

۱) ارتعاش آزاد سه بدون میرایی ۳۱

انتشارات آل یاسین (۲) " " " " " " ۳۲

۳) ارتعاش آزاد میرایی " " " " " " ۳۵

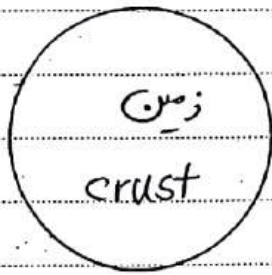
۴) " " " " " " " " " " " " ۳۹



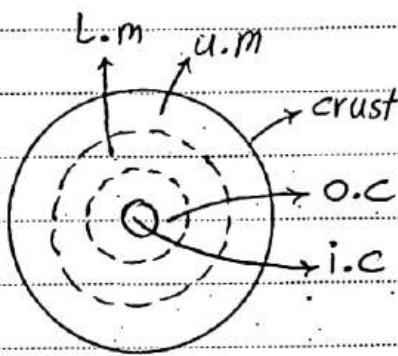
زلزله

- آمار لرزه‌های دنیای زمین ۳۳
- خواص مصالح ساختمانی با نیروی دینامیکی خارجی ۳۴ (میرایی - سختی)
- محادله تبادلی دینامیکی ۳۶
- ارتعاش آزاد ۳۷
- مثال (زمان تناوب T) ۳۸
- محادله ارتعاش آزاد میرایی ۳۱
- محادله ارتعاش آزاد میرایی ۳۲
- انواع موج میرایی (P) ۳۳ استادارجمند:
- رفتار سازه تحت بار دینامیکی میرایی ۳۵
- مثال محاسبه تغییر مکان بدون میرایی ۳۶ حسینی
- مثال پاسخ به سیستم یک درجه آزادی ۳۷
- روابط محاسبه سختی ۳۸
- پاسخ به بار لرزانی دینامیکی م و مدول کردن با زلزله ۳۹
- سیستم چند درجه آزادی ۴۲
- تغییر مکان نبشی ۴۳
- محاسبه قده سازه (کوتاه - بلند - متوسط) ۴۴
- فرمول های محاسبه $L, Q(t), q(t), \phi(t)$ ۴۵
- مثال فرکانس طبیعی سازه (u) ۴۷
- روش رابلی ۴۸
- محادله مشخصه ۴۹
- مثال حل به روش رابلی ۵۷
- روابط مقادیر مودهای سیستم چند درجه آزادی ۵۹
- مثال بدست آوردن ϕ_n ۶۱

ساختار زمین :



1 پوست (crust) (1. - 65 km) - اقیانوسی (فوق قاع کف) - قاره‌ای



2 حبه (mantle) - بالایی - جامد - upper mantle - پایینی - چسبکی - lower mantle

3 هسته (core) - مایع - outer core - جامد - inner core

تئوری زمین ساخت (تکتونیک زمین): زمین از 4 صفحه اصلی تشکیل شده است.

* چرا صفحات نسبت به هم حرکت می کنند؟

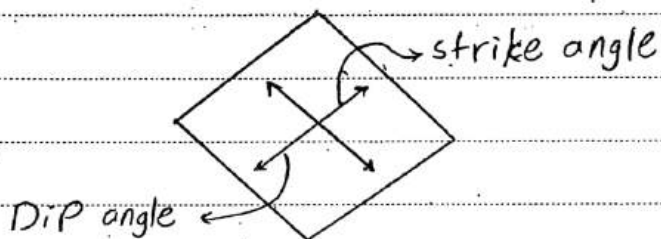
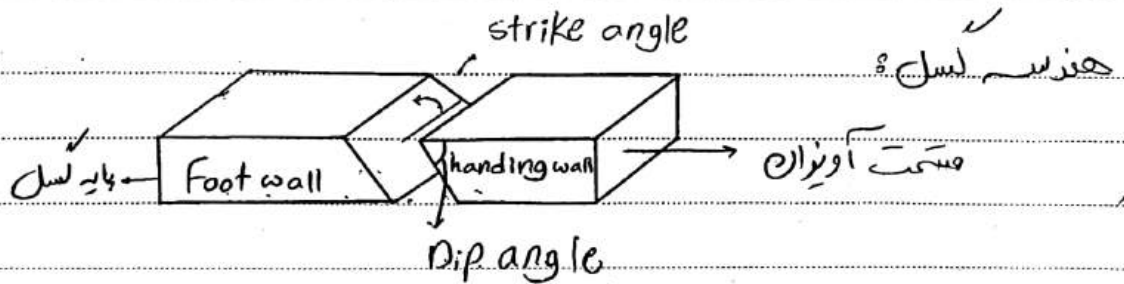
1 جریا همرفت تریو مکانیکی داخل حبه

2 فعل و انفعالات رادیواکتیو

3 جاذبه مواد سنگی به داخل هسته و گسترش هسته

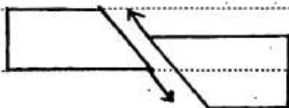
4 پوسته زایی زمین به دلیل فعالیت های آتشفشانی

گسل: فعل مشتق صفحات که می توانند حرکت کنند گسل نام دارند.

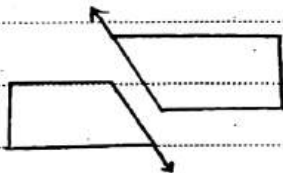


انواع لسل

۱) لسل نرمال (تشنه کشی): آزاد شدن انرژی، جهت تراست



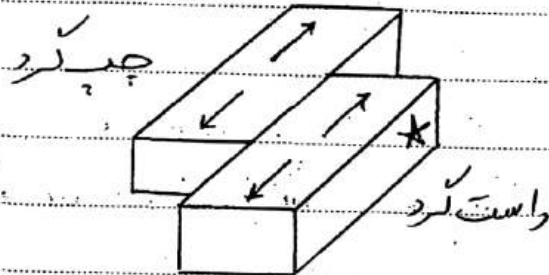
۲) لسل معکوس (تشنه فشاری): آزاد شدن انرژی، جهت تراست



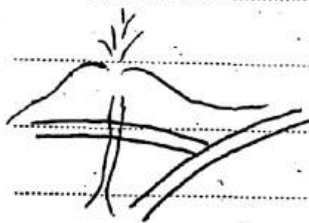
لسل تراست (trust):



3) لسل امتداد لفسر (strike-slip) (شش برشی):



subduction: حرکت یک صفحه به زیر صفحه دیگر را میگویند.



subducting plate

over

* پوسته اقیانوسی به زیر پوسته قاره آغزا رود

* پوسته قاره با قاره تشکیل کوه می دهند

انواع لرزه:

1) حرکت قوی زمین یا زمین لرزه

2) زلزله های با منشأ فابیداری زمین - منابع ها استفسانی

3) زلزله های آتفای - ناشی از سافت و ساز، سازدهای تغییر سدها و شروکها

$$W_1 = V_{an} \times 9 \times 4 \times 5 + 0.12 (2.0) \times 9 \times 4 \times 5 = 199.8 \text{ ton}$$

$$W_2 = V_{an} \times 4 \times 5 \times 4 + 0.12 (2.0) \times 4 \times 5 \times 4 + 5.0 \times 5 \times 4 \times 4 + 0.12 (10) \times 5 \times 5 \times 4 = 178.3 \text{ ton}$$

$$W_3 = V_{an} \times 4 \times 5 \times 4 + 0.12 (2.0) \times 4 \times 5 \times 4$$

$$W = 5.0 \times 4 \times 5 \times 4 + 0.12 (10) \times 4 \times 5 \times 4 = 42.1$$

Subject

Date

(4)

امواج لرزه ای

(1) امواج سطحی:

الف) لایه وقتی ایجاد می شوند که یک لایه نرم روی یک لایه سخت قرار گیرد. امواج SH در لایه نرم گسترده و از آنرا گشت آبخار سطحی امواج لایه ای (می شوند).

ب) ریلی (P+SV) در نزدیکی سطح زمین ایجاد می شوند. دامنه زیاد را ایجاد می کند. بسیار مخرب هستند. حرکت بیضوی دارند.

(2) امواج حجمی:

الف) امواج S (برشی، ثانویه):

الف) SH (برشی افقی): جهت حرکت ذرات عمود بر جهت انتشار موج.
الف) SV (برشی قائم): جهت دو ضلع موجی که توسط دستگاه لرزه نگار ثبت می شوند در سیالات منتشر نمی شود.

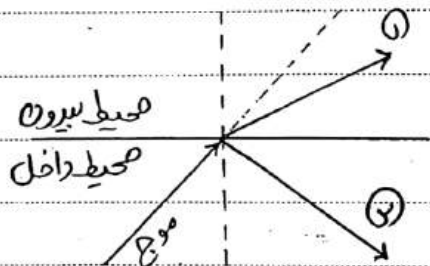
ب) امواج P (فشاری، اولیه): جهت حرکت ذرات با جهت حرکت ذرات همسو می باشد و سرعت زیادی دارند و اولین موجی که دستگاه لرزه نگار ثبت می کند امواج P هستند.

5

Subject: _____

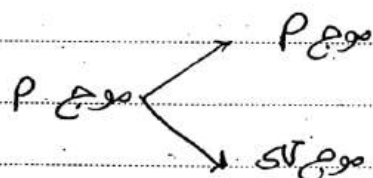
Date _____

امواج در بر خور با سطح جری در محیط:

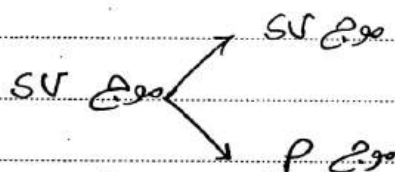


(1) انکسار (refraction)
(2) انعکاس (reflection)
(3) جذب (absorb)

هنگام عبور امواج به محیط دیگر:



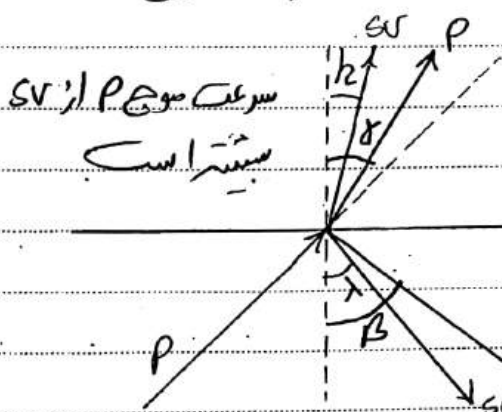
انکسار و انعکاس



انکسار و انعکاس

SH موج → SH

انکسار و انعکاس

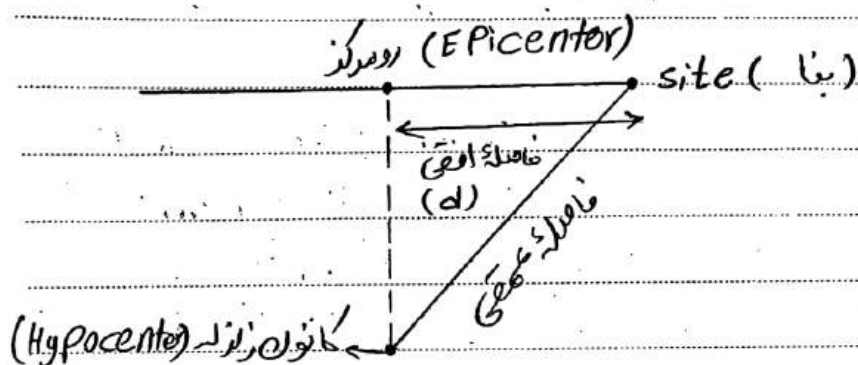


مثلاً موج P هم می تواند انکسار و انعکاس شود
و هم می تواند انکسار و انعکاس SV شود

$$\sin \alpha = \sin \beta \rightarrow \alpha = \beta$$

$$\frac{\sin \alpha}{v_p} = \frac{\sin \beta}{v_p} = \frac{\sin \gamma}{v_{sv}} = \frac{\sin \lambda}{v_{sv}} = \frac{\sin h}{v_{sv}}$$

P4PCO



Δt اختلاف زمانی رسیدن موج P و موج S

$$d = \frac{\Delta t (P-S)}{\frac{1}{v_s} - \frac{1}{v_p}}$$

v_p سرعت موج P

v_s سرعت موج S

d_1 لرزه‌نگار ①

d_2 لرزه‌نگار ②

d_{cs} لرزه‌نگار ③

از محل لرزه‌نگارها دایره‌های به شعاع d_1 ، d_2 و d_{cs} محل تقاطع دایره‌ها (Epicenter) را مشخص می‌کنند.

لرزه‌نگار در مرکز قرار می‌گیرد

①

Subject
Date

اصول مهندسی زلزله و بارها

مهندسی زلزله - طراحی سازه ها (برای عمران)
لرزه شناسی - زمین شناسی

بارم بنده نمرات

امتیاز پایه ترم ۱ نمره + تمرینات ۱ تا ۱۰ نمره + پروژه ۲۶۳ نمره +

بهترین جزوه ۲ نمره

مهندسی زلزله ۱.۵ ساعت لرزه شناسی ۰.۵ ساعت
بار ۲ تا ۱ جلسه پروژه با نرم افزار seismo signal ۲۶۳ جلسه

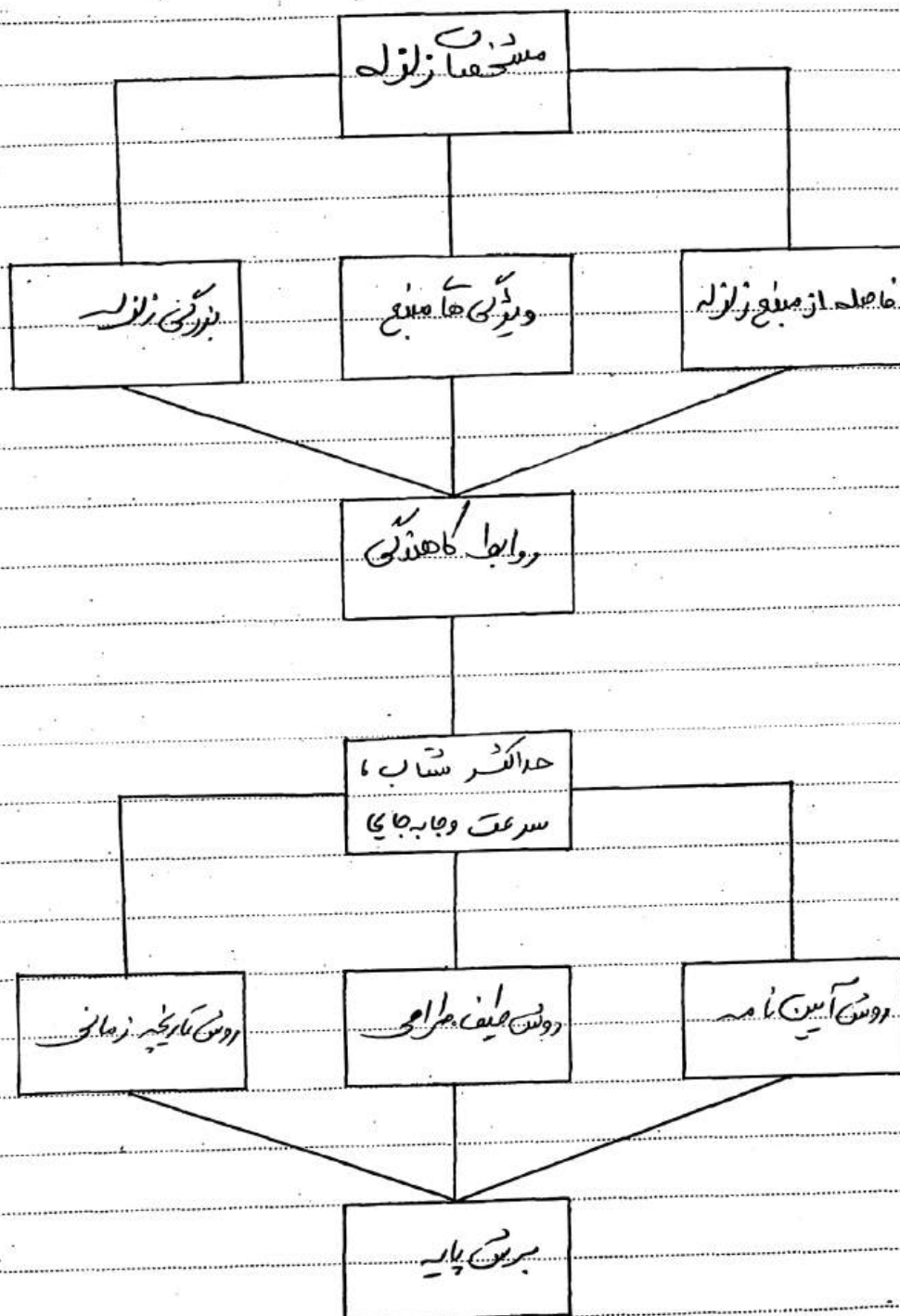
Books:

منابع:

1. the seismic design handbook: Farzad Nailem
2. Earth quake Engineering. Bozorgnia & Berto
3. Earth quake Engineering; chen
4. structure dynamic; chopra
5. Geotechnical earth quake Engineering; kramer

webs:

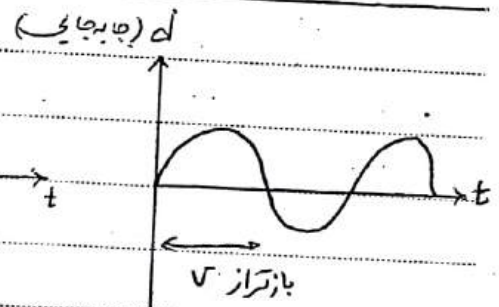
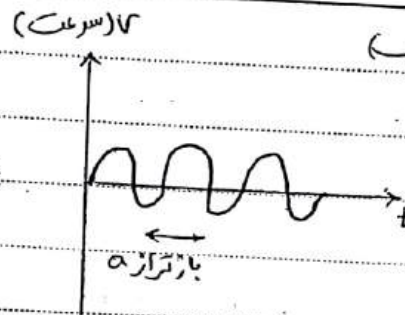
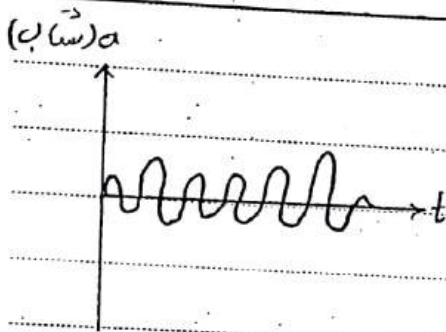
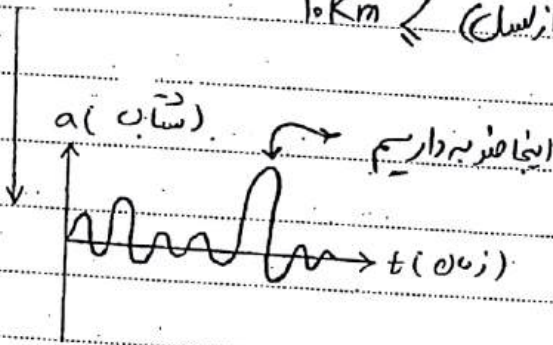
PEER; SEAOC, USGS
NCEER, EERI, FEMA



