



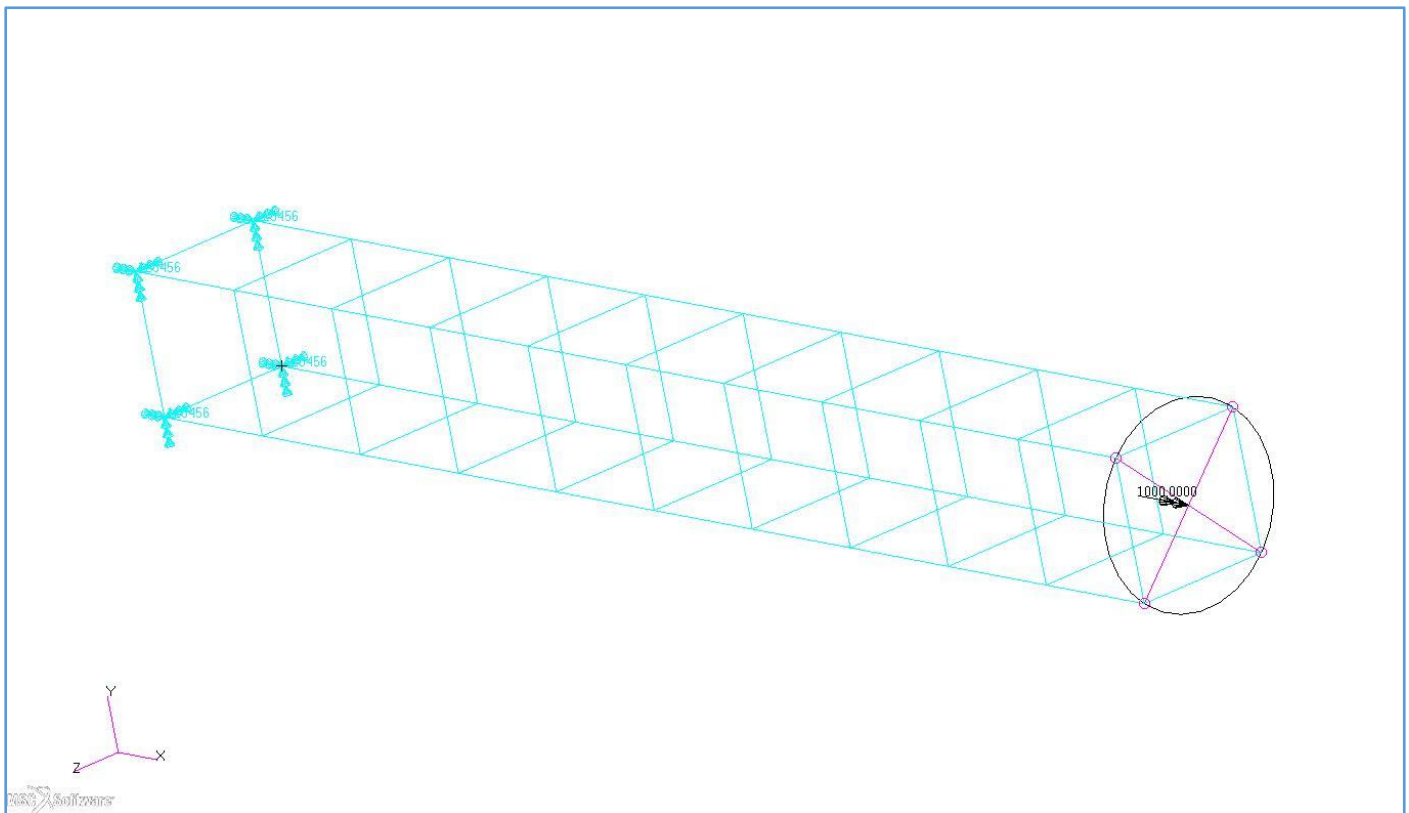
## MSC Nastran

### Aufweitung des Querschnitts unter Torsionsbelastung

Eine häufig zitierte Aussage hinsichtlich der Aufweitung eines Querschnitts unter Torsionsbelastung lautet, diese wäre eine Folge der Skalierung und somit Überhöhung der Verschiebungen im Postprozessor.

Diese Aussage ist nicht korrekt. Ursache der Aufweitung ist vielmehr, dass den Ergebnissen der linearen Finite-Elemente-Methode die „Theorie der kleinen Verschiebungen“ zugrunde liegt.

Zur Verdeutlichung dient das folgende einfache Modell. Ein einseitig eingespannter Kragbalken aus Hexaeder-Elementen wird durch ein Torsionsmoment belastet. Die Einleitung des Momentes erfolgt über ein RBE2-Element.

