

氏名	伊藤 恭平
授与した学位	博 士
専攻分野の名称	工 学
学位授与番号	博甲第 2234号
学位授与の日付	平成13年 3月25日
学位授与の要件	自然科学研究科システム科学専攻 (学位規則第4条第1項該当)
学位論文の題目	破壊力学的アプローチによるコンクリート構造物の耐荷力に関する研究
論文審査委員	教授 谷口健男 教授 阪田憲次 教授 馬場俊介

学位論文内容の要旨

コンクリート構造物の破壊挙動を把握するために、破壊に関する数値解析が注目されている。構造設計においては、構造物の最終的な耐力の算定が必要不可欠であり、そのためには構造物を破壊に至らしめる要因であるひびわれ進展プロセスの解明が必要である。ここではひびわれ進展解析により構造物の破壊挙動を明らかにし、特に耐荷力を把握することを目的とした。

離散ひびわれモデルを用いて線形および非線形ひびわれ進展解析を行ったが、その際の成果として、①線形解析で裂進展経路は十分実験に近い結果が得られる、②非線形解析では耐荷力の算定に大きな影響を及ぼすひびわれ先端の引張軟化特性を考慮できている、という点が挙げられる。一方、それぞれの問題点としては、①線形解析ではひびわれ先端の引張軟化特性を考慮していないため算定される耐荷力には疑問が残る、②非線形解析のひびわれ進展経路の算定には、 $K_{II} = 0$ （せん断方向応力拡大係数）という条件を用いているため、膨大な計算量が必要になってしまい、という点が挙げられる。本研究では、この問題点を改善するためひびわれ進展角度の決定を線形解析で、耐荷力の算定を非線形解析を用いて行う新しい数値シミュレーション法を提案し、演算時間の効率化、解析結果の高精度化を図る。また、耐荷力の算定に影響が考えられる①引張軟化曲線、②材料定数、③有効ひびわれ長、④せん断方向結合力について種々の数値実験を行うことにより、荷重-変位関係の検証を行う。

さらに、本研究で提案する離散ひびわれモデルによるひびわれ進展解析では単一のひびわれしか表現できないため、ひびわれモデルに複数ひびわれを表現できる分布ひびわれモデルを導入し、解の検討を行う。

また、破壊力学的アプローチによるひびわれ進展解析に対して、今後どのような分野でどのような展開が期待されている状況であるかについて述べる。

論文審査結果の要旨

本研究では土木技術者が日常の設計業務で扱うコンクリート構造物の耐荷力推定に破壊力学的な考え方から検討を加えて貴重な設計情報を導いている。手法としては数値実験に基づき、線形及び非線形破壊力学、解の安定性を目指した特異有限要素を用いた変位型有限要素法の導入と自動要素分割法の活用、高速演算と容量節約の可能な連立一次方程式の解法の導入など高度な計算力学技術を行い、またコンクリート構造の最大の特色であるひびわれ現象をモデル化するフラクチャー・プロセスゾーンの導入を図り、有効なシミュレーション法を提案して、現象解明を行っている。その結果、コンクリート構造の耐荷力は非線形解析を用いれば構造実験と殆ど同じ値を算定できることを示した。また、ひびわれ進展挙動については線形解析で十分現象を掌握出来ることを示した。これらの成果は、コンクリート構造でのひびわれ現象による耐荷力はひびわれ進展挙動を線形破壊力学でもって解明した後、非線形解析で耐荷力を算定すればよいという工学的に非常に価値のある結果を導いている。また、離散ひび割れモデルの利用限界も明らかにし、その一方で分布ひび割れモデルの導入により、コンクリート構造の変形機能を表現できる可能性を指摘している。この指摘は今後のコンクリート構造の耐荷力算定法の研究方向を示している。さらに、本研究の成果として挙げられることは、今日望まれている研究分野の一つである既存構造物の補修・補強策に一つの回答を与えたことである。即ち、本研究成果を用いるとコンクリート内のひびわれ進展は容易に把握できることから、ひび割れ対策が可能となり、コンクリート構造の補修・補強のめどが立つようになった点であり、この成果も本研究を評価できる点である。

以上のことから、本研究は工学的に貴重な多くの成果導き、また多くの示唆を与え、特に土木技術者に重要な設計情報を与えていることから、下記の様に判断しました。