① near field (نزدیک فیلد) $1.0 \text{ km} \gg$ نیردی پالس یا ضربیه زیاد است
سکان قائم نیز زیاد است

② far field (دور از فیلد) $1.0 \text{ km} \leq$

✓ فاصله از منبع نزله



✓ «رکورد سکان»

✓ «رکورد سرعت»

✓ «رکورد جابجایی»

$$F = ma$$

$$E = \frac{1}{2} m v^2$$

$$d F = k \Delta x$$

طیف بندی از نظر اهمیت

① آشنایی

سازه های با اهمیت خیلی زیاد

سازه های خیلی شدید و شدید

سازه های با اهمیت زیاد

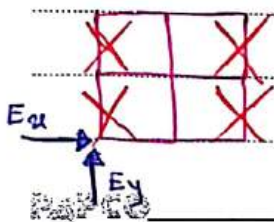
سازه های با اهمیت متوسط

سازه های متوسط و ضعیف

سازه های با اهمیت کم

② خاصیت نیروهای ناشی از زلزله: در جهت x و y

در جهت x و y



$$D + \frac{1}{2} L \pm \frac{1}{2} L (\pm E_x \pm \frac{1}{2} E_y)$$

$$D + \frac{1}{2} L \pm \frac{1}{2} L (\pm E_y \pm \frac{1}{2} E_x)$$

در راستای x

در راستای y

$$\begin{cases} D + \frac{1}{2} L \pm \frac{1}{2} E_x \\ D + \frac{1}{2} L \pm \frac{1}{2} E_y \end{cases}$$

در جهت x

ساختارهایی که پلان نامنظم دارند باید E_p و E_c را جدا در نظر گرفت یا بدون E_c که در محل تقاطع در سیستم بار جانبی متفاوت هستند (در راستای x و در راستای y)

- ۱- سازه‌های منظم با ارتفاع کمتر از ۵۰ متر
۲- سازه‌های نامنظم تا طبقه و ارتفاع کمتر از ۱۸ متر
۳- سازه‌هایی که بخشی جانبی قسمت فوقانی آن در یک محور محسوبی از بخشی جانبی قسمت تحتانی آن دالیز باشد به تدریج تدریجی

الف - هر یک از در قسمت سازه به تنهایی منظم باشند.
ب - بخشی متوسط طبقان تحتانی حداقل ده برابر بخشی متوسط طبقان فوقانی می‌باشند.
ج - زمان تذبذب اصلی نوسان کلی سازه بیشتر از یک و یک‌دهم برابر زمان تذبذب اصلی قسمت فوقانی یا عرض این که این قسمت جدا در نظر گرفته نشود و برای آن گیردار فرض شود، نباشند.

* طراحی سازه

۱) روش آیین نامه یا الاستیک خطی یا روش شبه استاتیکی

۲) روش این روش و آنالیز بر اساس معادله

$$V = C \cdot W$$

C = ضریب طرح استاندارد

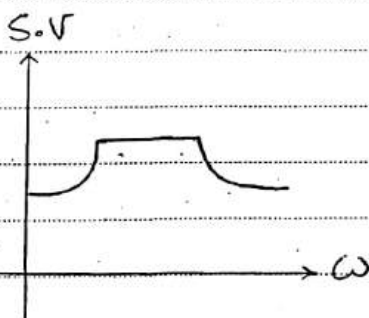
A = نسبت مساحت مساحت

B = ضریب بازتاب

I = ضریب اهمیت

R = ضریب رفتار

$$C = \frac{A \cdot B \cdot I}{R}$$



$$V = C \times W$$

$$V_{min} = A \cdot I \cdot W$$

$$C = \frac{A \cdot B \cdot I}{R}$$

$$C = \frac{A \cdot B \cdot I}{R}$$

$$C = \frac{A \cdot B \cdot I}{R}$$

$$C = \frac{A \cdot B \cdot I}{R}$$

$$C = \frac{A \cdot B \cdot I}{R}$$

$$C = \frac{A \cdot B \cdot I}{R}$$

$$C = \frac{A \cdot B \cdot I}{R}$$

$$C = \frac{A \cdot B \cdot I}{R}$$

$$C = \frac{A \cdot B \cdot I}{R}$$

$$C = \frac{A \cdot B \cdot I}{R}$$

$$C = \frac{A \cdot B \cdot I}{R}$$

$$C = \frac{A \cdot B \cdot I}{R}$$

$$C = \frac{A \cdot B \cdot I}{R}$$

a

a

a

t

t

t

نامنظم

تابع سینوسی

تابع سینوسی

$$B = 1 + S(T_{T_0}) \quad 0 < T < T_0$$

برپایه دینامیکی معادله

$$B = 1 + S \quad T_0 \leq T < T_5$$

$$B = (1 + S) \left(\frac{T_5}{T} \right)^{1/4} \quad T \geq T_5$$

معمولی ۱۴ این نام
T = برپایه دینامیکی معادله

$$T = 0.18 H^{1/4} \quad \text{معمولی ۱۴ این نام}$$

$$T = 0.17 H^{1/4} \quad \text{معمولی ۱۴ این نام}$$

$$T = 0.15 H^{1/4} \quad \text{معمولی ۱۴ این نام}$$

چنانچه در جدولی میان قابی و دانی برای حرکت قابی و ایجاد دانه مقدار T برابر است با ۸۰٪ معادله عنوان شده قبلی در نظر گرفته می شود.
(معمولی ۱۴ این نام)

Subject

Date

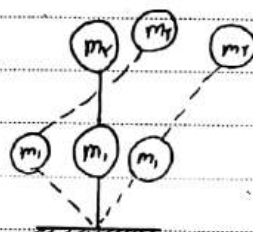
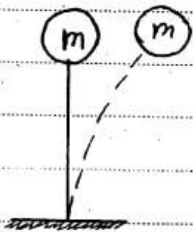


۷) روش طیف مایه یا الاستیک خطی یا روش شبه دینامیکی یا روش طیف طرح ویژه ساختمان

ویژگی این روش و آنالیز بر اساس موارد بیشتر

۳) روش مایه زحانی - آنالیز عددی

۷) روش تغییر شکل یک سیستم دانی از یک بندری خارجی



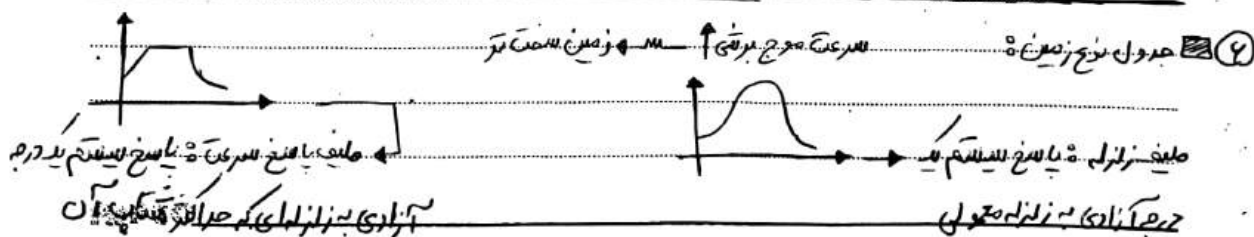
یک درجه آزادی و یک مورد

دو درجه آزادی و دو مورد

در حالت آزادی برای حالات امپلگی اهتزاز برای حالات دینامیکی معادلات اسکودر دینامیک علاوه بر جسم و نیروی

و بارده جسم مهم اسکودر حالات دینامیکی تعداد جرم های که ساز را تشکیل می دهند و جهت آن را مشخص می کنند و جرم

آن را جرم جسم را مشخص می کنند (درجه آزادی) هر جرم را درجه آزادی محسوب می شود



و اسکودر

طیف بازتاب B به مقدار طیف ارتعاشی شتاب کلی برای شتاب g می باشد و منسوب A مقدار منسوب شتاب است که برای این طیف شتاب به صورت زیر تعریف می شود:

$$S = A = B \times A \times g$$

به جای استفاده از روابط تجربی یادشده می توان از زمان تناوب اصلی نوشتن شتابمان (T) را با استفاده از روش های تحلیلی و یا رابطه $T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}}$ را محاسبه نمود ولی مقدار آن نباید از ۱.۲۵ برابر زمان تناوب بدست آمده از رابطه ی تجربی بیشتر اختیار شود.

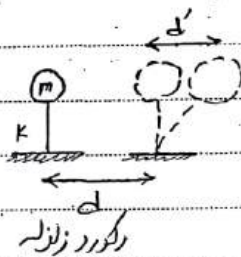
Subject _____
Date _____

(9)

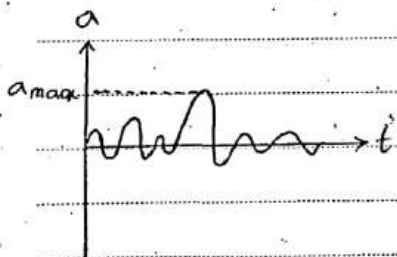
amplitud دامنه

duration مدت زمان زلزله چارامترها هم زلزله

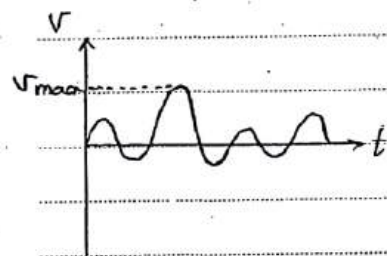
frequency content محتوای فرکانسی



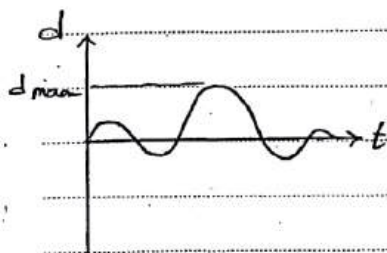
PGA ← حرکت شتاب
PGV ← حرکت سرعت
PGD ← حرکت جابجایی



$$F = ma \rightarrow F_{max} = m \cdot a_{max}$$



$$E = \frac{1}{2} m v^2 \rightarrow E_{max} = \frac{1}{2} m (v_{max})^2$$



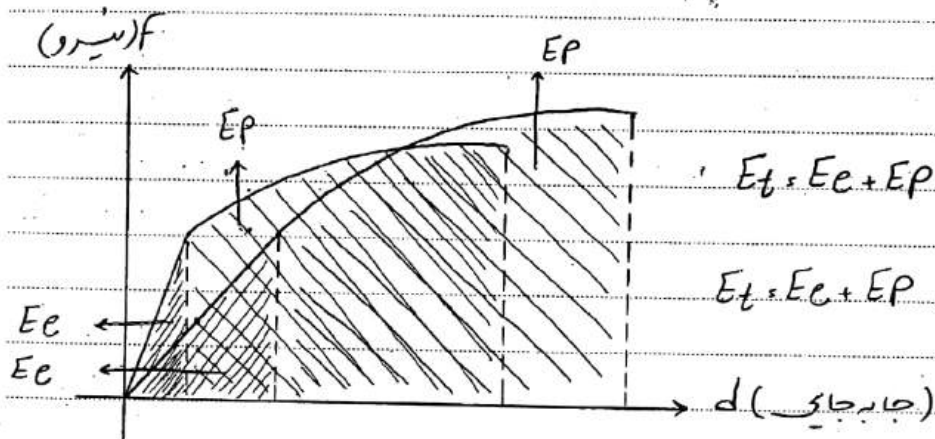
$$E = \omega \cdot F \cdot d \rightarrow \omega_{max} \cdot F \cdot d_{max}$$

- ۸ سوال مفهومی:
- آیا در مورد سازه های زیرسی توان از روش استاتیکی معادل استفاده نمود؟ کتاب ۵۸
- ۱- محضی متوسط طبقات اول در درم 500 Ton/cm
 - ۲- محضی متوسط طبقات سوم تا هفتم 50 Ton/cm
 - ۳- زمان تناوب اصلی کل سازه 0.75
 - ۴- زمان تناوب اصلی قنیت فوقانی با فرض اینکه گیردار 0.55

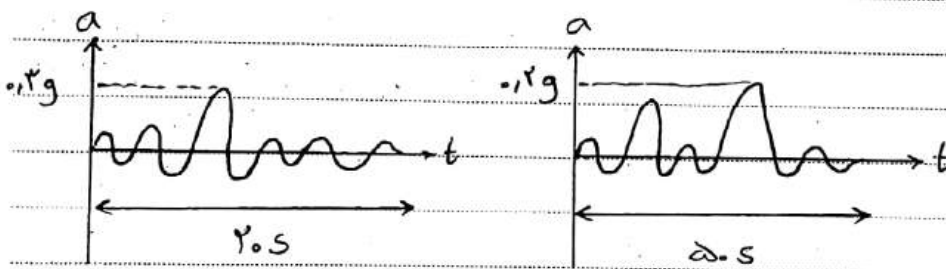
۷

Subject
Date

تأثیر زلزله بر شدت زلزله و آسیب پذیری



نیروی گشت که آ سازه زودتر مستطیل می شود



در سازه های با پلاستیک می اندازد زودتر به فاز پلاستیک می اندازد

نقطه هر حرکت ارتعاشی یک فرکانس یا دوره رفت و برگشت دارد

۹ سوال:

$T = 0.7 \times H^{\frac{1}{4}} = 0.7 \times 25^{\frac{1}{4}} = 0.7 \times 2.5 = 1.75 \text{ s}$ (ب) $B = 1 + 0.7 \times 2.5 = 1.75$

در یک ساختمان قاب خمشی بتنی با ارتفاع ۲۵ متر در دو حالت قاب درون و بیرون میان قاب مقدار نیرو در سازه را بدست آورید.

اگر مدل کامپیوتری مقدار نیرو در سازه را در حالت بیرون میان قاب برابر با (۱.۰۲) نشان دهد برای تعیین ضریب ضریب اهمیت سازه (ن)

با ضریب پایداری به نیروی استفاده شود

$C = \frac{AB(I)}{R}$

* نکته: توزیع نیروی جانبی الزام در پلان ساختمان: منتهی ۲۳٪

اگر مقدار پایه محاسبه شده از مقدار برش یا به min توجه شده در آن نامحدود باشد باید v_{min} لحاظ کنیم.

مث

$$F_i = v_u \frac{w_i h_i^k}{\sum_{j=1}^n w_j h_j^k}$$

$$K = 0.5T + 0.5V_u$$

$$0.5 \leq T \leq 2.5$$

$$K = 1$$

$$T \leq 0.5$$

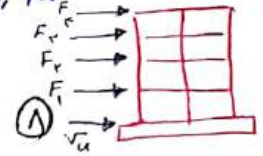
$$K = 2$$

$$T > 2.5$$

$$F_i = K F_n \frac{w_i h_i^{1/4}}{w_1 h_1^{1/4} + w_2 h_2^{1/4} + w_3 h_3^{1/4} + w_4 h_4^{1/4} + w_5 h_5^{1/4}}$$

Subject

Date



T (sec)

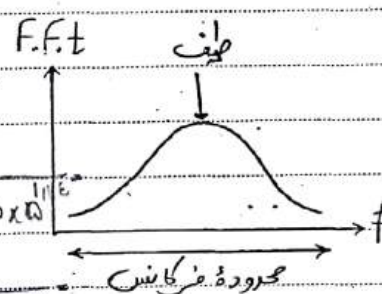
$\omega = 2\pi f$ فرکانس زاویه

T: پریود یا دوره تناوب

$$f = \frac{1}{T} \text{ (Hz)}$$

f: فرکانس

$$\omega = 2\pi f = \frac{2\pi}{T} \text{ (rad/s)}$$



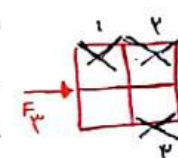
$$* F_i = K F_n \times \frac{w_i h_i^{1/4}}{w_1 h_1^{1/4} + w_2 h_2^{1/4} + w_3 h_3^{1/4} + w_4 h_4^{1/4} + w_5 h_5^{1/4}}$$

$$* F_i = K F_n \times \frac{w_i h_i^{1/4}}{w_1 h_1^{1/4} + w_2 h_2^{1/4} + w_3 h_3^{1/4} + w_4 h_4^{1/4} + w_5 h_5^{1/4}}$$

نکته: اگر محتوای فرکانس طبیعی سازه در محدوده فرکانسی زلزله باشد فرکانس ها همسو خواهند شد و بزرگتر خواهند شد.

$$F_i = K F_n \times \frac{w_i h_i^{1/4}}{w_1 h_1^{1/4} + w_2 h_2^{1/4} + w_3 h_3^{1/4} + w_4 h_4^{1/4} + w_5 h_5^{1/4}}$$

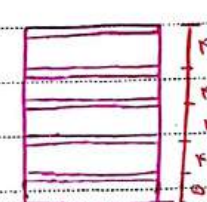
محتوای فرکانسی و بیان این است که دامنه حرکات زمین چه طور است. فرکانس مختلف چیست شده است.



نیروی واردی شود بر اجزای
بازو پنجه نیروی برشی و یکی
نیروی برشی اضافی است.

