Subject:

Year. 98 Month. 8 Date. 20/35/۲۵

بار برف:

بار برف وزن لایه برفی است که براساس آمار موجود در منطقه احتمال تجاوز از آن با دوره بازگشت ۵۰ ساله ۲٪ است. حالت های مختلف بارگذاری برف شامل بار برف متوازن، نامتوازن، انباشتگی برف، برف لغزنده و بارگذاری لغزشی می باشد. هنگامی که میزان بار برف از حدود $1 KN/m^2$ تجاوز کند معمولاً در طراحی سقف ها حاکم خواهد شد. دانه های برف از کریستال های بزرگ یخ تشکیل شده اند. بدلیل زیاد بودن سطح پیرامونی آنها بر وزنشان به طور اهسته بر روی زمین ریزش می کنند. در هنگام رسیدن به سطح زمین برف به صورت لایه ای سست و نرم با وزن مخصوص در حدود ۰.۵ تا $1 KN/m^3$ انباشته می شود. بلافاصله پس از انباشته شدن با تغییر حالت کریستال های برف فشرده شده و به مرور زمان وزن مخصوص آن افزایش می یابد.

$$\gamma_S = 0.43 P_S + 2.2 \quad X?$$

P_S: بار برف مبنا KN/m^2 γ_S: وزن مخصوص برف KN/m^3

بار برف مبنا: در آئین نامه بار برف وارد بر بام یک ساختمان

Scanned by CamScanner

Subject:

Year. Month. Date. ( )

C

با یک ساده به صورت دستی از بار برف مبنا (P_S) تعیین می‌شود.

بار برف مبنا، بار برف روی زمین است.

بار برف شش ناحیه ایران:

منطقه	P_S
1 مناطق با بار برف نادر	0.25
2 مناطق با بار برف کم	0.5
3 " " " متوسط	1
4 " " " زیاد	1.5
5 " " " سنگین	2
6 " " " خیلی سنگین	3

بار برف بام (P_r):

$$P_r = [I_S C_e C_t C_s] P_S$$

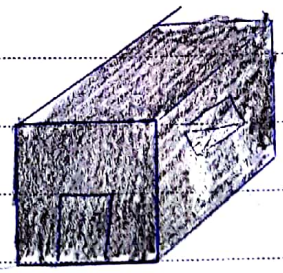
I_S ضریب اهمیت، C_e ضریب برف‌گیری، C_t ضریب شرایط دمایی

C_s ضریب شیب، P_S بار برف مبنا

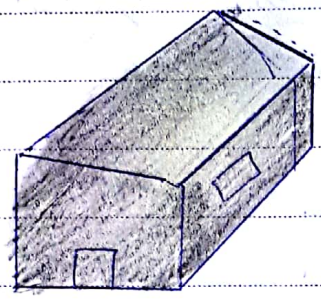
Scanned by CamScanner

Subject:
Year. 98 Month. 8 Date. 20 ۳۷ ۳۷

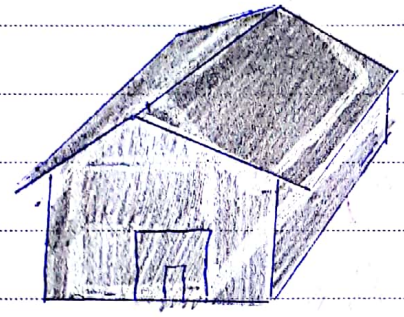
انواع بام ها:



مسطح - بام تخت

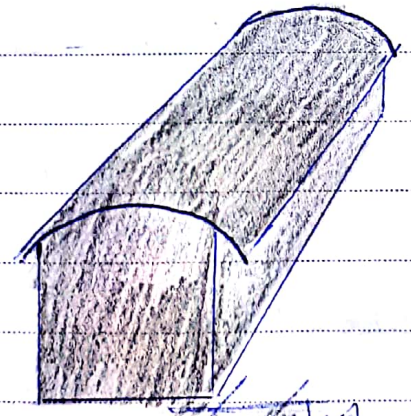


بام شیب دار - یک طرفه

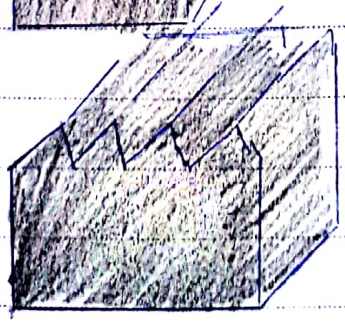


بام شیب دار - دو طرفه

بام شیب دار - چهار طرفه (شکل در اینترنت)



بام قوسی



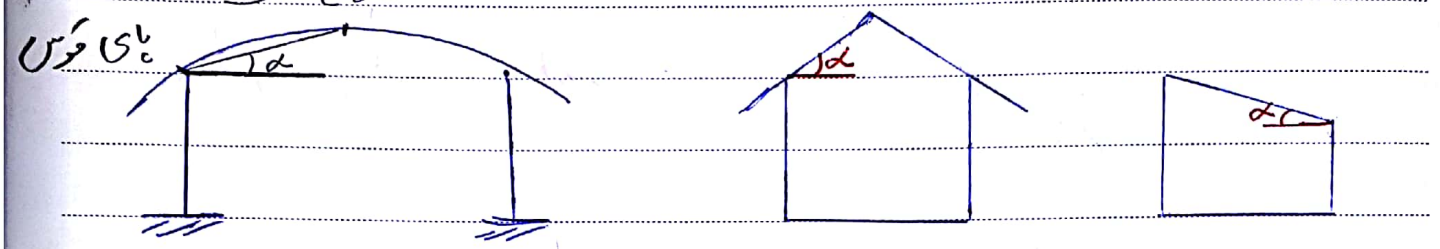
بام دندانه ای

Scanned by CamScanner

Subject:

Year. Month. Date. ( )

در سقف های شیبدار یکطرفه، دوطرفه و چند طرفه با مقدار شیب کمتر از 15 درجه و نیز سقف های قوسی که زاویه با ی قوس تا تاج سقف کمتر از 10 درجه است حداقل بار برف باید در نظر گرفته شود.



بار برف حداقل

$I_S P_S$

$1.0 \times P_S$

P_S

$P_S \leq 1.0$

$P_S > 1.0$

دقت شود شرایط بالا برای بامهای یکطرفه، دوطرفه، چندطرفه با زاویه کمتر از 15 می باشد.

بار برف حداقل یک حالت بار جزا است و در ترکیب با بار انباشتگی برف، لغزش، برف نامتوازن و بارگذاری بخشی به کار نمی رود.

ضریب اهمیت I_S : 6-1-1 ← گروه خطر پذیری

Subject:
Year. 98 Month. 8 Date. 20 / 39 ۳۹

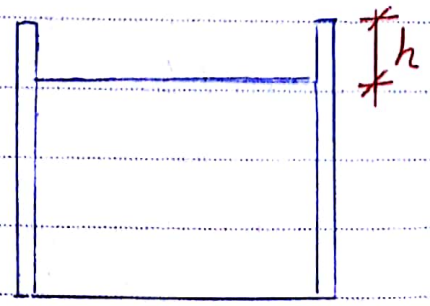
گروه خطرپذیری	I_s
1	1.2
2	1.1
3	1
4	0.8

ضریب برف گیری c_e:

این ضریب با توجه به اثر ناهمواری محیط، ساخت و ساز اطراف و میزان برف گیری بام ساختمان مطابق جدول زیر تعیین می شود:

نوع ناصیه	بام برف ریز	بام نیمه برف گیر	بام برف گیر
پرتراکم	0.9	1.0	1.1
باز	0.8	0.9	1.0

بام برف ریز: بامی است که بالاتر از محیط اطراف باشد و محافظتی از اطراف وجود نداشته باشد. درصورتی که ارتفاع دست انداز بام بیشتر از h_b باشد بام برف ریز است.



$$h \leq h_b$$

$$h_b = \frac{P_s}{\gamma_s}$$

PAPCO

Scanned by CamScanner

Subject:
Year. Month. Date. ( )

در صورتی که h بزرگتر از h_b باشد، بام را غیر توان برف ریز در نظر گرفت.

