

Williams - Hazen Formülünün Uygulanma Sınırları (*)

Yazar, Williams - Hazen formülünün uygulanma sınırlarının sık sık aşıldığına dokunarak, Moody diyagramından süperpoze ederek ve Darcy - Weisbach denklemine teka-bül eden bir şekle sokulmuş Williams - Hazen denkleminin sınırlarını belirtmeye çalışmıştır. Böylece, pürüzlülük katsayısı için, Williams - Hazen formülü ile kullanılabilir maksimum ve minimum değerleri elde ediyor ve dışında formülün artık emniyetle kullanılmadığı Reynolds sayılarının aralığını gösteriyor.

Kullanılan semboller :

- C : Borudaki Williams - Hazen pürüzlülük katsayısı,
D : Boru çapı,
f : Darcy - Weisbach'a göre sürtünme katsayısı,
g : Yer çekimi ivmesi,
J : y/L hidrolik eğimi,
K : Parametre = 0.2004 (100/C)
1.852 D - 0.019
L : Boru uzunluğu,

Yazan :

M. H. DISKIN

B. E. M. SC.

Haifa, Israel - Technion Teknoloji Enstitüsü Hidrolik Laboratuvarı Şefi

Çeviren :

Yük. Müh. M. Aydın GÜVAN

(İ.T.Ü. İnşaat Fakültesi Su Yapıları Kürsüsü Asistanı)

○

R : Reynolds sayısı = VD/ν

V : Boruda ortalama hız

y : L boyunca yük kaybı,

ϵ : Borunun ekivalan pürüzlülüğü,

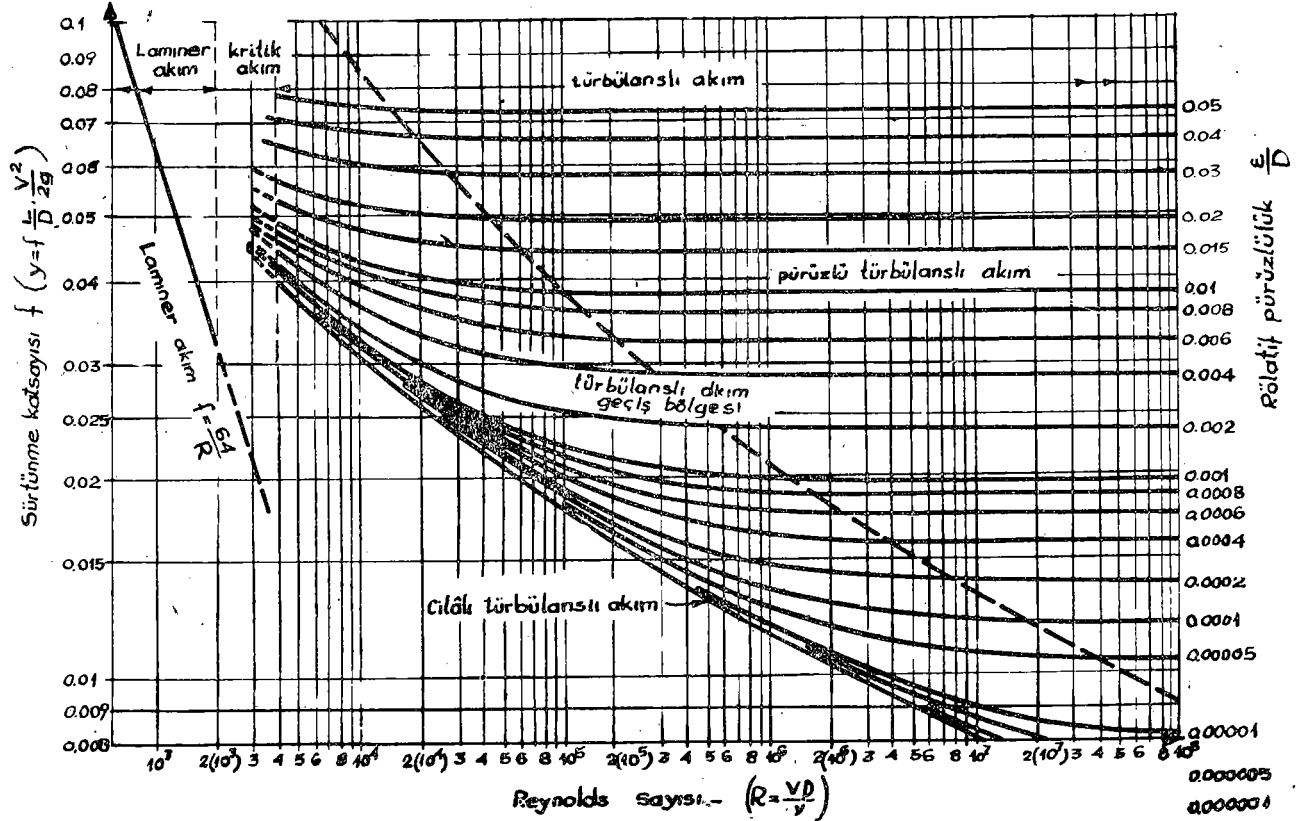
ν : Kinematik viskozite.

