

S. CAK AKKAYAN

SERİ
SERIE B

CİLT
TOME XVIII

SAYI
FASCICULE 1

1968

İSTANBUL ÜNİVERSİTESİ
ORMAN FAKÜLTESİ
DERGİSİ

REVUE DE LA FACULTE DES SCIENCES FORESTIERES
DE L'UNIVERSITE D'ISTANBUL



YATAY İZDÜŞÜMLERİ DİKDÖRTGEN BİÇİMİNDE OLAN TAŞINTI BARAJLARININ BOYUTLARININ TAYİNİNDE YENİ GÖRÜŞLER ¹⁾

Yazan :

Prof. Dr. Faik TAVŞANOĞLU

Dağlık arazide dere havzalarının ıslâhında önemli bir yer tutan taşıntı barajlarının, su rezervuarları olarak inşa edilen büyük barajlardan farkı, herşeyden önce, birincilerin su biriktirmek için değil, fakat yalnız taşıntıyı tutmak için inşa edilmeleridir. Taşıntı barajlarının su basıncına maruz kalması, yalnız barajın arkasının taşınan materyalle dolmasından önce, baraj gövdesindeki menfezlerin tıkanması halinde ve kısa bir süre için söz konusu olmaktadır. Bu sebeple Avusturya'da ve diğer Alp Memleketlerinde bu barajların statik emniyetinin incelenmesinde, şimdiye kadar ekonomik düşüncelerle, yalnız barajın arkasının tamamiyle dolmasından sonra meydana gelen «toprak basıncı» esas alınmakta ve bunun neticesi olarak bu barajların dimenzionları su rezervuarları olarak ağır sıklet duvarları şeklinde inşa edilen barajlara nazaran daha zayıf hesap edilmektedir. Avusturyalı Mühendis Kronfellner-Kraus, bu kez yaptığı araştırmalar sonunda, yatay izdüşümleri dikdörtgen olarak biçimlendirilen ve ağır sıklet duvarları olarak inşa edilen taşıntı barajlarında, dimenzionların yukarıda belirtildiği gibi, daha zayıf olarak hesap edilmesine rağmen, barajın arkasının taşıntı ile tamamiyle dolmasından önce, barajdaki menfezlerin tıkanması sonunda kısa süreli olarak meydana gelen su basıncını da karşıladığını statik olarak ispat etmiştir. Taşıntı barajlarının bu yeterli durumu, bu barajların yaptığı: **ağırlık etkisi dışında, bugüne kadar ihmal edilen Plât (safihâ) etkisine dayanmaktadır (yüklenmenin iki yönde dağılması).** Ancak bu sonuncu etkinin meydana gelmesi için barajın, yatay duvar sıraları halinde inşa edilmiş olması ve barajdaki menfezlerin ve baraj açıklığının çok büyük olmaması şarttır. Taşıntı barajlarında bu durumu değerlendirebilmek için bu barajların inşasında kullanılan malzemenin basınç ve eğil-

¹⁾ Bu yazı, Kronfellner-Kraus tarafından IUFRO nun XIV. Kongresinde (Münih 1967) II. Seksiyona sunulan «Neue Aspekte bei der Bemessung von geradlinigen Wildbachsperren auf Grund verschiedener Materialprüfungen» adlı tebliğin daha ziyade pratik olan kısımlarını derlemek suretiyle hazırlanmıştır.

me-çer gerginliği gibi bazı teknik özelliklerinin bilinmesine ihtiyaç vardır. Bu özellikleri tesbit etmek maksadıyla bu barajlarda bir sıra eğilme ve basınç denemelerinin yapılması icap etmiştir:

İlk ön deneme, inşaat yerinde bir denemenin söz konusu olamayacağı, fakat deneme makinalarında küp ve kirişlerin mukavemetlerinin (özel malzeme deneme istasyonu) denenmesi lâzım geldiğini göstermiştir. Bu sayede şüphesiz deneme modellerinin ölçüleri de sınırlanmış bulunmaktadır.