مثال:

در سازه زیر برش پایه برابر ۶۴۴۸ kN است نیروی جانبی وارد بر هر طبقه را تعیین کنید و وزن تاقی طبقات را هم برابر



$$F_i = v_u \frac{w_i h_i^k}{\sum_{j=1}^n w_j h_j^k}$$

$$v_u = 6448$$

چون نسبت وزن به طبقات با هم $w_i = w$ $\rightarrow$ برابر است

$$T = 0.08 H^{3/4} = 0.08 \times 21^{3/4} = 0.748 \text{ sec}$$

$$K = 0.5T + 0.5V_u = 1.14$$



$$F_p = K F_n \times \frac{w_i h_i^{1/4}}{w_1 h_1^{1/4} + w_2 h_2^{1/4} + w_3 h_3^{1/4} + w_4 h_4^{1/4} + w_5 h_5^{1/4}} = 6448 \times \frac{1 \times 1^{1/4}}{1^{1/4} + 1^{1/4} + 1^{1/4} + 1^{1/4} + 1^{1/4}} = 811.7 \text{ kN}$$

$$M_i = \sum_{j=1}^n (e_{ij} + e_{aj}) F_{uj}$$

e_{ij} = عامل مرکز جرم طبقه j ام تا مرکز منصفی طبقه i ام
 e_{aj} = بدون مرکزی تصادفی $\rightarrow$ (مثلاً ۱۰۰٪ بعدی از اندازه که محدود بر نیروی باشد)

$$A_j = \left(\frac{\Delta_{max}}{1.17 \Delta_{ave}} \right)^2 \quad 1 \leq A_j \leq 4$$

$$P_{ir} = \frac{k_{rx}}{\sum k_x} \times v_{rx} + \frac{k_{my}}{\sum k_x y^2 + \sum k_y x^2} \times M_i$$

M_i = گشتاور منصفی طبقه i ام

y = اعتدال محل قرارگیری منصف بار بر مرکز منصفی

P_{ir} = نیروی وارد بر منصف بار بر جانب r در طبقه i ام

محور منصفی که در آن طبقه i باشد $\sum k_{yi}$

9)

Subject

Date

$$v_{rx} = \sum_{i=1}^n F_{ij}$$

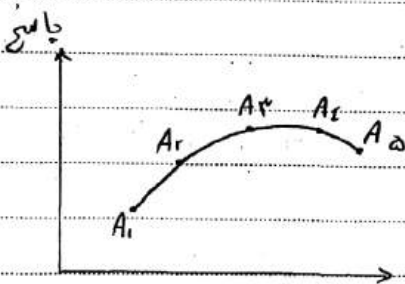
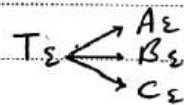
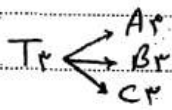
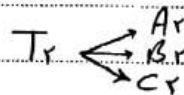
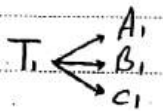
v_{rx} = مجموع برش آن طبقه + طبقه‌های بالا

Response spectrum

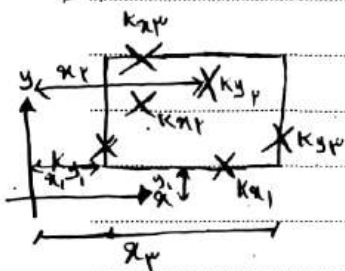
✓ طیف پاسخ زلزله:

A. پاسخ تکان B. پاسخ سرعت C. پاسخ جابجایی

رکورد زلزله به ازای هر فرکانس



مثلاً برای پاسخ تکان داریم:



$$CR_x = \frac{k_{y1}x_{u1} + k_{y2}x_{u2} + k_{y3}x_{u3}}{k_{y1} + k_{y2} + k_{y3}} = x$$

$$CR_y = \frac{k_{x1}y_{u1} + k_{x2}y_{u2} + k_{x3}y_{u3}}{k_{x1} + k_{x2} + k_{x3}} = y$$

نمودار تغییر مرکز منصفی

نحوه تعیین مرکز ثقل

۱- تقسای اعضای هم در برابر بارهای جانبی ایجاد شده می کنند.

۲- تعیین مقدار سختی جانبی هر کدام از اعضای مذکور (K_{y_i} و K_{x_i})

۳- تعیین ضرایب هر کدام از اعضای دارای سختی جانبی از یک مبدأ مختصات دلخواه (y_i و x_i)

۴- تعیین مختصات مرکز ثقل با روابط زیر:

$$CR_x = \frac{\sum_{i=1}^n K_{y_i} \cdot x_i}{\sum_{i=1}^n K_{y_i}}$$

$$CR_y = \frac{\sum_{i=1}^n K_{x_i} \cdot y_i}{\sum_{i=1}^n K_{x_i}}$$

Subject
Date

(10)

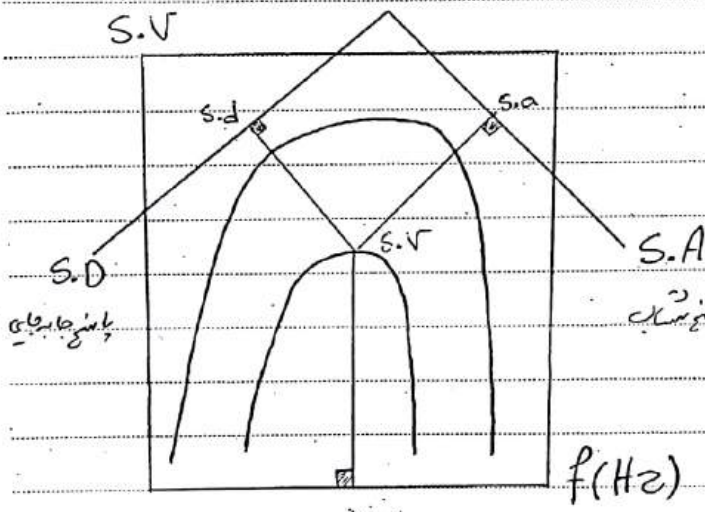
$S.A$ = ضیف پهنی ستاب $\rho.S.A$ = ضیف نسب ستاب

$S.V$ = سرعت $\rho.S.V$ = ضیف نسب سرعت

$S.D$ = جابجایی

پهنی ستاب

$S.V$



نحوه تعیین مرکز ثقل

$$CM_x = \frac{\sum_{i=1}^n m_i x_i}{\sum_{i=1}^n m_i}$$

$$CM_y = \frac{\sum_{i=1}^n m_i y_i}{\sum_{i=1}^n m_i}$$

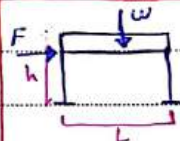
محاسبه ضرایب در برابر واکنشی

آیند ستاب

$$u = |A| \sin(\omega t) \quad \text{تغییر مکان}$$

$$\dot{u} = |\omega A| \cos(\omega t) \quad \text{سرعت}$$

$$\ddot{u} = |(\omega^2 A)| \sin(\omega t) \quad \text{شتاب}$$



نیروی F و W در جهت راست دوران می کنند

$F \times h$ لنگر محرک
 $W \times \frac{L}{2}$ لنگر مقادیر

$$S.F = \frac{\text{مجموع لنگر نیروهای مقادیر}}{\text{مجموع لنگر نیروهای محرک}} = \frac{W \times \frac{L}{2}}{\sum_{i=1}^n F_i \cdot h_i}$$

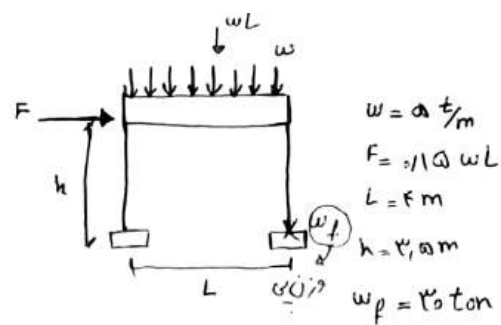
$$(\rho.S.A) = \omega^2 x (S.D)$$

$$(\rho.S.V) = \omega x (S.D)$$

P4PCO

مثال ۵

ضریب اهمیت در برابر واژگونی برای سازه های نشان داده شده را محاسبه کنید.



$$S.F = \frac{w \times L \times \frac{L}{2} + w_p \times L + w \times L \times \frac{L}{2}}{F \times h}$$

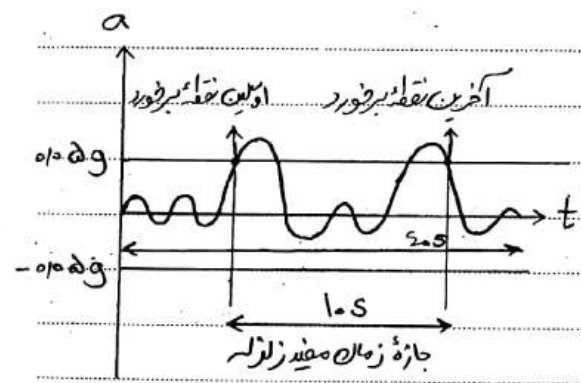
$$S.F = \frac{0.15 \times 4 \times \frac{4}{2} + 30 \times 4}{0.15 \times 3.5 \times 4} = 19.75 \rightarrow 0.1975$$

اگر به جای نیروی زلزله، نیروی باد داریم تبدیل می کنیم به نیروی قائم

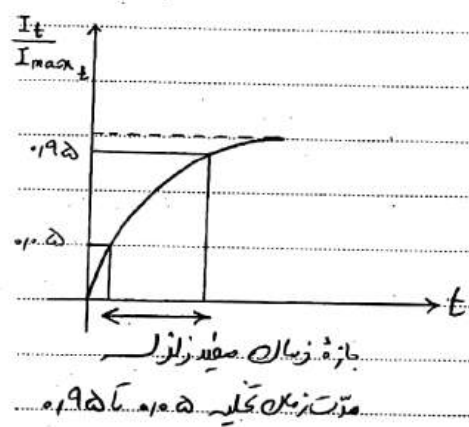
11

Subject
Date

کاهش مدت زمان زلزله



روش اول



روش دوم

$$I = \int_0^T a'(t) dt$$

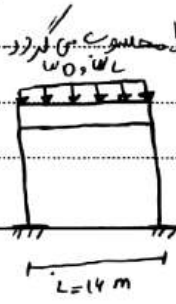
این تابع

نیروی قائم ناشی از زلزله
مساحت بار مرده علاوه بر این

$$F_r = 0.4 A I w_p$$

مثال ۶

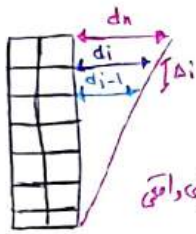
در قالب بتنی نشان داده شده مقدار بار مرده برابر 3 ton/m و بار زنده برابر با 1 ton/m است. مقدار نیروی قائم ناشی از زلزله را برای این سازه محاسبه کنید. محل اعراف سازه همان سازه با اهمیت متوسط محسوب می گردد.



$$w_p = (3 + 1.5) \times 1.4 = 7.2 \text{ ton}$$

$$F_r = 0.4 \times A \times I \times w_p = 0.4 \times 3.5 \times 1 \times 7.2 = 10.08$$

تغییر مکان جانبی ناشی از (Drift) :



$$\Delta_i = d_i - d_{i-1}$$

$$\Delta_i = \frac{q_i}{k_i}$$

$$\Delta m = c_d \times \Delta e_u$$

$$\Delta e_u = \frac{F_i}{k_i}$$

تغییر مکان فی طرح

Subject

Date

(۱۲)

تبدیل فوریه: $X(t) = c_0 + \sum_{n=1}^{\infty} c_n (\sin \omega t + \varphi_n)$ سری فوریه

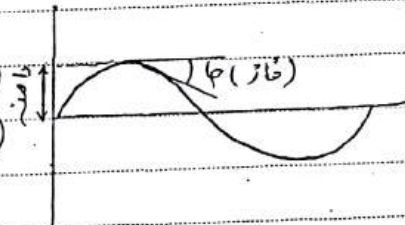
$$f(\omega) = a_g(t) \cdot e^{-i\omega t} dt$$

$$e^{-i\omega t} = \cos \omega t - i \sin \omega t$$

$$f(\omega) = \underbrace{\int_0^T a_g(t) \cos \omega t dt}_{c(\omega)} - i \underbrace{\int_0^T a_g(t) \sin \omega t dt}_{s(\omega)}$$

$$c_n = \sqrt{c^2(\omega) + s^2(\omega)} \text{ دامنه}$$

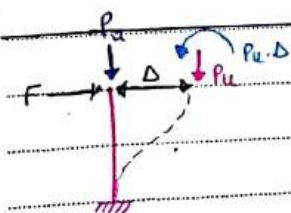
$$\varphi_n = -\tan^{-1} \left(\frac{s(\omega)}{c(\omega)} \right) \text{ فاز}$$



نکته: در فرکانس بالا ستاب تأثیر بیشتری دارد و در فرکانس پایین تغییر مکان تأثیر بیشتری دارد.

نکته: مسازدهای سخت بیشتر تحت تأثیر ستاب و نیروی لرزه هستند و مسازدهای نرم تحت تأثیر جابجایی و انرژی زلزله هستند.

نکته: مسازدهای کوتاه معمولاً سخت و مسازدهای بلند مسازدهای نرم هستند.



$$\theta_i = \left[\frac{P_u \cdot \Delta_{eu}}{v_{uh}} \right]_i$$

$$v_u = \sum_{j=1}^n F_j$$

P4PCO

۴۷: کتاب آیین نام

P_u = مجموع بارهای مرده و زنده موجود طبقه نام n ام

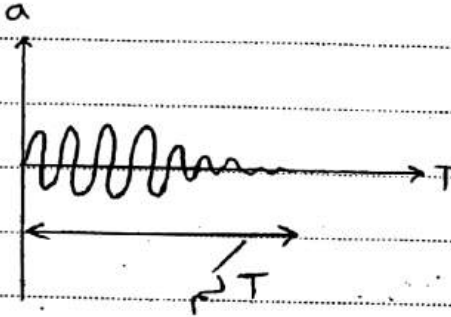
Δ_{eu} = تغییر مکان ناشی از طبقه نام n ام

v_u = مجموع نیروهای برشی وارد در طبقه نام n ام

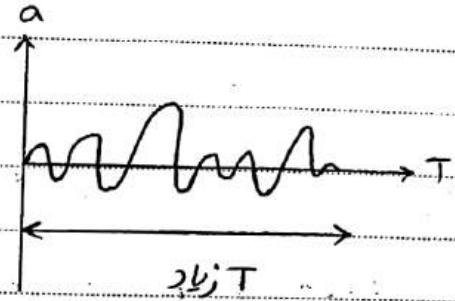
k_u = ارتقاء طبقه نام n ام

۱۳

Subject
Date



سازه های سخت آسیب می بینند



سازه های نرم آسیب می بینند

عوامل مؤثر بر طیف پاسخ

① خصوصیات زمین (جنس خاک)

② بزرگی زلزله

③ فاصله

④ خصوصیات منبع زلزله

⑤ مدت زمان زلزله

⑥ مسیر

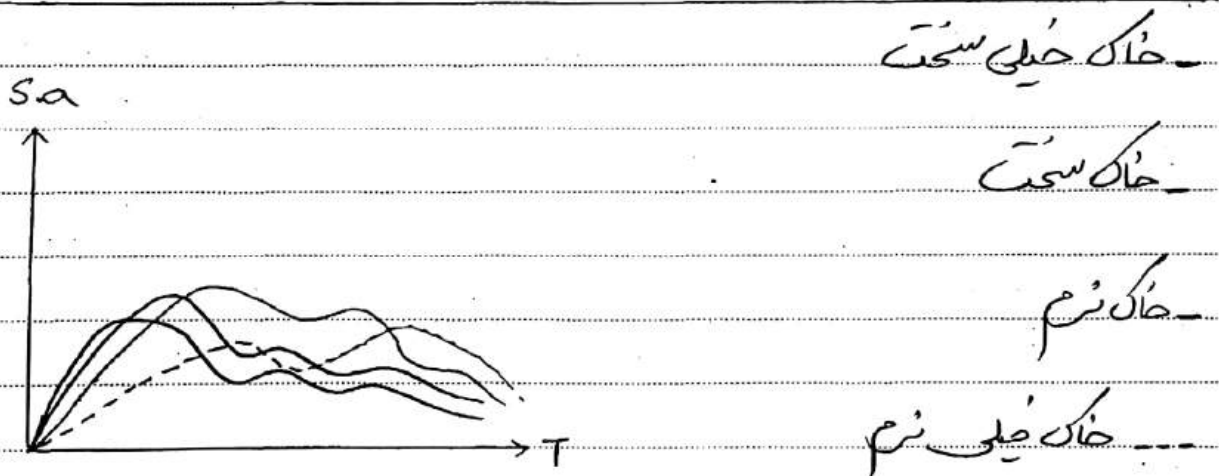
① جنس زمین (جنس خاک) :

محدوده پریودی مختلف خاک :

① short period $T < 0.2 \text{ sec}$ خاک محبوہ یا خیلی سخت

② medium period $0.2 \text{ sec} < T < 2 \text{ sec}$

③ long period $T > 2 \text{ sec}$ خاک خیلی نرم



جمع بلند اثر خاک روی طیف پاسیو

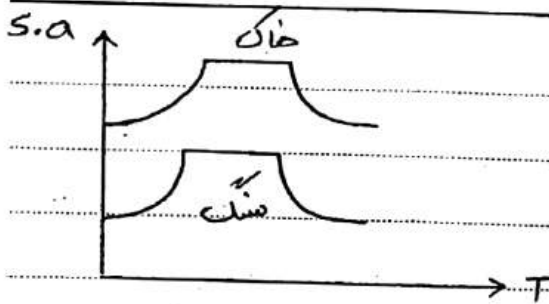
① هر چه قدر خاک نرم تر باشد و قیاس آن بیشتر شود پریودی که حداکثر نسبت طیفی (S.a) را در آن داریم به سمت پریودها (T) بلند تر یا بیشتر می رود.

② هر چه زمین نرم تر شود ناچاراً که نسبت طیفی ماکزیمم در آن رخ دهد عریض تر می شود.

