

DEFORMASYON ÖLÇÜLERİNDE ZENİT AÇILARIN ÖLÇÜMÜ

Doç. Abbas Barışkaner
Selçuk Üniversitesi

1. GİRİŞ

Hava tarafındaki baraj gövdesi yüzeyinin oturmaları hakkında bilgi istenirse, o zaman nivelman ölçü metodu, baraj gövdesinin yüzüne mira tutulamamasından dolayı elimine edilir. Bu durumda yalnız trigonometrik nivelman yapılır. Yani trigonometrik yükseklik açısı ölçümü söz konusudur. Yükseklik açıları pilyelerden obje noktalarına rasat edilerek elde edilirler. Bu açılar yardımıyla obje noktalarının yükseklikleri belirlenir.

2. ÖLÇÜLERİN YAPILMASI

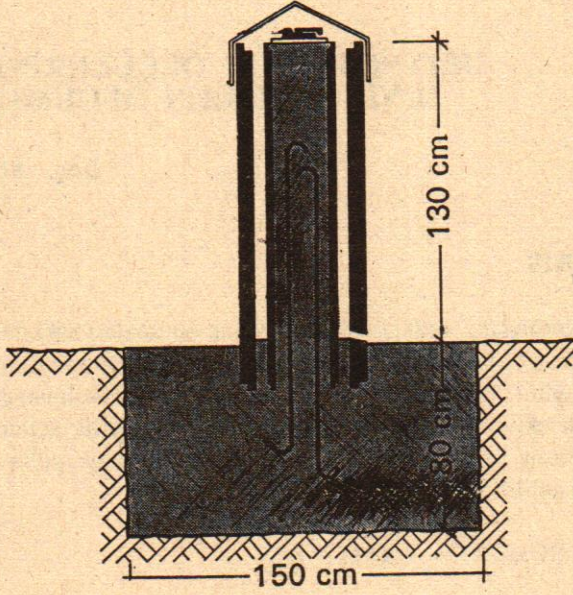
Oturma ölçülerinde kullanılan teodolitler saniye teodolitleridirler. Yani saniyeyi direk okuyabilen teodolitlerdir. Örneğin; T2, DKM2, T3, DKM3 vb. Teodolitler pilyeler üzerine kurulmalıdır (Şekil: 1). Alet yüksekliği kafi hassasiyette belirlenmelidir (0,1 mm). Pilyenin yakınında bir mira kurularak alet yüksekliği pilye tabanındaki yükseklik röperi ile teodolit in miyulu eksen i arasındaki kot farkı belirlenir. Burada olası pilye kaymasını belirlemek için, pilye civarında en az iki sigorta noktasına bakılarak yükseklik açısı ölçülmelidir.

Yükseklik açıları günün 1. ve 3. dördte bir bölümünde yapılır. Yükseklik açısı ölçümlerinin hassasiyeti hakkında çok az birşey söylenir. Çünkü refraksiyonun hızlı değişmesinden dolayı hassasiyet çok değişebilmektedir. Buna rağmen ölçülerin değerlendirilmesi için yükseklik açılarının ortalama hataları bilinmelidir.

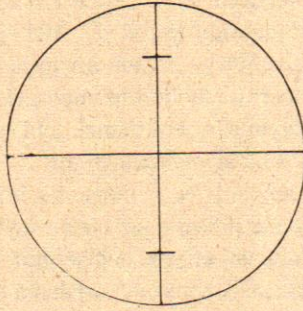
Teodolit pilye üzerine konur ve yataylanır. Hemen ölçüye başlanmamalıdır. Teodolit in kutusundaki sıcaklık ile ortam sıcaklığı arasındaki farkı 5 sayıslı ile çarparak, bulunan sayı kadar, dakika olarak teodolit pilye üzerinde bekletilmelidir. Bu bekleme anında teodolit ortamın sıcaklığına uymakta, böylece alette istenmeyen gerilimler meydana gelmemektedir.

Ölçüler yapılırken güneş ışınlarının teodolit üzerine gelmemesine dikkat edilmelidir. Bunun için bir rasat şemsiyesi kullanılmalıdır. Zenit açıları ancak bildiğimiz şekilde 1 silsilelik açı olarak okunmaktadır. Hedefe orta kıl tatbik edilerek

düsey dairede dürbünün I. ve 2'de bir Teodolitin kıllar şebekesi görülmektedir.

