K.N.Toosi
University of Technology

دانشگاه صنعتي خواجه نصيرالدين طوسي

فصل اول

مقدمه

جزوه بتن ۱

تدوين : دكتر سيد بهرام بهشتي

منابع

- طراحي سازه هاي بتن آرمه – طاحوني، كي نيا
- آيين نامه سازه هاي بتن آرمه ايران (ABA)
- مشخصات فني عمومي كارهاي ساختماني، سازمان برنامه و بودجه، نشريه شماره ۵۵، ۱۳۷۹
- Reinforced Concrete Mechanics and Design, by: J. G. MACGregor
- Reinforced Concrete Design, by Chu-Kia Wang, Charles G. Salmon
- Design of Concrete Structure, by Winter & Nilson

قوانين نمره گذاري

امتحان بعد از ۶ هفته	50%
امتحانات ناگهاني	10%
تمرينات و شركت در كلاس	10%
امتحان آخر ترم	50%
جمع	120% !

سيلا بس

-مقدمه

-مشخصات مكانيكي

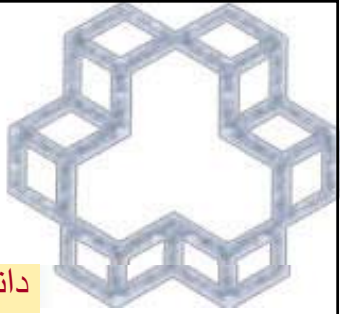
-روشهاي طراحي

-طراحي خمشي تيرها (تك آرمه-دو آرمه- مقطع T شكل)

--طراحي برشي

-كنترل خيز و ترك خوردگي

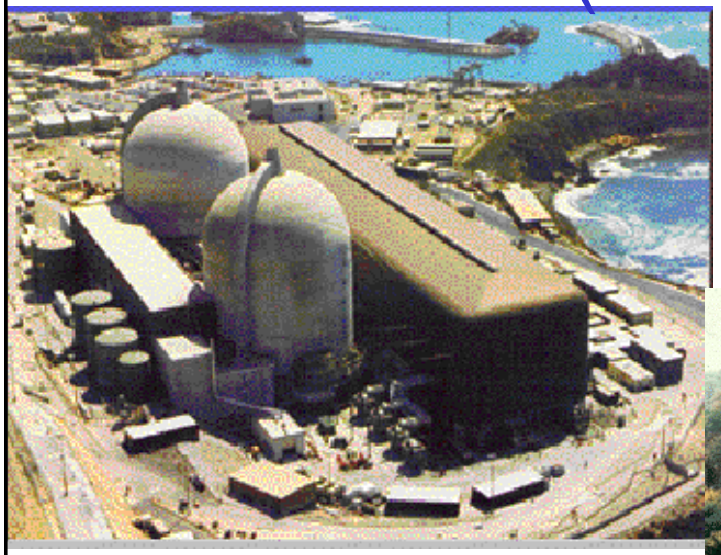
-پيوستگي، طول مهاري و قطع ميلگردها

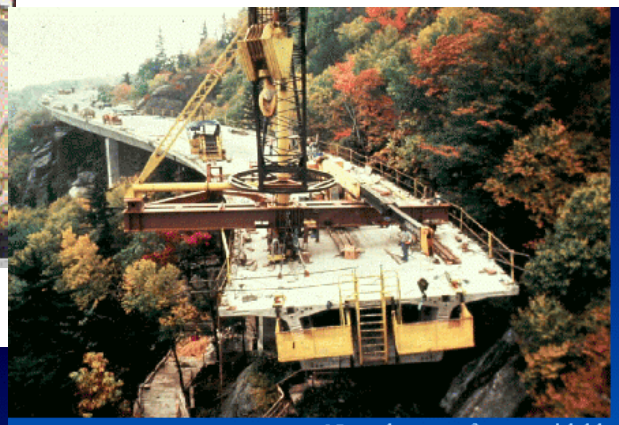


مقدمه، مصالح و مشخصات

- سازه هاي بتن آرمه
- مشخصات مكانيكي بتن
- ميلگردهاي مسلح كننده

بتن (اينجا – اونجا – همه جا!)

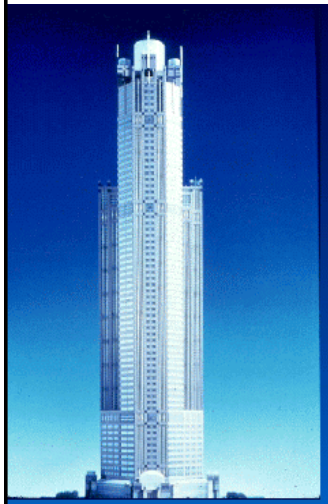




Note the use of trapezoidal box girders

- To minimize disruption of the park, the bridge was constructed from the top down

- Scotia Plaza is a 68-story office tower in Toronto and is one of Canada's tallest concrete buildings



- 311 South Wacker exceeded Water Tower Place by approximately 80 feet in height

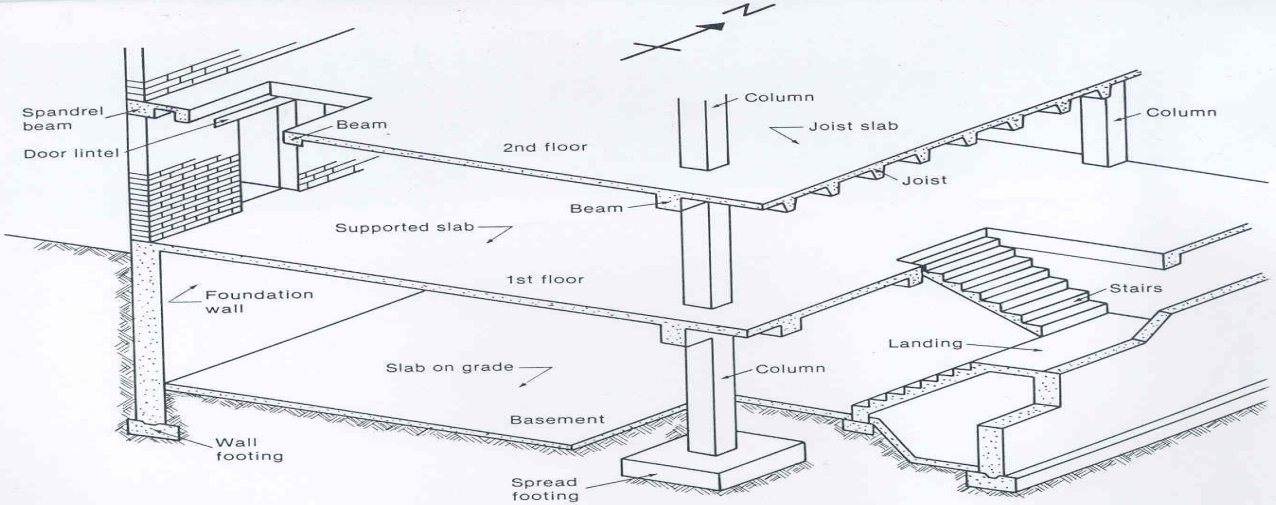


Fig. 1-4
Reinforced concrete building elements. (Adapted from Ref. 1-2.)

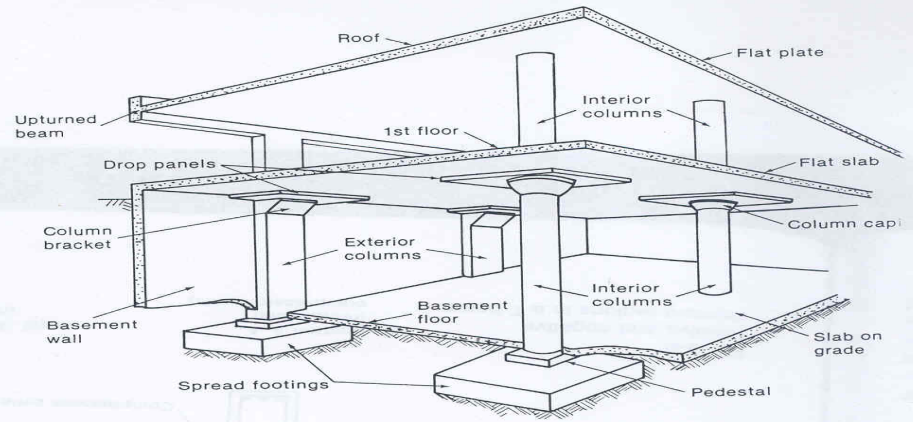


Fig. 1-5
Reinforced concrete building elements. (Adapted from Ref. 1-2.)

Sec. 1-3 Reinforced Concrete Members

اجزاء سازه بتن آرمه

مزاياي استفاده از بتن آرمه

- **اقتصاد**

✓ سيستم كف نازك تر

✓ دسترسي ساده و ارزان به مصالح

✓ مصرف پايينتر انرژي براي توليد

✓ نگه داري راحتتر

✓ آشنايي پيمانكارهاي محلي با اجراي اين نوع از سازه ها

- **مناسب بودن براي عملكرد سازه اي و معماري**

✓ قرارگيري بتن در محل به شكل پلاستيك سبب مي گردد كه اندازه و شكل دلخواه و بافت سطح آن توسط قالب و تكنيكهاي پرداخت انتخاب گردد. لذا محدوديتي بدين لحاظ وجود ندارد.

✓ با انتخاب بافت سطحي آن نياز به رنگ ندارد.

✓ در مراحل اجرا مي تواند قبل از گيرش اوليه ابعاد قالب را تغيير داد

✓ آب بندي مي تواند در درجات مختلف انجام گردد.

- **مقاومت در برابر آتش**

✓ بدون پوششهاي ضد آتش مي تواند ۱-۳ ساعت در برابر آتش مقاومت كند

- مقاومت در برابر اثرات محيطي

✓ مقاومت مناسب در برابر اثرات مخرب محيطي و شيميايي. عايق خوب حرارتي و صوتي

- **صلبيت**

✓ سختي و جرم بيشتر و لذا كاهش ارتعاشات در برابر باد، ارتعاشات كف (قدم زدن)، كمانش محلي ستونها

معایب استفاده از بتن آرمه

- سنگین و پرهزینه تمام شدن فنداسیون
- نیاز به قالب بندی و شمع بندی موقت
  - مراحل قالب بندی:
    - آماده کردن قالب ها در محل
    - بستن قالب ها
    - شمع زني زير قالب ها به عنوان تکیه گاه تا زماني که بتن هنوز به مقاومت خود نرسیده است.
- مقاومت کششي پایین:0.1f'c (در حالت غیرمسلح سریعاً دچار شکست مي شود.)
- بسیار شکننده,چگال و سنگین
- تأثیرگذار بودن تعداد کارگران وزمان کار در پیشرفت کار
- کم بودن نسبت مقاومت/حجم نسبت به فولاد؛ زیرا:

I. fc~%5-10fy
II. حجم کاری بالا(به طور مثال با همان حجم فولاد دهانه های بزرگتری را مي توان اجراء کرد.)

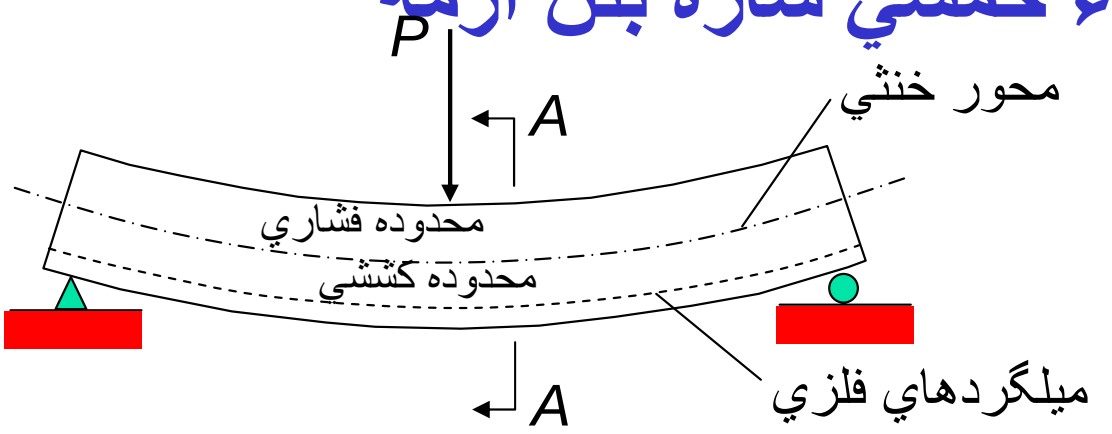
- تغییرات حجم نسبت به زمان:

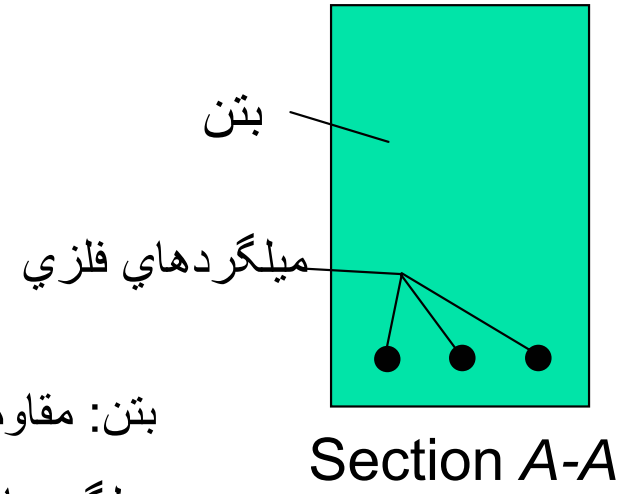
✓ در بتن جمع شدگي خشک روی مي دهد که مي تواند باعث تغییر شکل و ایجاد ترک گردد.