19

Subject

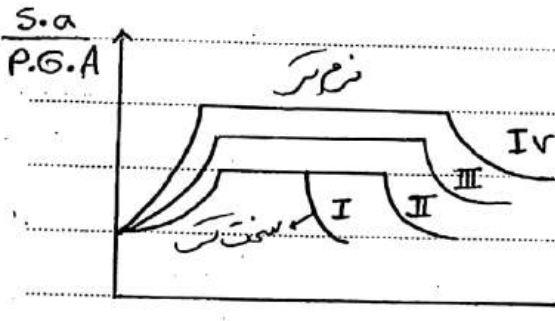
Date



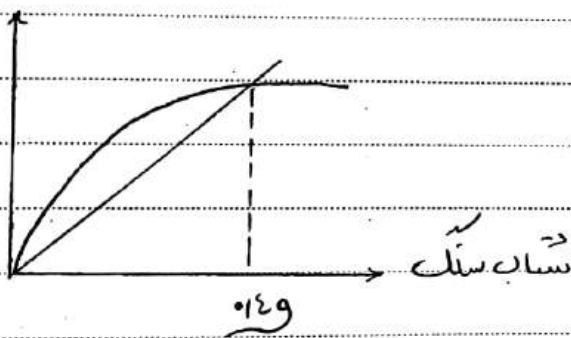
منحنی ضیف پائین استاندارد:

زردون افرایشی
زردون ثابت
زردون کاهش

منحنی نرمالیز شده ضیف جهت استفاده در آیین نامه ها (تبدیل می کنیم)



سواب خاک

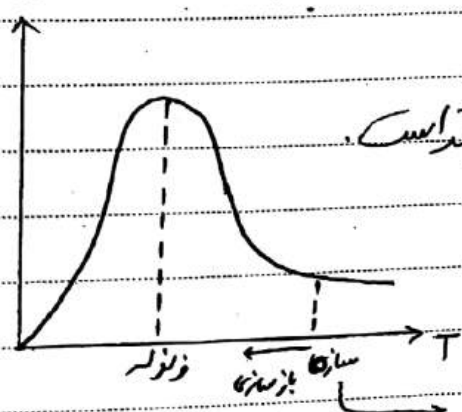


خطای 2.800

سواب و 0.4 سواب خاک از

سواب سنگ بیشتر است.

S.a

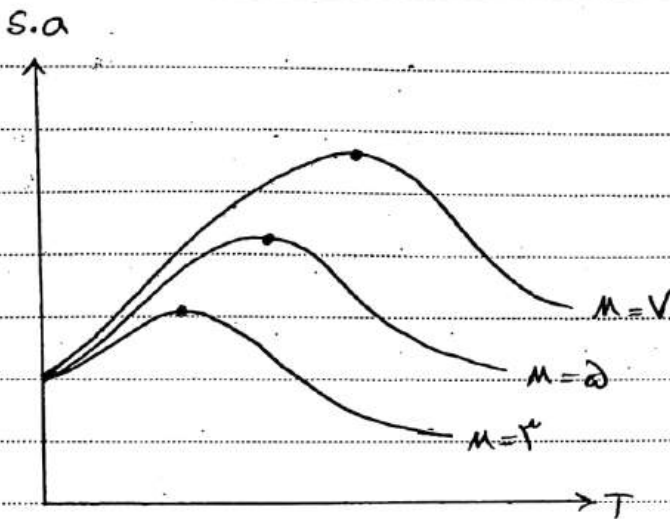


جای سازگی سازده ← سویی ↑ و در دقت بعد تخمین بیشتر است.

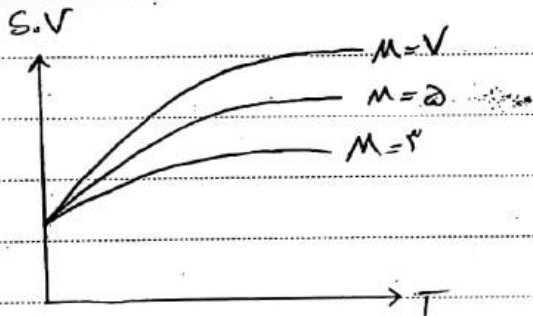
سازده با اینجای سازده هم با از صورت زیر به عبور کند

۵) بزرگای زلزله:

M بزرگای زلزله



★ هرچه بزرگای زلزله بیشتر باشد، شتاب ماکزیمم بیشتر است و قله آن به سمت راست می‌آورد.



★ هرچه بزرگای زلزله بیشتر شود، اثرهای جایی و سرعت بیشتر می‌شود.

★ ساختمان‌ها بلند (نرم) نسبت به ساختمان‌ها کوتاه (سخت) بیشتر تحت تأثیر بزرگای زلزله هستند.

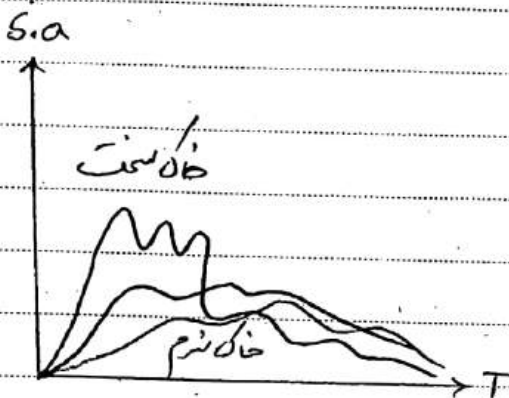
★ پیرو ساختمان بلند بیشتر از ساختمان کوتاه است.

13

Subject
Date

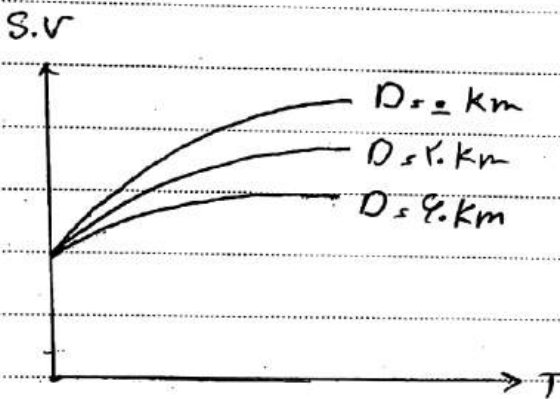
۳) فاصله (D):

- ① near field $d \leq 1.0 \text{ km}$
- ② mid field $1.0 \text{ km} < d < \infty \text{ km}$
- ③ far field $d \geq \infty \text{ km}$

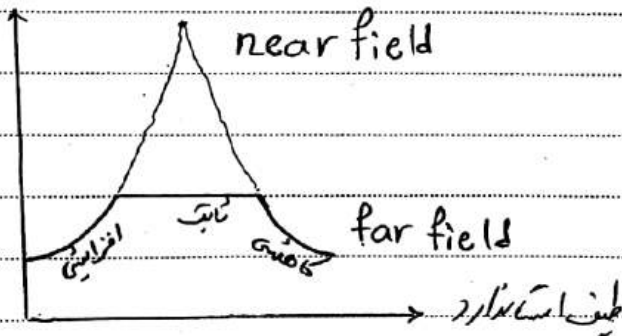


near field
mid field
far field

فاصله در فاکتورهای زیاد تأثیر ندارد



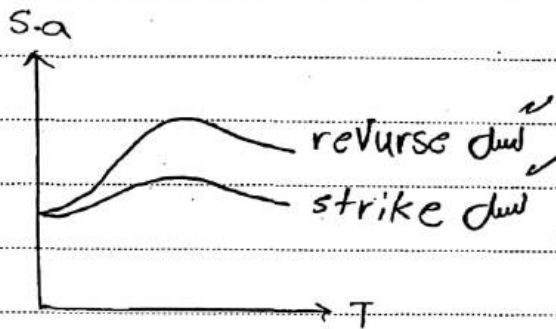
خطای 2800:



خطای 2800: near field, near field

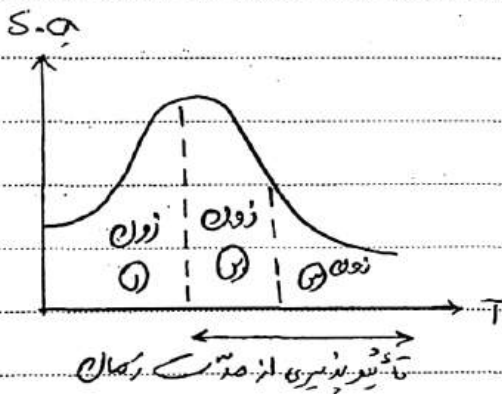
13

④ خصوصیات متغیر نیروی مدل حرکت تسل مایل و تسل عمودی است.



* تسل مایل فشار حرکت را از اثر و حرکت را از اثر می کشد.

⑤ مدت زمان



$$E = \frac{1}{2}mv^2$$

$$E = \omega = F \cdot d$$

* زمان روی سرعت و جابجایی تأثیر دارد.

* سازه های که دوره تناوب بسطی دارند و بلند هستند بسطی تحت تأثیر تحریک قرار دارند.

⑤ میرایی و عامل میرایی بستگی به شرایط سافت و سار دارد. مقداری از انرژی را تلف می‌کند و دامنه طیف را کاهش می‌دهد. این عامل ارتباط مستقیم با سرعت دارد و تأثیر آن در حوضه پریودی متوسط و بلند بیشتر است.

سوال: چرا حاکم تشدیدها در زلزله‌ها ضعیف تر رخ می‌دهد؟

زیرا در زلزله‌ها قوی تر تغییر مکان بیشتر است و این تغییر مکان باعث میرایی شده و انرژی زلزله را مستهلک می‌کند.

طیف پالسی زلزله

$$\frac{0.9}{1.35} \times 2.4 = 1.27 \text{ در حالت زلزله}$$

طیف طراحی زلزله

طیف نیومارک و حال: به نموداری که استاد دار مراجعه شود.

$$\left\{ \begin{array}{l} P.G.A = 1.9g = 185 \text{ in/s}^2 = 918 \text{ m/s}^2 \\ P.G.V = 48 \text{ in/s} \\ P.G.D = 44 \text{ in} \end{array} \right. \text{ اعداد پایه نیومارک - ۵۰ (حقیقی باشد)}$$

$$1 \text{ in} = 2.54 \text{ cm}$$

$$918 \text{ m/s}^2 = 918 \text{ cm/s}^2 \div 2.54 = 361 \text{ in/s}^2$$

مقادیر نسبی ضرایب تقویت ضیف بر اساس میرای:

میرای در حسب درصد	d	v	a
0	2.5	4	4.5
0.5	2.2	3.2	5.1
1	2	3.2	5.2
2	1.8	2.8	4.3
5	1.4	1.9	2.9
10	1.1	1.3	1.5
20	1	1.1	1.2

$$V_{max} = m \cdot \omega^2 \cdot S_d \quad \text{برش ماکزیمم جابجایی}$$

S_d داسیته تغییر مکان

$$M_{max} = h \cdot m \cdot \omega^2 \cdot S_d \quad \text{لنگر ماکزیمم}$$

h ارتفاع ستون

مسئله: طبق طرح نیومارک حال را به ازای ماکزیمم شتاب $\rho \cdot G \cdot A = 0.12g$ زمین و زمین را
کنید و آن را برای محاسبه ماکزیمم برش پایه ساختمان به فرکانس زاویه‌ای
 $\omega = 2.18 \text{ rad/s}$ و جرم $m = 0.148 \text{ kips}$ به کار ببرید. (میدانی ۵٪ است)

پارامترها حرکت زمین و (طبق استاندارد) ۲ صدمه قبل (میدانی)

پارامترها پاسف تعویث شده

$$a = 1g \times 0.12 = 0.12g$$

$$v = 48 \times 0.12 = 9.6 \text{ in/s}$$

$$d = 48 \times 0.12 = 7.2 \text{ in}$$

جدول صفر قبل

پارامترها پاسف تعویث شده

$$a' = 0.12g \times 1.9 = 0.228g$$

$$v' = 9.6 \times 1.9 = 18.24 \text{ in/s}$$

$$d' = 7.2 \times 1.9 = 13.68 \text{ in}$$

باید میف جدول بر حسب اینها در نمودار رسم شود

می‌بریم در نمودار رسم شده f را محدود می‌کنیم و
۵٪ را می‌خوانیم

$$S_d = 0.142 \text{ in} \rightarrow \text{طبق نیومارک}$$

$$v_{max} = m \cdot \omega \cdot S_d = 49.18 \text{ kips}$$

تمرین: حیف بنومارک را برای منطقه بالرزده حینری و $P.G.A$ با
در نظر گرفتن رسیدن یا میرایی دهه به رسم کنید:

$$a, 1g \times 0.28 = 0.28g$$

$$v, 48 \times 0.28 = 12 \frac{in}{s}$$

$$d, 49 \times 0.28 = 9 \text{ in}$$

با استفاده از این مقادیر

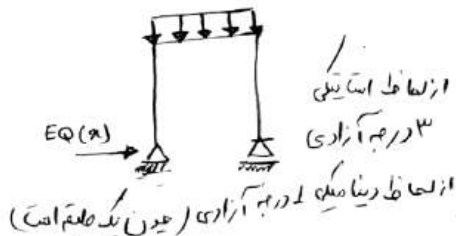
$$a', 0.28g \times 2.1 = 0.588g \times 9.81 = 5.77 \frac{m}{s^2} = 1422 \frac{cm}{s^2} = 2.4684992 \frac{in}{s^2}$$

$$v', 12 \times 2.2 = 26.4 \frac{in}{s}$$

$$d', 9 \times 2.2 = 19.8 \text{ in}$$



۳ قاب

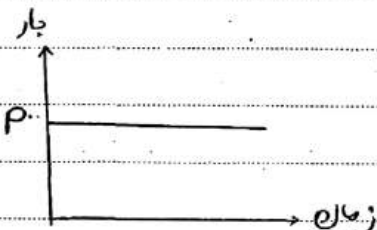
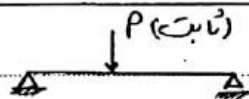


عوامل این است
۱- تغییر مکان
۲- تغییر زاویه
۳- تغییر طول
۴- تغییر دما

۲۳

Subject

Date



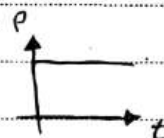
آنالیز استاتیکی

اگر بارگذاری مستقل باشد، تغییر مکان می تواند باقی بماند.

$$\delta F_{ax} = 0$$

$$\delta F_{ay} = 0$$

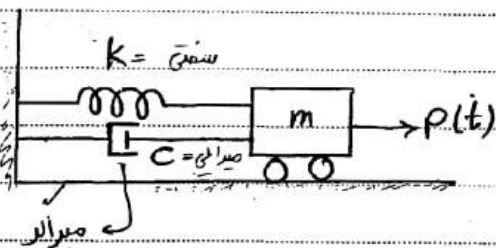
$$\delta F_M = 0$$



۵ بار با زمان تغییر می کند

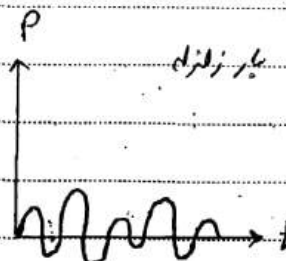
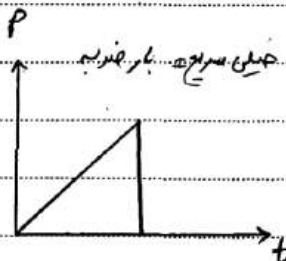
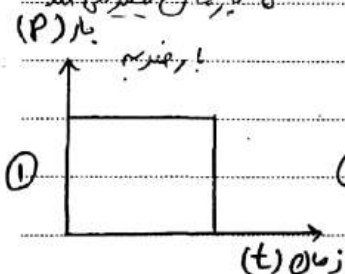
۶ تغییر مکان ها بزرگ وجود ندارد

آنالیز دینامیکی



بار با زمان تغییر می کند

ضربه میرایی
۱ بار (P)



چون این خاصیت نرفته

دینامیکی است

ساختن سازه ها هم از نظر اقتصادی مقرون به صرفه نیست

۲ هم سخت کردن سازه باعث شود شکن و شکننده شدن سازه می شود

عوامل مقابله کننده با نیروی دینامیکی خارجی:

(۱) نیروی اینرسی یا نیروی ناشی از جرم سقف ها است. $\ddot{u} = 0$ (مستقر در زمان) جایگاه ثابت

$$f_i = m \cdot \ddot{u}$$

تأثیر و سبب: $\ddot{u}$ - جرم جامد

(۲) نیروی سفتی یا نیروی ناشی از سختی ستون ها است.

$$f_s = k \cdot u$$

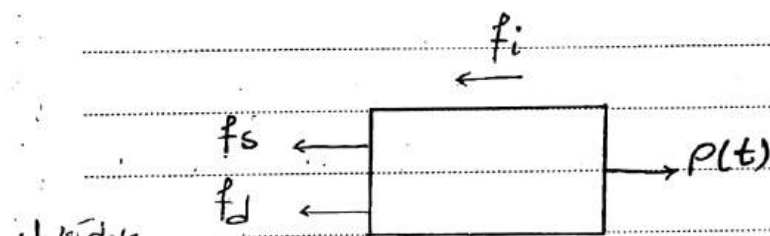
u - جابجایی

(۳) نیروی میرایی یا نیروی ناشی از اتصالات است. $\dot{u} = 0$ (مستقر در زمان) - سرعت

$$f_d = c \cdot \dot{u}$$

$\dot{u}$ - سرعت

معادله تعادل دینامیکی:



معادله تعادل دینامیکی

$$f_i + f_s + f_d = P(t)$$

حقیقت

$$m\ddot{u} + c\dot{u} + ku = P(t)$$

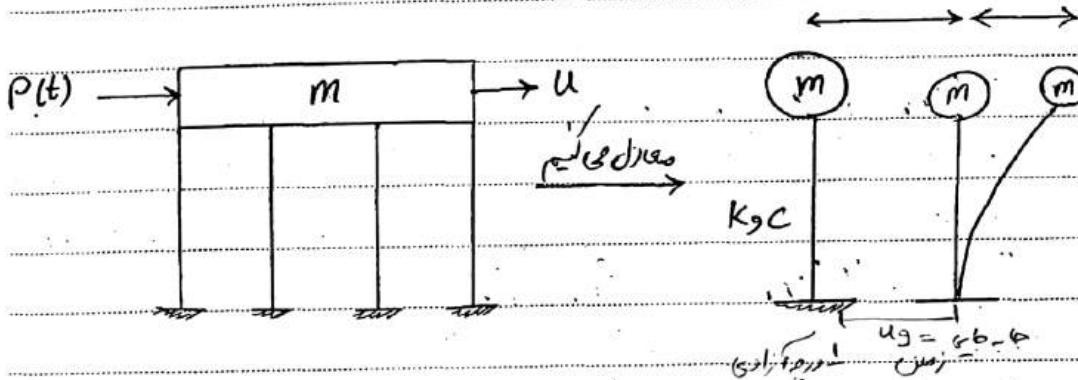
معادله تعادل دینامیکی در حالت کلی

۲۵

Subject
Date

در حالت دینامیکی تعداد مرم ها سه برابر تعداد درجات آزادی

u_r (جابجایی نسبی سازه) و u (جابجایی زمین)



$$u_t = u_g + u_r$$

نکته:

۱) برای پیروی اینرسی از u_t (کل) مستقیماً نمی‌گیریم $\ddot{u}$

۲) برای محاسبه مستقیماً از u_r استفاده می‌کنیم $u = u_r$

۳) برای محاسبه میرایی از u_r مستقیماً نمی‌گیریم $\dot{u}$

۱) وقتی در رفتن میرایی جاری شود به جابجایی نسبی و عدد را به دست می‌آوریم

معادله تعادل دینامیکی در شرایط بارگذاری لرزه ای: در لرزه $p(t)$ است

$$m(\ddot{u}_t) + k(u_r) + c(\dot{u}_r) = 0$$

c ضریب میرایی
 k رستایی
 m جرم

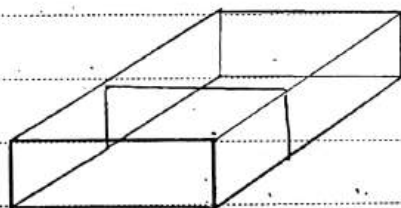
نسبت زمین

$$m(\ddot{u}_r + \ddot{u}_g) + k(u_r) + c(\dot{u}_r) = 0$$

$$m \ddot{u}_r + k u_r + c \dot{u}_r = -m \ddot{u}_g = p_{eff}(t) \quad * \text{ حقیقت}$$

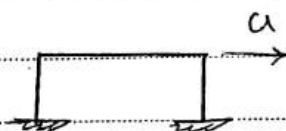
* k همان k در تحلیل سازه ها است و حاصل جمع k ستون ها است.

