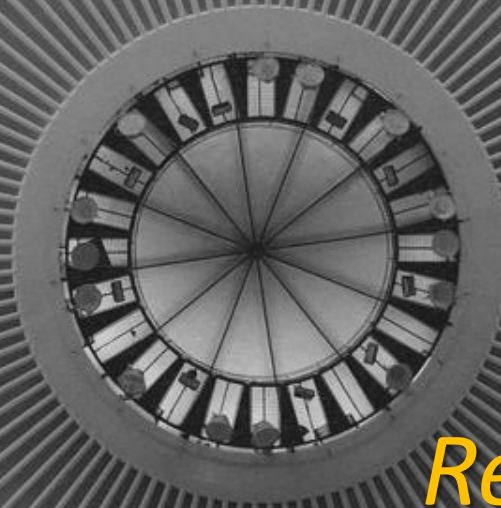


Reinforced Concrete Structures

MIM 232E



*Reinforcement,
Loads, Code*

RCSD-2

Dr. Haluk Sesigür

I.T.U. Faculty of Architecture

Structural and Earthquake Engineering WG

Reinforcing steel bar

Steel types and class in Turkey

Mech. prop	Reinforcing Bars			Reinf. mesh		
	Natural hardness			Cold process		
	S220a	S420a	S500a	S420b	S500bs	S500bk
Min. yielding strength f_{yk} (MPa)	220	420	500	420	500	500
Min. Ultimate strength f_{su} (MPa)	340	500	550	550	550	550
$\phi \leq 32$ Min. Fracture strain ϵ_{su} (%)	18	12	12	10	8	5
$32 < \phi \leq 50$ Min. Fracture strain ϵ_{su} (%)	18	10	10	10	8	5

