1. AKIŞKANLAR STATİĞİ

(Ref. e_makaleleri)

Basınç Kavramı

Statik bir akışkanın temel özelliği basınçtır. Basınç, akışkanın bulunduğu kabın duvarlarına karşı gösterdiği kuvvettir; kabın içindeki her noktada aynı basınç bulunur ve değeri yöne göre değişmez.

Statik bir akışkan kütlesinde herhangi bir O noktasını inceleyelim (Şekil-1). O orijin olmak üzere x, y, z koordinatları çizilir; x ve y eksenler yatay, z ekseni dikey düzlemler içindedir. ABC düzlemi x, y, z eksenlerini orijinden Δx, Δy, Δz mesafelerinde keser. ABC, AOC, COB, AOB düzlemleri bir tetrahedron oluşturur. Tetrahedronun çevresinden izole edilmiş serbest bir kütle ve etki eden tüm kuvvetlerin z ekseni yönünde olduğu varsayılsın. Burada üç tip kuvvet bulunur:

(1) aşağı doğru olan ağırlık (yerçekimi) kuvveti,

(2) COB düzlemi üzerinde ve yukarı doğru olan basınç kuvveti,

(3) ABC düzlemi üzerinde ve aşağı doğru olan basınç kuvvetinin dikey bileşeni. Akışkan dengede olduğundan, bu kuvvetlerin sonucu sıfırdır. keza, dengedeki bir akışkanda kayma gerilimleri bulunmadığından tüm basınç kuvvetleri yüzeye normal konumdadır. Aksi halde yüzeylere paralel yönde kayma kuvveti bileşenleri oluşur.

COB Yüzünün alanı $\Delta x\ \Delta y / 2$ dir. Bu yüzdeki ortalama basınç $\mathbf{p}_z$ olsun; yüzey üzerindeki kuvvet $\mathbf{p}_z\ \Delta x\ \Delta y / 2$ olur (**p**, ortalama basınç). ABC yüzündeki ortalama basınç p ise, alanı $\Delta x\ \Delta y / (2 \cos\theta)$ ve üzerindeki toplam kuvvet $\mathbf{p}\ \Delta x\ \Delta y / (2\cos\theta)$ dır. **p** basıncının kuvvet vektörüyle z ekseni arasındaki açı da θ olduğundan, bu kuvvetin aşağı doğru etkin bileşeni,

$$\frac{\mathbf{p}\ \Delta x\ \Delta y \cos\theta}{2\cos\theta} = \frac{\mathbf{p}\ \Delta x\ \Delta y}{2} \text{ dir.}$$

Tetrahedronun hacmi $\Delta x\ \Delta y\ \Delta z / 6$ dır. Akışkanın yoğunluğu ρ ise, tetrahedrondaki akışkana etki eden ağırlık kuvveti $\rho\ \Delta x\ \Delta y\ \Delta z / 6g_c$ olur. Bu bileşenin yönü, aşağı doğrudur. z yönündeki kuvvet dengesi yazılabilir:

$$\frac{\mathbf{p}_z \,\Delta x \,\Delta y}{2} - \frac{\mathbf{p} \,\Delta x \,\Delta y}{2} - \frac{\rho \,\Delta x \,\Delta y \,\Delta z \, g}{6 \, g_c} = 0$$

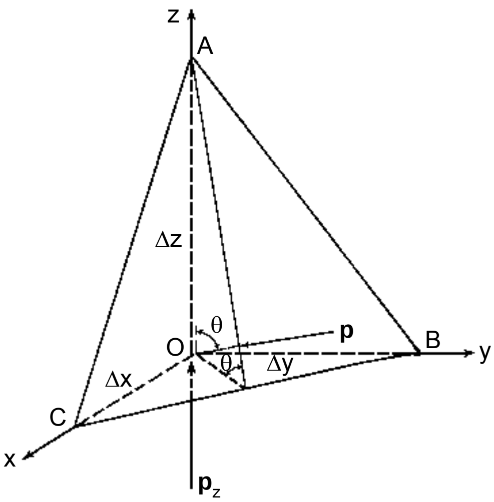
$\Delta x \, \Delta y$ ile bölünerek, Denklem(1) elde edilir.

$$\frac{\mathbf{p}_z}{2} - \frac{\mathbf{p}}{2} - \frac{\rho \,\Delta z \, g}{6 \, g_c} = 0 \qquad (1)$$

