

# IGA-重合パッチ法 (S-IGA) の基底関数の高次化に関する研究

[岡田研究室]

7518074 土山 雄飛

有限要素法解析 (Finite Element Method, FEM) では, 解析モデルの設計にかかる時間が解析全体の約 80 % を占めていると見積もられている. 近年では, 解析モデルの生成時間を短縮するためにメッシュフリー法が研究されており, その一つに CAD の幾何学表現である非一様有理 B スプライン (Non-Uniform Rational B-Spline, NURBS) を基底関数としたアイソジオメトリック解析 (Isogeometric Analysis, IGA) がある. また, FEM 解析の柔軟なモデリングと高精度化が可能となるマルチスケール解析手法のひとつに重合メッシュ法 (S-version Finite Element Method, S-FEM) があり, これを IGA 解析に応用した手法である重合パッチ法 (S-version Isogeometric Analysis Method, S-IGA) が提案されている.

本研究では, IGA 解析と重合パッチ法解析における基底関数の次数を高次化した解析例を示し, 解析精度を検証した. IGA 解析では, 図 1 に示すように同自由度では 2 次より 3 次の基底関数の方が高精度となった. 重合パッチ法解析では, 基底関数の次数の組はグローバルパッチとローカルパッチで共に 3 次とした場合が最も高精度となり, 図 2, 図 3 に示すように 3 次の基底関数を用いた方がより滑らかな結果の分布を示した. また, グローバルパッチの要素サイズに対するローカルパッチの全体サイズの比を 2.5 倍から 4 倍の間に設定すると解析精度が低下する現象を防ぐことが確認された.

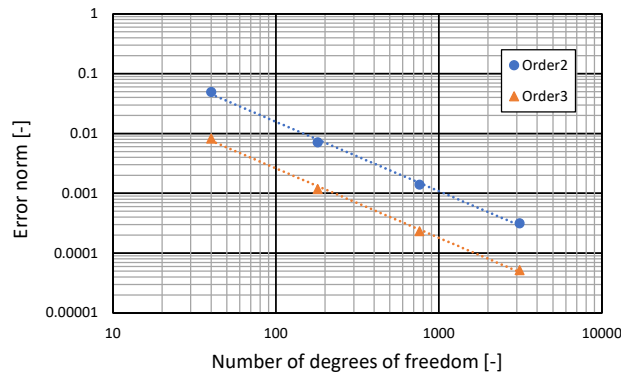


Fig. 1 Error norm of  $\sigma_{rr}$  in IGA analysis.

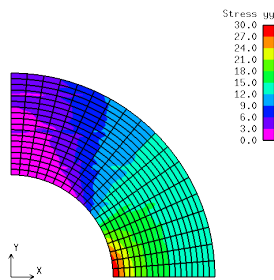


Fig. 2 Stress in y direction on Local patch in the S-IGA analysis (second-order, Global patch  $30 \times 30$ , Local patch  $20 \times 20$ ).

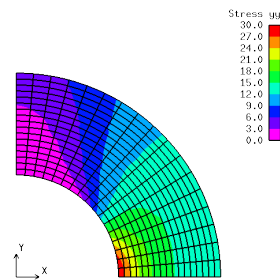


Fig. 3 Stress in y direction on Local patch in the S-IGA analysis (third-order, Global patch  $30 \times 30$ , Local patch  $20 \times 20$ ).

# Study on higher order of basis functions for S-version Isogeometric Analysis Method

[Okada Group]

7518074 Yuhi TSUCHIYAMA

In Finite Element Method (FEM), it is estimated that the time spent in designing the analytical model accounts for about 80 % of the total analysis time. In recent years, Meshfree method have been studied in order to shorten the generation of analytical models. One of them is Isogeometric Analysis (IGA), which uses Non-Uniform Rational B-Spline (NURBS), a geometric representation of CAD, as basis functions. In addition, the S-version Finite Element Method (S-FEM), which is a multi-scale analysis that enables flexible modeling and high accuracy of FEM analysis, has been proposed to be applied to IGA analysis, S-version Isogeometric Analysis Method (S-IGA).

In this study, examples of IGA analysis and S-IGA analysis with higher order of basis functions are presented to verify the accuracy of the analysis. In the IGA analysis, the third-order basis functions were more accurate than the second-order basis functions for the same degrees of freedom. In the S-IGA analysis, the highest accuracy was obtained when the order of basis functions was set to the third-order for both the Global and Local patches. The distribution of results was smoother when the third-order basis functions were used. It was also confirmed that setting the ratio of the overall size of the Local patch to the element size of the Global patch between 2.5 and 4 times prevented the phenomenon of reduced analysis accuracy.