

鉄筋コンクリート単柱の破壊形式の判定と靱性評価

1.破壊形式の分類

繰返し大変形を受ける、鉄筋コンクリート(以下 RC) 柱部材の破壊形式としては、大きく分けて曲げ破壊、せん断破壊に分類できる。曲げ破壊は、主鉄筋降伏を迎え、それ以上の繰返し大変形経過後も変形性能にのみ、水平耐力を保持できる。最終的には、安定的な破壊形態となる。一方、せん断破壊は靱性が乏しいため、主鉄筋降伏前に脆性的な破壊形態となる。また主鉄筋降伏を迎え、繰返し作用によって徐々に耐力低下が生じ、曲げ損傷からせん断破壊に以降するタイプもある。これを曲げ降伏後のせん断破壊(以下曲げせん断破壊)と言う。

これらの破壊形式は、部材の保有している曲げ耐力、せん断耐力の大きさ、すなわち、図 1 のような RC 部材の包絡線(P - 曲線)とせん断劣化曲線の交差関係から分類することができる。ただし、包絡線は繰返しの影響はないものとする。

- A) せん断破壊: 主鉄筋降伏($\mu = \mu_y$)前に交差する。
- B) 曲げせん断破壊: 主鉄筋降伏($\mu = \mu_y$)後に交差する。
- C) 曲げ破壊: 鉄筋降伏前後を通して曲げ終局点($\mu = \mu_{mu}$)を迎えるまで、交差しない。

従って、部材靱性率 μ を $\mu = P_y / P_s$, $\mu_{mu} = P_{mu} / P_y$ のように定義すると、上記の破壊形式と靱性は次式のように類別される。

- A) せん断破壊 : $\mu < 1$
- B) 曲げせん断破壊 : $1 < \mu < \mu_{mu}$
- C) 曲げ破壊 : $\mu = \mu_{mu}$

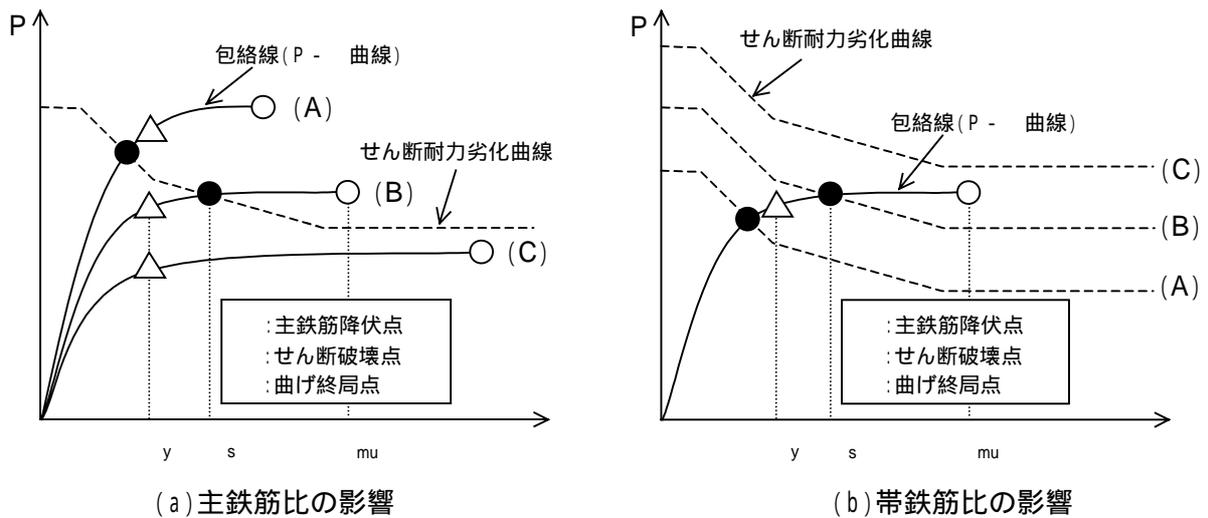


図 1 破壊形式の分類方法

2. 曲げ変形解析およびせん断耐力劣化過程

本提案手法の算出フローチャートを図 2 に示した。曲げ変形解析は、コンクリート、鉄筋の材料特性を考慮した構成則を用いて、ファイバーモデルによって行うものとした。ファイバーモデルの詳細は、次章に記す。また、曲げ降伏時は最外縁の主鉄筋が降伏ひずみに達した時とし、曲げ終局は最外縁圧縮鉄筋位置におけるコンクリートのひずみが終局ひずみに達した時として、P - 曲線を算出するものとした。