Bir borunun debi hesabında Williams - Hazen formülünün kullanılma genişliği, uygulanma sınırlarını aşan hallerde, pek sık olarak bu formüle dayanmış hesapların düzenlemelerine, tablolar yapmaya ve grafik çözümlemelere götürür. Bu formülü boru akımının genel teorisi ışığı altında incelemek

ve uygulanma alanının sınırlarını belirtmek de önemlidir.

Boru akımının genel teorisi iki akım rejimini gösterir: laminar akım, Reynolds sayısının 2000 civarında olan kritik değerinden küçük halde, ve türbülanslı akım, bu kritik değerden büyük Reynolds sayıları için. Türbülanslı akım bölgesi ardı sıra üç bölgeye bölünmüştür: cilalı türbülanslı akım, pürüzlü türbülanslı akım ve pürüzlü akımla cilalı akım arasında değişen bir geçiş bölgesi. Bu bölümlenme akım cidarının pürüzlülüğü geçireğinden ötürü yapılır. Cilalı akıma pürüzlülüğün hiçbir etkisi olmaz ve akım yalnızca Reynolds sayısı ile karakterize edilir; pürüzlü akım bölgesinde ise akım yalnızca cidarın rölatif pürüzlülüğü ile karakterize edilir ve Reynolds sayısının hiçbir etkisi yoktur; son olarak geçiş bölgesinde her iki tesir de rol oynar.

(*) La Houille Blanche, novembre 1960, s : 724.



ŞEKİL : 1

Boru akımı genel teorisinin kantitatif analizi, daima, borudaki yük kaybı için Darcy - Weisbach formülünün f sürtünme katsayısı hesaba katılarak yapılır :

$$y = f(L/D) (V^2/2g) \quad (1)$$

Bu formülde, f sürtünme katsayısı R Reynolds sayısının, ξ/D ekivalan rölatif pürüzlülüğün ya da ikisinin fonksiyonudur. Aşağıdaki gözönüne alınmış akım bölgesinde fonksiyon :

$$f = \varphi (R; \xi/D) \quad (2)$$

değişik akım bölgeleri için çeşitli denklemlerden çıkarılmıştır, fakat

Hazen formülü şu şekilde yazılabilir $V = 0.354 C J^{0.64} D^{0.63}$ (3) yük kayıpları için, bu denklem aşağıdaki hali alır :

$$y = \frac{6.818 L V^{1.852}}{C^{1.852} D^{1.167}} \quad (4)$$

ve gene şu şekilde yazılabilir :

$$y = \frac{6.818}{C^{1.852} D^{1.167} V^{1.852}} \quad (5)$$

Bu son denklemi, (1) denklemini uygun şekle koymak için yercekimi ivmesini dahil ederek ve g için 9.81 m/sec^2 değerini alarak :