✓ تحت بارهای ماندگار در بتن خزش روی مي دهد که با گذشت زمان این امر افزایش مي یابد.

✓ انبساط و انقباض بتن تقریبا شبیه فولاد است.

اجزاء خمشي سازه بتن آرمه





بتن: مقاومت فشاري بالا ولي مقاومت كششی پايين دارد.

ميلگردهاي فولادي: توسط بتن محصور شده است (مسلح نمودن).در بتن مسلح، فولاد ضعف مقاومت كششی بتن را بر طرف می كند.

تركيب بتن و فولاد

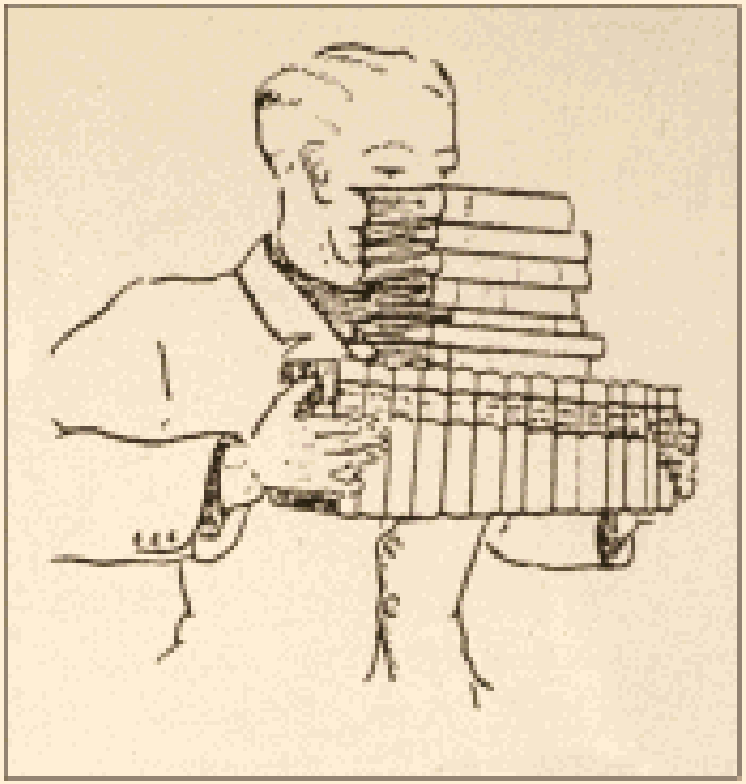
۱- چسبندگي فولاد و بتن از لغزش ميلگردهاي فولادي ممانعت مي كند

۲- پوشش بتن از رسوخ آب و خوردگي فولاد جلوگيري مي كند

۳- ضريب انبساط حرارتي مشابهی دارند بنابراين هر دو با هم منبسط و منقبض می شوند و فولاد در بتن نمی لغزد.

Concrete:	0.000010 - 0.000013
Steel:	0.000012

پيش تنيدگي و پس تنيدگي



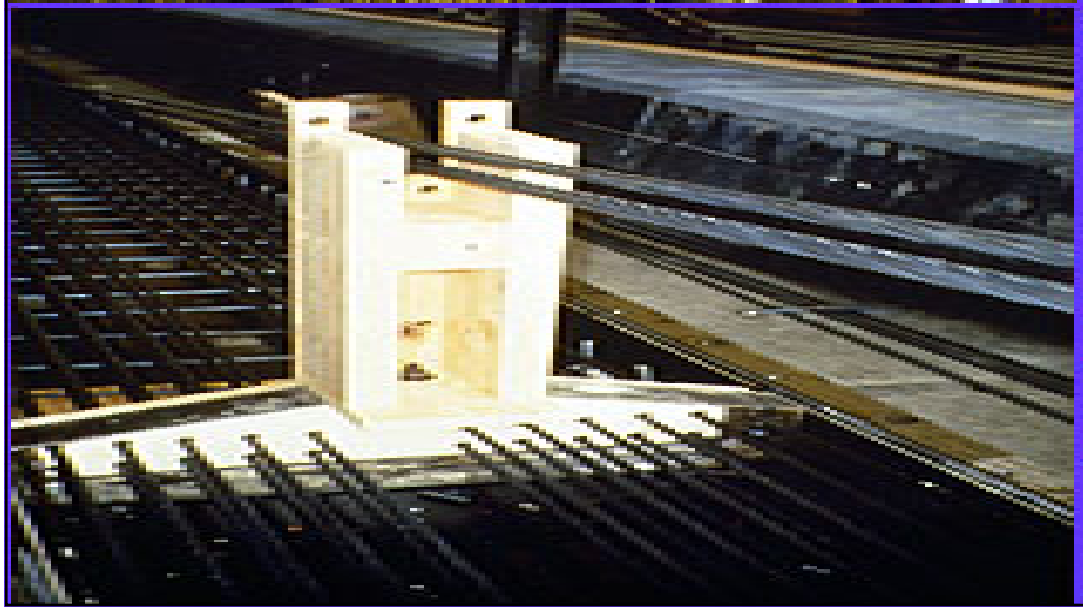
Professor Magnel's explanation of the principle of prestressing.

Professor Magnel teaching prestressed concrete.

