

V-366 数値モデル化したコンクリートの シミュレーション解析

横浜国立大学大学院 学生員 下場 和重
横浜国立大学工学部 正会員 椿 龍哉

1. まえがき

コンクリートの変形挙動を正確に把握することは、コンクリート構造物の設計や施工の合理化をはかる上で重要である。¹⁾ 本研究では、コンクリートの変形挙動に及ぼすコンクリートの巨視的な内部構造の影響を明らかにするために、数値モデル化したコンクリートを有限要素法を用いてシミュレーション解析するための基礎研究を行った。

2. コンクリートのモデル化

ひびわれや骨材の影響等、コンクリートの材料特性に及ぼす巨視的な影響要因の特性を明らかにするために、コンクリートは粗骨材のレベルでモデル化を行う。すなわち、コンクリートはモルタル、粗骨材、およびそれらの界面の3種類の部分から構成されるものとする。粗骨材の粒径は与えられた粒度分布に従うものとする。ここでは、粗骨材の体積率に応じた分布を表現するために、4段階の粒径の粗骨材を含むもの、および粗骨材を含まないものの計5種類の四辺形マクロ要素を用いる(図-1参照)。そして、それらをランダムに配置することによりコンクリートをモデル化することにする。各々のマクロ要素は所定の個数の2次元8節点アイソパラメトリック四辺形要素から構成される。

3. 数値シミュレーション結果

各マクロ要素の一軸圧縮に対する変形と主応力分布を図-2に示す。ここでは、モルタルと粗骨材の剛性の比率が顕著な場合として、若材令のコンクリートを想定している。使用した材料定数の値は、モルタルと粗骨材の縦弾性係数(E)が、各々、 2.0×10^3 、 2.0×10^6 (Kg/cm²)、ポアソン比(ν)が、各々、0.4、0.2である。また、界面の材料特性は一般に不均一であると考えられるが、この計算例では、周囲のモルタルと同一の材料特性を持つものと仮定した。計算結果より、粗骨材周辺の応力集中や、粗骨材の横変形に対する拘束効果等が確認できる。次に、マクロ要素を用いてモデル化したコンクリートの変形特性について検討する。計算の都合上、ここでは、図-1(a)に示すようなマクロ要素を用いる。モデル化したコンクリートは図-3(a)に示される。一軸圧縮荷重を与えた場合の変形と主応力分布の例を図-3(b, c)に示す。変形の不均一さと粗骨材に沿った応力の流れが確認できる。さらに、粗骨材を含むマクロ要素を一様乱数を用いてランダムに配置したモデル化されたコンクリートを30個解析し、それらの縦弾性係数とポアソン比の値を求めた(図-4参照)。図の中に示されている、Method-1とMethod-2は、各々、全体的な平均を求めたものとモデルの中央の位置の変形で計算したものを表す。これらの結果から、この数値モデル化したコンクリートは、平均的にはほぼ均質であり、また、局所的にはばらつきを示すことがわかり、より詳細な数値シミュレーションを行う場合にも適したものであることが確認された。

4. あとがき

コンクリートの変形特性における巨視的な内部機構を明らかにするため、コンクリートを粗骨材レベルで数値モデル化し、それを有限要素解析することを試みた。シミュレーション解析の結果、コンクリートの数値モデル化の手法の妥当性が確認された。

