

Aufgabe 4: Nichtlinearität durch Kontakt

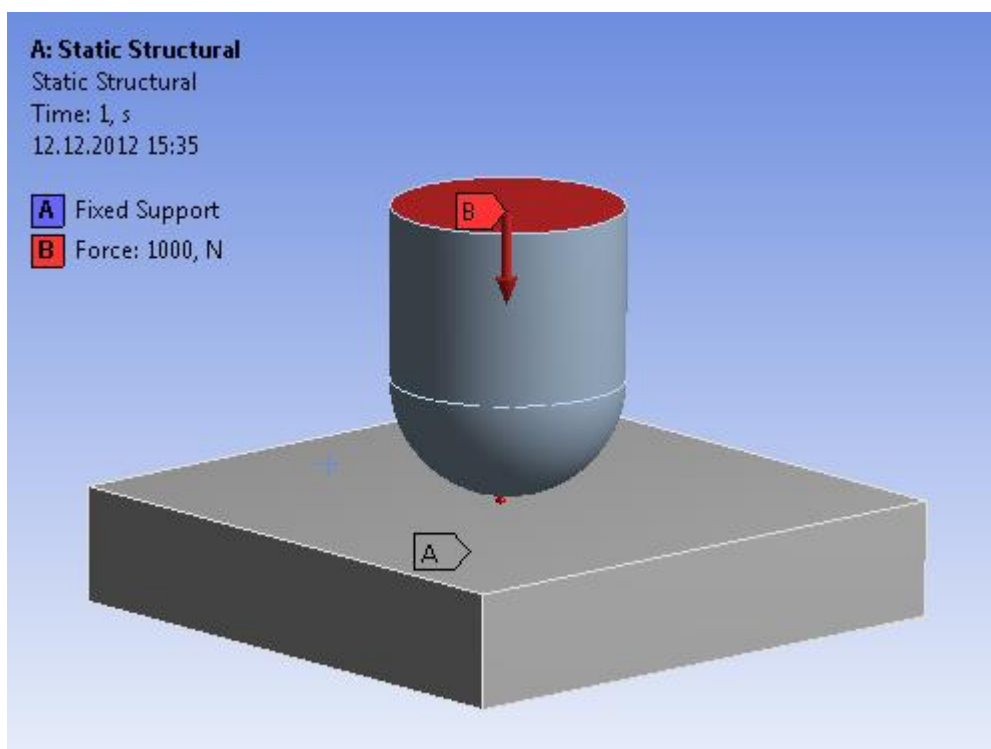
Echter Kontakt bedeutet stets große Nichtlinearität. Echter Kontakt heißt, daß sich der Kontaktstatus (offen, geschlossen, haftend, rutschend) während der Lösung ändern kann, d.h.: Man kann das Problem so auffassen, daß sich die Randbedingungen mit der Lösung ändern.

Ziel der Übung

- FE-Kontaktmodelle (mit echtem) Kontakt definieren und analysieren können
- Ein wenig Verständnis für ein Programm bekommen, daß bei Kontakt lange „rumkonvergiert“
- Auswege aus Konvergenzproblemen finden können

Modellbeschreibung

Gegeben: Stößel aus steiferem Material, der vertikal mit der Kraft $F = 1000$ N auf eine weiche Platte gedrückt wird:



| Parameter | Symbol | Einheit | Wert |
|--|--------|---------|------|
| Zur Platte | | | |
| Länge, Platte | L | mm | 100 |
| Breite, Platte | B | mm | 100 |
| Höhe, Platte | H | mm | 20 |
| E-Modul, Platte | E_2 | MPa | 3 |
| Kompressionsmodul [Bulk Modulus], Platte | K_2 | MPa | 50 |

| Zum Stößel | | | |
|--------------------------------|---------|-----|------|
| Höhe, Zylinder | | mm | 30 |
| Radius, Zylinder und Halbkugel | R | mm | 20 |
| Druckkraft | F | N | 1000 |
| E-Modul, Stößel | E_1 | MPa | 5000 |
| Querkontraktionszahl, Stößel | ν_1 | --- | 0,3 |