K.N.Toosi
University of Technology

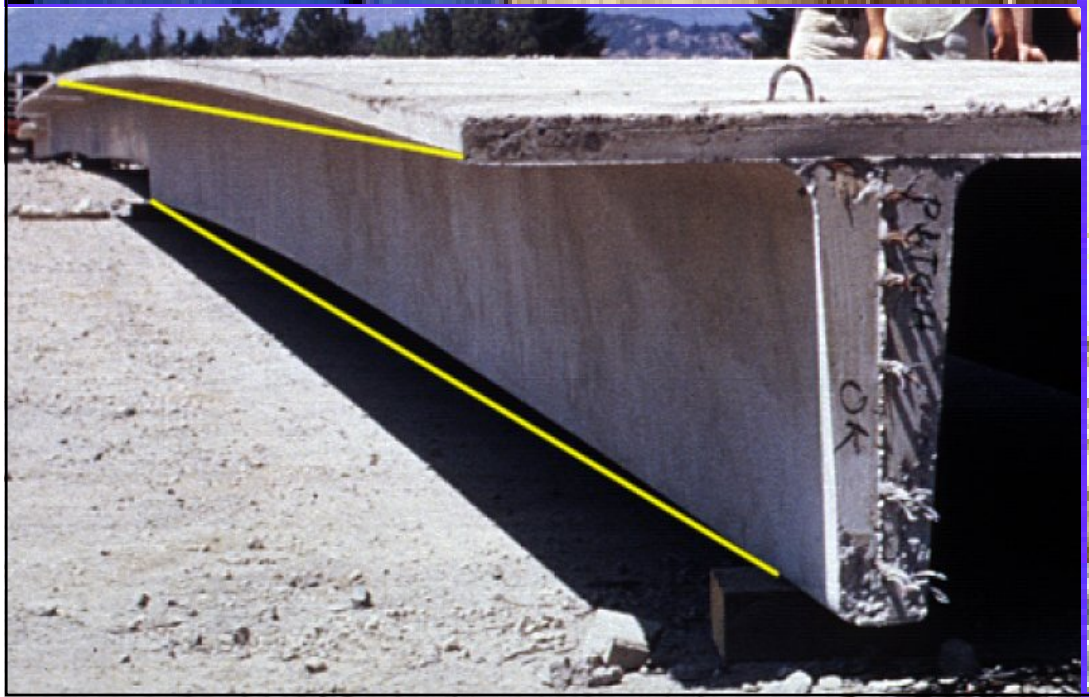
دانشگاه صنعتی خواجه نصیر الدین طوسی

پیش تنیدگی

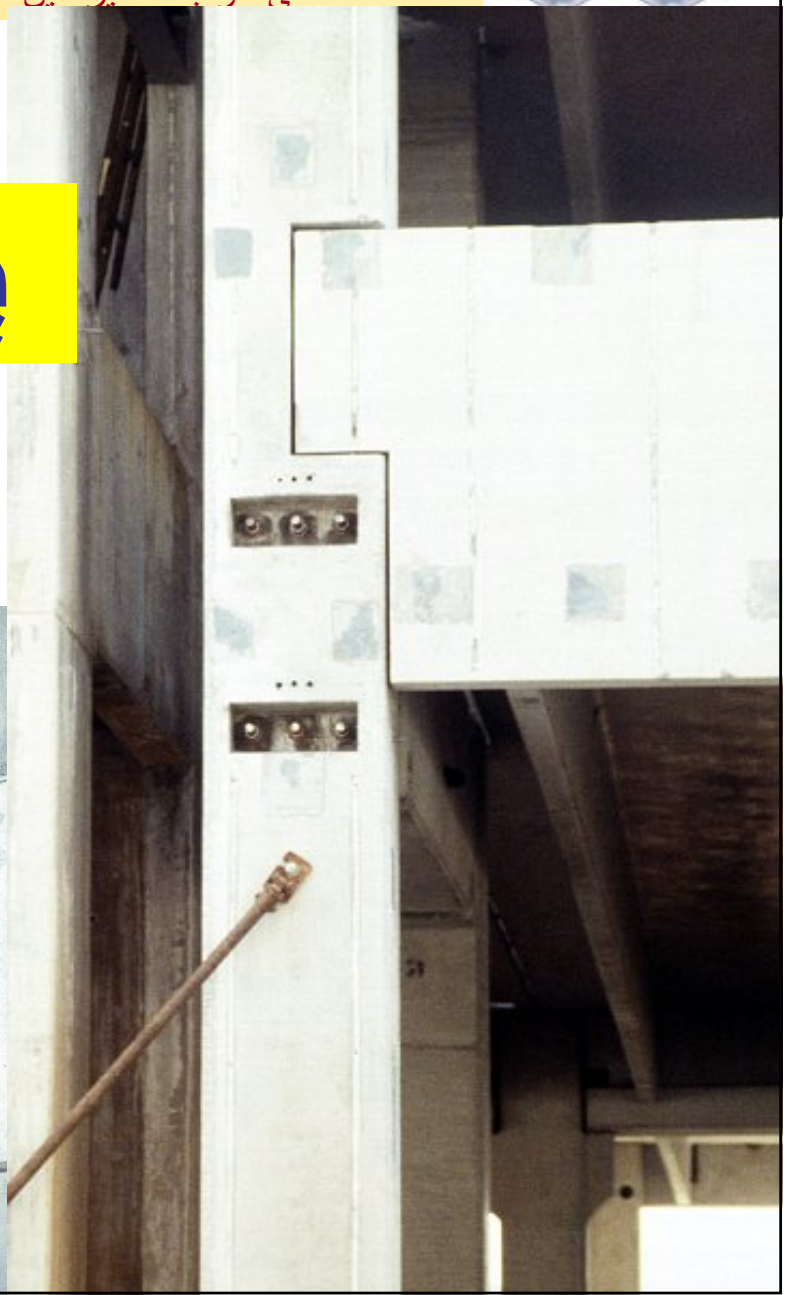


K.N.Toosi
University of Technology

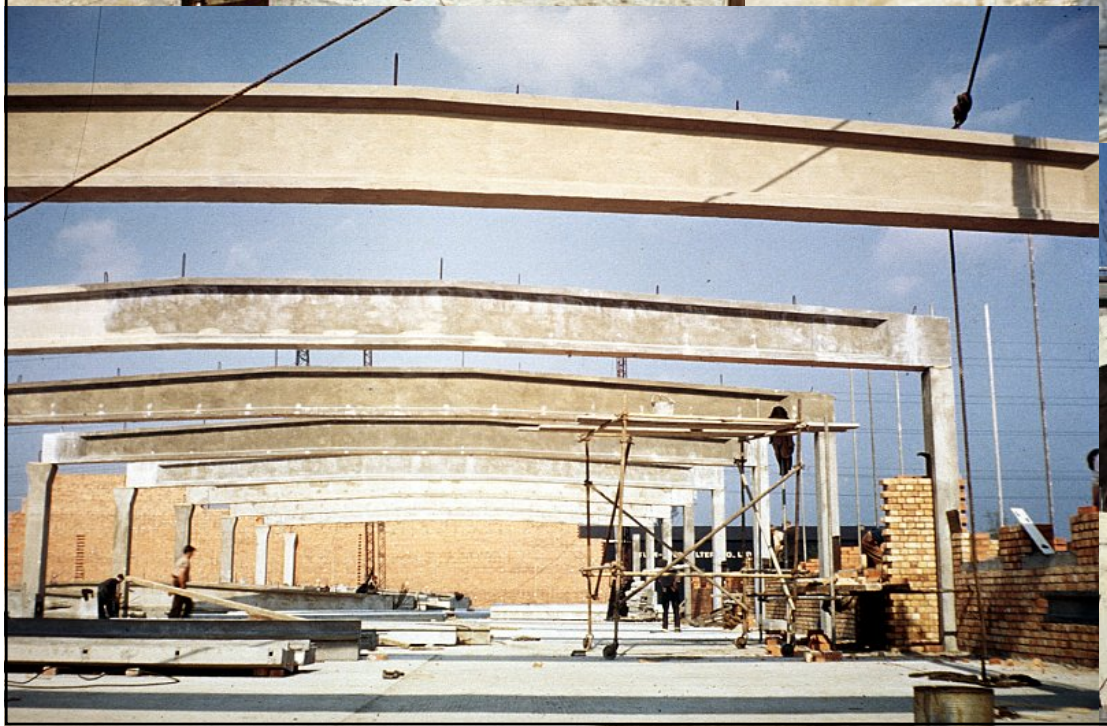
دانشگاه صنعتي خواجه نصيرالدين طوسي



پس تنیدگی



POWER TEAM



اجزاء بتن:

مشخصات اختلاط توسط نسبت حجمي يا وزني سيمان به ماسه و شن (مثلاً 1:2:4) همراه با نسبت وزني آب به سيمان (W/C) داده مي شود.

سنگدانه هاي درشت: معمولاً سنگ شكسته است و بايد به درستي انتخاب گردد.

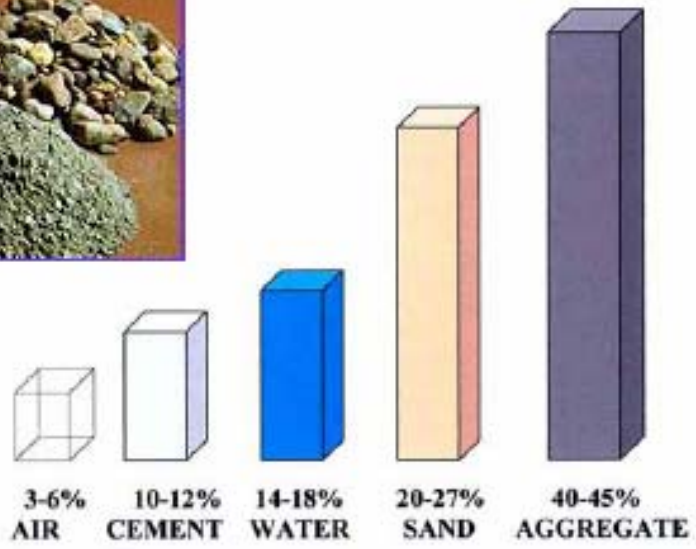
سنگدانه هاي ريز: معمولاً ماسه

سيمان: انواع مختلف آن در دسترس مي باشد.

آب: مقدار آن بايد به دقت انتخاب شود.

هوا: هميشه موجود بوده ولي بايد حداقل باشد.

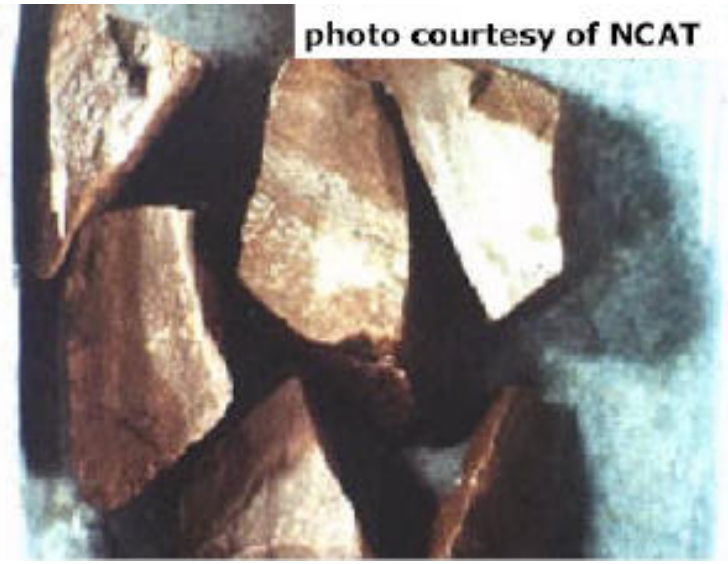
اختلاط: جهت كسب مشخصات لازم



هيدراسيون: فرآيند شيميايي گرما زايي كه در آن پودر سيمان با آب واكنش داده و تبديل به ماده سختي شده كه سبب چسبندگي دانه هاي سنگي به هم مي شود.

وزن مخصوص بتن

بتن غيرمسلح	= 2.323 t/m^3
فولاد	= 7.850 t/m^3
بتن آرمه	= 2.400 t/m^3
بتن سبک	= 1.6 - 2.0 t/m^3



مصالح سنگي:

۱- اثرات مهمي در تعيين نسبت اختلاط اجزاء و قيمت تمام شده بتن دارد. مثلاً سنگ دانه هاي تيز گوشه و پولكي براي يك نسبت W/C خاص سيمان و آب بيشتري، به منظور رسيدن به كارايی مدنظر مصرف مي گردند.

۲-مصالح بايد تميز، سخت، عاري از مواد شيميايي و مقاوم باشند.

۳-آزمايشهاي استاندارد مصالح سنگي چنين است:

الف) مقاومت سايشي براي روسازيها، كف كارخانه ها، انبارها و باراندازها (C535-C131)

ب) مقاومت در برابر يخ زدن و ذوب شدن براي محلهاي در معرض سرما و گرما (C290-C291)

پ) پايداري شيميايي (C227-C289-C586)

۴) شكل دانه ها و ساخت سطح آنها: دانه هاي تيز و ريز با شكل سوزني يا پولكي بيش از سنگهاي گرد و مكعبي شكل به مواد ريز دانه نياز دارند. مقدار اين سنگها بايد به ۱۵% وزن مصالح سنگي محدود باشد.

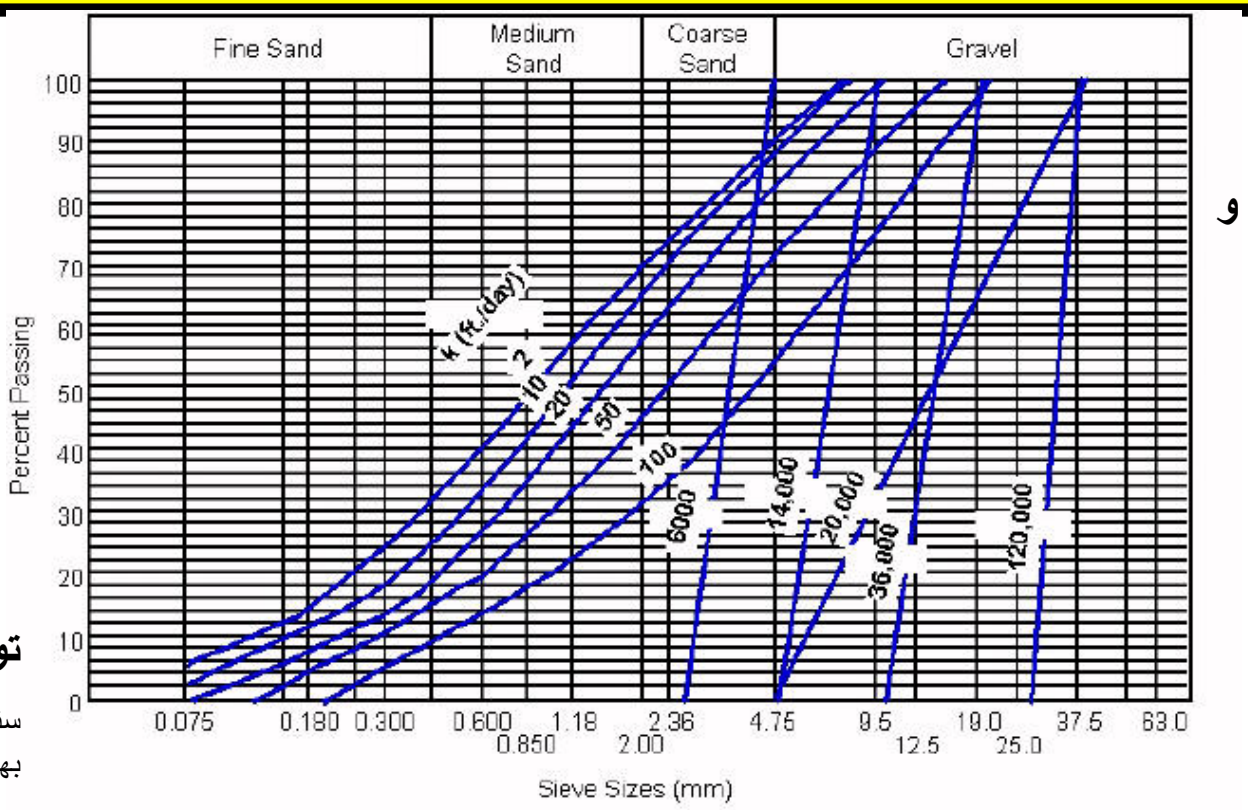
۵) دانه بندي: دانه بندي و حداكثر درشتي مصالح سنگي در شكل پذيري بتن تازه ، ميزان افت و آب بندي و پوكي بتن تاثير دارد. ماسه ريزدانه از نظر اقتصادی به صرفه نيست و ماسه درشت دانه، مخلوطی با كارايی نامناسب می سازد و سطح بتن را زبرمی كند.

- دانه بندي مصالح سنگي با گذراندن آنها از الكهاي استاندارد و رسم منحني دانه بندي مشخص مي گردد. نمره الكهاي مصالح ريزدانه عبارتند از ۴، ۸، ۱۶، ۳۰، ۵۰، ۱۰۰و براي درشت دانه بر اساس اندازه چشمه در واحد اينچ عبارتند از: ۶، ۳، ۳/۴،۱۱/۲ و ۳/۸

حداكثر اندازه دانه هاي سنگي در سازه هاي بتن آرمه (RC)، بايد در قالب و بين ميلگردها قرار گيرد:

سه معيار وجود دارد:

- يك پنجم كوچكترين بعد قالب
- يك سوم ضخامت دال
- سه چهارم فاصله آزاد ميلگردها



مقاومت سنگدانه ها

قوي: كوارتز، فلسيت

متوسط: سنگ آهكي، گرانيت

ضعيف: ماسه سنگ، مرمر

توجه!

سنگدانهاي وزين تر داراي مشخصات بهتر:

۱- مقاومت

۲-مقاومت محيطي (پايداري)

۳-اقتصاد

آب :

- آب دو وظيفه را برعهده دارد: ۱- تركيب شيميايي با سيمان و انجام هيدراسيون.
- ۲- رواني و شكل پذيري بيشتر بتن.
- آبي كه براي نوشيدن مناسب باشد براي ساختن بتن مناسب است.
- از آبي كه داراي مقدار سولفات غير مجاز است نبايد براي ساخت بتن استفاده شود.
- آبي كه مقاومت ۷ و ۲۸ روزه مكعب ملات سيماني ساخته شده با آن دست كم ۹۰ درصد مقاومت مكعب ساخته شده از آب آشاميدني است، مي توان براي ساخت بتن استفاده نمود. البته اثر زمان بر روي مقاومت نيز بايد بررسي گردد.
- برخي ناخالصي ها بر زمان گيرش بتن، مقاومت ، تغيير حجم بتن و خوردگي فولاد اثر مي گذارند، عبارتند از:

۱-كربنات و بي كربنات قليايي: بتن را زودگير و كند گير مي كند و كاهش مقاومت بتن را به همراه دارد

۲-كلرور و سولفات سديم: مقدار بيشتر از ppm۲۰۰۰۰ كلرور سديم و ppm ۱۰۰۰۰ سولفات سديم براي بتن خطرناك است.