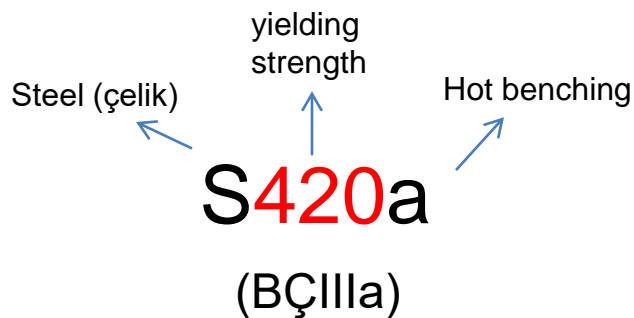
Smooth bar



Ribbed bar



Reinf. mesh

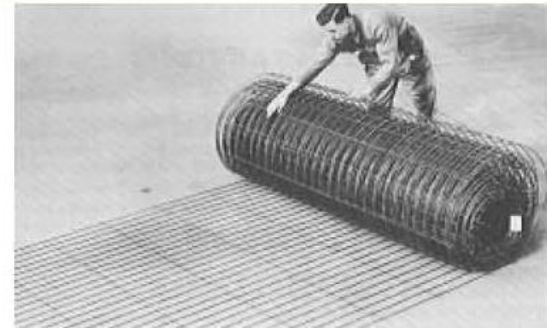


D: smooth
N : ribbed
P: profile

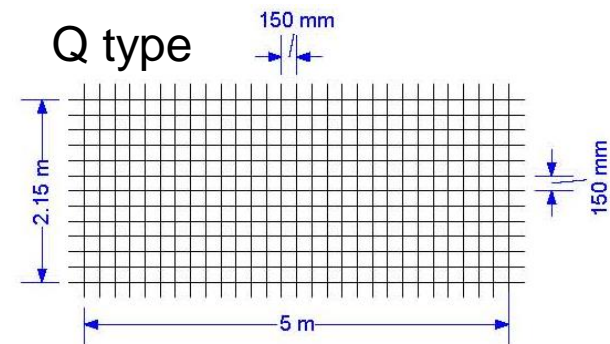
220 I
420 III
500 IV

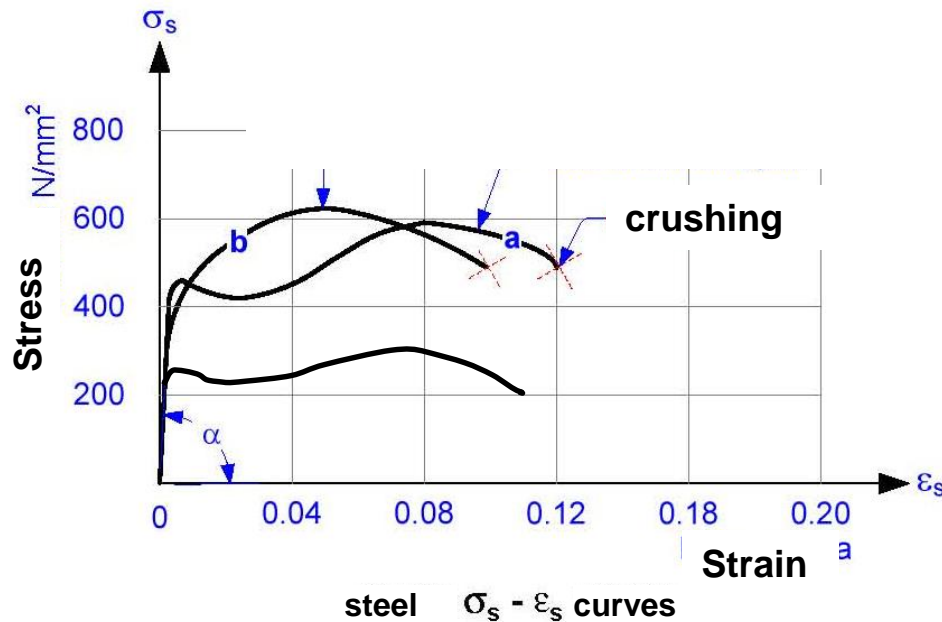
Reinforcement mesh:

- Q type (15cm x 15cm)
- R type (15cm x 25cm)



- Should be used in slabs, shear walls, retaining walls, tunnel linings, road pavements etc.





f_y : steel yielding strength
 f_{yk} : Characteristic steel y. strength
 f_{su} : steel ultimate strength
 ϵ_{sy} : steel yielding strain
 ϵ_{su} : steel ultimate strain
 σ_s : Stress of steel
 ϵ_s : Strain of steel
 E_s : Elastic modulus of steel