بام های برف گیر و غیر برف گیر:

بام برف گیر بامی است که از تمام جوانب یا بیش تر از مواضع متصل به آن یا مواضع اطراف من باشد. بام های غیر برف گیر و غیر برف ریز، بام های غیر برف گیر محسوب می شوند.

ناحیه پر تراکم: منظور نواحی شهری، نواحی شامل ناهواری ها و مواضع متعدد و متراکم با ارتفاع 9m و بیشتر

ناحیه باز: محدوده ای است که در آن ساختمان ها، درختان و مواضع به صورت پراکنده قرار دارند و همچنین نواحی در مجاورت دریا، دریاچه و دشت ها با پوشش گیاهی کم ارتفاع.

در بسیاری از مواقع مشخص کردن سقف هایی که تماماً در معرض باد قرار دارند دشوار است. در این شرایط طراح باید بر اساس مقاومت مهندسی بدترین حالت در نظر گرفته شود پیشنهاد می شود در این شرایط که اطلاعات دقیق در دسترس نیست ضرایب برف گیری برابر 1.0 در نظر گرفته شود.

PAPCO

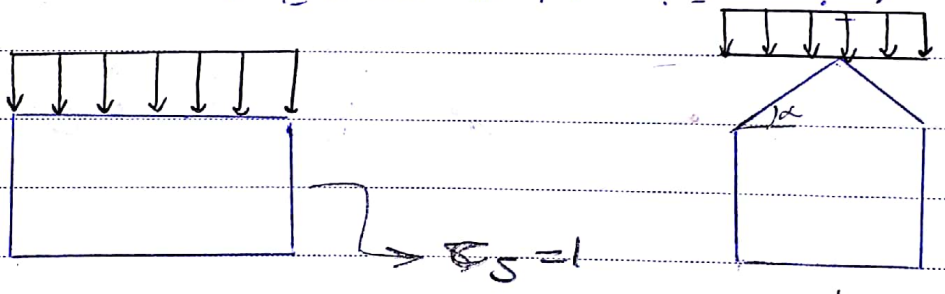
Scanned by CamScanner

ضریب C_t :

C_t	نوع ساختمان
1.0	تمامی ساختمان ها به جز موارد زیر
1.1	ساختمان هایی که هیستروزهای آن ها بالاتر از صفر درجه نگهداری می شوند
1.2	ساختمان های بدون گرمایش و ساختمان هایی که زیر آن ها باز است
1.5	ساختمان هایی که هیستروزهای آن ها زیر صفر درجه نگهداری می شود

ضریب شیب C_s :

الف) ضریب شیب در بام های تخت و شیبدار



$C_s = f$ (شرایط جغرافیایی زیر بام، شرایط سطح بام، شیب بام α)

C_s	α
1.0	$\alpha \leq \alpha_0$
$1.0 - \frac{\alpha - \alpha_0}{70 - \alpha}$	$\alpha_0 < \alpha < 70^\circ$
0.0	$\alpha \geq 70^\circ$

P4PCO

Scanned by CamScanner

Subject:

Year. Month. Date. ( )

جدول تعیین α_0 1-6-7-6

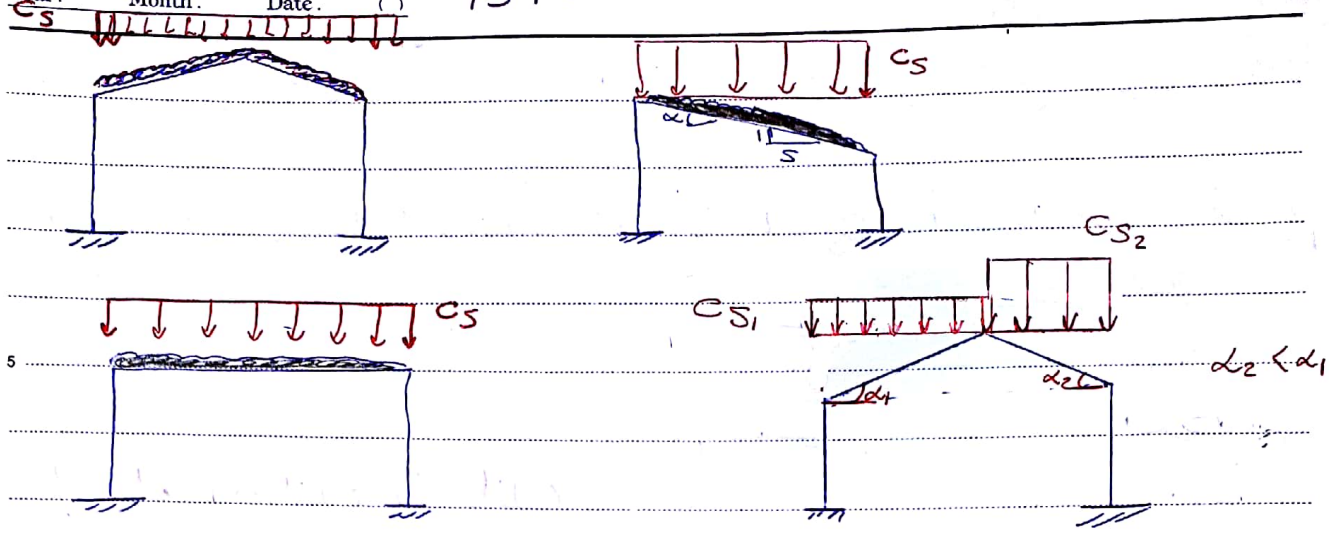
شرایط سطح بام	C_t	α_0 برحسب m
لغزنده و عدم وجود مانع در برابر لغزش برف و شرایط مناسب ریزش برف از بام	1.0	5.0
	1.1	10.0
	1.2 یا 1.3	15.0
عدم وجود شرایط لغزنده	1.0	30.0
مانع دار بودن بام	سایر	45.0

- بام های لغزنده شامل پوشش های فلزی، شیشه ای، لاستیکی، پلاستیکی و قیر اندود با سطح صاف و هموار می باشند. غشاء های دارای سطوح آجدار و ورقه های پوشش آسفالتی و چوبی لغزنده نیستند.