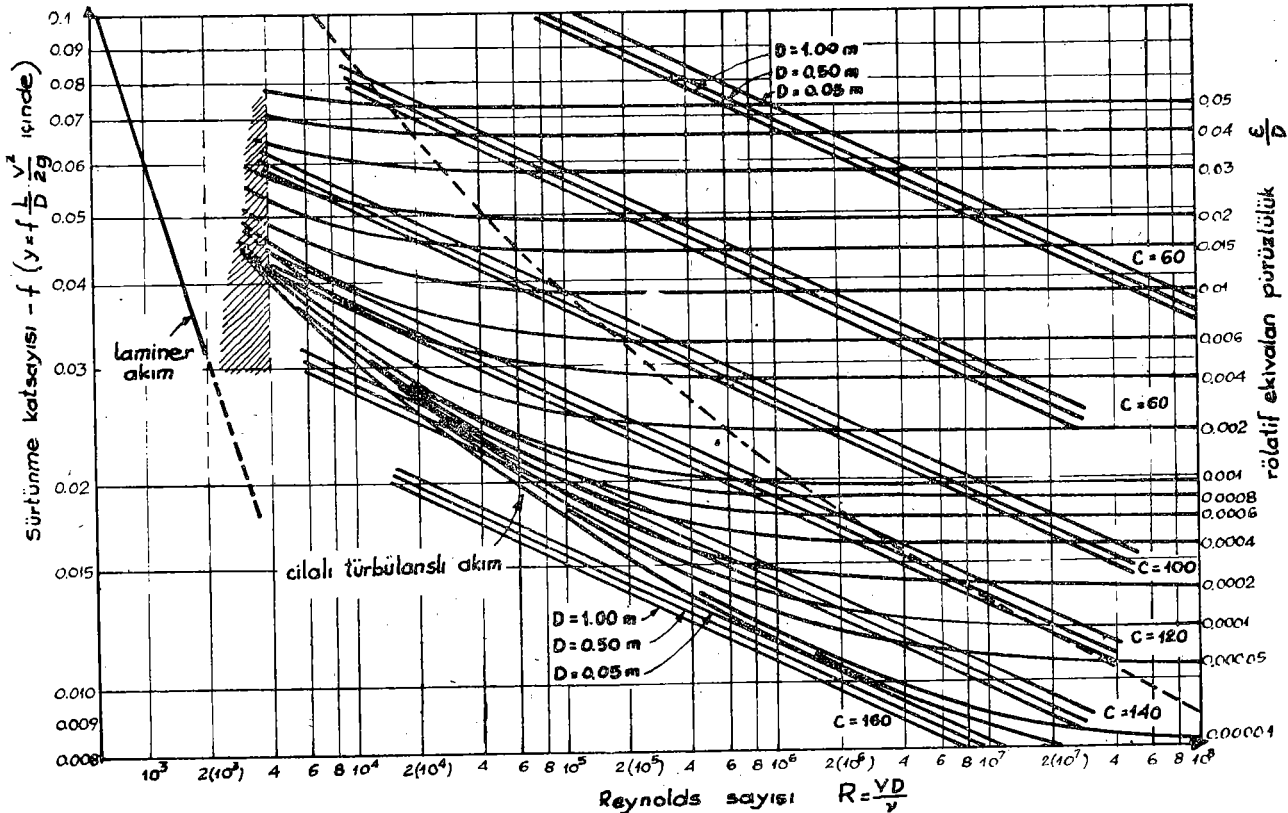
tik viskoziteyi dahil etmek gerekir.

Madem Williams - Hazen formülü suyun adi ısısına bağlıdır, kinematik viskozite için :

$\nu = 1.14 \times 10^{-6} \text{ m}^2/\text{sn}$ 15°C de su için

gibi ortalama bir değer kabul edebiliriz ve bu değeri son ifadeye sokarak :

$$f = \frac{133.77}{(100/C)^{1.852} (1.14 \times 10^{-6})^{0.148}} \quad (8)$$



ŞEKİL : 2

ifadenin şekli, yukarıdaki (2) denkleminin iki faktöründeki sürtünme katsayısına bağlılık ve akım bölgeleri açıkça gösterilen Moody ya da Nikuradse (Şekil 1) diyagramlarında denilen daha tamdır.