درجه آزادی سازه :

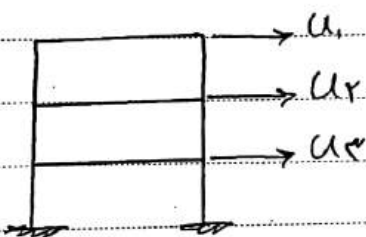


برای هر طبقه

۳ درجه آزادی انتقالی
آورد و طبقه بود ۴ درجه ده
~ ~ ~ ۹ درجه ده



۱ درجه آزادی انتقالی با صرف نظر از حرکت قائم



۳ درجه آزادی انتقالی با ~ ~ ~

ارتعاش آزاد ارتعاش آزاد زمانی رخ می دهد که یک سازه تحت اثر نیروهایی که به طور دائمی در سازه وجود دارند و بدون دخالت هرگونه بار خارجی و وابسته به زمان یا حرکت زمین به نوسان در آید این نیروها گاه ذاتی ناشی از سرعت اولیه و گاه جابجایی اولیه است که سازه در آغاز مرحله ارتعاش آزاد دارد.

آنالیز دینامیکی ارتعاش آزاد سازه ها بدون میرایی و

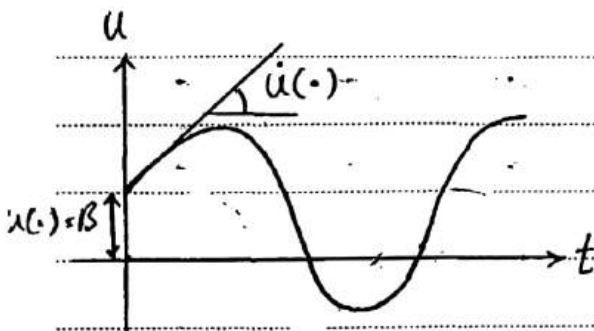
در ارتعاش آزاد بار و سواب زمین و نیروهای خارجی نداریم پس از معادله دینامیکی حذف می شود و u نداریم $\leftarrow$ و $\dot{u}$ و $\ddot{u}$ هم نداریم $\leftarrow$ از معادله اصلی $m\ddot{u} + k u = 0$ حذف می شوند همچنین چون بدون میرایی است $(c=0)$ از فرمول اصلی $c\dot{u} + k u = 0$ هم حذف می شود.

$$m\ddot{u} + k u = 0 \xrightarrow{\div m} \ddot{u} + \left(\frac{k}{m}\right) u = 0 \quad \left\{ \begin{array}{l} \omega^2 = \frac{k}{m} \\ \omega = \sqrt{\frac{k}{m}} \end{array} \right. \leftarrow$$

$\ddot{u} + \omega^2 u = 0$ معادله دینامیکی ارتعاش آزاد سازه ها بدون میرایی

جواب عمومی:

$$u = A \sin(\omega t) + B \cos(\omega t)$$



$$\omega = 2\pi f$$

$$T = \frac{1}{f}$$

$$\omega = \sqrt{\frac{k}{m}}$$

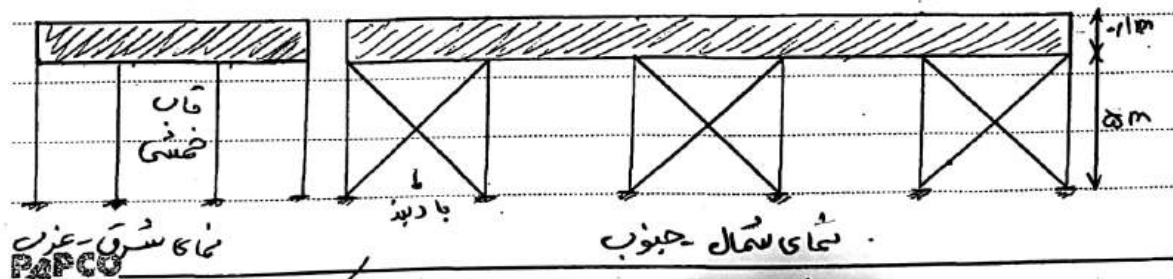
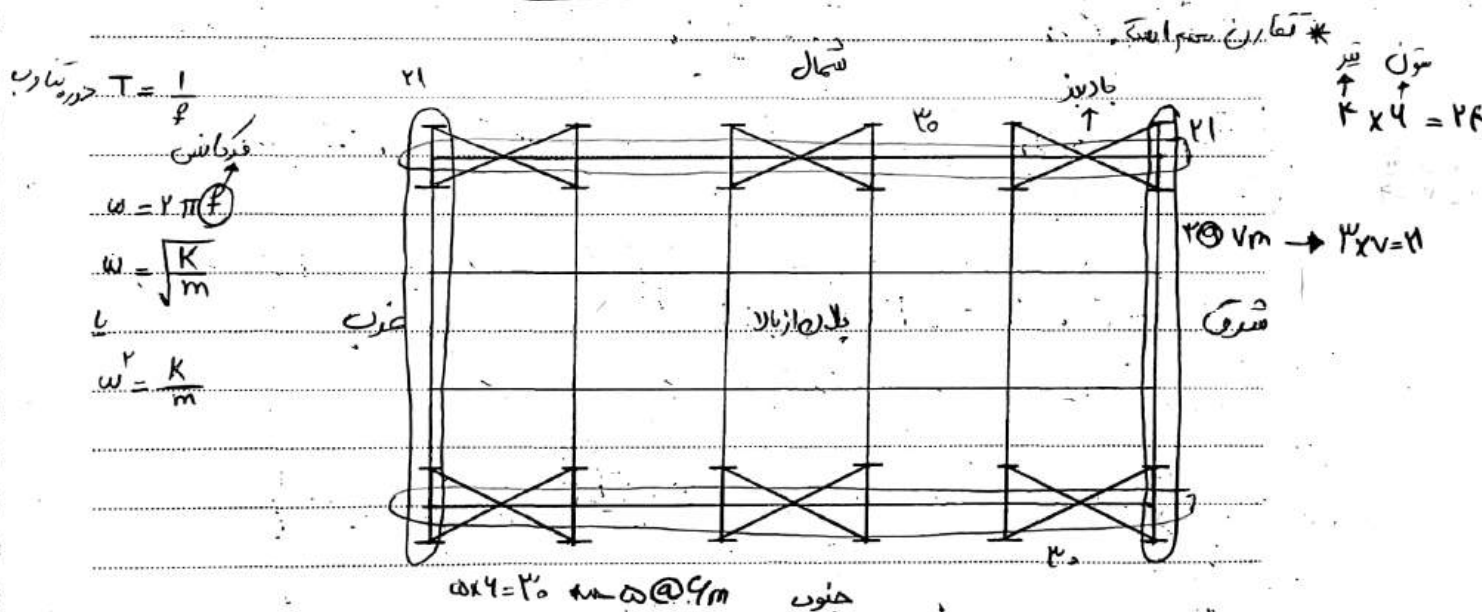
$$\omega^2 = \frac{k}{m}$$

در جواب محمودی $t = 1$ می‌گذاریم $\Leftarrow$

$$\dot{u}(\cdot) = \omega A \rightarrow \left\{ A = \frac{\dot{u}(\cdot)}{\omega} \right\} \quad (3)$$

①, ②, ③ بـ $\Rightarrow u = \frac{\dot{u}(.)}{\omega} \sin \omega t + u(0) \cos \omega t$

سؤال: برای مستقیم یک درجه آزادگی نشان داده نشود که مربوط به یک مسافت خاص نیست
زمان تاوب ارتعاش (T) را در دو جهت اصلی تخمین نیند. چهاربندی قطری از میل های
نه قطر 2.5 cm مسافت نشود و تمامی ستون ها 180° هستند.



۲۲ استوارانهای قتل از بالا و پایین دریا ستر و از عبد راس

۱۱ هیئت در از شمال - غرب - جاده های طولانی عرض
۱۲ هیئت در از شرق - غرب - طول و عرض جاده های شرقی

* وزن اجزای سازه

پوشش با $\frac{45 \text{ kg}}{m^2}$ روشنایی، سقف، اجزای مکانیکی $\frac{20 \text{ kg}}{m^2}$ خواب $\frac{15 \text{ kg}}{m^2}$ لایه های بام، چهارها $\frac{10 \text{ kg}}{m^2}$	وزن سقف در $\frac{\text{kg}}{m^2}$ $\Sigma = 45 + 20 + 15 + 10 = 90 \frac{\text{kg}}{m^2}$
---	--

دیوارها

قاب پنجره و اجزای آن، پنجره ها $\frac{20 \text{ kg}}{m^2}$ گچ و تورسی $\frac{20 \text{ kg}}{m^2}$	وزن کل دیوارها در $\frac{\text{kg}}{m^2}$ $\Sigma = 20 + 20 = 40 \frac{\text{kg}}{m^2}$
---	---

T=9

★ اگر تیر در جهت شرق غرب (→) باشد بار پنجره ها و سقف چهار دارند و اگر در جهت شمال جنوب (↑) باشد قاب های ضعیف و سقف چهار را دارند.

سقف ارتفاع ستون ها

وزن کل بارگذاری $= 100 \times (9 \times 5 + 2 \times 7) + (30 \times 2) + (21 \times 2) \times 50 \times (2.5) = 7575 \text{ kg}$

مجموع وزن دیوارها

مجموع وزن



$$\frac{5}{4} = 1.25$$

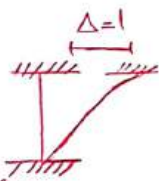
تعیین سختی (مسل - جنوب) و در اینجا بار بند داریم. وقاب ها سختی تحمل می کنند:

از اتصال IPB 10

$$k_i = \frac{12EI}{L^3} = \frac{12 \times 200 \times 10^9 \times 383 \times 10^{-8}}{2^3} = 73539 \frac{N}{m}$$

سختی یک ستون
 (وقاب سختی)

* $E = 200 \text{ GPa} = 200 \times 10^9$
 $I = 383 \times 10^{-8}$



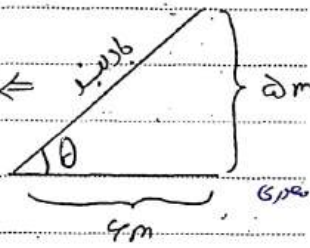
$k = \sum_{i=1}^{25} k_i = 25 \times 73539 = 1838475$

تعیین سختی (شیر - غرب): در اینجا بار بند ها تحمل می کنند

سختی $k = \frac{AE \cos^2 \theta}{L}$

$A = \frac{\pi \phi^2}{4} = \frac{\pi (0.02)^2}{4} = 6.28 \times 10^{-5} \text{ m}^2$

$L = \sqrt{5^2 + 4^2} = 6.4 \text{ m}$



$\Delta = \frac{PL}{AE}$

$l = \frac{PL}{AE} \rightarrow AE = \frac{PL}{l}$

$P = \frac{AE}{L}$

$K = \frac{AE}{L}$ (سختی هر یک)

$\theta = \tan^{-1}(\frac{5}{4}) = 51^\circ$

سختی محوری هر بار بند $k = \frac{6.28 \times 10^{-5} \times 200 \times 10^9}{6.4} \times \cos^2(51^\circ) = 7372918 \frac{N}{m}$

در بار بند داریم

$k = \sum_{i=1}^4 k_i = 4 \times 7372918 = 29491672 \frac{N}{m}$

در جهت رفت یک بار بند / در جهت برگشت
 A یکی را حساب می کنیم نه هر دو را (X) غلط

✓ ✓ ✓

۲۱

Subject

Date

$$\omega = \sqrt{\frac{k}{m}} = \sqrt{\frac{1744194}{75750}} = 15.198 \text{ rad/s}$$

سوال جنوب

$$\rightarrow T = \frac{2\pi}{\omega} = 0.128 \text{ sec}$$

$$\omega = \sqrt{\frac{k}{m}} = \sqrt{\frac{8423750 \cdot 1/12}{75750}} = 21.8 \text{ rad/s}$$

شرق غرب

$$T = 0.12 \text{ sec}$$

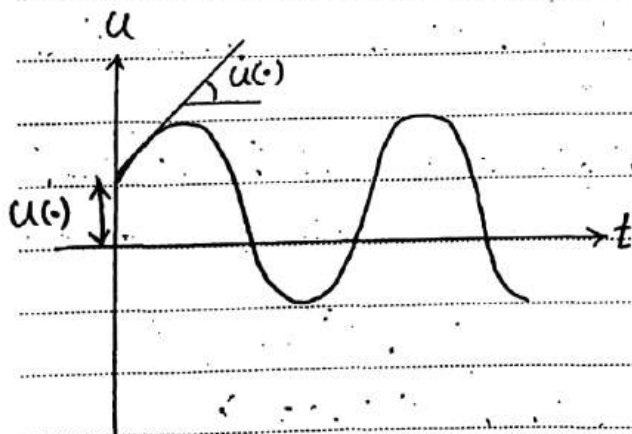
نبره طراحی T ، دو طرف نباید زیاد با هم اختلاف داشته باشند

معادله ارتعاش آزاد $k=0$ بدون میرایی

$$* m\ddot{u} + ku = 0$$

$$u(t) = A \sin(\omega t) + B \cos(\omega t)$$

$$* u(t) = \frac{\dot{u}(0)}{\omega} \sin(\omega t) + u(0) \cos(\omega t)$$



* میرایی عملی مسئله کردن نمیباشد *

Scanned by CamScanner

انواع بارها دینامیکی

- ۱) هارمونیک (مقنم است، ریتم خاص دارد) (دامنه ثابت است مثل تابع $\sin$ یا $\cos$ و ...)
- ۲) ضربه ای (زمان کوتاه اتفاق می افتد) *
- ۳) نامقنم

پاسخ به بارها دینامیکی ضربه ای

در بارها ضربه ای اثر میرایی بسیار کم است چرا که انرژی یک دفعه به آن وارد می شود و فرصت جذب انرژی وجود ندارد. اتصالات سازه اصولاً در مدت زمانی که سازه رفت و برگشت می کند انرژی را جذب می کند. اما در حالت ضربه ای سیستم مکانیکال فرصت جذب انرژی را ندارد.