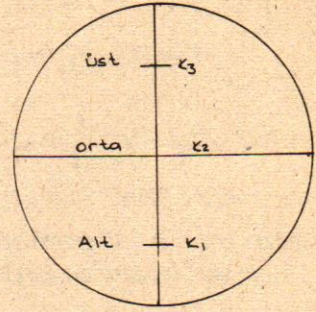
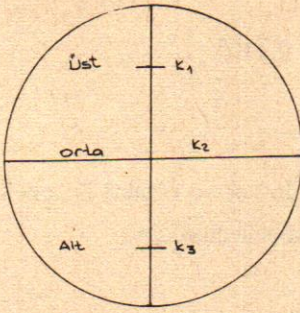


Şekil: 1



Şekil: 2

Z açısı ölçümünün hassasiyetini artırmak için ölçü sayısını artırmak gerekir. Bunun için Teodolitin üst, orta ve alt kılları hedefe ayrı ayrı tatbik edilerek ölçü sayısı böylece birden üçe çıkarılmış olur. Pilye üzerindeki Teodolitle hedefe bakılır. Kıllar hedefe ince hareket vidasıyla getirilir. Bu arada düşey düzeçe (fenkalaj) bakılarak düzeltilir. Kıllara Şekil: 3'de görüldüğü gibi harfler verilmiştir.



Şekil: 3

K_1 , K_2 ve K_3 dürbünün 1. durumunda; K_1 üst kılı, K_2 ortaklı ve K_3 ise alt kılı göstermektedir. Dürbünün 2. durumunda ise K_3 üst kılı, K_2 orta kılı ve K_1 alt kılı göstermektedir. Kılların hedefe tatbik sıraları aşağıdaki gibidir.

Dürbünün 1. Durumu

- 1 K_1 üst kıl
- 2 K_2 orta kıl
- 3 K_3 alt kıl

Dürbünün 2. Durumu

- 4 K_3 üst kıl
- 5 K_2 orta kıl
- 6 K_1 alt kıl

Yukarda tatbik ederek yapılan okumaları rasat karnesine aşağıdaki şekilde yazarız.

Dürbünün 1. Durumu

- 1 $k_1 = \alpha'_1$
- 2 $k_2 = \alpha''_1$
- 3 $k_3 = \alpha'''_1$

Dürbünün 2. Durumu

- 6 $K_1 = \alpha'_2$
- 5 $K_2 = \alpha''_2$
- 4 $K_3 = \alpha'''_2$

Hedefe 2 kez tatbik ederiz. 2. seri ölçüleri elde edilir. Bu ikisinin ortalaması alınır. Bunu bir örnekle gösterelim.

T2 Wild Teodoliti ile ölçüler yapılmıştır.

$$K_1 \equiv \alpha'_1 + \alpha'_2 = 399,3728 \text{ ve } 399,3734 \text{ Ortalaması} = 399,3731 = - 0,6269$$

$$K_2 \equiv \alpha''_1 + \alpha''_2 = 40,0112 \text{ ve } 400,0110 \text{ ortalaması} = 400,0111 = + 0,0111$$

$$K_3 \equiv \alpha'_1 + \alpha''_2 = 400,6472 \text{ ve } 400,6482 \text{ ortalaması} = 400,6477 = + 0,6477$$

Bu 3 kıl için hatalar:

$$K_1 = V_2 = -\frac{1}{2}(\alpha_1 + \alpha_2) = +0,3134 \quad P_1 = -0,3189$$

$$K_2 = V_2 = -\frac{1}{2}(\alpha_1 + \alpha_2) = -0,0055 \quad P_2 = +0,3183$$

$$K_3 = V_2 = -\frac{1}{2}(\alpha_1 + \alpha_2) = -0,3238$$

P_1 ve P_2 Şekil: 3'de görüldüğü gibi ortakıl ile üst ve ortakıl ile alt kıl arasındaki aralıktır. Yukardaki 55^{cc} orta kıldaki hata icabında düzeltilir.