yielding strength: the stress corresponding to yielding threshold (for type a)

- Hot benching (a) more ductile; cold benching (b) more brittle
- (b) is not allowed in seismic zones
- Linear -elastic/Hooke Law is valid up to yielding strength
- $E_s = \tan \alpha$ (elastic modulus)

- S220 : steel class with the lowest strength and adherence; usage in beam, column and shear walls should be avoided
- Steel with higher diameters are more brittle
For S420a and S500a ; $\phi < 32$
- S420a most common and convenient (strength&ductility)

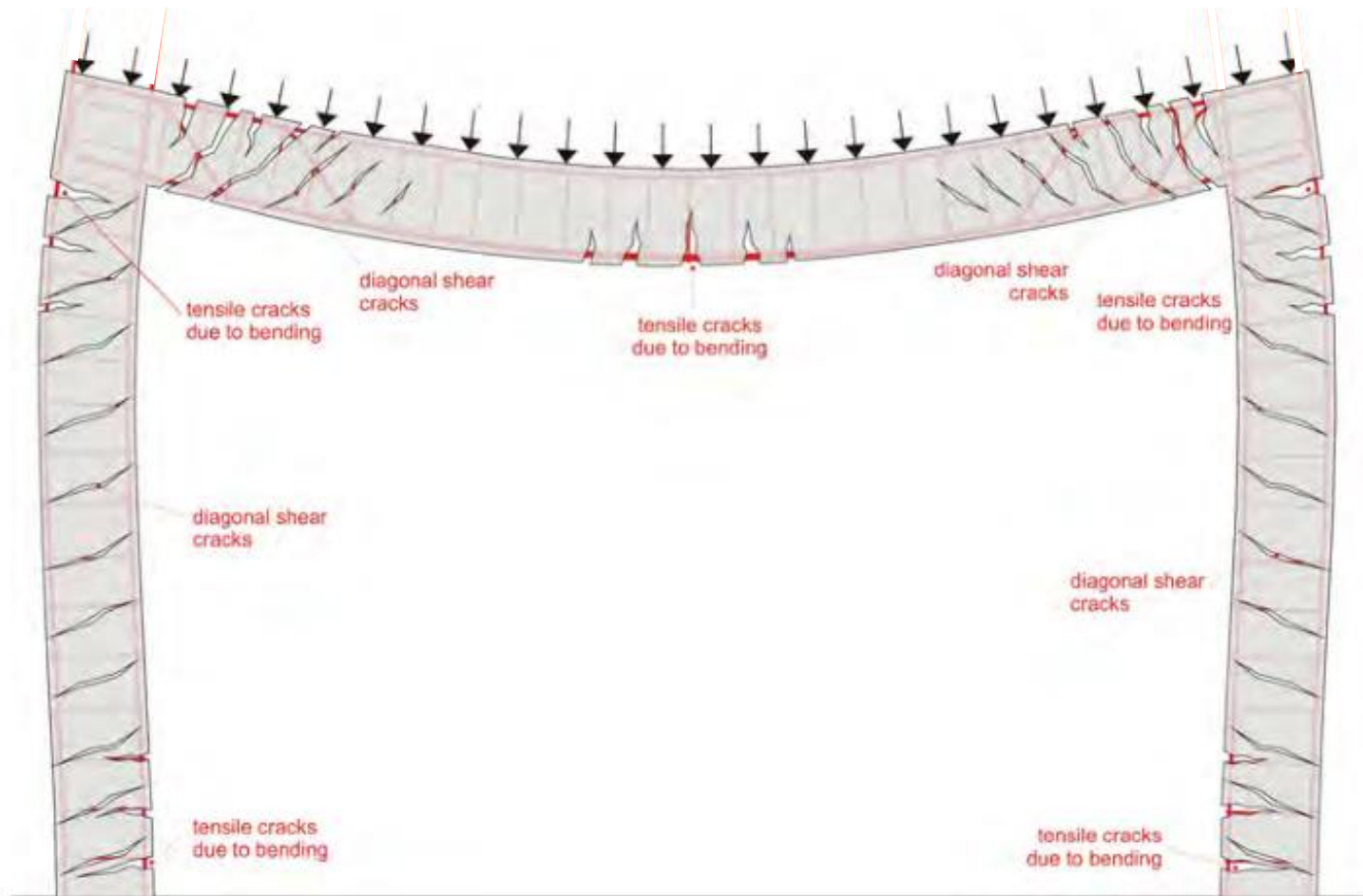
- $E_S = 2.1 \times 10^6 \text{ kg/cm}^2$
- $\gamma = 7850 \text{ kg/cm}^2$
- Lengths; 12m (in gen.)