۳-سولفات و كلرور منيزيم: مقدار بيشتر از ppm۴۰۰۰۰ بر مقاومت بتن تاثير منفي دارد.

۴-خاك رس، مواد معلق، لاي و پودر سنگ: تا ppm۲۰۰۰ برمقاومت بتن اثر نمي گذارد.

۵- روغنها: اگر مقدار روغن معدني از ۲ درصد وزن بتن تجاوز كند، ۲۰% از مقاومت بتن مي كاهد.

- سيمان:

به سيمانهاي طبيعي و پرتلند تقسيم بندي مي شود.

انواع سيمانهاي پرتلند:

نوع I: امور عمومي

نوع II: گرماي هيدراسيون كمتر از نوع I

نوع III: مقاومت زود رس بالاتر (گرماي هيدراسيون بالاتر، روند افزايش مقاومت سريع. مقاومت ۷ روزه معادل ۲۸ روزه نوع I دارد.)

نوع IV: گرماي هيدراسيون پايينتر (افزايش گرمايي كمتر ، پيچيدگي كمتر در سازه هاي حجيم)

نوع V: مقاومت سولفات (براي پي سازي، سازه هاي زير خاكي، فاضلاب روها و غيره در معرض خاك با سولفات)

اهميت نسبت اختلاط:

۱-مقاومت كافي

۲- كارايي درقرار دادن بتن و پايايي بيشتر در سخت شدن بتن

۳- حداقل قيمت (سيمان كمتر- اندازه دانه مناسب براي كاهش فضاي خالي و خمير سيمان)

۴-شتاب بخشيدن يا كند نمودن قرار دادن و يا سخت شدن بتن در قالب

۵- كمك به نگهداري بتن

كيفيت بتن چگونه اندازه گيري مي شود:

- با مقاومت و پايايي اندازه گيري مي شود.

در اين حال سنگدانه هاي سالم، نسبت كم W/C، ميزان پيشرفت هيدراسيون مي تواند بر كيفيت تاثير گذار باشد.

پايايي بتن چيست؟

پايايي بتن، توانايي بتن در مقاومت در برابر يخ زدن و آب شدن و حمله شيميايي بدون جدايش است.

محتوای هوا

۱- حباب هوا باعث ايجاد حفره مي گردد.

۲-مقاومت در برابر سيكل يخ زدن و آب شدن

۳-افزايش كارايي

۴-كاهش دانسيته و مقاومت

۵-كاهش نسبت W/C

سوپر پلاستي سايزر

اين مواد كارايي بتن تازه را توسط آزاد نمودن آب بطور شيميايي از مصالح سنگي افزايش مي دهد. توانايي سوپر پلاستي سايزر در افزايش اسلامپ بتن بستگي به فاكتورهايي چون نوع، مقدار و زمان اضافه نمودن آنها، W/C و طبيعت سيمان مصرفي دارد. بررسيها نشان مي دهد براي انواع سيمان، سوپر پلاستي سايزر باعث افزايش كارايي بتن مي گردد. براي مثال، اضافه نمودن ۱/۵% SMF به بتن با سيمانهاي تيپ I ، II و Vسبب افزايش اسلامپ از ۷۵ ميليمتر بترتيب به ۲۲۰، ۲۱۵، و ۲۳۰ ميليمتر مي گردد.

مراحل عمر بتن

- **مرحله پلاستيك (تازه)**
  سياليت بتن بايد به گونه اي باشد كه قادر به اختلاط، انتقال و قرار گيري و فشرده شدن باشد.
- **مرحله نرم**
  وقتي بتن سخت مي شود، بايد شكل آن محفوظ باشد.
- **مرحله سخت شدن**
  بتن بايد بار را تحمل نموده و پايا باشد

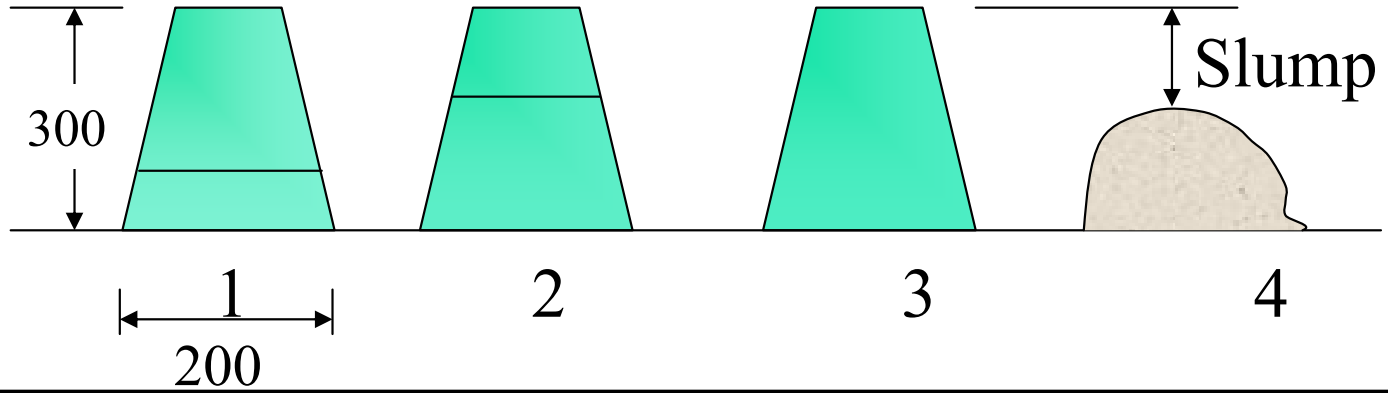
آزمايش اسلامپ :

آزمايشي است كه كارايي بتن تازه (ASTM C143) را اندازه گيري مي نمايد.

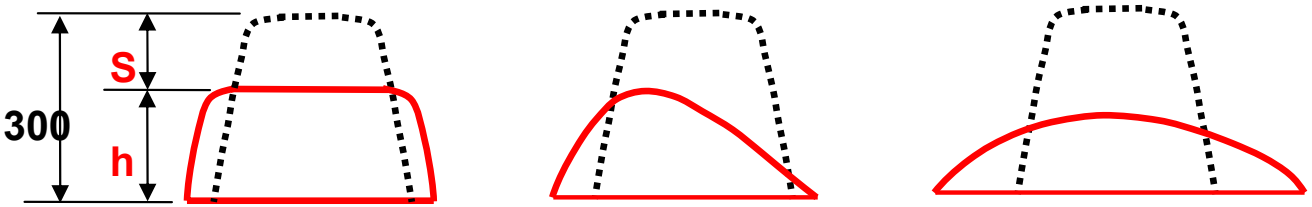
كارايي بتن تازه مشخصه اي است كه نشان دهنده آن است كه جرم مصالح پلاستيك بدون جدايش در محل نهايي خود قرار داده شوند تا شكل نهايي ان متناظر به شكل قالب خود باشد.

آزمايش بدين گونه است كه مخروط ناقص با ابعاد نشان داده شده در سه لايه و هر لايه با ۲۵ ضربه توسط ميله با بتن پر مي گردد.

حدوداً اسلامپ بين ۵۰ تا ۱۵۰ ميليمتر است.



در طول ۵ ثانيه مخروط
بايد بالا كشيده شود و
بدون هيچ انقطاعي
آزمايش بايد در ۲/۵
دقيقه به اتمام رسد.



اسلامپ درست　　اسلامپ برشي　　اسلامپ انهدامي

s = اسلامپ

h = ارتفاع اندازه گيري شده

اسلامپ هاي پيشنهادي

Recommended Mix Consistencies for Cement

Type of Structure	Slump (in.) Minimum	Maximum
Massive sections, pavement and floors laid on ground	1	4
Heavy slabs, beams, or walls	3	6
Thin walls and columns, ordinary slabs or beams	4	8

اسلامپ درست: شامل نشست بتن بدون پارگي و جدايش است.

اسلامپ برشي: نشان دهنده فقدان چسبندگي در مخلوطهاي خشن است. مخلوط براي استفاده مناسب نيست.

اسلامپ انهدامي : مخلوط ضعيف و بسيار آبكي است

آزمايش فشاري بتن

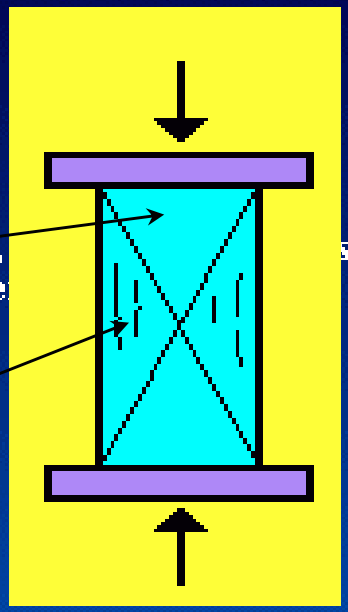
بار حداكثر دراين آزمايش نشان دهنده مقاومت فشاري است :

مخروط در تماس

نواحي كناري شكافته و جدا مي شوند

مقاومت سيلندر = F_{ult} / سطح سيلندر

MPa



مقاومت فشاري بتن بطور فزاينده در دهه هاي اخير افزوده شده است.

مقاومت فشاري بتن

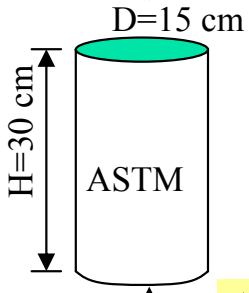
F'_c مقاومت فشاري بتن همان مقاومت سيلندر استاندارد پس از ۲۸ روز مي باشد.

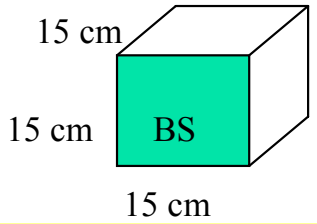
نمونه سيلندري در ابعاد

ϕ100 x 200 mm يا

ϕ150 x 300 mm

$$\frac{H}{D} = 2$$





$$(f'_c)_{ASTM} \cong 0.85(f'_c)_{BS}$$

Lean or Lightweight Concrete (Filling & Plane concrete) : C12,C10,C8,C6 MPa

Normal used (RC): C16,C20,C25,C30 MPa

High strength (RC& PRC): C35,C40,C45,C50 MPa

ضوابط پذيرش بتن

۶-۵-۲-۱ مشخصات بتن در صورتي منطبق بر رده مورد نظر و قابل قبول تلقي مي شود كه يكي از شرايط زير برقرار باشد:

الف- در آزمايش سه نمونه برداري متوالي، مقاومت هيچكدام كمتر از مقاومت مشخصه نباشد:

$X_{1,2,3} \geq fc$

ب-متوسط مقاومتهاي نمونه ها حداقل ۱/۵ MPa بيشتر از مقاومت مشخصه باشد و كوچكترين مقاومت نمونه ها از مقاومت مشخصه منهاي ۴ Mpa كمتر نباشد.

$\underline{X} \geq f_c + 1.5$ و $x_{min} \geq f_c - 4$

۶-۵-۲-۲ مشخصات بتن در صورتي غير قابل قبول است كه متوسط مقاومتهاي نمونه ها از مقاومت مشخصه كمتر باشد يا كوچكترين مقاومت نمونه ها از مقاومت مشخصه منهاي ۴ مگا پاسكال كمتر باشد: $x_{min} < f_c - 4$ يا $\underline{x} < f_c$

مقاومت فشاري مشخصه بتن

۶-۴-۱ مقاومت فشاري مشخصه بتن مقاومتي است كه حداكثر ۵ درصد تمامي مقاومتهاي اندازه گيري شده براي رده بتن مورد نظر ممكن است كمتر از آن باشد

انواع شكست فشاري

سه مود شكست وجود دارد

۱- تحت فشار محوري، بتن در اثر برش خراب مي شود

۲-جدايش نمونه به قطعات ستوني كه به شكست وجدايش ستوني شناخته مي شود.

