

**کنترل تغییر شکل دال بتنی با استفاده
از نرم افزار SAFE**

صمد آقازاده

اردیبهشت ۱۳۹۸

SAFE 8



پارامترهای مورد استفاده

=Dead بار مرده (وزن اسکلت Self Weight)

=Sp سربار اضافی مرده (SuperDead)

=Live بار زنده

= α درصد بار زنده دائمی ۲۰ تا ۴۰ درصد

= β درصدی از سربار اضافی مرده که قبل از اتصال اجزای غیر سازه ای به سازه وارد می شود صفر تا پنجاه درصد

= t_0 سن بتن قبل از بارگذاری (شروع تغییر شکل)

= t_c زمان عمل آوری بتن

پارامترهای مورد استفاده

$\Delta_{tot,i}$ = تغییر شکل آنی ترک خورده کل بارهای وارده

$$\Delta_{tot,i} = \Delta_{Dead+sp+Live}$$

$\Delta_{sus,i}$ = تغییر شکل آنی ترک خورده بارهای دائمی

$$\Delta_{Sus,i} = \Delta_{Dead+sp+\alpha\%Live}$$

$\Delta_{Pre,i}$ = تغییر شکل آنی ترک خورده ناشی از بارهای مرده و درصد سربار مرده اضافی (β)

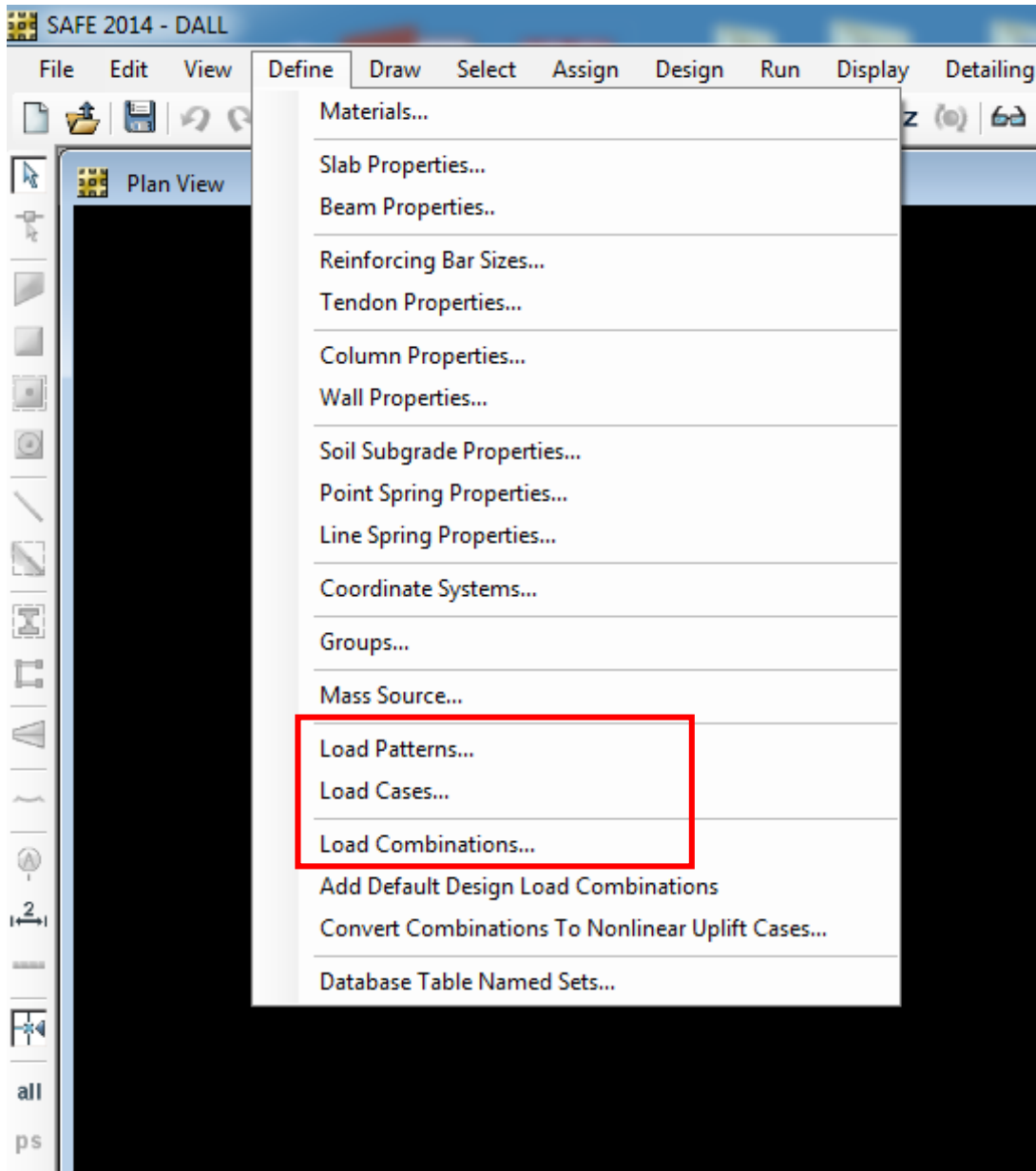
$$\Delta_{pre,i} = \Delta_{Dead+\beta\%sp}$$

$\Delta_{Cr+sh,u}$: تغییر شکل دراز مدت نهایی بارهای دائمی

$\Delta_{pre,t}$ = تغییر شکل دراز مدت بر اثر افت و خزش ناشی از بارهای مرده و درصد سربار مرده اضافی (β) {در مدت زمان $t-t_c$ برای افت و $t-t_0$ برای خزش}

Δ_{final} = مجموع تغییر شکل آنی و دراز مدت نهایی برای مقایسه با محدودیت های آیین نامه ای

Δ_{Actual} = مجموع تغییر شکل آنی و دراز مدت نهایی واقعی از لحظه قالب برداری



*LOAD CASE
LOAD PATTERN
LOAD COMBINATION*

LOAD CASE –LOAD PATTERN- LOAD COMBINATION

LOAD PATTERN	LOAD CASE	LOAD COMBINATION
الگوی بار	حالت بار	ترکیب بار
نرم افزار برای شناسایی نوع بار وارد بر سازه از الگوی بار استفاده می کند و وقتی الگوی باری تعریف می شود نرم افزار به طور خودکار حالت بار متناظر با آن را می سازد.	نرم افزار در تحلیل سازه از حالت بار استفاده می کند. در حالت بار نوع رفتار هر الگوی بار در آنالیز را به نرم افزار معرفی می کنیم. (خطی یا غیر خطی)	مشاهده همزمان مجموع تفاضل و ... حالت های بار مختلف

LOAD CASE –LOAD PATTERN- LOAD COMBINATION

Load Case Data - Linear Static

Load Case Name: D test

Load Case Data Notes: Modify/Show Notes...

Load Case Type: Static

Design...

Initial Conditions:

- Zero Initial Conditions - Start from Unstressed State
- Continue from State at End of Nonlinear Case

Important Note: Loads from this previous case are included in the current case

Analysis Type:

- Linear
- Nonlinear (Allow Uplift)
- Nonlinear (Cracked)
- Nonlinear (Long Term Cracked)

Creep Coefficient: []

Shrinkage Strain: []

Uplift Solution Control:

Force Convergence Tolerance (Relative): 0.001

Loads Applied:

	Load Name	Scale Factor
	DEAD	1.
	SP	.5
	LIVE	.2
▶*		

OK Cancel

LOAD CASE –LOAD PATTERN- LOAD COMBINATION

Load Combination Data

General Data

Load Combination Name: D(cr+sh,u)

Combination Type: Linear Add

Notes: Modify/Show Notes...

Auto Combination: No

Define Combination of Load Case/Combo Results

	Load Name	Scale Factor
✎	D(sus,i)	2
*		

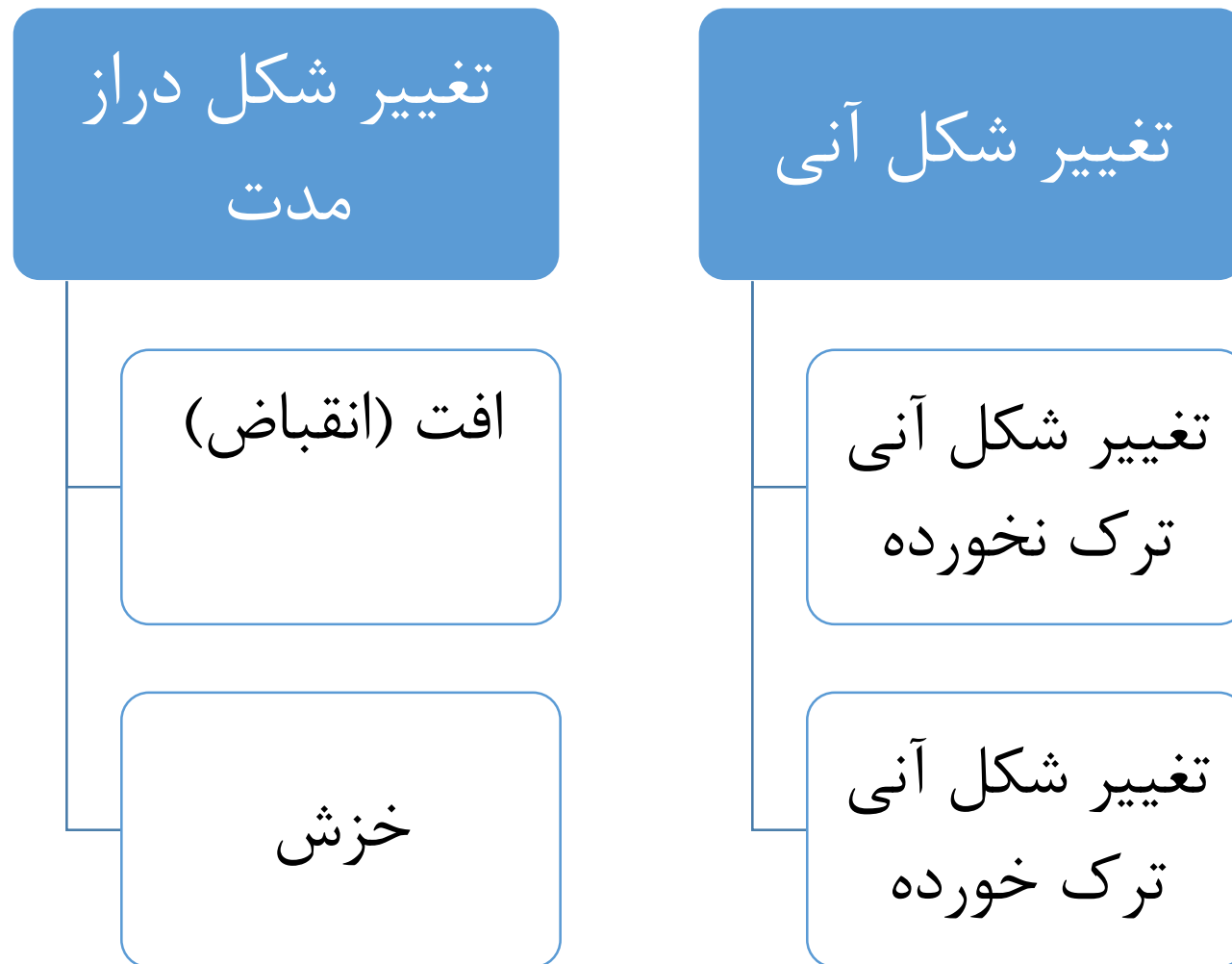
Design Selection

Strength (Ultimate) Service - Normal

Service - Initial Service - Long Tem

OK Cancel

انواع تغییر شکل در سازه های بتنی



روش محاسبه تغییر شکل آنی ترک خورده طبق آیین نامه ACI

تغییر شکل آنی باید با استفاده از مدول الاستیسیته بتن E_c و به کمک ممان اینرسی موثر به شکل زیر تعیین شود:

$$I_e = \left(\frac{M_{cr}}{M_a}\right)^3 I_g + \left[1 - \left(\frac{M_{cr}}{M_a}\right)^3\right] I_{cr}$$

$$M_{cr} = \frac{f_r I_g}{y_t}$$

$$f_r = 2\sqrt{f'_c}$$

I_e : لنگر لختی موثر برای محاسبه تغییر مکان

M_a : حداکثر لنگر در عضو ناشی از بارهای بهره برداری در مرحله ای که تغییر مکان محاسبه می شود

