Mütemadi Nervürlü Sistemlerin Hesabı Hakkında

Yazan :
Nahit KUMBASAR
Dr. Yük. Müh.

○

Son senelerde, memleketimizde, nervürlü sistemlerin gitgide daha fazla kullanılması bu sistemlerin hesap tarzına önem verilmesini gerektirmiştir. Gerek proje hazırlayanlar, gerekse kontrol makamları bu hesapların doğruya yakın olmasını temine çalışmaktadırlar.

Bu konuda elde edebildiğimiz çalışmalar bibliyografyada sayılmıştır. 1 No. lu çalışmada nervür ve burulma kirişi redörleri oranına bağlı rekürans formülleri sistemin tek ve çift nervür ihtiva etmesi hali için ayrı ayrı çıkarılmıştır. Böylece bütün nervürlerin karşı uçlarının ayni şartta (ankastre, mafsallı) olması hali için biribirlerine nazaran nisbî dönmeleri elde edilebilmektedir. Bu rekürans formülleri mütemadi sistemlerin çözümünde, Nümerik Misal Paragraf III de bahsedilen takribiyet derecesinde kullanılmıştır.

2 No. lu çalışmada nervür momentleri ve redörleri burulma kirişi boyunca yayılı (plak gibi) farzedilip yine karşı uçtaki mesnet şartları bütün nervürler için ayni kabul edilerek, kolon redörleri de nazarı itibara alınmak suretiyle, kenar burulma kirişi için, burulma momenti, nervür momentleri ve kolon momentini veren kapalı ifadeler elde edilmiştir.

3 No. lu çalışmada bir gözdeki nervürlerin tek sayıda olması hali için bir tablo hazırlanmıştır. Kolon redörünü de nazarı itibara alarak kenar kirişte hâsıl olan burulma momentini ve nervür uç momentlerini vermektedir. Bir gözde çift sayıda nervür bulunması halinde $B_1^{çift} = B_1$, $B_n^{çift} = \frac{1}{2}(B_{n-1} + B_n)$, $C_n^{çift} = C_{n-1} + \frac{B_1 + B_n}{2}$ alınmak suretiyle ayni tablonun yeter yaklaşımla kullanılabileceğini görmek mümkündür.

A) Bu makalede mümkün olduğu kadar doğruya yakın neticeler veren genel bir metod verilmesine çalışılacaktır. Genelliği sağlamak için ifadeler açı metodunda kullanılabilecek tarzda elde edilecektir. Bilindiği gibi, bu metodda, çubukların uç deplasmanları bilinmeyen olarak seçilmekte, her açı deplasmanı için bir moment, her (δ, Δ) çökmesi için bir izdüşüm denge denklemi yazılarak bilinmeyenler çözülmektedir.(*) Metodun özelliği dolayısiyle çözümde kullanılan momentler (yükleme sabitleri) ve elastik sabitler ankastre çubuklara ait değerlerdir.

Ankastrelik momentleri ve birim deplasman sabitleri hesaplanırken kolonların dönmediği, buna mukabil burulma kirişlerinin burulma dönmesi yapabildikleri kabul edilecektir. Hemen anlaşılacağı gibi gerek ankastrelik momenti gerekse birim deplasman sabitleri hesaplanırken kolona birleşmeyen bir nervürün dönmesinden husule gelen tesir, sadece bu nervürün iki ucunda değil, mütemadiyet dolayısiyle ayni nervürün diğer mesnetlerinde de tesirler husule getirecektir. Burada, hesaplarda basitliği sağlamak için, bu dönmeler sebebiyle komşu mesnetlere gelen tesirler göz önünde tutulacak daha uzak mesnetlere olan tesirler terkedilecektir. Yine hesaplarda sadeliği temin için ankastrelik momentleri çubukların uçlarına tesir eden momentler olarak değil, bir mesnette birleşen iki nervür sisteminin ankastrelik momentleri toplamı olarak, yani kolona tesir eden moment olarak hesaplanacak, benzer tarzda birim deplasman sabitleri, meselâ bir (i , j) nervür sisteminin (i) kolonuna birleşen ucunun birim dönmesi halindeki momentler olarak değil, iki açıklıklı (i , j , k) sisteminin (j) mesnedinin birim dönmesi halinde mesnede tatbiki gereken ve (i , k) uçlarında hâsıl olan momentler olarak hesabedilecektir. Denge denklemlerinde bu toplam değerler kullanıldığından bir güçlük doğmayacaktır. Ancak elde edilen ifadelerden faydalanılarak sistemin Cross metodu ile çözülmesi istenirse $M^{j}_{\theta j}$ olarak hesaplanan değerden meselâ (i , j) nervür sisteminin (j) ucuna veya (j , k) nervür sisteminin (j) ucuna ait birim deplasman sabitlerini (redörleri) elde edebilmek için $M^{j}_{\theta j}$ bu açıklıklara ait I_e değerleri ile orantılı olarak dağıtılacaktır.

Ankastrelik momentleri ve birim deplasman sabitleri hesaplanırken her durumda nervür uçlarına tesir eden momentler bulunacaktır. (j) mesnedindeki herhangi bir noktada nihaî moment tesiri kolonların dönmemesi halindeki tesirle (i , j , k) mesnetlerindeki dönmelerin doğuracağı tesirlerin toplamıdır.

