

V-107

繰り返し載荷を受ける鉄筋コンクリート板要素の解析

関東学院大学 工学部 正会員 出雲 淳一
 東京大学 大学院 学生員 申 鉉穆

1. はじめに

鉄筋コンクリート板要素(以下RC要素と呼ぶ。)の構成則を開発し、壁、シェル等の平面部材の解析に役立てようとする試みが最近盛んに行われている。著者らもこの流れに沿ってRC要素モデルの開発を行ってきたが、その適用範囲は単調載荷時のRC要素の解析に限られていた。¹⁾ 今回これまでに開発したRC要素モデルを拡張して繰り返し載荷時も解析が可能なプログラムを開発した。本研究は、このプログラムを用いて正負繰り返し載荷を受けるRC要素レベルの実験例を解析し、その解析結果を報告するものである。

2. 解析方法

RC要素の構成則は、式(1)に示すようにコンクリートが負担する応力と鉄筋が負担する応力との重ね合わせで表現することができる。

$$\{\sigma_{RC}\} = \{ [T(\theta)]^t [D_c] [T(\theta)] + [T(\alpha)]^t [D_s] [T(\alpha)] \} \{\varepsilon\} \quad (1)$$

ここに、

$\{\sigma_{RC}\}$: RC要素の平均応力

$\{\varepsilon\}$: RC要素の平均ひずみ

$[D_c]$: ひびわれ面と直角方向及び平行方向を座標軸にとった場合のコンクリートの剛性マトリックスでひびわれたコンクリートの構成則で与えられる。

$[D_s]$: 直交する鉄筋軸を座標軸にとった場合の鉄筋の剛性マトリックス

$[T]$: 座標変換マトリックス

θ, α : それぞれ、コンクリート及び鉄筋の座標系と基準座標系のなす角度

繰り返し載荷を受けるRC要素の解析も、単調載荷の場合と同じくひびわれたコンクリートの構成則及びコンクリート中における鉄筋の構成則が適切にモデル化できれば、式(1)を用いて解析を行うことができるのである。コンクリートの構成則は、Tension Stiffeningに対しては玉井・島モデル²⁾、ひびわれたコンクリートの圧縮剛性に対しては修正前川モデル¹⁾を用いた。(図-1～図-2参照) 今回解析に用いた実験例においては、純せん断力を受けるため、ひびわれ面でのせん断剛性の影響は受けず、また鉄筋も降伏しないためにこれらのモデルについての紹介は省略した。

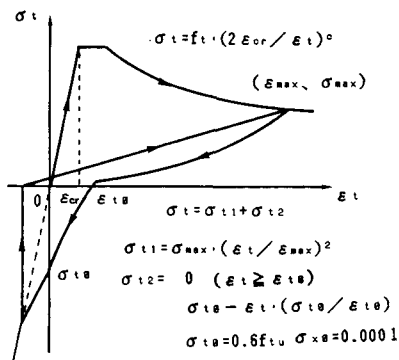


図-1 Tension stiffening モデル

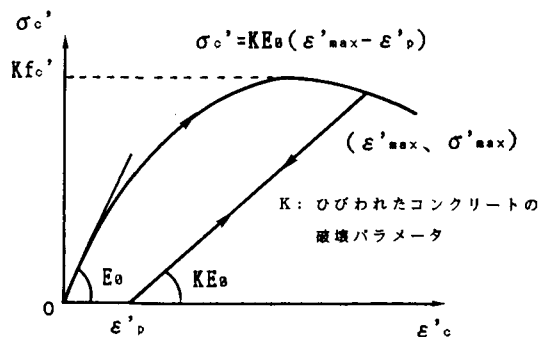


図-2 修正前川モデル

解析手順は以下の通りである。

- (1) 応力増分 $\{d\sigma_{RC}\}$ を与える。
- (2) 式(1)を応力増分について解くことによりひずみ増分 $\{d\varepsilon\}$ を求める。
- (3) 全ひずみを計算し、コンクリート及び鉄筋の構成則よりそれぞれが負担する応力を求める。
- (4) RC要素の応力を計算し、この応力と最初に与えられた応力との差が与えられた許容値以内になるまでこのルーチンを繰り返す。