Diameters;

- S220a (BÇI) : 6,8,.....,22,24,25,26,28mm
- S420a,b (BÇIII) and S500a (BÇIV):
- 6,8,.....,22,24,25,26,28,30,32,40,50mm
- Corrosion protection is needed for storage

REINFORCED CONCRETE

The following figure shows the concrete deformations and cracks. They are presented in a very large scale so as to thoroughly comprehend the way the members behave. In reality they are so small that they are not visible to the human eye.



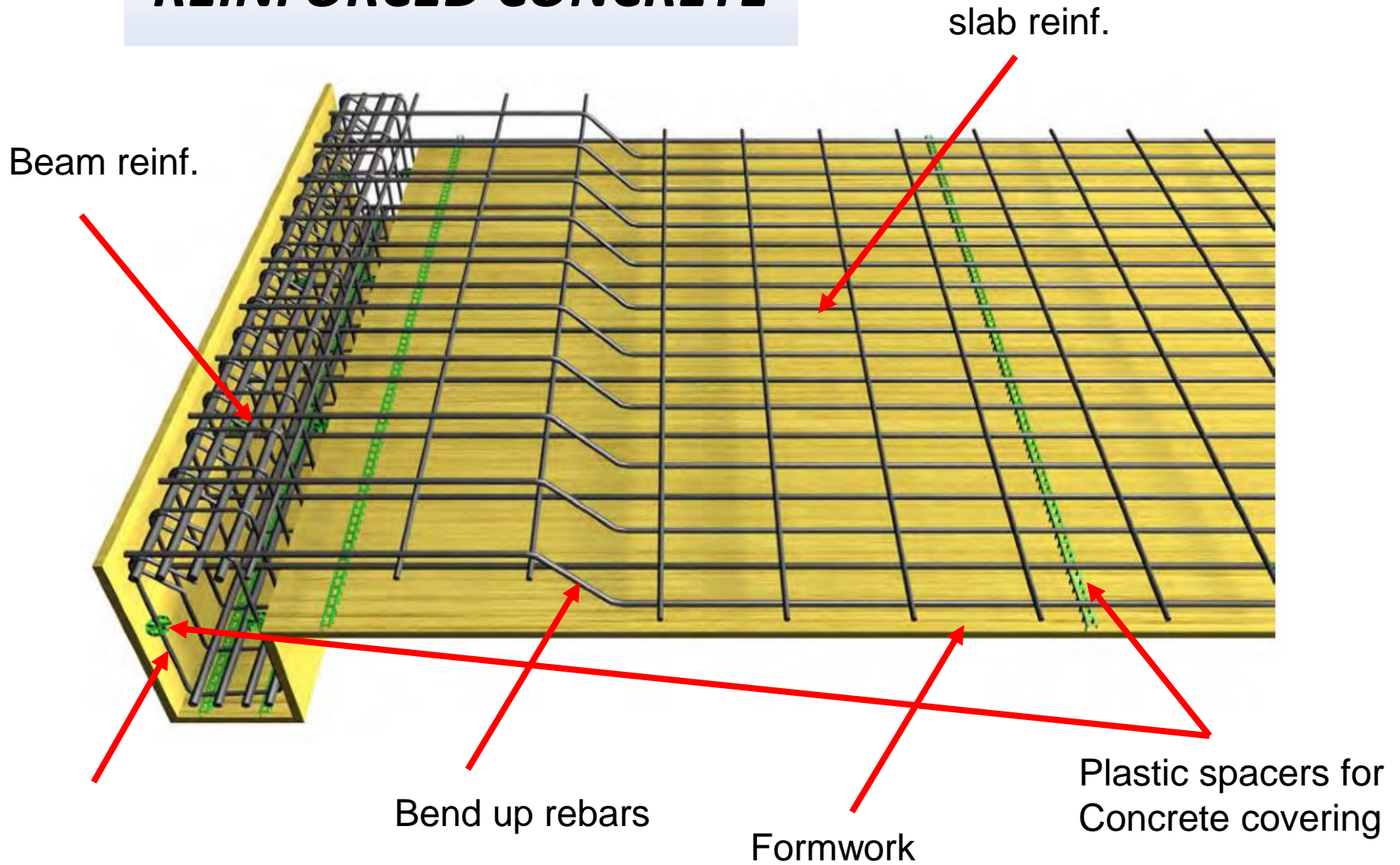
REINFORCED CONCRETE

FRAMES WHERE NO SEISMIC DESIGN IS REQUIRED

The following frame is composed by two columns and one beam and it bears only gravity loads i.e. no seismic loading is applied.



REINFORCED CONCRETE



Concrete
+ Steel bar (reinforcement) } = Reinforced Concrete (RC)

- Concrete; high compressive strength, poor tensile strength
- To resist the cracking due to tensile stress, steel reinforcing bars are placed inside the sections' tensile regions. Therefore, RC is constituted.

The resistance developed on concrete-steel bond that occurs when pull out force applied to steel bar.

Coherence of concrete and steel; working together

Expansion coefficient of steel and concrete similar/same

Adherence; bonding force that resists the shear force developed in between concrete and steel.

Surface roughness, rib of reinforcement is important

Adherence depends on;

- Diameter, surface of bar
- Strength, composition, compaction of concrete



In RC; interlocking length of the bar, direction of bar; cover thickness, stirrup effects the adherence.

- Ease of formability/workability
- Good in compression but requires steel bar for tension
- Fire-resistant (compared to steel/wood)
- Rigidity,
- less corrosion problem;
- Cheap maintenance, long life
- Economic,
- Workmanship is easy

- Formwork, scaffold cost
- Relativeley heavy structures, dead loads
- Attentive cure needed
- Damage repairing difficult/expensive
- Mostly non-recyclable
- Non convenient for skyscrapers as only use
- casting depends on wheather
- Concrete production in construction site

- Dead loads (G): self-weights of RC components such as columns, slabs, beams etc.
 - Live loads (Q): the loads that acting betimes (furniture, snow, people etc.)
 - Lateral loads: Earthquake (E), wind (W), soil (H), fluid etc.
 - Others: temperature effects, differential settlement, ice load etc.
 - Load values is not precise, statistically determined and given in codes
- Vertical / gravity loads
- Lateral loads