Nervürlü döşemelerde rastlanmamakla beraber benzer bir sistem olan tâli kirişli sistemlerde (tâli kirişler de nervürler gibi burulma kirişine oturmaktadır), tâli kiriş yüksekliği bir açıklıktan diğerine değişebilir. Bu halde de çözüm şekli aynıdır.

Hesaplarda yapılan kabuller şunlardır :

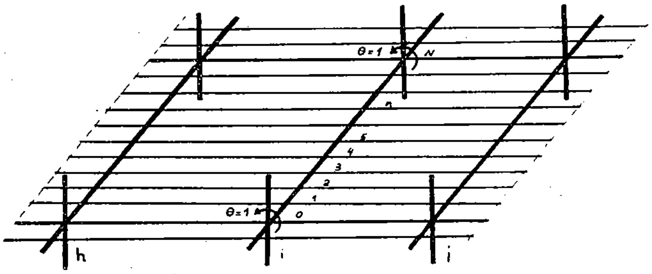
1. Bir gözde nervür açıklıkları, aralıkları, atalet momentleri eşittir.
2. Burulma kirişleri eşit açıklıklıdır ve mesnetlerini teşkil eden kolonların redörleri eşittir.
3. Dönmeler saat ibresinin ters yönünde pozitiftir.
4. Eğilme momentlerinin işareti Cross işaret kaidesine göredir.
5. Burulma momentleri, vektörleri kesitin dışına doğru ise pozitiftir.

B. **Birim deplasman sabitlerinin tâyini :**

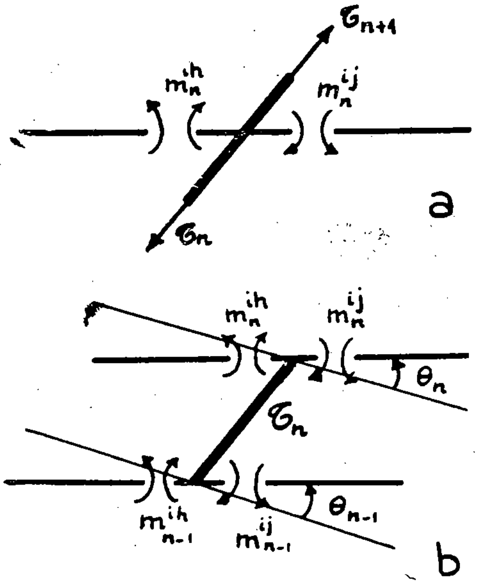
Başlangıçta belirtildiği gibi karşı uçta yani birim dönmenin bulunduğu uca komşu uçlarda hâsıl olan momentlerin o noktada hâsıl ettikleri dönmeler gözönüne

(*) Bak : Hiperstatik Sistemlerin Hesap Metodları. Prof. A. Çakıroğlu.

alınacak, tekrar geri dönen ve ileriye geçenler düşünülmeyecektir. (i) mesnedinde kolonlarda birim dönme varken (n. ci) nervür civarını düşünelim (Şekil : 1) ve (Şekil : 2).



Şekil : 1



Şekil : 2

Önce bütün nervürlerin karşı uçlarını ankastre kabul edelim. (i) uçları ayni mikdar döndüğüne göre;

$$\frac{m^{ih}_n}{r^{ih}} = \frac{m^{ij}_n}{r^{ij}} \qquad m^{ih}_n = \frac{r^{ih}}{r^{ih} + r^{ij}}\left(m^{ih}_n + m^{ij}_n\right) \quad \text{dir.}$$

$$m^{ih}_n + m^{ij}_n = m^i_n \qquad r^{ih} + {}^{ij} = r^i$$

olarak tarif edelim. (Şekil : 2a) da denge şartı

$$\tau_{n+1} + m^i_n = \tau_n \qquad \textbf{Denklem : 1}$$

dır. (Şekil : 2b) de deformasyon şartı yazılırsa :

$$\frac{m^i_n}{r^i} - \frac{m^i_{n-1}}{r^i} = \frac{\tau_n}{R^i} \qquad \textbf{Denklem : 2}$$

bulunur. Ayni şart (n+1) ci aralık için de yazılıp taraf tarafa çıkarılarak :

$$\frac{m^i_{n-1}}{r^i} - \frac{m^i_n}{r^i} = \frac{\tau_n}{R^i}$$

$$-\left(\frac{m^i_n}{R^i} - \frac{m^i_{n+1}}{R^i} = \frac{\tau_{n+1}}{R^i}\right)$$

ve $\dfrac{r^i}{R^i} = \lambda^i$ olarak tarif edip (Denklem : 1) den faydalanarak

$$m^i_{n-1} - (2 + \lambda^i)\, m^i_n + m^i_{n+1} = 0 \qquad \textbf{Denklem : 3}$$

denklemi elde edilir. İkinci mertebeden olan bu diferans denkleminin çözümünün (m^i_n) yerine $(e^{n\alpha})$ koymak suretiyle $(\mathrm{ch}\alpha = 1 + \dfrac{\lambda^i}{2})$ olmak üzere

$$m^i_n = a\ \mathrm{ch}\ n\alpha + b\ \mathrm{Sh}\ n\alpha$$

olduu bulunabilir. (*)

n = o ve n = N için $m^i_n = 1 \cdot r^i$ olduğu yazılırsa:

$$m^i_{\theta i} = r^i \frac{\mathrm{ch}\left(\frac{N}{2} - n\right)\alpha^i}{\mathrm{ch}\,\frac{N}{2}\,\alpha^i} = r^i \cdot A^i_n \qquad A^i_n = \frac{\mathrm{ch}\left(\frac{N}{2} - n\right)\alpha^i}{\mathrm{ch}\,\frac{N}{2}\,\alpha^i}$$

