

Duvarlar ve Yaylar Arasındaki Su Yükünün Dağılışının Merkezî Bir Konsol Üzerinde Belirtilmesi

Yazan :

A. HAEGELEN

Köprüler ve Yollar Umumi Müfettişi

Y. Müh.

Ömer Uğur KÖKDEN

Çeviren :

Bir kemer barajın hesabındaki güçlükler bilinmektedir. Ancak vadi kâfi derecede geniş ise, baraj ufki yaylara bölündükten sonra her yayın dış çevresi üzerine gelen su yükünü taşıdığını kabul etmekle iktifa edeceğiz.

Kullanılan hesap metotlarında, umumiyetle, baraj (m) sayıda bir seri şakulî konsol ve bir seri ufki yaya bölünmüştür. Su yükü de bu farklı unsurlar arasında tevzi edilir.

Araştırmaların ilk kısmında bir kemer baraj hesabını düşünen mühendis âdet üzere yaklaşık bir metot kullanır. Metot, basitleştirici bir ipotez üzerine kurulmuş olup teorik hesaplarla tahkik edilmelidir. Su yükünün yaylar ve duvarlar arasında tevzii her seviyede sabit kabul edilir. Şu halde her ufki yay üniform olarak yüklenmiş bulunuyor. Bu tevzii tayin için, umumiyetle barajın en yüksek olan merkezî yayı hesaplanmaktadır.

Bütün (j) seviyeleri için, konsola isabet eden p_j basınçlarıyla, yaya isabet eden p'_j basınçlarının toplamının π_j hidrostatik itkiye eşit olduğu yazılıdır. Buna göre konsolun menba yüzünün dik veya az eğimli olduğu kabul edilirse bütün bu itkiler aşikâr surette ufki olurlar.

İkinci kademede, konsolun eksen eğrisinin radyal planda ufki yer değiştirmesi her noktada aynıdır. Bu noktalar p'_j üniform basıncına tabi farzedilir; ve yaya veya konsola ait olduğuna göre hesaplanır. Esasen mevzu bahis olan noktalar umumiyetle yayların anahtar kesidine çok yakın alınrlar.

Şu halde birim itki altında, (j) yayının anahtar-daki deplasmanını δ'_j ile ve (k) noktasına tatbik edilmiş birim itki altında konsolun (j) noktasının deplasmanını δ_{jk} ile göstererek iki denklem sistemi yazılır:

$$p_j + p'_j = \pi_j \quad (1)$$

$$p'_j \cdot \delta'_j = \sum_{k=1}^{k=m} p_k \cdot \delta_{jk} \quad (2)$$

Bundan başka $\delta_{jk} = \delta_{kj}$ dir (Mutekabiliyet kanunu)

Şu halde bu katsayılar $\frac{m \cdot (m + 1)}{2}$ tanedir. (1)

de bulunan p_k değerleri (2) denklemlerine taşınarak, m bilinmeyenli m sayıda bir lineer denklem sistemi elde olunur. Bu sistemin çözümü ise, m, 4 veya 5 i geçtiği için kâfi derecede zorlaşmıştır.

Bu metot, belki kemerin ankastre olduğu zeminin deformasyonlarının hesaplanmasına kadar genişletilebilir. Bununla beraber, başlangıçta, zemin deformasyon modülleri üzerine bir ipotez yapmak ve şayet bu ipotez değiştirilecekse bütün hesaplara yeniden başlamak gerekmektedir.

YENİ METOT

Faydaları amlaşılın farklı bir hesap metodunu izah etmek istiyoruz.

Doğruca, konsol deformasyonları ile, ona tatbik edilen kuvvetleri birbirine bağlayan diferansiyel denklemlerden hareket edeceğiz:

M ile eğilme momentini,

T : kesme kuvvetini,

U : eksen eğrisinin sapma açısını,

I : atalet momentini, ($I = \frac{h^3}{12}$)

F : birim yük altındaki yayın sehimini,

Y : deplasmanı,

x : maksimum seviyenin altındaki hesap edilen noktanın derinliğini gösteriyoruz. Konsolun eksen eğrisi dik farzedilmiştir. Şu hale göre hidrostatik itki

x e eşitse, bu itkinin $\frac{Y}{F}$ ni yay almaktadır; ve diğer

($x - \frac{Y}{F}$) e eşit olanı konsol tarafından alınmaktadır.