M_{cr} : لنگر ترک خوردگی

I_g : لنگر لختی مقطع ناخالص بتنی حول محور مرکز هندسی مقطع بدون در نظر گرفتن آرماتورها

I_{cr} : لنگر لختی مقطع ترک نخورده تبدیل یافته بتن

f_r : مدول گسیختگی بتن

y_t : فاصله از محور مرکز هندسی مقطع ناخالص (صرف نظر از آرماتورها) تا وجه کششی

f'_c : مقاومت فشاری مشخصه بتن

جدول ۹-۱۹-۱- ممان اینرسی مؤثر، I_e

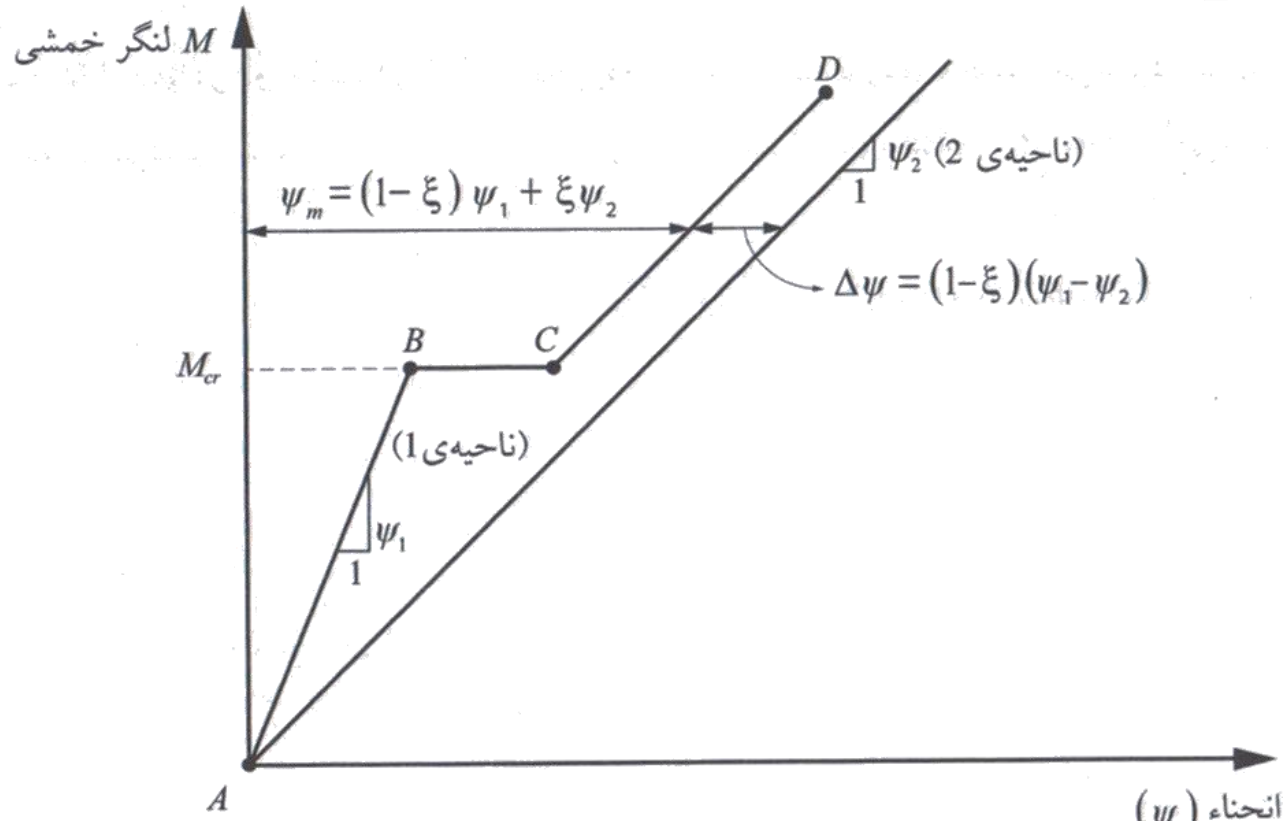
لنگر سرویس	ممان اینرسی مؤثر، (I_e)
$M_a \leq \frac{2}{3} M_{cr}$	I_g
$M_a > \frac{2}{3} M_{cr}$	$\frac{I_{cr}}{1 - \left(\frac{\frac{2}{3} M_{cr}}{M_a} \right)^2 \left(1 - \frac{I_{cr}}{I_g} \right)}$

کنترل خیز طبق الگوریتم موجود در برنامه‌ی SAFE

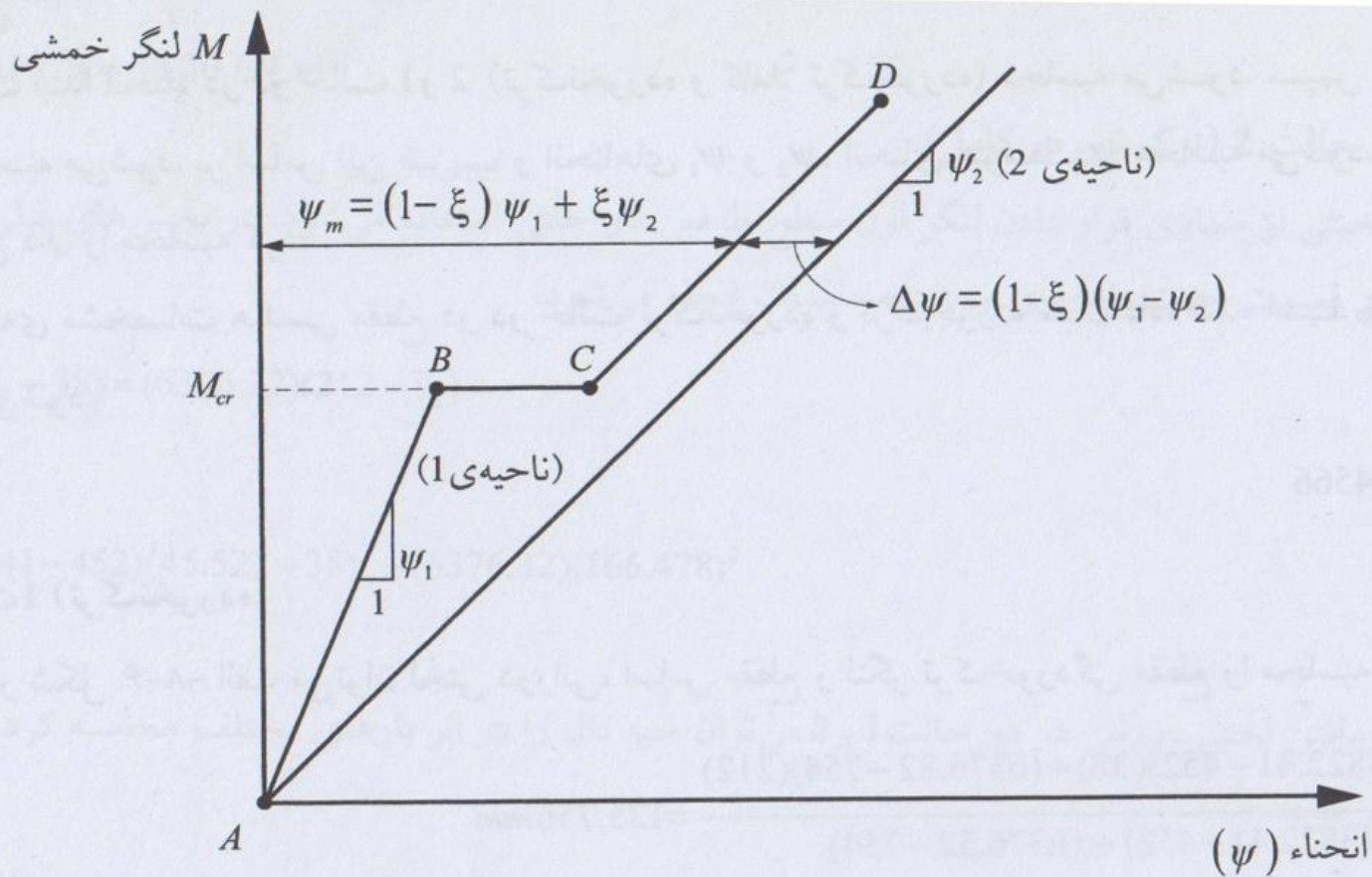
در ویرایش جدید برنامه‌ی SAFE از الگوریتم خاصی که مشابه کنترل خیز بر مبنای آیین‌نامه‌ی اروپا است استفاده می‌شود. شرح کامل این الگوریتم در کتاب مرجع زیر موجود است.