Her hedef noktası için farklar düzenlenirse:

$$V' = \rho - \rho'$$

$$V'' = \rho - \rho''$$

$$V''' = \rho - \rho'''$$

O zaman;

$$V'V' + V''V'' + V'''V''' = (VV)$$

elde edilir. Buradan bir ölçünün ortalama hatası

$$m_p = m_\alpha = m \pm \sqrt{\frac{(VV)}{n-1}} = \pm \sqrt{\frac{(VV)}{2}}$$

Aritmetik ortalamanın ortalama hatası

$$\mu_p = \mu_\alpha = \mu = \pm \frac{m}{\sqrt{n}} = \pm \sqrt{\frac{(VV)}{n(n-1)}}$$

$$\mu_p = \mu_\alpha = \mu = \sqrt{\frac{(VV)}{6}}$$

Eğer ortalama hata hesaplanılmazsa o zaman ayrı ayrı r lerin hesaplanmasına gerek yoktur. 2 p için 3 değerden ortalama alınır ve buradan r bulunur. Buradan yükseklik açısı;

$$\alpha = 100 - \rho$$

hesaplanır.

a ların hesabı zenit açı ölçü karnesinde her ölçüde 3 kez hesaplanmıştır ve ortalaması alınır. En iyisi hedefe iki kez tatbik edilmiştir. Böylece a açısı 6 defa ölçülmektedir.

Alet kurulan noktadan hedefe olan uzaklıkları tam bilemediğimiz zaman nokta-

Zenit Açısı Ölçümü

Adı:

Nr.

Durulan Nokta

H NN = , m

H Nivo =

H Alet =

Tarih : 10.08.1987

Öğretmen: A. BARİSKAN

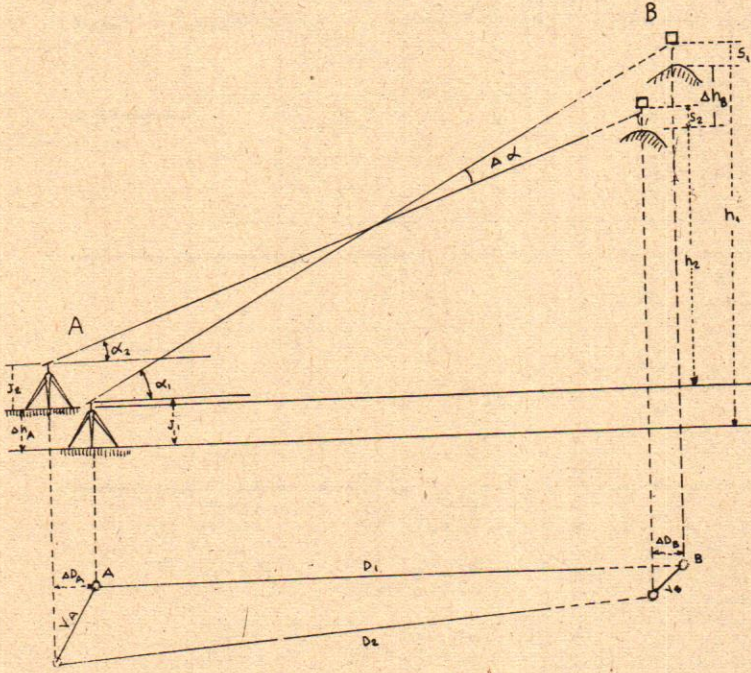
Alet : WILD-T2 (175673)