Böylece münasip işaretleri kabul ederek, derinlikle artan ve pozitif hesap edilmiş olan x ve muhtelif kemiyetler için aşağıdaki umumî bağıntılar ortaya çıkar:

(1) Travaux. 1954 n. 242

M. Haegelen'in bu makalesine dayanarak M. V. Bauzil, gene Travaux'da (1959) kemer barajı hesabına ait bir seri makale neşretmiştir. N. 291 - 295 - 297 Haegelen, daha ziyade tabana iyice girmiş kalın kemerlerin çalışması üzerinde durmuştur. Bourgin - C. Calcul de Barrages. 1955.

$$\frac{dT}{dx} = x \cdot \frac{Y}{F}, \quad \frac{dM}{dx} = T, \quad \frac{du}{dx} = \frac{M}{EI}$$

$$f = E \cdot F \quad y = E \cdot Y \quad u = E \cdot U \quad T' = T - \frac{x^2}{2}$$

$$M' = M - \frac{x^3}{6} \text{ koyalım.}$$

Bundan önceki bağıntılar şu şekle girer :

$$\frac{dy}{dx} = u, \quad \frac{dT'}{dx} = -\frac{y}{f}, \quad \frac{dM'}{dx} = T';$$

$$\frac{du}{dx} = \frac{M'}{I} + \frac{1}{I} \int_0^x \frac{x^3}{6} \dots \dots \dots (3)$$

Biz bu denklemleri, sonlu farklar yardımıyla $\Delta x_n = x_n - x_{n-1}$ farklı aralıklarında nazarı itibare olarak integre edeceğiz x_{n-1} , n mevkiindeki yayın üst yüzünün kotu ve x_n aynı yayın alt yüzünün kotudur. f_n ve I_n ile aralığın ortasındaki f ve I değerleri, ne işaret ediyoruz, yani :

$$x = \frac{x_n + x_{n-1}}{2} \text{ gibi.}$$

Kret yayından hareket edeceğiz.

Krette konsol, ne eğilme momenti, ne kesme kuvveti taşır. Şu halde :

$$T = 0 \quad M = 0 \quad y = y_0 \quad u = u_0 \text{ yazılabilir.}$$

Δx_n aralığında, aşağıdaki yaklaşım bağıntısıyla (3) denklemlerini ifade edebiliriz :

$$(*) \quad T'_n = T'_{n-1} - \frac{\Delta x_n}{f_n} \left[y_{n-1} + \frac{\Delta x_n}{2} \cdot u_{n-1} \right]$$

$$M'_n = M'_{n-1} + \frac{\Delta x_n}{2} (T'_{n-1} + T'_n)$$

$$u_n = u_{n-1} + \frac{\Delta x_n}{2 I_n} \cdot (M'_{n-1} + M'_n) + \frac{1}{I_n} \cdot \frac{x_n^4 - x_{n-1}^4}{24}$$

$$y_n = y_{n-1} + \frac{\Delta x_n}{2} (u_{n-1} + u_n)$$

Buna göre, u_0 ve y_0 n lineer fonksiyonu olan u_n , y_n , M'_n , T'_n den ibaret farklı kemiyetlerin ifadeleri,

kretten hareket ederek artan yaklaşımlarla hesabı mümkün kılan lineer dört denklem gurubundan mütteğekkil m li bir sistem meydana getirecektir. Kezâ böylece, n = m için konsol elemanın sonuna varılacaktır.

Şu halde konsolun alt ucu için sınır şartlarını yazarak u_0 ve y_0 belirtilebilecektir.

Bazı hallere işaret edelim :

a) Mesnet zemininin deformasyonları hesaba katılmıyor :

$$0 \text{ hâlde : } y_m = 0 \quad u_m = 0 \text{ yazılır.}$$

b) Mesnet zemininin deformasyonları hesaba katılır ki, umumiyetle tatbikat böyledir. Bu deformas-

yonların hesabı için VOGT formülleri kullanılacaktır.