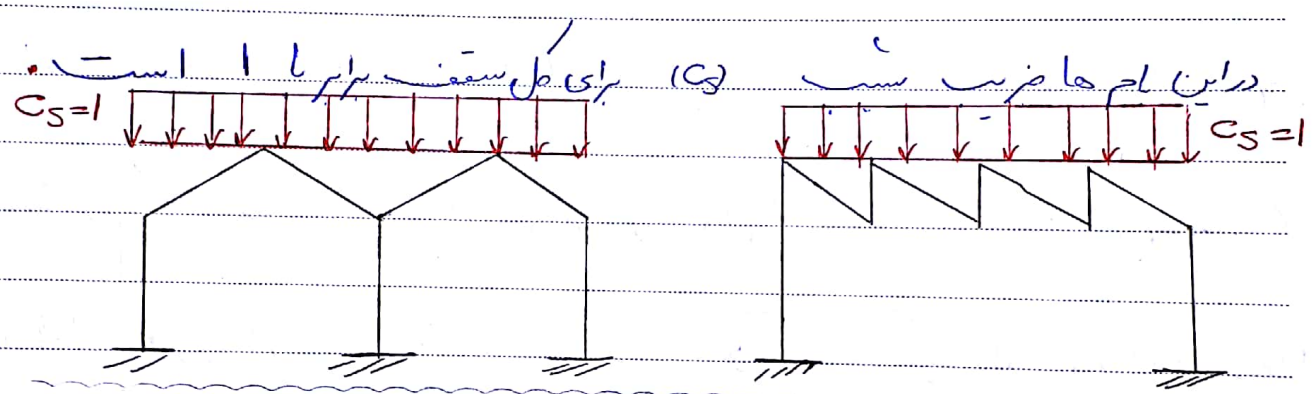
Scanned by CamScanner

Subject: 98 8 27
Year. Month. Date. ( )

43 ۴۴



ضریب شیب در بام های شیب دار دندانه ای و بام های با دهانه های متوالی

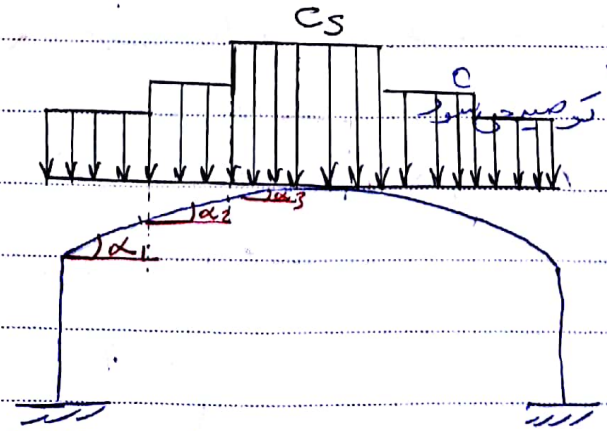


در این بام ها ضریب شیب (Cs) برای کل سقف برابر با ۱ است.

ضریب شیب در بام های قوسی

در بام های قوسی، با تبدیل قوس به وترهای معادل ضریب Cs برای هر قسمت به طور جزا اختیار می شود یعنی قوس باید به صورت یک چند ضلعی در نظر گرفته شود و ضریب شیب c

برای هریک از اضلاع برحسب زاویه ای که با افق می سازند تعیین گردد، حداقل تعداد قطعات چند ضلعی در طول قوس سه عدد است. توصیه می شود



به عنوان توصیه دهانه های 20، 30 و 40 متر بگیریم کافیست.

P4PCO

Scanned by CamScanner

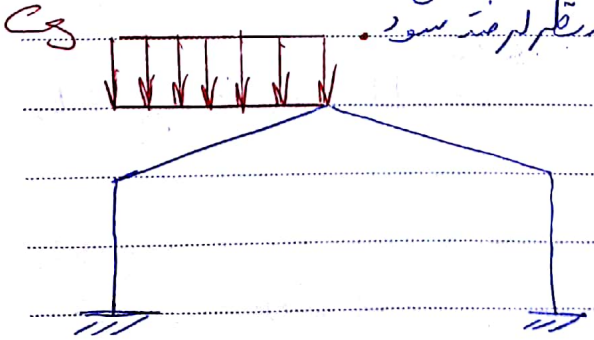
توصیه می‌شود نقاطی که سقف با شیب 30° تا 70° نقطه تاج قوس و دورتر از نقطه روی سقف تا تاج قوس که برای آنها $C_s = 1$ است جزو نقاط تقسیم باشند.

بارگذاری متوازن و نامتوازن

بارگذاری متوازن حالتی از بارگذاری برف بر روی بام ساختمان است که اثرات وزش باد یا نور خورشید که باعث افزایش یا کاهش بار برف در بخش‌های از بام می‌شود، در نظر گرفته نمی‌گردد. وزش باد یا نور خورشید بر روی بام‌ها (شیب‌دار، قوسی و ...) اغلب کاهش بار برف را در وجوه رو به باد یا رو به خورشید و افزایش این بارها را در نواحی پشتی به وجود می‌آورد. این موضوع موجب توزیع نامتوازن بار برف بر روی این نوع بام‌ها می‌شود.

* در تمیز نیروی برف اغلب وزش باد در هر جهت ممکن باید داده شود.

* بار برف نامتوازن به صورت مجزا باید در نظر گرفته شود.



$D+L+S_1$

$D+L+S$

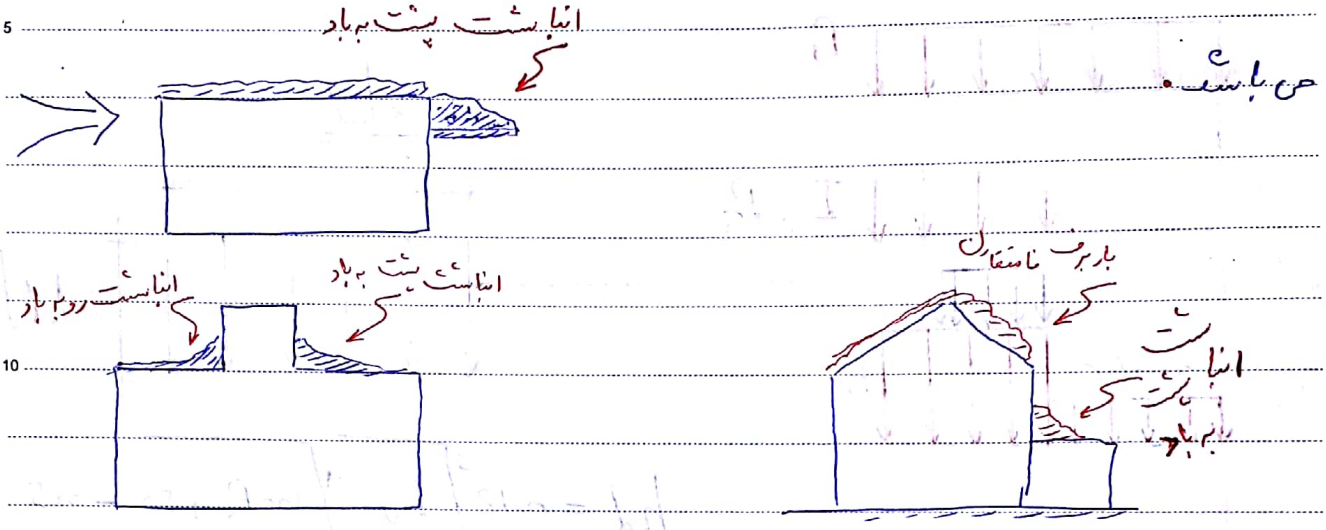
$D+L+S_2$

Scanned by CamScanner

* در نظرگرفتن بار برف نامتوازن برای بام های تخت لازم نیست.