Denklem : 4

elde edilir. Bu halde (i , h) ve (i , j) uçlarındaki momentler

$$m^{ij}_{\theta i} = r^{ij} \cdot A^i_n \qquad m^{ih}_{\theta i} = r^{ih} \cdot A^i_n \qquad \textbf{Denklem : 5}$$

dir. $m^i_{\theta i}$ momentlerinin 1 den N e kadar toplamı bir mesnedi birim döndürmek için gerekli momenti verir :

$$M^i_{\theta i} = \sum_1^N m^i_{\theta i} = \frac{r^i}{\mathrm{ch}\,\frac{N}{2}\,\alpha^i} \sum_1^N \mathrm{ch}\left(\frac{N}{2} - n\right)\alpha^i$$

bu toplamın değeri :

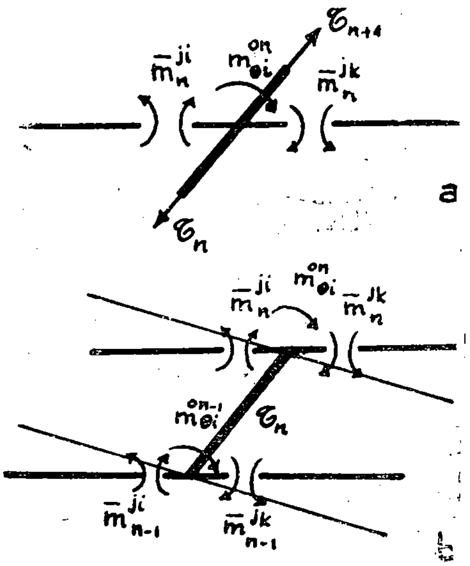
$$M^i_{\theta i} = r^i \frac{\mathrm{Th}\ N\,\frac{\alpha^i}{2}}{\mathrm{Th}\,\frac{\alpha^i}{2}} = r \cdot Bi$$

(*) Ord. Prof. İhsan İnan : Yapı Dinamiği Ders Notları.

$$Bi = \frac{Th\ N\ \frac{\alpha^{i}}{2}}{Th\ \frac{\alpha^{i}}{2}}$$ **Denklem : 6**

dir.

(i) aksı kolonlarında birim dönme varken nervürlerin diğer uçlarının ankastre kaldığı farzedilmişti. Bu ankastreliği temin eden ($m^{on}_{\theta i}$) kilit momentleri ters işaretle $m^{ij}_{\theta i}$ (veya $m^{ih}_{\theta i}$) nin yarısına eşittir. Hakikatte, kabulümüze göre, bu mesnetlerdeki kolonların dönmemesine rağmen burulma kirişinde burulma dönmeleri vardır. Bu halde j (veya h) ucundaki momentleri bulabilmek için bu kilit momentlerini ters yönde tatbi ketmek gerekecektir. Şu halde meselâ j mesnedi için denklem (1) ve (2) de yazılmış olan denge ve deformasyon şartlarını yeniden yazalım ve bu durumdaki uç momentlerini $\bar{m}^{j}_{n}$ ile gösterelim :



Şekil : 3

$r^{j} = r^{ji} + r^{jk}$, $\bar{m}^{j} = \bar{m}^{ji} + \bar{m}^{jk}$ olmak üzere denge şartı :

$$\tau_{n+1} + (m^{on}_{\theta i} + \bar{m}^{j}_{n}) = \tau_{n}$$

deformasyon şartı

$$-\frac{\bar{m}^{j}_{n}}{r^{j}} + \frac{\bar{m}^{j}_{n-1}}{r^{j}} = \frac{\tau_{n}}{R^{j}}$$

ve aynı tarzda diferans denklemi

$$\bar{m}^{j}_{n-1} - (2 + \lambda^{j})\,\bar{m}^{j}_{n} + \bar{m}^{j}_{n+1} = \lambda^{j}\, m^{on}_{\theta j}$$

Denklem : 7

olarak bulunur. ($m^{on}_{\theta j}$) kilit momentinin değeri ise

$$m^{on}_{\theta j} = -\frac{1}{2}\, m^{ij}_{\theta i} = -\frac{r^{ij}}{2}\,.\,A^{i}_{n}$$

dir. Bu değer ters işaretle (Denklem : 7) de yerine konarak

$(n = O\ ,\ n = N)$, $\bar{m}^{j}_{n} = O$ sınır şartları ile

$$\bar{m}^{j}_{n} = \frac{r^{ij}}{2}\,.\,\frac{\lambda^{j}}{\lambda^{i} - \lambda^{j}}\,(A^{i}_{n} - A^{j}_{n})$$