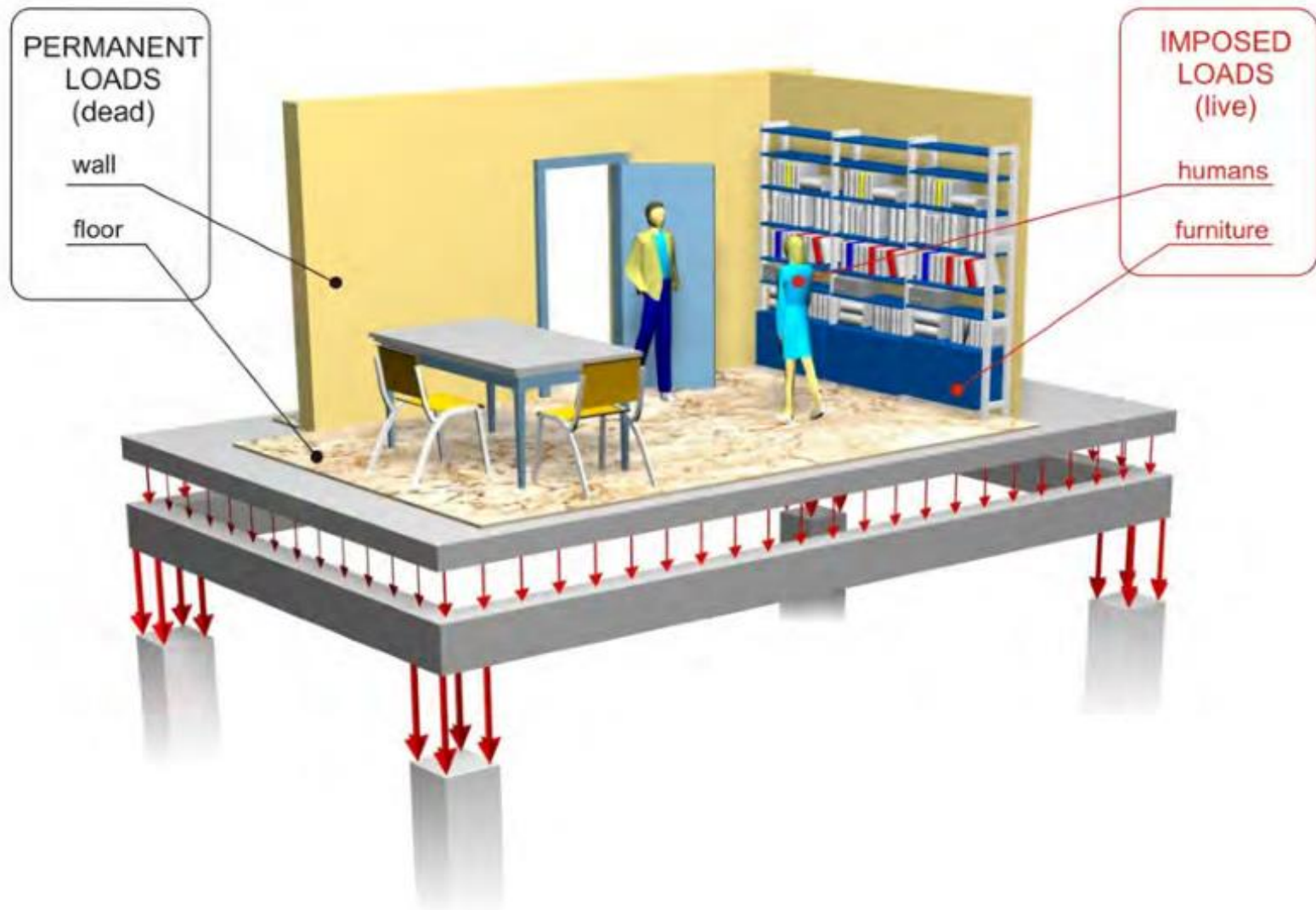
TS498, TS ISO9194 :

G, Q, W, snow-ice loads

DBYBHY 2007: Earthquake loads

Loads

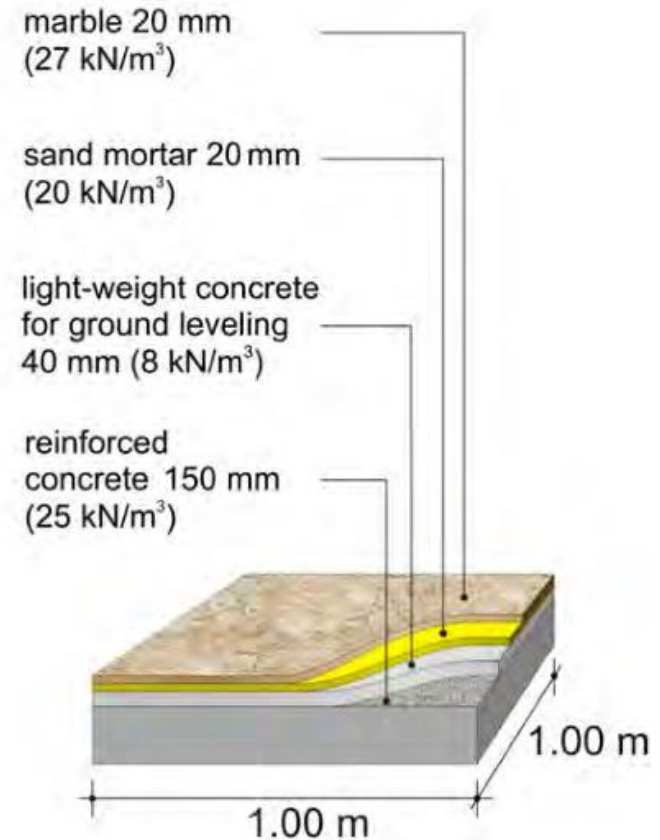
Load types and effects



Dead loads

The density and the related unit weight of the materials used in construction are:

Reinforced concrete	$\rho=2.50 \text{ t/m}^3$ ($\epsilon=25.0 \text{ kN/m}^3$)
Light- weight concrete for ground leveling	$\rho=0.80 \text{ t/m}^3$ ($\epsilon=8.0 \text{ kN/m}^3$)
Sand mortar	$\rho=2.00 \text{ t/m}^3$ ($\epsilon=20.0 \text{ kN/m}^3$)
Marble	$\rho=2.70 \text{ t/m}^3$ ($\epsilon=27.0 \text{ kN/m}^3$)



