

NEGATİF HACİM HATASI NEDİR, NASIL OLUŞUR VE NASIL ÖNLENİR?

HAZIRLAYAN
SERCAN DEVRİM, KIDEMLİ YAPISAL ANALİZ MÜHENDİSİ

TARİH: 08/02/2022

1. NEGATİF HACİM HATASI NEDİR, NASIL OLUŞUR?

Yumuşak köpükler gibi aşırı büyük deformasyonlara uğrayan malzemelerde, bir elemanın çok fazla bozulmaya uğraması sonucu elemanın hacmi negatif olarak hesaplanır. Bu durum, malzeme bir hasar kriterine ulaşmadan gerçekleşebilir. Bir “Lagrange” parçaya ait meshin, bir çeşit “mesh smoothing” veya “remeshing” gerçekleşmeden ne kadar deformasyona uyum sağlayabileceği konusunda doğal bir sınır vardır.

LS-DYNA'da hacmin negatif olarak hesaplanması, “CONTROL_TIMESTEP”deki “ERODE” 1'e ve “CONTROL_TERMINATION”daki “DTMIN” sıfırdan farklı bir değere ayarlanmadıkça hesaplamının sona ermesine neden olur. Fakat “ERODE” ve “DTMIN” düzenlemesi sonrası soruna neden olan eleman silinir ve hesaplama çoğu durumda devam eder. “ERODE” ve DTMIN açıklandığı gibi ayarlanmış olsa bile, negatif bir hacim analizin hata vererek kapanmasına neden olabilir.

2. NEGATİF HACİM NASIL ÖNLENİR?

Negatif hacimlerin üstesinden gelmeye yardımcı olabilecek bazı yaklaşımlar aşağıdaki gibidir:

- Büyük gerinimlerde malzeme gerilim-gerinim eğrisini sertleştiriniz. Bu yaklaşım oldukça etkili olabilir.
- Bazen, belirli bir deformasyon alanını barındırmak için başlangıç “mesh” yapısını uygun hale getirmek, negatif hacimlerin oluşumunu önleyecektir. Yine, negatif hacimler genellikle yalnızca çok ciddi deformasyon olan durumlar için bir sorundur ve tipik olarak yalnızca köpük gibi yumuşak malzemelerde meydana gelir.
- “Timestep” ölçek faktörünü azaltınız. 0.9 varsayılanı, numerik kararsızlıkları önlemek için yeterli olmayabilir.

- Büyük deformasyon veya bozulma içeren durumlarda daha az kararlı olma eğiliminde olan “fully-integrated” elemanlardan (eleman formülasyonu 2 ve 3) kaçınınız. (“Fully-Integrated” eleman, deformasyon büyük olduğunda 1 entegrasyon noktasına sahip elemandan daha az dayanıklıdır, çünkü eleman bir bütün olarak pozitif hacmi korurken entegrasyon noktalarından birinde negatif bir “Jacobian” oluşabilir. Bu nedenle, “fully-integrated” eleman ile hesaplama, 1 noktalı bir elemandan çok daha erken bir zamanda negatif bir “Jacobian” ile sona erecektir.
- Tür 4 veya 5 “hourglass” kontrolüyle varsayılan eleman formülasyonunu (1 entegrasyon noktasına sahip eleman) kullanınız. Köpükler için tercih edilen hourglass formülasyonları
 - Eğer düşük hızda darbe analizi ise “Hourglass” türü 6 ve katsayısı 0.1
 - Eğer yüksek hızda darbe analizi ise “Hourglass” türü 2 veya 3 ve katsayısı 0.1
- “Hourglass” türü ve “hourglass” katsayısı, gözlemlenen “hourglass” modlarına ve “matsum”da rapor edilen “hourglass” enerjisine dayalı olarak değişiklik yapılmasını gerektirebilir.
- Katı eleman formülasyonu 10 kullanarak köpüğü “tetrahedral” elemanlarla modelleyiniz, ancak bu yaklaşım aşırı rijit bir tepki verebilir.
- “DAMP” parametresini (köpük malzeme modeli 57) önerilen maksimum değer olan 0.5'e yükseltiniz.
- “CONTACT” kartı içerisindeki B opsiyonel kartını kullanarak “shooting node logic” özelliğini köpük içeren kontaklar için kapatınız.
- “CONTACT_INTERIOR” kartını kullanınız. “SET_PART” ile köpük parçaları gruplandırınız ve “CONTACT_INTERIOR” içerisinde tanımlayınız.
- “MAT_126” kullanılıyorsa, “ELFORM = 0” deneyiniz.
- “EFG” formülasyonunu deneyiniz (“SECTION_SOLID_EFG”). Bu formülasyon çok uzun sürede sonuç verdiği için, yalnızca deformasyonların fazla olduğu yerlerde kullanınız. Yalnızca “hexahedral” elemanlar ile kullanınız.