

## 1. [構造力学・構造工学一般]

論文題目：“1次せん断変形理論に基づいた二重曲率  
シェルの正確な級数解”

著者：渡辺 力，林 正

掲載：Vol.54A, pp.1-10, 2008年3月

## ◆討議 [岩崎英治 (長岡技術科学大学)]

本論文は、二重曲率シェルの面内回転に関するモーメントのつりあい条件式を満足するように、ひずみ変位関係式を修正して、解析解を誘導していますが、精度の確認に用いている有限要素はそのような修正がなされているのでしょうか？あるいは、有限要素にそのような修正がされていない場合には、本論文で誘導した解析解が、既往の解析解に比べて、有限要素解に近い値が得られるのはなぜでしょうか。

◆回答：著者らの論文に対して、貴重なご意見を頂きありがとうございます。

本研究では、精度確認のための有限要素として一般シェル要素<sup>1)</sup>を用いています。この要素は、三次元弾性理論に基づいたソリッド要素において、厚さ方向に変位を直線補間し、法線方向の応力がゼロとなるシェルの仮定を導入した退化シェル要素<sup>2)</sup>です。この「厚さ方向の変位を直線補間」と「法線方向の応力がゼロ」の仮定は本文中に示した一次せん断変

とりまとめ：岩崎英治 (長岡技術科学大学)

形理論の仮定と全く等価であり、したがって一般シェル要素(退化シェル要素)を用いて細分割した有限要素解は一次せん断変形理論に基づいた正確な解析解に収束することになります。しかしながら、既往の解析解では偏平シェルの仮定や合応力の近似など種々の近似が用いられており、細分割した一般シェル要素の解と応力が良く一致する一次せん断変形理論に基づいた正確な解析解は無いようです。

本研究では、一次せん断変形理論の仮定以外に仮定や近似を用いずに、合応力も正確に取り扱っています。その結果、本文中の計算例に示すように応力も一般シェル要素(退化シェル要素)による解と良く一致しています。また、本研究では Reddy の研究を拡張し、面内回転に関するモーメントのつりあい条件式を満足するように修正したひずみ変位関係式を用いていますが、本研究で取り扱っているような周辺を単純支持された二重曲率シェルでは、ひずみ修正の効果は現れません(すなわち、直交曲線座標系によるひずみ変位関係式をそのまま用いた場合と解が一致します)。なお、本文中でも説明していますように、計算例に示した「ひずみ修正なし」の計算値は、式(14),(30),(36)の下線で示したひずみの付加項を省略した場合の値ですので、ご注意ください。

## 参考文献

- 1) ADINA Theory and Modeling Guide : ADINA R&D Inc., 2003.
- 2) 例えば, Bathe, K.J. : *Finite Element Procedures*, Prentice Hall, pp.437-449, 1996.