

İNVAR NİVELMAN LATALARININ KONTROLU

Yazan : Ergun UĞUR

1. Derece nivelman ağı, ardı sıra gelen aşağı dereceden nivelman zincirleri için temel teşkil eder.

1. Derece nivelman ağlarının sistematik olarak ülkeler ve kıtalar arası bağlanması sonucu yeryüzünün asıl şeklini (Geoid) tesbit mümkün olduğu gibi, tekrar edilen ölçüler yardımıyla büyük çaptaki yer hareketlerinin irdelenmesinde de bu kesin sonuçlu (=presis) nivelman çalışmaları büyük ölçüde gereklidir.

Daha dar çerçevede, büyük yapıların çökme miktarlarının tesbitinde, köprülerin zamanla bel verme miktarlarının ölçümünde, büyük endüstri makinalarının veya başka çeşitli kuruluşların zemin horizontlarının kontrolunda nivelman ölçülerinin büyük rolü vardır.

1. Derece nivelman, ölçme tekniğinde kullanılan basit geometrik nivelmandan yalnız doğruluk derecesinin üstünlüğüyle ayrılır. Doğruluk derecesinin üstünlüğü ise :

1 - Nivelman tesbit noktalarının çok sağlam zeminler üstünde, incelikte seçilmesi,

2 - En üstün duyarlılık nivelman aletleriyle çalışılması,

3 - Özel ölçü ve hesap yöntemlerinin kullanılması,

4 - a) Bölüm çizgileri, mümkün olduğu kadar, dış şartlardan etkilenmeyen latalardan ölçülerin okunması,

b) Lataların bir metrelik bölümüne düşen hata miktarının sürekli olarak, dikkatle kontrolü v. b. yollarla elde edilir.

Lataların üstündeki bölümlere göre 1 Metrelik uzunluğu gösteren kesimlerinin gerçek uzunluğuna "Lata Metresi" denir.

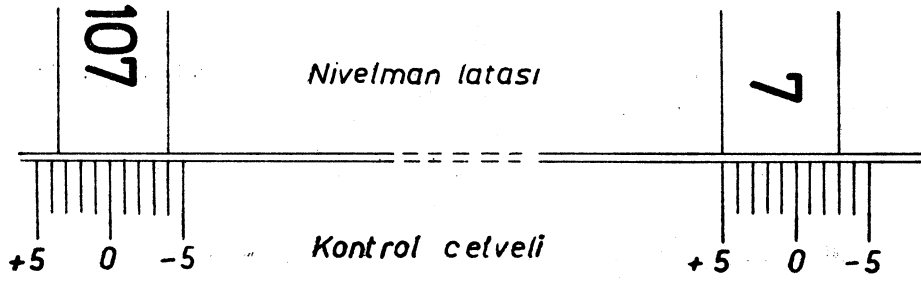
Eskiden kullanılmakta olan tahta lataların lata metrelerini istenilen incelikte tesbit mümkün olamamaktaydı. Bu lataların bir de ikiye katlanmalarından ötürü ortaya çıkan hataları, 1. derece nivelman ölçme tekniğinde terkedilmelerine sebep oldu. Lata metresinin kesin tesbiti ve uzun süre belli bir sınır içinde sabit tutulması ancak ilk defa

İnvar Latalarının ortaya çıkışıyla mümkün oldu. (İnvar = kısaltılmış invariabl = değişmez) İnvar Latalarında bölüm, tahta bir çerçeve içine gerilmiş invar şeriti üstünde bulunmaktadır. İnvar şeritinin sıcaklığa ve rutubete karşı duyarlılığı pratikte "Sıfır" olarak kabul edilmiştir. Fakat buna karşılık taşınma sırasındaki her türlü sarsıntı ve çarpmaya karşı invar şeritleri fazla duyarlıdır. Tabanı hızla yere çarpılan bir invar latta, 1. Derece nivelman için oldukça önemli, bir kısalma tesbit edilir. Bu kısalık ancak uzun bir zaman sonra kaybolmakta, lata eski durumunu alabilmektedir. Zeiss Firmasına ait latalar üstünde yapılan bir incelemeğe göre, metalin eskimesiyle, her yıl lata metresinin hatası ortalama 0,005 mm. kadar artmaktadır. Gene aynı incelemeye göre lata metresinin kontrolü, latanın yatay durumunda yapıldığı için, arazideki düşey kullanmada, yatay bir + 0,013 mm. düzeltme verilmelidir. Bütün bu nedenlerden ötürü birkaç ayda bir lata metresinin yeniden tesbiti gerekmektedir.

