

Baraj Ve Bağlamalardaki Dolu Savakların Sarfiyat Katsayıları

Yazan :

Necati ENGEZ

Ord. Prof. Dr. Yük. Müh.

Özet

Bölüm I de baraj ve bağlamalarda kullanılan yuvarlak başlıklı dolu savak formülündeki sarfiyat katsayıları gözden geçirilmiştir.

Bölüm II de, sarfiyat katsayılarının değişmesi ve bu değişimin sınırları bahis konusu edilerek, kavitasyon bakımından bir üst sınırın tayini ve kavitasyon tehlikesine karşı ϵ parametresinin minimum değerinin araştırılması hususu zikredilmiştir.

Bölüm III de, sarfiyat katsayılarına ait $\frac{C}{C_0}$ boyutsuz değerlerin savak yüklerine ait $\frac{h}{H_0}$ boyutsuz değerine göre değişmesi incelenmiş, memleketimize ait dolu savak değerleri ile yabancı memleketlere ait dolu savak değerlerinin eğrisi çizilmiş ve bu eğrinin denklemi olan $\frac{C}{C_0} = \left(\frac{h}{H_0}\right)^{0.12}$ ifadesi elde edilmiş, böylece yalnız standard profiller için değil, aynı zamanda diğer şekildedeki dolu savaklar için de kullanılabilecek bir bağıntı bulunmuştur.

I. Giriş

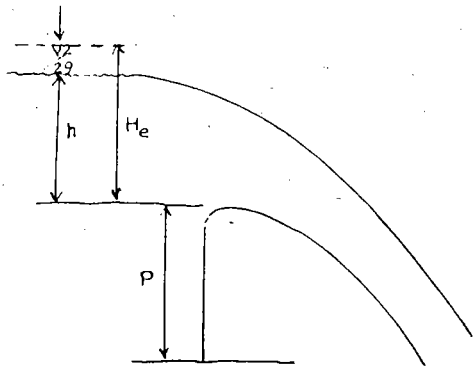
Baraj ve bağlamalarda kullanılan dolu savakların sarfiyatı, bilindiği üzere

$$\sigma = \frac{2}{3} \mu \sqrt{2g} l \left[\left(h + \frac{v^2}{2g} \right)^{3/2} - \frac{v^2}{2g} \right] \quad \dots (1)$$

denklemi ile ifade edilip sarfiyat katsayısı aynı zamanda $\frac{2}{3} \mu = m \dots (2)$

veya $m \sqrt{2g} = C \dots (3)$

olarakta gösterilir. Burada l, savak tepesindeki efektif



Şekil — 1

tif uzunluğu göstermekte olup $l = l_0 - 0.1 n \cdot h \dots (4)$ dir.

l_0 = savak başlığı boyu

n = büzülme sayısı olup, iki kenar büzülmesi halinde $n=2$, bir kenar büzülmesi halinde $n=1$, büzülme olmadığı takdirde $n=0$ konur. Sarfiyat katsayısı genel olarak savak şekli ve boyutlarına, savak yüzü ve sıvı özelliklerine tâbi olarak değişir.

$$C = f(L, l, p, h, a, \varphi, \delta, e, \mu, \sigma) \dots (5)$$

Bu fonksiyonda: (orta ayaklar bulunması halinde büzülme göz önünde tutulmak üzere L = yatak genişliğini, l = savak uzunluğunu), p = savak yüksekliğini, h = savaklanma yükünü, a = savak kretinin şeklini karakterize eden bir değeri, φ = savak yüzünü karakterize eden bir değeri, δ = sıvının özgül ağırlığını, e = yoğunluğu, μ = sıvının viskozitesini, σ = yüzeysel gerilimi gösterir (şekil. 1).

