

I-21 軸対称および非軸対称荷重を受ける 擬似軸対称構造物の応力解析

（独）電力計算センター 正会員 川原場博美
電力中央研究所 正会員 遠藤 孝夫
四国電力（株） 広瀬 譲治

1. まえがき

従来、軸対称および非軸対称荷重を受ける軸対称構造物の有限要素解析では、周方向に幾何学的形状および材料定数の変化がないことから解析が簡明化されている。実際の構造物は開口部や肉厚変化があり、形状が厳密には軸対称とならない場合や、コンクリートの局部的ひびわれ発生により剛性が軸対称とならない場合がある。このような構造物の実状に即した応力解析を行なうには、シェル要素を用いた三次元解析による方法、あるいは可変剛性リング要素²⁾を用いた方法などがある。

本報告は、非軸対称荷重を受ける比較的厚壁の回転シェル構造物で、周方向の形状や剛性が変化して擬似軸対称構造となる場合の計算手法と、簡単なモデルによる数値計算例を示したものである。

2. 計算手法の概要

ここでは、文献1)に基づき有限要素の荷重と変位をFourier級数展開し、周方向の各断面において、ある荷重に対するひずみや応力を計算し、計算されたひずみや応力の関数としてその断面で負担できる応力（保持応力）を定め、それ以外の応力を解放して収束するまで繰り返し計算する手法をとっている。

計算手法は図-1に示すように次の手順を踏む

- 1) cosine成分あるいはsine成分について、フーリエ級数の調和成分ごとに剛性マトリックスを作成し、繰り返し計算の為にfileしておく。
- 2) 与えられた節点荷重により、調和成分ごとに連立方程式を解き、節点変位を計算する。
- 3) 変位より、調和成分ごとに応力を計算する。
- 4) 周方向の各断面での節点変位を計算する。
- 5) 周方向の各断面での応力を計算する。
- 6) 各断面で計算された応力の中で、保持応力を導入する要素のある断面の応力を定める。
- 7) cosine成分あるいはsine成分について、応力から要素の等価節点力を算出し加え合せる。
- 8) 初期に与えられた節点外力より、7)で算出された節点力を差し引く。
- 9) 8)で求められた荷重を用いて、2)～8)を繰り返し計算する。