この解析手順は、単調載荷の場合と同じであるが、正負繰り返し載荷の場合には2方向にひびわれが発生するため、2個目のひびわれが発生すると、このひびわれのみを考慮して、1個のひびわれが発生している場合と同様な計算を行い、RC要素の挙動に影響の大きい方のひびわれのみを考慮することにした。

3. 解析結果及び考察

解析に用いた実験例としては、吉川らが行った鉄筋コンクリートの円筒のねじり実験³⁾を用いた。この実験においては、純ねじりが作用するため鉄筋コンクリートには一様なせん断応力場が形成される。ただし、この実験ではひびわれ面にはせん断応力が作用しない。図-3には実験結果と計算結果とを対比して示した。

本解析結果は、包絡線及び、除荷・再載荷の勾配に関してはRC要素の挙動を概ね良く表現できていると判断されるが、鉄筋コンクリートの挙動にややふくらみに欠ける傾向がみられる。これは、除荷時のコンクリートモデルにふくらみを持たせなかったためと考えられる。今後、更に精度良いコンクリートモデルが開発できれば、今回開発したプログラムルーチンで繰り返し載荷を受ける鉄筋コンクリート要素の挙動が精度良く追跡できると考えられる。

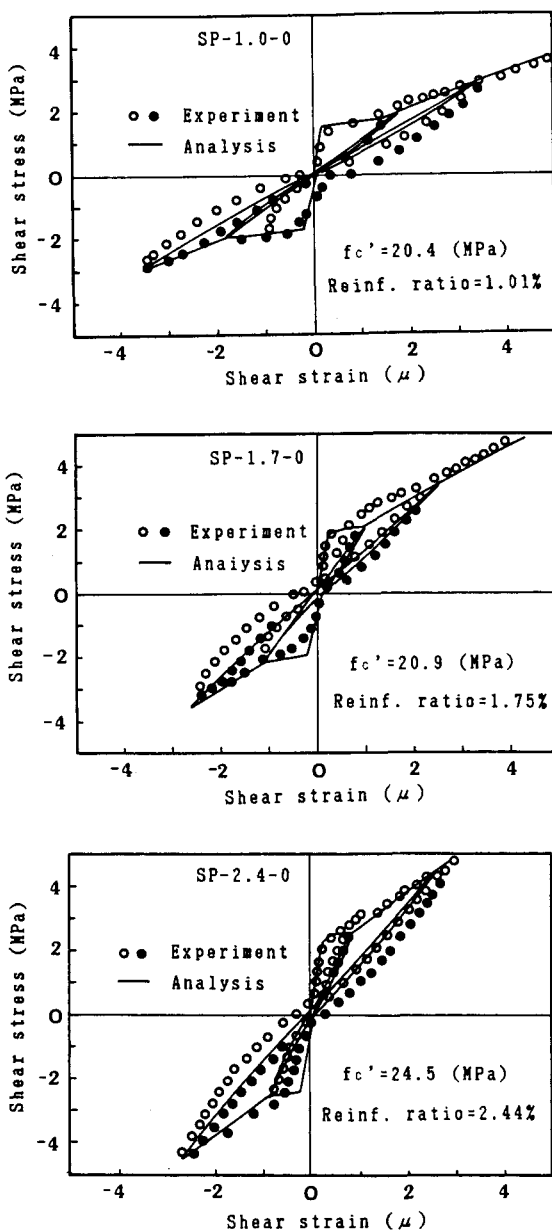


図-3 解析結果と実験値との比較

謝辞 本研究をご指導頂いた岡村甫教授ならびに前川宏一助教授に対してここに謝意を表します。

また、貴重な実験データを頂いた吉川博士に対しても紙面を借りて厚くお礼を申し上げます。

本研究は、文部省科学研究費補助金(一般研究A・課題番号61420035)を受けて行ったものである。

参考文献

- (1) 岡村、前川:鉄筋コンクリートにおける非線形有限要素解析、土木学会論文集、NO.360、V-3、1985-8
- (2) 玉井、島:正負交番載荷時のデシジョンステイキング効果、コンクリート工学年次講演会、1987、(投稿中)
- (3) 吉川、飯田、角、中川、山形:コンクリート製格納容器(CCV)のせん断挙動に対する研究、間組研究年報、1982