Bu denemelerde Universal bir deneme makinası (Mannheimer-Maschinenfabrik Mohr und Federhoff A.G) kullanılmış olup, bu makinenin deneme kuvveti yaklaşık olarak 200 Mp (200 ton), büyüklüğü 420 mm × 420 mm olup dayanak açıklığı 2 m. ve ölçme takatı 150 Mp'ye kadardır. Ayrıca prizma biçimindeki kirişler için (Avusturya ve Alman normlarına göre) deneme kuvveti 10 Mp olan daha küçük bir makina da deneme makinası olarak kullanılmıştır. Prizmaların genişliği 200 mm. dir.

Ölçmelerin üniform olarak yapılabilmesi için, denemeye tabi tutulacak duvar modellerinin kalıplar içinde örülmesi icap etmiştir. Taşları buldukları kirişler içinde iyi tutturabilmek için, kalıbın içinde alt ve üst tabakanın betondan (harç) olması lâzım gelmiştir.

İkinci ön deneme arzu edilen bütün deneme modellerinin tiplerini kapsamıştır: Yatık örülmüş duvar kirişleri barajdaki yatay duvar tabakaları için, dikine örülmüş duvar sütunları düşey baraj kesimleri için model teşkil etmiştir. Aynı suretle daha fazla sayıda (iki misli) küp üzerinde deneme yapmak için gerek tabakalanma yönünde (yatay olarak kuvvet uygulanması) ve gerekse dikey olarak (düşey olarak kuvvet uygulanması) denemeler yapılmıştır.

Deneme modellerinin ölçüleri büyük bir universal deneme makinası ile ölçülebilen miktarlara çıkarılmıştır: Küpler ve kirişler için 40 cm. genişlik, eğme tezgâhının dayanak açıklığı olarak 200 cm. uzunluk ve her tipten en az 3 deneme modeli yapılmıştır. Duvar kirişlerinde ve beton prizmalarda yüklenme iki münferit yük vasıtasıyla üçte bir noktalardan (Avusturya normlarına göre) ve bir beton prizma serisi, kirişin ortasında tek bir yük vasıtasıyla (Alman normlarına göre) denenmiştir. Deneme esnasında yatık örülen kirişler uzunluk eksenleri etrafında 90 derece çevrilmek suretiyle kuvvet uygulama yönü, duvar tabakalanma yönüne intibak ettirilmiştir. Büyükçe kirişlerde kırılma eğilme-çer mukavemetinin tayininde kirişin kendi ağırlığı da gözönünde tutulmuştur. Duvar küplerinin iki tabaka düzlemindeki basınç kontrolü kenar uzunluğu 40 cm. olan kirişlerle yapılmıştır.

Gerek deneme sonuçları ve gerekse duvar yapım pratiği çok küçük ve çok büyük deneme modellerinin daha az, buna karşılık enine kesitleri 30/30 ve 40/40 olanların en uygun olduğunu göstermiştir. Baraj duvarı yapısındaki bağlantıya benzer bir bağlantı sağlayabilmek için 20 cm. genişliğindeki kirişlerin (tabaka yüksekliği) fazla alçak (dar) olduğu anlaşılmıştır. 60/20/20 lik kirişlerde sonuçlar fazla bir dağılma göstermiştir. Buna karşılık 100/30/20 lik kirişler gerçekten daha büyük olanlar kadar eğilmeye karşı mukavim olmuşlardır. Fakat model olarak çok uygun düşmemişlerdir. Bu sebeple kiriş boyutlarının hükümlendirilmesinde en küçük ve en büyük tiplerin duvar yapım tekniği esaslarından dolayı bir tarafa bırakılması icap etmiştir. Buna göre geriye kare kesitinde 100/30/30 ve 130/40/40 cm.lik kirişler kalmıştır ki, bu kirişler gerek duvar yapım tekniği ve gerekse model olarak en uygun düşmüşlerdir. Bunun dışında 130/40/40 lık kirişlerde sonuçların birbirinden az farketmesi sebebiyle bu tip denemelerin devamınca kullanılmıştır. Denemelerde kullanılan yatık duvar kirişleri, taşıntı barajlarında yatay olarak örülmüş duvar sıralarını temsil etmiştir. Derzler her ikisinde de yani gerek deneme kirişlerinde ve gerekse kiriş olarak çalışan duvar sıralarında bir dayanaktan diğerine doğru (duvarın boyunca) devam etmiş olduğu gibi, her iki şıkta zorlanmada tabakalar yönünde olmuştur. Barajda su basıncı aşağı yukarı yatay yönde etki yapmakta ve yatay durumdaki tabakaları yüklemektedir.