۳-تركيب برش و شكست ستوني

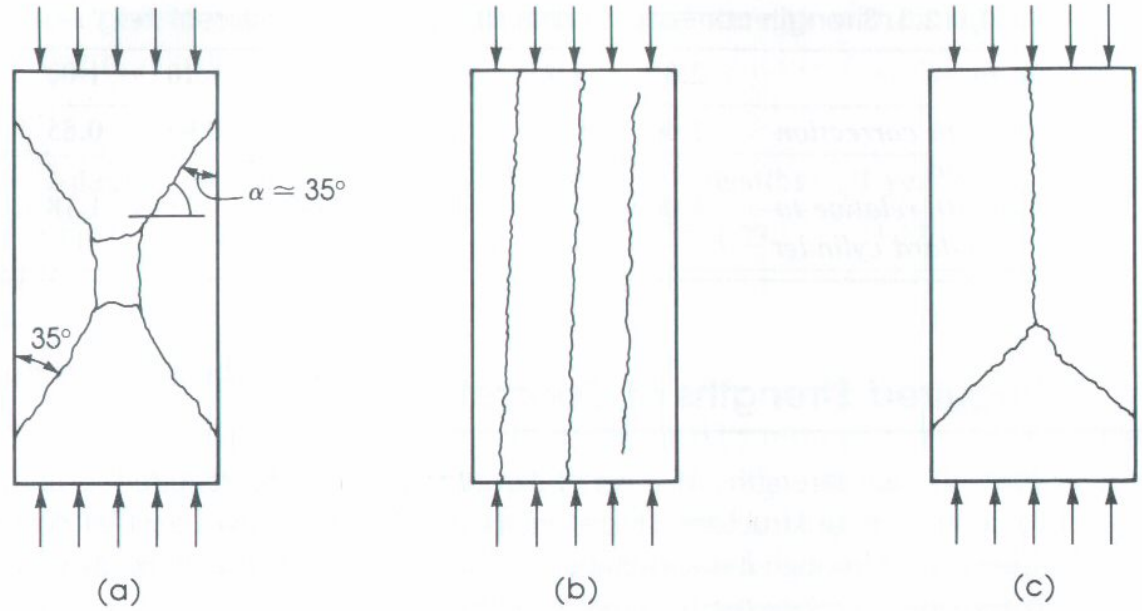
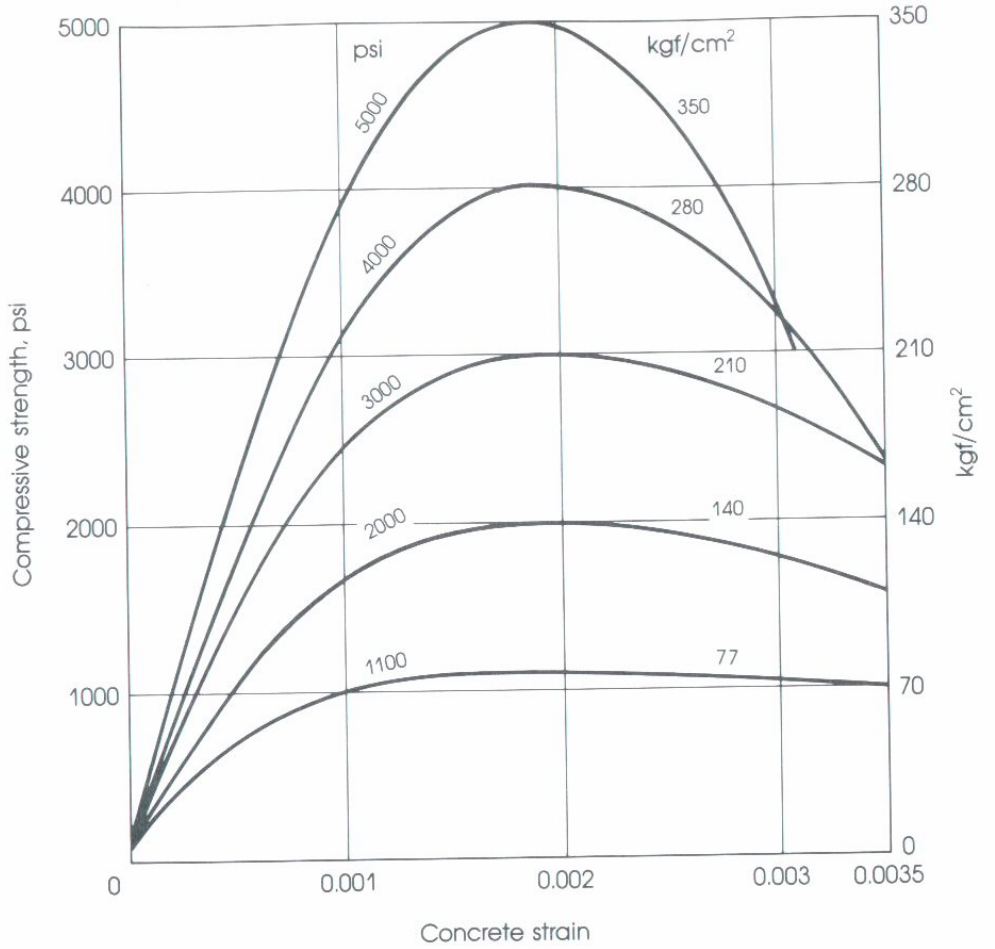
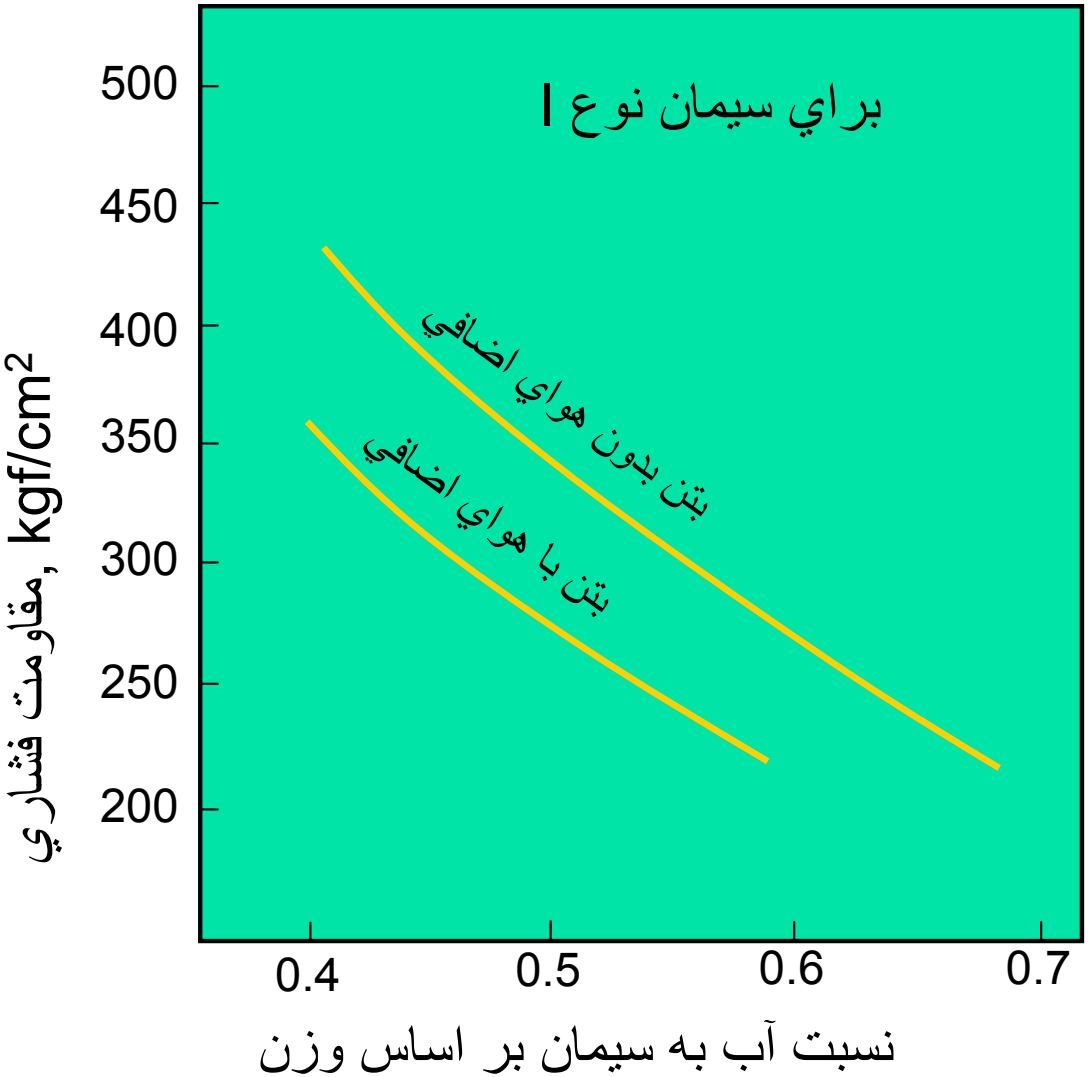


FIGURE 2.1. Modes of failure of standard concrete cylinders.

منحنيهاي تنش-كرنش فشاري بتن



تاثير نسبت آب به سيمان بر مقاومت فشاري ۲۸ روزه بتن



افزايش نسبت آب به سيمان سبب:

۱- افزايش پلاستيسيته و رواني مخلوط ميشود

۲-كاهش مقاومت در اثر افزايش فضاي خالي در خمير سيمان به دليل آب آزاد اضافي.

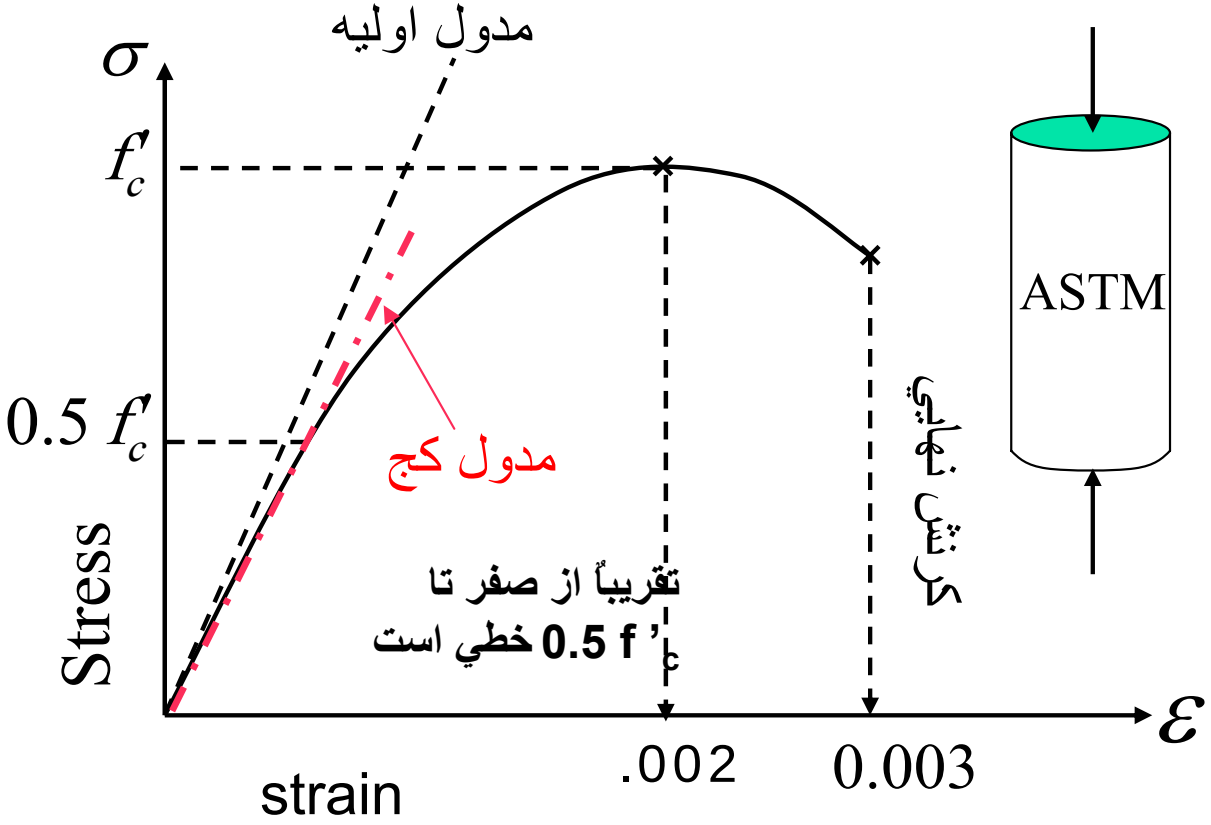
۳- هيدراسيون كامل سيمان W/C ~ 0.25

نسبت آب به سيمان حدود W/C = 0.40- 0.60

رابطه تنش و کرنش و مدول الاستیسیته بتن

آيا مي توان مدول الاستيسيته براي بتن تعريف كرد

جواب: بله ولي با كمي ملاحظه!