Williams - Hazen denkleminin uygulanma sınırları, meydana gelen f sürtünme katsayısını Moody diyagramıyla karşılaştırarak ve Darcy - Weisbach'ın (1) denkleminin uygun bir şekle sokarak belirlenebilir.

Metrik birimlerle Williams -

$$y = \frac{133.77}{C^{1.852} D^{1.167} V^{1.852}} \quad (6) \quad f = 0.2004 \frac{(100/C)^{1.852}}{D^{0.019}} \quad (9)$$

elde edilir. Bu, Williams - Hazen formülünden çıkarılan sürtünme katsayısı ifadesini gösterir ki, o da:

$$f = \frac{133.77}{C^{1.852} D^{1.167} V^{1.852}} \quad (7)$$

dir. Bu son ifadeyi (2) denkleminin ya da Moody diyagramıyla karşılaştırabilmek için, 133.77 sayısal teriminde var kabul edilen ν , kinema-

elde edilir.

f sürtünme katsayısı için eld edilmiş ifade, Williams - Hazen formülünün sadece, f 'in burada :

$$(100/C)^{1.852} / D^{0.019}$$

terimiyle gösterilen borunun rölatif pürüzlülüğüne ve aynı zamanda $R = VD/\nu$ Reynolds sayısına bağ-

TABLO : 1

K değerleri = 0.2004 (100/C)^{1.552} D^{0.019}

C	D(m) 0.05	0.10	0.25	0.50	1.00
160	0.0888	0.0877	0.0862	0.0850	0.0839
140	0.1138	0.1123	0.1103	0.1089	0.1075
120	0.1513	0.1494	0.1468	0.1449	0.1430
100	0.2121	0.2094	0.2058	0.2031	0.2004
80	0.3208	0.3165	0.3111	0.3070	0.3030
60	0.5465	0.5393	0.5300	0.5231	0.5162

TABLO : II

Williams - Hazen formülünün uygulanma sınırları

e/D	Rmin	Rmax	Yakl. C
2×10 ⁻²	2×10 ³	5×10 ³	100
1.5×10 ⁻²	2×10 ³	7.5×10 ³	110
10 ⁻²	2×10 ³	1×10 ⁴	110
6×10 ⁻³	4×10 ³	2×10 ⁴	120
4×10 ⁻³	8×10 ³	2.5×10 ⁴	120
2×10 ⁻³	1×10 ⁴	4×10 ⁴	130
10 ⁻³	2×10 ⁴	1×10 ⁵	130
6×10 ⁻⁴	3×10 ⁴	1.5×10 ⁵	140
4×10 ⁻⁴	4×10 ⁴	2×10 ⁵	140
2×10 ⁻⁴	6×10 ⁴	4×10 ⁵	140
10 ⁻⁴	8×10 ⁴	8×10 ⁵	150
5×10 ⁻⁵	1×10 ⁵	1×10 ⁶	150
10 ⁻⁵	4×10 ⁵	4×10 ⁶	160
5×10 ⁻⁶	6×10 ⁶	2×10 ⁷	160

bulunduğu, türbülanslı akımın geçiş bölgesinde uygulanabilir olduğunu gösterir. Bundan başka, ifade, madem ki log f ve logR arasında doğrusal bir bağıntıya götürüyor, adı geçen formülün sadece geçiş bölgesinin bir kısmında kullanılabileceğini, buna göre Moody diyagramında geçiş bölgesi çizgilerinin eğri olacağını da gösterir.