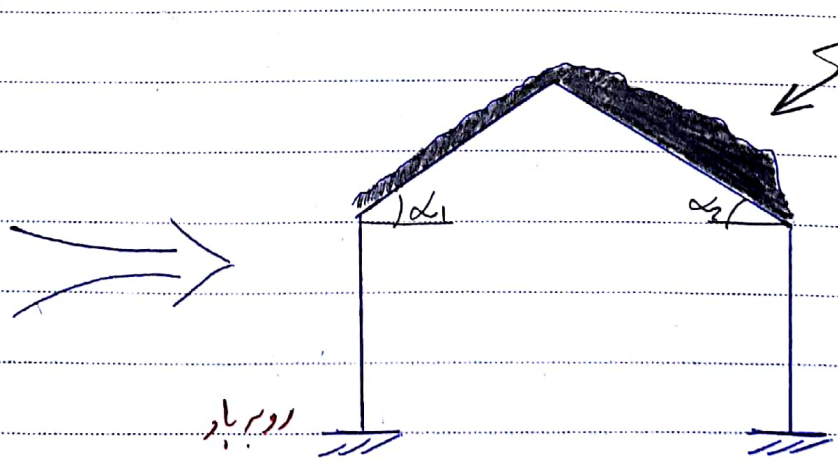
* در حالت کلی می‌توان گفت بار برف نامتوازن به‌علت اثر انباشتگی بر روی بام‌ها

می باشد.



الف: بام های شیب دار یا چندطرفه

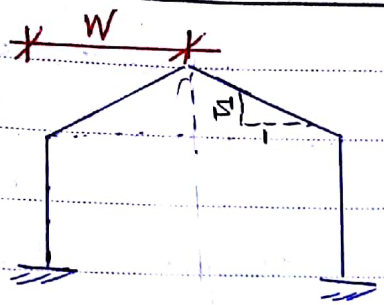
در اینگونه بام ها اگر شیب کمتر از ۱/۴ ($\alpha < 23^\circ$) و یا بزرگتر از ۶۰ درصد ($\alpha > 30^\circ$) باشد در نظرگرفتن بار برف نامتوازن ضروری نیست



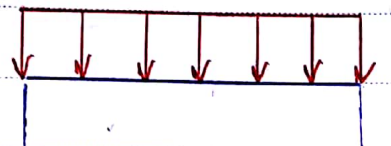
Scanned by CamScanner

Subject :

Year . Month . Date . ( )



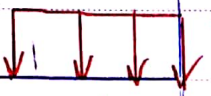
متوازن



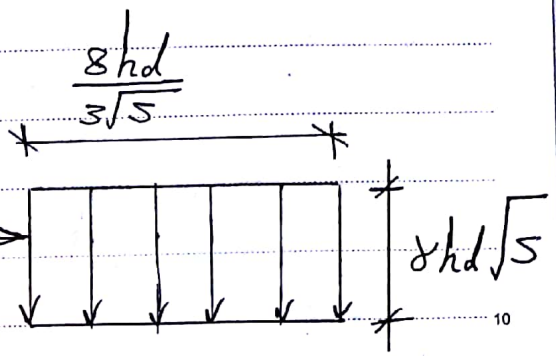
① نامتوازن

$W < 6m$

و تکیه‌گاه ساده

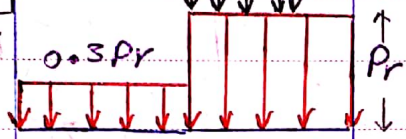


حالت ۱



② نامتوازن

سایر بام‌ها



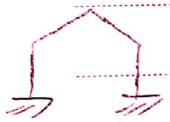
حالت ۲

$$h_d = 0.12\sqrt[3]{L_U}\sqrt[4]{100P_S + 50} - 0.5$$

$W = L_U$ ← if $W<6$ ← $W = 6m$

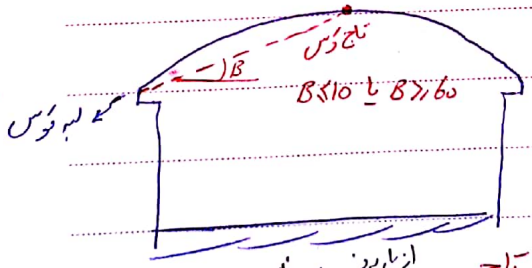
اگر $W<6$ ← $W = 6m$

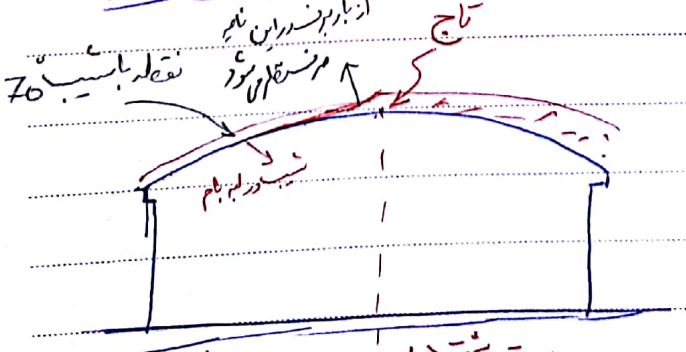
بار برف نامتوازن در بام‌های قوسی



کلیه حالات

برای بام‌های قوسی در حالت‌های نشان داده شده در شکل زیر در نظر گرفتن بار برف نامتوازن ضروری نیست.





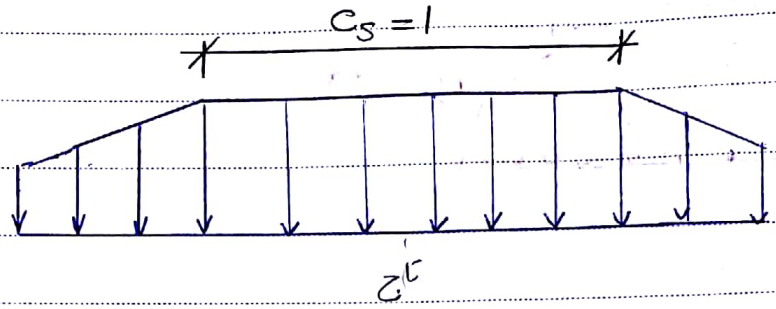
PqPCO

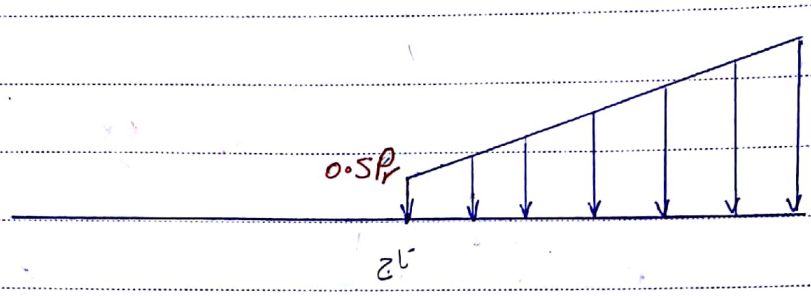
Scanned by CamScanner

Subject:

Year. 98 Month. 8 Date. 27 ۴۷

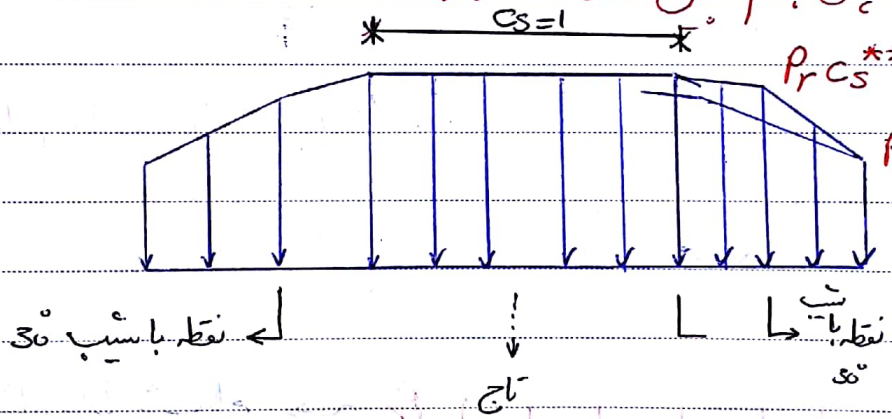
حالت اول : شیب های بام کمتر از 30°

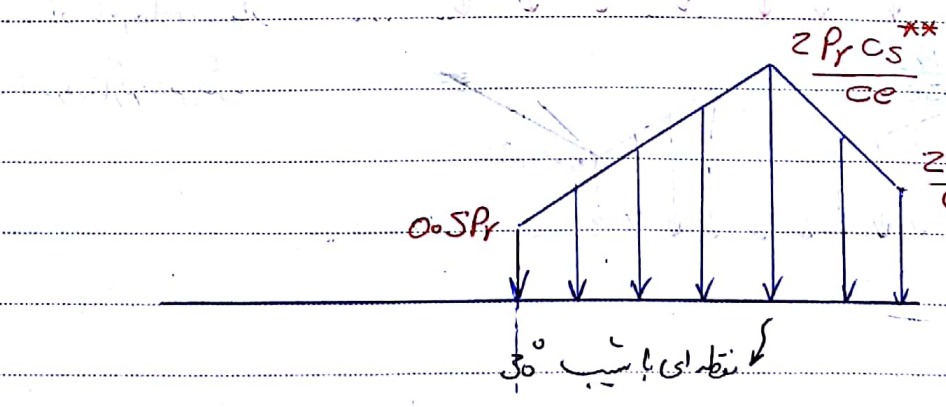




C_S^* : برای شیب های بام

حالت دوم : شیب های بام بین 30° تا 70°



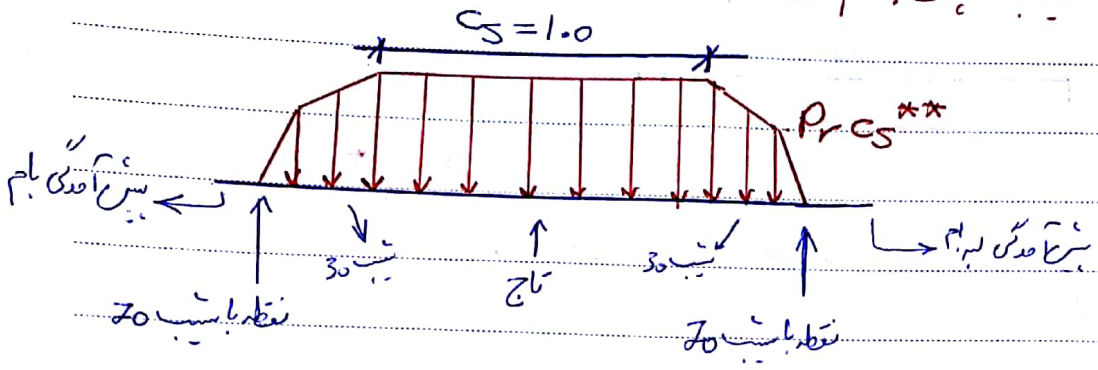


C_S^{**} برای شیب 30°

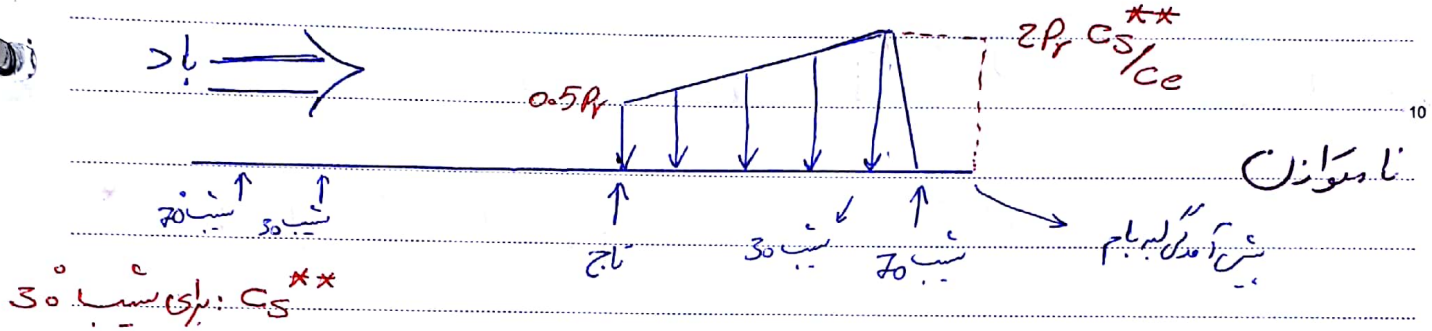
PAPCO

Scanned by CamScanner

حالت پ: شیب پای بام $\leq 7^\circ$

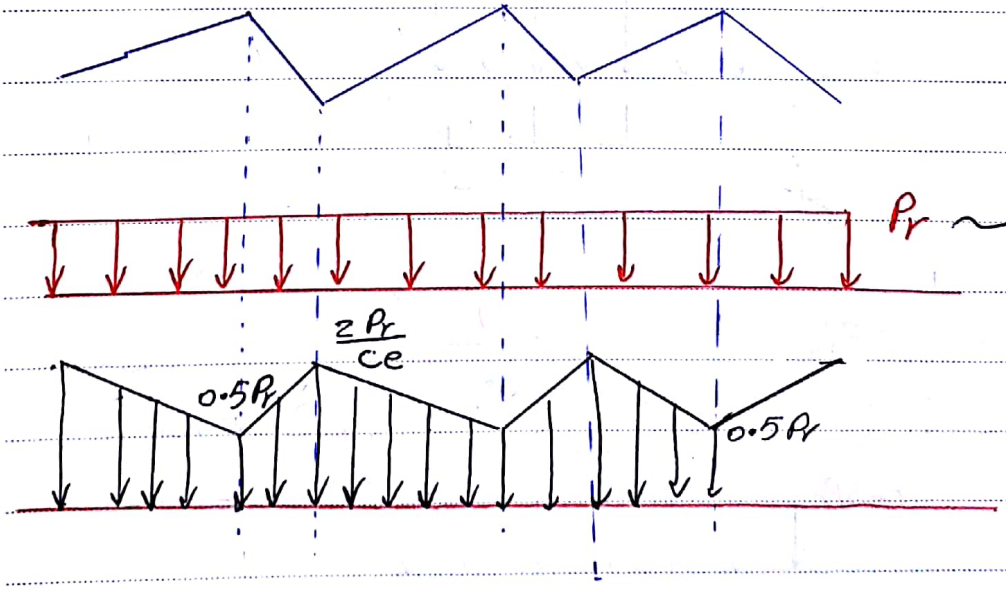


متوازن



C_s**: برای شیب 30°

بام های دندانه ای یا متوالی



مشابه شرایط پشت بام یا روبه باد بام های شیبدار دوطرفه در نظر گرفته می شود.