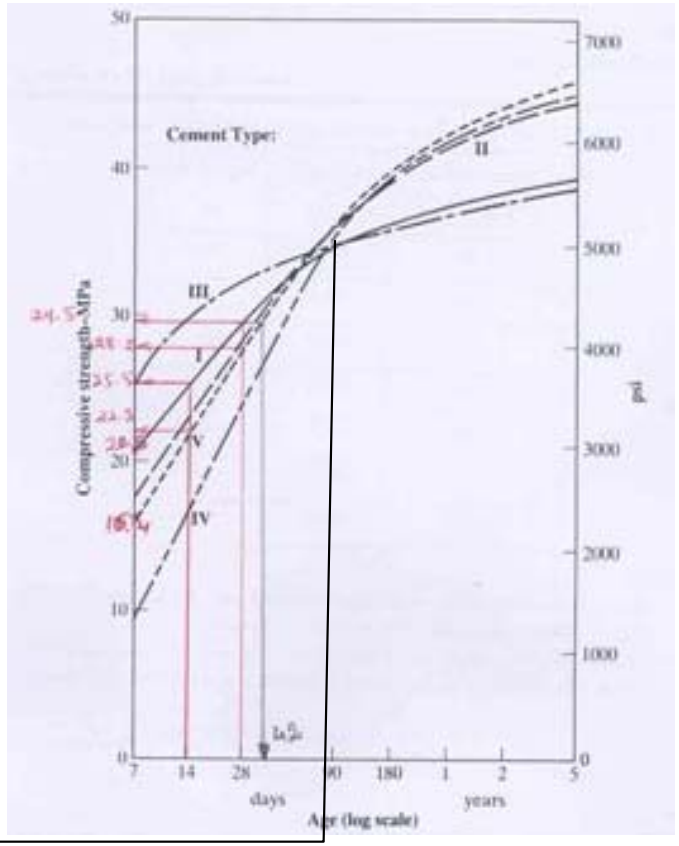


بتن: $E_c = 5000\sqrt{f'_c}$ E_c, f'_c : MPa

كسب مقاومت بتن نسبت به زمان براي تيپهاي مختلف سيمان پرتلند

نوع سيمان	مقاومت ۱ روزه	مقاومت ۳ روزه	مقاومت ۷ روزه	مقاومت ۲۸ روزه
نوع ۱	-	۴۴	۱۰۰	۱۳۳
نوع ۲	-	۳۴	۸۶	۱۲۳
نوع ۳	۲۴	۱۲۵	-	-
نوع ۴	-	-	۴۳	۸۶
نوع ۵	-	۲۴	۷۶	۱۰۵

كسب مقاومت بتن براي سيمانهاي پرتلند مختلف نسبت به مقاومت ۷ روزه سيمان تيپ ۱

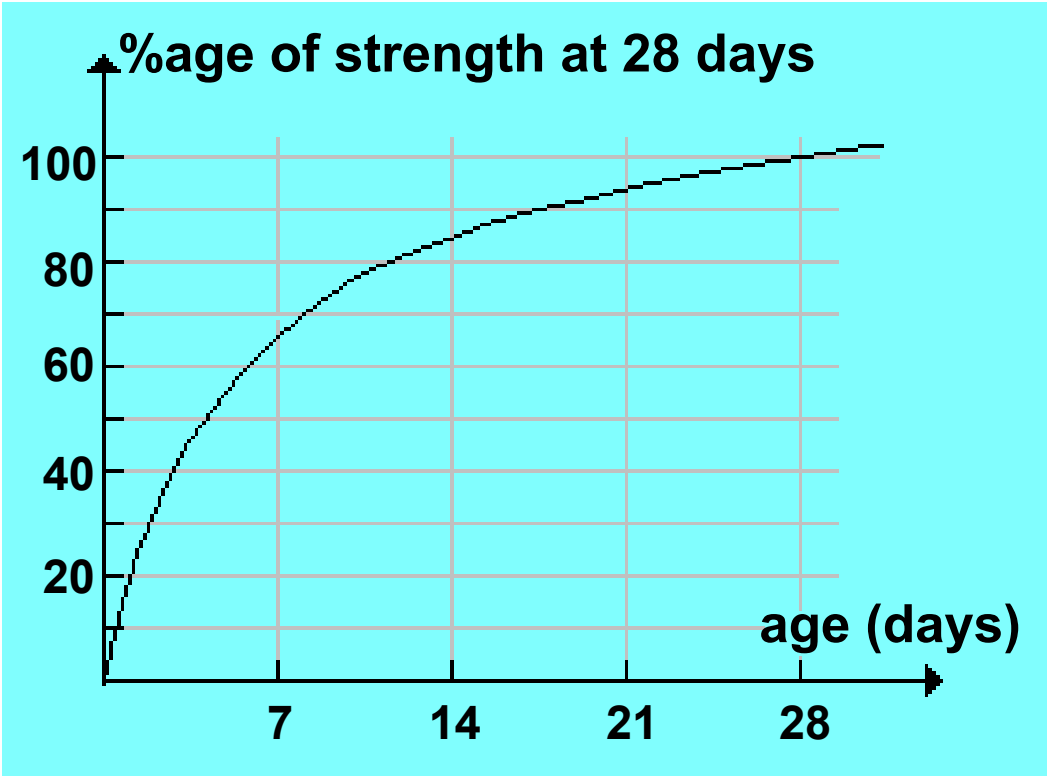


منحني كسب مقاومت بتن براي سيمانهاي پرتلند مختلف با يك نسبت W/C

ملاحظه مي گردد كه در حاليكه سيمان نوع ۱ و ۳ در روزهاي ابتدايي سرعت كسب مقاومت بيشتري نسبت به سه سيمان ديگر دارند ولي بعد از ۹۰ روز اوضاع برعكس مي شود.

از آنجايي كه نتايج حاصل از آزمايش مقاومت فشاري سيلندري بتن متغير مي باشد.بنابراين مقاومت مشخصه بتن باتوجه به نتايج آماري اعلام مي گردد.

روند تغيير مقاومت بتن نسبت به زمان(سن بتن)

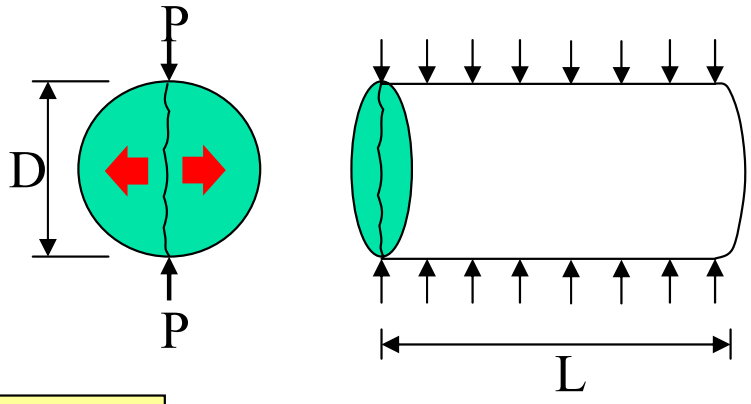


مقاومت ۲۸ روزه بتن به عنوان مقاومت بتن اعلام مي گردد.

مقاومت كششي بتن

- عامل موثر در شكست اجزاء سازه اي بتني
- مقاومت كششي بتن ۱۰-۱۵%مقاومت فشاري آن مي باشد.

Splitting Tensile Test (ASTM C496): (آزمایش مقاومت کششی برزیلی)



$$f_{ct} = \frac{2P}{\pi LD}$$

$$f_{ct} = 0.55\sqrt{f'_c} \qquad f_{ct}, f'_c : \text{MPa}$$

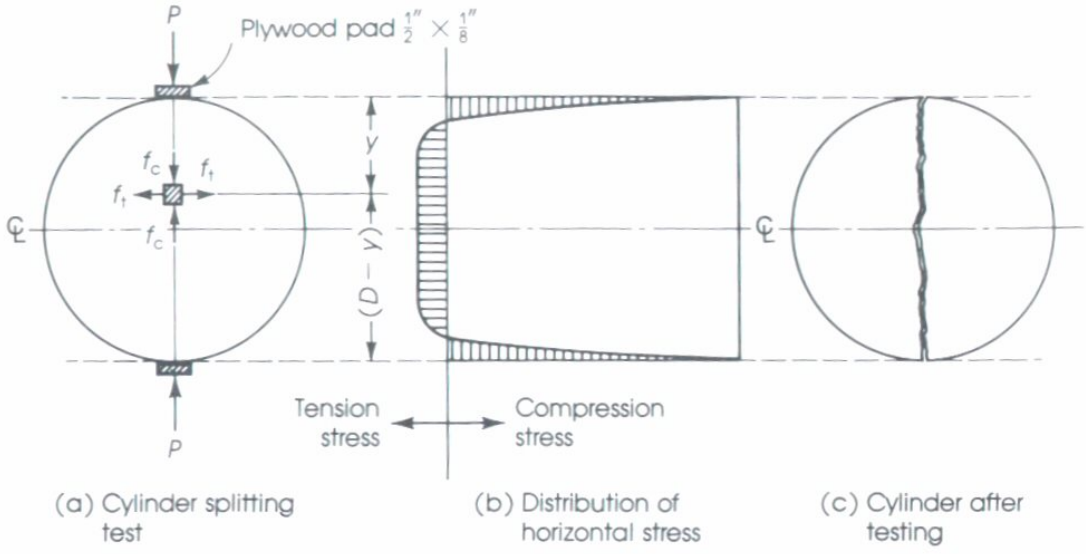


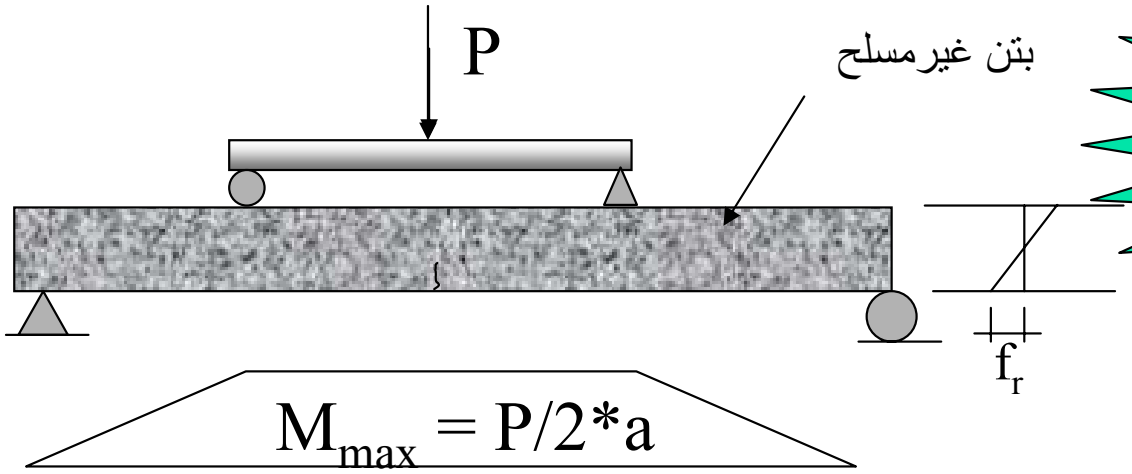
FIGURE 2.6. Cylinder splitting test:[7] (a) configuration of test, (b) distribution of horizontal stress, and (c) cylinder after testing.

آزمايش خمش

علت بيشتر بودن fr
از مقدار واقعي

۱- fr بر اساس توزيع مثلثي
تنش در مقطع تير استوار است در صورتيكه
توزيع تنش در قسمت كشش تا حدودي سهموي است
۲- گسترش ترك از تارهاي انتهايي مقطع توسط تارهاي مجاور
كه تحت تنش كمتري است متوقف شده لذا قبل از
شكسته شدن قطعه تنشهايي بيشتر از fr
قابل حصول است.