また、せん断耐力劣化曲線においては、地震時の繰返し大変形に伴い、コンクリートが負担するせん断力が低下するのを考慮した Priestley らの提案式を用いて、算定するものとした。

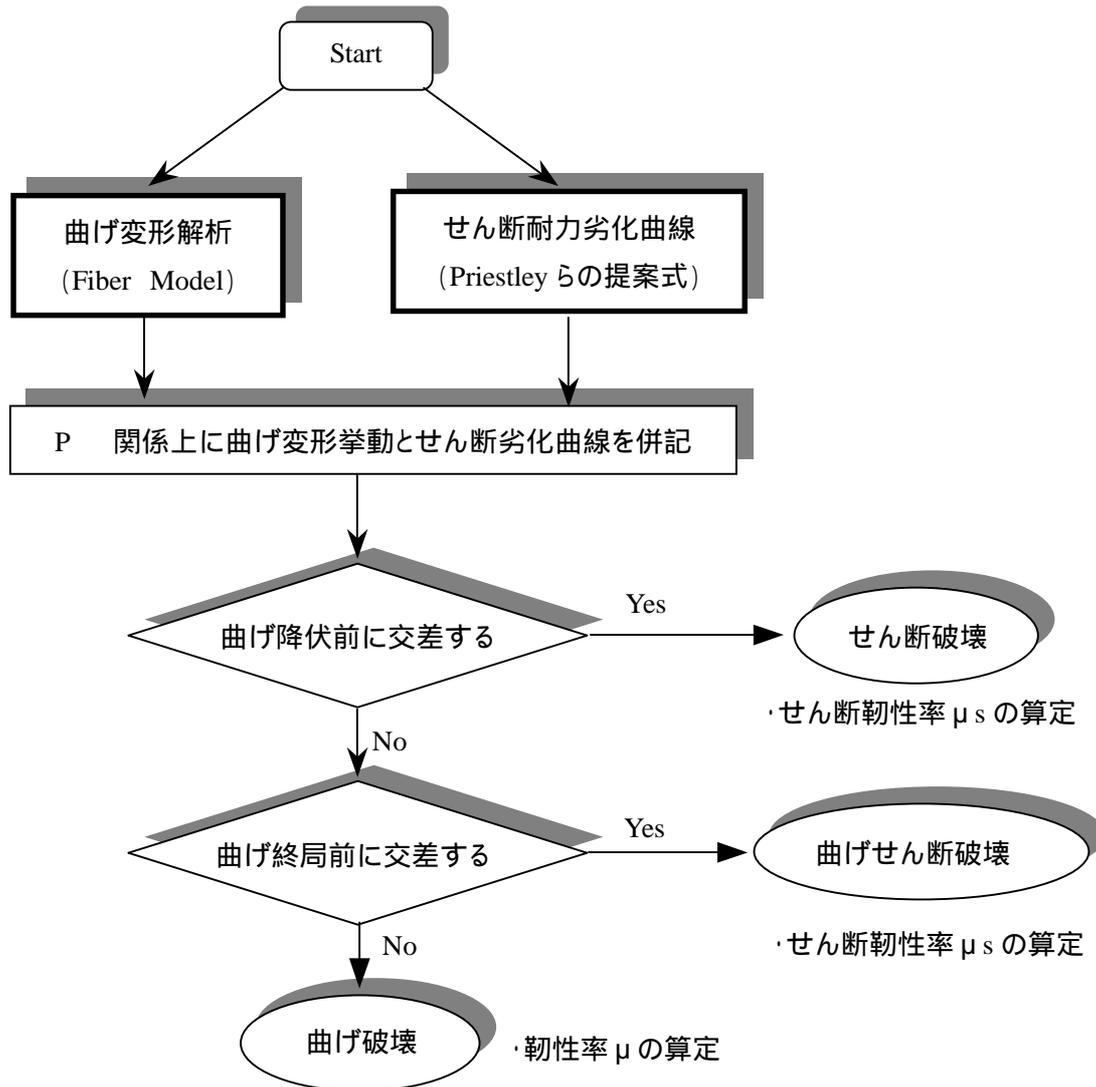


図 2 本提案手法の算出フローチャート

3. ファイバーモデルによる曲げ変形解析

ファイバーモデルとは、部材を横方向に分割し、各層に位置する材料の応力とひずみとの関係を与えて解析する断面分割法のことです。曲げモーメントと曲率との関係(曲げ剛性)を算出する。曲げ降伏の定義は最外縁引張鉄筋が降伏ひずみに達した時点とし、終局の定義は、最外縁圧縮鉄筋位置におけるコンクリートひずみが終局ひずみに達した時点としている。