(+ +) E' kayanın elastisite modülü olsun.

Açılal dönme için :

$$\delta_A = E' \cdot \delta_\alpha = \frac{k_1}{a^2} (M'_m + \frac{x_m^3}{6}) + \frac{k_5}{a} (T'_m + \frac{x_m^2}{2})$$

ve deplasmanlar için,

$$\delta_B = E' \cdot \delta_y = \frac{k_5}{a} \cdot (M'_m + \frac{x_m^3}{6}) + k_3 (T'_m + \frac{x_m^2}{2})$$

yazılacaktır.

k_1, k_3 ve k_5 ; baraj mesnet sahası boyutlarının fonksiyonları olan katsayılardır. (a) barajda mesnedin eğrisel ortalama genişliği.

$$u_m + \frac{E'}{E} \cdot \delta_A = 0 \quad y_m - \delta_B \cdot \frac{E'}{E} = 0 \text{ yazılacaktır}$$

u_0 ve y_0 belirtilmesinden sonra M'_n, T'_n, u_n, y_n gibi çeşitli kemiyetlerin değerleri hesaplanabilecektir

Şu halde farklı yayların maruz kaldığı $\frac{y_n}{f_n}$ itkileri he-

saplanacak ve konsol muvazenesinin tahkiki mümkün olacaktır.

BU METODUN FAYDALARI

Metodun faydalarını, hemen aşağıdaki gibi sıralayabiliriz :

(+) Ara işlemleri yaptığımız takdirde :

$$\int_{T'_{n-1}}^{T'_n} dT' = \int_{x_{n-1}}^{x_n} (-\frac{y}{f}) \cdot dx$$

$$T'_n = T'_{n-1} - \frac{\Delta x_n}{f_n} y_{n,n-1} \dots \dots \dots (1)$$

$$y_{n,n-1} = \frac{y_n + y_{n-1}}{2} \dots \dots \dots (2)$$

$$\int_{y_{n-1}}^{y_n} dy = \int_{x_{n-1}}^{x_n} u \cdot dx \quad \text{den :}$$

$$y_n = y_{n-1} + \Delta x_n \cdot u_{n-1} \dots \dots \dots (3)$$

(2) ve (3) den de :

$$y_{n,n-1} = y_{n-1} + u_{n-1} \cdot \frac{\Delta x_n}{2} \text{ yazılabilir.}$$

da (1) de yerine koyarsak :

$$T'_n = T'_{n-1} - \frac{\Delta x_n}{f_n} \left[y_{n-1} + u_{n-1} \cdot \frac{\Delta x_n}{2} \right]$$

bulmuş oluruz.

(Mütercim notu)

a) δ_{jk} Konsol deplasmanlarının tesirinin $\frac{n(n+1)}{2}$ şa-
ğıdaki katsayısını hesaplamak mecburiyetinden kü-
tulmuş oluyoruz.

b) Bu metodun faydası, u_0 ve y_0 in fonksiyonu
olarak eksen eğrisinin eğimlerinin, deplasmanlarının,
eğilme momentlerinin ve kesme kuvvetlerinin ifadele-
rini, her bir seviye için adım be adım vermesidir.

Çözümü elde etmek için yapılan işlemlerin sayısı,
sadece hesap edilen m elemanın sayısıyla doğru
orantılı olup, bugüne kadar kullanılan metotlarda ol-
duğu üzere 1.2.3... m faktoriyel ile orantılı değildir. O

halde metotların ister birinde isterse diğerinde $m > 8$
aralıkta memnuniyet verici bir yaklaşım elde edilebilir.

c) Bundan başka, u_0 ve y_0 parametrelerini be-
lirtmeye yarayan sonuncu iki denklemin ancak son çö-
zümlerinde sınır şartları işe karışır.

Şu halde ankastrelik şartları üzerine kurulan ipo-
tezler değiştirilebilir ve aynı y_0 in muteber olan değere-
leri kalarak, u_0 in fonksiyonunda

T_n, M_n, u_n ve y_n kemiyetlerinin ifadelerini bu iki

denklemden tadil mecburiyetinde kalarak, zemin defor-
masyonu üzerine kurulan hipotezler de değiştirilebilir.