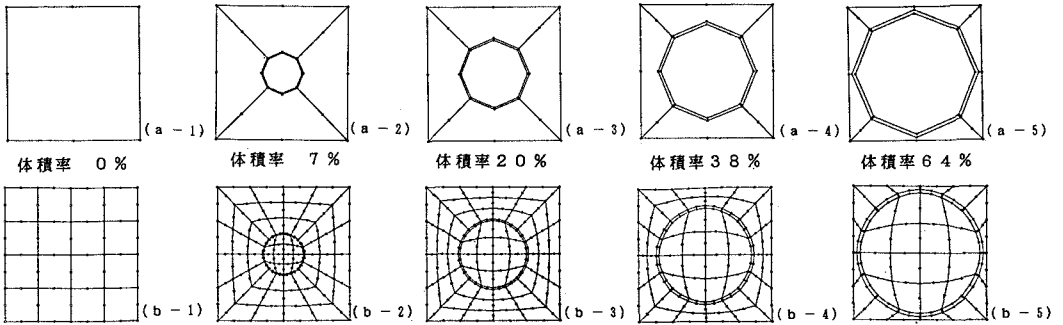


図 - 1 マクロ要素

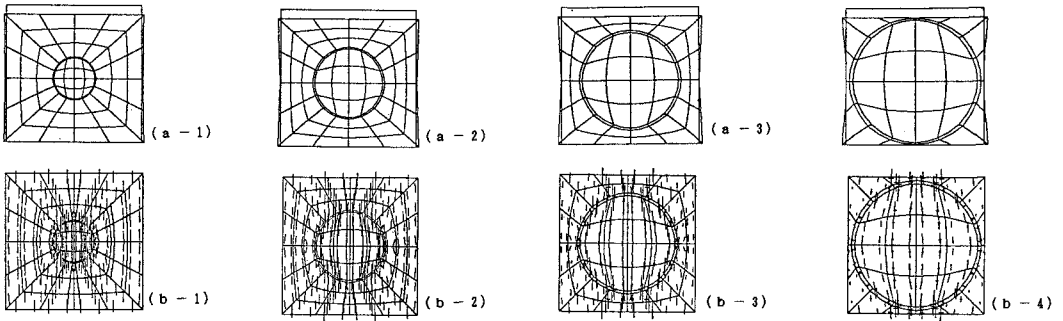


図 - 2 マクロ要素の変形と応力分布 (a)変形 ; (b)主応力

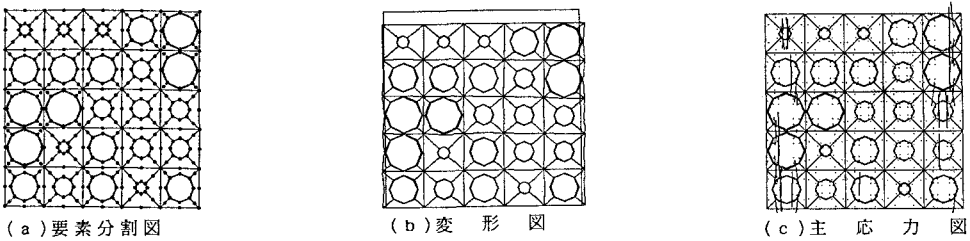


図 - 3 数値モデル化したコンクリートの変形と応力分布

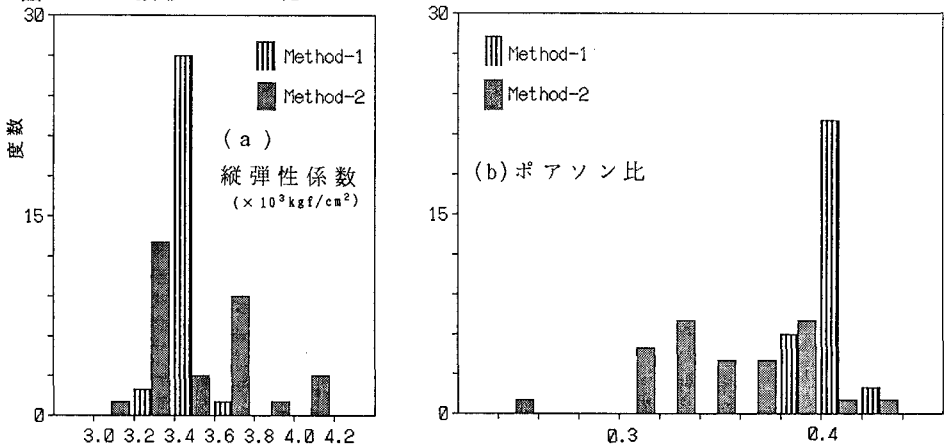


図 - 4 シミュレーションの解析結果

【参考文献】

- (1) Roelfstra, P.E., Sadouki, H., and Wittmann, F.H.: Le beton numerique, Materials and Structures, Vol.18, 1985, pp.327-336.