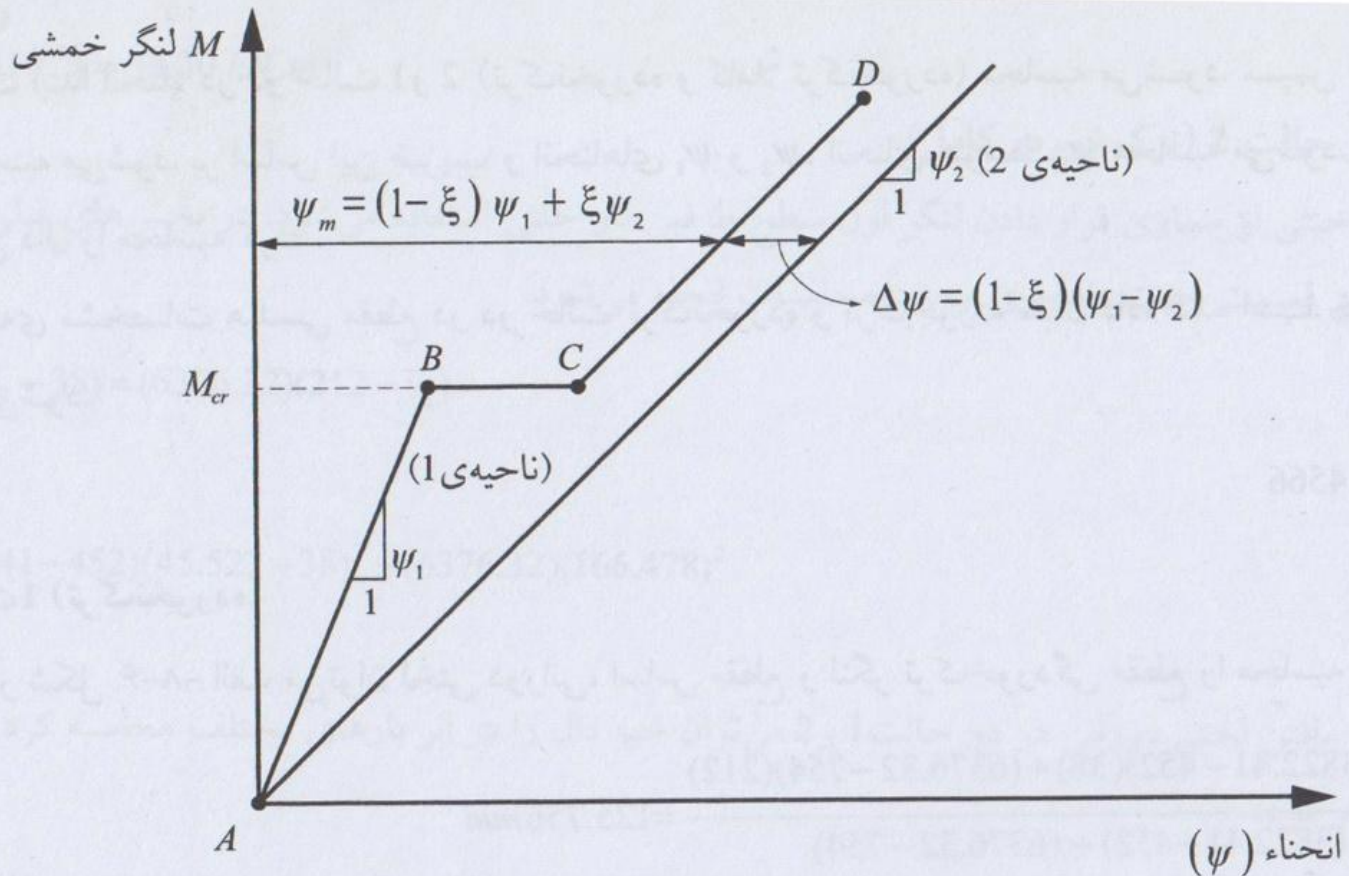
“Concrete Structures, Stresses and Deformations”, Third Edition, A. Ghali, F. Faver and M. Elbardy

الگوریتم مذکور تا حدودی مشابه الگوریتم بکار رفته در آیین‌نامه‌ی ACI است؛ با این تفاوت که به جای اصلاح لختی دورانی، انحنای بکار رفته در محاسبه‌ی خیز اصلاح می‌شود. در شکل منحنی لنگر - انحناء برای یک مقطع بتنی نشان داده شده است. در این شکل ψ_1 و ψ_2 نشان دهنده‌ی انحنای مقطع در دو حالت ترک‌خورده و ترک‌خورده هستند. قطعه‌ی A-B-C-D نشان دهنده‌ی منحنی لنگر - انحنای تئوری مقطع یک تیر یا دال بتنی است.

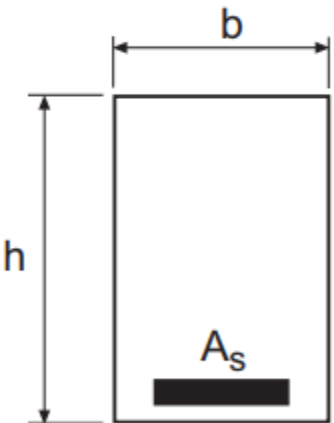
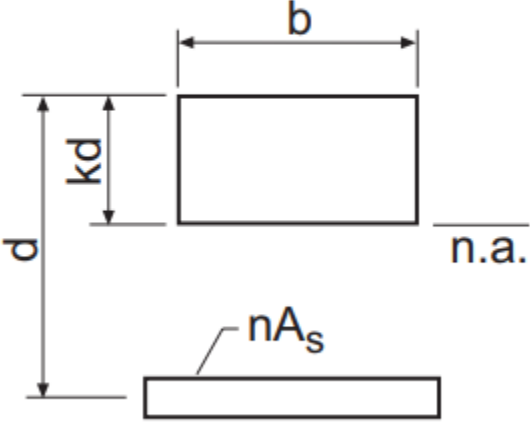
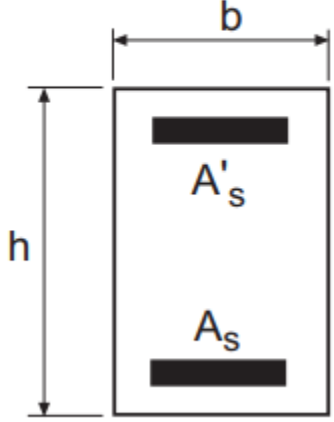
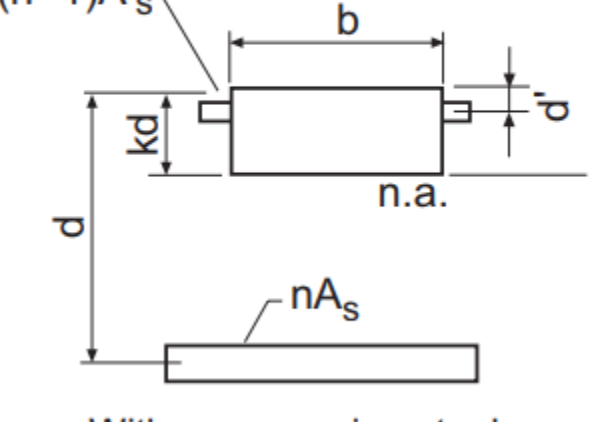


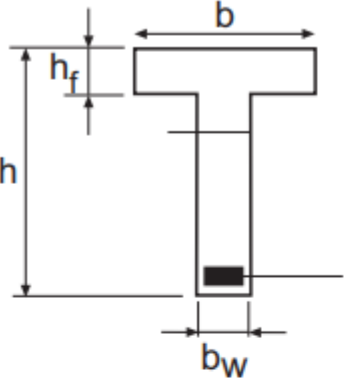
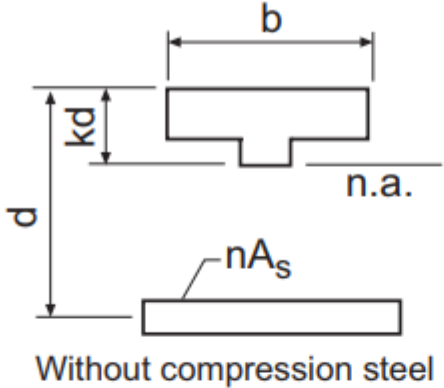
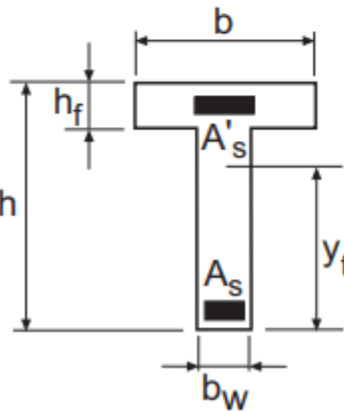
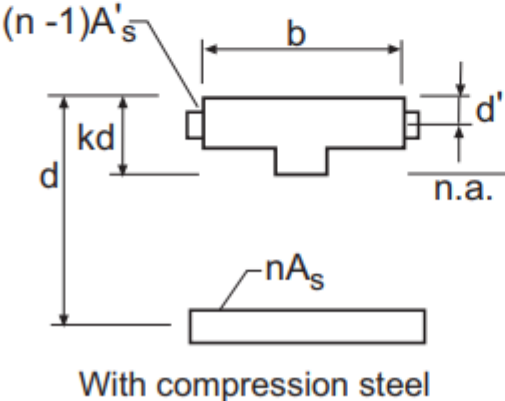
شیب منحنی لنگر - انحناء در محدوده A-B تا رسیدن به لنگر ترک خوردگی به صورت خطی است. افزایش انحناء در قطعه‌ی B-C که در اثر لنگر ترک خوردگی است نشان دهنده‌ی شروع ناحیه‌ی ترک خوردگی است. شیب منحنی لنگر - انحناء در قطعه‌ی C-D با افزایش لنگر به شیب ناحیه‌ی کاملاً ترک خورده (ناحیه‌ی 2، ψ_2) نزدیک می‌شود.





با توجه به اینکه لنگر در طول دهانه‌ی دال یا تیر متغیر است، معمولاً اختصاص یک لختی دورانی موثر برای کل دهانه دقیق نیست. راه حل مناسب‌تر که در ویرایش جدید برنامه‌ی SAFE اعمال شده است، محاسبه‌ی انحناء در المان‌های اجزای محدود تیر و پوسته‌ای است. این انحناء با مقادیر لنگرهای وارده هماهنگی دارند. پس از تعیین انحناء در طول المان‌های اجزای محدود می‌توان تغییرشکل را بر مبنای انحنای بدست آمده محاسبه کرد.

Gross Section	Cracked Transformed Section	Gross and Cracked Moment of Inertia
	 <p>Without compression steel</p>	$n = \frac{E_s}{E_c}$ $B = \frac{b}{(nA_s)}$ $I_g = \frac{bh^3}{12}$ <p>Without compression steel</p> $kd = \left(\sqrt{2dB + 1} - 1 \right) / B$ $I_{cr} = bk^3d^3/3 + nA_s(d - kd)^2$
	 <p>With compression steel</p>	<p>With compression steel</p> $r = (n - 1)A'_s / (nA_s)$ $kd = \left[\sqrt{2dB(1 + rd'/d) + (1 + r)^2} - (1 + r) \right] / B$ $I_{cr} = bk^3d^3/3 + nA_s(d - kd)^2 + (n - 1)A'_s(kd - d')^2$

Gross Section	Cracked Transformed Section	Gross and Cracked Moment of Inertia
	 <p>Without compression steel</p>	$n = \frac{E_s}{E_c}$ $C = b_w / (nA_s), \quad f = h_f(b - b_w) / (nA_s),$ $y_t = h - 1/2[(b - b_w)h_f^2 + b_w h^2] / [(b - b_w)h_f + b_w h]$ $I_g = (b - b_w)h_f^3 / 12 + b_w h^3 / 12 + (b - b_w)h_f(h - h_f/2 - y_t)^2 + b_w h(y_t - h/2)^2$ <p>Without compression steel</p> $kd = \left[\sqrt{C(2d + h_f) + (1 + f)^2} - (1 + f) \right] / C$ $I_{cr} = (b - b_w)h_f^3 / 12 + b_w k^3 d^3 / 3 + (b - b_w)h_f(kd - h_f/2)^2 + nA_s(d - kd)^2$
	 <p>With compression steel</p>	<p>With compression steel</p> $kd = \left[\sqrt{C(2d + h_f + 2rd') + (f + r + 1)^2} - (f + r + 1) \right] / C$ $I_{cr} = (b - b_w)h_f^3 / 12 + b_w k^3 d^3 / 3 + (b - b_w)h_f(kd - h_f/2)^2 + nA_s(d - kd)^2 + (n - 1)A'_s(kd - d')^2$