آزمايش استاندارد تيري :(ASTM C78)



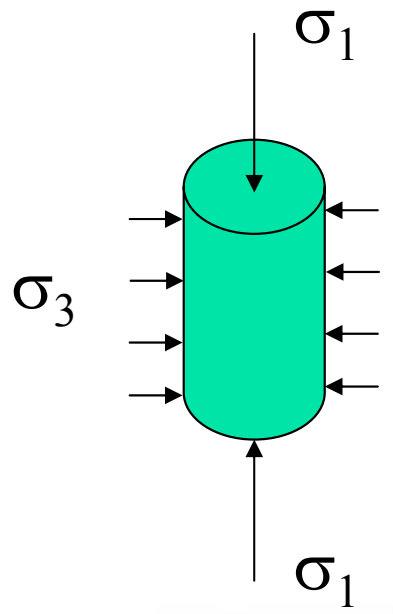
$$f_r = \frac{Mc}{I} = \text{Modulus of rupture} \approx 1.5\ fr$$

انتخاب آيين نامه براي مقاصد طراحي

$$f_r = 0.63\sqrt{f'_c} \qquad f_r, f'_c : \text{MPa}$$

آزمايش سه محوري

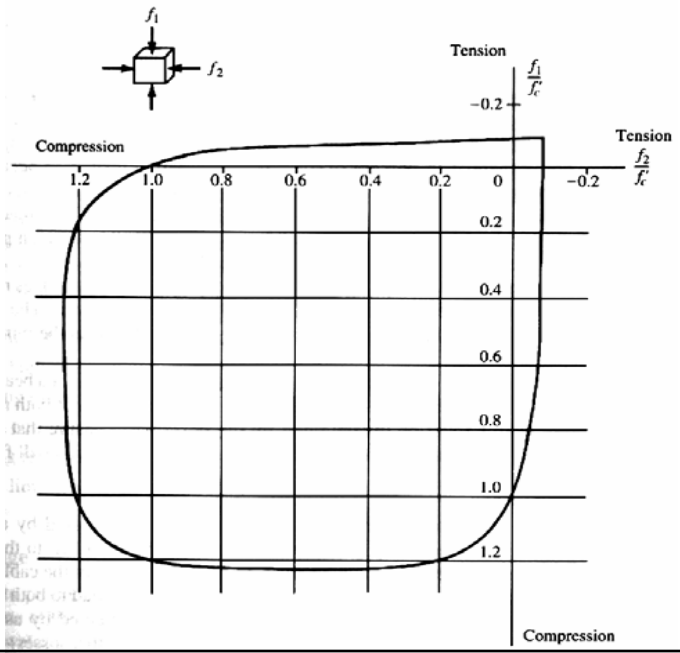
- نمونه سيلندري مورداستفاده از اطراف محبوس مي گردد.
- افزايش مقاومت و شكل پذيري در مقايسه با آزمايش تک محوري
- به عنوان مثال مقاومت بتن با فولادگذاري مارپيچ به قرار زير مي باشد:

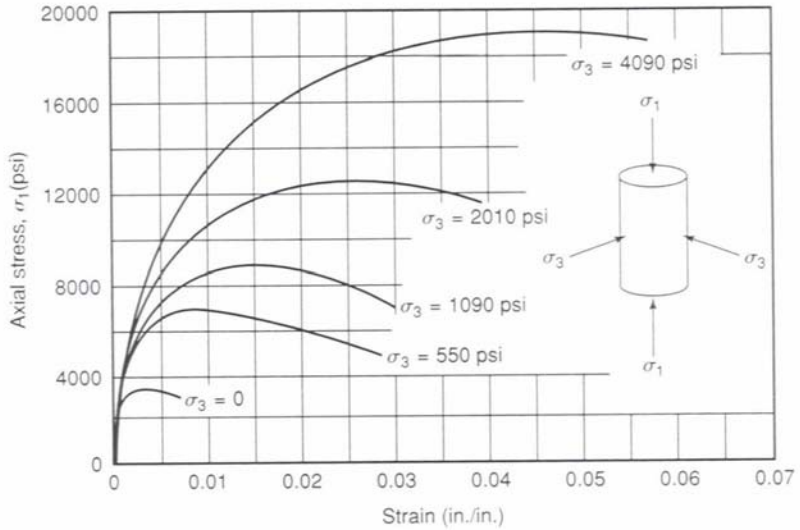


$$\sigma_1 = f'_c + 4.1\sigma_3$$

σ_1 = تنش محوري گسيختگي

σ_3 = فشار جانبي





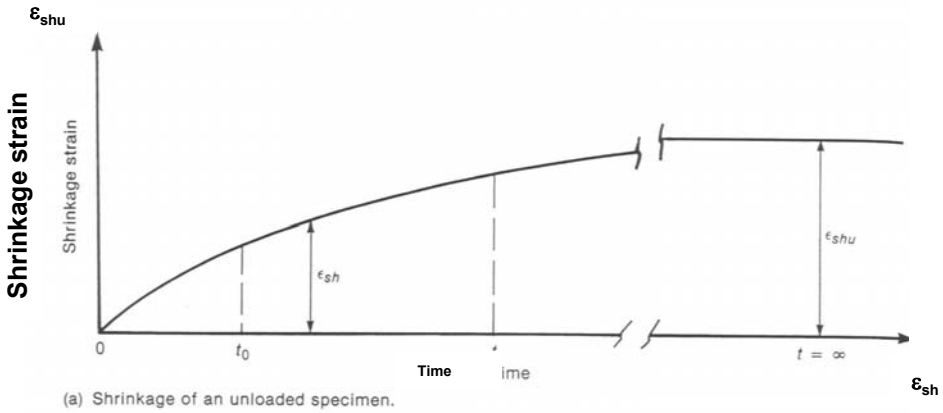
جمع شدگي

- کاهش حجم بتن به علت از دست دادن آب در مجاورت هوا
- جمع شدگي پلاستيک وقتي که هنوز بتن تر مي باشد روی مي دهد.
- جمع شدگي خشک بعد از اينکه گيرش بتن تمام شد روی مي دهد.
- اکثر جمع شدگي در ماه های اول روی مي دهد.(۸۰% در سال اول)
- با تغييرات عوامل محيطي بتن ممکن است دچار جمع شدگي و تورم متوالي گردد.
- در بتن مسلح تاثيرات جمع شدگي کاهش ميابد.

عوامل موثر در جمع شدگي

- نسبت آب/سيمان(افزايش آب به سيمان باعث کاهش ميزان سنگدانه ها که عامل ايجاد گيرداري در برابر جمع شدگي مِی گردند،مي شود.
- عيار سيمان و نوع سنگدانه ها(مدول الاستيسيته)
- نسبت حجم/سطح
- نوع سيمان
- طرح اختلاط
- رطوبت نسبي(نسبت به ۴۰%)
- ميزان کرنش(۲۰۰-۶۰۰) ميکرومتر

جمع شدگي وابسته به بار نمي باشد.



Shrinkage of an unloaded specimen

روش های کاهش جمع شدگي:

-کاهش ميزات رطوبت بتن

-استفاده از سنگدانه ها با حفرات کم

-کاهش سطح بتن ريزی

-استفاده از درزانبساط و انقباض جهت کنترل محل ترک خوردگي

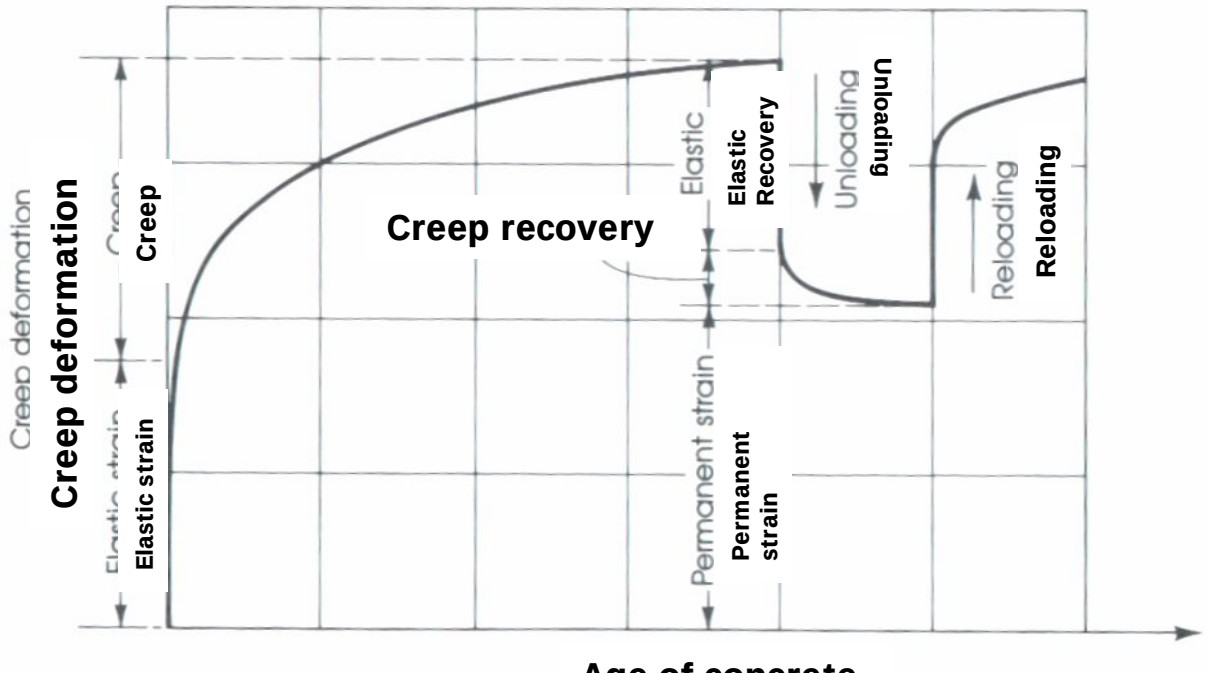
-استفاده از بتن مسلح

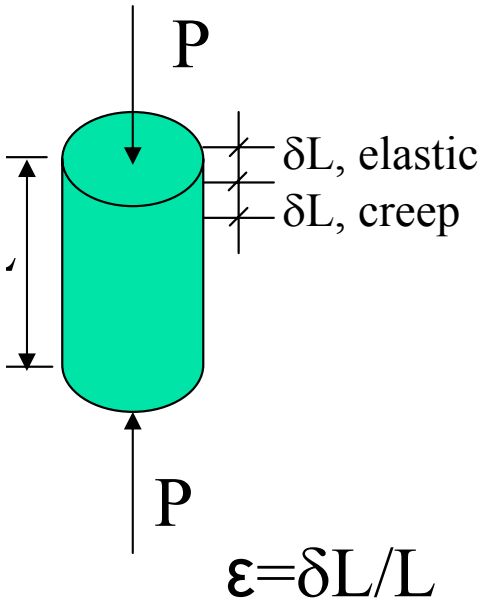
۸۰% جمع شدگي در سال اول روی مي دهد.

خزش :

تغییر شکل زیر بارهای ماندگار.(دلیل:توسعه ریزترک ها وخارج شدن آب به علت فشار وارده) خزش نیز مانند جمع شدگي به طورکامل برگشت پذیر نمي باشد و ميزان خزش متاثر از تمام عوامل تاثیرگذار روی جمع شدگي و همچنین مدت زمان بارگذاری مي باشد.

- لایه های جذب شده آب کمک مي کنند که فاصله بین ذرات ژل CSH که انتقال دهنده مقاومت فشاری مي باشند کم شده و در نتیجه خزش کاهش یابد.





راه های کنترل خزش

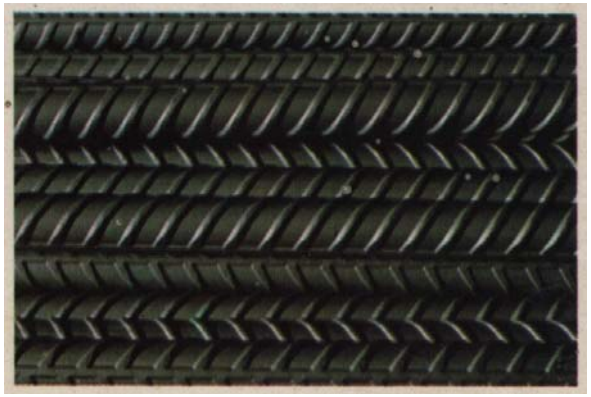
- استفاده از بتن مقاومت بالا
- استفاده از میلگرد
- کاهش حجم خمیر سیمان نسبت به سنگدانه
- استفاده از عمل آوري بخار تحت فشار
- به تعویق انداختن بارگذاري تا زماني که بتن به مقاومت خود برسد.

تاثیرات حرارتي

- برای اعضاء گیردار
  - افزایش حرارت ←انبساط ←ایجاد فشار
  - کاهش حرارت ←انقباض ←ایجاد کشش
- مي توان به کمک موارد اعلام شده در جمع شدگي اين مشکل را نيز کنترل کرد.