Lata metresi tesbiti için en yaygın ve ucuz yöntem "Bölüm Çizgili Kontrol Cetveli" yardımıyla yürütülenidir. (Son yıllarda Fenel Firmasınınca piyasaya çıkarılan Komparator, kontrol için gereken zamanı çok kısaltmış ve lata üzerinden mikron inceliğiyle okunuşları mümkün kılmıştır.) Bu kontrol cetvelleriyle, tahta lataların kontrolleri de yapılabilir. Bölüm çizgili kontrol cetveli, dik dörtgen biçiminde, invar şeridinin üstüne yerleşebilecek kadar dar bir çelik cetveldir. Bu çelik cetvel üzerine aralarındaki uzaklık 1 metre olan iki gümüş plâk tesbit edilmiştir. Her iki gümüş plâğin üzerinde 2 mm. genişliğinde bir bölüme 0,2 mm. aralıkla 10 bölüm çizgisi kazanmıştır. Bölüm çizgileri 0,03 mm. kalınlığındadırlar ve cetvelin kenarına doğru daha da incelerler. Bu kazanmış çizgiler ancak, eğik bir ışığın doğurduğu gölgelenmeyle görülebilirler. Ardardısıra ölçüler için çelik cetvelin kaydırılması gerektiğinde kullanılmak üzere iki uca birer tutamaç konulmuştur. Böylece ölçüyü yapanın vücut ısısı, çelik cetvelin sahip bulunduğu ısıyı da değiştirmez. Cetvelin ısısı, cetvelin üstünde bir yuvaya monte edilmiş termometreden okunur. Her iki gümüş sıkaladan okuyuşlar, üstlerine konulmuş büyüteçlerle mümkün kılınmıştır.

Bölüm çizgili kontrol cetvellerinin ayarları, ölçü ve ayar merkezlerinde birkaç mikronluk bir hatayla önceden yapılır ve cetvelin "eşitliği" tesbit edilir.

Aşağıdaki şekilde, şematik olarak, kontrol cetveliyle bir Wild N3 tipi latanın lata metresinin ölçümü görünmektedir :



Ölçüde kontrol cetveli, invar şeridinin üstüne öyle konur ki her iki cetvel bölümünden karşılıklı olarak raslıyan lata bölüm çizgilerinin kenarları için birer değer okunabilsin. Şekildeki durumda :

	Son okuyuş : S	Baş okuyuş : B
Sol kenar	so = +3,6 (1/5mm.)	so = +5,0 (1/5mm.)
Sağ kenar	sa = -4,0 (1/5mm.)	sa = -3,0 (1/5mm.)
	<u>107 sayılı bölüm için</u>	<u>7 sayılı bölüm için</u>
	ortalama :	ortalama :
	$\frac{sa+so}{2} = -0,4 \text{ d mm.}$	$\frac{sa+so}{2} = +2,0 \text{ d mm.}$

Bu tek ölçüye göre 7 ile 107 sayılı bölüm çizgileri arasındaki uzaklık :

$$1 \text{ m} + (\text{Son okuyuş} - \text{Baş okuyuş}) = 1 \text{ m} + (S - B)$$

$$= 1 \text{ m} + (-0,4 - (+2,0)) \text{ d mm.} = 1 \text{ m} - 0,24 \text{ mm.}$$

Buna göre latanın 7 ile 107 sayılı bölüm çizgileri arası kontrol cetveline göre 0,24 mm. daha kısadır.

Çok duyarlı kontrollarda invar şeridinin bütün bölüm çizgilerinde tek tek ölçü yapıp ilgili listeye geçirilir. Fakat 1. derece ülke nirengisi için her desimetrede bir ölçü yapmak ta maksada yeterlidir.

