

AVRUPA BETON KOMİTESİ

Betonarme kesitleri, kırılmaya karşı emniyeti düşünerek boyutlandırmak, Avrupa'ya şamil bir şartname tanzim etmek gibi gayelerle 1953 yılında teşekkül etmiş olan Avrupa Beton Komitesi şimdiye kadar muhtelif yerlerde beş toplantı yapmıştır. Son Viyana toplantısında varılan neticeler, candan evvelki toplantılarda ele alınan mevzuların münakaşalar neticesinde geçirdiği istihaleler izah edildiği takdirde daha iyi anlaşılacağından bu ilk yazıda Fontainebleau toplantısında ele alınan konular, yapılan tartışmalar ve izhar edilen kanaatlar tebarüz ettirilmiştir.

Yazan :
Muhittin TOKÖZ
Yük. Müh.

Avrupa Beton Komitesi ilk toplantısını 23/25 Kasım 1953 tarihleri arasında Luxembourg'da yaparak teşekkül etmiştir.

İnşaatçının doğrudan doğruya kullanabileceği tatbikat kaidelerini ortaya koymak Komite tarafından esas gaye olarak ele alınmıştır. 16 memleketin iştirak etmekte olduğu bu Komite, çalışmalarını ve münakaşalarını kolaylaştırmak bakımından başlangıçta ancak 30 kadar aza ile toplantılarına başlamış, kırılma haline göre pratik bir hesap tarzı bulmayı ilk merhale olarak ele almış ve uzun vade sonunda da olsa, bir Avrupa şartnamesinin esaslarını tarif etmeyi, ehemmiyetli bir hedef olarak kabul etmiştir.

Mamafih; Avrupa'ya şamil kaideleri düşündürken bu şümülü yalnız ana prensiplere inhisar ettirmeyi ve eğilme ile çatlamaya karşı emniyet emsali gibi birçok faktörlerin tayininde her memleketin serbest kalacağını Komite fikrinden çıkarmamıştır.

İlk teknik toplantısını 1954 Mayıs ayında Fontainebleau'da yapmış olan Komite bu toplantısında aşağıda ehemmiyeti belirtilmeye çalışılan 5 nokta üzerinde durmuştur.

1. Güç tükenmesi :

Herhangi bir betonarme inşaat, halen klâsikleşmiş elâstik çalışma tarzına göre hesaplanır ve her bir maktam beton ve teçhizatı, bunlardaki azami gerilmelerin evvelden tesbit edilen emniyet gerilmelerini geçmemesi şartıyla hesap ve tayin edilir. Meselâ: B 225 betonu ve I çeliği ile yapılan dik dörtgen kesitli bir kirişin maktam ve teçhizatı muayyen bir an altında azami gerilmeleri 80 ve 1400 kg/cm² yi geçmeyecek şekilde hesaplanır.

Malûm olduğu üzere teçhizat nisbeti fazla olan kirişler tazyik tarafındaki betonun eğilmesi neticesinde harap olur.

Acaba betondaki azami gerilme 80 kg/cm² yi geçmeyecek veçhile boyutlandırılmış ve teçhiz edilmiş olan yüksek teçhizat nisbetli bir kiriş, yükler:

$$\frac{225}{80} = 2.815$$

misline çıkarıldığı zaman harapını olacaktır? Teçhizat nisbeti düşük olan kirişlerin, cer tarafındaki teçhizatla gerilmenin akma sınırına ulaşmış aşırı uzama neticesinde harap olduğu da malûmdur. Eğer bu gibi kirişlerdeki teçhizat, azami gerilme muayyen bir tesir altında 1400 kg/cm² yi geçmeyecek surette hesaplanmış ise tesirler:

$$\frac{2400}{1400} = 1.75$$

nisbetine çıkarıldığı zaman acaba bu gibi kirişler cer tarafında geniş çatlaklar vererek çürüğemi çıkacaktır?

