



屈解析を行った。図-2に解析モデルの概要を示す。軸方向鉄筋はファイバー要素、帯鉄筋、かぶりおよびコアコンクリートは、各抵抗特性を表すばね要素としてモデル化した。モデル化する軸方向鉄筋の長さは、実験で確認した塑性化領域を帯鉄筋間隔の整数倍で丸めた480mm、鉄筋の要素長は5mmとし、各鉄筋要素の節点にかぶりおよびコアコンクリートのばね要素を配置した。また、帯鉄筋のばね要素は、供試体の帯鉄筋に対応する位置に配置した。軸方向鉄筋の材料モデル、帯鉄筋およびコアコンクリートのばね定数は、既往の研究<sup>3)</sup>と同様に設定した。かぶりのばねは、ばねに作用する荷重が補強部のひび割れ発生荷重に到達するまでは、式(1)に鉄筋要素長を乗じた値をばね定数とし、ひび割れ発生後は、式(2)に鉄筋要素長を乗じた値までばね定数が低下する非線形モデルとした。

解析における载荷方法は、正負交番载荷の過程で引張を受けた鉄筋に圧縮が作用する際に座屈が生じることを踏まえて設定した。まず、解析モデルの鉄筋要素の引張りひずみが上端で降伏ひずみ、下端で4%となる直線分布となるように、各鉄筋要素の節点に鉛直上向き変位を与えた。次に、軸方向鉄筋に作用する荷重が0となるまで除荷した後に、軸方向鉄筋に三角形分布の圧縮軸力が作用するように、鉄筋要素の圧縮ひずみを漸増させた。なお、本解析では、軸方向鉄筋の座屈が始まり、鉄筋に作用する圧縮力が低下し始めた時点限界状態2と定義した。また、実験における限界状態3の時点の帯鉄筋のひずみから算出されたはらみ出し力に、帯鉄筋のばねに作用する力が到達した時点限界状態3とした。

#### 4. 解析結果

図-3に、限界状態2および3に到達した時点における軸方向鉄筋のはらみ出し量の分布図を示す。解析におけるはらみ出し長は、既往の研究<sup>3)</sup>を参考に、基部からはらみ出し量が最大となる点までの距離の2倍とした。図中には、かぶりがひび割れ発生荷重に到達する軸方向鉄筋のはらみ出し量を示す。限界状態2の時点では、実験と同様にかぶりの一部にひび割れが発生しているものの、はらみ出し量は小さく、ほぼ健全性を維持している。同時点におけるはらみ出し長は140mmであり、実験の終局時に確認したはらみ出し長である280mmよりも小さいことから、補強部の拘束によって軸方向鉄筋の座屈が抑制されていることが分かる。限界状態3の時点では、ばねの抵抗力が低下することではらみ出し長は大きくなり、実験結果と同じ280mmとなった。

#### 5. まとめ

軸方向鉄筋の座屈に対する補強部の拘束力を表すばね定数のモデル化の妥当性を軸方向鉄筋の塑性座屈解析によって検証した。その結果、限界状態2の時点で補強部が軸方向鉄筋のはらみ出しを抑制する挙動と終局時におけるはらみ出し長を、考案したばね定数による解析モデルで評価できることが確認できた。

本研究は、国立研究開発法人土木研究所との共同研究として実施した「既設部材への影響軽減等に配慮した耐震補強技術に関する共同研究」の一環として実施したものであり、御指導頂いた関係各位に謝意を表す。

#### 参考文献

- 1) 岩本ら：場所打ち可能なUFCで耐震補強したRC橋脚模型試験体の正負交番载荷試験，コンクリート工学年次論文集，Vol.42，No.2，pp.811-816，2020。
- 2) (社)日本道路協会：道路橋示方書・同解説V耐震設計編，2017。
- 3) 星隈ら：軸方向鉄筋のはらみ出し現象に着目した鉄筋コンクリート橋脚の塑性ヒンジ長の推定方法に関する研究，土木研究所資料，第4257号，2013。

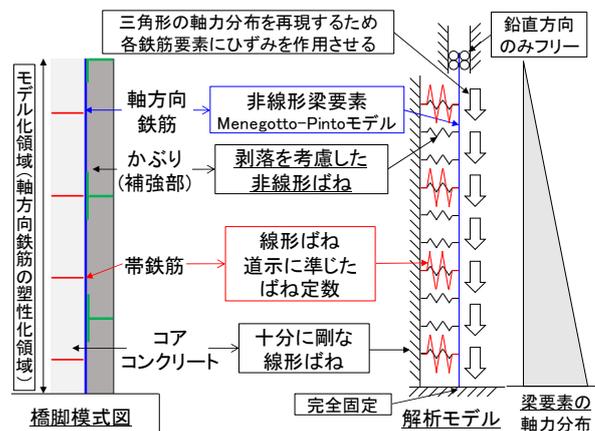


図-2 塑性座屈解析の解析モデル概要

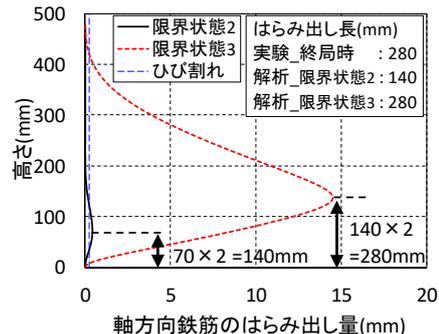


図-3 軸方向鉄筋のはらみ出し分布