

9 FİZİKSEL ÖZELLİKLER

ÖN BİLGİLER

Mekanik ve elektriksel özelliklerin yanında birim ağırlık, özgül ağırlık, boşluk ve doluluk oranları, su emme ve geçirimsizlik gibi diğer fiziksel özellikler uygulamada yapı mühendisliğinde önemli bir yer tutarlar. Bu kavramlar aşağıda kısaca tanıtılacaktır.

Boşluk oranı (porozite) ve doluluk oranı (kompasite)

Beton, taş ve tuğla gibi bazı yapı malzemelerinin içinde değişik büyüklükte boşluklar bulunur. Bu boşlukların bir kısmı dışa açık, bir kısmı kapalıdır. Boyutu 0,1 mikron ile 2,5 mm arasında olanlara kılcal boşluk, 2,5 mm den büyük olanlara makro boşluk denir. Özellikle kılcal boşluklar kılcallık etkisi ile önemli ölçüde su emerler. Bir cismin görünen hacmi veya toplam hacmi V , boşluk hacmi V_b ile dolu hacim V_d nin toplamına eşittir.

$$V = V_b + V_d$$

Boşluk oranı (porozite) p , V_b boşluk hacminin V görünen hacme oranıdır,

$$p = V_b/V$$

Doluluk oranı (kompasite) k , V_d dolu hacmin V görünen hacme oranıdır,

$$k = V_d/V$$

Boşluk oranı p ile doluluk oranı k nin toplamı bire eşittir,

$$p + k = 1$$

Birim Ağırlık, Özgül Ağırlık

Boşluklu malzemelerde birim ağırlık, özgül ağırlık veya yoğunluktan farklıdır. Birim ağırlık B , cismin P_o kuru ağırlığının V görünen hacme bölünmesi ile elde edilir.

$$B = P_o/V \text{ (gr/cm}^3\text{)}$$

Özgül ağırlık D , P_o kuru ağırlığının boşluksuz V_d dolu hacme bölünmesi ile elde edilir.

$$D = P_o/V_d$$

Görünen hacim $V > V_d$ dolu hacim olduğuna göre özgül ağırlık $D > B$ birim ağırlık olması doğaldır. Metaller gibi boşluksuz malzemelerde birim ağırlıkla özgül ağırlık veya yoğunluk aynıdır.

Tanımlardan,

$$D = \frac{P_o}{V_d} \quad B = \frac{P_o}{V}$$

$$k = \frac{V_d}{V}, V_d = \frac{P_o}{D}, V = \frac{P_o}{B}$$

Doluluk oranı,

$$k = \frac{\left(\frac{P_o}{D}\right) V_d}{\left(\frac{P_o}{B}\right) V} = \frac{B}{D}$$

Buradan görüldüğü gibi birim ağırlığın özgül ağırlığa oranı doluluk oranına eşittir.

Boşluk oranının uygulamada önemi büyüktür. Cismin birim ağırlığı ile özgül ağırlığı ölçülürse boşluk oranı,

$$p = 1 - B/D$$

bağıntısından elde edilir. Bu şekilde tanımlanan boşluk oranı veya poroziteye gerçek boşluk oranı veya gerçek porozite de denilir.

Kuru ağırlığı ölçmek için malzeme önce etüvde 105 °C ta ağırlığı sabit akıncaya kadar kurutulur, sonra tartılarak P_o bulunur. Dolu hacmi bulmak için malzeme öğütülerek toz haline getirilir, sonra piknometre ile hacmi ölçülür. Numuneler basit geometrik şekle sahip ise, küp veya silindir gibi, boyutlar ölçülerek görünen hacim V hesap edilir. Şekilsiz numunelerin görünen hacmi Arşimet terazisi yardımı ile bulunur. Bunun için numune suya koyarak doymuş hale getirilir, sudan çıkarıp yüzü kurulur, suya doymuş halde havadaki P_1 ağırlığı bulunur. Sonra su içinde Arşimet terazisinde P_2 ağırlığı ölçülür. $P_1 - P_2$ ağırlık azalması suyun kaldırma kuvvetine, dolayısıyla cismin V görünen hacmine eşittir.

$$P_1 - P_2 = V_{görünen}$$

Su Emme Oranı:

Taş yapılı malzemeler dışa açık boşluklardan su emerler. Yukarıda açıklandığı gibi ölçülen P_o kuru ağırlık, P_1 suya doymuş ağırlık, P_2 sudaki ağırlık yardımı ile su emme oranı bulunabilir. emilen suyun miktarı suya doymuş haldeki P_1 ağırlığından P_o kuru ağırlığı çıkartılarak elde edilir. Ağırlık cinsinden su emme oranı S_a , emilen suyun ağırlığı $(P_1 - P_o)$ nin P_o numune ağırlığına oranıdır,

Ağırlıkça su emme oranı

$$S_a = \frac{P_1 - P_0}{P_0}$$

Hacmen su emme oranını bulmak için emilen suyun hacmi numunenin görünen hacmine bölünür. Emilen suyun hacmi $P_1 - P_0$, Arşimet terazisi ile bulunan görünen hacmi $P_1 - P_2$ dir. Buna göre S_h hacmen su emme oranı,

Hacmen su emme oranı

$$S_h = \frac{P_1 - P_0}{P_1 - P_2}$$

Burada S_h ya görünen boşluk oranı veya görünen porozite de denir, zira $P_1 - P_0$ yalnız dışarıya açık boşluklardan emilen suyu verir. Suyun yoğunluğunun 1 gr/cm^3 olduğu gözönüne alınmıştır. Gram olarak suyun ağırlığı cm^3 olarak hacmine eşittir. Örneğin $5 \text{ gr su} = 5 \text{ cm}^3 \text{ su}$. Hacimsel su emme oranı S_h ile ağırlık yönünden su emme oranı s_a arasında basit bir bağıntı vardır. Yukarıdaki denklem,

$$S_h = \frac{P_1 - P_0}{P_0} \cdot \frac{P_0}{P_1 - P_2}$$

şeklinde yazılabilir. Denklemdeki sağdaki birinci çarpan S_a , ikincisi B dir.

Buradan,

$$S_h = B S_a$$

elde edilir.

Yukarıda sözü edilen su emme oranı normal koşullarda yalnız dışarıya açık boşlukların kısmen dolması ile sağlanır. Dışa açık boşlukları tam doldurmak için önce numuneye vakum uygulanır, sonra basınçlı su verilir. Bu durumda elde edilecek su emme oranı S_h' ise doyma oranı S,

S: Doyma oranı

$$S = S_h / S_h'$$

$$S = S_h / p$$

Bağıntısı ile tanımlanır. Ancak bu oran kapalı boşlukları içermez, dolayısıyla tam doyma oranı sayılmaz. Bununla beraber bazı hallerde doyma oranının tüm boşlukları kapsadığı varsayılarak, yaklaşık boşluk oranı hesabı yapılır. Uygulamada doyma oranı malzemenin dona dayanıklılığını saptama yönünden önemlidir. Doyma oranı %80 nin altında ise o malzeme dona dayanıklı sayılır.

$$S < 0.80 \Rightarrow \text{donmaya dayanıklıdır.}$$

Geçirimsizlik:

Boşluklu bir malzemenin bir yüzeyine basınçlı su uygulanırsa diğer açık yüzeyinden su geçebilir. Boyu veya kalınlığı ℓ cm olan numunenin bir yüze-

yine p basıncı (cm su sütünü) uygulanırsa ortalama basınç gradyanı p/ℓ olur. 1 cm^2 alandan 1 saniyede geçen su miktarı q (cm^3) basınç gradyanı ile orantılıdır:

$$q = k \frac{P}{\ell}$$

Buradaki orantı katsayısı k ya geçirimsizlik katsayısı denir. q nun birimi $\text{cm}^3/\text{cm}^2 \text{ sn}$, p nin birimi cm su sütünü ve ℓ nin birimi cm olduğuna göre k nun birim cm/sn dir.

Kılcal Emme:

Kılcal boşluklar içeren bir malzeme su ile temas edince bir miktar su emer. Su emme özelliğini saptamak için bir taş yapılmış malzemenin önce kuru ağırlığı bulunur, sonra suyun yüzüne degecek şekilde bir kaba yerleştirilir, bir t süre sonra alınıp tekrar tartılır ve aradaki ağırlık farkından emdiği su miktarı bulunur. Birim alandan t saniye içinde emilen su miktarı q nun (cm^3/cm^2) karesi t süresi ile orantılıdır,

$$q^2 = Kt$$

Burada orantı katsayısı K kılcallık katsayısıdır ve birimi cm^2/sn dir.