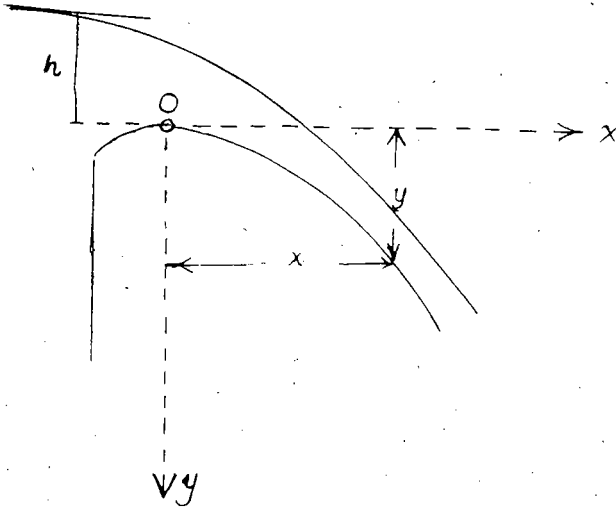
Bu kadar değişik faktörlere tâbi olan sarfiyat katsayısını tam olarak ifadeeden bir formül henüz elde edilmemiş olmakla, önemli hallerde model deneylerine müracaat ederek $Q = F(h)$ bağıntısını denel olarak tayin etmek zarureti vardır.

Bu incelemede yalnız serbest akışlı savakları nazarı itibara alıyoruz, suya batmış savakların durumunun ayrı bir yazı konusu olması uygun görülmüştür. Yuvarlak başlıklı savakların sarfiyat katsayılarının tayini için birçok gayretler sarfedilmiştir. Bu hususta bir fikir vermek üzere yalnız en çok rastlanılanlar bahis konusu edilecektir. Bu bakımdan yuvarlak başlıklı dolu savaklar: 1) Kret şekilleri, ince kenarlı bir savak üzerinden akan napın alt yüzünden mülhem olarak tayin edilen ve standart tip adı verilenler (Creager, Scimemi, Smetana, De Marchi, Escand, Grzwiensky, Ofizerow, Bureau of Reclamation, Water Ways Experiment Station profilleri); 2) Kretleri, herhangi bir şekilde olan profiller diye ikiye ayrılacaktır. Bu ikinci grupta başlıca, daire ve elips şeklindeki kretler nazarı itibara alınacaktır.

Eşikleri parabolik olan savaklarda sarfiyat katsayısı için $C = 2.18 \left(\frac{h}{H_0} \right)^{0.12} \dots (6)$

alınması tavsiye edilmiştir. Burada H_0 , $X^2 = (1.8H_0)$ y profil denklemini gerçekleyen yükü, h ise savakta ölçülen yükü göstermektedir (Şekil. 2). Creager profili için sarfiyat katsayısı olarak:

$\mu = 0.738$, $m = 0.492$ veya $C = 2.18$ değerleri, Birleşik Amerikadaki Water Ways Experiment Station standard profilleri için ise $\mu = 0.75$, $m = 0.50$ veya $C = 2.21$ değerleri verilmiştir. Bunlar yaklaşma hızının kabili ihmal olduğu haller ile savak profi-



Şekil - 2

linin teşkilinde göz önünde tutulan proje yükü için muteberdirler.

İkinci grupta daire başlıklı dolu savakların sarfiyat katsayısı olarak Rehbock (1912)

$$\mu = 0.312 + 0.09 \frac{h}{p} + \sqrt{0.30 - 0.01 \left(5 - \frac{h}{r}\right)^2} \quad (7)$$

ifadesini vermiş olup $P > r > 0.02$ ve $h < r \left(6 - \frac{20r}{P+3r}\right)$

sınırları arasında yürürlükte dir. $h > r \left(6 - \frac{20r}{P+3r}\right)$

de nap savak gövdesinden ayrılır ve μ birdenbire küçülür. Eğer $P = \infty$ ve $r = 0.67h$ kabul edersek:

$\mu = 0.732$, $m = 0.488$, $C = 2.16$ bulunur. μ nin maximum

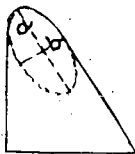
değeri ise $\frac{d\mu}{d\left(\frac{h}{r}\right)} = 0$ dan elde edilip $h = 5r$ ile

$\mu_{\max} = 0.85$, $m_{\max} = 0.57$ ve $C_{\max} = 2.52$ bulunur.

J. J. Doland (1935) başlık yarı çapı r olan dolu savakların sarfiyat katsayıları için

$$C = K \left(\frac{h}{r}\right)^n \quad (8)$$

formülünü teklif etmiş olup, k değeri 2.08 den 1.32 ye, n üssü ise 0.10 dan 0.16 ya kadar değişir.



