

I-78

鋼構造部材の耐荷力関連諸規定の比較について

室蘭工業大学 正員 杉本博之 東京都立大学 正員 野上邦栄
北海道開発コンサルタント(株) 正員 池田 準

1. まえがき 圧縮作用を受ける鋼構造部材の設計に関わる条件としては、最小板厚制限、最大細長比制限、最大幅厚比制限、安定照査式制限、強度照査式制限が考えられる。これらの条件は、対象とする構造物に応じて、それぞれの示方書の安全性に対する考え方に基づいて作成されている。従来、それぞれの示方書等におけるこれらの条件自身の比較は良くなされてきた。一方、上記の諸規程が総合されて鋼構造部材の設計に用いられるとき、実際にどのような設計が生れるかについての考察も、今後、より合理的な規程を作成する上で、あるいは、新旧の示方書の規程を比較する上でも重要ではないかと考える。

そこで本研究においては、我国の道路橋示方書（JSHB）、国鉄構造物設計標準（JR）、吊橋主塔設計要領（HSBA）、および米国のAISC/ASDの耐荷力関連諸規定をそれぞれ用い、作用軸力、作用曲げモーメント、有効座屈長、および降伏応力度の種々の組み合わせの下で、正方形箱形断面の断面寸法を最小重量設計法で求め、それらの結果を整理して比較した。

部材両端の曲げモーメントが等しい場合の結果はすでに報告されている¹⁾ので、ここでは、1端のみに曲げモーメントが作用する不等作用曲げモーメントの場合の結果を報告するものである。

2. 正方形箱形断面柱の最小重量設計 図-2の断面を有する図

1の柱の最小重量設計問題は、次のように定式化される。

目的関数 : $A = 4bt + 4t^2 \rightarrow \min$ (1)

制約条件 :

$$\left. \begin{aligned} \text{最小板厚制限} \quad g_1 &\leq 0 \\ \text{最大細長比制限} \quad g_2 &\leq 0 \\ \text{最大幅厚比制限} \quad g_3 &\leq 0 \\ \text{安定照査式制限} \quad g_4 &\leq 0 \\ \text{強度照査式制限} \quad g_5 &\leq 0 \end{aligned} \right\} (2)$$

設計変数 : b, t

計算に用いた、有効座屈長、作用曲げモーメント、作用軸力、降伏応力度の値を表-1に示した。

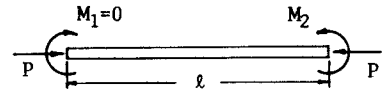


図-1 圧縮応力を受ける柱

表-1 設計条件

ℓ (m)	M_x (tf·m)	P (tf)	(kgf/cm ²)
2.5	50	0	3200 (SM50)
5.0	100	100	
7.5	200	200	
10.0	400	300	
		400	
		500	

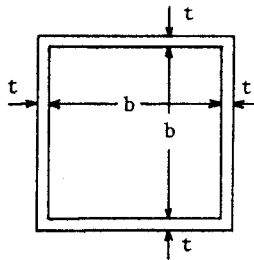


図-2 正方形箱形断面

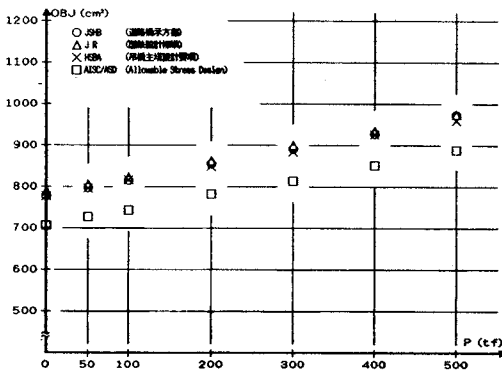


図-3 A-P関係 ($\ell=7.5\text{m}, M_2=400\text{tf}\cdot\text{m}$)

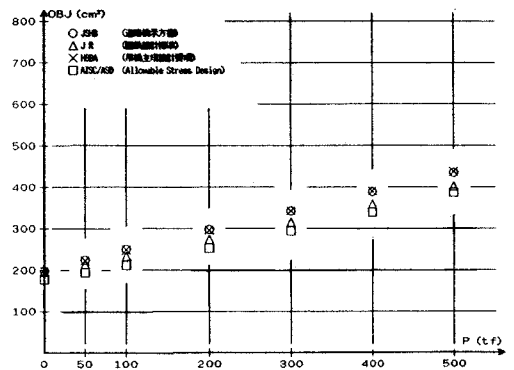


図-4 A-P関係 ($\ell=10\text{m}, M_2=50\text{tf}\cdot\text{m}$)

