

AMAÇ

Katılarda boylamsal ve enlemsel dalgalarla yayılan sesin hızının belirlenmesi

ÖZET

Ses, katılarda boylamsal ve enlemsel dalgalar şeklinde yayılır. Fakat bu iki tür ses dalgasının arasında önemli fark bulunmaktadır. Çünkü boylamsal dalgalar katıların elastik modülleri tarafından belirlenirken enlemsel ses dalgaları katıların kesme modüllerine bağlıdır. İki dalga türünün hızlarını ölçerek katının elastik sabitini belirlemek mümkündür.

DENEY PROSEDÜRLERİ

- 1-MHz ultrases sinyalinin yayılma zamanından poliakrilik içindeki boylamsal dalgalar için ses hızının belirlenmesi.
- Eğimli, düz-paralel düzlem boyunca boylamsal ve enlemsel ses dalgalarının katılardaki iletiminin ölçülmesi.
- Tam yansıma kritik açısından boylamsal ve enlemsel dalgalar için ses hızının belirlenmesi.
- Katının elastik modülünün E , kesme modüllerinin G ve Poisson oranının μ iki hız aracılığıyla belirlenmesi.

GEREKLİ CİHAZLAR

Miktar	Cihazlar	Ürün no.
1	Ultrasonik Ekoskop GS200	1002580
2	Ultrasonik Sondaj, 1 MHz GS200	1002581
1	Ekipman Set, "Katılarda Ses Ötesi"	1002584
1	Alüminyum Test Bloğu, Açılabilir	1002585
1	3 Silindir Seti	1002588
1	Ultrasonik Kaplin Jeli (resmedilmemiş)	1008575

TEMEL İLKELER

Gazlarda ve sıvılarda, ses yalnızca boylamsal dalgalar halinde yayılır. İşlemde, ses basıncı bir denge değerinin etrafında salınım yapar ve kompresyon ve rarefaksiyon salınım bölgeleri üretir. Ayrıca ses, kesme geriliminin salınım yaptığı enlemsel dalgalar şeklinde de katıya nüfuz eder. Enlemsel dalgalar katılarda boyunca yayılabilirler, çünkü katı, sesin iletilmesi için gerekli olan kesme kuvvetine sahiptir.

Boylamsal ve enlemsel dalgaların hızları birbirinden farklıdır. Hızlar yoğunluğa ρ ve katının elastik sabitine bağlıdır. Boylamsal dalgaların hızı aşağıda verilmiştir:

$$(1) \quad c_L = \sqrt{\frac{E}{\rho} \cdot \frac{1-\mu}{(1+\mu)(1-2\mu)}}$$

E elastik modül ve μ Poisson oranı enlemsel dalganinkinden daha büyüktür

$$(2) \quad c_T = \sqrt{\frac{G}{\rho}}$$

G kesme modülü olduğunda

2

Katının elastik modüller E , kesme modülleri G ve Poisson oranı aşağıdaki denklemle verilmiştir:

$$(3) \quad \frac{E}{G} = 2 \cdot (1 + \mu)$$

Bu sebeple bu üçünün elastik büyüklüğünü hesaplamak mümkündür. İki ses hızı c_L ve c_T bilinmelidir.

Deneyde, önce farklı uzunluklardaki s üç poliakrilik silindir üzerinden 1-MHz ultra ses sinyalinin yayılma zamanını t ölçün. Değerleri $s-t$ grafiğine çizin (Şekil 1'e bakın). Poliakrilik içinde boylamsal ses hızı, ölçülen değerler arasında en iyi uyum doğrusunun eğiminden elde edilir. Sonrasında bir kabı suyla doldurun ve dalga yoluna yerleştirin. Geçiş süresini ölçün. Geçiş süresi dalga yolunda poliakrilikten ya da alüminyumdan yapılmış ince düz-paralel düzlem yerleştirilerek azaltılabilir. Ses, düz materyalin içinde suyun içinde yayılacağından daha hızlı yayıldığı için geçiş süresi azalır. Katılarda boylamsal ve enlemsel ses dalgaları için farklı yayılma sürelerinden kaynaklanan iki farklı ses sinyali için su kabının arkasındaki kesin okumalara bakın (Şekil 2'ye bakın).