Şekil - 3

Elips başlıklı dolu savaklarda, mansap taraf yüzüne paralel olan eksen uzunluğu $2a$ ve buna dik key eksen uzunluğu ise $2b$ olmak üzere, r yerine

$$r = b \left(\frac{4.57}{2a+1} + \frac{a}{20} \cdot 0.573 \right) \quad (9)$$

konarak μ katsayısının (7) formülü ile hesap edilebileceği bildirilmiştir. Burada $a = a/b$ dir. Bu formülün kullanma sınırının $0.5 < a < 6.0$ olduğu denel olarak anlaşılmıştır (Şekil 3).

II. Sarfiyat katsayısının sınır değerleri

Herhangi bir dolu savak üzerinden belirli bir uzunluk için en fazla su geçirilmesi ekonomik bir keyfiyet olmak üzere arzu edildiğinden, savaklarda ki sarfiyat katsayılarının daima büyük olması istenir. Bu itibarla çok küçük sarfiyat katsayısının tatbikattaki mühendislik işleri için önemi yoktur. Yalnız alt sınır değerleri hakkında bir fikir vermek üzere bunun için 0.40 değerine, hattâ daha aşağı inildiğine ve (7) formülünde takriben $\mu_{\min} = 0.536$ veya $m_{\min} = 0.357$, $C_{\min} = 1.58$ olduğuna işaretle iktifa edeceğiz. Üst sınırlara gelince, ekonomik düşünceler, bizi daima büyük sarfiyat katsayısı elde etmek çarelerini aramaya götürmüştür. Fakat diğer taraftan emniyet tedbirleri bizi bir hadden ileri geçmemek mecburiyetinde bırakıyor. Gerçekten, savak katsayısı bir hadden büyük olunca, savak sırtında atmosfer basıncına göre negatif basınçlar husule gelmeye başlamaktadır. Bundan sonra savak sırtında nap ayrılması, titreşim ve kavitasyon olayları tehlikesi başlamaktadır. Standard bir profile göre savak başlığı, proje yükü denilen belirli bir yüke göre teşkil edilmektedir.

Fakat tabiatla bu savaklar çalışırken bu yükten küçük yükler altında çalıştığı gibi bazı müstesna hallerde proje yükünden daha büyük bir yük altında çalışma ihtimali de vardır. Emniyet bakımından önemli olan cihet bu muhtemel haldir. Zira bu halde negatif basınçlar husule gelecektir. Bu yönde ne kadar ileri gidilebileceğinin bilinmesi çok önemlidir. Bu hususta birçok araştırmalar yapılmıştır.

Escande yapmış olduğu deneylerde standard profilli savağı H_0 proje yükünün 2.25 katı bir yüke kadar çalıştırmış ve aşağıdaki hususları müşahade etmiştir:

a) H_0 dan büyük yükler için eşik üzerindeki negatif basınçlar çok çabuk artmaya başlamıştır, b) Buna karşılık sarfiyat katsayısı, H_0 ile büyümekte ve $2H_0$ için $m = 0.55$ değerine ulaşmaktadır. Bu da H_0 için olan $m = 0.50$ sarfiyat katsayısından % 10 daha büyük demektir.

c) $h \leq 1.65 H_0$ oldukça savaktan akan nap stabil olmaktadır. Buna $m = 0.54$ tekabül eder. Bunun ötesinde hava girmesinden nap müteessir olmakta ve nihayet savak sırtından napın ayrılması husule gelmektedir.

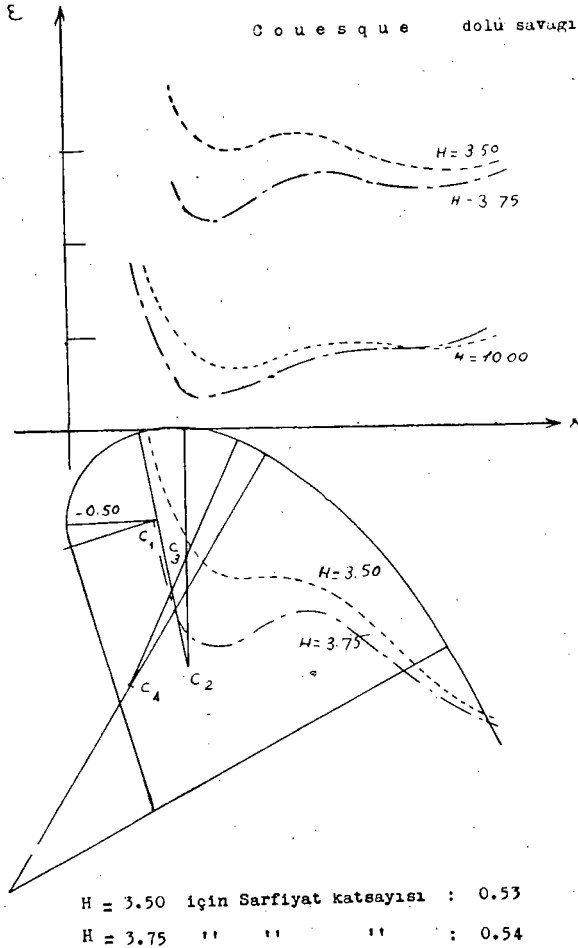
Eşik üzerinde orta ayakların bulunması, ayakların uzunluğu H_0 dan büyük oldukça yukarıda elde edilen sonuçların değişmediğini yine Escande denel olarak tesbit etmiştir.