Yazının sonundaki örnek, bir invar latanın şeritlerinden biri için yapılan kontrolü göstermektedir. 1) den 8) e kadar sütunlarda yazılı değerler, yukardaki örneğin her desimetre için tekrarından başka birşey değildir. 9). sütundaki l = ısı ve ayar düzeltmesi, önceden verilmiş olan kontrol cetvelinin eşitliğinden hesaplanır. Meselâ ilk değer + 3,72,

+ 0,365 mm. + 0,0115 (t° - 20°) eşliğinde t° yerine ölçülen ısı 20,6°C konularak bulunmuştur.

Bu örneğe göre ortalama lata metresinin hatası :

$$(D + 1) \text{ ortalama} = \frac{[D + 1]}{20} = \frac{-6,33}{20} = -0,316 \text{ dmm dir.}$$

10), 11), ve 12) nci sütunlar yaptığımız kontrol ölçülerinin hatasını tesbit içindir. Buradan :

Tek bir ölçünün ortalama tesadüfi hatası :

$$m = \pm \sqrt{\frac{[v v]}{n-1}} = \pm \sqrt{\frac{9,43}{19}} = \pm 0,070 \text{ dmm}$$

Aritmetik ortalamamın hatası :

$$\mu = \pm \frac{m}{\sqrt{n}} = \pm \frac{0,070}{\sqrt{20}} = \pm 0,016 \text{ dmm}$$

olarak bulunur.

Bu değerlere göre ortalama lata metresi :

$$1 \text{ m} - 0,032 \text{ mm} \pm 0,002 \text{ mm.} \quad \text{dir.}$$

Bu şekilde tesbit edilen lata metresi hatalarından, tek latayla çalışılıyorsa iki şeridin hataları ortalaması, iki latayla çalışılıyorsa dört invar şeriti hataları ortalaması hesaplanır. Elde edilen ortalama lata metresi hatasına göre, sabit nivelman noktaları aralarında ölçülen yükseklik farkları orantılı olarak düzeltilir.

Arazi çalışmaları sırasında bu yüzden getirilecek düzeltme ilk bakışta önemsiz gibi görülebilir. Fakat bütün bu düzeltmeler toplandığında poligon kapanmalarını etkileyen sonuçlar elde edilmektedir.

Bu etkiyi mevcut nivelman ağımızın bir küçük poligonunda aşağıdaki şekilde inceleyebiliriz :

Dört hatlı bu poligonun düğüm noktaları arasındaki yükseklik farklarından kapanma hatası hesaplandığında :

1 numaralı hat	:	-464,7897 m	
2 " "	:	- 24,8511 m	
3 " "	:	- 68,1523 m	
4 " "	:	+557,8272 m	
		<hr/>	
		+ 3,41 cm	bulunur.

Eğer poligonun bütün hatları aynı latayla ölçülmüş olsaydı, bu lata çok daha büyük bir hataya sahip te olsa, aynı kapanış hatasını elde ederdik. Fakat bu halde bile komşu poligonlarla bitişik hatlar yüzünden latamızın hatası etkisini bu poligonlar üstünde gösterecekti.

Yukardaki poligonda 1, 2 ve 3 numaralı hatların hatasız bir latayla fakat 4 numaralı hattın yukarda normal metre değerini tesbit ettiğimiz latayla ölçüldüğünü düşünelim. Bu hattın üstünde 1 metrelik yükseklik farkı aslında $1 \text{ m} - 0,032 \text{ mm.} = 0,999 \text{ 968 m.}$ olacaktı. Bu değerle 557,8272 değerinin çarpımı bize doğru yükseklik farkını verecekti. Bu da 557,8093 m gibi 1,79 cm. daha küçük bir değer olacaktı. Bu yükseklik farkıyla kapanması hatası + 1,63 cm ye düşmektedir. Bu örnek, yalnızca matematiksel bir açıklama vermek amacıyla düzenlenmiştir. Aslında problemin çözümü, tek mira ile presis nivelman ölçüleri yürütülemediğine göre, çok daha karmaşık etüdüleri gerekli kılar.