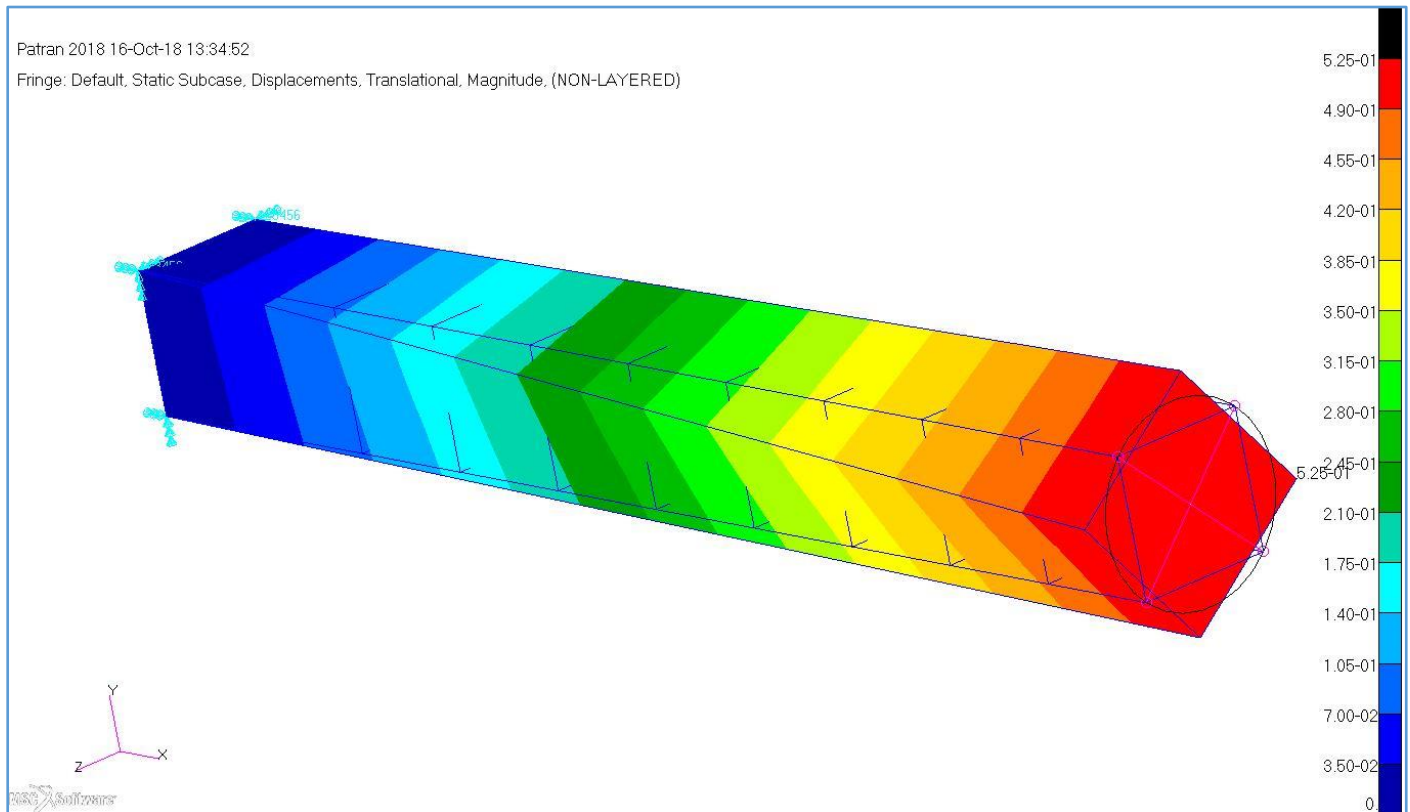




## MSC Nastran

### Aufweitung des Querschnitts unter Torsionsbelastung

Für eine rein lineare statische Analyse (SOL 101) ergibt sich das folgende Verformungsbild.



Die Skalierung der Verschiebungen im Postprozessor ist hierbei gleich „1“. Es erfolgt also keine Überhöhung. Trotzdem ist eine deutliche Aufweitung des Querschnittes vom linken zum rechten Ende des Balkens erkennbar, die auch durch das „starre“ RBE2-Element nicht verhindert wird. Ist diese Aufweitung „zu groß“, so liegt eine zu starke Verletzung der Annahme „kleiner Verformungen“ vor.

Zur Verdeutlichung wurde für das gleiche Modell mit SOL 400 eine nichtlineare statische Analyse durchgeführt.

Hierzu war neben der Änderung der Solution auch die Eingabe des Case-Control-Kommandos NLSTEP mit Verweis auf einen entsprechenden Eintrag in der Bulk-Data-Section, sowie der PARAM, LGDISP, 1 zur Aktivierung großer Verformungen bzw. Rotationen notwendig.