Reinforcement Options For Cracking Analysis



Reinforcement Source

- User Specified Rebar (Slab Rebar Objects)
- From Finite Element Based Design
- Quick Tension Rebar Specification

	Bar Size	mm
Top Reinforcing	#10	200
Bottom Reinforcing	#10	200

Minimum Reinforcing Ratios Used for Cracking Analysis

Tension Reinforcing	0.0026
Compression Reinforcing	0.0026

Cracking Modulus of Rupture

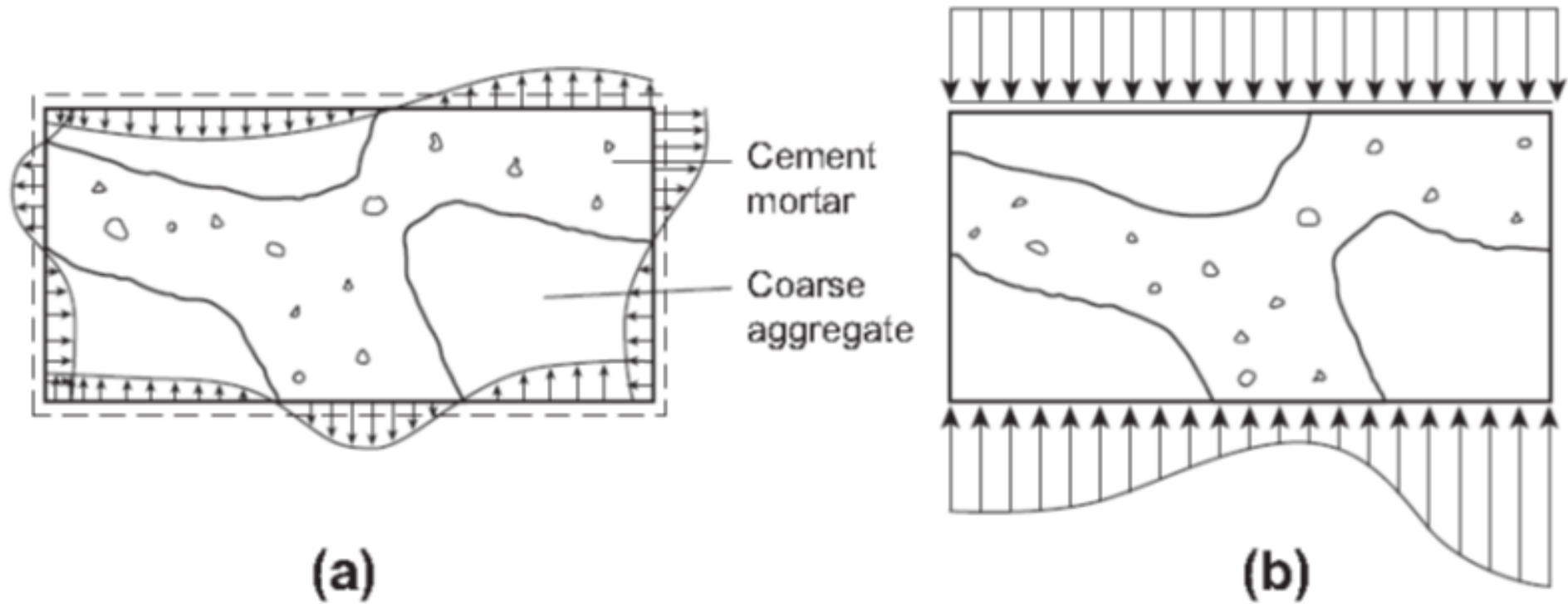
- Program Default: $4 * \sqrt{f'c}$ in psi
- User Specified

OK

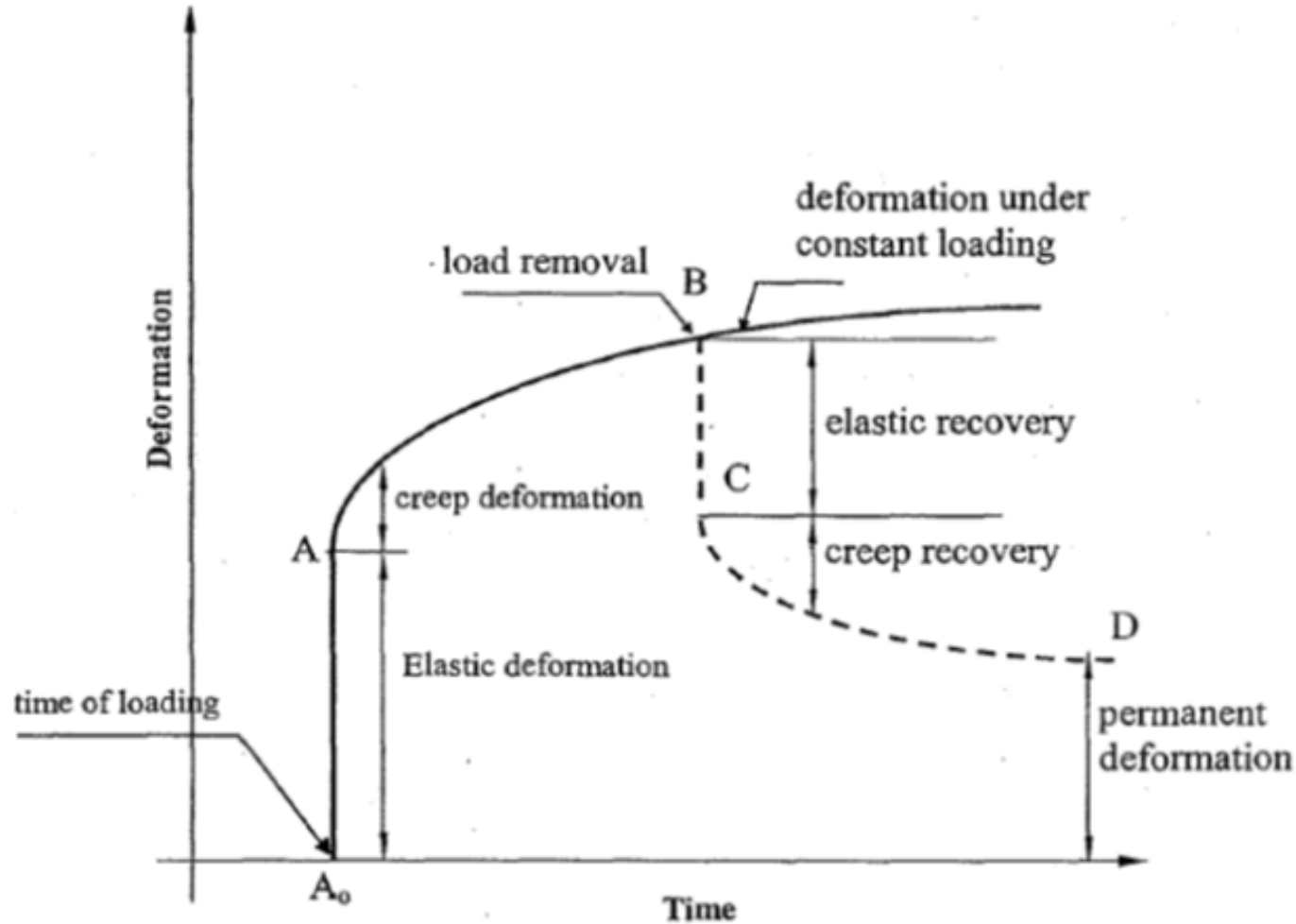
Cancel

تعریف آرماتور برای محاسبه
تغییر شکل آنی و دراز مدت

افت یا انقباض (آب رفتگی): جمع شدگی یا کاهش حجم بتن است که با از دست رفتن و یا خارج شدن آب جذب شده در ساختار خمیر سیمان از بتن اتفاق می افتد که هیچ ارتباطی به تنش وارده ندارد بلکه به دلیل تفاوت رطوبت نسبی محیط با رطوبت بتن اتفاق می افتد.



خزش: تغییر شکل ماده تحت تنش ثابت در طول زمان را خزش یا وارفتگی گویند. دلیل اصلی پدیده خزش در بتن خروج آب جذب شده سطحی از ساختار خمیر سیمان در اثر اعمال تنش ثابت می باشد که در طول زمان صورت می گیرد. تفاوت آن با انقباض در وجود تنش ثابت می باشد تقریباً تمام عواملی که در انقباض تاثیر دارد در خزش نیز موثر است که در سطور فوق به آن اشاره شد.



روش های محاسبه تغییر شکل دراز مدت روش اول استفاده از پارامتر λ

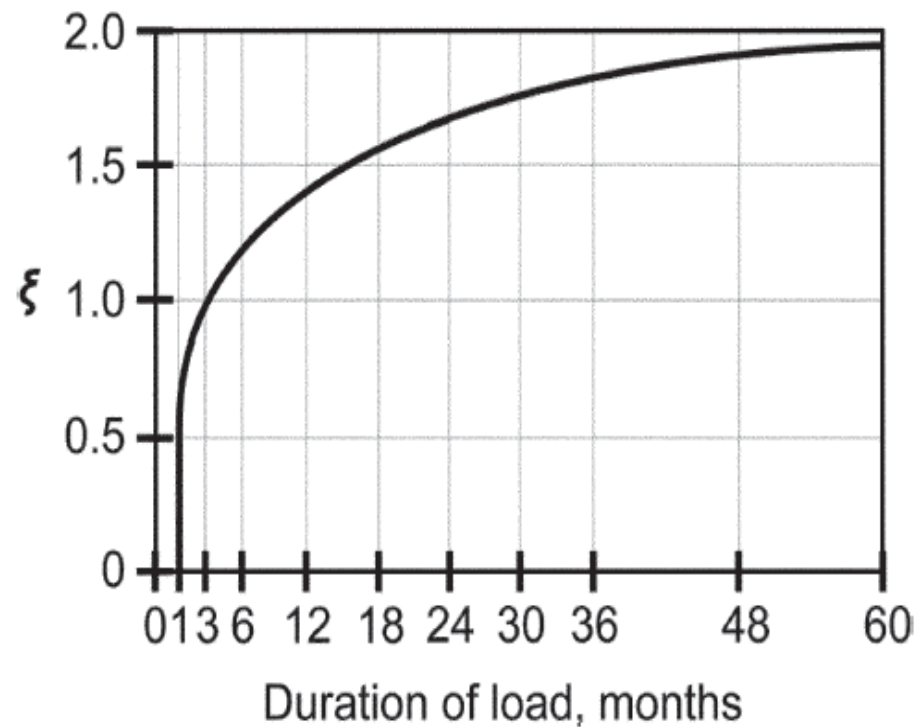
تغییر شکل آنی ترک خورده بار دائمی $\times \lambda_t =$ تغییر شکل دراز مدت بار دائمی در زمان t

$$\lambda = \frac{\xi}{1 + 50\rho'}$$

$\Delta_{Sus,i}$



ξ ضریب وابسته به زمان برای بارهای دائمی می باشد که در جدول و نمودار زیر معرفی شده است:



Sustained load duration, months	Time-dependent factor ξ
3	1.0
6	1.2
12	1.4
60 or more	2.0

روش های محاسبه تغییر شکل دراز مدت روش اول استفاده از پارامتر λ

$$\lambda = \frac{\xi}{1 + 50\rho'}$$

برای تغییر شکل نهایی ξ برابر دو پیشنهاد شده است.