Denklem : 8

bulunur. Netice olarak

$$m^{ji}_{\theta i} = \frac{r^{ij}}{2}\left[\chi^{ji}\,\frac{\lambda^{i}}{\lambda^{i} - \lambda^{j}}\,(A^{i}_{n} - A^{j}_{n}) + A^{i}_{n}\right]$$

$$\chi^{ji} = \frac{r^{ji}}{r^{ij} + r^{jk}}$$ **Denklem : 9**

$$m^{jk}_{\theta i} = \frac{r^{ij}}{2}\,\chi^{jk}\,.\,\frac{\lambda^{i}}{\lambda^{i} - \lambda^{j}}\,(A^{i}_{n} - A^{j}_{n})$$

olur. (i) mesnedinin birim dönmesi halinde (j) kolonuna tesir eden ankastrelik momenti $\bar{m}^{j}_{n} + \frac{1}{2}\, m^{ij}_{\theta i}$ momentlerinin O dan N e kadar toplamıdır. Bu değer teşkil edilir

$$\bar{m}^{j}_{n} + \frac{1}{2}\, m^{ij}_{\theta i} = \frac{r^{ij}}{2}\left[\frac{\lambda^{i}}{\lambda^{i} - \lambda^{j}}\,A^{i}_{n} - \frac{\lambda^{j}}{\lambda^{i}\ \ \lambda^{j}}\,A^{j}_{n}\right]$$

Denklem : 10

ve O dan N e kadar toplamı alınırsa

$$M^{j}_{\theta i} = \frac{r^{ij}}{2}\left[\frac{\lambda^{i}}{\lambda^{i} - \lambda^{j}}\ Bi - \frac{\lambda^{j}}{\lambda^{i}\ \ \lambda^{j}}\ B_{j}\right]$$

Denklem : 11

bulunmuş olur. i (veya j) mesnedi kenar mesnetse r^{ih} (veya r^{jk}) sıfır alınarak ayni ifadeler kullanılır. Aks nervürü diğer nervürlerden daha rijitse, nervürlerden farkı bir kiriş gibi düşünülerek buna ait sabitler yukarıdaki birim deplasman sabitlerine eklenir.

$\alpha^{i} = \alpha^{j}$ için ifadeler belirsizdir. $\lambda = 2\,(\mathrm{ch}\alpha - 1)$ olduğu gözönüne tutularak limit alınırsa :

$$\bar{m}^{j}_{n} = \frac{r^{ij}}{4}\,.\,\frac{Th\ \frac{\alpha}{2}}{Ch^{2}\,N\ \frac{\alpha}{2}}\left((n - N)\ Shn\alpha - n\ Sh\ (N - n)\alpha\right)$$

Denklem : 12

$$m^{ji}_{\theta i} = \frac{r^{ij}}{2} \cdot \chi^{ji} \cdot \frac{Th\,\frac{\alpha}{2}}{Ch^2 N\,\frac{\alpha}{2}} \left((n-N)\,Shn\alpha - n\,Sh\,(N-n)\alpha \right) + \frac{r^{ij}}{2} \cdot A_n$$

$$m^{jk}_{\theta i} = \frac{r^{ij}}{2} \cdot \chi^{jk} \cdot \frac{Th\,\frac{\alpha}{2}}{Ch^2 N\,\frac{\alpha}{2}} \left((n-N)\,Shn\alpha - n\,Sh\,(N-n)\alpha \right)$$

Denklem : 13

$$M^{j}_{\theta i} = \frac{r^{ij}}{2} \left(\frac{N}{2\,Ch^2 N\,\frac{\alpha}{2}} + \frac{Th\,N\,\frac{\alpha}{2}}{Th\,\alpha} \right)$$

Denklem : 14

bulunur.

C) **Yükleme sabitleri (Ankastrelik momentleri) :**

I. **Bir gözdeki bütün nervürlerin aynı yükle yüklü olması hali** .

Yukarıda söylenmiş olduğu gibi burada tarif edilen ankastrelik momentleri, kolonların dönmemesi buna mukabil burulma kirişinin dönebilmesi halinde sistemin kolona naklettiği momenttir ve kolona tatbiki gerekli kilit momentine eşit ve zıt yöndedir.

Önce tulanî krişin de dönmediğini kabul edelim. Bu takdirde bütün uçlarda, bilinen, m^{ih}_o , m^{ij}_o ilk ankastrelik momentleri hâsıl olur. Bu ankastreliği temin eden $-m^i_o = -(m^{ij}_o + m^{ih}_o)$ kilit momentlerini ters yönde tatbik edersek (Şekil : 3) ün $m^{on} = Ct$ özel hali elde edilir. Bu hal için 7 denkleminin çözümünden

(n = O, n = N) $\bar{m}^i_n = O$ şartı ile

$$\bar{m}^i_n = -m^i_o\,(1 - A^i_n)$$

Denklem : 15

bulunur. Bu durumda nervür uç momentleri

$$m^{ih}_{oi} = m^{ih}_o + \chi^{ih} \cdot \bar{m}^i_n \qquad m^{ij}_{oi} = m^{ij}_o + \chi^{ij} \cdot \bar{m}^i_n$$