ميلگردها

بدون آج



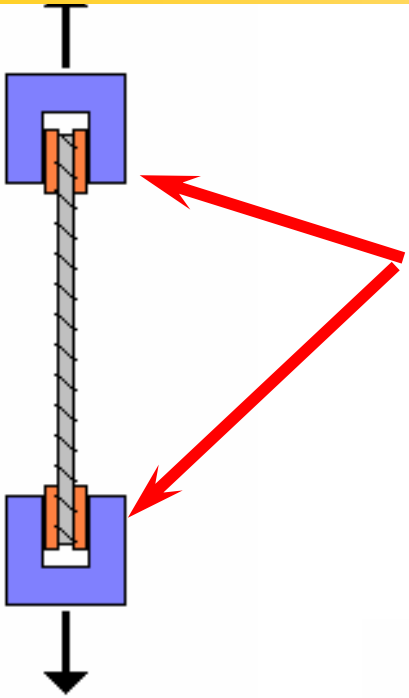
آجدار

به علت صاف بودن سطحشان استفاده از آنها به عنوان عضو باربر، در مناطق زلزله خيز مجاز نمي باشد

Reinforcement Type	Yield Stress Fy(Mpa)	Ultimate Stress Fu(Mpa)	Ultimate Strain εu(%)
S220 (A1)	220	380	25
S300 (A2)	300	500	19
S400 (A3)	400	600	14

✓در مناطق زلزله خيز كه نياز به تغييرشكل زياد مي باشد ازنوع A2 استفاده مي گردد.

✓ميزان تغييرشكل ميلگرد A3 كم مي باشد.

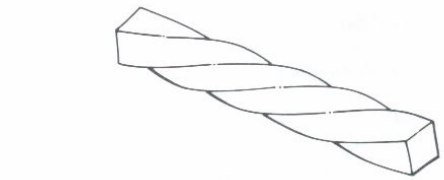


جهت به دست آوردن مقاومت کششي ميلگرد از آزمايش کشش روی يک نمونه کوتاه استفاده مي کنند.

کلاهک های نگهدارنده نمونه هنگام ايجاد کشش در آن

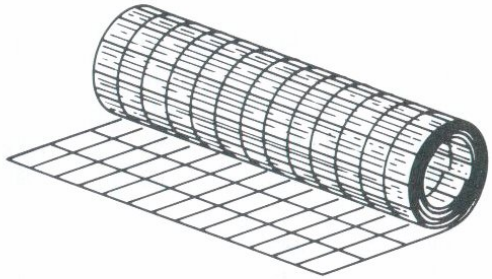
مساحت مقطع ميلگرد / نيروی گسيختگي = f_{sy}

مساحت مقطع $A_b = \pi * (d_b^2/4)$

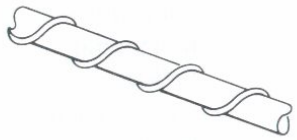


Twisted bar (square sections)

Twisted bar (round sections)
Isteg steel

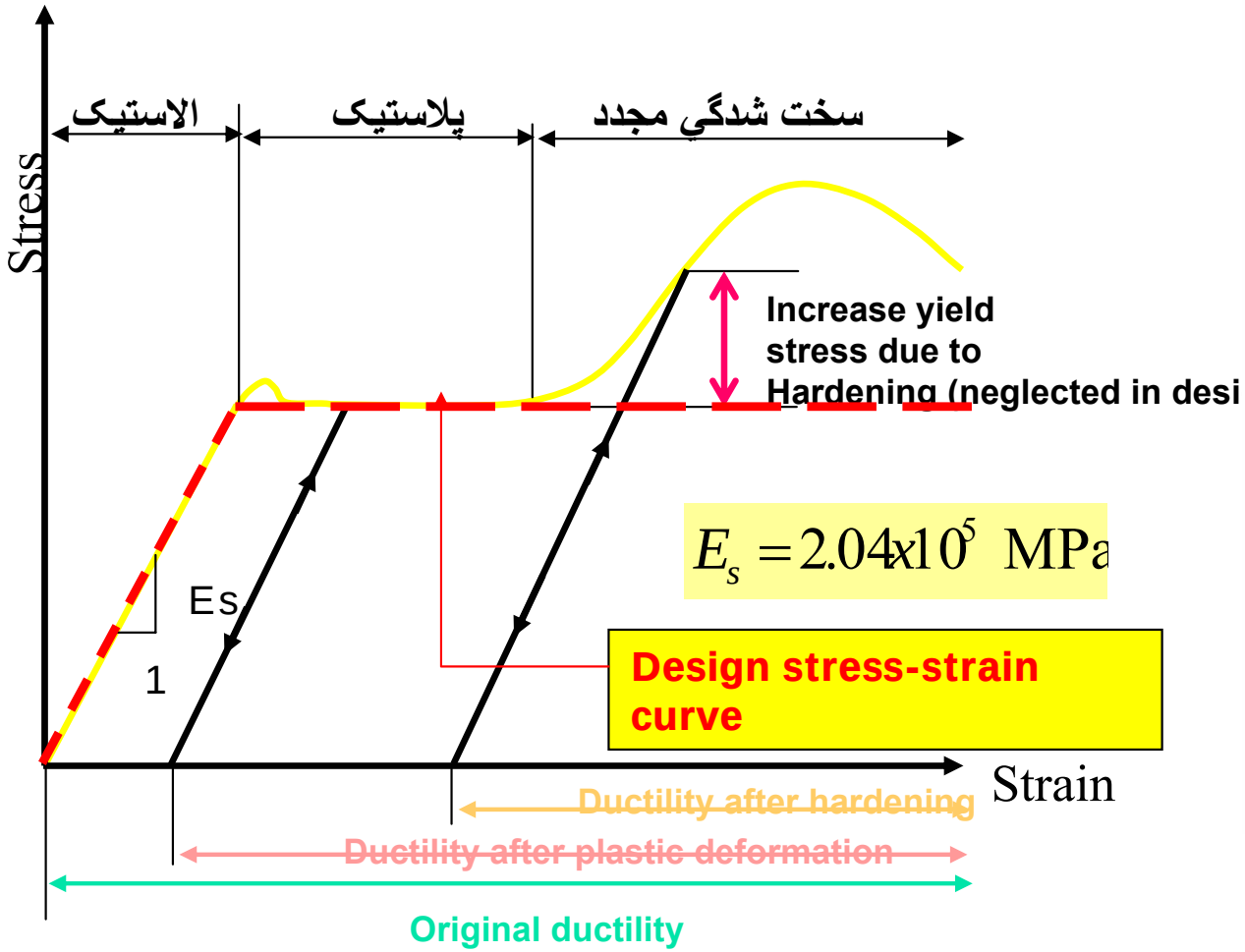


Rolled welded fabric



Twisted Torstahl bar

نمودار تنش-کرنش فولاد



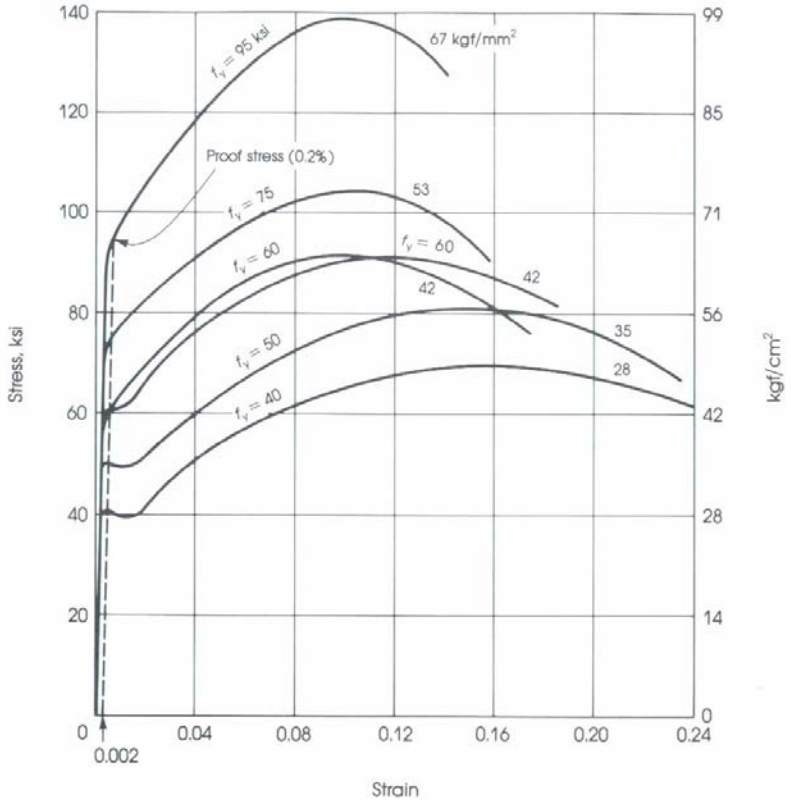
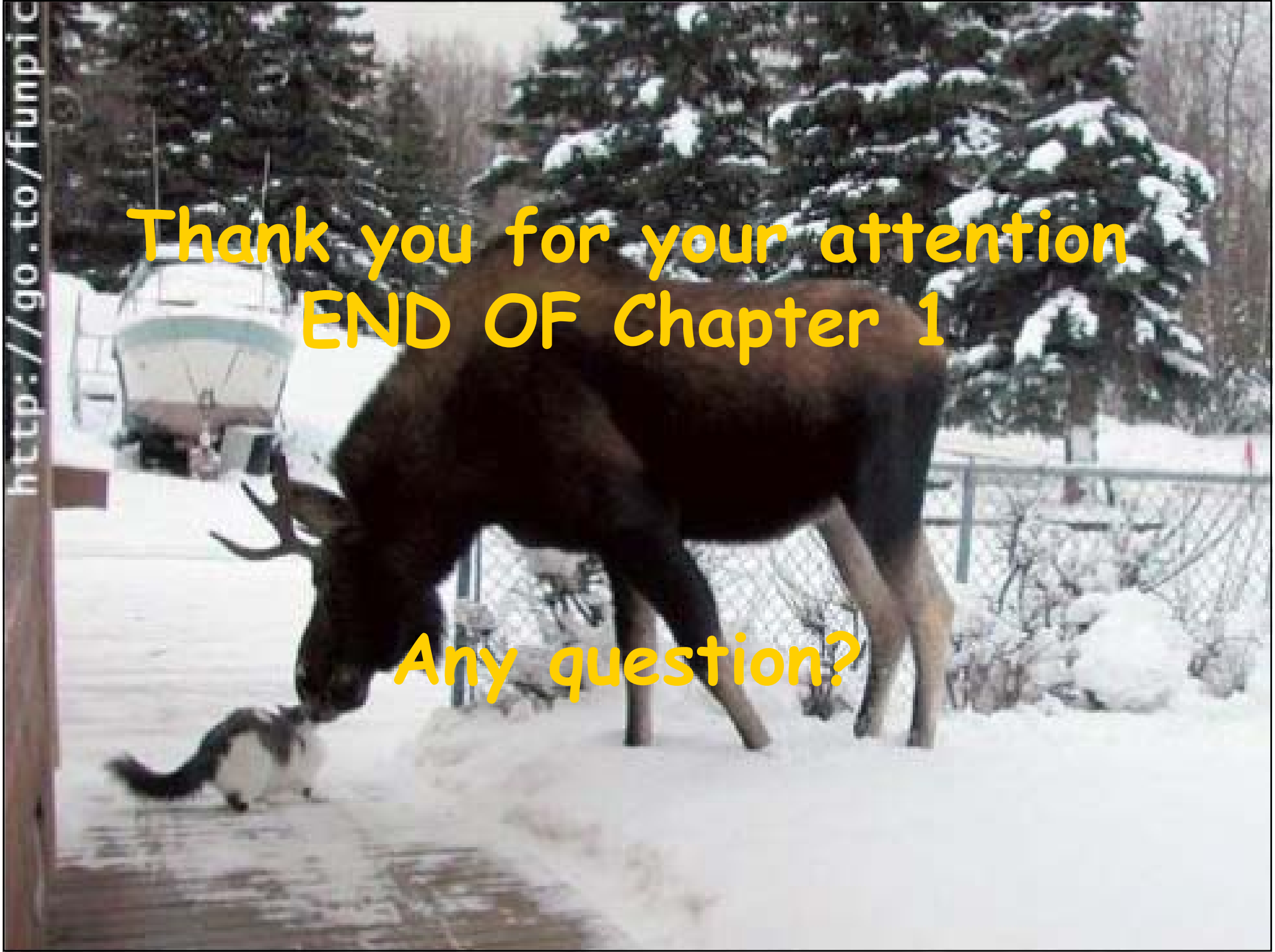


FIGURE 2.15. Typical stress-strain curves for some reinforcing steel bars of different grades. Note that 60-ksi steel may or may not show a definite yield point.


http://go.to/funpic
Thank you for your attention
END OF Chapter 1
Any question?