و با فرض $\rho' = 0$ ضریب λ برابر ۲ بدست می آید

و با فرض $\rho' = 0,002$ ضریب λ برابر $1/82$ بدست می آید

$$\lambda = \frac{2}{1 + 50(0,002)} = 1,82$$

روش های محاسبه تغییر شکل دراز مدت روش اول استفاده از پارامتر λ

1- محاسبه تغییر شکل آنی برای کل بار

$$\Delta_{tot@i} = \Delta_{Dead+Sp+Live}$$

Load Case Data - Linear Static

Load Case Name: D(tot,i)

Load Case Data Notes: Modify/Show Notes...

Load Case Type: Static Design...

Initial Conditions:

- Zero Initial Conditions - Start from Unstressed State
- Continue from State at End of Nonlinear Case

Important Note: Loads from this previous case are included in the current case

Analysis Type:

- Linear
- Nonlinear (Allow Uplift)
- Nonlinear (Cracked)
- Nonlinear (Long Term Cracked)

Creep Coefficient: []

Shrinkage Strain: []

Uplift Solution Control:

Force Convergence Tolerance (Relative): 0.001

Loads Applied:

Load Name	Scale Factor
DEAD	1.
SP	1.
LIVE	1.
**	

OK Cancel

روش های محاسبه تغییر شکل دراز مدت روش اول استفاده از پارامتر λ

۲- محاسبه تغییر شکل آنی برای بارهای دائمی

$$\Delta_{Sus\lambda i} = \Delta_{Dead+Sp+\alpha\%Live}$$

α : درصد بار زنده دائمی (۲۰ درصد عدد مناسبی است)

Load Case Data - Linear Static

Load Case Name: D(sus,i)

Load Case Data Notes: Modify/Show Notes...

Load Case Type: Static

Design...

Initial Conditions:

- Zero Initial Conditions - Start from Unstressed State
- Continue from State at End of Nonlinear Case

Important Note: Loads from this previous case are included in the current case

Analysis Type:

- Linear
- Nonlinear (Allow Uplift)
- Nonlinear (Cracked)
- Nonlinear (Long Term Cracked)

Creep Coefficient: []

Shrinkage Strain: []

Loads Applied:

Load Name	Scale Factor
DEAD	1.
SP	1.
LIVE	2
*	

Uplift Solution Control:

Force Convergence Tolerance (Relative): 0.001

روش های محاسبه تغییر شکل دراز مدت روش اول استفاده از پارامتر λ

۳- محاسبه تغییر شکل بار زنده غیر دائمی

$$\Delta_L = \Delta_{tot,i} - \Delta_{Sus,i}$$

۴- محاسبه ضریب λ

$$\lambda_{\infty} = \frac{\xi}{1 + 50\rho'}$$

برای تغییر شکل نهایی ξ برابر دو پیشنهاد شده است.

و با فرض $\rho' = 0$ ضریب λ برابر ۲ بدست می آید

و با فرض $\rho' = 0,002$ ضریب λ برابر $1/82$ بدست می آید

$$\lambda_{\infty} = \frac{2}{1 + 50(0,002)} = 1,82$$

روش های محاسبه تغییر شکل دراز مدت روش اول استفاده از پارامتر λ

۵- محاسبه تغییر شکل نهایی دراز مدت بار دائمی

$$\Delta_{Cr+sh,u} = 2\Delta_{Sus}$$

یا:

$$\Delta_{Cr+sh,u} = 1,82\Delta_{Sus}$$

Load Combination Data

General Data

Load Combination Name: D(cr+sh,u)

Combination Type: Linear Add

Notes: Modify/Show Notes...

Auto Combination: No

Define Combination of Load Case/Combo Results

	Load Name	Scale Factor
/	D(sus.i)	2
*		

روش های محاسبه تغییر شکل دراز مدت

روش اول استفاده از پارامتر λ

۶- تغییر شکل نهایی برابر مجموع تغییر شکل آنی کل به علاوه تغییر شکل دراز مدت بار دائمی

$$\Delta_{Actual} = \Delta_{tot,i} + \Delta_{Cr+sh,u}$$

این تغییر شکل همان تغییر شکلی خواهد بود که بعد از آنکه پایه های اطمینان برداشته می شود (قالب برداری یا شروع بارگذاری) بعد از پنج سال در دال اتفاق خواهد افتاد. که با تعریف ترکیب بار زیر بدست خواهد آمد.

Load Combination Data

General Data

Load Combination Name: Δ_{actual}

Combination Type: Linear Add

Notes: Modify/Show Notes...

Auto Combination: No

Define Combination of Load Case/Combo Results

	Load Name	Scale Factor
	D(tot,i)	1.
▶	D(cr+sh,u)	1.
*		

CODE

COMMENTARY

Table 24.2.2—Maximum permissible calculated deflections

Member	Condition		Deflection to be considered	Deflection limitation
Flat roofs	Not supporting or attached to nonstructural elements likely to be damaged by large deflections		Immediate deflection due to maximum of L_r , S , and R	$\ell/180^{[1]}$
Floors			Immediate deflection due to L	$\ell/360$
Roof or floors	Supporting or attached to non-structural elements	Likely to be damaged by large deflections	That part of the total deflection occurring after attachment of nonstructural elements, which is the sum of the time-dependent deflection due to all sustained loads and the immediate deflection due to any additional live load ^[2]	$\ell/480^{[3]}$
		Not likely to be damaged by large deflections		$\ell/240^{[4]}$

^[1]Limit not intended to safeguard against ponding. Ponding shall be checked by calculations of deflection, including added deflections due to ponded water, and considering time-dependent effects of sustained loads, camber, construction tolerances, and reliability of provisions for drainage.

^[2]Time-dependent deflection shall be calculated in accordance with 24.2.4, but shall be permitted to be reduced by amount of deflection calculated to occur before attachment of nonstructural elements. This amount shall be calculated on basis of accepted engineering data relating to time-deflection characteristics of members similar to those being considered.

^[3]Limit shall be permitted to be exceeded if measures are taken to prevent damage to supported or attached elements.

^[4]Limit shall not exceed tolerance provided for nonstructural elements.

عضو	شرایط	تغییر مکان مورد نظر	محدودیت تغییر مکان
سقف‌های تخت	اتصال و یا تکیه‌گاهی برای اعضای غیرسازه‌ای که باعث آسیب بر اثر تغییر مکان‌های بزرگ می‌شود، وجود ندارد.	تغییر مکان آنی بر اثر حداکثر s ، L_T و R	$\ell / 180^{(1)}$
کفها		تغییر مکان آنی بر اثر L	$\ell / 360$
سقفها یا کفها	متصل به اعضای غیرسازه‌ای و یا تکیه‌گاه آنها هستند	احتمال آسیب بر اثر تغییر مکان‌های بزرگ وجود دارد	بخشی از تغییر مکان کل که بعد از اتصال اعضای غیرسازه‌ای رخ می‌دهد، که برابر جمع تغییر مکان تابع زمان بر اثر بارهای دائمی و تغییر مکان آنی بر اثر هرگونه بار زنده اضافی می‌باشد. ^(۲)
			احتمال آسیب بر اثر تغییر مکان‌های بزرگ وجود ندارد
			$\ell / 240^{(۴)}$

(۱) این محدودیت‌ها برای حفاظت (سازه) در برابر آب انباشتگی نمی‌باشند. آب انباشتگی باید توسط محاسبات تغییر مکان، شامل تغییر مکان‌های اضافی بر اثر جمع شدن آب، و با در نظر گرفتن آثار تابع زمان بارهای دائمی، خیز، رواداری‌های ساخت، و قابلیت اعتماد ضوابط مربوط به زهکشی، بررسی شود.

(۲) تغییر مکان تابع زمان باید مطابق بخش ۲۴-۲-۴ محاسبه شود، اما می‌تواند به اندازه تغییر مکان محاسبه شده که قبل از اتصال اعضای غیرسازه‌ای رخ می‌دهد، کاهش یابد. این مقدار باید بر اساس اطلاعات قابل قبولی مهندسی مربوط به مشخصات تابع زمان اعضای مشابه آنچه مدنظر می‌باشد، محاسبه گردد.

(۳) اگر اندازه‌گیری‌ها برای جلوگیری از آسیب به اعضای متصل شده یا مهار شده انجام گرفته باشند، این حدود می‌توانند افزایش یابند.

(۴) این حدود نباید از رواداری‌های مربوط به اعضای غیرسازه‌ای بیشتر شوند.

روش های محاسبه تغییر شکل دراز مدت روش اول استفاده از پارامتر λ

نکته مهم: در جدول مشاهده می شود که از این تغییر شکل نهایی می توان تغییر شکل آنی و دراز مدت تا زمان شروع اتصال اجزای غیر سازه ای را کسر نمود

اما برای محاسبه تغییر شکل آنی که باید از تغییر شکل کل کسر شود می توان فرض نمود که علاوه بر بار مرده ناشی از وزن سقف حدود $\beta\%$ از سربار اضافی (وزن تیغه ها چارچوب درب و پنجره، گچ و خاک، سقف کاذب و ... که به اصطلاح کارگاهی وزن ناشی از سفت کاری نامیده می شود) به سازه اعمال می گردد. (فرض $\beta = 0,2$)

$$\Delta_{pre,i} = \Delta_{Dead} + 0,2Sp$$

$$\Delta_{pre,i} = \Delta_{Dead} + 0,5Sp$$

Load Case Data - Nonlinear Static

Load Case Name: D(pre,i)

Load Case Data Notes: Modify/Show Notes...

Load Case Type: Static

Design...

Initial Conditions:

- Zero Initial Conditions - Start from Unstressed State
- Continue from State at End of Nonlinear Case

Important Note: Loads from this previous case are included in the current case

Analysis Type:

- Linear
- Nonlinear (Allow Uplift)
- Nonlinear (Cracked)
- Nonlinear (Long Term Cracked)

Creep Coefficient:

Shrinkage Strain:

Loads Applied:

	Load Name	Scale Factor
	DEAD	1.0000
	SP	0,2000
▶*		

Uplift Solution Control:

Force Convergence Tolerance (Relative): 0.001

بنابراین تغییر شکلی که باید با $\frac{L}{240}$ و یا $\frac{L}{480}$ مقایسه گردد برابر است با:

$$\Delta_{Actual} = \Delta_{tot,i} + \Delta_{Cr+sh,u} - \Delta_{Pre,i} - \Delta_{Pre,t}$$

$$\Delta_{Pre,t} = \lambda_t \times \Delta_{Pre,i}$$



Load Combination Data



General Data

Load Combination Name

D(Final)

Combination Type

Linear Add



Notes

Modify/Show Notes...