Williams - Hazen'e göre sürütme katsayıları elde edilmiş (denklemler 9) Reynolds sayılarının sınırlarından, iyi bir yaklaşımla :

$$f = \frac{K}{R^{0.148}} \quad (10)$$

olarak yazılabilen denklemle gösterilmiş çizgilerin Moody diyagramıyla süperpozisyonundan geçiş bölgesinin çizgileri elde edilebilir. İfade-deki K, boru çapına ve :

$$K = 0.2004 \frac{(100/C)^{1.552}}{D^{0.019}} \quad (11)$$

şeklinde C katsayısıyla gösterilmiş, pürüzlülüğüne bağlı olarak, verilmiş bir boru için sabit bir faktördür.

K'nın sayısal değerleri, D ve C'nin değişik değerleri için Tablo 1 de verilmiştir. Şekil 2, Moody diyagramıyla Williams - Hazen formülünün çizgilerinin süperpozisyonunu göstermektedir. Grafikten açıkça görülür ki, formül sadece

Williams - Hazen'in 100 ve 160 arasındaki bir C katsayısı olan borulara uygulanabilir, daha fazla durumların herbiri için, ancak Reynolds sayısının azaltılmış bir aralığında uygulanabilir.

Reynolds sayılarının aralığında formül hemen hemen belirlenerek sınırlanmış gibi uygulanabilir, Moody diyagramındaki her çizgi için aralarından düz olanlarının eğimi 0.148 civarındadır.

Elde edilen sonuçlar, ϵ/D eki-valen rölatif pürüzlülük değerine tekabül eden C'nin yaklaşık değerlerini de veren, Tablo II de gösterilmiştir.

Sonuç :

Williams - Hazen formülü, sadece C katsayısı 100 ile 160 arasında olan borulara uygulanabilir. Bu borulardan her biri için, formül ancak Tablo II de gösterilen Reynolds sayıları aralığı için kullanılmalıdır.

... Taşıma Emniyet Yükü

(Baştarafı 15, sayfada)

ara ile 1 inci maddedeki yüke ve birbirine ilâve edilmek suretile kazığa tesir ettirilecektir. Bu ara süreler, icabı halde, kazıkta vuku bulacak çökmelerin devamı halinde uzatılabilir.

3. Bu şartlar altında 48 saatlik yüklenme süresi dolunca, mevcut yükler, çok ani olarak arttırılacaktır. Bu şekilde yük arttırılırken önemli ani bir çökme başladığı takdirde, bu ani çökmeye tekabül eden yük sabit tutulacak ve çökme duruncaya kadar beklenecektir. Çökme sürekli olarak devam eder ve önemli bir değer kazanırsa yük alınacak ve tecrübe durdurulacaktır.

4. Yük, zaman ve çökmeler için detaylı bir kayıt cedveli tutulacak ve bunlar grafik olarak gösterilecektir. 25 mm daimi çökmeye tekabül eden yükün veya ani devamlı çökmenin başladığı noktadaki teğetin apsis eksenini kestiği noktadaki yükün %75 i, kazık için taşıma emniyet yükü olarak alınacaktır.

Bu şartnameye uygun olarak, Gölcük Gemi Kızağına ait betonarme FORE kazıklarda yapılan yüklenme deneyinde, grafikten de görülebileceği gibi ani çökme 100 ton civarında karakteristik bir teğet noktası vererek meydana gelmiştir. Bu noktadaki teğet apsis eksenini 100 ton da kesmektedir. Bunun %75 i olan 75 ton betonarme fore kazığın emniyetle taşıyabileceği yük olarak kabul edilmiştir.

İNŞAAT MÜHENDİSLERİ ODASINDAN TEBLİĞ EDİLMİŞTİR

Memleketimizden veya dış memleketlerden mezun olan sayın üyeleri-mizim diploma veya ruhsatnamelerinin tasdikli örneklerinin Odadaki dosyalarına konmak üzere Ekim 1962 sonuna kadar Oda adresine göndermelerini, aksi takdirde kendilerine hiçbir suretle belge ve vize verimiyeceği ilân olunur.

İDARE HEY'ETİ

(Basın A — 4799) 105