

放射・環状格子モデルによる非線形構成方程式のRC折板への適用

豊橋技術科学大学 正会員 加藤 史郎
 徳山工業高等専門学校 正会員 原 隆
 松江工業高等専門学校 正会員 ○大屋 誠

1. はじめに

現在土木・建築分野において幅広く用いられている材料としてコンクリートがある。コンクリートは現場で大構造物を作ることができ、かつ、様々な形状の構造物ができる利点を持っているが、多くの非線形性を有する理論的に複雑な材料である。コンクリート構造物の挙動を調べるための有効的な解析手法として有限要素法(以下FEMと略す)がある。FEMを用いてコンクリート構造物を解析するためにはコンクリートの特性を表現するための構成方程式が必要である。今まで多くの研究者により非線形性を精度良く表現するための様々な構成方程式が提案されてきた。しかしながら、単調載荷と繰り返し載荷の両方に適用しうるコンクリートの構成方程式はほとんどない。

著者らは、コンクリートの非線形構成方程式を、連続体置換方に基づき、軸剛性のみを有する36本の部材で構成される放射環状格子モデルで定式化した。そこで本研究では、1) 本格子モデルによるコンクリートの非線形構成方程式がコンクリートの2軸応力状態およびせん断応力状態をどの程度シミュレートできるかKupferら¹⁾、Collinsら²⁾の実験結果と比較し、検討する。2) 鉄筋コンクリート折板に本格子モデルを適用し、折板の挙動を分析することである。

2. 格子モデルと構成方程式

本研究において提案される格子モデルを図1に示す。この格子モデルはFEM解析において構造物の応力状態を評価するために各要素の積分点に配置される。格子モデルは軸剛性のみを有する4本の放射材と8本のリング材で構成されており、それぞれの部材は端部でピン接合されている。構成方程式は、コンクリートの要素に蓄えられる仮想ひずみエネルギーが格子モデルの各部材に蓄えられるひずみエネルギーの和に等しいと仮定することより誘導する。各部材の応力-ひずみ関係や物理的特性は実験結果より決定される。

3. 格子モデルによる構成方程式の解析

図2は単調載荷での二軸圧縮下のKupferら¹⁾の実験結果と本格子モデルに基づいて解析された結果を比較した図である。図3は繰り返し荷重下でのコンクリートのせん断特性を示した図である。◇はCollinsら²⁾による実験結果、×は前川ら³⁾による解析結果、実線は本格子モデルによる解析結果を示す。全体的に、格子モデルはコンクリートの挙動を良くシミュレートしていると思われる。

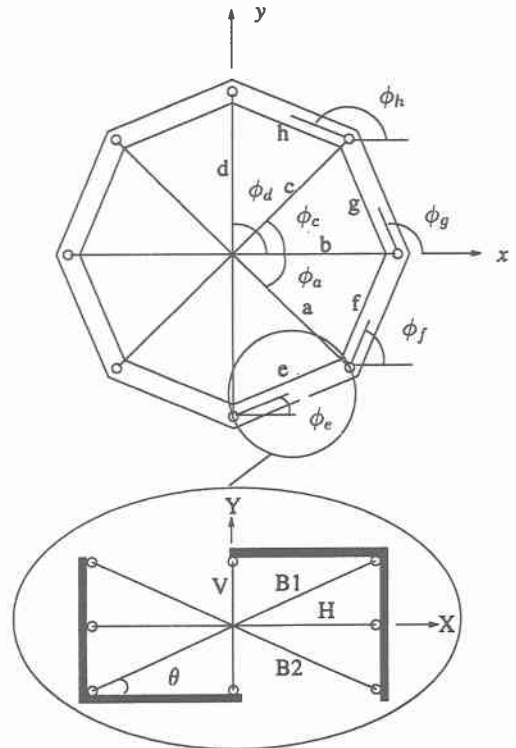


図1 格子モデルのモデルイメージ

4. RC折板への適用例

図4にRC折板の解析モデルを示す。実験において破壊が上下左右対称でなので、図4に示す射影部分の1/4モデルを解析対象とした。支持条件としてはピン支持と仮定し解析を行なった。図5にFEM解析結果を示す。解析の結果、耐力力は3208kgfとなった。

