

# デジタル画像処理を用いたフリーメッシュ法による二次元応力解析問題への応用

琉球大学 正会員 伊良波 繁雄 琉球大学 学生員 富山 潤  
琉球大学 島袋 佳 東京大学 矢川元基

## 1. はじめに

本研究は、メッシュレス法の一つであるフリーメッシュ法(FMM)<sup>1)</sup>の解析データとしてデジタル画像のピクセル情報から直接フリーメッシュ法用解析データを作成する手法を開発した。この手法により複雑な形状を示す実構造物でも解析用データの作成が容易となる。このためにフリーメッシュ法と本研究で開発した解析モデル作成手法を用いることで、本研究で示す解析手法は比較的応用範囲の広い解析ツールとなる。本解析手法の妥当性を検討するために数値解析例としてコンクリート円柱供試体の割裂試験時の二次元応力解析を行った。

## 2. フリーメッシュ法

FMMは、図-1に示すように解析領域内に配置された各節点(中心節点)ごとに、その付近の節点(衛星節点)を集めてローカルな領域で一時的に三角形要素を作る。これらの一時的な三角形要素の要素剛性マトリックスから着目している中心節点に寄与する行成分のみを全体剛性マトリックスに足し合わせる。これをすべての節点で行い、全体剛性マトリックスを作成し、連立一次方程式を解く。このようなFMMは矢川らによって提案された解析手法である。

## 3. 解析モデル作成手法<sup>2)</sup>

FMMの解析データは、節点の座標と図-1に示すように一時的な三角形要素を作るために必要な節点を集める検索半径Rおよび各節点の位置での材料特性(弾性係数E, ポアソン比 $\nu$ , 引張強度 $F_t$ , 圧縮強度 $F_c$ )である。解析データ作成手法は、デジタル画像のピクセルの位置をデカルト座標にピクセルのRGBカラー情報を材料特性に変換するだけでよい。ただし、デジタル画像は材料特性ごとに単純な色で識別する必要がある。それから各色ごとに異なる材料特性を入力する。具体的な解析データ作成法は次の数値解析例で示す。図-2に解析データ作成の手順を示す。

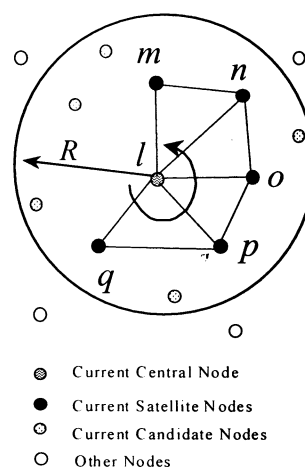


図-1 中心節点に関するローカル要素

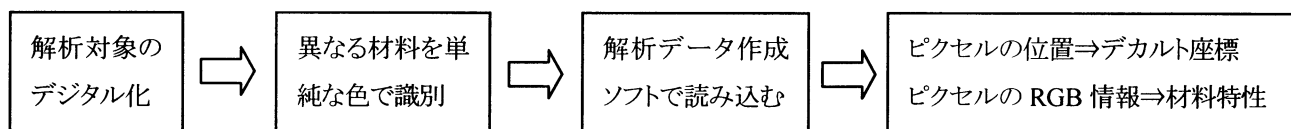


図-2 解析データ作成手順

## 4. 数値解析例

ここでは、図-3(a)に示すコンクリート円柱供試体の割裂試験時の二次元応力解析を行った。はじめにコンクリート円柱供試体をデジタルカメラなどによりデジタル画像化する。次に異なる材料ごとに単純な色で識別する(図-3(b)参照)。この画像処理後、フリーメッシュ法用解析データ作成ソフト(自作)でそのデジタル画像を読み込む。色ごとに異なる材料特性を代入する。この例の場合はモルタルと粗骨材の材料特性を代入する。さらにピクセルの位置をデカルト座標に変換することでFMM解析データが作成される。なお、このソフトで作成される節点の配置は格子状であるために、検索半径は節点間距離の2倍としている。

キーワード:フリーメッシュ法, デジタル画像, 数値解析, コンクリート

〒903-0213 沖縄県西原町字千原 1番地, TEL:098-895-8663, FAX: 098-895-8663

表-1 に解析に用いたモルタルと粗骨材(石灰岩碎石, 硬質砂岩)の材料特性を示す。

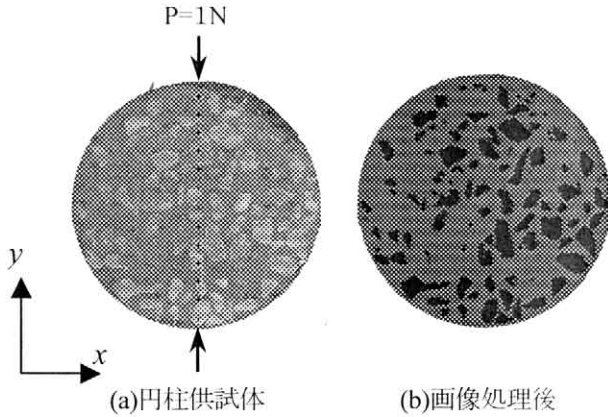


図-3 解析モデル

表-1 モルタル, 粗骨材の材料特性

	E(N/mm <sup>2</sup> )	Ft(N/mm <sup>2</sup> )	Fc(N/mm <sup>2</sup> )	$\nu$
モルタル	20000.0	2.214	50.918	0.21
石灰岩碎石	56122.45	5.524	51.938	0.15
硬質砂岩	40102.04	15.939	56.122	0.15