Denklem : 16

ve netice olarak i kolonu için yukarıda târif edilen ankastrelik momenti

$$M^i_{oi} = \sum_1^N (m^{ih}_{oi} + m^{ij}_{oi}) = \sum_I^N (m^{ih}_o + m^{ij}_o + \bar{m}^i_n) = \sum_I^N m^i_o A^i_n$$

$$M^i_{oi} = m^i_o B^i$$

Denklem : 17

dir. Yine yukarıdaki uç momentlerinin 1 den N—1 e kadar toplamının yarısı mesnetteki burulma momentini verir :

$$\tau_1 = -\tau_n = \frac{m^i_o}{2} \cdot \frac{Sh\,(N-1\,\frac{\alpha}{2}}{2\,Ch\,N\,\frac{\alpha}{2} - Sh\,\frac{\alpha}{2}} = m^i \left(\frac{Th\,N\,\frac{\alpha}{2}}{Th\,\frac{\alpha}{2}} - 1 \right)$$

(i) ucuna $m^i_o = m^{ij}_o + m^{ih}_o$ momenti tatbik edilince nervürlerin diğer uçları ankastre farzedildiğine göre (h) ucunda

$$-\frac{m^i_o}{2}\,(1 - A^i_n) \cdot \chi^{ih}$$

(j) ucunda

$$-\frac{m^i_o}{2}\,(1 - A^i_n) \cdot \chi^{ij}$$

ilk ankastrelik momentleri hasıl olur .Bunlara eşit değerde olan kilit momentleri ters yönde tatbik edilirse, (j) mesnedi için

$$\bar{m}^j_{n-1} - (2+\lambda^j)\,\bar{m}^j_n + \bar{m}^j_{n+1} = -\lambda^j \cdot \frac{m^i_o}{2}\,\chi^{ij}\,(1 - A^i_n)$$

denkleminden (n = O , n = N) $\bar{m}^j_n = o$ şartı ile

$$\bar{m}^j_n = -\frac{m^i_o}{2} \cdot \chi^{ij} \left[\frac{\lambda^i}{\lambda^i \ \lambda^j} \cdot A^j_n - \frac{\lambda^j}{\lambda^i - \lambda^j} A^i_n - 1 \right]$$

ve uç momentleri

$$m^{ji}_{oi} = -\frac{m^i_o}{2}\,(1 - A^i_n)\,\chi^{ij} + \bar{m}^j_n \cdot \chi^{ji}$$

$$m^{jk}_{oi} = \chi^{jk} \cdot \bar{m}^j_n$$

Denklem : 18

olacaktır .Bu halde (j) kolonuna tesir eden ankastrelik momenti

$$M^j_{oi} = \sum_I^N (m^{ji}_{oi} + m^{jk}_{oi}) = -\frac{m^i_o}{2} \cdot \chi^{ij} \cdot \frac{\lambda^i}{\lambda^i - \lambda^j}\,(B^j - B^i)$$

Denklem : 19

olur. Bu haldeki burulma momenti M^j_{oi} ankestrelik momentinin yarısıdır .(h) ucunda hasıl olan momentler benzer tarzdadır.

$\alpha^{i} = \alpha^{j}$ için limit değerler :

$$\bar{m}^{j}_{n} = \frac{m^{i}_{o}}{2}\cdot\chi^{ij}\left\{\frac{\mathrm{Th}\frac{\alpha}{2}}{2\,\mathrm{Ch}^{2}N\frac{\alpha}{2}}\left[(n-N)\,\mathrm{Shn}\alpha - n\,\mathrm{Sh}(N-n)\,\alpha\right] - \frac{\mathrm{Ch}\left(\frac{N}{2}-n\right)\alpha}{\mathrm{Ch}\frac{N}{2}\alpha} + 1\right\}$$

Denklem : 20

$$M^{j}_{oi} = \frac{m^{i}_{o}}{2}\cdot\chi^{ij}\left(-\frac{N}{2\,\mathrm{Ch}^{2}N\frac{\alpha}{2}} + \frac{\mathrm{Th}N\frac{\alpha}{2}}{\mathrm{Sh}\,\alpha}\right)$$

Denklem : 21

olarak elde edilebilir.

II. **Bir nervürde dış tesir bulunması hali :**

Kolonlar ankastre ve (p) inci nervürde β dönmesi varken, genel ifadenin $m_n = \alpha\,\mathrm{ch}\,n\alpha + b\,\mathrm{shn}\alpha$ **olduğu** bilindiğine göre (n = O , n = N) $m_n = o$, n = p $m_n = \beta\cdot r$ şartları ile $O \leqslant n \leqslant p$ için $m_n = \beta\cdot r\cdot\frac{\mathrm{Shn}\,\alpha}{\mathrm{Shp}\,\alpha}$.