Auto Combination

No

Define Combination of Load Case/Combo Results

	Load Name	Scale Factor
	D(tot,i)	1.
	D(Cr+Sh,U)	1
	D(pre,i)	$-(1 + \lambda_t)$
		

اشکالات روش اول استفاده از پارامتر λ

تاثیر عوامل زیر در این روش در نظر گرفته نمی شود:

- چگونگی عمل آوری و نگهداری بتن

- درصد رطوبت محیط

- ابعاد المان ها

- زمان قالب برداری

- سرعت بارگذاری

-

روش های محاسبه تغییر شکل دراز مدت روش دوم ACI-209.2R

ACI 209.2R-08

Guide for Modeling and Calculating
Shrinkage and Creep
in Hardened Concrete

Reported by ACI Committee 209



American Concrete Institute®

پارامتر های موثر:

- زمانی که بتن شروع به خشک شدن می کند که معمولا برابر زمانی است که از انتهای عمل آوری گذشته است (بر حسب روز)
- زمان شروع بارگذاری بتن (روز)
- روش عمل آوری
- رطوبت محیطی بر حسب اعشار (از صفر تا یک)
- نسبت حجم به سطح یا ضخامت متوسط (میلی متر)
- اسلامپ بتن بر حسب میلی متر
- در صد ریزدانه
- مقدار سیمان بر حسب کیلوگرم بر متر مکعب
- مقدار هوای بتن بر حسب درصد
- نوع سیمان

Load Case Data - Nonlinear Static



Load Case Name

D(cr+sh,u)

Load Case Data Notes

Modify/Show Notes...

Load Case Type

Static

Design...

Initial Conditions

- Zero Initial Conditions - Start from Unstressed State
- Continue from State at End of Nonlinear Case

Important Note: Loads from this previous case are included in the current case

Analysis Type

- Linear
- Nonlinear (Allow Uplift)
- Nonlinear (Cracked)
- Nonlinear (Long Term Cracked)

Creep Coefficient

2

Shrinkage Strain

0.0005

Loads Applied

	Load Name	Scale Factor
	LIVE	0.2
	DEAD	1.0000
	SP	1.0000
▶*		

Uplift Solution Control

Force Convergence Tolerance (Relative)

0.001

جمع شدگی: کرنش جمع شدگی در سن بتن شروع شده از انتهای عمل آوری بوسیله معادله زیر محاسبه می شود

$$\varepsilon_{sh}(t, t_c) = \frac{(t - t_c)^\alpha}{f + (t - t_c)^\alpha} \times \varepsilon_{shu}$$

$$f = \begin{cases} \text{عمل آوری هفت روزه مرطوب 35} \\ \text{عمل آوری با بخار یک تا سه روز 55} \end{cases} \quad \text{پیشنهاد می شود } a = 1 \text{ و}$$

$$\varepsilon_{shu} = 780 \gamma_{sh} \times 10^{-6} \frac{mm}{mm}$$

$$\gamma_{sh} = \gamma_{sh,tc} \times \gamma_{sh,RH} \times \gamma_{sh,Vs} \times \gamma_{sh,S} \times \gamma_{sh,\Psi} \times \gamma_{sh,c} \times \gamma_{sh,a}$$

t: سن بتن بر حسب روز

t_c: زمان پایان عمل آوری بتن

t-t_c: سن بتن از زمان پایان عمل آوری

ε_{shu}: کرنش نهایی جمع شدگی

شرایط استاندارد

عوامل تاثیرگذار		پارامتر در نظر گرفته شده	شرایط استاندارد	
بتن (خزش و جمع شدگی)	مخلوط بتن	سیمان	نوع سیمان	نوع یک و سه
		نسبت آب به سیمان	اسلامپ	۷۰ میلی متر
		خصوصیات اختلاط	درصد هوا	کمتر از شش درصد
		خصوصیات سنگ	درصد ریزدانه	۵۰ درصد
		دانه ها	مقدار سیمان	۲۷۹ تا ۴۴۶ کیلوگرم بر متر مکعب
	عمل آوری اولیه	مدت عمل آوری مرطوب	عمل آوری مرطوب	هفت روز
			عمل آوری با بخار	یک تا سه روز
		دمای عمل آوری	عمل آوری مرطوب	$23,2 \pm 2^{\circ}C$
			عمل آوری با بخار	$\leq 100^{\circ}C$
		رطوبت عمل آوری	رطوبت نسبی	$\geq 95^{\circ}C$

خصوصیات هندسی عضو و شرایط محیطی (خزش و بتن)	شرایط محیطی	دمای بتن	دمای بتن	$23,2 \pm 2^{\circ}C$
		مقدار آب بتن	رطوبت نسبی محیط	۴۰ درصد
	هندسه	شکل و اندازه	نسبت حجم به سطح یا حداقل ضخامت	V/S=38mm
				150mm
بارگذاری (فقط خزش)	تاریخچه بارگذاری	سن بتن در زمان اعمال بار	عمل آوری مرطوب	هفت روزه
			عمل آوری با بخار	یک تا سه روزه
		زمان بارگذاری	بارهای دائمی	بارهای دائمی
		زمان باربرداری	-	-
		تعداد چرخه های بارگذاری	-	-
	تنش	مقدار تنش و توزیع آن در مقطع	تنش فشاری	فشار بر اثر نیروی محوری
		نسبت تنش به کرنش	نسبت تنش به کرنش	کمتر از ۰/۵

برای شرایطی غیر از شرایط استاندارد مقدار متوسط کرنش نهایی جمع شدگی بتن بایستی اصلاح گردد که بایستی در هفت فاکتور ضرب شود که هر فاکتور برای شرایط خاصی تعریف شده است.

$$\varepsilon_{shu} = 780 \gamma_{sh} \times 10^{-6} \frac{mm}{mm}$$

$$\gamma_{sh} = \gamma_{sh,tc} \times \gamma_{sh,RH} \times \gamma_{sh,Vs} \times \gamma_{sh,S} \times \gamma_{sh,\Psi} \times \gamma_{sh,c} \times \gamma_{sh,a}$$

برای شرایط استاندارد

$$\gamma_{sh} = 1 \rightarrow \varepsilon_{shu} = 780 \times 10^{-6} \frac{mm}{mm}$$

1	$\gamma_{sh,tc} = 1.202 - 0.2337 \log(t_c)$
2	$\gamma_{sh,RH} = \begin{cases} 1.404 - 1.02h & \text{for } 0.4 \leq h \leq 0.8 \\ 3.00 - 3.0h & \text{for } 0.8 \leq h \leq 1 \end{cases}$
3	$\gamma_{sh,V_s} = 1.2e^{\{-0.00472(\frac{V}{S})\}}$
4	$\gamma_{sh,s} = 0.89 + 0.00161s$
5	$\gamma_{sh,\Psi} = 0.90 + 0.002\Psi$ for $\Psi > 50\%$ $\gamma_{sh,\Psi} = 0.30 + 0.014\Psi$ for $\Psi \leq 50\%$
6	$\gamma_{sh,C} = 0.75 + 0.00061C$
7	$\gamma_{sh,a} = 0.95 + 0.008a \geq 1$

زمان عمل آوری

رطوبت هوا

نسبت سطح به حجم

اسلامپ

اندازه دانه ها

عیار سیمان

درصد هوا

ضریب خزش: مدل و رابطه ارائه شده دارای دو بخش است یک بخش مقدار نهایی خزش و یک بخش مربوط یا وابسته به زمان. مقدار بدست آمده از رابطه زیر مقدار کرنش خزش نمی باشد بلکه برابر نسبت کرنش خزش به کرنش الاستیک است.

$$\Phi(t, t_0) = \frac{(t - t_0)^\Psi}{d + (t - t_0)^\Psi} \Phi_u$$

آیین نامه برای d مقدار ۱۰ و برای Ψ مقدار ۰/۶ را پیشنهاد می کند

$\Phi(t, t_0)$ ضریب خزش در سن بارگذاری t به روز براساس بار وارده در زمان t_0 می باشد و Ψ برای یک عضو مشخص ثابت است که در بخش وابسته به زمان معادله است مقدار $t-t_0$ زمان گذشته شده بر حسب روز از شروع بارگذاری است و Φ_u مقدار خزش نهایی است. برای شرایط استاندارد در صورت عدم وجود اطلاعات خزش برای سنگ دانه ها و شرایط حاضر مقدار ضریب نهایی خزش برابر است با:

$$\Phi_u = 2.35\gamma_C$$

$$\gamma_C = \gamma_{C,t_0} \times \gamma_{C,RH} \times \gamma_{C,Vs} \times \gamma_{C,S} \times \gamma_{C,\Psi} \times \gamma_{C,a}$$

$$\Phi_u = 2.35\gamma_C$$

$$\gamma_C = \gamma_{C,t_0} \times \gamma_{C,RH} \times \gamma_{C,V_S} \times \gamma_{C,S} \times \gamma_{C,\Psi} \times \gamma_{C,a}$$

$$\Phi(t, t_0) = \frac{(t - t_0)^\Psi}{d + (t - t_0)^\Psi} \Phi_u$$

1	$\gamma_{C,t0} = 1.25t_0^{-0.118}$
2	$\gamma_{C,RH} = 1.27 - 0.67h \text{ for } h \geq 0.40$
3	$\gamma_{C,vs} = \frac{2}{3} \left(1 + 1.13e^{\left\{ -0.0213 \left\{ \frac{V}{S} \right\} \right\}} \right)$
4	$\gamma_{C,S} = 0.82 + 0.00264S$
5	$\gamma_{C,\Psi} = 0.88 + 0.0024\Psi$
6	$\gamma_{C,a} = 0.46 + 0.09a \geq 1$

زمان قالب برداری

رطوبت هوا

نسبت سطح به حجم

اسلامپ

اندازه دانه ها

درصد هوا

نتیجه گیری

۱- ضریب اصلاحی تعداد روز عمل آوری با رطوبت

$$\gamma_{sh,tc} = 1,202 - 0,2337 \log(t_c)$$

هر چه زمان عمل آوری بیشتر باشد ضریب اصلاحی آن کوچکتر و در نتیجه تغییر شکل دراز مدت کمتر می گردد.

$$t_c = 3day \Rightarrow \gamma_{sh \square tc} = 1,09$$

$$t_c = 7day \Rightarrow \gamma_{sh \square tc} = 1,00$$

$$t_c = 14day \Rightarrow \gamma_{sh \square tc} = 0,93$$

به زبان ساده هر چه مقدار آب دادن به بتن بعد از بتن ریزی بیشتر باشد (بیشتر از ۷ روز) تغییر شکل دراز مدت کمتر می شود.