Esas denemeler ön denemelerle uygun model formları ve bunların ölçüleri (çabuk sertleşen çimento ile) tesbit edildikten sonra çok sayıda deneme modelleri ile ve çeşitli örme koşulları altında baraj duvarının basınç ve eğilme-çer mukavemetlerinin tayini için esas kırılma denemelerine başlamak mümkün olmuştur.

Bugüne kadar yapılmış olan barajların durumunu da gözönünde bulundurmuş olmak için, büyük bir deneme serisi normal koşullar altında, yani normal sertleşen bir beton ve normal sıkıştırma ve yapım tarzı ile yürütülmüştür. Bu deneme serisiyle tesbit edilen mutlak değerler, bugüne kadar zayıf olarak inşa edilmiş barajlar için yapılan hesaplardan elde edilen neticelerle mukayese edilebilir. Bu sebeple, bu deneme serisi bugüne kadar yapılmış olan barajların yapısına mümkün olduğu kadar yaklaşmak suretiyle düzenlenmiştir.

Bu esas ve büyükçe deneme serisiyle beraber, ayrıca daha küçük üç deneme serisi de düzenlenmiştir. Bundan maksat betonun kalitesinin çeşitli şekillerle ıslahıyla duvar yapısının mukavemetinin ne dereceye kadar yükseltmenin mümkün olacağını tesbit etmektir. Zira betonun ka-

litesinin yükseltilmesi baraj ağırlık kirişlerinin boyutlarının küçülmesini mümkün kılmakta ve bundan dolayı da ekonomik büyük bir değer taşımaktadır. Betonun kalitesinin yükseltilmesi en basit olarak vibrasyon yoluyla olduğundan dolayı normal inşaat betonu (harç), birinci seride olduğu gibi vibratörle sıkıştırmak suretiyle denenmiştir.

Normal inşaat betonu yanında, beton içerisine giren malzemenin hacimlerine göre kalite betonla daha iki deneme serisi düzenlenmiştir ki bu betonda malzeme olarak mukavemet değerleri bilinen ve dane gruplarına göre ayrılmış olan beton çakılı ve yüksek değerdeki çimento (PZ 225) kullanılmıştır. Dozaj 300 kg. olarak uygulanmıştır. Su miktarı mümkün olduğu kadar az alınmış ve su/çimento = 0,4 oranında olmuştur. Bir deneme serisinde beton tokmaktama, diğerinde vibrasyonla sıkıştırılmıştır.

Deneme düzenleri, ön denemede de açıklandığı gibi, eşit olarak alınmıştır. Duvar kirişleri ve beton prizmalar iki taraftan açıklığın 1/3 noktalarında etki yapan iki münferit yük ile zorlanmıştır. Yatık olarak örülmüş duvar kirişleri, duvar sıraları (duvar tabakaları) yüklenmenin uygulama yönüne intibak etmiştir. Sonuçlar bir kez kirişlerin kendi ağırlıklarının gözönünde tutmak, öbür kez bu ağırlıkları bir tarafa bırakmak suretiyle tayin edilmiştir. Aynı suretle duvar küpleri tabakalar yönünde ve buna dik olarak denenmiştir.

Kırılma denemelerinin sonuçları :

1. Ön deneme ile de tesbit edildiği gibi, sel derelerinde harçlı taş duvar olarak inşa edilen barajlar tabakaların durumuna ve kuvvet uygulama yönüne göre **çok değişik mukavemet özellikleri** göstermiştir. Bu özellikler duvarların inşasında kullanılan taşların yuvarlak biçimden uzaklaştığı ve yassı oldukları oranda birbirinden daha fazla ayrılmıştır. Söz konusu olan denemelerde seçilmiş ve daha çok baraj yapılarında kullanılan malzeme ile ve mümkün olduğu kadar benzer sağlam taşlarla alınan sonuçlar şöyle olmuştur:

a) **Basınç mukavemeti:** Tabakalara dik (derzlere dik) yönde yüklenen duvar küplerinde, tabakalar yönünde (derzler yönünde) yüklenenlere nazaran oldukça büyük olmuştur. Bu mukavemet kabili mukayese betonun basınç mukavemeti karşısında, betonun basınç mukavemetinin (normal inşaat betonunda ortalama olarak $115,5 \text{ kp/cm}^2$) ¹⁾ % 100 olduğu gözönünde tutulmak suretiyle aşağıdaki orantılar tesbit edilmiş

