

端拘束を受ける鋼はり-柱部材の極限強度特性

大阪大学工学部 正員 小松定夫

大阪大学工学部 正員 西村宣男

大阪大学工学部 学生員○仲 和幸

1. まえがき ラーメン構造の柱部材のように軸圧縮力と曲げモーメントを受ける部材の安定照査は、基準強度で除して無次元表示された作用軸力と曲げモーメントに関する相関強度式を適用して行われるのが一般的である。基準強度とは軸圧縮力のみあるいは曲げモーメントのみを受ける場合の部材の強度で、ラーメン部材のように隣接部材による拘束を受ける場合は、弾性拘束柱あるいは構造全体の弾性座屈解析によって与えられる有効座屈長を導入して部材の基本強度に關係付けられる。本文では全体構造あるいは弾性拘束柱を対象とした弾塑性有限変位解析による極限強度と、現行の設計規準による相関強度の比較より、精度の良い相関強度評価法の検討結果について報告する。

2. 基準強度 先ず軸圧縮力のみを受ける部材の基準強度を検討するために、図-1に示す残留応力を有する箱形断面部材で構成された図-2の平面ラーメンが柱頭鉛直荷重を受ける場合を対象とする。柱部材の基本細長比パラメータ λ (両端ヒンジ) とはり柱の剛比 n を適宜組合せた表-1のモデルを考える。HおよびFはそれぞれ2ヒンジおよび固定ラーメンを表わす。弾塑性有限変位解析では図-3のように柱部材に初期変位を与える。

表-2に弾塑性有限変位解析(FEM)、弾性座屈理論による有効座屈長を用いる方法(elastic buckling)および道路橋示方書の有効座屈長推奨値(13.5/1)を用いる方法(JSRB)による極限強度を比較した。はり柱部材の剛比が大きい範囲で極端に安全側の有効長係数を推奨している道示では設計強度は低く抑えられて

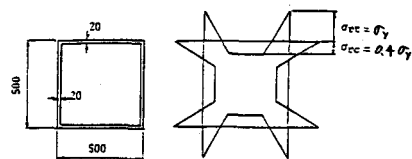


図-1 箱形断面の寸法と残留応力の分布

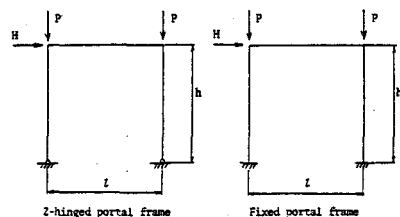


図-2 門形ラーメンモデルの寸法

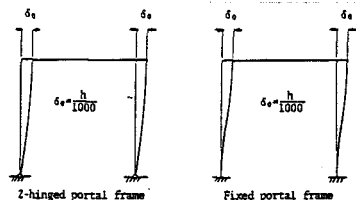


図-3 門形ラーメンの初期変位

表-1 門形ラーメンモデルの記号

basic slenderness parameter	stiffness ratio			
	0.667	1.0	1.5	2.0
0.215		H-1 F-1		
0.323		H-2 F-2		
0.50		H-3 F-3		
0.75	H-6	H-4 F-4	H-7	H-8
1.00		H-5 F-5		

表-2 門形ラーメンの極限強度の比較

Model	basic slenderness parameter	FEM	ultimate strength elastic buckling	JSRB
H-1	0.215	0.938	0.884	0.753
H-2	0.323	0.808	0.755	0.517
H-3	0.500	0.553	0.500	0.265
H-4	0.750	0.297	0.267	0.128
H-5	1.000	0.171	0.160	0.074
H-6	0.75	0.262	0.238	0.128
H-7	0.75	0.319	0.288	0.128
H-8	0.75	0.338	0.299	0.128
F-1	0.215	0.986	0.982	0.956
F-2	0.500	0.911	0.847	0.755
F-4	0.750	0.736	0.680	0.520
F-5	1.000	0.559	0.500	0.342

表-3 柱頭鉛直荷重に対する門形ラーメンの極限強度の比較

Model	basic slenderness parameter	ultimate strength Strut model	Full model
H-1	0.215	0.940	0.938
H-2	0.323	0.812	0.808
H-3	0.500	0.561	0.553
H-4	0.750	0.298	0.297
H-7	0.750	0.318	0.319
H-8	0.750	0.332	0.338
F-3	0.500	0.912	0.911
F-4	0.750	0.741	0.736
F-5	1.000	0.563	0.559

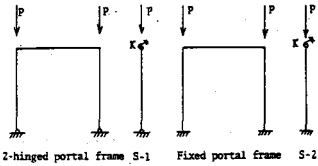


図-4 端拘束を受けるストラットモデル

いる。また弾性座屈理論による有効長を用いた場合も弾塑性有限変位解析に比べて低目の強度が与えられる。

柱頭鉛直荷重を受ける場合、極限状態においてやはり部材内の降伏域はほとんど生じないことから、図-4に示すように材端の回転変位が弾性

拘束されたストラットモデルを対象として、部材の細長比パラメータ λ と拘束パラメータ $\kappa = 6 I_b / I_e$ を適宜組合せた極限強度解析により、圧縮力に対する基準強度の算定式を作成した。提案式は図-5および図-6中にストラットの極限強度と比較して示した。

3 組合せ荷重を受ける門形ラーメン柱部材の極限強度 図-2の門形ラーメンが柱頭鉛直荷重 P と水平横荷重を受ける場合の柱部材の極限強度を弾塑性有限変位解析によって求め

これと道路橋示方書型の相関強度式で基準強度を上述の提案式で与えられる P_b を採用した相関強度曲線と比較して、図-7

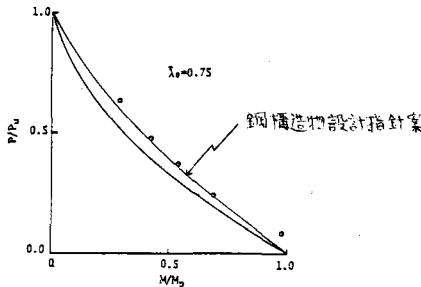


図-7 組み合せ荷重を受ける門形ラーメン柱部材の相関強度 (2ヒンジ門形ラーメン)

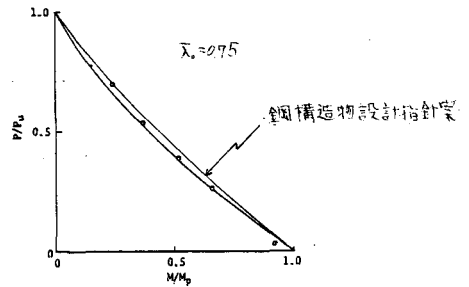


図-8 組み合せ荷重を受ける門形ラーメン柱部材の相関強度 (固定門形ラーメン)

(2ヒンジ門形ラーメン)、図-8 (固定門形ラーメン) に示した。このように基準強度を適切に評価した場合、道路橋示方書型の相関強度式を用いて、端拘束を受けるはり柱部材の極限強度を精度良く求めることが明らかになった。