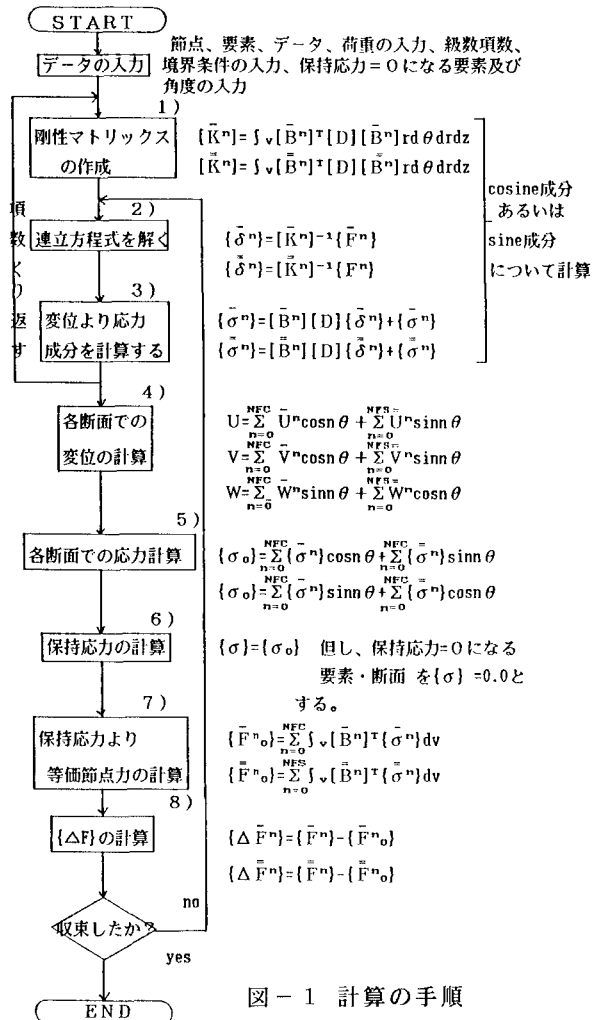


図-1 計算の手順

3. 数値計算と考察

計算に用いたモデルは、図-2に示すように高さ60cm、壁厚30cm、外径260cmの軸対称構造物へ適用した。このモデルは、断面中央部の全周に穴があいた部分（斜線の部分）を有し、外力として鉛直方向に圧縮荷重20kgf/cm²の軸対称荷重を作用させた場合の弾性解析を行った。

計算は、穴があいた断面中央部の要素剛性を零とした場合と、保持応力を零とし、繰り返し計算を行なった場合について比較検討した。

この結果、図-3に示したように剛性を零にした場合と比較すると、繰り返し回数が8回程程度で一致した。すなわち、軸対称構造物に対し、任意の要素と周方向断面の保持応力を零にすることにより、非軸対称構造物に適用できることを示唆している。

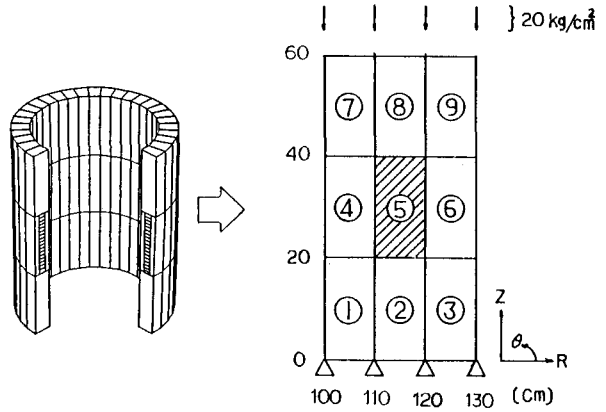


図-2 計算モデル

4. あとがき

本報告で述べた計算手法は、構造物が開口部や肉厚変化があり形状が厳密に軸対称とならない構造物やコンクリートの局部的ひび割れ発生により剛性が軸対称とならない構造物の解析に有効であり、一般の三次元解析と比較して経済的であると思われる。

本研究を行なうにあたり、貴重な助言をいただいた名古屋大学田辺忠顕教授に謝意を表します。

参考文献

- (1) O.C.Zienkiewicz 著：吉識雅夫、山田嘉昭監訳：基礎工学におけるマトリックス有限要素法、PP 255～PP 273，培風館（昭和54年2月）
- (2) 遠藤孝夫、田辺忠顕：ひび割れあるいは断面欠損等の剛性変化を考慮したシュル構造物の応力解析、電力中央研究所報告NO.379034，昭和58年9月

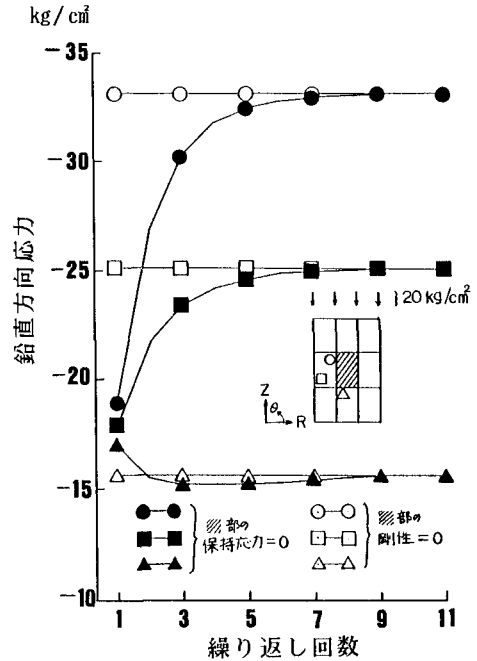


図-3 応力履歴