1) $\text{Kp/cm}^2 = \text{Kg/cm}^2$

tir: 40/40/40 cm. lik duvar yapı küpleri, tabakalara dik zorlanmada ortalama olarak 110,3 kp/cm², ya da kabili mukayese betonun % 95,5 i ve tabakalar yönünde yüklenmede ortalama olarak 74,3 kp/cm²'ye ya da kabili mukayese betonun % 64,3 ü kadar olmuştur.

Derzlere dik istikametteki yüklenme, ağır sıklet duvarlarında yaklaşık olarak temel derzinin düşey yönde zorlanmasına tekabül ettiği halde, tabakalar yönündeki yüklenme daha çok kemer barajlarda basınçın yukarı zonlara intikaline uymaktadır.

b) **Düşey olarak örülen duvar sütunlarının eğilme-çer mukavemeti.** Ön denemenin de gösterdiği gibi çok cüz'i olup PZ 425 çimento ile 28 günlük sertleşme süresince yaklaşık olarak ancak 8,4 kp/cm², ya da mukayese edilen betonun eğilme-çer mukavemetinin sadece % 10-20 si kadar olmuştur.

Denemeler sonucunda, yatay sıralar halinde inşa edilmiş duvarlarda eğilme-çer mukavemetinin oldukça büyük olduğu tesbit edilmiştir ki, bu sonuç boyutları bugüne kadar zayıf olarak tayin edilmiş bulunan taşıntı barajlarının yeterli mukavemetini ikna edici bir şekilde ortaya koymuştur. Denemelerde duvar kirişlerinde tesbit edilen eğilme-çer gerginlikleri betonun kalitesine göre, 10,6 - 32,8 kp/cm² arasında değişmiştir. Bu miktarlar mukayese için alınan betonun eğilme-çer mukavemetinin % 52 - % 77 sini bulmuştur.

2. Çeşitli deneme serilerinin gösterdiği gibi, beton tekniği ile ilgili tedbirlerin alınması sayesinde, betonun kalitesi önemli oranda yükseltilebilir: Örneğin normal inşaat betonunun sadece vibrasyonu ile basınç mukavemetini % 80, eğilme-çer mukavemetini % 34; kalite betonun vibrasyonu ile basınç mukavemetini % 30, eğilme-çer mukavemetini % 38 yükseltmek mümkün olabilmektedir. Vibrasyonu yapılmış kalite betonun, vibrasyonu yapılmamış normal inşaat betonu ile mukayesesi, basınç mukavemetinin toplam olarak % 350, eğilme-çer mukavemetinin ise % 122 yükseldiğini göstermiştir. **Şu halde genellikle bütün inşaatta olduğu gibi, özellikle baraj inşaatında en önemli husus, betonun kalitesini mümkün olduğu kadar yükseltmektir.**

Normal inşaat betonunun vibrasyonu ile yapılmış duvar kirişlerinde eğilme-çer gerginlikleri % 28, kalite betonun vibrasyonu ile yapılmış olanlarda % 27 oranda yükseltilebilmiştir. Duvar yapılarında normal inşaat betonu ve kalite betonla yapılan deneme serileri ile alınan sonuçların mukayesesinde, vibrasyonu yapılmamış betondan inşa edilmiş duvarlarda eğilme-çer mukavemeti % 88 ve vibrasyonu yapılmış betondan

inşa edilmiş duvarlarda ise % 86 yükseltilebilmiştir. Betonun kalitesini yükseltmeye yarıyan bütün tedbirlerin uygulanabilmesi halinde, duvar yapısının basınç mukavemeti (vibrasyon yapmadan) % 96, eğilme-çer mukavemeti % 138 oranında arttırılabilmektedir.