Hedef	Kollar	Yük. Dairesi oku a ₁ = I Durum a ₂ = II Durum	Zenit Açısı 2φ = a ₁ - a ₂ φ = 1/2(a ₁ - a ₂)	+ V = φ - φ' V V	Yükseklik ölçüsü 2α = 200 - 2φ α = 100 - φ	m _α = ± $\frac{[v]}{\sqrt{n-1}}$ M _α = ± $\frac{m_v}{m}$
	↓ K ₁ ↑ A	a ₁ a ₂	2φ' = φ' =	2α' = α' =	
	Kontrol	Σ				
	↓ K ₂ ↑ O	a ₁ a ₂	2φ'' = φ'' =	2α'' = α'' =	
	Kontrol	Σ				
	↓ K ₃ ↑ Ü	a ₁ a ₂	2φ''' = φ''' =	2α''' = α''' =	
	Kontrol	Σ				
	Ortalama		φ =	[v] = [m] =	α =	
		↓ K ₁ ↑ A	a ₁ a ₂	2φ' = φ' =	
Kontrol		Σ				
↓ K ₂ ↑ O		a ₁ a ₂	2φ'' = φ'' =	2α'' = α'' =	
Kontrol		Σ				
	↓ K ₃ ↑ Ü	a ₁ a ₂	2φ''' = φ''' =	2α''' = α''' =	
	Kontrol	Σ				
	Ortalama		φ =	[v] = [m] =	α =	
	B	↓ K ₁ ↑ A	a ₁ 93,186,41 a ₂ 306,76,90	2φ' = 187,09,51 φ' = 93,54,76	0 0	
Kontrol		Σ				
↓ K ₂ ↑ O		a ₁ 93,54,51 a ₂ 306,45,02	2φ'' = 187,09,49 φ'' = 93,54,74	+2 +2	2α'' = 12,90,51 α'' = 6,45,26	
Kontrol		Σ 399,99,53				
	↓ K ₃ ↑ Ü	a ₁ 93,22,78 a ₂ 306,13,21	2φ''' = 187,09,57 φ''' = 93,54,78	-2 -2	2α''' = 12,90,43 α''' = 6,45,22	
	Kontrol	Σ 399,35,99				
	Ortalama		φ = 93,54,76	[v] = 0 [m] = 8	α = 6,45,24	
	B	↓ K ₁ ↑ A	a ₁ 93,86,39 a ₂ 306,76,84	2φ' = 187,09,55 φ' = 93,54,78	-1 -1	
Kontrol		Σ 400,63,23				
↓ K ₂ ↑ O		a ₁ 93,54,49 a ₂ 306,45,01	2φ'' = 187,09,48 φ'' = 93,54,74	+3 +3	2α'' = 12,90,52 α'' = 6,45,22	
Kontrol		Σ 399,99,50				
	↓ K ₃ ↑ Ü	a ₁ 93,22,78 a ₂ 306,13,18	2φ''' = 187,09,60 φ''' = 93,54,80	-3 -3	2α''' = 12,90,40 α''' = 6,45,20	
	Kontrol	Σ 399,35,96				
	Ortalama		φ = 93,54,77	[v] = -1 [m] = 19	α = 6,45,23	

ların yüksekliklerini de incelle hesaplayamayız. Bunun için hedefe olan uzaklıklar hassas olarak ölçülmelidir.

Genelde yükseklik açı değişikliklerinden direkt yükseklik değişikliklerine bağlı olarak oturma miktarları elde edilir. Genel halde konum ve yükseklikler hem A noktasında ve hemde B noktasında değişir. Yükseklik açıları değişiklikten önce ve sonra α_1 ve α_2 ölçülmüştür. (Şekil: 4).

$\Delta\alpha = \alpha_2 - \alpha_1$, ΔD_A , ΔD_B , A ve B noktalarının kaymalarının izdüşümü ve Δh_A verilmiştir.



Şekil: 4

$$h_1 = j_1 - s_1 + D_1 \operatorname{tg} \alpha_1 + E - R$$

$$h_2 = j_2 - s_2 + D_2 \operatorname{tg} \alpha_2 + E - R$$

$$h_2 h_1 = (j_2 j_1) - (S_2 S_1) + D_2 \operatorname{tg} \alpha_2 - D_1 \operatorname{tg} \alpha_1$$

$$h_2 h_1 = -\Delta h_A + \Delta h_B$$

$$D_2 = (\Delta D_A + \Delta D_B) + D_1$$

yukarda yerine konursa;

$$\Delta h_B = \Delta j - \Delta S + D_1 (\operatorname{tg} \alpha_2 - \operatorname{tg} \alpha_1) + (\Delta D_A + \Delta D_B) \operatorname{tg} \alpha_2 + \Delta h_A$$

$$\operatorname{tg} \alpha_2 - \operatorname{tg} \alpha_1 = \operatorname{tg} (\alpha_2 - \alpha_1) \cdot (1 + \operatorname{tg} \alpha_1 \operatorname{tg} \alpha_2)$$