Yapılan bütün tecrübeler yükler ancak yukardaki kıymetlerden daha yüksek nisbetlere çıkarıldığı takdirde dik dörtgen kirişlerin kırılıp harap olduğunu göstermektedir.

Binaenaleyh; umumi olarak yıkılmaya karşı muayyen bir emniyet emsali olması istenen bir inşaatın muhtelif nokta ve maktalarını, kırılma hâdisesi ile alâkası uzak olup yukarda bahsi geçen elâstik hesap usulü ile tayin ve teçhiz etmek rasyonel telâkki edilmemelidir ve bu elâstik hesap usulüyle tayin ve teçhiz edilmiş olan maktalar istenilenin mahsus derecede üstünde bir emniyet emsalini haiz olmaktadır. Demek ki tehlikeli telâkki edilen hale göre muayyen bir emniyet emsali kabul ederek maktam boyutlandırılmak ve teçhiz etmek istenmesi en rasyonel bir düşünce tarzı olarak görülmektedir.

Acaba hangi hal tehlikeli olarak telâkki edilmelidir? Hiç şüphesiz ki ilk düşüncede meselâ bir kiriş için kırılıp dökülmenin tehlikeli hal olduğu aklı gelir ise de sarîh bir fikre varmak bakımından iki mesnetli bir kiriş yükleyip kırılma hâdisesini

müşahade edelim: Kirişin teçhizat nisbeti düşük olduğu ve yük artırıldığı takdirde cer teçhizatındaki gerilme çeliğin akma sınırına vardığı zaman kirişin alt kısmında çatlaklar meydana gelir ve yükün ufak bir artışı için çatlaklar mühim miktarda açılıp kirişin sehmi ziyadesiyle artar ve çökme hâdisesi meydana gelir. Teçhizat nisbeti yüksek olan kirişlerde yük artırıldığı zaman tazyik tarafındaki betonun eğilmesiyle başlayan hâdiseye yine az bir yük artırması sonunda tamamlanır. Kaba bir surette hülâsa edilmiş olan bu tecrübe neticelerine göre kirişin kırılmasından ziyade cer tarafında derin çatlakların veya tazyik tarafında beton ezilmesinin meydana gelmesi daha karakteristik bir hal olarak tebarüz etmektedir. Çünkü bu çatlaklardan veya ezilmeden sonra çökme haline kadar lüzumlu yük artışını takdir edip hesaplayabilmek güç olduğu gibi cer tarafı çatladıktan veya tazyik tarafı ezildikten sonra kirişten herhangi bir faide beklemek imkânı da kalmamış olmaktadır,

Binaenaleyh tarif ve tavsifi çok güç olan kırılma hâdisesi yerine, teçhizat nisbetine göre cer tarafında çatlakların meydana gelmesi veya tazyik tarafındaki betonun ezilmesi hâdisesini kiriş ve daha umumi tâbiriyle bir maktan taşıma gücünün tükenmesi hali olarak kabul etmek makul bir düşünce olarak gözükmektedir.

2. Basit eğilme için makta hesapları :

Bu bakımdan Komite, maktan son haddine çalışma halinde alabileceği tesirleri ve dolayısıyla emniyetle taşıyabileceği yükleri tâyin etmek için mümkün olduğu kadar basit bir usul bulmayı esas gaye ittihaz etmiştir.

Mamafih mezkûr tesirler yalnız basit eğilme halinde bile betonun mukavemet ve terkibi, çeliğin kalitesi, maktan şekli, teçhizat nisbeti gibi birçok unsurlarla alâkalı olduğundan tecrübelerin bu mevzuda esas rolü oynayacağına şüphe yoktur. Fakat her değişik makta için de tecrübeler yapılmasına

imkân olmadığından ortaya çıkarılacak hesap usulünün mevcut tecrübe neticelerine sayımı kabul bir takribiyetle uyması icabetmektedir. ,

Yapılan bütün tecrübelerle göre maktan son hadde kadar çalışma vaziyetinde dahi hemen tamamen bir düzlem olarak kaldığı tesbit edilmiş olduğundan Bernouilli faraziyesi dânilen bu husu elâstik limitler dahilindeki eğilmeden başka maktan elâstikiyet limitleri dışında plâstik olarak çabıştığı hallerde dahi aynen kabul edilmiştir.