Bu sonuçlar, yatay izdüşümleri dikdörtgen biçiminde olan barajlarda boyutların ekonomik olarak tayin edilebilmesi için beton teknolojisinin büyük önemi olduğunu açık olarak göstermekte olup, baraj yapısının taşıma gücünü arttırmak bakımından bütün imkânlara başvurma'nın lüzumunu telkin etmektedir.

3. Ön deneme sonuçlarının değerlendirilmesinde, duvar içine konulan taşların, duvardaki beton karkasın eğilme-çer mukavemetine bir zarar vermediği, fakat aksine olarak duvarın eğilme-çer mukavemetini arttırdığını göstermiştir. En zayıf ihtimal, duvar içindeki taşların, beton karkasın taşıma gücünü, bu taşların olmamasına nazaran daha fazla azaltmadığıdır. Çer zonundaki taşlar eğilme-çer gerginliği üzerine müsait bir etki yapmaktadır. Ayrıca, yapılan karşılaştırmalar şunu da göstermiştir ki duvar içinde basınç zonunda bulunan taşlar tamamiyle betonla birlikte çalışmaktadır.

4. Hava tarafındaki yüzleri derzlenmiş olan ve deneme sırasında bu yüzleri çer zonuna rastlatılmış bulunan üç duvar kirişinin eğilme-çer mukavemeti, mukayese için kullanılan betonunkinin ortalama olarak % 52 sine, buna karşılık kalıplar içine alınmış olan kirişlerde % 67 — % 77 sine ulaşmıştır. Bu durum eğilme-çer mukavemetinin duvarın içindeki taşlardan dolayı azaldığını göstermektedir ki, bu azalma miktarı, önceki açıklamalar gözönünde tutularak hesaba katılmalıdır.

Denemelerde duvar kirişlerinin, çer zonundaki taş dolguların kesitleri oranında azaltılmış olan mukavemet momentleri aşağıda olduğu gibi tesbit edilmiştir:

150 × 100 cm. kesidindeki kirişin mukavemet momenti tam kesidin	% 37 si
200 × 100 cm. « « « « « «	% 42 si
300 × 100 cm. « « « « « «	% 47 si

kadardır. Taş dolgu çer zonunda bulunduğu takdirde bu, baraj kirişlerinin yanlarda ya serbestçe oturmaları, ya da yarı yarıya bağlanmış olmaları halinde söz konusu olup büyük eğilme momenti bu takdirde en (M_{max}) kirişin ortasında bulunur. Kirişlerin yanlarda tam olarak bağlanmış olması halinde, barajın hava tarafındaki taş dolgu zayıflatıcı olarak etki yapmaz ve zayıflatılmış duvar kirişinin mukavemet momenti 150/100 cm. kesidindeki bir kiriş için tam kesidin % 55 ini bulmaktadır.

Taş dolguların bir tarafa bırakılarak betona yaklaşılması halinde kirişlerin eğilme mukavemeti daha da yükseltilmiş olur. Böylece taşıntı barajlarının projelendirilme ve inşasında değişik açıklıklar dolayısıyla ortaya çıkan isteklere daha iyi uymak mümkün olmuş olur.

Örneğin, bir duvar yapısındaki beton karkasın mukavemet momenti tam duvar kesidinin % 40 ına ulaşsa ve kullanılan betonun eğilme mukavemeti 35 kp/cm^2 olsa, duvar yapısının tamamı ve bütün kesit için küçültülmüş bir eğilme-çer mukavemeti hesaba ithal edilebilir. Yani $35 \times 0,4 = 14 \text{ kp/cm}^2$ olur. Dimenziyonların tayininde emniyet faktörü 2,5 olarak alındığı takdirde duvar yapısının bütün kesidi için caiz olan eğilme-çer gerginliği $14:2,5 = 5,6 \text{ kp/cm}^2$ olmuş olur.