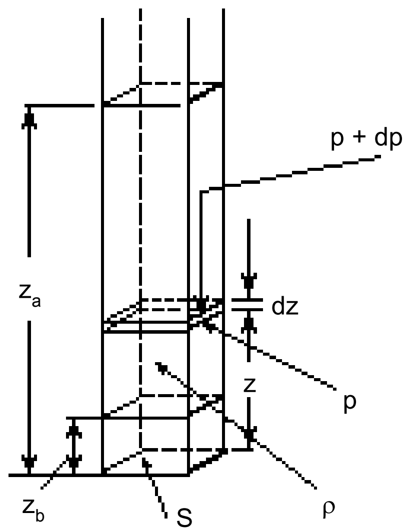
θ açısı sabit tutularak ABC düzlemi O orijinine doğru yaklaştırılır.

ABC ve θ arasındaki mesafe azalarak sıfıra yaklaşır, Δz de sıfıra yaklaşır ve ağırlık terimi yok olur. Keza, **p** ve $\mathbf{p}_z$ ortalama basınçları, O noktasındaki yerel basınçlar olan **p** ve $\mathbf{p}_z$ ye yaklaşırlar; Denklem(1) $\mathbf{p}_z$ nin **p** ye eşit olduğunu gösterir.

x ve y eksenlerine paralel kuvvet dengeleri yazıldığında Denklem(1)e benzer eşitlikler bulunur, fakat ağırlık terimi yoktur. x, y, z yönlerindeki basınçlar p_x, p_y, p_z ile gösterilirse, limitte, $p_x = p_y = p_z = p$ eşittiği bulunur; O noktası ve θ açısı rasgele seçildiğinden, akışkan içinde herhangi bir noktadaki basınç yöne bağlı olmayıp aynı değerdedir.



Şekil-.1: Statik akışkan üzerindeki kuvvetler



Şekil-.2: Hidrostatik denge

Hidrostatik Denge

Durgun (statik) bir akışkan kütledeki basınç, yere paralel bir kesit üzerinde sabit olduğu halde yüksekliğin değişmesiyle değişir. Şekil-.2'de görülen dikey bir kolonu inceleyelim. Kolonun yatay kesit alanı S ft^2 olsun. Tabandan Z cm yükseklikteki basınç p lb/ft^2 ve yoğunluk ρ lb / ft^3 ile tanımlansın. Daha önce açıklandığı gibi dZ yüksekliğinde ve S alanındaki küçük akışkan hacmi üzerindeki tüm kuvvetlerin sonucu sıfır olmalıdır. Bu hacme üç dikey kuvvet etki eder:

- yukarı doğru olan p basıncından gelen kuvvet, p S,
- aşağı doğru (p + dp) basıncından olan kuvvet, (p + dp) S,
- aşağı doğru olan ağırlıktan gelen kuvvet, $(g / g_c)\ \rho$ S dZ.

Bu durumda,

$$+pS - (p + dp)\,S - \frac{g}{g_c}\,\rho\,S\,dZ = 0$$

dır. Basitleştirip S ile bölünerek aşağıdaki eşitlik elde edilir.

$$dp + \frac{g}{g_c}\,\rho\,dZ = 0 \qquad (2)$$

Denklem(2), kolon boyunca yoğunluğun basınçla değişimi bilinmedikce sıkıştırılabilen akışkanlara uygulanamaz. Sıkıştırılamayan akışkanlarda yoğunluk sabittir ve yükseklikte büyük değişiklikler olmadığı koşullarda sıkıştırılabilen akışkanlar için de bu yorum geçerli kabul edilebilir. ρ sabit olduğunda, Denklem(2) nin integrasyonuyla,

$$\frac{p}{\rho} + \frac{g}{g_c}\,Z = \text{sabit} \qquad \text{veya, } Z_a \text{ ve } Z_b \text{ arasında,} \qquad (3)$$

$$\frac{p_b}{\rho} - \frac{p_a}{\rho} = \frac{g}{g_c}\,(Z_a - Z_b) \qquad (4)$$

denklemleri çıkarılır. Denklem(3), hidrostatik denge koşulunun matematiksel ifadesidir. $\rho\, g / g_c$ öz ağırlıktır ve γ ile gösterilir. Denklem(3) γ ile bölünerek,

$$\frac{p}{\gamma} + Z = \text{sabit} \qquad (5)$$

bulunur. p / γ ya basınç yüksekliği (head), Z ye statik yükseklik denir (ft).