Fakat maalesef bu plâstik sahada betonun deformasyonları ile eğilmeleri arasındaki münasebet tamamen vazih değildir. Nitekim Bernouilli faraziyesine uygun olarak maktan bitaraf mihve üstündeki deformasyonları (Şekil 1 a) lineer olarak değişmesine mukabil gerilmeler muhtelif müelliflere göre hayli fark etmektedir (Şekil 1 b - 1 f). Buna sebep tazyik muntikalarındaki muhtelif kısımların birbirlerini desteklemesi ve bilhassa tecrübelerde munzam yüke maruz maktaların tazyik muntikasında ölçü yapılmasının fazla güçlüğüdür.

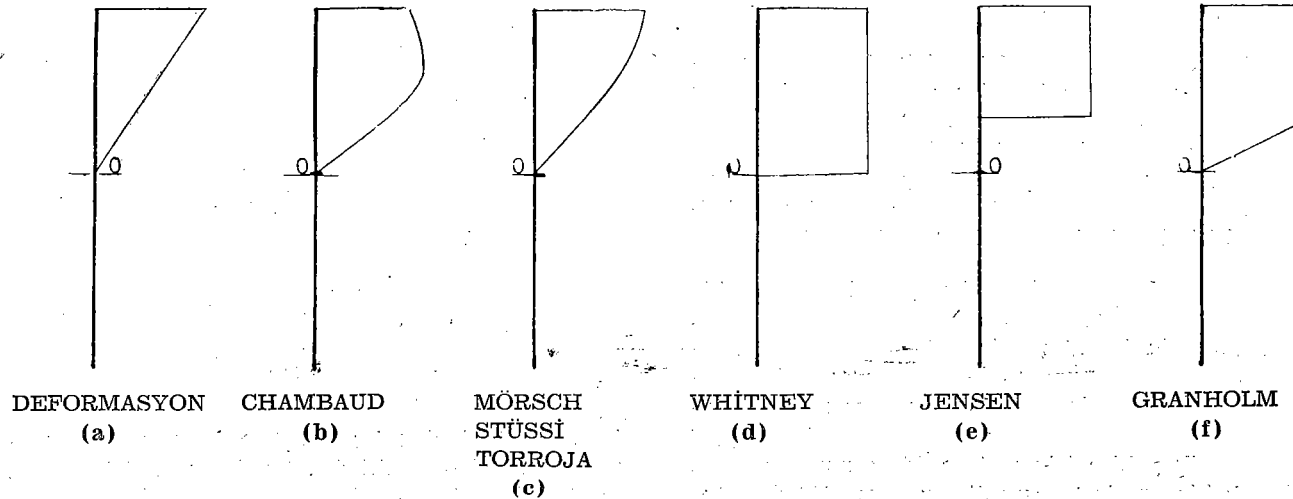
Maalesef tazyik muntikasının en üst kenarındaki gerilmeye tekabül eden kısalmanın kıymeti üzerindeki ihtilâf çok daha büyüktür. Çünkü B 10 ile B 400 arasında kalan muhtelif betonlar için b kısalma müelliflere göre % 0.15 - % 0.80 arasında tahavvül etmektedir.

Binaenaleyh Avrupa Beton Komitesi ise başladığı zaman yukardaki hususlar bakımından bir tek kanaate varacak miktarda dakik tecrübeleri mevcut olmadığı anlaşılmış ve mütemmim tecrübeler yapılması için harekete geçilmiştir.

3. Kırılmaya karşı emniyet emsali :

Herhangi bir elemanın kırılma yükü ile hesaplarda nazarı itibara alınan azami yük arasındaki nisbet ϕ emniyet emsalinden başka bir şey değildir.