Deneme Sonuçlarının Değerlendirilmesi :

Kırılma denemeleriyle elde edilmiş bulunan mukavemet mikdarları, duvar olarak ve yatay sıralar halinde inşa edilen taşıntı barajlarının boyutlarının burada teklif edilen yeni bir usule göre tayinini mümkün kılmaktadır. Bu usul, aşağıda bir kez daha açıklanmış bulunmaktadır. Söz konusu olan usul basitleştirilmiş bir usul olup, daha önce de işaret edildiği gibi, sel derelerinin ıslâhında genellikle harçlı kırmataş duvar olarak inşa edilen taşıntı barajlarında duvar boyunca meydana gelen yatay derzlerle bağlantılı bir şekilde su ve toprak basınçlarını yeterli bir dirençle karşılamak üzere, bu barajların hatta beton barajların boyutlarını hesabetmeye elverişli olup bugün bundan daha sıhhatli elastostatik bir hesap usulü mevcut değildir.

Taşıntı barajının hem düşey ve hem de yatay lâmelere ayrılmış olduğu düşünülür ve kabul edilirse, baraj yapısının karşılaştığı yüklenmenin bu iki grup lâmeler üzerine dağılmış olacağı anlaşılır. Su basıncının da aynı suretle iki kısma ayrıldığı düşünülürse, bu kısımlardan birincisi karşısında düşey lâmelerin ağırlık etkisi, diğeri karşısında yatay lâmelerin plat etkisi dengeyi sağlamaktadır.

Barajın arkasının henüz taşıntı ile dolmasından önce, barajdaki menfezlerin tıkanması halinde, kısa süreli olarak kendisini hissettirecek olan su basıncı için, suyun özgül ağırlığı (g_w), yapılacak hesapları basitleştirmek maksadıyla (g_1) ve (g_2) gibi iki ağırlığın toplamı olduğu, yani ($g_w = g_1 + g_2$) düşünülerek taşıntı barajlarının boyutlarının tayininde şu suretle hareket edilir: Düşey lâmel normal sürekli yüklenmeye göre, özgül ağırlık (g_1) ile hesap edildikten sonra, yatay lâmelin, arta kalan yüklenmeyi (g_2), 2-3 ve ortalama 2,5 kath bir emniyet ile karşılayıp karşılayamayacağı araştırılır.

Toprak ya da taşıntı basıncını sürekli olarak karşılayacak olan düşey lâmelin (ağırlık lâmeli) hesabı için, Kronfellner-Kraus aşağıdaki formülleri teklif etmiş bulunmaktadır. Bu formüller, toprak basıncı ve duvarın ağırlığının bileşkesinin, belli koşullar altında baraj tabanını, ortadaki 1/3 ün mansab tarafındaki sınırında kestiğine göredir ki, burada toprak basıncının yerini taşıntı basıncı sıvısı denilen (g_1) gibi tasarlanmış bir sıvı tutmaktadır. Bu formüller aynı zamanda aşağıdaki özgül ağırlıklara göredir:

$$g_1 = 0,3 \text{ Mp/m}^3 \quad (\text{köşeli çakıl}) \quad \text{için} \quad b = 0,355.t \dots\dots\dots (1)$$

$$g_2 = 0,5 \text{ Mp/m}^3 \quad (\text{yuvarlak çakıl}) \quad \text{için} \quad b = 0,437.t \dots\dots\dots (2)$$

(1) ve (2) işaretli formüller barajın taban kalınlıklarını vermektedir. Bu kalınlıklarda, basıncı yüklenmesi söz konusu olduğu takdirde bileşke (su basıncı ve barajın ağırlığının bileşkesi) tabanın mansab tarafındaki kenarını kesmekte ve böylece barajın su basıncıyla yüklenmesinde labil bir denge hüküm sürmektedir. Yukardaki formüllerde: b = baraj tabanının kalınlığı, t = basıncı yüksekliği = $h + u$, h = incelenen kesitte baraj yüksekliği, u = taşkın yüksekliğidir.

Yatay izdüşümü dikdörtgen biçiminde olan bir barajın taban kalınlığı bu formüllerden birisiyle, ya da başka bir formülle hesap edildikten sonra, barajın su basıncı ile yüklenmesi halinde bu yüklenmenin (g_2), yatay lâmelin plat etkisiyle karşılanıp karşılanmayacağı incelenir.