Bu itibarla H_0 için çizilen standard profilli savaklar herhangi bir tehlike olmadan $1.65 H_0$ yüküne kadar kullanılabilirler. Fakat genel olarak savak sırtındaki negatif basıncın birkaç metreden daha aşağı inmemesi uygun olur. Dolu savak başlarında kavitasyondan sakınmak için gerekli kriterlere biraz daha yakından temas edelim.

Bir akımdaki basınç, buradaki su suhunetine tekabül eden h_b buhar geriliminin altına inerse kavitasyon husule geleceği kabul edilir.

Cıdarda ölçülen basıncı h_0 ile gösterelim. Bunları atmosfer basıncından itibaren değil de sıfır basınçtan itibaren ve su sütunu cinsinden gösterelim. Kavitasyon husule gelmemesi için $h_0 > h_b$ olması

lâzımdır. Fakat bu kâfi değildir, $\varepsilon = \frac{h_0 - h_b}{v^2/2g}$ parametresinde bir hadden aşağı inmemesi icap eder. Bu parametre kavitasyon husule gelmemesi için bir ölçü olarak kabul edilmektedir. Boyutsuz

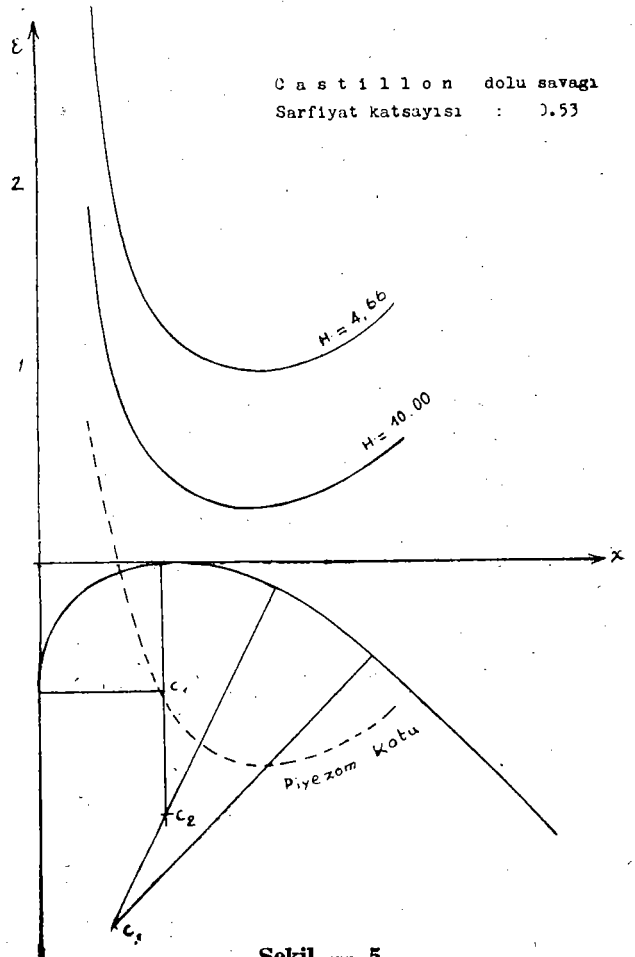


Şekil — 4

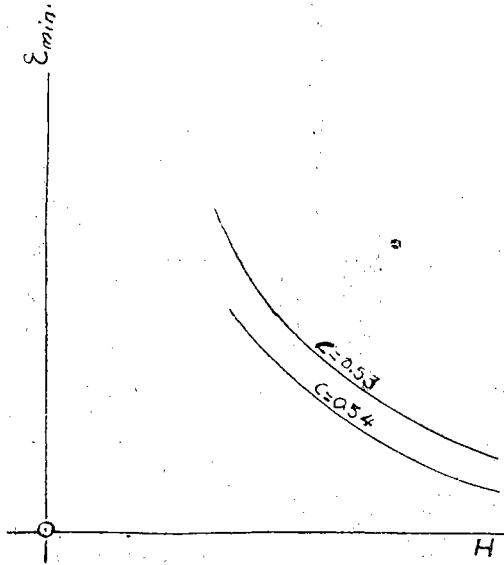
olan ε nin değeri ne kadar büyük olursa tehlikeye o kadar az olur. Diğer taraftan dolu savak yapımı ne kadar itinalı olursa ε nin şayanı kabul minimum değeri de okadar küçük olur. Extrem sınır olarak, hidrodinamik bakımdan mükemmel bir yüzey için $\varepsilon=0$ alınır.

Şimdi H savak yükünü nazarı itibare alalım. h_0 ve v H nin fonksiyonu olmakla $\varepsilon = f(H)$ dir.

Bu hususta bir fikir vermek için Fransa'da Dauphinois hidrolik laboratuvarında etüd edilen Couesque ve Castillon dolu savakları profilleri üzerinde yapılan incelemelerden bahsedilecektir. Couesque dolu savağı $H=3$ m yük için $C=0.53$ sarfiyat katsayısını; $H=3.75$ m için