Bu tarifi basit eğilme haline tatbiki çok kolaydır. Filhakika azami işletme yükü altındaki eğilme



ŞEKİL : 1

me anı M olduğu takdirde elemanı, kırılma halindeki anı Σ^M olacak şekilde tayıin ve teşhiz etmek zor olmayacaktır.

Fakat mürekkep inhinaya maruz olan elemanlarda işletme esnasında tesir eden muhtelif yükleri hep birden Σ emsaliyle çarparak en gayri müsait halin elde edilmediğinde şüphe yoktur. Meselâ işletme esnasında tesir eden zati yük S_1 , müteharrik yük S_2 ve rüzgâr S_3 olmak üzere bir maktaa tesir eden azami yük:

$$S = S_1 + S_2 + S_3$$

olduğu takdirde:

$$\Sigma = \Sigma (S_1 + S_2 + S_3)$$

yerine bu eleman hemen daima $\Sigma_1, \Sigma_2, \Sigma_3$ emniyet emsali Σ dan farklı olmak üzere:

$$\Sigma_2 = (\Sigma_1 S_1 + \Sigma_2 S_2 + \Sigma_3 S_3) \quad (\Sigma_1, \Sigma_2, \Sigma_3 \geq 0)$$

yükü altında kırılacak ve hattâ bazı hallerde müteharrik yük olmadan dahi ve zati yükün aynen tesir etmesi halinde yani:

$$S_1 + \Sigma_3 S_3$$

için en gayri müsait durum meydana gelecektir.

Yukardaki düşüncelere göre emniyet emsali yüklerin tesir şekli ile alakadardır. Fakat hiç şüphe yok ki bu emsal malzemenin hususiyetleri ile ve hesap tarzındaki takribiyetle de alakalıdır. Bütün bu unsurların bazı faraziyelere dayanması tabiidir ve inşaatçı, faraziyelerin doğruluğu hususundaki katıyetsizlik halinde emniyet emsalini artırmaya mecbur olacaktır.

Emniyet emsalini artırmak tabii bir düşünce olmakla beraber bu artırma aşırı olduğu takdirde ekonomik sınırlar aşılmış olur. Gaye bu olmadığına göre faraziyeleri, muhtelif istatistiki neticelere istinat ettirerek bu neticelerin bazı şartlar altında Gauss kanununa uyduğunu düşünerek normal sınırlar içine almak en uygun çare olarak kabul edilmelidir.

Bütün bu sebepler dolayısıyla, her türlü yapı-ara veya yükleme şekillerine göre tek bir emniyet emsali kabul edimesi düşünülemeyeceği ve emniyet emsalinin: zararlı kimyevi tesirler mevcut olduğu, lal ve hurdi kalınlıklarının 8 cm den az olmaları, finamik tesirlerin değişik tesir etmeleri gibi hal-erle dahi değişik kıymetler alabileceği tabiidir.

Meselâ bir köprüde zati yükün değişmeyen bir nus olmasına mukabil, beklenmeyen bir sebeple ağır yüklerin köprü üzerinde tekâsüf etmesi neticesinde veya bir harp vukuunda askeri sebeplerle müteharrik yüklerin hesaplarda nazarı itibara alınmış olan değerleri aşması mümkündür. Binaenaleyh müteharrik yükler için zati yüklere nazaran daha yüksek bir emniyet emsali alınması lâzım gelir. Köprünün yıkılma tarzı bile nazarı itibara alınacak

bir husustur, çünkü yıkılmadan uzun zaman evvel çatlaklar vererek tehlikeyi haber veren ve bu suretle tedbir alınmasını mümkün kılan bir köprü tipindeki emniyet emsali herhalde çatlak vermeden çökmeye mahkûm bir köprü tipindekinden küçük olabilecektir.