در آیین نامه بام ها اگر شیب بیشتر از 3٪ ($\alpha > 1.7^\circ$) باشد بار برف نامتوازن

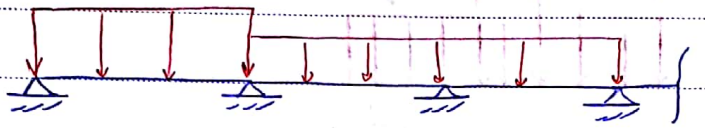
Scanned by CamScanner

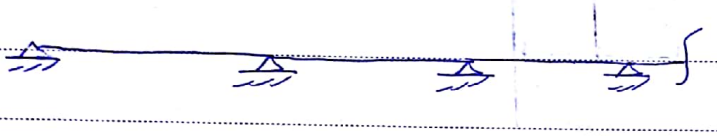
Subject:
Year 98 Month 9 Date 3/9/9

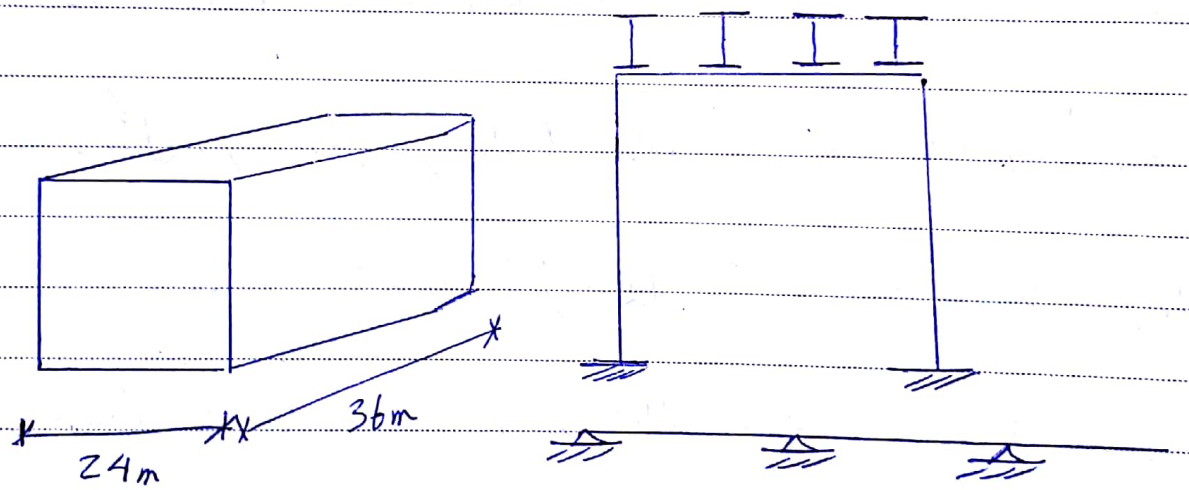
در نظر گرفته می‌شود.

بارگذاری بخشی برف

بارگذاری بخشی معمولاً به بارگذاری سطحی در بار زنده داده، برای بام‌های دارای تیرهای مقید چندگانه این بارگذاری باید لحاظ شود.





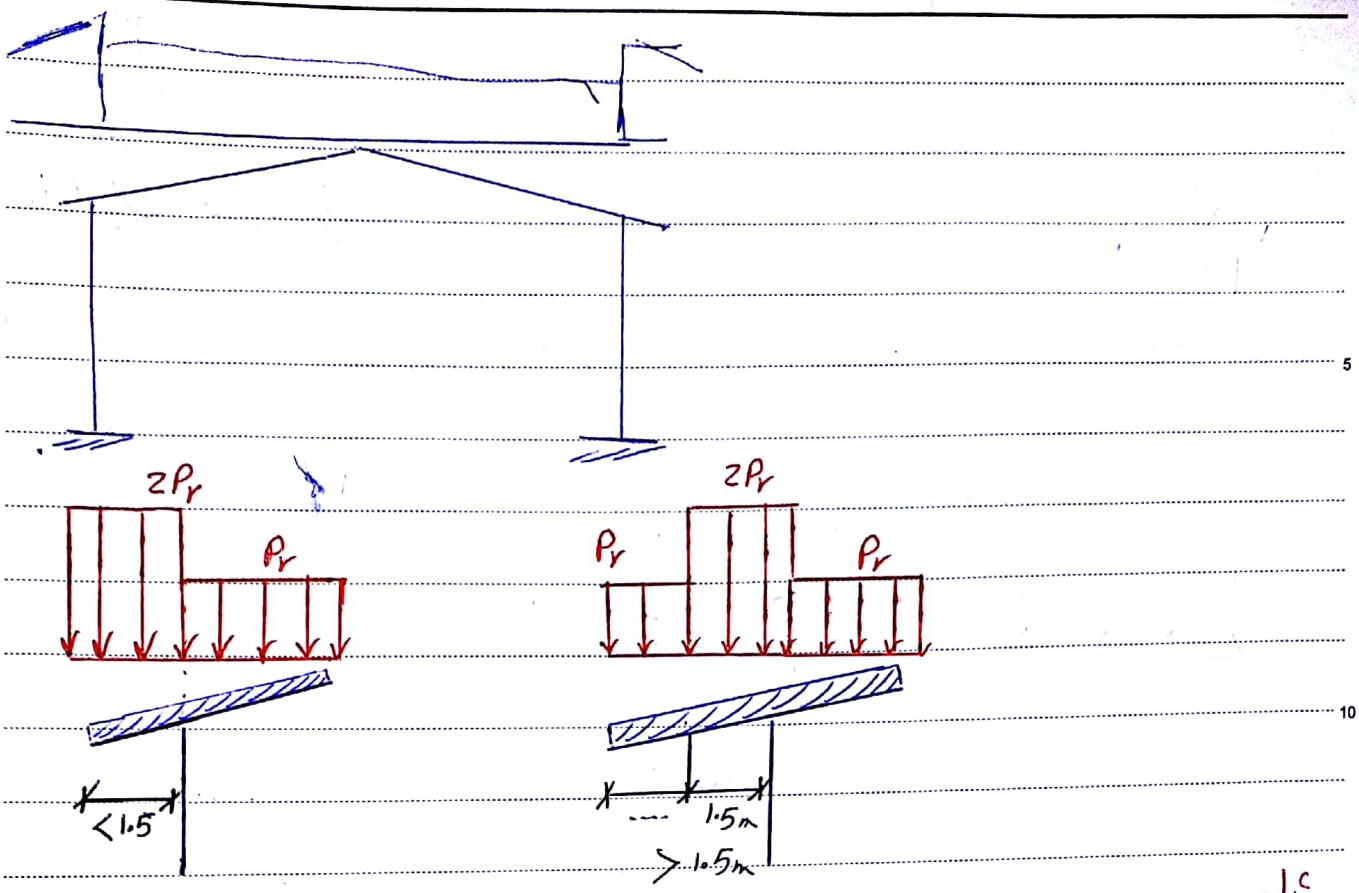


بار برف بر روی طره بام:

به صورت وجود بخش طره در کنار لبه بام بار برف به نحو قابل توجهی

در این ناحیه افزایش می‌یابد.