Eğer düzleme gelen dalgaya doğru α açısıyla eğim verilirse Snell yasasına göre dalga kırılır ve bu iki kırılan dalga β_L ve β_T açılarında olur (Şekil 3'e bakın).

$$(4) \quad \frac{c}{\sin \alpha} = \frac{c_L}{\sin \beta_L} = \frac{c_T}{\sin \beta_T}$$

c sesin sudaki hızıdır

Katıdaki iki ses hızı c_L ve c_T sudaki ses hızından c büyüktür. Sonuç olarak geçen sinyallerin tamamen kaybolduğu toplam yansıma olgusu – boylamsal ve enlemsel dalgalar için ayrı ayrı – gözlemlenebilir. Karşılık gelen hızlar boylamsal dalgalar için kritik açıdan α_L , enlemsel dalgalar için α_T açısından ölçülebilir:

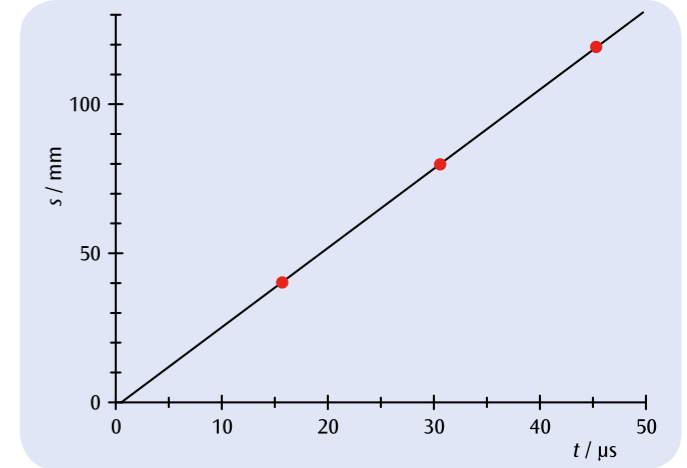
$$(5) \quad c_L = \frac{c}{\sin \alpha_L} \quad \text{ve} \quad c_T = \frac{c}{\sin \alpha_T}$$

DEĞERLENDİRME

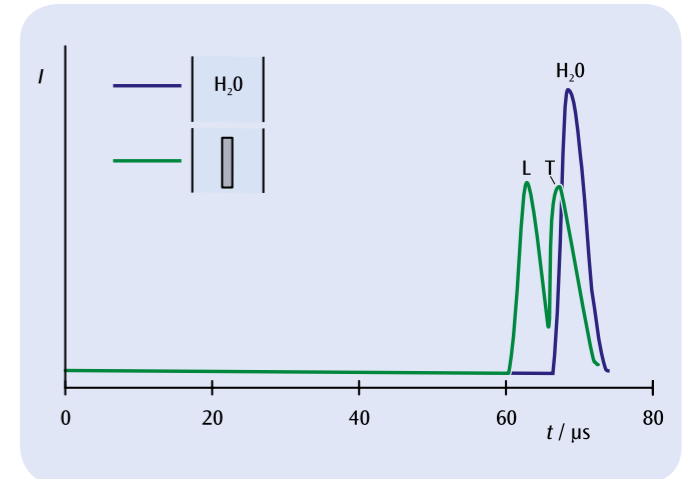
a) Yayılma süresinin ölçülmesinin ilk serisinden toplanan okumalar $s-t$ grafiğinde çıkış noktası boyunca düz bir doğru ile ilerlemesini sağlar. Çünkü ultrasonik transformatörün adaptasyon ve koruyucu katmanın ötesine geçmek için sinyaller tarafından gerek duyulan yayılma süresi sistematik olarak ölçülür.

b) Denklem 1'den 3'e kadar Poisson oranı μ için karakteristik denklemi elde ederiz

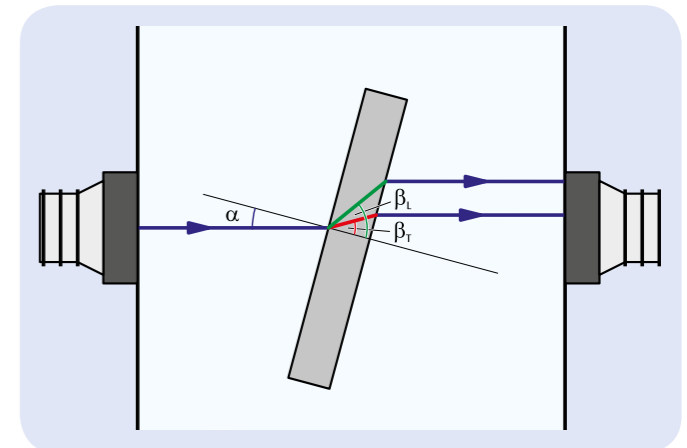
$$\mu = \frac{\frac{1}{2} \left(\frac{c_L}{c_T} \right)^2 - 1}{\left(\frac{c_L}{c_T} \right)^2 - 1}$$



Şekil 1: Poliakrilik içerisinde ses üstü sinyallerin $s-t$ grafiği



Şekil 2: Su kabına nüfuz ettikten sonra ses üstü sinyalleri (mavi: düz-paralel düzlemsiz, yeşil: düz-paralel düzlemli)



Şekil 3: Toplam yansımanın kritik açılarından boylamsal ve enlemsel dalgaların ses hızının belirlenmesi için deneysel kurulum