Binaenaleyh emniyet emsalinin tesbitinde eserin yıkılmasının meydana getireceği zararların ehemmiyet derecesi önemli rol oynayacaktır. Bir sergi sarayının yıkılması istisnai bir hâdise olacağına, fakat bir elevatörün çökmesi ise bir işletme kazasından başka bir şey olamayacağına göre her ikisinde aynı emniyet emsalinin kabul edilemeyeceği şüphesizdir.

Bir inşaatçı muayyen tesirlere maruz muayyen bir eser için yapının heyeti mecmuası için mütecaniş bir emniyet emsalini seçmeğe gayret edecek, fakat bu emniyet emsalini başka herhangi bir esere tatbik etmeğe kalkışmayacaktır.

Yukarıdaki düşüncelere göre emniyet emsalinin tayıini aşağıdaki altı esaslı faktöre bağlıdır. ,

- a) Malzemelerin hususiyetlerinin bilinmesindeki sâhnat derecesi,
- b) Tesirlerin tesbitindeki gayri muayyenlik,
- c) Esaslı faraziyelerle hesap usullerindeki takribiyet,
- d) Hesaplardaki adedi hatalar, ,
- e) Şantiyedeki imalât kusurları,
- f) Melhuz bir yıkılmanın meydana getireceği zararların ehemmiyeti.

Bu faktör'ler bakımından betonun tazyik altında kırılmaya karşı mukavemeti betonun yaşıyla olduğu kadar tecrübe nümunesinin tipi ve tecrübe usuliyile de alakalıdır. Bu üç parametre tesbit edilse dahi (n) tecrübeye çok dağınık mukavemetlerin elde edilmesi ve buna mukabil vasati mukavemetin yüksek olması mümkündür. Halbuki, vasati mukavemet:

$$R_m = \frac{1}{n} \sum_{a=1}^n R_a \quad (R_n < R_{n-1} < \dots < R_a < \dots < R_1)$$

yerine hem bu mukavemete, hem de mukavemet farklariyle alakalı:

$$\epsilon = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{a=1}^n \left(\frac{R_m}{R_a} - 1 \right)^2}$$

ifadesine tâbi olan bu değer alınması daha ras-yonel telâkki edilmektedir. Yapılan nazari hesaplar, tazyike karşı karakteristik mukavemet ismi verilen mezkûr değer:

$$R_c = \frac{1}{n} \sum_{a=1}^n R_a$$

$$\frac{1}{2} a = \frac{n}{2} + 1$$

yani en kötü mukavemetlere ait $\left(\frac{n}{2}\right)$ tecrübe neticelerinin vasatisine eşit olduğunu göstermektedir.

4. Eğilmede aşırı mukavemet meselesi :

Herhangi betonarme bir elemanda kırılma halindeki bir yüklemde teçhizatın akma sınırına eşit olarak çalıştığı kabul edilir ve bu gerilme ile teçhizatın maktai ve manivelâ kolu çarpılmak suretiyle bu kırılma haline tekabül eden eğilme anı hesaplanır. Yapılan muhtelif tecrübeler, bu suretle hesap edilen anların tecrübe anlarından az olduğunu ve bilhassa az teçhizatlı olup kırılması teçhizatın akmasıyla başlayan elemanlarda hesaplanan anların tecrübe neticelerinden mahsus derecede düşük olduğunu meydana koymuştur.

Bazı müelliflere göre cer kısmındaki betonun da mukavemete iştirak etmesi iki an arasındaki farkı izah etmekte işe de diğer müellifler bunun yegâne izah şekli olmadığını ileri sürmekte ve teçhizatın akma sınırından sonra dahi ve çeliğin kopma gerilmesine kadar artabileceğinde ve bu suretle tecrübe anının yüksek bir kıymet alacağına işaret etmektedirler. Bir kısım müellifler de, akma sınırı nazarı itibara alınarak hesaplanan an ile tecrübe anı arasındaki farkın yalnız teçhizat gerilmesinin akma sınırını aşır kopma gerilmesine yaklaşmasıyla izah edilebileceğini ve kırılma hâdisesine yaklaşıldığı zaman cer tarafındaki betonda derin çatlaklar meydana gelmesi dolayısıyla bu betonun çalışır herhangi bir yardımda bulunamayacağını kabul etmektedirler.