The dead mass of one m^2 of the above slab is,
 $g = 0.15 \cdot 2.50 + 0.04 \cdot 0.8 + 0.02 \cdot 2.0 + 0.02 \cdot 2.7 = 0.5 \text{ t}$,
i.e. the self mass of one square meter of a usual slab is
0.5 t (weight 5.0 kN)

Live loads

Human loading:

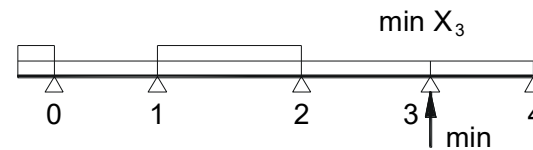
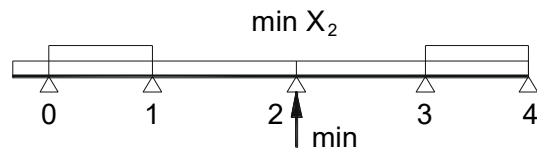
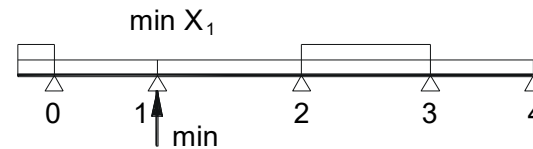
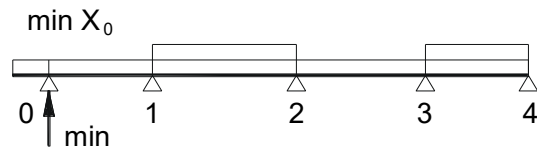
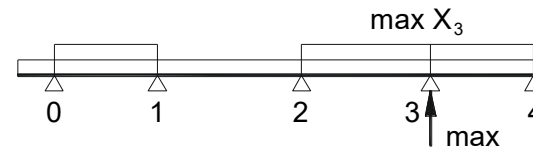
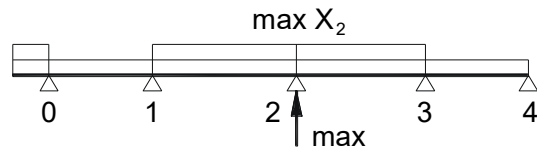
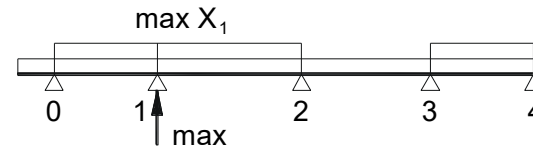
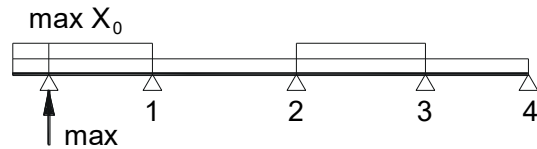
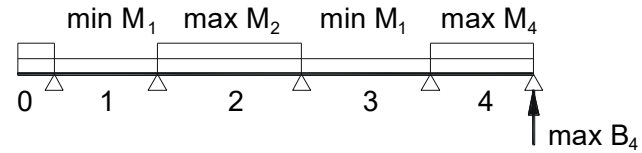
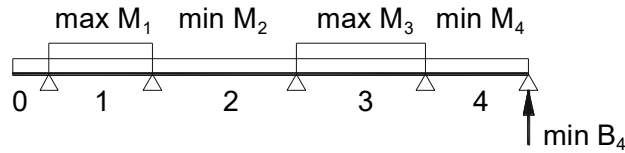
- Normal human loading

$$\rho = 0.20 \text{ t/m}^2 \quad (\varepsilon = 2.0 \text{ kN/m}^2)$$



The live mass of one m² residential building is 0.2 t (weight 2.0 kN)

TS500 (6.3.3); to obtain maximum excitations



Ex.

TS 498

Design Loads for Buildings



TS 500

REQUIREMENTS FOR DESIGN AND CONSTRUCTION OF REINFORCED CONCRETE STRUCTURES

TÜRK STANDARDI

BİRİNCİ		TS 500/Şubat 2000
BASKI		ICS 91.080.40
BETONARME YAPILARIN TASARIM VE YAPIM KURALLARI		
REQUIREMENTS FOR DESIGN AND CONSTRUCTION OF REINFORCED CONCRETE STRUCTURES		

Specifications for buildings to be built in seismic zones (2007)



Design loads for buildings

0 - KONU, TARİF, KAPSAM

0.1 - KONU

Value of Loads is given

Bu standard, yapı elemanlarının boyutlandırılmasında alınacak yüklerin hesap değerine dairdir.