Scanned by CamScanner



مثال

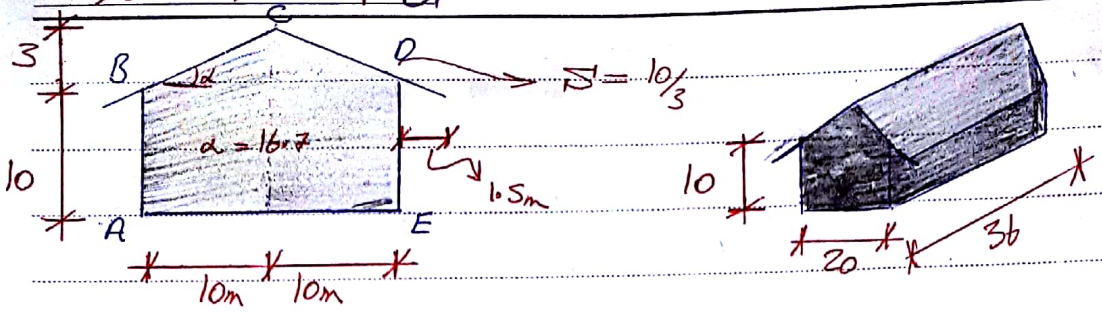
بار برف بر روی بام شیبدار دوطرفه با شیب‌های برابر، ساختمان صنعتی نشان داده شده در شکل زیر، در شهر سیرجان قرار دارد. فواصل قاب‌های ساختمانی در پلان 6m است. بار برف متوازن و نامتوازن مؤثر بر یک قاب میانی ساده را تعیین کنید.

ساختمان از تمام جهات پوشیده شده است و تنها دارای دریچه‌هایی در دو وجه خود می‌باشد. ساختمان در منطقه شهری واقع شده است و سطح بام با ورق‌های موج‌دار فلزی پوشیده شده است. هم‌چنین اطراف ساختمان تا شعاع 20m هیچ ساختمانی وجود ندارد. اسالت درجهت عرض انتخاب قاب خنثی می‌باشد.

Scanned by CamScanner

Subject:

Year. 98 Month. 9 Date. 4 01



حل سوال :

بار برف مبنا :

$P_S = 1.5\ KN/m^2$

ضریب اهمیت : $I_S = 1.0$

ضریب برف گیری : $C_e = 0.9$

ضریب شرایط دمایی : $C_t = 1.0$

ضریب شیب (C_S) :

پوشش فلزی ← شرایط بام لغزنده ← $\alpha_0 = 5.0^\circ$

$\alpha_0 < \alpha < 70$ $\quad C_S = 1 - \dfrac{\alpha - \alpha_0}{70 - \alpha_0} = 0.82$

وزن مخصوص برف :

$\gamma_S = 0.43 \times 1.5 + 22 = 2.85\ KN/m^3$

بار برف متوازن :

$P_r = I_S C_e C_t C_S P_S = 1 \times 0.9 \times 1 \times 0.82 \times 1.5 = 1.11\ KN/m^2$

نیروی وارد بر یک قاب $F_r = P_r \times B_r$ (عرض باربر) $= 1.11 \times 6 = 6.66\ KN/m^2$

بار برف طرح : $P = 2P_r = 2 \times (1 \times 0.9 \times 1 \times 1 \times 1.5) = 2.7$ بار وارده

$C_S = 1$

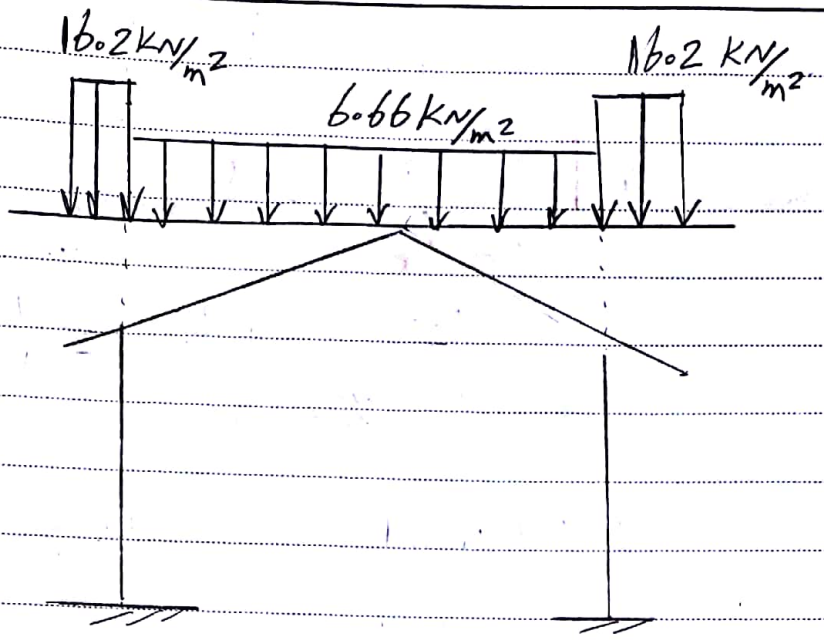
~~$F_r = 2.7 \times 6 = 16.2\ KN/m^2$~~

P4PCO

Scanned by CamScanner

Subject:

Year. Month. Date. ( )



بار برف نامتوازن

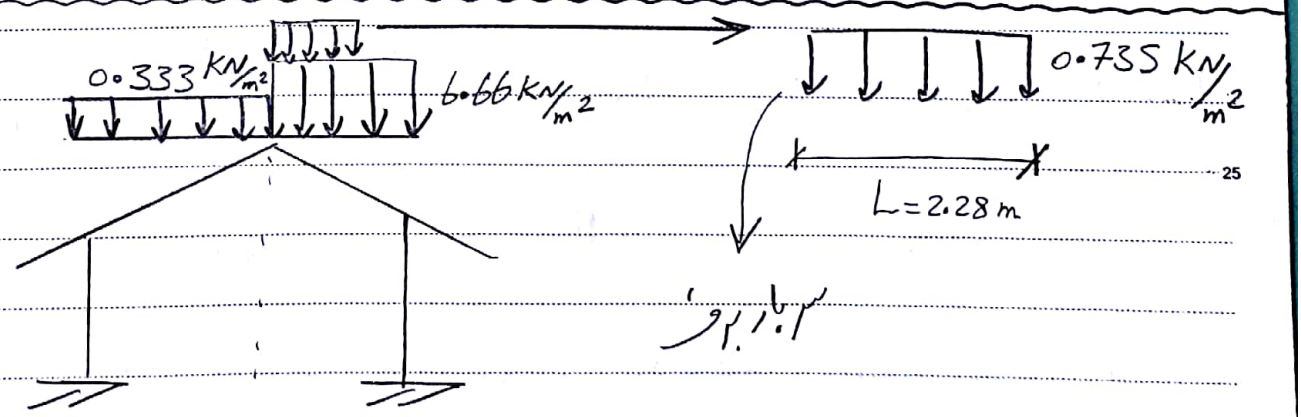
$2.3 < \alpha < 30.1$ ← بار برف نامتوازن باید در نظر گرفته شود.