de $C=0.54$ değerini haiz olmasına karşılık, Castillonu dolu savağı $H=4.5$ için $C=0.533$ değerini haizdir. Denel olarak basınçların ölçülmesi ile, H ya göre ε nin değişimini elde etmek kabil olmuştur. (Şekil 4 ve 5) bahis konusu edilen iki dolu savakta değişik H değerleri için ε nin savak boyunca değişmesi şeklini göstermektedirler. Yapılan araştırmalar C sabit kalmak üzere, H nin aynı değerleri için $\varepsilon_{\min}$ un aynı değerleri elde edilmiştir. Keza burada C ninde $\varepsilon_{\min}$ un fonksiyonu olduğu görülmüştür.



Şekil — 5



Şekil — 6

Bu keyfiyet bize $\varepsilon_{\min}$ değerlerini $C=0.53$ ve $C=0.54$ için H nin fonksiyonu olarak çizmeye müsaade eder (Şekil 6).

Bu suretle, verilen bir yük altında kullanılabilirlik üzere, değişik savak profillerinin kavitasyon tehlikesi bakımından rasyonel bir tarzda mukayese edilebilmeleri imkânını elde etmiş oluruz.

Diğer taraftan $\varepsilon_{\min}$ nun seçimi için prototip üzerindeki müşahedelere veya betonun kavitasyona maruz bırakılma deneylerine ihtiyaç vardır.

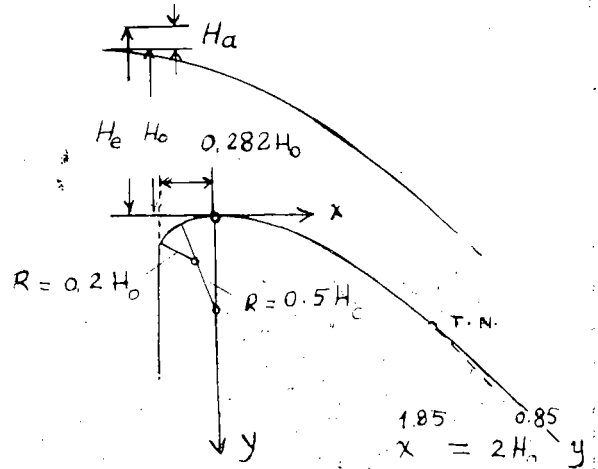
Tabiatla mevcut olup 10 veya 12 m yük altında çalışan standard profilli birçok savaklarda herhan bir kavitasyondan şikâyet edilmediği görülmektedir. Bu da $\varepsilon=0.50$ değerinin tam bir emniyet verdiğini göstermektedir. 4 veya 5 m yük altında aynı emniyet takriben $C=0.55$ ile elde edilebilir. Fakat lar için çok daha aşağı değerlere inmek kabil olduğu görülmüştür.

III. Sarfiyat katsayısının savak yüküne göre değişmesi

Dolu savak projesi hazırlanırken sarfiyat katsayısının, savak yüküne göre değişmesini bilmeye ihtiyaç hasıl olur.

