

審査の結果の要旨

論文提出者氏名 ソルタニ モハマディ マスウド

RC プレート要素はせん断壁、離岸プラットフォーム、箱型梁、核容器およびシェル構造で多く使われている RC 構造の基礎的なコンポーネントである。RC プレート要素の基本挙動は複雑であり、コンクリートと鉄筋との付着特性、骨材の噛み合い、鉄筋の dowel 効果、ひび割れ面の力の伝達、ひび割れ間のコンクリートの圧縮剛性低下、ひび割れの開閉および新しいひび割れの生成などの異なるメカニズムの組合せである。これらの要因を深く理解するのは鉄筋コンクリート構造の合理的な分析および設計の基本となる。シェルビーにあるウィルキンズ空軍貯蔵所倉庫の部分的な崩壊 (1955)、ノルウェー沖にある 3 億ドルの離岸プラットフォームの崩壊(1995)、および阪神大震災の建造物の崩壊は、分析と設計の手法での欠乏のデモンストレーションである。過去十年間で、鉄筋コンクリート構成則が非線形有限要素分析だけでなく、最近提案された設計方法にも適用できるようになってきた。

本研究では、一般的な面内応の挙動分析のためのマイクロ計算モデルの開発を目指す。RC 要素の挙動については、コンクリートと鉄筋の相互作用を含む RC 領域の応力伝達のマイクロメカニズムに基づいて、骨材の噛み合いによる応力伝達、鉄筋の dowel 効果を考慮する。提案されるモデルによって、鉄筋とひび割れが発生したコンクリートの平均応力ひずみ関係、平均ひび割れ間隔、ひび割れ開きとズレが計算できる

要素レベルに続いて、モデルはメンバーレベルまで延長される。ひび割れのある鉄筋コンクリートの構成則におけるの RC 領域のひび割れ分散性およびひずみの不均一分布が分析され、現有モデルの上でコンクリートの transient softening-stiffening model が提案され、鉄筋比の影響を考慮できるようになった。提案されたモデルの信頼性が有限要素解析で検証された。

鉄筋コンクリート要素のポストクラッキングレスポンスを計算できる手法が開発され、RC 要素の中で発生するすべての応力のマイクロ特性が考慮に入れられる。提案された方法の系統的な立証はいくつかの実験の結果との比較を通じて実行され、パラメーターの調査のために続けて使用される。

提案された方法を使用することによって

- ・ ひび割れ成長期と安定期のコンクリートおよび鉄筋の両方の空間に平均された挙動を分析できる。斜めひび割れを含む鉄筋コンクリート要素の鉄筋の平均降伏点、コンクリートの tension stiffening 効果をひび割れ面における応力釣り合い式とひずみ共用式で求められる。また、直交する鉄筋の異方性による tension stiffening 効果を検討することができる。
- ・ 局所ひび割れの開きとズレによって骨材の噛み合いと鉄筋の dowel 効果によるせん断応力伝達が考慮できる。

- ・ 斜めひび割れ間隔、ひび割れ幅およびひび割れのスリップ（ズレ）が計算できるようになる。
- ・ 提案されたモデルの延長で溶接されたワイヤーメッシュを備えた鉄筋コンクリート要素の場合、クラッキング・レスポンス（ひび割れ間隔および開き）を計算するのモデルが開発された。

提案された方法では、RC 領域の中で働く応力要因のすべてがマイクロ特性で得られるとともに、平均的な応力ひずみ関係も求まる、そしてひび割れのあるコンクリートの引張応力の合計、つまり付着伝達応力、ひび割れ伝達応力およびダイラタンシー応力のプレート要素の挙動への影響を調べることができる。

RC 要素のマクロ構成は密な配筋で均一的な応力、ひずみ分布を条件として使われている。しかしながら、RC 構造物の中で鉄筋がある部分に集中し、ある部分に無筋コンクリートの状態が生じる場合もたくさん存在する。大型鉄筋コンクリート梁のように、高さ方向にひずみの非均一分布が卓越している。このような状況でひずみの不均一分布あるいは少数ひび割れの集中現象には、十分な鉄筋を配置される条件から求められた平均応力ひずみ関係は RC 要素の挙動に適用できない。非均一性を考慮できる分散ひび割れモデルは、鉄筋コンクリートプレート要素のマイクロ応力計算によって議論することができる。本研究で提案する generic tension-stiffening model を RC 構造の FEM 分析で利用することで、一般的な適用への構成法則を開発することができた。当モデルは、鉄筋比の小さい RC 部材の構造挙動を再現し、鉄筋コンクリート構造せん断破壊のシミュレーション分析に使用した。せん断耐力の寸法効果を検討するために本モデルを適用した。

鉄筋コンクリート構造物の非線形解析モデルの精度向上および構成則の進化という点で、構造設計に大きい貢献するとともに、既設構造物の性能診断にも展開できる。よって、本論文は博士（工学）の学位請求論文として合格と認められる。