5. İşaretler :

Toplantıların içinde ve dışındaki çalışma ve münakaşaların anlaşılması bakımından muhtelif memleketlerde betonarmeye ait işaretlerin farklı olması Komitenin hemen ilk toplantısında mühim bir mesele olarak ortaya çıkmıştır.

Yukarıdaki beş nokta üzerinde üç gün devam etmiş olan münakaşalar sonunda Avrupa Beton Komitesi aşağıdaki kanaatlerini izhar etmiştir:

1 — Herhangi bir betonun maktainı boyutları dırıp teçhiz etmek için bu maktain gücünün tükenmesi hali hareket noktası olarak alınacaktır.

Güç tükenme hali, betonun tazyik altında ezilmesine tekabül eden azami kısalma nisbeti ve çeliğin cer altında sayanı kabul azami uzama nisbeti ile tarif edilecektir. Bilhassa betonun mezkûr kısalma nisbetinin müelliflere göre % 2 ile 6 arasında tahavvül etmesi dolayısıyla sistemli tecrübeler yapılmasına ve bu tecrübeler neticesinde mümkün olduğu takdirde tek bir kısalma nisbeti kabul edilmesine karar verilmiştir.

Güç tükenme hali hareket noktası olmakla beraber işletme yükleri altında meydana gelebilecek çatlakların tayin edilecek bir miktarı geçmesi ve sehminlerin de sayanı kabul kıymetleri aşmaması tahkik edilecektir.

2 — Betonun deformasyon - gerilme eğrisi tecrübe neticelerine kâfi derecede yakın ve aynı zamanda basit olarak seçilmek üzere bir maktai hesap usulü tavsiye edilmelidir.

3 — Bir eser veya bir eserin bir kısmı için mütecanis bir emniyet emsali kabul edilmesi şayan tercihtir. Beton ve çelik için 1,5 ile 2,5 arasında olması derpsi edilen emniyet emsali beş unsura tâb olacaktır:

Tahribatın ehemmiyet derecesi,
Eserin nevi (Bina, köprü, muvakkat inşaat...)
Tesir eden yüklerin nevi ve nisbi ehemmiyetleri,

Etüd ve projelerin sıhhat derecesi,
İnşa şartları ve inşaatın kontrolü.

4 — Aşırı mukavemetler, bilhassa akma sınırı bariz olmayan yüksek kaliteli sert çeliklerle tırlı hususi betonarme çeliklerinde hissedilir bir ehemmiyeti haizdir. Bu ehemmiyet derecesi tecrübelerle sınırlanacaktır.

5 — Betonarmeye ait bir işaretler listesi yapılmışsa da bunun üzerinde mutabakat hasıl olamamıştır. Herkesin dileklerini mümkün olduğu kadar yakından nazarı itibara alan bir işaret listesi tanzım edilecektir.

Bu kanaatlar izhar edildikten sonra Avrupa Beton Komitesi maktai gücünün tükenmesi esaslarından basit bir hesap tarzının biran evvel tanzım edilmesi temennisiyle Fontainebleau çalışmaları kapamıştır.

**TÜRKİYE
MÜHENDİSLİK
HABERLERİ**

Atatürk Bulvarı Ökmen Apt. No. 86/10 Ankara - Yenışehir Tel: 12 13 69

İNŞAAT VE MÜHENDİSLİK MEVZUUNDA
TEKNİK MAKALE, HABER VE İŞ İLANLARI
İLE SİZLERİ TATMİN EDEBİLECEK VE
İHTİYAÇLARINIZA CEVAP VEREBİLCEK
M E C M U A D İ R