0.2 - TARİFLER

0.2.1 - Hareketli Yük **Live load**

Hareketli yük, zati yüklerin dışındaki, insan, mobilya, yük taşımayan hafif bölme duvarları, depolama malzemesi, makina, araç, gereç, vinç, rüzgar, kar gibi yüklerdir.

0.2.2 - Zati Yük **Dead load**


Zati yük, kiriş, kolon, döşeme, çatı gibi taşıyıcı elemanların ve bunların sıva, kaplama vs. gibi tamamlayıcı kısımlarının ağırlıklarıdır.

Vertical live load values

Usage			Value of Loads	
	Kullanma Şekli		Hesap Değeri kN/m ²	
	ÇATILAR Yatay veya 1/20'ye kadar eğimli	Döşemeler	MERDİVENLER (Sahanlık ve merdiven girişi dahil)	
1		Çatı arası odalar		1,5
2	Zaman zaman kullanılan çatılar	Konut, teras oda ve koridorlar, bürolar, konutlardaki 50 m ² 'ye kadar olan dükkanlar, hastane odaları		2
	ÇATILAR Yatay veya 1/20'ye kadar eğimli	Döşemeler	MERDİVENLER (Sahanlık ve merdiven girişi dahil)	Hesap Değeri kN/m ²
3	Konut toleranslarının kullanılması ve çiçeklik (bahçe yapılması)	Hastanelerin mutfakları, muayene odaları, poliklinik odaları, sınıflar, yatakhaneler, anfiler	Konut Merdivenleri	3,5
4		<ul style="list-style-type: none">- Camiler- Tiyatro ve sinemalar,- Spor dans ve sergi salonları,- Tribünler (oturma yeri sabit olan)- Toplantı ve bekleme salonları- Mağazalar,- Lokantalar- Kütüphaneler- Arşivler- Hafif ağırlıklı atölyeler- Büyük mutfaklar, kantinler- Mezbahalar- Fırınlr,- Büyükbaş hayvan ahırları- Balkonlar 10 m²'ye kadar- Büro, hastane okul, tiyatro sinema kütüphane depo vb. genel yapı koridorları	Umuma açık yapılarda büro hastane okul, tiyatro, kütüphane kitaplık vb.	5
5		<ul style="list-style-type: none">- Tribünler (oturma yeri sabit olmayan)		7,5
6		<ul style="list-style-type: none">- Garajlar (Toplam ağırlığı 2,5 tona kadar olan araçlar için)		5

TÜRK STANDARDI

Turkish Standard

BİRİNCİ		TS 500/Şubat 2000
BASKI		ICS 91.080.40
BETONARME YAPILARIN TASARIM VE YAPIM KURALLARI		
REQUIREMENTS FOR DESIGN AND CONSTRUCTION OF REINFORCED CONCRETE STRUCTURES		

0 - KONU, TARİF, KAPSAM

0.1 - KONU

Bu standard, betonarme yapı elemanları ve yapıların kullanım amaç ve süresine uygun güvenlikle tasarlanması, hesaplanması, boyutlandırılıp donatılması ve yapımı ile ilgili kural ve koşullara dairdir.

6.2 - YAPI GÜVENLİĞİ **Structural safety**

6.2.1 - Genel

Tasarımda, yapının kullanım süresi boyunca, hem yıkılmaya karşı gerekli güvenlik sağlanmalı, hem de çatlama, şekil değiştirme, titreşim gibi olayların yapının kullanımını ve zaman içinde dayanıklılığını etkileyebilecek düzeye ulaşması önlenmelidir. Bunu sağlamak amacıyla, yapı üzerindeki yük etkileri, belli oranlarda büyütülerek, malzeme dayanımları da belli oranlarda küçültülerek tasarımda göz önüne alınmalıdır. Bu oranların belirlenmesinde istatistik veriler esas alınır.

6.2.3 - Taşıma Gücü Sınır Durumu **Ultimate strength limit**

Yapı elemanlarının herbirinin Madde 6.2.5 de belirtilen biçimde azaltılmış malzeme dayanımları (tasarım dayanımları) kullanılarak hesaplanan taşıma gücü değerlerinin, Madde 6.2.6 da belirtilen biçimde artırılmış tasarım yükü ile hesaplanan iç kuvvet değerlerinden hiçbir zaman küçük olmadığı kanıtlanacaktır:

$$R_d \geq F_d \quad (6.1)$$

6.2.5 - Malzeme Katsayıları **Material Coefficients**

Malzeme dayanımlarının istatistik dağılımı gözönünde bulundurularak, hesaplarda kullanılacak "tasarım dayanımı" değerleri, Bölüm 3 de tanımlanan karakteristik malzeme dayanımı değerlerinin "malzeme katsayısı" diye adlandırılan 1,0 veya 1,0 den büyük katsayılarla bölünmesiyle elde edilir. Taşıma gücü sınır durumu için beton ve çelik hesap dayanımları aşağıda verilmiştir.