Arbeitsschritte

1. Starte ANSYS Workbench und lege ein *Static-Structural*-Projekt an.
2. Generiere die Geometrie bestehend aus den Körpern [Solids/Bodies] Stößel und Platte. Das globale Koordinatensystem soll im Kontaktpunkt liegen. Du kannst die Geometrie wahlweise in 3D oder 2D (mit Rotationssymmetrie und folglich einer Scheibe an Stelle einer Platte) modellieren. Achte in jedem Fall darauf den Solids/Körpern im DesignModeler sinnvolle Namen zuzuweisen.
3. Damit Stößel und Platte interagieren können, müssen wir im Mechanical-Modul eine entsprechende Kontaktbedingung festlegen. Allerdings hat ANSYS wahrscheinlich zwischen Platte und Stößel bereits automatisch einen Kontakt definiert (*Outline* → *Connections* → *Contacts* → *Contact Region*), dessen Typ jedoch noch auf *Frictionless* geändert werden muß.
4. Rufe die Onlinehilfe auf und informiere Dich unter *Contents // Mechanical Applications // Mechanical Application User's Guide // Features // Connections // Contact // Contact Settings // Definition Settings* über die Bedeutung der verschiedenen Kontaktarten.
5. Als Kontaktfindungsmethode wollen wir *Pure Penalty* einstellen. Der Rest paßt.
6. Wie schon bei Aufgabe 5 wählen wir unter *Solution* → *Solution Information* → *Solution Output* → *Force Convergence*, um den Lösungsfortschritt verfolgen zu können.
7. Wenn Ihr glaubt daß Ihr alles habt, dann drückt nun mal den *Solve*-Button und beobachtet bei der Lösung das Konvergenzverhalten (*Solution Information* und Reiter *Worksheet* anwählen).
8. Wir bekommen eine Fehlermeldung „An internal solution magnitude limit was exceeded ...“. Warum? Was ist los? Was könnte noch fehlen?
9. Ergänze, was Deiner Meinung nach noch fehlt und wiederhole die Rechnung. Es geht immer noch nicht! Blöd!! Warum?
10. Schätze die Verformung der Platte analytisch ab. Ändere nun ggf. die Kraft so ab, daß keine übermäßigen Verformungen entstehen. Beobachte beim Rechnen das Konvergenzverhalten.
11. Wie hätte man Last- und Randbedingungen wählen können, um diese Probleme zu vermeiden? Versuche es!
12. Schau Dir auch die Kontaktzustandsgrößen an: Wähle dazu *Solution* → *Contact Tool*; dort können neben *Status* noch weitere Größen angezeigt werden (per Kontextmenü).

Aufgaben/Fragen

1. Wie groß ist die Kontaktkraft bei 10 mm vertikaler Eindrückung?
2. Wo tauchen die größten Von-Mises-Spannungen auf? Was bedeutet das?
3. Tausche weiches und steifes Material gegeneinander.
4. Ändere die Kontaktart zu *Frictional*. Vergleiche die Kontakt-Reibspannungen mit dem ursprünglichen Modell.
5. Was ist das Besondere am steifen Material (Schau Dir den Wert für die Querkontraktion an)?

Für Super-Schnelle

1. Versuche für die Platte ein strukturiertes Hexaedernetz zu erzwingen (Mapped meshing). Versuche für den Stößel ein Netz überwiegend aus Hexaedern zu erzeugen (Mesh → Insert → Method: HexDominant).
2. Welche Kontaktarten machen das Modell nichtlinear, welche nicht?
3. Definiere den Radius von Zylinder und Halbkugel als Parameter, so dass man ihn nur an einer Stelle im Parameterbereich ändern muss (Bild). Beachte die Änderungen im Projektfenster.