نتیجه گیری

۲- ضریب اصلاحی سن بتن قبل از شروع بارگذاری (مدت زمانی که زیر اسکلت بتنی شمع و قالب وجود دارد)

$$\gamma_{C,t_0} = 1,25t_0^{-0,118}$$

هرچه شمع زیر اسکلت را دیرتر باز کنیم یعنی با افزایش t_0 ضریب اصلاحی کوچکتر می شود و در نتیجه تغییر شکل دراز مدت کاهش می یابد.

$$t_0 = 15day \Rightarrow \gamma_{C,t_0} = 0,91$$

$$t_0 = 30day \Rightarrow \gamma_{C,t_0} = 0,84$$

$$t_0 = 90day \Rightarrow \gamma_{C,t_0} = 0,73$$

$$t_0 = 180day \Rightarrow \gamma_{C,t_0} = 0,68$$

نتیجه گیری

۳- ضریب اصلاحی درصد رطوبت محیط

$$\gamma_{C,RH} = 1,27 - 0,67h \quad \text{for } h \geq 0,40$$
$$\gamma_{sh,RH} = \begin{cases} 1,404 - 1,02h & \text{for } 0,4 \leq h \leq 0,8 \\ 3,00 - 3,0h & \text{for } 0,8 \leq h \leq 1 \end{cases}$$

هر چه رطوبت محیط بیشتر باشد ضریب اصلاحی کوچکتر شده بنابراین تغییر شکل دراز مدت محاسبه شده کاهش می یابد

$$RH = 40\% \Rightarrow \gamma_{C,RH} = 1, \gamma_{sh,RH} = 1$$

$$RH = 60\% \Rightarrow \gamma_{C,RH} = 0,87, \gamma_{sh,RH} = 0,79$$

$$RH = 80\% \Rightarrow \gamma_{C,RH} = 0,73, \gamma_{sh,RH} = 0,6$$

نتیجه گیری

۴- ضریب اصلاحی اندازه (V/S)

هر چه نسبت حجم به سطح بیشتر باشد ضریب اصلاحی کوچکتر و در نتیجه تغییر شکل دراز مدت کاهش می یابد

$$\gamma_{sh,vs} = 1,2e^{\{-0,00472(\frac{V}{S})\}}$$

$$\gamma_{c,vs} = \frac{2}{3} \left(1 + 1,13e^{\{-0,0213(\frac{V}{S})\}} \right)$$

$$V/S = 75 \Rightarrow \gamma_{c,vs} = 0,82, \gamma_{sh \boxtimes vs} = 0,84$$

$$V/S = 150 \Rightarrow \gamma_{c,vs} = 0,70, \gamma_{sh \boxtimes vs} = 0,59$$

$$V/S = 300 \Rightarrow \gamma_{c,vs} = 0,67, \gamma_{sh \boxtimes vs} = 0,29$$

یعنی تغییر شکل دراز مدت دال به ضخامت ۳۰ سانتی متر کمتر از تغییر شکل دراز مدت دال ۱۵ سانتی متری می باشد.

(برای بار مرده و زنده برابر)

نتیجه گیری

۵- ضریب اصلاحی اسلامپ

هر چه قدر عدد اسلامپ کوچکتر باشد (بتن سفت تر باشد یا نسبت آب به سیمان کمتر باشد) ضریب اصلاحی اسلامپ کوچکتر شده بنابراین تغییر شکل دراز مدت کمتر می گردد.

$$\gamma_{C,S} = 0,82 + 0,00264S$$

$$\gamma_{sh,S} = 0,89 + 0,00161S$$

$$S = 75 \Rightarrow \gamma_{C,S} = 1, \gamma_{sh,S} = 1$$

$$S = 100 \Rightarrow \gamma_{C,S} = 1,08, \gamma_{sh,S} = 1,05$$

$$S = 150 \Rightarrow \gamma_{C,S} = 1,13, \gamma_{sh,S} = 1,22$$

یعنی تغییر شکل دراز مدت بتن شل بیشتر از تغییر شکل دراز مدت بتن سفت می باشد.

نتیجه گیری

۶- ضریب اصلاحی ریز دانه

هر چه مقدار مصالح ریز دانه بیشتر باشد ضریب اصلاحی بزرگتر بنابراین تغییر شکل دراز مدت افزایش می یابد

$$\gamma_{sh,\Psi} = 0,30 + 0,014\Psi \quad \text{for } \Psi \leq 50\%$$

$$\gamma_{sh,\Psi} = 0,90 + 0,002\Psi \quad \text{for } \Psi > 50\%$$

$$\gamma_{C,\Psi} = 0,88 + 0,0024\Psi$$

$$\Psi = 40\% \Rightarrow \gamma_{sh,\Psi} = 0,86, \gamma_{C,\Psi} = 0,98$$

$$\Psi = 50\% \Rightarrow \gamma_{sh,\Psi} = 1, \gamma_{C,\Psi} = 1$$

$$\Psi = 60\% \Rightarrow \gamma_{sh,\Psi} = 1,02, \gamma_{C,\Psi} = 1,02$$

هر چه قدر مصالح درشت دانه در بتن بیشتر باشد تغییر شکل دراز مدت آن کاهش می یابد.

نتیجه گیری

۷- ضریب اصلاحی سیمان

هر چه عیار سیمان بیشتر شود ضریب اصلاحی بزرگتر می شود بنابراین تغییر شکل دراز مدت افزایش می یابد

$$\gamma_{sh,C} = 0,75 + 0,00061C$$

$$C = 300 \frac{kg}{m^3} \Rightarrow \gamma_{sh,C} = 0,93$$

$$C = 350 \frac{kg}{m^3} \Rightarrow \gamma_{sh,C} = 0,96$$

$$C = 400 \frac{kg}{m^3} \Rightarrow \gamma_{sh,C} = 0,99$$

نتیجه گیری

۸- ضریب اصلاح درصد هوای داخل بتن

هر چه هوای داخل بتن بیشتر باشد ضریب اصلاح افزایش یافته بنابراین تغییر شکل دراز مدت افزایش می یابد

$$\gamma_{sh,a} = 0,95 + 0,008a \geq 1$$

$$\gamma_{C,a} = 0,46 + 0,09a \geq 1$$

$$a = 4\% \Rightarrow \gamma_{sh,a} = 0,82, \gamma_{C,a} = 0,98$$

$$a = 6\% \Rightarrow \gamma_{sh,a} = 1, \gamma_{C,a} = 1$$

$$a = 8\% \Rightarrow \gamma_{sh,a} = 1,02, \gamma_{C,a} = 1,18$$

$\gamma_{C,t0} = 1.25t_0^{-0.118}$	زمان قالب برداری $\gamma_{C,t0} = 0.91$
$\gamma_{C,RH} = 1.27 - 0.67h \text{ for } h \geq 0.40$	رطوبت هوا $\gamma_{C,RH} = 1$
$\gamma_{C,vs} = \frac{2}{3} (1 + 1.13e^{\left\{-0.0213\left(\frac{V}{S}\right)\right\}})$	نسبت حجم به سطح $\gamma_{C,vs} = 0.82$
$\gamma_{C,S} = 0.82 + 0.00264S$	اسلامپ $\gamma_{C,S} = 1.08$
$\gamma_{C,\Psi} = 0.88 + 0.0024\Psi$	اندازه دانه ها $\gamma_{C,\Psi} = 1$
$\gamma_{C,a} = 0.46 + 0.09a \geq 1$	مقدار هوا $\gamma_{C,a} = 1$

ضریب اصلاح:

$$\gamma_C = \gamma_{C,t0} \times \gamma_{C,RH} \times \gamma_{C,vs} \times \gamma_{C,S} \times \gamma_{C,\Psi} \times \gamma_{C,a} = 0.805896$$

$$\gamma_C = \gamma_{C,t0} \times \gamma_{C,RH} \times \gamma_{C,vs} \times \gamma_{C,S} \times \gamma_{C,\Psi} \times \gamma_{C,a} = 0.91 \times 1 \times 0.82 \times 1.08 \times 1 \times 1 = 0.81$$

ضریبی که برای محاسبه تغییر شکل دراز مدت نهایی (زمان بی‌نهایت) به نرم‌افزار باید معرفی نمود:

$$\Phi_u = 2.35\gamma_C = 2.35 \times 0.81 = 1.9$$

Load Case Data - Nonlinear Static

Load Case Name

D(cr+sh,u)

Load Case Data Notes

Modify/Show Notes...

Load Case Type

Static

Design...

Initial Conditions

- Zero Initial Conditions - Start from Unstressed State
- Continue from State at End of Nonlinear Case

Important Note: Loads from this previous case are included in the current case

Analysis Type

- Linear
- Nonlinear (Allow Uplift)
- Nonlinear (Cracked)
- Nonlinear (Long Term Cracked)

Creep Coefficient

Shrinkage Strain

Loads Applied

	Load Name	Scale Factor
	LIVE	0.2
	DEAD	1.0000
	SP	1.0000
▶▶		

Uplift Solution Control

Force Convergence Tolerance (Relative)

OK

Cancel

$$\Delta_{cr+sh,u} = \text{SAFE (ACI209)}_{sus} \text{ تغییر شکل دراز مدت} - \Delta_{sus,i}$$

روش های محاسبه تغییر شکل دراز مدت روش دوم ACI-209.2R

۱- محاسبه تغییر شکل آنی برای کل بار

$$\Delta_{tot,i} = \Delta_{Dead+sp+Live}$$

Load Case Data - Linear Static

Load Case Name: D(tot,i)

Load Case Data Notes: Modify/Show Notes...

Load Case Type: Static

Design...

Initial Conditions:

- Zero Initial Conditions - Start from Unstressed State
- Continue from State at End of Nonlinear Case

Important Note: Loads from this previous case are included in the current case

Analysis Type:

- Linear
- Nonlinear (Allow Uplift)
- Nonlinear (Cracked)
- Nonlinear (Long Term Cracked)

Creep Coefficient: []

Shrinkage Strain: []

Loads Applied:

Load Name	Scale Factor
DEAD	1.
SP	1.
LIVE	1.

Uplift Solution Control:

Force Convergence Tolerance (Relative): 0.001

۲- محاسبه تغییر شکل آنی برای بارهای دائمی

$$\Delta_{Sus,i} = \Delta_{Dead+Sp} + \alpha \% Live$$

α : درصد بار زنده دائمی (۲۰ درصد عدد مناسبی است)

Load Case Data - Linear Static

Load Case Name: D(sus,i)

Load Case Data Notes: Modify/Show Notes...

Load Case Type: Static

Design...

Initial Conditions:

- Zero Initial Conditions - Start from Unstressed State
- Continue from State at End of Nonlinear Case

Important Note: Loads from this previous case are included in the current case

Analysis Type:

- Linear
- Nonlinear (Allow Uplift)
- Nonlinear (Cracked)
- Nonlinear (Long Term Cracked)

Creep Coefficient: []

Shrinkage Strain: []

Loads Applied:

Load Name	Scale Factor
DEAD	1.
SP	1.
LIVE	2

Uplift Solution Control:

Force Convergence Tolerance (Relative): 0.001

۳- محاسبه تغییر شکل آنی قبل از اتصال اجزای غیر سازه ای

$$\Delta_{pre,i} = \Delta_{Dead+0,2Sp}$$

Load Case Data - Nonlinear Static

Load Case Name: D(pre,i)

Load Case Data Notes: Modify/Show Notes...