Bu hususta denel olarak bir takım araştırmalar yapılmıştır. Burada önce başka memleketlerde bu yönde elde edilen sonuçlar kısaca gözden geçirildikten sonra elde mevcut bilgilerden de faydalanılarak genel bir ifadenin elde edimesine çalışılacaktır.

Bilindiği üzere, bir savak profili tayin edilirken hemen daima belirli bir yük esas olarak alınır. Büyük sarfiyatlardan birine tekabül eden bu yüke proje yükü veya hesap yükü adı verilebilir. Bu halde dolu savak formülü olarak yazılan (1) ifadesinde



Şekil — 7

bu yüke ve sarfiyata c nin belirli bir değeri tekabül eder ki, bura da c_0 proje sarfiyat katsayısı veya hesap katsayısı adı verilecektir.

Savak başlığına eğer standard bir profil şekli verilmek istenirse bu hususta bilinen tiplerden biri seçilir. Meselâ U. S. Army Corps of Engineers'in Wicksburg'daki Water Ways Experiment Station de yaptığı araştırmalar sonunda bulunduğu WES standard profilleri kullanılmak istenirse

$$x^n = K H_0^{n-1} \cdot y \quad (10)$$

ifadesi alınır. Eğer savağın yüzü düşey ise $K=2$, $n=1.85$ olur (Şekil 7). $P>1.33 H_0$ oldukça, hesaplarda yaklaşma hızının tesirini ihmal edebiliriz. Araştırmalar $\frac{h}{H_0}$ ve $\frac{C}{C_0}$ boyutsuz değerlerine göre yapılacaktır.

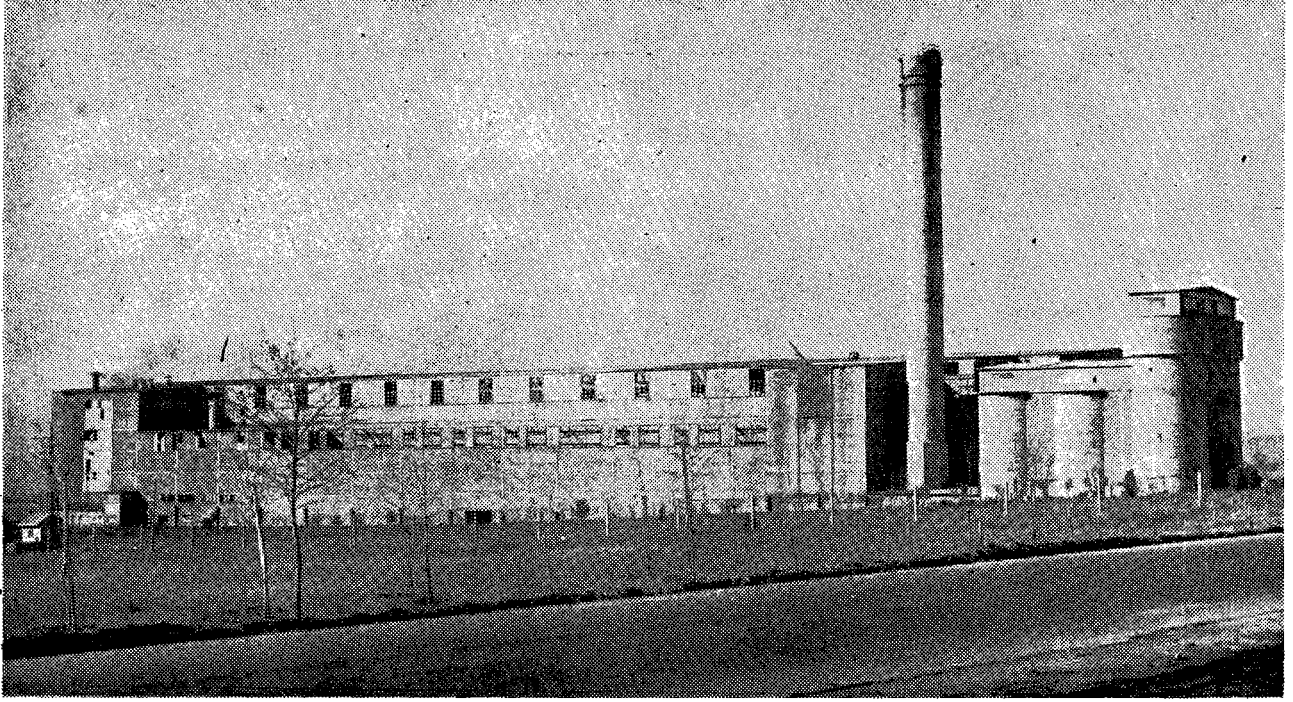
Birleşik Amerika'da Randloph (1928) lâboratuvarda Creager tipinde dolu savak modelleri üzerinde yaptığı deneylerde proje yükünün % 150 sine kadar değişen yüklerle tekabül eden sarfiyat katsayılarını elde etmiş ve $\frac{C}{C_0} = \left(\frac{h}{H_0}\right)^{0.17}$ (11)