$$\alpha_2 - \alpha_1 = \Delta \alpha \quad \text{çok küçük olduğundan}$$

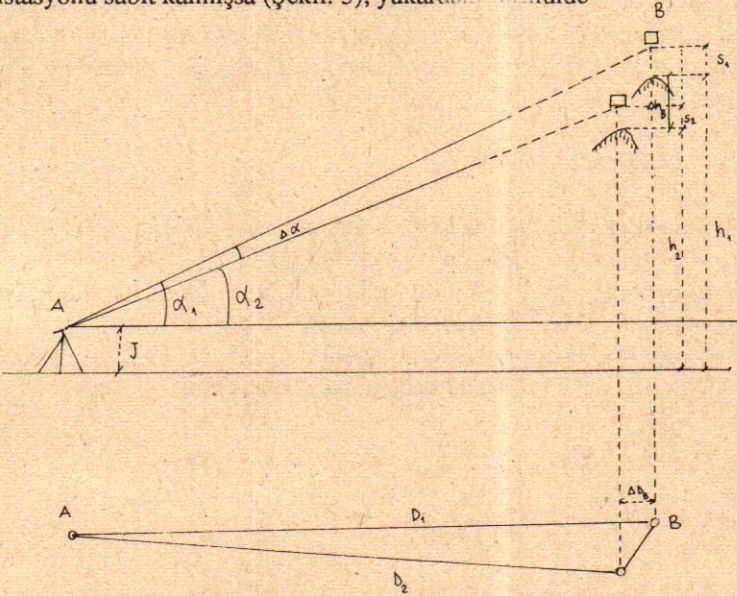
$$\operatorname{tg} \Delta \alpha = \frac{\Delta \alpha}{\rho} \quad \text{ve} \quad \operatorname{tg} \alpha_1 \operatorname{tg} \alpha_2 = \operatorname{tg}^2 \alpha$$

olarak alınır. O zaman Δh_B

$$(1) \quad \Delta h_B = \Delta j - \Delta S + (1 + \operatorname{tg}^2 \alpha) \frac{D}{\rho} \Delta \alpha + D_B + \Delta h_A$$

şeklinde yazılır.

A istasyonu sabit kalmışsa (Şekil: 5), yukardaki formülde



Şekil: 5

$$\Delta h_b = \Delta j - \Delta s + \left(1 + \frac{D}{\rho} \tan^2 \alpha\right) \Delta \alpha + \tan \alpha \cdot \Delta D$$

şeklinde olur.

uygulamada Δa ve ΔD nin katsayıları, bütün peryotlar için sabit kabul edilir.

3. SONUÇ

Burada noktaların düşey düzlemdeki oturalarının belirlenmesi için trigonometrik yöntemle (Z) zenit açısı ve (a) yükseklik açısının daha hassas ölçülmesi açıklandı.

Trigonometrik nivelmanın kullanılma alanı sadece barajlarla sınırlı değildir. Bilakis belirli arazi oturmalarının (heyelan ölçülerinin) belirlenmesinde de trigonometrik yöntem kullanılmalıdır. Daha küçük nokta değişimlerinin belirlenmesinde nivelman yöntemi kullanılır. Ancak, bunun trigonometrik yöntemle yapılması mümkündür. Fakat nivelman yöntemi daha çok arazi çalışması gerektirir. Bilhassa sabit noktalar ağının tesis edilmesi gerekir. Ayrıca nivelmanda fazla insan ve zaman kullanılır, pahalı bir yöntemdir. Trigonometrik yöntemde pilyelerden, çok fazla bir çalışmaya gerek kalmadan yükseklik açıları ölçülür.

Yükseklik değişimlerinin çok hassas elde edilmesi isteniyorsa, o zaman sadece nivelman yöntemi düşünülmelidir. Buna karşılık yükseklik değişimlerinin hassasiyeti takriben 1 mm. kafi görülürse, o zaman trigonometrik yöntemin kullanılması daha avantajlıdır.

KAYNAKLAR

- (1) Barışkaner, A., Mühendislik Ölçmeleri, S.Ü.Müh.-Mim. Fakültesi, Jeodezi ve Fot.Müh.Bölümü, (1988)
- (2) Barışkaner, A., Beton Barajlarda Deformasyon Ölçüleri, İstanbul D.M.M. Akademisi, (1976).
- (3) Lang, W., Deformationsmessungen an Staumauern Eidgenössische Landestopographie, Bern, 1929.