

繰り返しを受けるRCばりの変形挙動解析

金沢大学大学院 学生員 ○久野 和敬
金沢大学工学部 正 員 梶川 康男

1. まえがき

鉄筋コンクリート(RC)構造部材が、静的な単調荷重を受けて破壊に至るまでの挙動については、種々の実験および解析によってすでに多くの研究がなされている。しかし、実際の構造物を考えると、繰り返し外力の作用を受けることが多く、一度の荷重の作用により破壊に至るということは少ない。また、限界状態設計に移行した今日、鉄筋が降伏した後の大きな変形の挙動を追跡する必要がある。そこで本研究では、繰り返し荷重を受けるRC単純ばりに対して弾塑性有限要素解析を行い、材料のモデル化と解析手法の妥当性を検討するために、実験結果との比較を行った。

2. 材料のモデル化

コンクリートの圧縮特性を表現するためのモデル化として、Darwin・Pecknold¹⁾の等価1軸ひずみモデルを用い、2軸応力-ひずみ関係を主応力と等価1軸ひずみの関係に置換して、Saenzの式により近似した。また、主応力方向の変化については、野口²⁾らの提案した等価1軸ひずみの主軸の置き換えを行うことによって考慮した。引張方向に対しては剛性を線形弾性とし、テンション・スティフネス効果を考慮して、引張主応力が引張強度に達しても全ての応力解放は行わず、引張強度時のひずみの2倍のひずみに達するまでは、強度の25%の応力を保持させた。また、この効果は、鉄筋との付着に密接に関係するものと考えられるので、鉄筋が降伏した後に発生するひび割れについては、テンション・カットオフとした。除荷に際して、ひび割れの閉じ過ぎを防ぐために、ひび割れ面での局所的接触効果を考慮して、ひび割れ幅が閉じるまでは、もとの剛性の1/4を与え、完全に閉じた時にもとの剛性とした。クラックは、Smeared・Crackingモデルを用いて表現した。繰り返し荷重を受ける場合のひび割れの開閉は、図-1に示すような6通りのひび割れパターンについて考慮した。鉄筋の材料特性は、Von Misesの降伏関数を用いて、複合硬化する弾塑性材料としてモデル化した。

3. 解析手法

解析は、荷重制御による増分解析で行い、増分ステップは0.2tfとし、荷重が2.0, 4.0, 6.0, 6.2, 6.4tfに達したときに、除荷を行った。除荷時の荷重の表現については、載荷時と同じ境界条件のもとで、載荷時と反対に上向きの力を与えることにより表現した。また、鉄筋とコンクリートの間は完全付着とし、有限要素には、8節点アイソパラメトリック要素を用いて、平面応力状態を仮定して行った。

4. 解析と実験結果との比較

図-2に示すように、実験供試体は単鉄筋の矩形断面であり、鉄筋にはD-16(SD-30)を用いた。また、実験は変位制御により行い、除荷は、変位がそれぞれ0.75, 1.5, 2.5, 3.5, 4.5, 5.5, 7.5, 10.0, 12.5mmに達した時に行った。また、解析に用いた材料特性を表-1に示す。解析と実験結果との比較として、荷重とスパン中央点の変位との関係を図-3に示す。この図より、解析結果は除荷-再載荷時の剛性が、実験値に比較し若干大きい、両者の傾向は、ほぼ一致することがわかった。したがって、上述した材料のモデル化で、繰返しをうけるRCばりの挙動解析が、ある程度表現できるものと考えられる。しかしながら、今回解析手法として荷重制御解析を用いたが、変位が増加しているにもかかわらず、荷重が低下するという現象は表現できず、より実際に近い挙動を表現するには、変位制御による解析が必要であると考えられる。