Aynı şekilde, tabandaki baraj kalınlıkları konso-
lun üst kısmında bu kemiyetler için elde edilmiş ifade-
leri düzeltme mecburiyeti olmaksızın değiştirilebilir.

NETİCE

Hali hazırda Maroc'da incelemekte olduğumuz,
bu yeni metodun Maroc barajına tatbiki, yukarıda bil-

dirdiğimiz muhtelif faydaları bize teyit etmiştir. Bir-
çok hallerde bu metodun کافی doğrulukla, bir kemer
barajın muayyen şeklini ve boyutlarını tayine imkân
verdiği kanaatindeyiz.

Bununla beraber, ikinci bir merhale ile daha et-
raflı bir araştırmanın yapılması isteniyorsa ve mev-
zubahs olan istisnai ehemmiyette bir eser ise birincinin
yerine ikinci hal kullanmakta ekseriya fayda vardır:

1 — Manevra kabiliyeti zayıf, bizzat kendisi yak-
laşımardan istisna edilemeyen "trial load" cinsinden
daha ahenkdar bir metodu kullanmak...

2 — Mühendisin günlük tatbiki hayatına gittikçe
artarak giren, model üzerine irca edilmiş mekanik
prensiplere müracaat etmek...

Betona tabi olan fizik şartlarının ve temelin reel
şartlarının değişikliği, bu hesap tarzında büyük bir
sıhhat aramayı biraz hayali kılıyor. Fakat memnuni-
yet veren şudur ki, dış şartların tesirinin makul suret-
de aksettigi bir kemerdeki çalışmaya müdahale ederek,
kendi kendisini telâfi eden ve ayarlayan olaylar yapı-
nın muvazenesi lehinde çalışırlar.

(++) Vogt denklemleri, sonsuz yayılmalı, izotrop,
dik dörtgen temellerde üniform yüklerle yüklendiği hal-
deki mevcut ortalama deformasyon için yazılmaktadır.

Bu denklemler, yükleri ve a, b, E, μ değişkenlerini ih-
tiva eden cebrik ifadelerdir. a , mesnetteki eğrisel genişlik;
 b , dik dörtgen temelin uzunluğu μ , Poisson katsayı-
sı; E , elastisite modülü. (Mutr.)

DSİ. Umum Müdürlüğünden

Devlet Su İşleri Umum Müdürlüğü tarafından Adana Vilâyetinin takriben 8 Km. Kuze-
yinde Seyhan nehri üzerinde inşa edilmiş bulunan Seyhan Barajı Hidroelektrik Santralına aşı-
ğıda belirtilen malzeme istekliler arasında aranılan şartları haiz olanlardan fiyat ve teklif iste-
me usulü ile ihaleye çıkarılacaktır.

Bu iş için gerekli döviz idare tarafından temin edilecektir.

İhale suretiyle satın alınacak malzeme : 22.500 kva takatında frekansı 50 Hz. çıkış ge-
rilimi 13.800 volt'luk 3 fazlı şakulî generatör;

İhaleye iştirak etmek isteyenlerin:

1 — Kaç seneden beri yukarıdaki malzemeye mümasil malzemeyi imâl ettiklerini,

2 — Şimdiye kadar imâl ettikleri bu tip malzemenin kapasitelerini ve nerelerde kulla-
nıldıklarını gösterir katalog, resim, fotoğraf v. s. belgeleri havi bir dilekçe ile 15 Şubat 1960
Pazartesi günü saat 17.00'ye kadar Devlet Su İşleri Umum Müdürlüğü Barajlar ve Hidroelek-
trik Santraller Dairesi Reisliğine (Meşrutiyet Caddesi Adakale Sokak 50) müracaatları lâ-
zımdır.

Hususî Ortaklıkların müracaatları nazarı itibara alınmayacaktır.

Umum Müdürlük talimatların durumlarını inceliyerek ehil gördüklerine teklif dosyalarını
gönderecektir. (839)