| 型断面部材の終局挙動特性と等価な応力 - ひずみ関係式の提案

熊本大学工学部 学生員 工藤 祐資 熊本大学大学院 フェロー 山尾 敏孝 熊本大学大学院 学生員 山本 健次郎

1.はじめに

アーチ系橋梁等の耐震性能照査方法の一つにひずみ照査法がある.この照査法では,部材セグメント変形能喪失の条件から求まる終局ひずみが必要となる.既往の研究によって補剛箱型断面,無補剛箱型断面およびパイプ断面に対してひずみ算定式が提案され,耐震性能照査法に使用されてきた.しかしながら構成部材の一つである |型断面部材については不十分である.一方,橋梁の局部座屈を考慮した動的解析法としてはFEM解析があるが,全体構造の断面部材を板要素化して計算することは膨大な時間と労力を費やすため現実的でなく,ファイバー梁要素を用いた解析を行うのが一般的である.そのため,ファイバー梁要素向けの局部座屈を考慮した等価な応力 - ひずみ関係式が必要となる.本研究は,I型断面の種々のパラメータを変化させた短柱部材を対象に FEM 解析を行い,部材の終局挙動を把握し,終局ひずみ,等価な応力 - ひずみ関係の定式化を試みたものである.

2.解析手法の概要

軸圧縮や軸圧縮と曲げを受ける | 型断面短柱部材の変形能を支配する重 L/2 要なパラメータである幅厚比パラメータ R_f、 R_w を断面寸法の決定の際に基準 として用いた. R_f はフランジの幅b_f、 R_f はウェブの幅h_wと板厚の比である幅厚 ⁻⁻ 比 b_f/t_f, h_w/t_wを鋼材の降伏応力を考慮して無次元化したもので式(1),(2)よ リ求めた.また,アーチ橋に使用される | 型断面データを参考に R_f及び R_wを 0.2 ~ 0.8 の範囲で変化させた.鋼種は SS400 を想定し,ヤング率: E=206kN/mm²,降伏応力: $y=235N/mm^2$,ポアソン比: = 0.3 とした.既 往の研究よりモデルの高さLは,短柱の高さとウェブ幅の比 L/h_w=0.8 のとき に u/vが最小になるのでこの高さを用いた¹⁾.

解析モデルには,軸圧縮または軸圧縮と弱軸回りの曲げを与えた.この場合,各平面で対称的な挙動を示すと仮定し,実際の部材の軸方向L/2部分を解析対象とした.既往の研究よりウェブ,フランジの板幅及び高さの分割数はそれぞれ30,20,12とした¹⁾.初期不整は,初期たわみと圧延による残留応力を考慮した.初期たわみは,ウェブの最大初期たわみをh_w/150,フランジの最大初期たわみをb/200と考慮して与えた.残留応力は溶接部分の要素に圧縮残留応力としてウェブとフランジに-0.2 yを与えた.荷重は一定軸力Pと曲げモーメントMに対応する回転角を漸増載荷あるいは繰り返し載荷により与えた.なお解析はFEM 汎用プログラム MARC²を使用した.

3.解析結果及び考察

図 4 は純圧縮の解析の一例である. 縦軸は平均直応力を降伏応力で,また 横軸は平均直ひずみを降伏ひずみでそ_{0.9} 。 れぞれ無次元化した値である.この結果 を用いて等価な応力 - ひずみ曲線の定 式化を試みた.既往の研究結果を参考 に,図4の最大応力点 B、その 90%の点 A、5 yの点 C、20 yの点 Dの各点を直 線近似した.図 5~8 に各点の値を最小



図1 モデル断面図



図2 解析モデルと初期たわみ形状









図 10 は解析モデルに軸圧縮と弱軸回りの曲 げを繰り返し載荷した解析の一例である.軸力の 影響を見るため各モデルにおいて軸力比 P/P_y(P_y:降伏軸荷重)を 0.0~0.9 に変化させた. 解析より得られた曲げモーメント M を降伏曲げモ -メント M_yで無次元化 M/M_yと,対応する回転角

を降伏時の回転角 ,で除した / ,との関係 を示した.図 10 のような包絡線から終局ひずみ を求めた.終局ひずみは既往の研究より,最大強



度点から 95%強度へ低下した点に対応する平均曲率を求め,さらに軸圧縮力による軸ひずみと曲げモーメントによる中 立軸の移動によって生じた軸ひずみを考慮して求められた圧縮側最外縁のひずみとした¹⁾.なお,終局ひずみ _uとR_fの 関係については,講演当日発表の予定である.

参考文献

I-005

1)山本誠:部材の終局ひずみによる上路式鋼アーチ橋の性能照査法,熊本大学提出 平成 16 年度 修士論文

2) 日本 MARC㈱: MARC Manual Volume A-F & MSC.Marc, 2003

3) 崎元達郎,他:局部座屈を考慮した箱型断面鋼部材の復元力モデル,土木学会論文集 No.647/I-51, pp.343-355, 2000.4 4) 宇佐美勉,他:H型断面部材よりなる鋼橋の耐震性能照査法,構造工学論文集 vol.53A, pp. 371-379, 2007