$W = L_U = 10\,m \qquad h_d = 0.12\sqrt[3]{10}\sqrt[4]{100\rho_s + 50} - 0.5 = 0.47\,m$

بار یکنواخت بار $= 0.3\rho_r = 0.3 \times 1.11 = 0.333\ KN/m^2$

بار برف مثلثی $= \dfrac{h_d \gamma_s}{\sqrt{5}} = \dfrac{0.47 \times 2.85}{\sqrt{\frac{10}{3}}} = 0.735\ KN/m^2$

طول بار برف مثلثی $= \dfrac{8}{3} h_d \sqrt{5} = \dfrac{8}{3} \times 0.47 \times \sqrt{\dfrac{10}{3}} = 2.28\,m$



بار برف نامتوازن

P4PCO

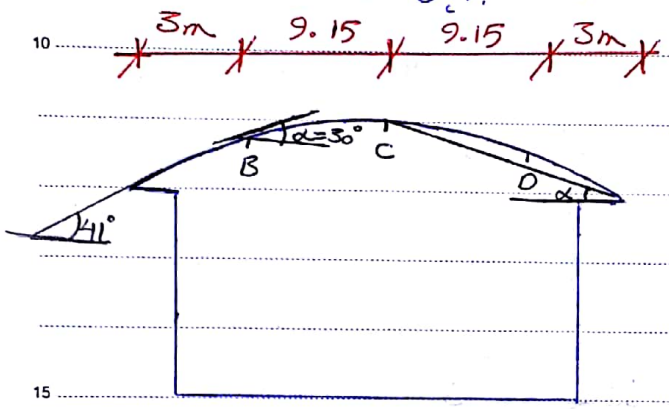
Scanned by CamScanner

Subject:

Year. 98 Month. 9 Date. ۱۱ آذر

بار برف سقف بام قوسی

بار برف متوازن و نامتوازن روی بام قوسی سالن آمفی تئاتر 450 نفره که در یکی از شهرهای تهران واقع شده را محاسبه نمایید. ارتفاع تاج قوس نسبت به پای قوس 4.65m و دهانه قوس 24.3m است. سقف ساختمان به صورت یکپارچه است و از ورقه‌های چوبی با عایق رطوبتی و حرارتی پوشیده شده است. اطراف ساختمان فضای سبز چمن است.



شیب در B و D ← 30° R

تعیین بار برف مبنا:

تهران ← منطقه با برف سنگین $P_S = 2 kN/m^2$

ضریب اهمیت ساختمان، $I_S = 1.1$

" برف گیری $C_e = 1.0$ (درجه التهابی بام غیر برف گیر در نظر گرفته شده است)

" شرایط دمایی، $C_t = 1.0$

" " شیب لبه بام قوسی C_S ، $30 < \alpha < 70°$

با توجه به نوع پوشش بام، پوشش سقف غیر لغزنده محسوب می‌شود،

Scanned by CamScanner

$C_t = 1$, $\alpha = 30^\circ$ OTB $\alpha < \alpha_0 = 30 \longrightarrow C_S = 1$

برای نقطه E $\longrightarrow \alpha_0 < \alpha < 70 \longrightarrow C_S = 1 - \frac{\alpha - \alpha_0}{70 - \alpha^\circ} = 0.725$

وزن مخصوص برف

$\gamma_S = 0.43 \times 20 + 2.2 = 3.06 \ kN/m^3$

تعیین بار برف متوازن

OTB : $P_r = I_S \times C_e \, C_t \, C_S \, P_S$

$= 1.1 \times 1 \times 1 \times 1 \times 2 = 2.2 \ kN/m^3$

A نقطه : $P_r = 1.1 \times 1 \times 1 \times 0.725 \times 2 = 1.61 \ kN/m^2$

بار برف نامتوازن :

از آنجاکه $10^\circ < \beta < 60^\circ$ $\longrightarrow$ بار برف نامتوازن باید در نظر گرفته شود.

$C_S = 1$ در نقطه C $= 0.5 P_r = 1.1 \ kN/m^2$

$C_S = 1$, $\alpha = 30$ $O \nu = \frac{2 P_r}{C_e} = \frac{2 \times (1.1 \times 1 \times 1 \times 1 \times 2)}{1} = 4.4 \ kN/m^2$

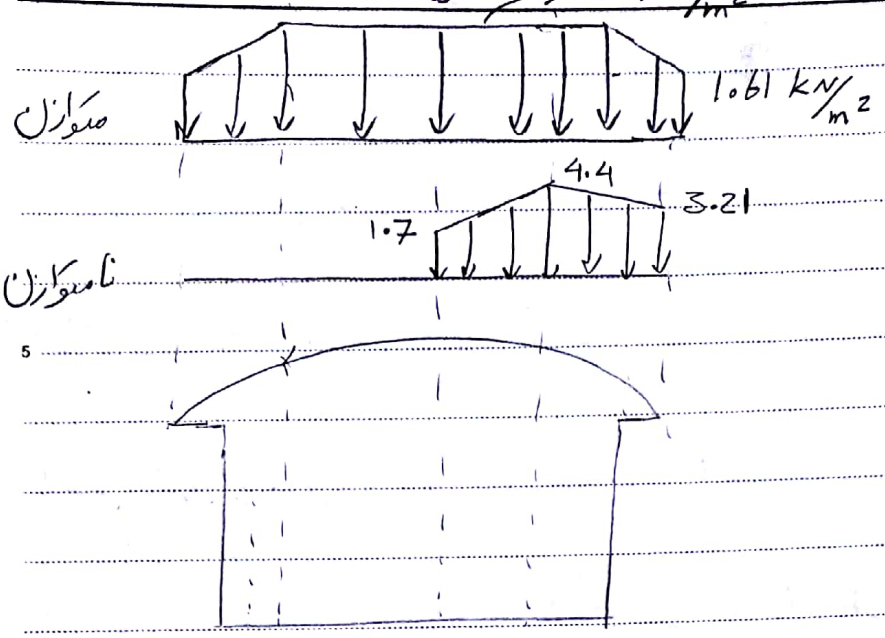
$\alpha = 41$ E $\nu = \frac{2 P_r}{C_e} = \frac{2 \times (1.1 \times 1 \times 1 \times 0.725 \times 2)}{1} = 3.21$

$C_S = 0.725$

Scanned by CamScanner

Subject:

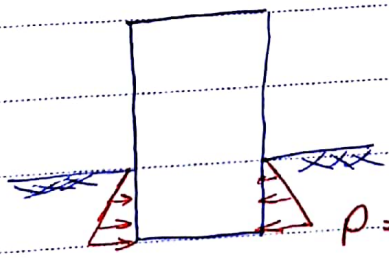
Year. 98 Month. 9 Date. 11



فشار خاک

قسمتی از ساختمان که در زیر زمین قرار دارد از طرفین تحت تأثیر فشار جانبی خاک قرار دارد.

فشار جانبی خاک از تئوری رانکین محاسبه می‌شود. برحسب نوع فشار جانبی خاک می‌توانند حالت Active یا Pasive باشد. اما هنگامی که فشار جانبی خاک توسط سیستم حائلی تحمل شود که به سقف‌های سازه متصل است هوا می‌توان فشار خاک در حالت سکون را در طراحی لحاظ کرد. (K_0)



$P = K\gamma h$ $\quad K \begin{cases} k_0 \\ k_a \\ k_p \end{cases}$

از نظر فشار خاک ساختمان‌ها به دو دسته محصور شده و محصور نشده تقسیم می‌شوند