解析方法としては、各断面諸元、コンクリートの構成則及び鉄筋の構成則を決定する。柱基部の断面においてコンクリートの終局ひずみまで逐次繰返し計算を行い、曲げモーメントと曲率との関係を算出する。

次に求められた曲げモーメントと曲率との関係より、荷重 - 変位曲線を算出する。この時、塑性ヒンジ、拔出量を考慮しており、塑性ヒンジは曲げ降伏後最大耐力まで $1.0d$ (有効高さを d とする) 形成されるモデルとして、主鉄筋の拔出量は鉄道構造物等設計標準式により算出する。

荷重 - 変位曲線の算出フローチャートを図3に示す。

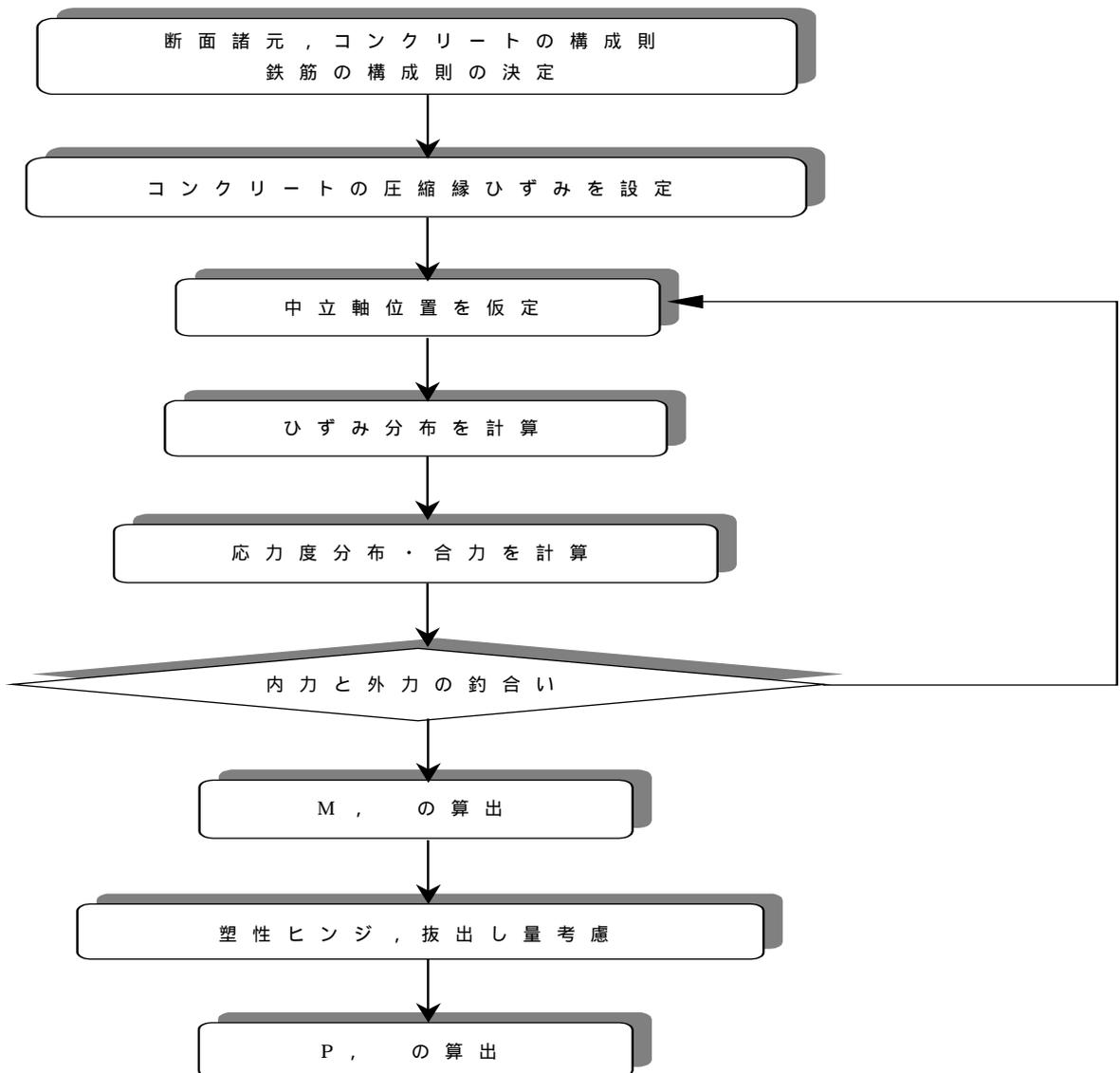


図3 曲げ変形解析のフローチャート