体も少なく、より多くのデータが必要であると考えられる、また初期たわみ、残留応力等の初期不整が鋼板の局部座屈強度にどのような影響がでるかを実験により求めた結果を報告する。

2. 実験概要

(1) 供試体

構成板の幅厚比パラメータを変えた5体にコンクリートを充填して溶接正方形箱形断面の鋼製供試体を製作し短柱実験を実施した。

供試体の諸元を表-1に、断面図および側面図を図-1に示す。

鋼材は、SM400相当材で降伏応力 $\sigma_y=3260\text{kgf/cm}^2$ であり、内部コンクリートの圧縮強度は 408kgf/cm^2 であった。供試体には、端部での座屈を防止し、中央の正方形パネルで局部座屈を生じさせるために図-1のようにスティフナー（補鋼材）を溶接した。内部コンクリートの打設は外側鋼管の頂部から1cm打ち下げ、鋼板のみ圧縮を受けもつようにした。

表-1 供試体の諸元

供試体名	t(mm)	b(mm)	b/t	R	本数
S25-1, S25-2	4.5	112.5	25	0.313	2
S45	4.5	202.5	45	0.563	1
S65	4.5	292.5	65	0.814	1
S85	4.5	382.5	85	1.064	1

表-1中の幅厚比パラメータRは次式で定義される

$$R = \frac{b}{t} \sqrt{\frac{12(1-\nu^2)}{\pi^2 k} \cdot \frac{\sigma_y}{E}}$$

ここで、b=板幅、t=板厚、 σ_y =降伏応力、E=弾性係数

ν =ポアソン比、k=板の座屈係数(=10.67)

初期たわみの測定は、すべての供試体の正方形パネル部分(4面)に格子上の線を引き各格子点について1/100mm精度の変位計にて測定した。その結果、最大で初期たわみはb/3000程度であった。

外側鋼管の残留応力は、幅厚比=25,45,65,85の供試体の板を、短冊状に切断し板の幅方向の残留応力分布を求めた、その結果を表-2に示す。

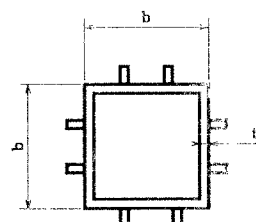


図-1 供試体の側面図及び断面図

表-2 残留応力試験結果

幅厚比	σ/σ_y	
	引張	圧縮
25	0.80	-0.34
45	0.84	-0.20
65	0.80	-0.20
85	0.60	-0.14

(2) 実験装置と荷重方法

実験装置は図-2に示す。

圧縮実験の際には、供試体のサイズと予想強度により300t圧縮試験機と100t圧縮試験機のどちらかを使用した。

荷重方法は最初に鋼とコンクリートの付着をとり、その後偏心した荷重がかからないように、供試体4面の板中央のゲージと4面に配置した変位計で読みをチェックした後荷重を漸増した。

(3) 実験結果及び考察

図-3は実験値と解析値の最大強度を比較したものである。横軸の R_f は座屈係数を $k=10.67$ とした周辺固定板としての幅厚比パラメータである。図中の黒のプロット点が今回おこなった実験結果で、白点は供試体を焼鈍して残留応力を0にした昨年の実験結果である。今回と昨年の供試体の初期たわみは両方とも $b/3000$ であったのでこの強度の低下は残留応力によるものであろう。実験値は周辺固定板と周辺単純板のほぼ中間の強度を示す結果となっている。また、図には、宇佐美らによって提案された強度式⁽³⁾

$$\sigma_u/\sigma_y = 1.2/R - 0.3/R^2$$

も示しているが実験値と比較的良好な対応を示している。

今後、板の有限変位弾塑性解析法に外側鋼管の内部への変位を拘束する手法を導入して理論解析を行う予定である。

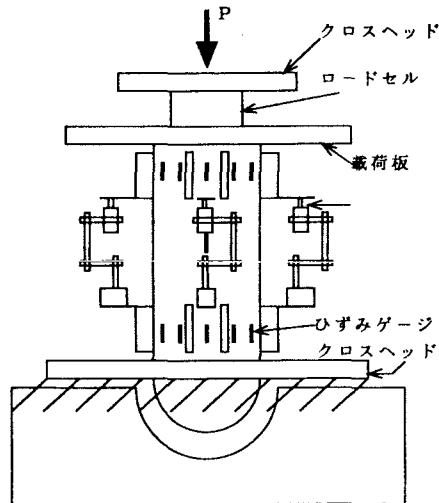


図-2 実験装置

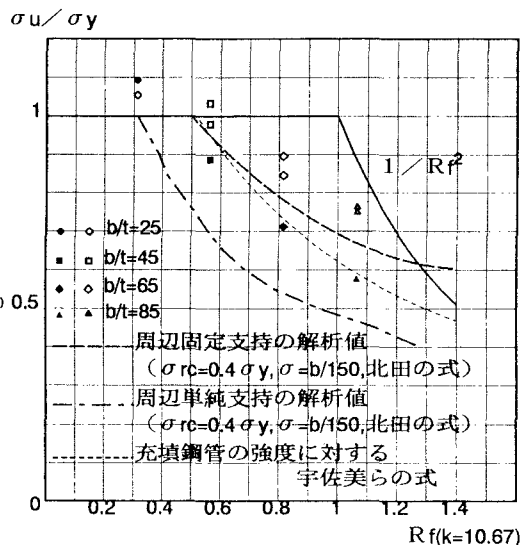


図-3 最大強度（実験値）の解析値との比較

参考文献

- (1) Nakai, H. et al.: An Experimental Study ... 土木学会論文集, No. 374/I-6, pp. 67-77, 1986.10
- (2) Kitada, T. and Nakai, H.: Experimental Study on..., Proc. of 3rd Int. Conf. on Steel-Concrete Composite Structures, Fukuoka pp. 137-142, 1991.9
- (3) Ge, H. B. and Usami, T.: Strength Analysis of Concrete-Filled..., Journal of Const. steel Research, Vol. 30, No. 3, pp. 259-281, 1944