Denklem : 22

$p \leqslant n \leqslant N$ için $m_n = \beta\cdot r\cdot\frac{\mathrm{Sh}(N-n)\,\alpha}{\mathrm{Sh}(N-p)\,\alpha}.$

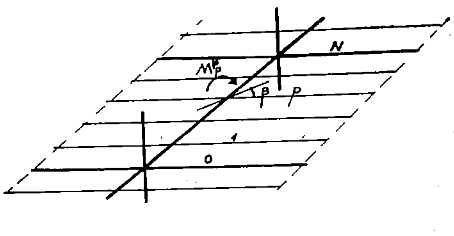
bulunur. Bütün uç momentlerinin toplamı

$$\sum_{o}^{p} m_n + \sum_{p+1}^{N} m_n = \frac{\beta r}{2}\left(\frac{\mathrm{Th}\;p\frac{\alpha}{2}}{\mathrm{Th}\frac{\alpha}{2}} + \frac{\mathrm{Th}\frac{N-p}{2}\alpha}{\mathrm{Th}\frac{\alpha}{2}}\right)$$

dır. $p = \frac{N}{2}$ (N = 2p) için

$$\Sigma\, m_n = \beta r\,\frac{\mathrm{Th}\frac{N}{4}\alpha}{\mathrm{Th}\frac{\alpha}{2}}$$

Denklem : 23



ŞEKİL : 4

olacaktır. Bu (β) dönmeyi temin eden (p) nervürüne tatbik edilmiş bir M^{β}_{p} dış momenti ise, bu momentin değeri, tulanî kirişin dengesinden

$$M^{\beta}_{p} + \Sigma m_n - (\tau_1 - \tau_n) = o$$

bulunur.

$$\tau_1 = -\theta_1\cdot R = \frac{-\beta\cdot r}{2(\mathrm{Ch}\alpha - 1)}\cdot\frac{\mathrm{Sh}\,\alpha}{\mathrm{Sh}\,p\,\alpha}$$

$$\tau_2 = \theta_N\cdot R = \frac{\beta\cdot r}{2(\mathrm{Ch}\alpha - 1)}\cdot\frac{\mathrm{Sh}\,\alpha}{\mathrm{Sh}(N-p)\,\alpha}$$

ve $\Sigma\, m_n$ in yukarıdaki değeri yerine konursa :

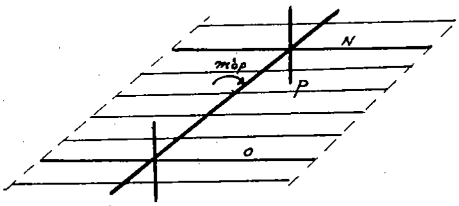
$$M^{\beta}_{p} = -\frac{\beta\cdot r}{2\,\mathrm{Th}\frac{\alpha}{2}}\left[\frac{1}{\mathrm{Th}\,p\alpha} + \frac{1}{\mathrm{Th}\,(N-p)\,\alpha}\right]$$

Denklem : 24

elde edilir.

Sadece (p) inci nervürün yüklü olması hali : Burada tesirin küçük olacağı düşüncesi ile burulma kirişi dönebilirken hâsıl olacak ankastrelik momentinin hesabında nervürlerin diğer uçları ankastre kabul edilecek ve gözönünde tutulan ucun dönmesinden karşı uçta hâsıl olacak moment terkedilecektir.

(i) mesnedini düşünelim. (p) nervürü yüklü ve bütün nervür uçları ankastre iken yalnız (p) inci nervürde m^{ih}_{op} . m^{ij}_{op} ilk ankastrelik momentleri hâsıl olur.



ŞEKİL : 5

Bu halde (p) ucunda $-m^{i}_{op} = -(m^{ih}_{op} + m^{ij}_{op})$ kilit momenti vardır .Bu moment ters yönde tatbik edilirse:

$$\beta r = -2\,m^{i}_{op}\,\frac{\mathrm{Th}\frac{\alpha}{2}}{\mathrm{Cth}\,p\alpha + \mathrm{Cth}\,(N-p)\,\alpha}$$

olmak üzere

$O \leqslant n \leqslant p$ için $m^{i}_{n} = \beta r\,\frac{\mathrm{Shn}\,\alpha}{\mathrm{Shp}\,\alpha}$,

$p \leqslant n \leqslant N$ için

$$m^{i}_{n} = \beta r\cdot\frac{\mathrm{Sh}(N-n)\,\alpha}{\mathrm{Sh}(N-p)\,\alpha}$$

Denklem : 25

momentleri hâsıl olur. Uç momentleri

$$m^{ih}_{n} = \chi^{ih} \cdot m^{i}_{n} \qquad m^{ij}_{n} = \chi^{ij} \cdot m^{i}_{n}$$

yükün bulunduğu p inci nervürde

$$m^{ih}_{p} = m^{ih}_{op} - 2\, m^{i}_{op} \frac{Th\frac{\alpha}{2}}{Cthp\alpha + Cthp\alpha\,(N-p)\,\alpha} \cdot \chi^{ih}$$

$$m^{ij}_{p} = m^{ij}_{op} - 2\, m^{i}_{op} \frac{Th\frac{\alpha}{2}}{Cth\,p\alpha + Cth'(N-p)\,\alpha}\, \chi^{ij}$$

Denklem : 26

olacaktır. $p = \frac{N}{2}$ ise

$$m^{ih}_{p} = m^{ih}_{op} - m^{i}_{op} \cdot \chi^{ih} \cdot Th\frac{\alpha}{2}\; Th\, N\frac{\alpha}{2}$$

$$m^{ij}_{p} = m^{ij}_{op} - m^{i}_{op} \cdot \chi^{ij} \cdot Th\frac{\alpha}{2}\; Th\frac{N}{2}\,\alpha$$

Denklem : 27

olur. Bu halde, yükün her tulanî kiriş açıklığında aynen tekerrürü şartiyle kolonlardaki ankastrelik momenti

$$M_{o} = \tau_{1} - \tau_{n}$$

den β . r in yukarıdaki değeri τ ifadelerinde yerine konarak

$$M_{o} = \frac{m^{i}_{op}}{Ch\frac{N}{2}\alpha}$$

bulunur.