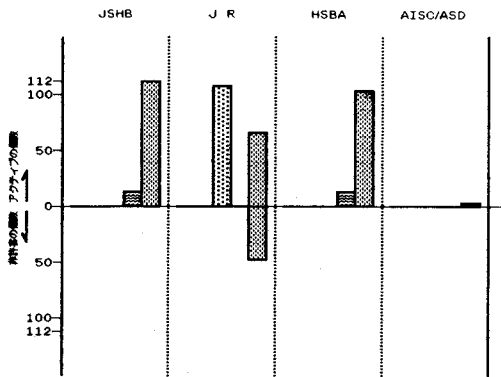


図-5 JSHBの最適解の他の規程での照査

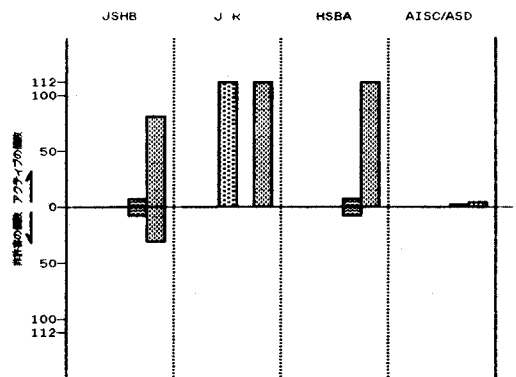


図-6 JRの最適解の他の規程での照査

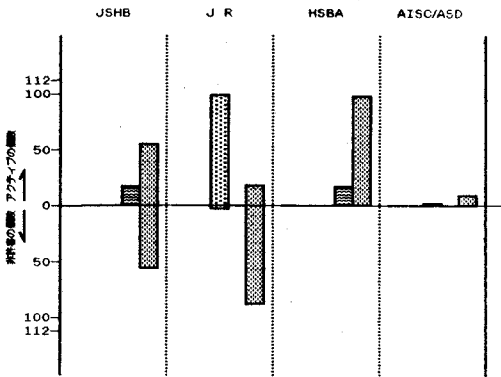


図-7 HSBAの最適解の他の規程での照査

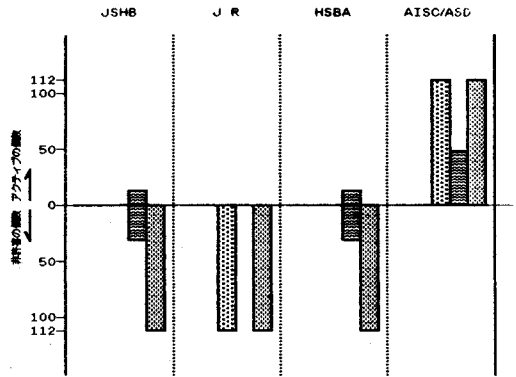


図-8 AISC/ASDの最適解の他の規程での照査

3. 計算例 表-1に示す設計条件の組み合わせ112ケースについて計算を行なった。図-3、4は、各規程による設計の目的関数の関係を示した図で、縦軸が式(1)の目的関数の値、横軸が作用軸力の値である。図-3が $l=7.5\text{m}$ 、 $M_2=400\text{tf}\cdot\text{m}$ 、図-4が $l=10\text{m}$ 、 $M_2=50\text{tf}\cdot\text{m}$ の場合である。図-4では、国内の規程はほとんど同じ断面責を与えるが、図-3では、HSBAの結果が若干少なくなっている。また、AISC/ASDの結果は常にかなり少ない。 図-9

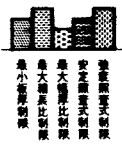


図-9

図-5～8は、112ケースそれぞれにおける各規程による最適設計を、自身を含む他の規程の式(2)の制約条件式に代入した場合、アクティブ($-0.05 \leq g_j < 0.01$)と満足しない($g_j \geq 0.01$)ケースの数を棒グラフ(図-9)で表わしたものである。各規程間のグローバルな関係が把握できる図と考えられる。

これらの図より、JSHBとHSBAにおいては、強度照査式制限が設計を支配し、JRとAISC/ASDにおいては、最大幅厚比制限と強度照査式制限が設計を支配しているようである。また、JSHBとHSBAとは基本的に似ている規程であるが、JSHBによる最適解はHSBAを満足するが、逆にHSBAの最適解の内56ケースにおいては、JSHBの強度照査式制限を満足しない、HSBAの最適解は、88ケースにおいてJRの強度照査式制限を満足しない、またAISC/ASDの最適解は、他の規程の強度照査式制限を満足しない等の結果が得られた。

4. あとがき このような検討を、今後、H形断面柱で試みるだけでなく、荷重を含む簡単な構造系に対しても行ない、種々の許容応力度設計法、および終局強度設計法による示方書類の比較検討を進めていきたいと考えている。

参考文献 1) 杉本・野上・池田：最小重量設計法による鋼構造部材の耐荷力関連規程の比較、土木学会北海道支部論文報告集、第47号、pp.65-70、1991。