انواع موج ضربه ای

* ارتعاش اجباری سیستم یک درجه آزادی:

$$m\ddot{u} + c\dot{u} + ku = p(\bar{t})$$

۱) سینوسی

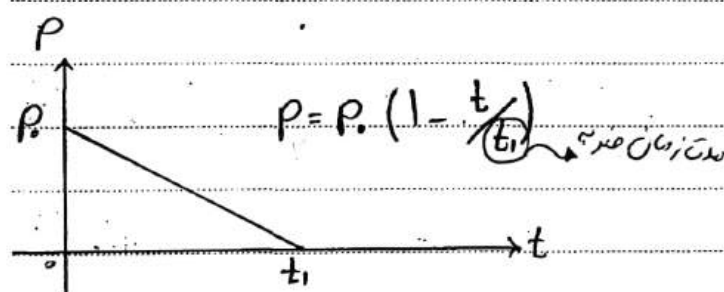
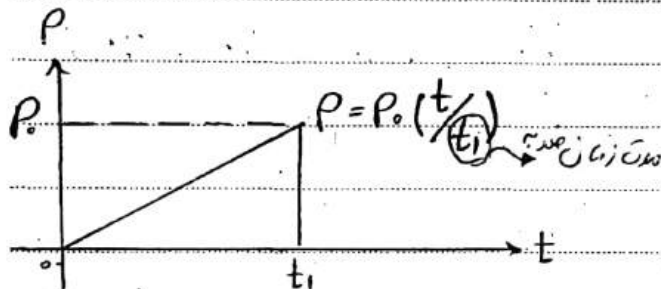
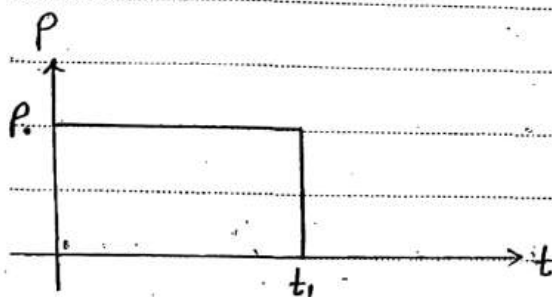
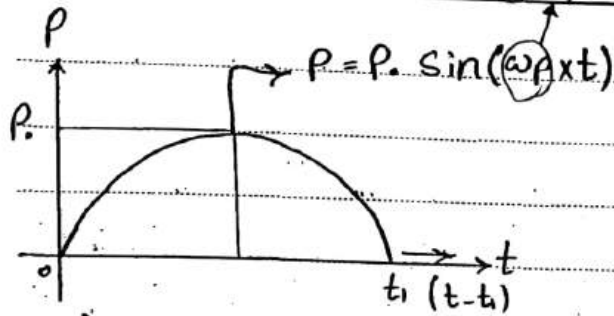
۲) مستطیلی

۳) مثلثی

← افتادگی

← کاهش

فرض کن بار



۳۵
رسم بارهای حرارتی بار دینامیکی مربوطه

معمولاً می توان بارهای حرارتی را به صورت $m \cdot \ddot{u} = p \cdot x \cdot t$ بیان کرد

$$\ddot{u}(t) = \frac{1}{m} p \cdot t \rightarrow \ddot{u}(t) = \frac{1}{m} \int_0^{t_1} p(t) dt$$



Subject:
Date:

رفقار سازه تحت بار دینامیکی ضربه آه

۱) زمانی که بار ضربه آه وجود دارد: اثر ضربه را می توان همانند تغییر منوی سرعت به حساب آورد. با استفاده از رابطه ضربه آغاز حرکت که می توانیم ضربه برابر با تغییر حرکت است داریم:

۲) زمانی که بار ضربه وجود ندارد: سازه تحت نیروها داخلی خود ارتعاش آزاد می کند:

$$* \dot{u}(t) = \frac{1}{m} \int_0^t p(t) dt$$

$$* u(t) = \frac{\dot{u}(t_1)}{\omega} \sin(\omega t) + u(t_1) \cos(\omega t) \rightarrow \text{با استفاده از شرط آزاد بودن ضربه}$$

$$* \dot{u}(t_1) = \frac{1}{m} \int_0^{t_1} p(t) dt$$

نقطه پایان ضربه یا شروع ارتعاش

$$u(t_1) \rightarrow \text{قابل چشم پوشی است}$$

$$u(t) = \frac{u(0)}{\omega} \sin \omega t + u(0) \cos \omega t$$

* با استفاده از شرط آزاد بودن ضربه
ارتعاش آزاد پس از ضربه بر سیستم بدون میرایی

$$* u(t - t_1) = \frac{1}{m\omega} \int_0^{t_1} p(t) dt \times \sin \omega(t - t_1)$$

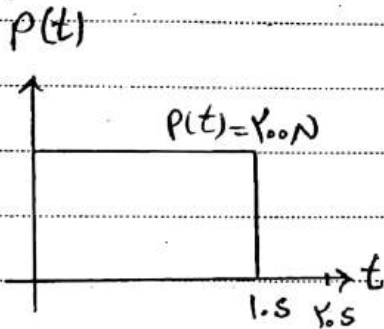
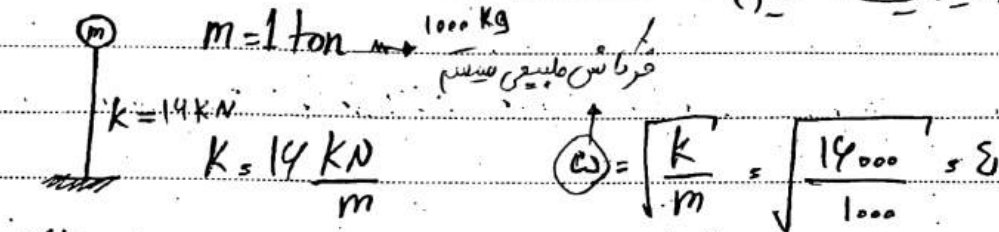
ارتعاش آزاد پس از ضربه بر سیستم با میرایی

$$* u(t - t_1) = \frac{1}{m\omega_d} \int_0^{t_1} p(t) dt \times e^{-\lambda(t - t_1)} \times \sin \omega_d(t - t_1)$$

- با استفاده از سیستم با میرایی عام، مدل کردن با الزام ۸

$$u(t) = \frac{1}{\omega_d m} \int_0^{t_1} p(t) dt \times e^{-\lambda(t - t_1)} \times \sin(\omega_d(t - t_1))$$

مسئله: محاسبهٔ تغییر مکان سیستم با استفاده از روش انرژی در زمان $t = 2.0$ s تحت بار لرزه‌ای
مسئله داده شده: (میدانی تارک)



$$\dot{u}(t) = \frac{1}{m} \int_0^t \ddot{p}(t) dt \rightarrow \dot{u}(1.0) = \frac{1}{1000 \text{ kg}} \int_0^{1.0} 2000 dt = \frac{2000 \cdot t}{1000} \Big|_0^{1.0} = 2$$

$$u(t-t_1) = \frac{1}{m \omega} \int_0^{t_1} \ddot{p}(t) dt \cdot \sin(\omega(t-t_1))$$

$$\frac{\dot{u}(t_1)}{\omega} \times \sin \omega(t-t_1) = \frac{2}{3.74} \sin 3.74(t-1.0)$$

$$u(1.0) = \frac{2}{3.74} \sin 3.74(2.0-1.0) = 0.53 \sin 3.74$$

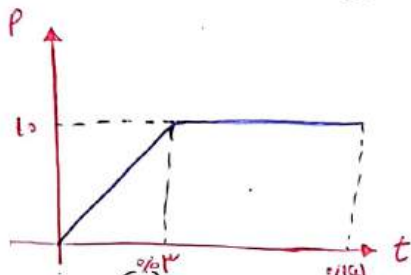
$$u(2.0-1.0) = \dots$$

$$u(2.0-1.0) = \frac{\int_0^{1.0} 2000 dt}{1000 \times 3.74} \sin(3.74 \times 1.0)$$

$$u(1.0) = \frac{2000 \cdot t}{1000} \sin 3.74$$

$$C = 4 \times 10^5$$

تیرین: مطلوب است تعیین تغییر مکان سیستم در لحظه $t = 1.5$ با وجود میرایی و بدون میرایی.



Subject:
Date:

* سوال C_m دارد با m بزرگ

ص ۳۵ جز ۱

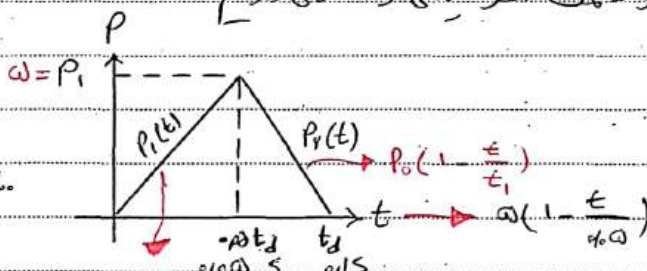
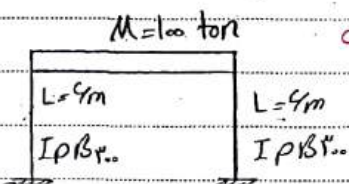
۲. I.P.B. ۳۰

تعیین: معلوم است پاشی سیستم یک درجه آزادی مقابل به صورت شکل زیر:

$$P_0 = 100 \text{ ton}$$

$$t_d = 0.15$$

* دو سیستم افزایشی و کاهش می داریم:



$$u(t) = \frac{\dot{u}(t)}{\omega m} \sin \omega t$$

$$\dot{u}(t) = \frac{1}{m} \int_0^t p(t) dt$$

$$\dot{u}(t_d) = \frac{1}{m} \int_0^{t_d} p(t) dt$$

$$u(t) = \frac{\int_0^{t_d} p(t) dt}{m \omega} \sin(\omega(t - t_d))$$

$$\int_0^{t_d} p(t) dt = \int_0^{0.5} p(t) dt + \int_{0.5}^{1.5} p(t) dt$$

$$\int_0^{0.5} 100t dt + \int_{0.5}^{1.5} (100 - 100t) dt = \dots$$

$$P_1(t) = \frac{\omega}{t_1} t = 100t$$

$$\int_0^{0.5} p(t) dt = \int_0^{0.5} 100t dt + \int_{0.5}^{1.5} (100 - 100t) dt$$

$$P_2(t) = \omega \left(1 - \frac{t}{t_1}\right) = 100 - 100t$$

$$100t^2 \Big|_0^{0.5} + (100t - 50t^2) \Big|_{0.5}^{1.5}$$

I.P.B. ۳۰

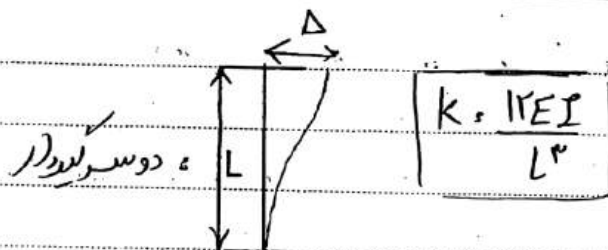
$$K = \frac{2 \times 10^4 \times 200 \times 10^4 \times 200 \times 10^4}{(4 \times 10^3)^2} = 214$$

$$\omega = \sqrt{\frac{K}{m}} = \sqrt{\frac{214}{100 \times 10^3}} = 1.47$$

$$u(t - t_d) = \frac{\int_0^{t_d} p(t) dt}{m \omega} \sin \omega(t - t_d)$$

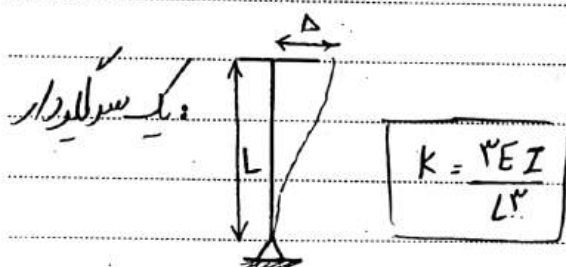
Subject: _____
Date: _____

(۶)

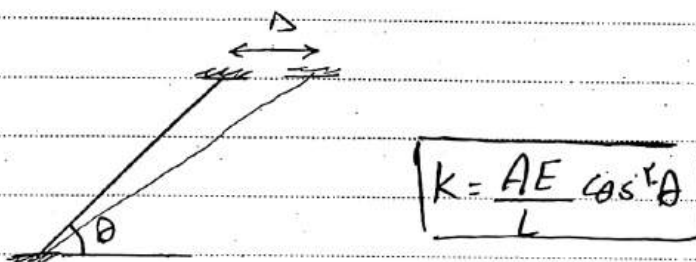


روابط محاسبه استاتیکی

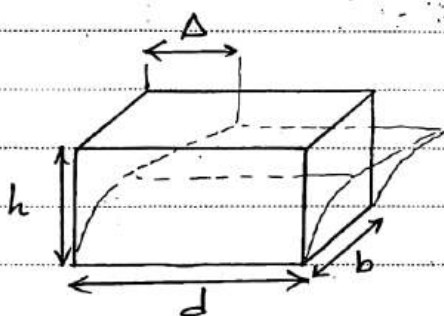
* برای وقتی که سیستم را ستون ها تعین کنند



* وقتی سیستم را ستون ها تعین کنند



* وقتی ممبری



* وقتی دیوار

$$K = \frac{3EI}{h^3 (1 + \frac{1}{4} (1 + \nu) \frac{d^2}{hr})}$$

فدر بواستون

یا صغ ارتعاش آزاد بدون وجود ضربه بدون میرایی

$$u(t) = \frac{u(\bar{t})}{\omega} \sin \omega t + u(0) \cos \omega t$$

یا صغ ارتعاش آزاد بدون میرایی

$$u(\bar{t}) = \frac{u(t)}{\omega} \sin \omega(\bar{t})$$

مقدار جابجایی در هر لحظه از زمان

$$u(\bar{t}) = \frac{\int_0^{\bar{t}} p(t) dt}{m \omega} \sin \omega(\bar{t})$$

۴۹

Subject: _____
Date: _____

$$m\ddot{u} + c\dot{u} + ku = p(t)$$

معادله تعادل دینامیکی

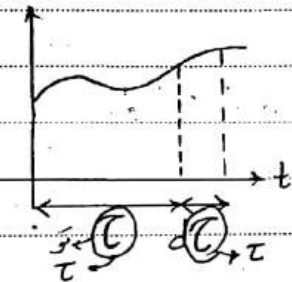
$$m\ddot{u} + c\dot{u} + ku = 0$$

ارتعاش آزاد

بدون میرایی $\rightarrow u(t) = \frac{\dot{u}(\bar{t})}{\omega} \sin \omega t + u(\bar{t}) \cos \omega t$

میرایی $\rightarrow u(t) = \frac{1}{m} \int_0^t p(t) dt$ ضربه

$P(t)$



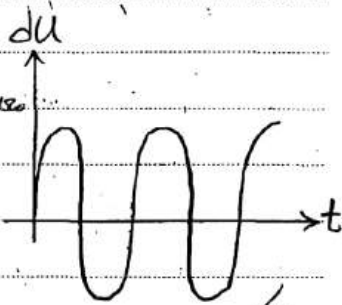
یا صغ به بارگذاری دینامیکی عام و میل کردن بار زلزله

$$\dot{u}(t) = \frac{1}{m} \int_0^t p(t) dt$$

$$u(t) = \frac{\dot{u}(0)}{\omega} \sin \omega t + u(0) \cos \omega t$$

① $u(t) = \frac{\int_0^t p(\tau) d\tau}{m \omega} \sin \omega(t - \tau)$ معادله در حالت کلی

② $du(t) = \frac{p(\tau) \cdot \sin \omega(t - \tau) d\tau}{m \omega}$ معادله هر دو جزء

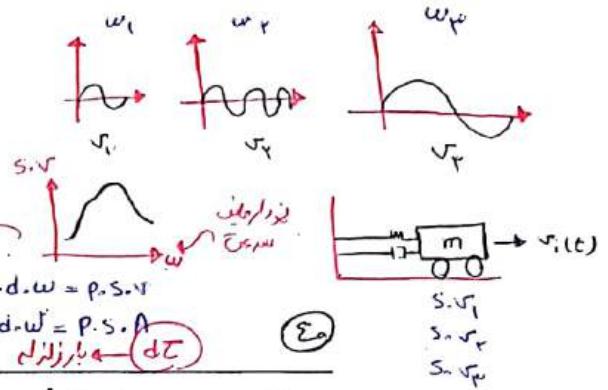


③ $u(t) = \frac{1}{m \omega} \int_0^t p(\tau) \sin \omega(t - \tau) d\tau$ با صغ میسیم به تدریج دینامیکی عام بدون میرایی بدون میرایی

* $u(t) = \frac{1}{m \omega} \int_0^t p(\tau) e^{-\lambda \omega(t - \tau)} \sin \omega(t - \tau) d\tau$ با میرایی



 فورڈ (مربعی) زینہ



$S \cdot d \cdot \omega = p \cdot S \cdot v$
 $S \cdot d \cdot \omega = p \cdot S \cdot A$
 $d\tau$ (بارز الزمان)

(ج) ق = سواب زائده $\square$ ارجحیت سرعت است $\rho(\tau) = m \cdot q(\tau)$ $m\ddot{u} + c\dot{u} + ku = 0$

$$u(t) = \frac{1}{\omega} \int_0^t \tilde{g}(\tau) \sin \omega(t-\tau) d\tau$$

$$u(t) = \frac{1}{\omega} \int_0^t \ddot{g}(\tau) e^{-\gamma \omega (t-\tau)} \sin \omega (t-\tau) d\tau$$

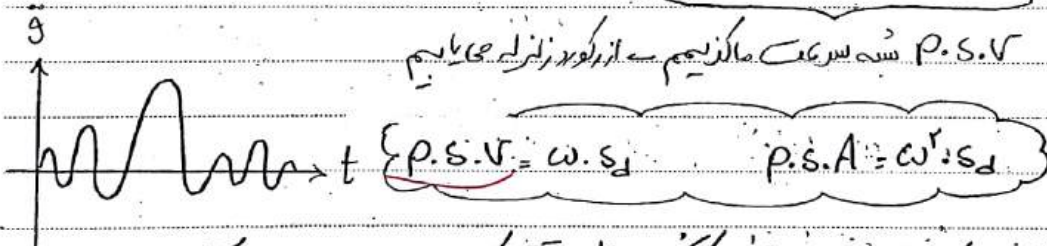
$$a^t = a_r + a_g$$

$$(\ddot{u}_r + \ddot{u}_g) + c\dot{u}_r + k u_r = 0$$

$$+ c\dot{u}_r + k u_r = -m\ddot{u}_g$$

نتیجه از این

سرعت ماکسیمم $t = t_m \rightarrow (u(t_m))_{\max} = \frac{1}{\omega} \int_0^{t_m} \ddot{g}(\tau) \sin \omega(t-\tau) d\tau$



★ با به دست آوردن معادله تغییرات هر یک از متغیرها $q(t)$ و به دست آوردن سرعت
مالکین در N های مختلف در حقیقت معادله تغییراتی داریم

$$\Rightarrow Q = m \times \rho \cdot s \cdot A = m \cdot \omega^2 \cdot s_d$$

نقد با $\Rightarrow M = m \times h \times \rho, S, A = m \cdot h \cdot \omega^2 \cdot S_d$

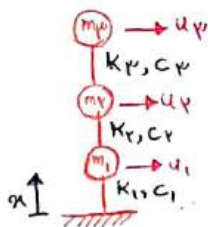
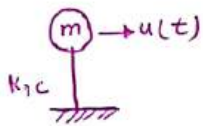
$S_A =$ صیف لسان
 $S_v =$ صیف سریت
 $S_d =$ صیف دایره

۱۰) روش کیفی - مقایسه حد اکثر
۱۱) روش کمی - مقایسه زمان

P4PCO $\textcircled{r}$ $m\ddot{u} + c\dot{u} + ku = 0$

$$\textcircled{1} Q = m \cdot pSA = mW \cdot p \cdot S.V$$

$M = 4 \quad " \quad " \quad " \quad "$



$$y(t) =$$

$$\Phi(x) =$$

تابع نیرو (وابسته به زمان)

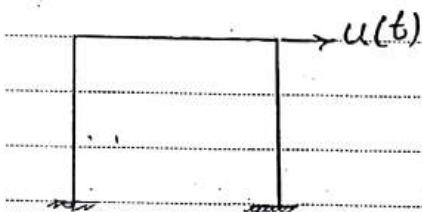
شکل مورد (وابسته به مکان)

$$u(x,t) = \Phi(x) \cdot y(t)$$

mode shape (شکل مورد)

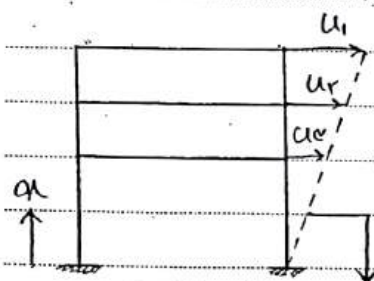
(ع)

Subject: _____
Date: _____



سیستم‌ها چند درجه آزادی:

در سیستم یک درجه آزادی فقط $u(t)$ داریم آن
در چند درجه آزادی $u(x,t)$ داریم



$$u(x,t) = \phi(x) \cdot y(t)$$

تابع مورد شکل
تابع شکل مورد

معادلات حرکتها $\phi(t)$ است
(جابه جایی) (موردی می تواند باشد)

تابع $y(t)$ تابع نیروست و طلاً مرتبط با کو در زمان یا نیروی دینامیکی دینامیکی است
که به سازه وارد می شود

تابع $\phi(x)$ مرتبط با سازه است یعنی مشخصاً سازه در آن جابه جایی باشد که شکل شکل
هندسی سازه (تعداد و عدم تعادل بالا، توزیع حجم و سختی سازه در طبقات می باشد)

* بهتر است سازه در بالا و در طبقه منظم باشد

نکته *

★ نکته ۵: در شناختن حای بلغم علت بارها تم زیاد در طبقات پایین ترن ها خلی می تری تر از حسون های طبقات بالایی است. روش مناسب این است که صحتی یک طبقه را ثبت به طبقات دیگر زیاد تغییر ندهیم. معمولاً ۳ طبقه ۳ طبقه مقایسه ترن ها را یکی می گیریم.