$$\begin{aligned} \text{Concrete: } f_{cd} &= f_{ck} / \gamma_{mc} \\ f_{ctd} &= f_{ctk} / \gamma_{mc} \\ \text{Steel: } f_{yd} &= f_{yk} / \gamma_{ms} \end{aligned} \quad (6.2)$$

Yerinde dökülen betonlar için $\gamma_{mc} = 1,5$ alınacaktır. Bu katsayı, öndökümlü betonlar için 1,4 alınabilir. Ancak, betonda nitelik denetiminin gerektiği gibi yapılamadığı durumlarda, bu katsayı tasarımcının kararı ile 1,7 alınır. Donatı çeliğinin tüm sınıfları için $\gamma_{ms} = 1,15$ alınacaktır. Kullanılabilirlik sınır durumu için hesap yapılırken, gen ellikle malzeme katsayıları 1,0 alınmalıdır.

6.2.6 - Yük Katsayıları ve Yük Birleşimleri **Load coefficients and load combinations**

Yük etkisinin karakteristik değeri F_k , kullanım süresince bu değerden büyük değerler elde edilmesi, ancak belli bir olasılıkla mümkün olan değerdir. Bu standardda karakteristik yük etkileri, TS 498 ve TS ISO 9194 ile Bayındırlık ve İskan Bakanlığı tarafından düzenlenen "Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik" de öngörülen yük etkileridir.

Tasarımda, yapıya etkimesi olasılığı bulunan tüm yük birleşimleri dikkate alınmalıdır. Hesaplarda genellikle karşılaşılan yük birleşimleri aşağıda verilmiştir.

a. Yalnız düşey yükler için, **Vertical loads**

$$F_d = 1,4G + 1,6Q \quad (6.3)$$

$$F_d = 1,0G + 1,2Q + 1,2T \quad (6.4)$$

Denklem 6.4 deki T, sıcaklık değişimi, büzülme, farklı oturma vb şekil değiştirmeler ve yer değiştirmeler nedeniyle oluşan yük etkisidir. Bu yük birleşimi, bu tür etkilerin ihmal edilemeyeceği durumlar da gözönüne alınmalıdır.

wind b. Rüzgar yükünün söz konusu olduğu durumlarda, Denklem 6.3 ve Denklem 6.4 ile birlikte,

$$F_d = 1,0G + 1,3Q + 1,3W \quad (6.5)$$

$$F_d = 0,9G + 1,3W \quad (6.6)$$

EQ

c. Deprem söz konusu olduğu durumlarda, Denklem 6.3 ve Denklem 6.4 ile birlikte,

$$F_d = 1,0G + 1,0Q + 1,0E \quad (6.7)$$

$$F_d = 0,9G + 1,0E \quad (6.8)$$

Lateral soil effect

d. Yanal toprak itkisi bulunan durumlarda, Denklem 6.3 ve Denklem 6.4 ile birlikte,

$$F_d = 1,4G + 1,6Q + 1,6H \quad (6.9)$$

$$F_d = 0,9G + 1,6H \quad (6.10)$$

e. Akışkan basıncı bulunan durumlarda, bu basınç 1,4 yük katsayısıyla çarpılarak içinde hareketli yük bulunan tüm yük birleşimlerine eklenir.

f. Yukarıda Madde 6.2.4 de belirtilen kullanılabilirlik sınır durumu hesaplarında, bütün yük katsayıları 1,0 alınır.

6.3 - YAPISAL ÇÖZÜMLEME Structural analysis

6.3.1 - Çözümleme Yöntemleri

Yapı elemanlarının kesit hesabına temel oluşturan iç kuvvetler, yapı mekaniği ilkelerine uygun bir çözümleme ile belirlenmelidir. Bu çözümleme, beton ve çeliğin gerilme-birim şekil değişime ilişkilerini temel alan, doğrusal olmayan bir yöntem olabileceği gibi, doğrusal elastik yapısal davranış varsayımına dayalı bir yöntem de olabilir. Çerçeve kirişleri ile sürekli kiriş ve döşemelerde, doğrusal elastik yöntemler kullanılarak elde edilen iç kuvvetler, gerçek davranış gözönüne alınarak ve denge koşullarını eksiksiz sağlayarak Madde 6.3.8 de tanımlanan oranda değiştirilebilirler.