

名古屋大学工学部 正員 水野 英二
 名古屋大学 学員 前田 欣昌
 名古屋大学大学院 学員 伊藤 誠
 三重大学工学部 畑中 重光

1. はじめに

これまでの筆者らによる一連の「形状および寸法を考慮したコンクリートの圧縮軟化挙動に関する研究」結果によれば、圧縮破壊吸収エネルギーは、初期破壊点近傍では大きく、離れるに従って小さくなってゆくことが確認されている。本研究では、これまでの実験的考察結果に基づいて破壊吸収エネルギーパターンを想定し、形状・寸法の異なるコンクリート供試体の圧縮軟化挙動を数値シミュレーションする。

2. 寸法効果を考慮したコンクリートの圧縮破壊エネルギー吸収能

ここでは、寸法の異なるコンクリート供試体の軟化域での塑性吸収エネルギー能（圧縮破壊吸収エネルギー能）について考察する。筆者らは、中心軸圧縮を受けるコンクリート立方体内の破砕パターンの概念図（図-1（a））を、図-1（b）に示すような破壊エネルギー吸収パターンの概念に拡張した¹⁾。この概念によれば、破壊点（図中では供試体の中心に設定）から離れるに従い、圧縮破壊吸収エネルギー能は徐々に減少してゆく。本研究では、圧縮破壊吸収エネルギー能の低減状態は等方的であると仮定して、図-1（a）と図-1（b）の概念を結び合わせたモデル（図-1（c））へと拡張した。図-1（c）に示すモデル図において、黒い部分はコンクリート立方体内に生じたクラックバンドであり、その面積はエネルギー吸収能の大きさを表している。特に、中心部分の黒い円は破壊点でのエネルギー吸収能を表している。また、同心円状に描かれた破線は圧縮破壊エネルギー量のコンターを示している。

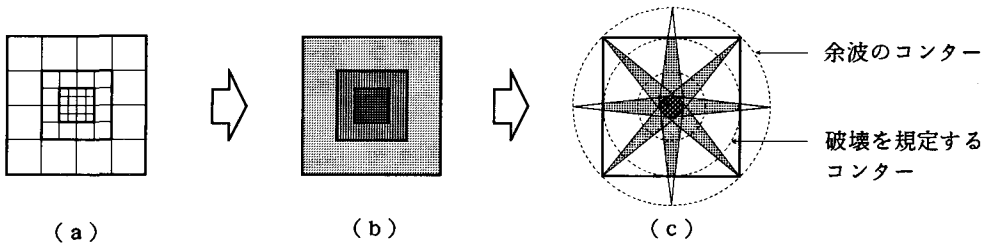


図-1 コンクリート立方体内のエネルギー吸収能の概念図

3. 圧縮破壊シミュレーション手法

形状効果（破壊域と未破壊域）、寸法効果（吸収エネルギーの低減）を考慮した圧縮破壊シミュレーション解析を行うにあたって、図-1（c）のような破壊パターンを想定する。すなわち、（I）初期破壊点は供試体中心に発生する、（II）クラックは等方的に進展する、（III）クラックが供試体断面を貫通した時点（図-1（c）中、破線で示したコンターがコンクリート立方体に内接した時点）で破壊が終了する、（IV）破壊の余波がある程度まで未破壊領域（図中、内接したコンターよりも外側部分）に同心円状に伝わるものとして、Parallel-Series モデル（図-2）により解析する。本解析では、図-2に示すようにコンクリート供試体を有限個のParallel要素（柱部分）に分割し、（1）各Parallel要素内のSeries要素では応力・ひずみ状態は一軸状態であり、（2）剛板（供試体を一軸圧縮する上下の板）と供試体の上下端部との間には摩擦はないと仮定した。

次に、Parallel-Series モデル（図-2）の任意のParallel要素内のSeries要素の圧縮破壊吸収エネルギー能を模式的に図-3（a）に示す。色の濃い要素ほど、多くのエネルギーを吸収したことを示している。

この吸収エネルギー能の低減状態は筆者らの研究結果¹⁾に従い、距離の関数として表した。柱部分の各要素の吸収エネルギー能を、縦軸に強度パラメータ f_p 、横軸に圧縮破壊吸収エネルギー W_p を用いて示したものが図-3 (b)である。また、図-3 (c)には、それら要素に対応する応力 σ -ひずみ ϵ 曲線を示す。Parallel-series modelでは、柱部分を構成するすべての要素において軸応力が等しいので、ある応力点に対するひずみを合計すれば、応力-変位(供試体の軸方向変位)曲線が得られる。さらに、各々の応力-変位曲線から一軸圧縮力-変位曲線が得られ、一軸圧縮力を供試体の断面積、変位を供試体高さでそれぞれ割れば、平均応力-平均ひずみ曲線が得られる。