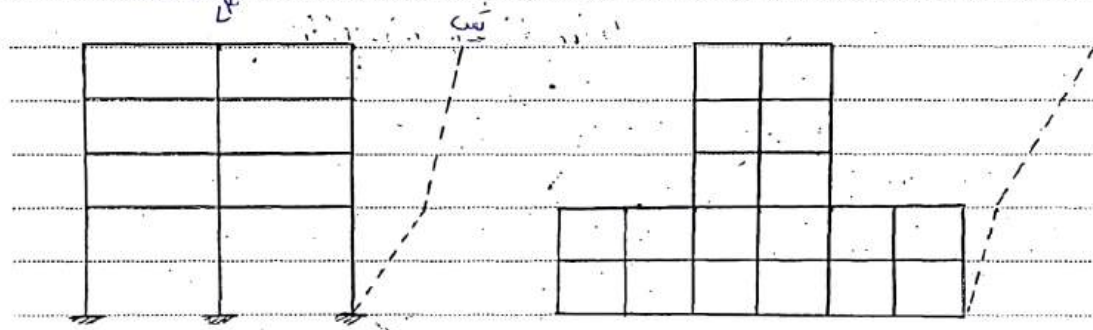
Subject : _____
Date : _____

②

سوال: چرا ترکیب می دهیم؟
 جواب: $\phi(x)$ خطی باشد؟

زیرا در این حالت توزیع مناسب انرژی را در طبقه را خواهم داشت. در یک طبقه نسبت به بقیه طبقات ضعیف بار داشته باشد چون نیروی را در نسبت به بقیه و هم طبقات توزیع می شود این نیرو بیشتر به آن طبقه وارد می شود و بقیه سهمی از آن نیرو نمی برند. بدین ترتیب از کل ظرفیت سازه استفاده نمی شود.

$$k = \frac{14EI}{L^3}$$

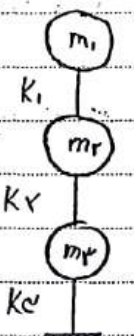


حل سیستم چند درجه آزادی: }
 ① تبدیل به سیستم یک درجه آزادی
 ② روش مستقیم چند درجه آزادی

$\omega_1 \rightarrow K_1, K_2, K_3$ تاثيرها زياد

Уг → " " " " "

$\omega_p \rightarrow " " "$



معاد کو رخ کی
سیرت کی درجہ آزادی

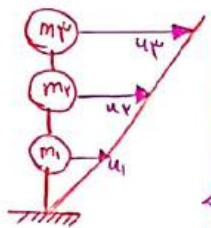


$$\omega^* = \sqrt{\frac{k^*}{m^*}}$$

☆ نکتہ: در آن ایستقامت؛ فقط تحت تاثیر مواد، فاضلی اول

(۱۱) نیست. بلکه اثرات مودهای اربعه‌ای دیگر هم در
میزان تغییر مکان مؤثر است. و این دقیقاً همان بحث اثر فشار است
است. در روش معادل سازی (۱۱) فزودگی طبیعی * و -
مختلف μ_1, μ_2, μ_3 و μ_4 است.

(۱) برکت ص) آید و اگر سازه، طوری باشد که اثرات سودهای دیگر کم باشد، جواب های آنالیز مستقیم و معادل P4PCO سازی نزدیک هم خواهد بود.



* اگر بخواهیم تغییر مکان یک طبقه را نسبت به یک طبقه دیگر بنویسیم Δ اختلاف می‌گیریم

تغییر مکان طبقه سوم نسبت به طبقه دوم $u_3 - u_2 = \phi_3(x) \cdot y(t) - \phi_2(x) \cdot y(t) \rightarrow$

(همان ثابت، همان متغیر) $\Delta u(x, t) = \Delta \phi(x) \cdot y(t) \rightarrow$ تغییر یک طبقه نسبت به طبقه زیرین

تغییر یک طبقه در زمان $u_2 = \phi_2(x) \cdot y(t) - \phi_2(x) \cdot y_{i-1}(t) \rightarrow$

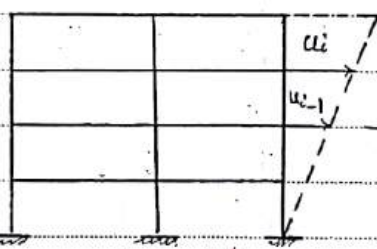
مکان ثابت، زمان متغیر $\delta u(x, t) = \phi(x) \cdot y(t) \rightarrow$

مکان در زمان متغیر $\Delta \delta u(x, t) = \Delta u \cdot \dot{y}(t) \rightarrow$

ع ۲

Subject
Date

تغییر مکان نسبی: مثلاً $u_i - u_{i-1}$



تغییر مکان نسبی: $u(x, t) = \phi(x) \cdot y(t)$

تغییر مکان نسبی دو طبقه: $\Delta u(x, t) = \phi_i(x) y(t) - \phi_{i-1}(x) y(t) \rightarrow$
 $\Delta u(x, t) = \Delta \phi(x) \cdot y(t)$

تغییر مکان یک طبقه نسبت به دو: $\delta u(x, t) = \phi(x) \cdot \delta y(t) = \phi(x) \cdot \dot{y}(t) \rightarrow$
 $\Delta \delta u(x, t) = \Delta \phi(x) \cdot y(t)$

معادله حرکت دینامیکی: $f_i + f_d + f_s = p(t) \xrightarrow{\delta u} f_i \delta u + f_d \delta u + f_s \delta u = p(t) \delta u$
 کار داخلی = کار خارجی

برای سیستم چند درجه آزادی

$f_i \cdot m \cdot \ddot{u}(x, t) = m \cdot \ddot{\phi}(x) \cdot y(t)$ $u(x, t) = \phi(x) \cdot y(t)$

$f_d = c \cdot \dot{u}(x, t) = c \cdot \Delta \phi(x) \cdot \dot{y}(t)$

$f_s = k \cdot u(x, t) = k \cdot \Delta \phi(x) \cdot y(t)$

معادله تعادل دینامیکی برای سیستم چند درجه آزادی معادله شده به یک درجه آزادی

$m^* \ddot{y}(t) + c^* \dot{y}(t) + k^* y(t) = p^*(t)$

$$K^* = \sum_{i=1}^n K_i \Delta \varphi_i^r$$

↑
mode shape

$$= K_1 x (\varphi_1 - \varphi_0)^r + K_2 (\varphi_2 - \varphi_1)^r + K_3 (\varphi_3 - \varphi_2)^r$$

↑
mode shape

$$\varphi_1 = 1 - \cos \frac{\pi x}{2H}$$

$$\varphi_0 = 1 - \cos \frac{\pi x}{2H} = 0$$

Subject

Date

(22)

↑
تعداد طبقات
↑
میزان دایم

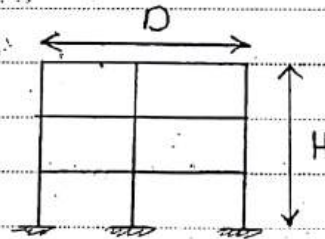
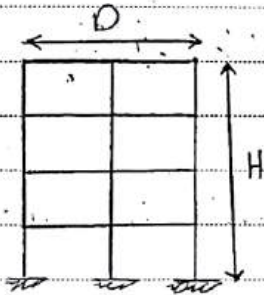
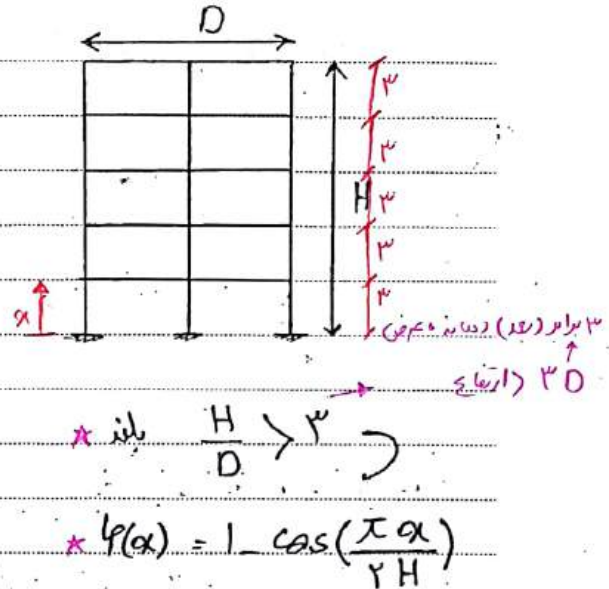
$$m^* = \sum_{i=1}^n m_i \times \varphi_i^r(\alpha)$$

$$c^* = \sum_{i=1}^n c_i \times \Delta \varphi_i^r(\alpha)$$

$$K^* = \sum_{i=1}^n K_i \times \Delta \varphi_i^r(\alpha)$$

$$\rho^* = \sum_{i=1}^n \rho_i(t) \times \varphi_i^r(\alpha)$$

$$\omega^* = \sqrt{\frac{K^*}{m^*}}$$



$$\frac{H}{D} < 1.5$$

$$\varphi(\alpha) = \frac{\alpha}{H}$$

$$\frac{H}{D} < 1.5$$

$$\varphi(\alpha) = \sin\left(\frac{\pi \alpha}{2H}\right)$$

APCO

٤٥

Subject

Date

$$u(t) = \frac{1}{m\omega} \int_0^t p(\tau) \cdot \sin \omega(t-\tau) d\tau$$

mode shape (شکل مد) $V(t) \rightarrow$ (موقعیت را از آن) $u(\alpha, t) = \frac{\phi_i(\alpha) \cdot L}{m^* \cdot \omega^*} \times V(t)$

برای بدست آوردن $V(t)$ $\rightarrow$ برای بدست آوردن $u(t)$

$$L = \sum_{i=1}^n m_i \times \phi_i$$

$L =$ ضرب توزیع جرم

برای بدست آوردن $q_i(\alpha, t) = m_i \times \ddot{u}(\alpha, t) = m_i \times \omega^{*2} \times u(\alpha, t)$

$$= \frac{m_i \times \phi_i(\alpha) \times L \times \omega^{*2}}{m^* \times \omega^*} \times V(t) = \frac{m_i \phi_i(\alpha) \times L \times \omega^*}{m^*} \times V(t)$$

PSV $V(t)$ $\rightarrow$ برای بدست آوردن

$$\ddot{u}(\alpha, t) = \omega^2 \times u(\alpha, t) \Rightarrow \omega \times \dot{u}(\alpha, t)$$

$$\dot{u}(\alpha, t) = \omega \times u(\alpha, t)$$

برای بدست آوردن ω

* مجموع برش ممان $\rightarrow$ برش ممان

برای بدست آوردن $Q(t) = \sum_{i=1}^n q_i(\alpha, t) = \frac{L^2 \times \omega^{*2}}{m^* \cdot \omega^*} \times V(t)$

$$Q(t) = \frac{L^2 \times \omega^*}{m^*} \times V(t)$$

$$S_d \times \omega = P \cdot S \cdot V$$

$$S_d \times \omega^2 = P \cdot S \cdot A$$

Subject
Date

(24)

آنالیز طیفی: آنالیز تاریک زمانی مقادیر را در هر لحظه می دهد. آنالیز طیفی حالت دینامیک مقادیر را به ما می دهد.

$$* [U_i(\alpha)]_{max} = \frac{P(\alpha) \times L}{m^* \cdot \omega^*} \times P S V = \frac{P(\alpha) \times L}{m^* \cdot \omega^*} \times P S A$$

در برش هر لحظه

$$[q_i(\alpha)]_{max} = \frac{m_i \times P_i \times L}{m^*} \times \omega^* \times P S V = \frac{m_i \times P_i \times L}{m^*} \times P S A$$

معادله در آنالیز

$$Q_{max} = \frac{L^2}{m^*} \times \omega^* \times P S V = \frac{L^2}{m^*} \times P S A$$

در برش هر لحظه

$$[q_i(\alpha)]_{max} = \frac{m_i q_i}{L} Q = \frac{m_i P_i}{\sum m_i P_i} Q$$

مقدار توزیع جرم طبقه

$$* Q = C \cdot \omega = \frac{A B I}{R} \cdot \omega \rightarrow \frac{L^2}{m^*}$$

مراحل روش آنالیز طیفی

1) $P(\alpha)$ را فرض می کنیم. (یعنی سافت) کوآ است یا متوسط یا بلند.

2) m^* و k^* را بیابید.

3) ω^* را بیابیم.

4) طیف پاسخ را بیابیم.

5) به کمک ω^* و طیف پاسخ $P S A$ را بیابیم.

6) مقادیر تغییر مکان، نیروی هر طبقه و برش پایه را به دست می آوریم.

$$m^* = \sum_{i=1}^{\Sigma} m_i \times \varphi_i^r = 1.29 \times 0.1 + 1.29 \times 0.1 + 1.29 \times 0.1 + 1.29 \times 0.1 \leftarrow C^*, m^* \text{ (5)}$$

$$= 1.29 \left(\sin \left(\frac{\pi \times 1.2}{1.29 \times 0.1} \right) \right)^r + 1.29 \left(\sin \left(\frac{\pi \times 1.2}{1.29 \times 0.1} \right) \right)^r + 1.29 \left(\sin \left(\frac{\pi \times 1.2}{1.29 \times 0.1} \right) \right)^r + 1.29 \left(\sin \left(\frac{\pi \times 1.2}{1.29 \times 0.1} \right) \right)^r = 1.29$$

$$K^* = \sum_{i=1}^{\Sigma} k_i \Delta \varphi_i^r = 1.29 \times \left(\sin \left(\frac{\pi \times 1.2}{1.29 \times 0.1} \right) \right)^r + 1.29 \left[\left(\sin \frac{\pi \times 1.2}{1.29 \times 0.1} - \sin \frac{\pi \times 1.2}{1.29 \times 0.1} \right) \right]^r$$

$$+ 1.29 \left[\left(\sin \frac{\pi \times 1.2}{1.29 \times 0.1} - \sin \frac{\pi \times 1.2}{1.29 \times 0.1} \right) \right]^r$$

$$+ 1.29 \left[\left(\sin \frac{\pi \times 1.2}{1.29 \times 0.1} - \sin \frac{\pi \times 1.2}{1.29 \times 0.1} \right) \right]^r = 2.4944$$

$$\varphi_i = \sin \left(\frac{\pi \times 1.2}{1.29 \times 0.1} \right)$$

$$\varphi_r = \sin \left(\frac{\pi \times 1.2}{1.29 \times 0.1} \right) = \sin \left(\frac{\pi \times 1.2}{1.29 \times 0.1} \right) \text{ Rad}$$