Örnek : a) Su basıncı:

$$g_w = 1,0 \text{ t/m}^3$$

Ağırlık lâmeli (düşey lâmel):

Normal sürekli yüklenme toprak basıncı vasıtasıyla

$$g_1 = 0,3 \text{ t/m}^3$$

b) Plat lâmeli (yatay lâmel)

Arta kalan yüklenme:

$$g_2 = 0,7 \text{ t/m}^3$$

Boyutlama Diyagramları: Yatay izdüşümleri dikdörtgen biçiminde ve harçlıtaş duvar olarak inşa edilecek taşıntı barajlarının dimenzionlarını kolaylıkla ve süratle tayin etmek için, Kronfellner-Kraus, yukarıda açıklanan formülü iki başından tam olarak, ya da yarı yarıya tesbit edilmiş duvar kirişlerini çok kez karşılaşılan baraj yükseklikleri ve baraj kalınlıkları için değerlendirerek diyagramlar düzenlemiş bulunmaktadır. Basıncı yükseklikleri, ya da basıncı derinlikleri ($t = h + 4$) yarım ya da birer metre farkla ayrı ayrı birer diyagram halinde çizilmiştir ki, bu diyagramlarda

baraj kalınlıkları, her basınç derinliğinde, eğilme-çer gerginlikleri ve açıklıklarla münasebete getirilmiştir. Ayrıca açıklıklar, hesaba giren (arta kalan yüklenme) (g_2) nin büyüklüğüne göre değiştiğinden ayrı ayrı ıskalalar halinde verilmiştir. Çünkü arta kalan yüklenme (g_2) nin büyük olması oranında açıklık küçülmektedir.

Örnek: Tetkik edilen baraj kirişi, baraj üstünden 4,00 m. derinde bulunmaktadır ($h = 4,00$ m.) ve taşkın yüksekliği ($u = 1$ m.) yi bulmaktadır. Buna göre basınç derinliği $t = h + u = 4 + 1 = 5$ m. olup buna uyan diyagram seçilir. Duvar yapısı için caiz olan eğilme-çer gerginliği $S = 5,5$ kp/cm² olarak kabul edilmiştir. Ağırlık lâmeli (1) işaretli formülle hesab edilmiş ($g_1 = 0,3$ Mp/m³ olup bu takdirde giriş lâmeli için arta kalan yüklenme ($g_2 = 0,7$ Mp/m³), (toplamla su basıncı $g_w = 1,0$ Mp/m³) dir. Burada iki değer bilindiğinden, diyagramda istenilen üçüncü değer tesbit olunur:

Şık A) Bilinen açıklık $L = 11,50$ m. ye göre giriş kalınlığı bulunacaktır:

Açıklık ıskalası ($g_2 = 0,7$) üzerindeki 11,50 m. nin bulunduğu nokta yatay olarak eğilme-çer gerginliği $S = 5,5$ kp/cm² ışıını üzerine taşınır. Bu nokta düşey olarak baraj kalınlıkları ıskalası üzerine taşınırsa, baraj kalınlığı $b = 2,06$ m. olarak tesbit olunmuş olur.

Şık B) Baraj kalınlığı $b = 2,06$ m. ile kaç metre açıklığında bir baraj inşa edilebilir?

Burada daha önce izlenen işlemin tersi yapılacaktır. Yani baraj kalınlıkları ıskalası üzerinde $b = 2,06$ m. den bir dikey çıkılarak bunun, eğilme-çer gerginliği $S = 5,5$ kp/cm² ışıını kestigi nokta işaretlenir ve bu nokta yatay olarak baraj açıklıkları ıskalası ($g_2 = 0,7$) üzerine taşınırsa baraj açıklığı olarak 11,5 m. tesbit edilmiş olur.

A ve B nin varyasyonları: Tayin edilen boyutlar mevcut açıklık v.s. bakımından yeterli bulunduğu takdirde, daha önce yapıldığı gibi süratle uygun varyantlar etüd edilebilir. Örneğin ya ağırlık lâmeli kalınlaştırılır (g_1 i büyütmek suretiyle) ki bu takdirde plat lâmeli (g_2) küçülür, fakat buna karşılık açıklık büyür; ya da baraj malzemesinin kalitesi yükseltilir (daha büyük eğilme-çer mukavemeti). Yani örneğin harçlı taş duvar yerine, eğilme-çer mukavemeti daha yüksek olan beton bir baraj inşa etmek v.s. gibi.