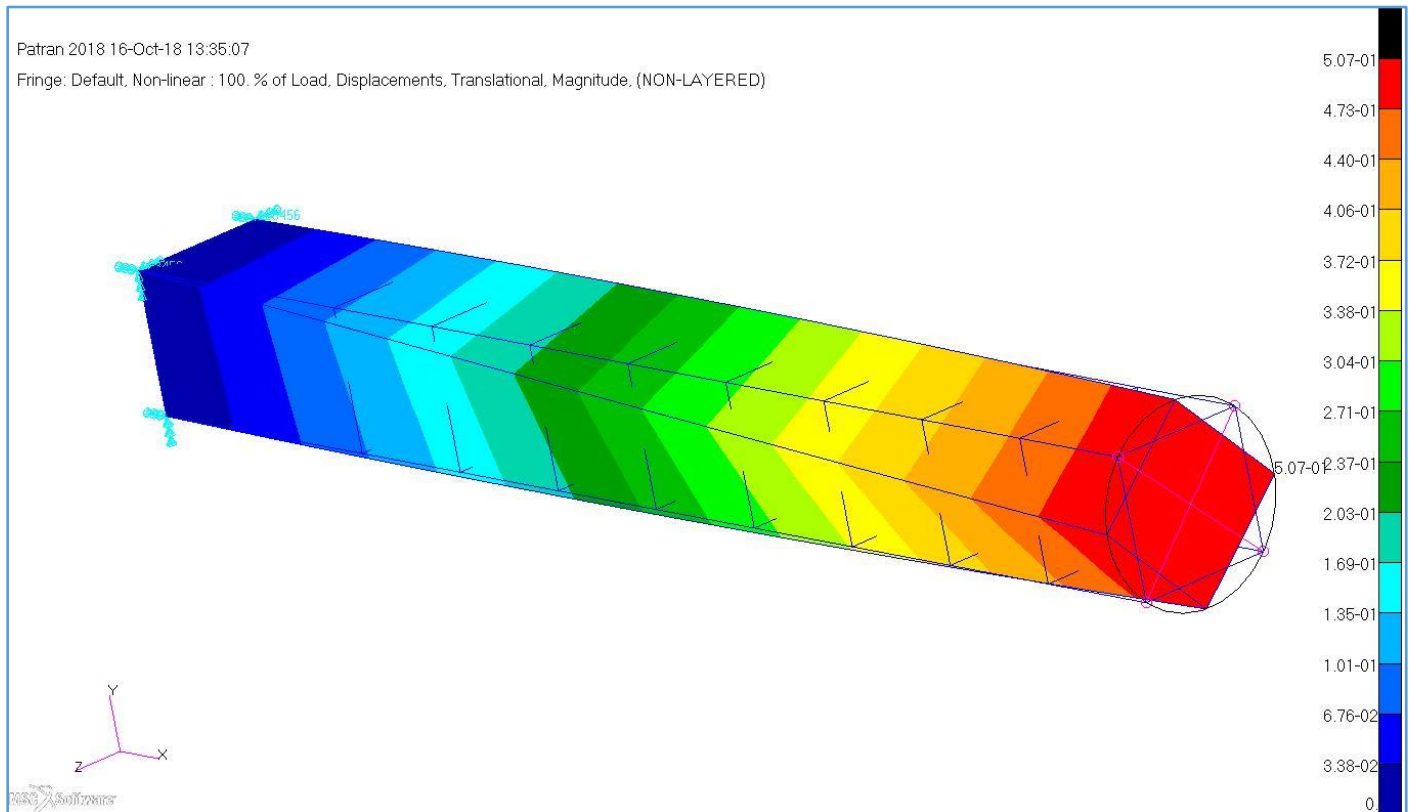
In der SOL 400 sind R-Typ-Elemente, wie das RBE2, keine einfachen linearen Gleichungen sondern über die Lagrange-Multiplikatoren-Methode als wirklich nichtlineare Elemente definiert, die z.B. auch große Rotationen erlauben. Dies steht im Gegensatz zu den übrigen nichtlinearen Solutions (106 und 129), in denen diese Elemente immer rein linear bleiben.



## MSC Nastran

### Aufweitung des Querschnitts unter Torsionsbelastung

Das Ergebnis dieser Berechnung mit SOL 400 zeigt das folgende Bild.



Wie zu erkennen ist, bewegen sich die Knoten des Querschnitts am rechten Ende des Balkens auf der angedeuteten Kreisbahn, die auch durch die Positionen der Knoten des unverformten Querschnitts verläuft. Es erfolgt also eine reine Verdrehung ohne Aufweitung.

Es konnte somit gezeigt werden, dass die Aufweitung des Querschnitts eine (korrekte) Folge der linearen Analyse und kein grafisches Darstellungsproblem des Postprozessors ist.