Böylece değişik yükleme şekillerini çözme imkânını veren birim deplâsman ve yükleme sabitleri tâyin edilmiş bulunmaktadır. Ekseri sistemlerde aks nervürü kolon ve maksimum burulma momentinin bulunması yeter. Projede istenen takribiyet derecesine göre bu hesabın sadece belirli mesnetler için yapılması ile yetinilebilir. Veya nümerik misalde gösterildiği gibi yeter takribiyetle burulma kirişinin uçlarına nazaran nisbî dönmesinden karşı uca geçen tesirleri terkedilebilir. Bu takdirde hesap bir kademe basitleşecektir. N in ve λ nın küçük olması hallerinde böyle hareket etmek uygundur. Sistemin simetrik ve yükün simetrik veya antimetrik olması hallerinde nervür redörü (r) yerine, gereğinde (0.5 r) veya (1.5 r) alınarak hesap kısaltılır. ($\alpha_i = \alpha_j$) için verilen limitler bu simetri özelliğinden istifade edilemeyecek durumlar içindir.

Metinde geçen (Sh, Ch, Th, Cth) gibi hiperbolik fonksiyonlara ai tablolar bibliyografyada verilen 4 ve 5 No. lu eserlerden başka Beton Kalender 1961 ve 1962 de mevcuttur. Ayrıca Y. Müh. Hilmi Bayezit ve Y. Müh. Feridun Açanal tarafından hazırlanan tablodan faydalanarak A^{i}_{n} yerine $\frac{Bn}{Bt}$, B^{i} yerine $\mu = 1+2\frac{Ct-1}{Bt}$ alınabilir.

Bibliyografya :

1. Y. Müh. Vedat İNAL. Yapı Teknik Mühendislik Dergisi. Sayı : 1.
2. Prof. Adnan ÇAKIROĞLU. Über die auf Torsionssteife Randtraeger aufliegende Rippendecke. Der Bauingenieur 1958.8.
3. Y. Müh. Hilmi BAYEZİT - Y. Müh. Feridun AÇANAL. Nervürlü Sistemlerde Burulma ve Eğilme Momentleri. (Ozalit Baskı)
4. F. TÖLKE. Praktische Funktionenlehre.
5. K. KAYASHİ. Fünfstellige Funktionentafeln.

NOTASYON :

A^{i}_{n} : i mesnedi için $\frac{Ch\left(\frac{N}{2} - n\right)\alpha}{Ch\frac{N}{2}\alpha}$ fonksiyonu

B^{i} : i mesnedi için $\frac{Th\frac{N}{2}\alpha}{Th\frac{\alpha}{2}}$ sabiti

m^{ij} : (ij) nervürü (i) uç momenti

m^{i} : (i) noktasında birleşen nervürlerin uç momentleri toplamı

M^{i}_{i} ; M^{i}_{j} : Nervür sisteminin birim deplasman sabitleri

M^{i}_{oi} , M^{j}_{oi} : (i) mesnedindeki kilit momentlerinin tesiri ile hâsıl olan nervür sistemi ankastreik momentleri

r^{ij} : (i , j) nervürünün (i) ucuna ait birim deplasman sabiti (birim dönme için)

r^{i} : r^{ih} r^{ij} toplamı

R : Burulma kirişinin nervür aralığındaki boyu için burulma redörü

τ_{n} : (n) inci araıkta burulma momenti

χ^{ij} : $\frac{r^{ij}}{r_{ij} + r_{ih}}$ dağıtma katsayısı

λ : $\frac{r}{R}$ oranı

(Devam edecek)

TÜRKİYE MÜHENDİSLİK HABERLERİ

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

Atatürk Bulvarı Ölmen Apt. No. 86/10 Ankara . Yenişehir Tel: 12 13 69

(Baştarafı 2 nci Sayfada)

Kalkınma plânı hizmetlerde bölgeler arası dengesizliğin ne şekilde önleneceğine dair esasları belirtmemiştir. Bu hususta 1948 de Maraş Milletvekili Emin Soysal'ın teklifi olan Köy İçmesuları Kanununun B.M. Meclisi Nafia Encümeninde görüşülmesi sırasında ileri sürdüğümüz bir fikri burada tekrar edeceğiz.

Hizmetler için devlet veya ilgili müesseselerce ayrılacak tahsisatlar illerin sahası, nüfus ve köy, kasaba adetleri ile orantılı olarak illere ayrılmalıdır.

Fon tahsislerinin, üçte birinin il sahası, üçte birinin illerdeki belediye sayısı ve üçte birinin belediye nüfusları gözetilerek yapılmasına göre tesbit edilen nisbetler 2 No.lı tabloda gösterilmiştir. Bu nisbetler 1952 de hesaplanmış ve fon tahsislerinde bölgesel adaletin sağlanması için tatbikine çalışılmış ise de müsbet bir sonuç elde edilememiştir.