Sonuç olarak denebilir ki bütün ülkenin nivelman ağını aynı doğruluktaki latalarla ölçemedikçe, birinci derece nivelman ağlarında lata kontrolundan vazgeçilmemelidir.

Sıra nu.	Baş okuyuş : B						Son okuyuş : S						Hata hesabı	
	Lata bölümü		sağ sol		ortalama		Lata bölümü		sağ sol		ortalama		D + l	v = (p+l) - (p-l) / 2
	1/5 mm	1/5 mm	1/5 mm	1/5 mm	1/5 mm	1/5 mm	1/5 mm	1/5 mm	1/5 mm	1/5 mm	1/5 mm	1/5 mm		
1	4	-3,0	+5,0	+2,0	6)	3)	4)	7)	8)	5)	9)	10)	11)	12)
2	14	-3,0	+5,0	+2,0		-5,0	+2,9	-2,1	-4,1	20,6	+3,72	-0,38	+0,6	0,36
3	24	-3,0	+5,0	+2,0		-5,0	+2,9	-2,1	-4,1	,6	+3,72	-0,38	+0,6	0,36
4	34	-3,0	+5,0	+2,0		-5,1	+2,9	-2,2	-4,1	,7	+3,73	-0,37	+0,5	0,25
5	44	-3,0	+5,0	+2,0		-5,0	+2,9	-2,1	-4,1	,8	+3,74	-0,46	+1,4	1,96
6	54	-3,0	+5,0	+2,0		-5,0	+3,0	-2,0	-4,0	,8	+3,74	-0,36	+0,4	0,16
7	64	-3,0	+5,0	+2,0		-5,0	+3,0	-2,0	-4,0	,9	+3,75	-0,25	-0,7	0,49
8	74	-3,0	+5,0	+2,0		-5,0	+2,9	-2,1	-4,1	21,0	+3,76	-0,24	-0,8	0,64
9	84	-3,0	+5,0	+2,0		-5,0	+3,0	-2,0	-4,0	,0	+3,76	-0,34	+0,2	0,04
10	94	-3,0	+5,0	+2,0		-5,0	+3,0	-2,0	-4,0	,0	+3,76	-0,24	-0,8	0,64
11	104	-3,0	+5,0	+2,0		-5,0	+2,9	-2,1	-4,1	,1	+3,78	-0,22	-1,0	1,00
12	114	-2,9	+5,1	+2,2		-5,0	+2,9	-2,1	-4,1	,1	+3,78	-0,32	0,0	0
13	124	-2,9	+5,1	+2,2		-5,0	+3,0	-2,0	-4,2	,1	+3,78	-0,42	+1,0	1,00
14	134	-3,0	+5,0	+2,0		-4,9	+3,1	-1,8	-4,0	,2	+3,79	-0,21	-1,1	1,21
15	144	-2,9	+5,1	+2,2		-5,0	+2,9	-2,1	-4,1	,2	+3,79	-0,31	-0,1	0,01
16	154	-3,0	+5,1	+2,1		-4,9	+3,0	-1,9	-4,1	,2	+3,79	-0,31	-0,1	0,01
17	164	-3,0	+5,1	+2,1		-5,0	+2,9	-2,1	-4,2	,3	+3,80	-0,40	+0,8	0,64
18	174	-3,0	+5,0	+2,0		-5,0	+3,0	-2,0	-4,1	,4	+3,81	-0,29	-0,3	0,09
19	184	-2,9	+5,1	+2,2		-5,0	+2,9	-2,1	-4,1	,5	+3,82	-0,28	-0,4	0,16
20	194	-3,0	+5,0	+2,0		-4,9	+3,0	-1,9	-4,1	,5	+3,82	-0,28	-0,4	0,16
						-5,0	+2,9	-2,1	-4,1	,6	+3,83	-0,27	-0,5	0,25

BİR WİLD İNVAR LİNASININ KONTROLÜ

Taksimatlı kontrol cetvelinin eşitliği:

" Sağ Taksimat "

1 m + 0,365 mm + 0,0115 (t° - 20°)