bağıntısını bulmuştur. Bu ifade ile proje yükünden başka yükler için sarfiyat katsayılarını tayin etmek kabil olur. Diğer taraftan standard WES profillerine göre projesi hazırlanan dolu savaklarda başka yükler için sarfiyat katsayılarını tayin etmek ve bu suretle savak için bir ayar eğrisi hesaplamak üzere,

Water Ways Experiment Station (1952) $\frac{h}{H_0}$ ra tâbi olarak $\frac{C}{C_0}$ eğriler grubunu vermiştir.

Standart profillerden başka profillerin kullanılması halinde faydalanılmak üzere Bradley (1952) $\left(\frac{C}{C_0}, \frac{h}{H_0}\right)$ eğrisini vermiştir. Bu eğri 50 dolu savak üzerinde yapılan deneyler sonucuna göre elde edilmiştir.

(Devamı gelecek sayıda)



ESKİŞEHİR ÇİMENTO FABRİKASI T. A. Ş.
KARAYOLLARI UMUM MÜDÜRLÜĞÜ ARAŞTIRMA FEN HEYETİ MÜDÜRLÜĞÜ
ÇİMENTO RAPORU

Nümunenin fabrikası : Eskişehir Lab. No. 2
Nümunenin alındığı yer : Fabrika doldurma muslukları Nümune No. 75 Ton
Nümuneyi alan : F. Akbulak, F. Özgüvenç Nu. alınış tarihi 4.2.1960

Kimyevî Analiz	Bulunan	Şartname Limiti	Zevnen, 1 Kısım çimento, 3 kısım Türk standart kumu ve % su ile yapılan harçların Cer Mukavemeti Kg/cm ²			
% Mg O	0,9	Âzami 4,0				
% S O ₂	1,7	Âzami 2,5	3—Gün	7—Gün	28—Gün	28—Gün Kombine
% Kızdırma kaybı	0,8	Âzami 3,0	30,5	31,4	35,0	
% Gayri münhal bakiye	0,3	Âzami 0,85	27,9	30,0	37,3	
% Diğer yabancı unsurlar		Âzami 3	29,2	29,7	35,0	
Hidrolik modül	2,3	Asgari 2	Vasatı	30,4	35,7	
Fizikî Muayene	Bulunan	Şartname limiti	Şartname limiti Asgari	22	27	32
Kıvamlilik için su % si	25,0	Limit yok	Zevnen, 1 Kısım çimento, 3 kısım Türk standart kumu ve % su ile yapılan harçların Tazyik mukavemeti Kg/cm ²			
Donma başlangıcı (saat)	2,15	Asgari 1 saat				
Donma bitimi (saat)	4,35	Âzami 12 saat	3—Gün	7—Gün	28—Gün	28—Gün 50
Özgül ağırlık		Asgari 3,05	354,0	440,0	502	
Hacim sabitliği (mm.)	2,2	Âzami 8 mm.	360,0	422,0	504	
İncelik			357,0	430,0	504	
900 delikli elekte bakiye, %	0,4	Âzami 1	Vasatı	431,0	503	
4900 delikli elekte bakiye %	6,4	Âzami 14	Şartname limiti Asgari	300	350	400

BAŞYAZININ DEVAMI

Odamızın titiz çalışmalarıyla tanınmış ve Mühendis (İ. T. Ü.) Kemal Noyan, Mühendis (İ. T. Ü.) Nejat Ölçen'den müteşekkil «Mühendislik Hizmetleri Komisyonu» bir sene kadar devam eden çalışmaları sonunda bu raporu hazırlamışlardır. Konusu «Mühendislik hizmetlerinin Devlet plânlamasındaki rolü» dür. Broşür halinde basılarak kongre üyelerine dağıtılmış ve kongrenin tasvibi halinde odamız görüşü olarak aydınların tetkikine sunulması düşünülmüştü.