Ağırlık giriş barajlar bakımından ipuçları vermek lâzım geldiği takdirde, rutin olan barajın üst kalınlıkları ($b = 1,5$ m.) ve eğilme-çer gerginliklerine göre aşağıdaki açıklıklar kabul edilebilir: Eğer barajlar çimento harçlı duvar olarak inşa edilirse, açıklıklar 10 ve 20 m.ye kadar; baraj-

lar betondan inşa edilecekse açıklıklar 20-30 m.ye kadar kabul edilebilir. Daha büyük açıklıkların mevcut olması halinde, barajın yatay izdüşümünü kemer olarak şekillendirmek suretiyle kiriş etkisi yerine kemer etkisinden faydalanılır. Daha büyük açıklıklar karşısında barajları safha safha inşa etmek icap eder.

Özet olarak denilebilir ki, betonun eğilme-çer mukavemeti bilindiği ve düzenlenmiş olan normlara göre kolaylıkla kontrol edilebildiği halde, tabii taşlardan duvar olarak inşa edilen yapılardaki eğilme mukavemeti ile bugüne kadar ilgilenilememiştir. Bu sebeple, harçlı taş duvarlar halinde inşa edilen taşıntı barajlarında baraj duvarlarında eğilme-çer mukavemetlerini tesbit ederek «Plat ağırlık barajlarının» boyutlarını tayin etmek için, duvar yapılarında kırılma denemeleri yapılmıştır. Bu denemeler çeşitli duvar yapıları, beton ve takviye tarzlarına ve özellikle iki esas istikamette seyreden duvar sıralarının arasındaki derzler bakımından yapılmıştır. Duvar yapılarındaki eğilme denemeleri için en uygun model şekilleri 130/40/40 cm. boyutundaki prizmalar olmuştur. Basınç denemeleri için model şekil 40/40/40 cm. büyüklüğündeki küpler olmuştur.

Modellerle yapılan kırılma denemelerinin sonuçlarına dayanmak suretiyle diyebiliriz ki, duvar yapısında kayda değer eğilme-çer mukavemetleri herşeyden önce ve ancak, duvarın yüklenmesi, tabakalar yönünde (derzler yönünde) olduğu ve tabakalar bütün açıklık boyunca devam ettiği takdirde ispat edilebilmiştir. Bu yüklenme ve bu model şekli yatay bir baraj kesimine, yani yan taraflarda serbestçe oturmuş, ya da tesbit edilmiş bir baraj kirişine uymaktadır. Bu takdirde ulaşılan eğilme-çer gerginlikleri betondakinin % 52-78 ini bulmuştur. Düşey baraj kesimlerine uyan düşey prizmalarda tesbit edilen eğilme-çer mukavemeti, kabili mukayese betonunkinin yaklaşık olarak ancak % 10-20 sine ulaşmıştır. Beton teknolojisi ile ilgili tedbirlerle bu mukavemet değerlerini önemli oranda yükseltmek mümkün olmuştur. Duvarlarda basınç mukavemeti, tabakalara dik istikamette kabili mukayese betonun (% 100) yuvarlak hesap % 95 ine tabakalar istikametinde ise takriben % 64 ne ulaşmıştır.

Model denemelerinin sonuçları ve bu sonuçların tabii taş duvarlara mukayesesi, duvardaki takribi taş bağlantı ve harç ya da beton kalitesi bilindiği takdirde duvar yapısının eğilme mukavemetini önceden haber vermeyi mümkün kılmaktadır. Bu suretle plat ağırlık barajlarının boyutlanması için bir esas elde edilmiş ve boyutlama diyagramları verilmiş bulunmaktadır. Bu diyagramlar taşıntı barajlarını projelendirme durumunda olan mühendise barajların boyutlarını süratle tayin ve mevcut koşullara uyma imkânını vermektedir.