解析では, 割裂試験時の応力状態にコンクリート中の粗骨材がどのような影響を与えるかを調べるために, モルタル(均質材料)のみとコンクリート(複合材料)の両方で解析を行った。荷重方法は図-3(a)に示すように単位荷重を供試体中央に荷した。

次に解析結果を示す。図-4 は, モルタル供試体とコンクリート供試体の荷重軸上での応力  $\sigma_x$  の分布を示し, 理論値 ( $\sigma_x = 2P / \pi dl$ , P: 荷重, d: 直径, l: 円柱の長さ)と比較した。

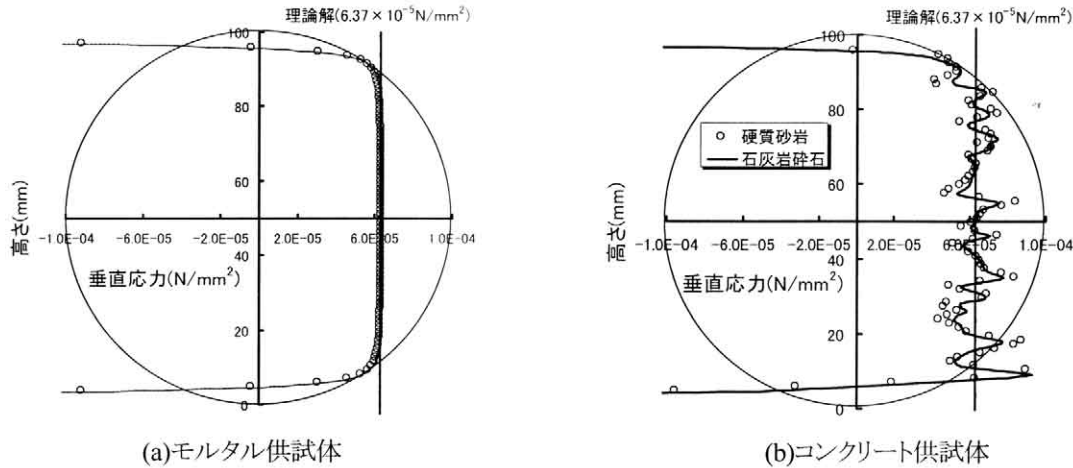


図-4 荷重軸の応力  $\sigma_x$  の分布

図-4(a)より, モルタル供試体の解析結果は荷重点付近で圧縮応力が生じ, 理論値との差が見られるが, その他の部分では理論値とほぼ一致した。また, 図-4(b)のコンクリート供試体の解析結果も荷重点付近では圧縮応力が生じた。しかし, その他の部分では粗骨材の影響を受け理論値を境にし複雑な応力分布を示した。図-5 に全断面での応力  $\sigma_x$  の分布を示す。

図-5 から応力  $\sigma_x$  が粗骨材の影響を受けて, かなり複雑な分布を示しているのがわかる。

## 5. まとめ

以上のようにデジタル画像を用いてフリーメッシュ法用解析データを作成することにより, 粗骨材の分布を考慮に入れたコンクリート材料の応力解析が行えることを示した。

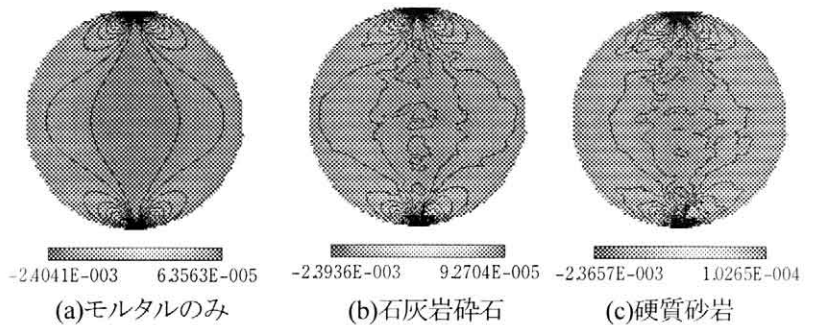


図-5 全断面での応力  $\sigma_x$  の分布(N/mm<sup>2</sup>)

## 【参考文献】

- 1) 山田知典:フリーメッシュ法の並列化, 東京大学修士論文, 1997
- 2) 松本洋, 伊良波繁雄, 富山潤, 矢川元基:簡単な画像処理を用いたフリーメッシュ法の二次元問題への適用, コンクリート工学年次論文報告集, Vol.21, No.3, pp.31-36, 1999