5. おわりに

本格子モデルによる構成方程式は単調荷重および繰り返し荷重下のコンクリートの挙動を精度良く追跡することのできる構成方程式であることが分かった。今回は Collins らの実験の PV27 の実験結果と

しか比較を行っていないが、今後、さらに Collins らによる他の実験結果との比較を行ない本格子モデルの妥当性を検討して行きたい。

【参考文献】

- [1] Kupfer et.al., "Behavior of Concrete under Biaxial Stresses." *ACI Journal*, Vol.66 No.8, pp656-666,1969.
- [2] Collins et.al., "The Response of Reinforced Concrete to In-Plane Shear and Normal Stresses." Publication No.82-03, Department of Civil Engineering, University of Toronto, 1982.3.
- [3] Maekawa et.al., "Nonlinear Analysis and Constitutive Models of Reinforced Concrete." *Giho Do*, 1991.
- [4] Swartz et.al., "Local Buckling Strength of a Concrete Folded Plate Model Shell." *International Symposium on Spatial Roof Structures*, Dortmund, 1984.

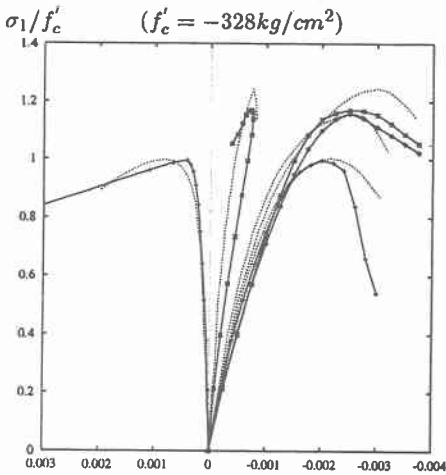


図2 二軸圧縮応力のコンクリートの応力-ひずみ図

- Kupfer らの実験値
- × $\sigma_1/\sigma_2 = -1.0/0.0$
- * $\sigma_1/\sigma_2 = -1.0/-0.5$
- ◇ $\sigma_1/\sigma_2 = -1.0/-1.0$

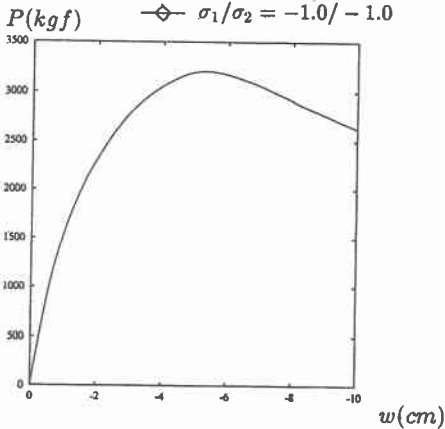


図5 折板中央の荷重-変位関係

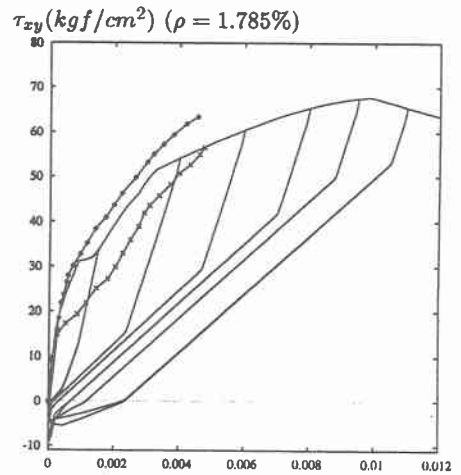


図3 純せん断下のコンクリートの繰り返し応答

- ◇× Collins らの実験値
- × 前川らの解析結果
- 格子モデルの解析結果

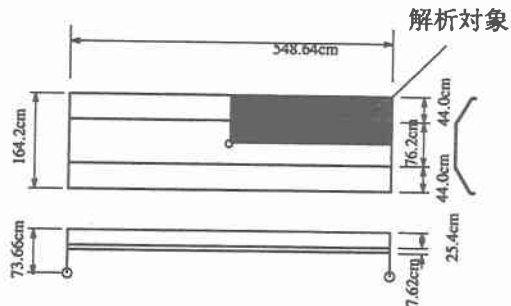


図4 折板形状