Bu tahsisler ile köylerde yapılacak işlerin öncelik sırası ise bucaklarda bucak müdürü başkanlığında toplanan köy muhtarları meclisince tesbit edilerek kazalara, ve kazalardan da illere intikal ettirilmelidir. Valinin başkanlığında milletvekilleri, kaymakamlar, il idare heyeti âzalarının iştirakiyle toplanacak bir komisyonda 5 yıllık programlar tanzim edilmelidir.

Belediye işleri için de valinin başkanlığında milletvekilleri, belediye reisleri ve kaymakamların iştirak edeceği bir komisyonda program tanzim edilmelidir. Böylece, tahsisata bölgesel adalet ve tatbikatta mahallî ihtiyaçların tesbiti ile demokratik bir yönetim sağlanmış olur.

Hizmetlerin yukarıda teklif edilen veya buna benzer objektif kıstaslara göre bölgeler arası dengeli bir şekilde ifası, bölgesel adalet taraftarlarını sevindirecektir.

T A B L O : 1

BELEDİYELER FON HESABI

Yıllar	Belediye Ortak Fon Geliri TL.	Borç Taksitleri Geliri TL.	Yıllık Gelir Toplamı TL.	1947 den İtibaren Fon Toplamı TL.	Yıllık Tahsis TL.	1947 den İtibaren Toplam Tahsis TL.	Yabancı Kaynaklardan Karşılanacak Yıllık Açık TL.	1947 den İtibaren Açık Toplamı TL.
1	2	3	4	5	6	7	8 (6-4)	9
1947	17.688.032	—	17.688.032	17.688.032	1.659.510	1.659.510	+ 16.028.522	+ 16.028.522
1948	851.549	—	851.549	18.539.581	16.651.104	18.310.614	— 15.799.555	+ 228.967
1949	6.628.515	8.260	6.636.775	25.176.356	45.957.714	64.268.328	— 39.320.939	— 39.091.972
1950	6.671.616	86.002	6.757.618	31.933.974	21.519.679	85.788.007	— 14.762.061	— 53.854.033
1951	7.831.941	1.119.283	8.951.224	40.885.198	30.928.580	116.716.187	— 21.977.356	— 75.831.389
1952	12.912.043	1.787.426	14.699.469	55.584.667	53.616.219	170.332.406	— 38.916.750	— 114.748.139
1953	14.136.143	2.036.542	16.172.685	71.757.352	70.709.612	241.042.018	— 54.536.927	— 169.285.066
1954	16.451.401	2.952.215	19.403.616	91.160.968	50.976.771	292.018.789	— 31.573.155	— 200.858.221
1955	17.718.756	4.143.189	21.861.945	113.022.913	33.192.811	325.211.600	— 11.330.866	— 212.189.087
1956	20.985.400	4.765.886	25.751.286	138.774.199	42.910.922	368.122.522	— 17.159.636	— 229.348.723
1957	21.701.687	5.231.618	26.533.305	165.307.504	160.576.350	528.698.872	— 134.043.045	— 363.391.768
1958	24.195.789	5.809.012	30.004.801	195.312.305	61.355.250	590.054.122	— 31.350.449	— 394.742.217
1959	35.597.432	8.135.864	43.733.296	239.045.601	128.406.057	718.460.179	— 84.672.761	— 479.414.978
1960	48.110.015	9.707.998	57.818.013	296.863.614	120.277.857	838.738.036	— 62.459.844	— 541.874.822

T A B L O : 2

FON TAHSİSLERİNİN İLLERE DAĞILIŞI

İ l l e r	Tahsis Miktarı Milyon TL.	Toplam tahsisin %	Nüfus, Belediye adedi, İl sahasına göre tahsis %	TL.
Konya, Balıkesir	40-44	5,63	3,92	28-31
Manisa, Antalya	30-31	4,1	2,90	21-22
Aydın	23	3,08	2,0	15
Isparta, İzmir, Trabzon, Denizli, Rize, Bursa	15-20	2,26	2,67	18-24
Hatay, Yozgat, Diyarbakır, Niğde, Ankara, Kırklareli	14-15	1,75	2,85	23-24
Tekirdağ, Kayseri, Sakarya, Afyon, Çanakkale, Urfa, Siirt, Mardin, Nevşehir	11-14	1,12	1,67	16-21
İçel, Uşak, Ordu, Edirne	10-11	1,40	1,30	9-10
İstanbul, Maraş, Zonguldak, Çankırı, Sivas	9-10	1,21	1,49	11-12
Artvin, Kastamonu, Kars, Erzurum, Adana, Eskişehir, Samsun	8- 9	1,11	1,60	12-13
Malatya, Elâzığ, Burdur, Kütahya, Giresun, Kocaeli	7- 8	1,—	1,86	13-15
Adıyaman, Bilecik, Çorum	6- 7	0,91	1,06	7- 8
Antep, Kırşehir, Gümüşhane, Muğla, Bitlis	5- 6	0,73	1,11	8- 9
Amasya, Tunceli, Tokat	4- 5	0,57	1,06	7- 9
Van, Ağrı, Erzincan	3- 4	0,49	1,13	7- 9
Sinop, Bingöl, Muş	2- 3	0,29	0,67	5- 7
Hakkâri	2	0,26	0,67	5