Load Case Type: Static

Design...

Initial Conditions:

- Zero Initial Conditions - Start from Unstressed State
- Continue from State at End of Nonlinear Case

Important Note: Loads from this previous case are included in the current case

Analysis Type:

- Linear
- Nonlinear (Allow Uplift)
- Nonlinear (Cracked)
- Nonlinear (Long Term Cracked)

Creep Coefficient: []

Shrinkage Strain: []

Loads Applied:

	Load Name	Scale Factor
	DEAD	1.0000
	SP	0.20000
▶*		

Uplift Solution Control:

Force Convergence Tolerance (Relative): 0.001

$$\Delta_{Cr+sh,u}$$

Load Case Data - Linear Static

Load Case Name:

Load Case Data Notes:

Load Case Type:

Initial Conditions:

Zero Initial Conditions - Start from Unstressed State

Continue from State at End of Nonlinear Case

Important Note: Loads from this previous case are included in the current case

Analysis Type:

Linear

Nonlinear (Allow Uplift)

Nonlinear (Cracked)

Nonlinear (Long Term Cracked)

Creep Coefficient:

Shrinkage Strain:

Loads Applied:

	Load Name	Scale Factor
	DEAD	1.
	SP	1.
▶	LIVE	2
*		

Uplift Solution Control:

Force Convergence Tolerance (Relative):

۵- محاسبه تغییر شکل دراز مدت قبل از اتصال اجزای غیر سازه ای: می توان فرض نمود که عملیات اتصال اجزای غیر سازه ای ۱۰۵ روز بعد از بتن ریزی انجام می گیرد

$$t_c = 7 \text{ day}$$
$$\varepsilon_{sh}(105,7) = \frac{105 - 7}{35 + 98} \times 0,000663 = 0,000488$$

$$t_0 = 15 \text{ day}$$
$$\Phi(105,15) = \frac{(105 - 15)^{0,6}}{10 + (105 - 15)^{0,6}} \times 1,9 = 1,14$$



Load Case Data - Nonlinear Static



Load Case Name

D(pre,to).

Load Case Data Notes

Modify/Show Notes...

Load Case Type

Static

Design...

Initial Conditions

- Zero Initial Conditions - Start from Unstressed State
- Continue from State at End of Nonlinear Case

Important Note: Loads from this previous case are included in the current case

Analysis Type

- Linear
- Nonlinear (Allow Uplift)
- Nonlinear (Cracked)
- Nonlinear (Long Term Cracked)

Creep Coefficient

1.14

Shrinkage Strain

0.000488

Loads Applied

	Load Name	Scale Factor
▶	DEAD	1.0000
	SP	0.20000
*		

Uplift Solution Control

Force Convergence Tolerance (Relative)

0.001

محاسبه تغییر شکل دراز مدت در روش جدید جمع تغییر شکل دراز مدت و تغییر شکل آنی می باشد بنابراین باید از تغییر شکل محاسبه شده توسط برنامه تغییر شکل آنی همان ترکیب بار کسر شود یعنی:

۱- تغییر شکل دراز مدت نهایی واقعی ناشی از بار دائمی برابر است با

تغییر شکل محاسبه شده توسط نرم افزار $\Delta_{(cr+sh,u)} + \Delta_{sus,i}$ (تغییر شکل دراز مدت واقعی ناشی از بار دائمی)

۲- تغییر شکل دراز مدت در زمان ۱۰۵ روز ناشی از بار دائمی قبل از اتصال اجزای غیر سازه‌ای

تغییر شکل محاسبه شده توسط نرم افزار $\Delta_{(pre,t)} + \Delta_{pre,i}$ (تغییر شکل دراز مدت واقعی)

تغییر شکلی که در نرم افزار باید با $\frac{L}{240}$ و یا $\frac{L}{480}$ مقایسه گردد Δ_{Final} می باشد که برابر تغییر شکل آنی کل بارها و تغییر شکل دراز مدت کل بارهای دائمی است که طبق مطالب گفته شده می توان از آن تغییر شکل آنی و دراز مدت بارمرده و درصد بار مرده اضافی تا زمان t_0 را کسر نمود

تغییر شکل دراز مدت بارمرده و درصد بار مرده اضافی تا زمان t_0 - تغییر شکل آنی بارمرده و درصد بار مرده اضافی - تغییر شکل دراز مدت کل بارهای دائمی + تغییر شکل آنی کل بارها

$$\Delta_{Final} = \Delta_{tot,i} + \Delta_{cr+sh,u} - \Delta_{pre,i} - \Delta_{pre,t}$$

برای تعریف عبارت بالا در نرم افزار باید بدانیم که در تغییر شکل های دراز مدت نرم افزار تغییر شکل آنی نهفته است بنابراین به جای $\Delta_{(pre,t)}$ عبارت زیر قرار داده می شود:

$$\Delta_{(pre,t)} = \Delta'_{(pre,t)} - \Delta_{pre,i}$$


تغییر شکل دراز مدت قبل از اتصال اجزای غیر سازه ای محاسبه شده توسط نرم افزار در زمان $t = \Delta'_{(pre,t)}$

و به جای $\Delta_{(cr+sh,u)}$:

$$\Delta_{(cr+sh,u)} = \Delta'_{(cr+sh,u)} - \Delta_{sus,i}$$

تغییر شکل دراز مدت بارهای دائمی محاسبه شده توسط نرم افزار $\Delta'_{(cr+sh,u)}$

$$\begin{aligned}\Delta_{Final} &= \Delta_{tot,i} + \Delta_{cr+sh,u} - \Delta_{pre,i} - \Delta_{pre,t} \\ &= \Delta_{tot,i} + \Delta'_{(cr+sh,u)} - \Delta_{sus,i} - \Delta_{pre,i} - \Delta'_{(pre,t)} + \Delta_{pre,i} \\ &= \Delta_{tot,i} + \Delta'_{(cr+sh,u)} - \Delta_{sus,i} - \Delta'_{(pre,t)}\end{aligned}$$

 Load Combination Data ? ✕

General Data



Load Combination Name:

Combination Type:

Notes:






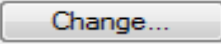
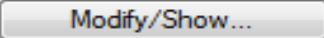
Auto Combination:

Define Combination of Load Case/Combo Results

	Load Name	Scale Factor
	D(tot,i) ▼	1.0000
	D(cr+sh,u) ▼	1.0000
	D(sus,i) ▼	-1.0000
	D(pre,to) ▼	-1.0000
	▼	

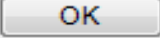
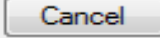
Deck Property Data

General Data

Property Name	DECK10
Type	Filled 
Slab Material	CONC 
Deck Material	STEEL 
Modeling Type	Membrane
Modifiers (Currently Default)	 Modify/Show...
Display Color	  Change...
Property Notes	 Modify/Show...

Property Data

Slab Depth, tc	50	mm
Rib Depth, hr	250	mm
Rib Width Top, wrt	100	mm
Rib Width Bottom, wrb	100	mm
Rib Spacing, sr	600	mm
Deck Shear Thickness	.00001	mm
Deck Unit Weight	0	kgf/m ²
Shear Stud Diameter	19	mm
Shear Stud Height, hs	100	mm
Shear Stud Tensile Strength, Fu	42	kgf/mm ²

 OK  Cancel

Slab Property Data

General Data

Property Name: RIB

Slab Material: CONC

Notional Size Data: **Modify/Show Notional Size...**

Modeling Type: Membrane

Modifiers (Currently Default): Modify/Show...

Display Color: Change...

Property Notes: Modify/Show...

Use Special One-Way Load Distribution

Property Data

Type: Ribbed

Overall Depth: 300 mm

Slab Thickness: 50 mm

Stem Width at Top: 100 mm

Stem Width at Bottom: 100 mm

Rib Spacing (Perpendicular to Rib Direction): 600 mm

Rib Direction is Parallel to: Local 1 Axis

OK Cancel

Time Dependent Parameters

Notional Size of Section

Auto: 91.7 mm Factor: 1

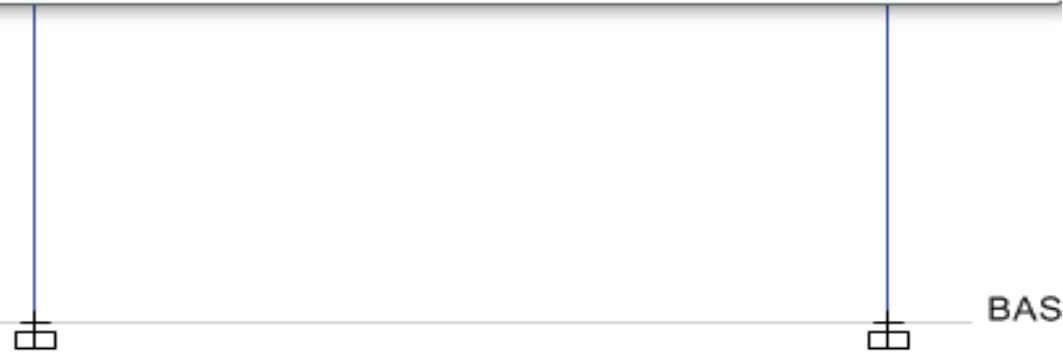
User-defined: mm

None

OK Cancel

3

3



Slab Property Data

General Data

Property Name: WAFFLE

Slab Material: CONC

Notional Size Data: [Modify/Show Notional Size...](#)

Modeling Type: Membrane

Modifiers (Currently Default): [Modify/Show...](#)

Display Color: [Change...](#)

Property Notes: [Modify/Show...](#)

Use Special One-Way Load Distribution

Property Data

Type: Waffle

Overall Depth: 500 mm

Slab Thickness: 100 mm

Stem Width at Top: 150 mm

Stem Width at Bottom: 100 mm

Spacing of Ribs that are Parallel to Slab 1-Axis: 700 mm

Spacing of Ribs that are Parallel to Slab 2-Axis: 700 mm

[OK](#) [Cancel](#)

Time Dependent Parameters

Notional Size of Section

Auto: 229.9 mm Factor 1

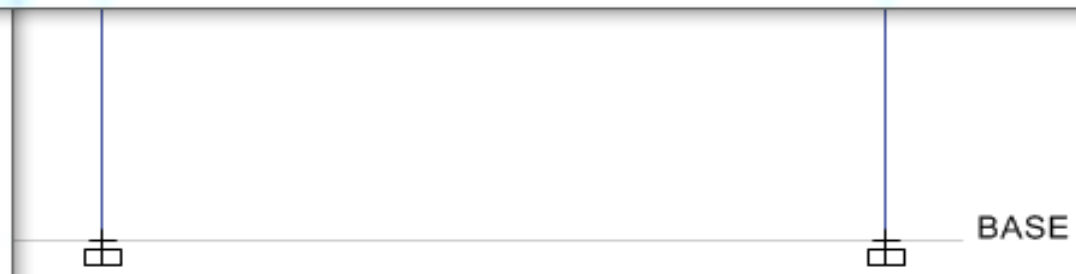
User-defined: mm

None

[OK](#) [Cancel](#)

3

3



با تشکر