4. 数値シミュレーション

一軸圧縮強度が 400kgf/cm^2 のコンクリート供試体(寸法:縦 $10 \times$ 横 $10 \times$ 高さ 10 cm)の破壊吸収エネルギー曲線を基本曲線として、供試体A(寸法: $20 \times 20 \times 20\text{ cm}$ 、寸法効果検討用)および供試体B(寸法: $10 \times 10 \times 20\text{ cm}$ 、形状効果検討用)の一軸圧縮破壊シミュレーション解析を行った。解析では、それぞれの供試体の中心に初期破壊点を設定した。解析を行うにあたり、初期破壊点からの距離 d による吸収エネルギーの低減率 y を筆者らによる実験結果¹⁾を基に、 $y = -(1/14) \cdot d + 1.32$ とした。また、破壊吸収エネルギーが及ぶ範囲

(余波の及ぶ範囲)を $L_{\text{MIN}} \times \sqrt{3}$ (L_{MIN} :最短破壊距離。ここ

では、供試体Aでは 10cm 、供試体Bでは 5cm)と仮定した。結果を図-4 (a) および図-4 (b) に示す。縦軸は各々の最大強度に対する圧縮強度比、横軸は平均ひずみである。

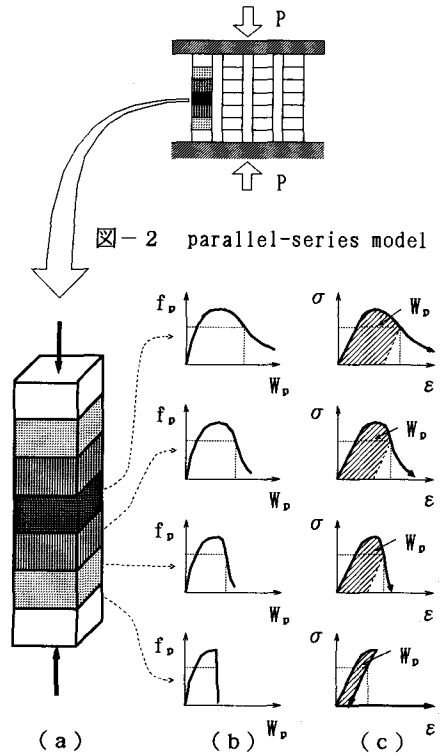


図-3 (a) 吸収エネルギーの低減
 図-3 (b) f_p - W_p 曲線
 図-3 (c) σ - ϵ 曲線

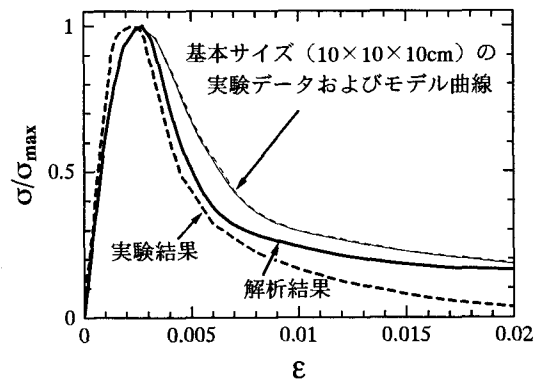
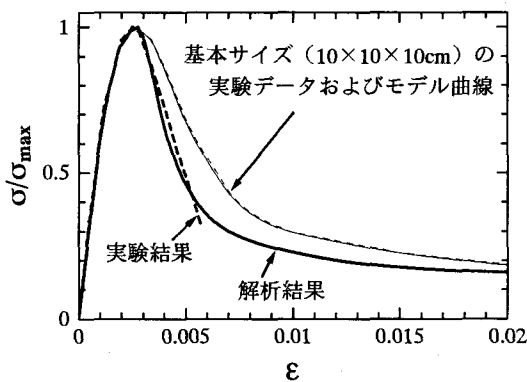


図-4 (a) シミュレーション結果(寸法効果) 図-4 (b) シミュレーション結果(形状効果)

5. まとめ

本研究では、コンクリート供試体の圧縮破壊解析を通して、寸法および形状効果をシミュレーションした。謝辞: 本研究の一部は、財団法人日東学術振興財団の助成によった。ここに、感謝致します。

《参考文献》1)水野, 畑中, 伊藤: コンクリート工学論文集, Vol. 5, No. 1, 1994