参 考 文 献

- (1) Darwin D. & Pecknold D.A.: Nonlinear Biaxial Stress-Strain Law for Concrete, Proc of ASCE, Vol.33, No.EM2, 1977.
- (2) 野口, 長沼: 繰り返し荷重を受けるRC部材のせん断解析モデル, 第2回RC構造のせん断問題に対する解析的研究に関するコロキウム論文集, 日本コンクリート工学協会, 1983

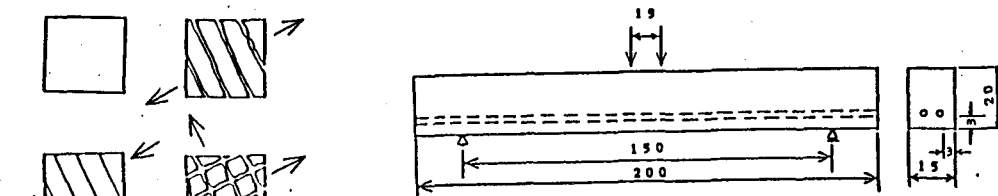


図-1 繰り返し載荷時のクラックパターン

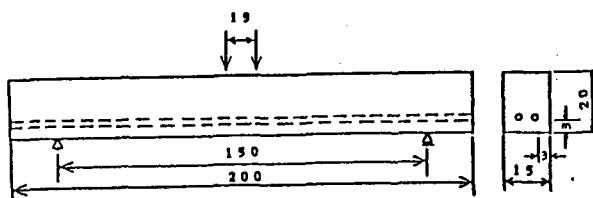


図-2 実験供試体

表-1 解析に用いた材料定数

コンクリート		鉄 筋	
一軸圧縮強度 (kgf/cm ²)	452.3	降伏応力 (kgf/cm ²)	3659
引張強度 (kgf/cm ²)	45.23	弾性係数 (kgf/cm ²)	2.06×10^6
弾性係数 (kgf/cm ²)	2.85×10^6	ポアソン比	0.3
ポアソン比	0.2		

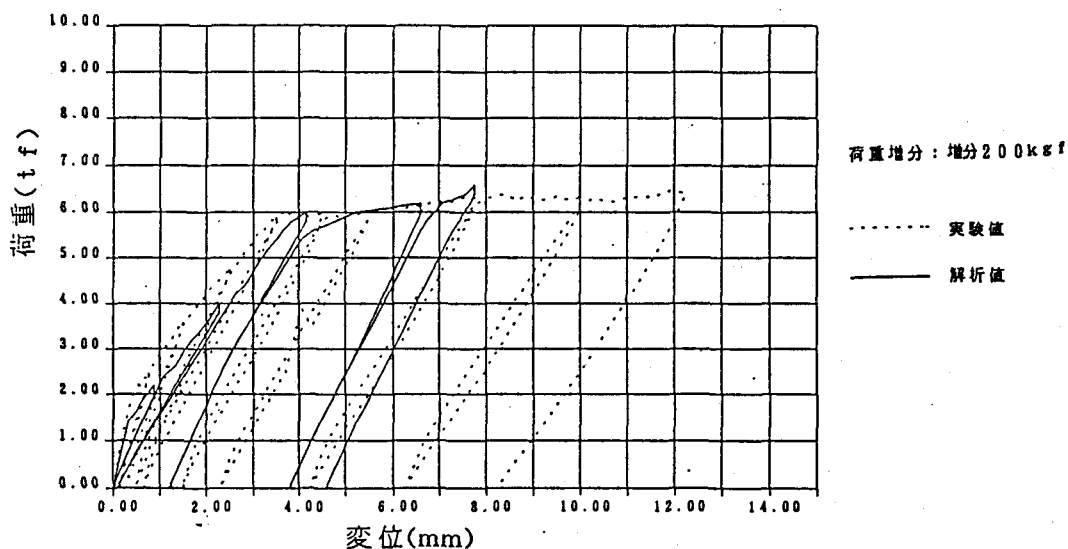


図-3 解析と実験での荷重と変位の関係