Odamız kuruluşundan bu yana en önemli görevi olan âmme hizmetine en faydalı şekilde bu raporu ile girmektedir.

Rapor «Fikirsizlik iyi veya kötü fikirden daha kötüdür» ön sözü ile başlamaktadır. Devlet yatırımlarının plânlanması sırasında ele alınacak konuların öncelikleri izah edilmekte ve geçmişten alınacak derslerle her konunun etüdünün dahi bir plân çerçevesi içinde yapılmasının lüzumu belirtilmektedir. Millî gelirin artışı, fert randımanının artışı ile irtibatlandırılarak, fert randımanının artırılması için gerekli tedbirler arasında eğitim kademelerinin ihtiyaçlara göre ayarlanması tavsiye olunmaktadır. Uzun süreli bir eğitim sonunda yetişen bir mühendisin kalfa işleri yapmağa mecbur kalışı karşısında fert randımında modern işletmecilik prensiplerine göre düşünce değişikliğinin zaruretine işaret olunmaktadır. Memleketimizde serbest fikir piyasasının teşekkülünün niçin elzem olduğu izah olunmakta ve esas fikrin hülâsası rapor sonunda şu şekilde toplanmaktadır :

«Bu yazının başındanberi izah edilen hususlar bizi Türkiye'de bugün sür'atle etüd ve proje işlerine kâfi yatırımlar millî servet kaynaklarının en doğru şekilde meydana çıkarılmasının zarureti izah etmektedir. Artık bir havzanın umumî amenajmanı yapılmadan bir barajın ele alınamayacağı idari makamların riayete mecbur oldukları bir vakia olarak anlaşılmiş bulunmaktadır.

1 — Bu durumda ne yapılmalıdır?

Millî servet kaynaklarımızın serbest teşebbüsün müşterek gayretleri ile etüd ve proje olarak kıymetlendirilmesi,

2 — Nasıl yapılmalıdır?

Devlet ve serbest teşebbüs müştereken,

3 — Bu koordinasyon nasıl olmalıdır?

Serbest teşebbüs yapıcı, devlet yol gösterici ve kontrol vazifesi görmek suretiyle, Yapılmalıdır...»

Görülüyorki Mühendislik Hizmetleri Komisyonumuz odamızın kuruluşundan bu güne kadar bir türlü halledilemeyen, halledilmesi için de daima en kolay gibi gözüken kanun vazundan yardım yolu takip olunan, memur mühendislerin serbest çalışması, asgari ücret tarifesı, teknik büroların gelişmesi, aylık ve yevmiyeler, usta ve diğer yardımcı elemanların yetiştirilmesi, hak ve selâhiyet, ilâ... gibi konularak serbest piyasa nizamının teessüsüne çalışılması teklifini ortaya koymaktadır.

Yeni İdare Hey'etimizin önümüzdeki çalışma yılı programını bu raporun ışığı altında fertlerden fazla randıman alacak şekilde tanzim edeceğini ümit ederiz. Bu takdirde ilk yapılacak işin âzaları arasında karşılıklı sevgi ve saygının takviyesi olacağı şüphesizdir. Fikirler açık tartışmalarla daha doğru yönler seçebilirler.

Odamız mensuplarının dahil bulundukları oda dışı topluluklarda, odanın problemlerinin açıkça tartışılmadığı sanısı zihinlerden kaldırılmakla, meslektaşlarımız arasında dayanışma, sevgi ve saygının yaratılmasında en büyük mesafenin katedilmiş olacağı kanaatindeyiz.

Odamız kendisine düşen memleket ve meslek görevlerini ancak bundan sonra yapabilecektir.

Saygılarımızla
T. M. H.

TÜRKİYE MÜHENDİSLİK HABERLERİ

İNŞAAT VE MÜHENDİSLİK MEVZUUNDA
TEKNİK MAKALE, HABER VE İŞ İLÂNLARI
İLE SİZLERİ TATMİN EDEBİLECEK VE
İHTİYAÇLARINIZA CEVAP VEREBİLECEK
M E C M U A D I R

Atatürk Bulvarı Ökmen Apt. No. 86/10 Ankara - Yenışehir Tel : 12 13 69