رد	K	m	φ_i	$\Delta \varphi$	$m \varphi_i^r$	$K \Delta \varphi^r$
Σ	1.29	1.29	1	1.01	1.29	1.01
2	1.29	1.29	0.99	0.01	1.29	1.01
3	1.29	1.29	0.97	0.02	1.29	1.01
4	1.29	1.29	0.95	0.02	1.29	1.01
5	1.29	1.29	0.93	0.02	1.29	1.01
6	1.29	1.29	0.91	0.02	1.29	1.01
7	1.29	1.29	0.89	0.02	1.29	1.01
8	1.29	1.29	0.87	0.02	1.29	1.01
9	1.29	1.29	0.85	0.02	1.29	1.01
10	1.29	1.29	0.83	0.02	1.29	1.01
11	1.29	1.29	0.81	0.02	1.29	1.01
12	1.29	1.29	0.79	0.02	1.29	1.01
13	1.29	1.29	0.77	0.02	1.29	1.01
14	1.29	1.29	0.75	0.02	1.29	1.01
15	1.29	1.29	0.73	0.02	1.29	1.01
16	1.29	1.29	0.71	0.02	1.29	1.01
17	1.29	1.29	0.69	0.02	1.29	1.01
18	1.29	1.29	0.67	0.02	1.29	1.01
19	1.29	1.29	0.65	0.02	1.29	1.01
20	1.29	1.29	0.63	0.02	1.29	1.01
21	1.29	1.29	0.61	0.02	1.29	1.01
22	1.29	1.29	0.59	0.02	1.29	1.01
23	1.29	1.29	0.57	0.02	1.29	1.01
24	1.29	1.29	0.55	0.02	1.29	1.01
25	1.29	1.29	0.53	0.02	1.29	1.01
26	1.29	1.29	0.51	0.02	1.29	1.01
27	1.29	1.29	0.49	0.02	1.29	1.01
28	1.29	1.29	0.47	0.02	1.29	1.01
29	1.29	1.29	0.45	0.02	1.29	1.01
30	1.29	1.29	0.43	0.02	1.29	1.01
31	1.29	1.29	0.41	0.02	1.29	1.01
32	1.29	1.29	0.39	0.02	1.29	1.01
33	1.29	1.29	0.37	0.02	1.29	1.01
34	1.29	1.29	0.35	0.02	1.29	1.01
35	1.29	1.29	0.33	0.02	1.29	1.01
36	1.29	1.29	0.31	0.02	1.29	1.01
37	1.29	1.29	0.29	0.02	1.29	1.01
38	1.29	1.29	0.27	0.02	1.29	1.01
39	1.29	1.29	0.25	0.02	1.29	1.01
40	1.29	1.29	0.23	0.02	1.29	1.01
41	1.29	1.29	0.21	0.02	1.29	1.01
42	1.29	1.29	0.19	0.02	1.29	1.01
43	1.29	1.29	0.17	0.02	1.29	1.01
44	1.29	1.29	0.15	0.02	1.29	1.01
45	1.29	1.29	0.13	0.02	1.29	1.01
46	1.29	1.29	0.11	0.02	1.29	1.01
47	1.29	1.29	0.09	0.02	1.29	1.01
48	1.29	1.29	0.07	0.02	1.29	1.01
49	1.29	1.29	0.05	0.02	1.29	1.01
50	1.29	1.29	0.03	0.02	1.29	1.01
51	1.29	1.29	0.01	0.02	1.29	1.01
52	1.29	1.29	0.00	0.02	1.29	1.01
53	1.29	1.29	0.00	0.02	1.29	1.01
54	1.29	1.29	0.00	0.02	1.29	1.01
55	1.29	1.29	0.00	0.02	1.29	1.01
56	1.29	1.29	0.00	0.02	1.29	1.01
57	1.29	1.29	0.00	0.02	1.29	1.01
58	1.29	1.29	0.00	0.02	1.29	1.01
59	1.29	1.29	0.00	0.02	1.29	1.01
60	1.29	1.29	0.00	0.02	1.29	1.01
61	1.29	1.29	0.00	0.02	1.29	1.01
62	1.29	1.29	0.00	0.02	1.29	1.01
63	1.29	1.29	0.00	0.02	1.29	1.01
64	1.29	1.29	0.00	0.02	1.29	1.01
65	1.29	1.29	0.00	0.02	1.29	1.01
66	1.29	1.29	0.00	0.02	1.29	1.01
67	1.29	1.29	0.00	0.02	1.29	1.01
68	1.29	1.29	0.00	0.02	1.29	1.01
69	1.29	1.29	0.00	0.02	1.29	1.01
70	1.29	1.29	0.00	0.02	1.29	1.01
71	1.29	1.29	0.00	0.02	1.29	1.01
72	1.29	1.29	0.00	0.02	1.29	1.01
73	1.29	1.29	0.00	0.02	1.29	1.01
74	1.29	1.29	0.00	0.02	1.29	1.01
75	1.29	1.29	0.00	0.02	1.29	1.01
76	1.29	1.29	0.00	0.02	1.29	1.01
77	1.29	1.29	0.00	0.02	1.29	1.01
78	1.29	1.29	0.00	0.02	1.29	1.01
79	1.29	1.29	0.00	0.02	1.29	1.01
80	1.29	1.29	0.00	0.02	1.29	1.01
81	1.29	1.29	0.00	0.02	1.29	1.01
82	1.29	1.29	0.00	0.02	1.29	1.01
83	1.29	1.29	0.00	0.02	1.29	1.01
84	1.29	1.29	0.00	0.02	1.29	1.01
85	1.29	1.29	0.00	0.02	1.29	1.01
86	1.29	1.29	0.00	0.02	1.29	1.01
87	1.29	1.29	0.00	0.02	1.29	1.01
88	1.29	1.29	0.00	0.02	1.29	1.01
89	1.29	1.29	0.00	0.02	1.29	1.01
90	1.29	1.29	0.00	0.02	1.29	1.01
91	1.29	1.29	0.00	0.02	1.29	1.01
92	1.29	1.29	0.00	0.02	1.29	1.01
93	1.29	1.29	0.00	0.02	1.29	1.01
94	1.29	1.29	0.00	0.02	1.29	1.01
95	1.29	1.29	0.00	0.02	1.29	1.01
96	1.29	1.29	0.00	0.02	1.29	1.01
97	1.29	1.29	0.00	0.02	1.29	1.01
98	1.29	1.29	0.00	0.02	1.29	1.01
99	1.29	1.29	0.00	0.02	1.29	1.01
100	1.29	1.29	0.00	0.02	1.29	1.01

$$\omega^* = \sqrt{\frac{K^*}{m^*}} = \sqrt{\frac{2.4944}{1.29}} = 1.41 \text{ rad/s}$$

$$T_s = \frac{2\pi}{\omega^*} = 4.47 \text{ s}$$

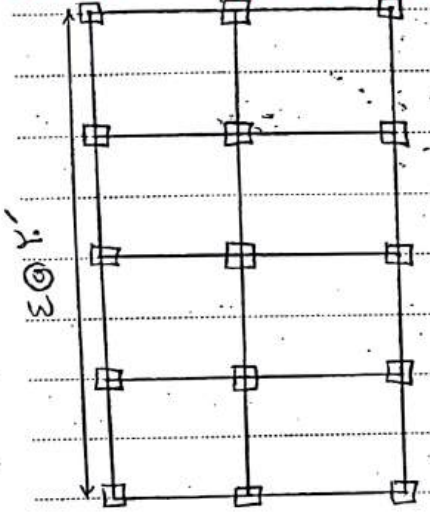
PAPCO

$$\phi_i = 1 \rightarrow \phi_r = \sin \left(\frac{\pi \times 1.2}{1.29 \times 0.1} \right) = \sin \frac{\pi}{4} = 1$$

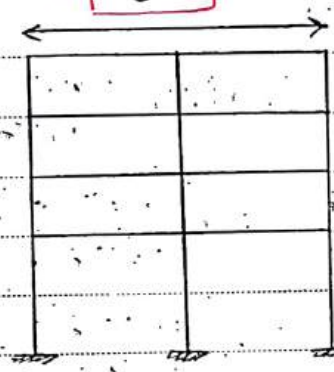
← سیستم قاب خمشی → K، در صورتی که بار هر ...

مثال: برای سازه نشان داده شده، در شکل فکانت زاویه آ محارل را بیابید.

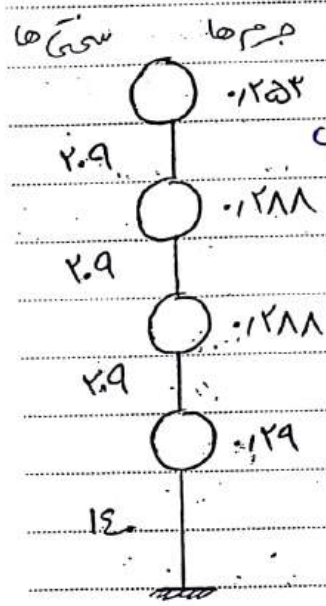
ستون ۱ ستون ۲ ستون ۳



هر طبقه = ۲.۵ cm
اینچ ۱۲ هر طبقه
۲.۵ × ۱۲ = ۳۰ cm
۲.۵ × ۱۲ = ۳۰ cm



هر طبقه ۱۲ اینچ
 $\frac{4}{12} = \frac{1}{3}$



کوتاه است $\frac{H}{D} < 1.5 \rightarrow \varphi(x) = \sin\left(\frac{\pi x}{2H}\right)$

تاب خمشی - سطحی ستون
تقلص می کند $K = \frac{12EI}{L^3}$ چون ۳ ستون

$\omega^* = \sqrt{\frac{K^*}{m^*}}$

$K^* = \sum_{i=1}^n K_i \Delta \Phi_i^2$

$m^* = \sum_{i=1}^n m_i \Phi_i^2$

$\Phi(x) = \sin\left(\frac{\pi x}{2H}\right)$
 $\Phi(x) = \sin\left(\frac{\pi \times 4.5}{2 \times 9}\right)$

۳ طبقه ۱۵.۵
۱۲ طبقه ۱۲
 $\frac{H}{D} = \frac{12 + 3 \times 10.5}{2 \times 20}$
از تعداد طبقه چهارم تا آخر
 $3 \times 10.5 + 12 = 43.5$

۱) $\varphi(x) = \sin\left(\frac{\pi x}{2H}\right)$

سازه را به یک سازه ساده تبدیل می کنند (مفرد)

تغییر مسئله قبل را بر اساس آنکه تابع مد شکل، خطی $(\varphi = \frac{q}{H})$ باشد حل کنید و به کمک طبقه بندی کردن مثال قبل مقدار در پالس پایه و نیز در پالس طبقه بندی را به دست آورید.

$$PSA = 0.5g$$

↓
۷۸۱

هر چه آهسته تر دست آید سازه نرم تر است.

$$Q = \frac{L^2}{m^*} \times PSA$$

این مسئله را بر روش رابطه شکل کنید.

$$q_i = \frac{m_i \varphi_i}{\sum m_i \varphi_i} \times Q$$

$$q_1 + q_2 + q_3 + q_4 = Q$$

$$P.S.A = 0.5g$$

۷۸۱

طبقه	K	m_i	φ_i	$\Delta \varphi$	$m \varphi_i$	$K \Delta \varphi_i$
۴	۲۰۹	۰.۲۵۲	۱	۰.۲۴۲	۰.۲۵۲	۱۲.۲۴
۳	۲۰۹	۰.۲۸۸	۰.۷۵۸	۰.۲۴۱	۰.۲۱۵	۱۲.۱۴
۲	۲۰۹	۰.۲۸۸	۰.۵۱۷	۰.۲۴۲	۰.۱۵۷	۱۲.۲۴
۱	۱۴۰	۰.۲۹	۰.۲۷۵	۰.۲۷۵	۰.۰۲۲	۱۰.۵۸
						$m^* = ۰.۵۱۴, K^* = ۴۷.۲$

$$\varphi_4 = \frac{۴۳.۵}{۴۳.۵} = ۱$$

$$\varphi_3 = \frac{۳۳}{۴۳.۵} = ۰.۷۵۸$$

$$\varphi_2 = \frac{۲۲.۵}{۴۳.۵} = ۰.۵۱۷$$

$$\varphi_1 = \frac{۱۲}{۴۳.۵} = ۰.۲۷۵$$

$$\omega^* = \sqrt{\frac{K^*}{m^*}} = \sqrt{\frac{۴۷.۲}{۰.۵۱۴}} = ۹.۵۴ \text{ rad/s}$$

$$T = \frac{۲\pi}{۹.۵۴} = ۰.۶۵۷ \text{ s}$$

$$T = \frac{۲\pi}{\omega^*}$$

$$L = \sum m_i \varphi_i = ۰.۲۵۲ + ۰.۲۸۸ \times ۰.۷۵۸ + ۰.۲۸۸ \times ۰.۵۱۷ + ۰.۲۸۸ \times ۰.۲۷۵ = ۰.۲۹۲$$

$$Q = \frac{L^2}{m^*} \times p \Delta A = \frac{(0.791)^2}{0.014} \times 0.01 \times 9.11 = 1.04$$

$$q_r = \frac{0.001 \times 1}{0.001} \times 1.04 = 1.44$$

$$q = \frac{m \phi}{L} \times \phi$$

$$q_p = \frac{0.001 \times 0.001}{0.001} \times 1.04 = 1.44$$

$$q_f = \frac{0.001 \times 0.014}{0.001} \times 1.04 = 0.91$$

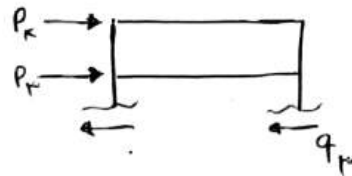
$$q_i = \frac{0.001 \times 0.014}{0.001} \times 1.04 = 0.91$$

ردیف	K	m	q	q'	$\Delta L = \left(\frac{q}{K}\right)$	y	$\phi_i = \frac{y_i}{y}$	$m_i \phi_i$	$p_i \phi_i$
4	0.01	0.001	1.44	1.44	0.000144	0.00144	1	0.001	1.44
3	0.01	0.001	1.44	1.11	0.00111	0.00111	0.001	0.001	1.11
2	0.01	0.001	0.91	0.91	0.00091	0.00091	0.001	0.001	0.91
1	0.01	0.001	0.91	0.91	0.00091	0.00091	0.001	0.001	0.91

$m^* = 0.001$ $p^* = 0.001$

$$T = \pi \sqrt{\frac{m^* y}{p^*}} = \pi \sqrt{\frac{0.001 \times 0.001}{0.001}} = 0.001$$

برش طبقه ۳: رسم دیاگرام آزاد

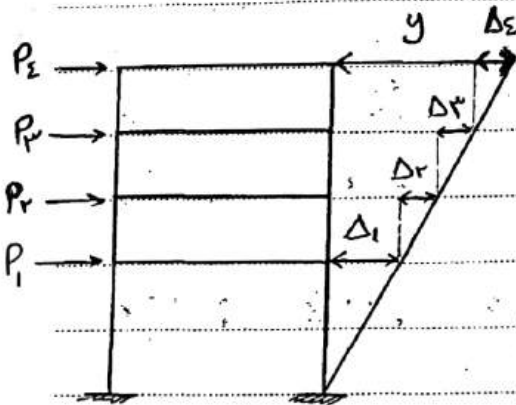


$$q_p = P_k + P_p$$

۱۵)

Subject
Date

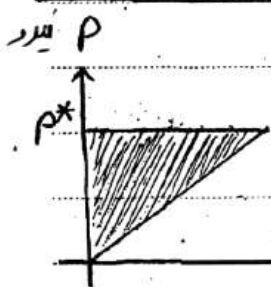
روش رانلی: کاربرد اصلی این روش در تقریب زدن (تقریب فرکانس) ها طبقه یک سازه است. علاوه بر این از این روش می توان برای تعیین تابع شکل نیز استفاده کرد. روشی برای کنترل مسأله



$$y = \Delta_1 + \Delta_2 + \Delta_3 + \Delta_4$$

Δ تغییر مکان شی

*** نیرو در طبقه ۳: هم نیروی طبقه ۳ است اما برش در طبقه ۳ جمع برش طبقه ۳ و ۴ و ۵ است. (به طرف طبقات بالاتر هر چند طبقه که باشد)



کار خارجی که از طرف زلزله بر روی سازه اعمال می شود:

$$w_e = \frac{1}{2} \times P^* \times y$$

$$w_i = \frac{1}{2} m^* v^2 \quad v = \omega r \rightarrow w_i = \frac{1}{2} m^* \omega^{*2} y^2 r$$

$$w_e = w_i \Rightarrow \frac{1}{2} \times P^* \times y = \frac{1}{2} m^* \omega^{*2} y^2 r \rightarrow \omega^* = \frac{P^*}{m^* \times y}$$

$$\omega^* = \sqrt{\frac{P^*}{m^* \cdot y}}$$

$$T = \frac{2\pi}{\omega} = 2\pi \sqrt{\frac{m^* \cdot y}{P^*}}$$

نعم برکت هر ملقه

$\rho_E = \frac{q}{\epsilon} \rightarrow$ جوشانین صفحه ۱-۱ است

$$p_E + p_{cs} \neq c$$

$$P_E + P_W + P_V = q_x$$

$$\rho_{\Sigma} + \rho_{\nu} + \rho_{\nu} + \rho_{\nu} + \rho_{\nu} = \rho_T$$

$$p_f = q_f$$

$$p_k = q_E - q_k$$

$$T = \gamma_{\pi} \sqrt{\frac{m^* \cdot y_d}{\rho^*}} = \gamma_{\pi} \sqrt{\frac{.1444 \times .199 \text{ eV}}{14.9 \text{ eV}}} = .117$$

المراد بـ T تدریجاً آمده در وقت t یعنی $\frac{d}{dt}$ در مثال قبل تقریباً $\frac{1}{N}$ بود یعنی ϕ در یک درخت N تقریباً $\frac{1}{N}$ بود

میداد، قلم، مداد، قلم

ماتریس جرم، ماتریس قعطری است که روی قعطر اصلی می نشیند، در حالتی که رفتار خطی است، ماتریس قعطری اصلی است. جرم درجه آزادی

$$a_{22} = m_2$$

آزادی روی قعطر اصلی می نشیند.

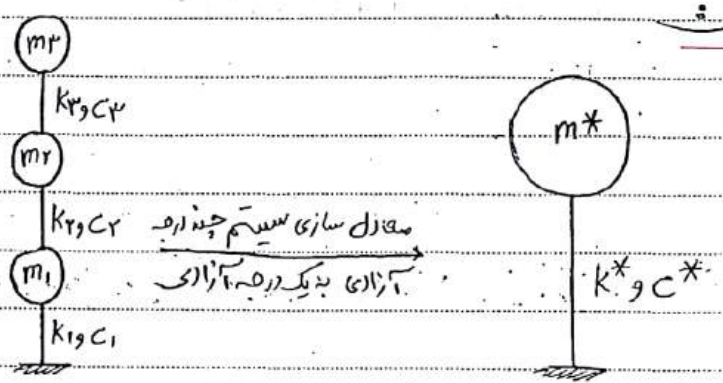
* در حالتی که رفتار را خطی فرض می کنیم. رفتار سازه به شکل و نوع سازه بستگی دارد.

در اگر در جبر می مانند m_1 بار دنیا یکی به آن وارد شود، آن های که پیچ می شوند $L_1 + L_2$ است که به این ترتیب روی قعطر اصلی هایگزین می کنیم $a_{12} = a_{21}$ میراگر بین آن ها c_2 است که ضریب مقفی به خاطر وجود کتی کشی و دیگری فشاری است. باید ضریب مقفی به کار برد. $a_{13} = a_{31}$ با هم برابر و مساوی صفر است زیرا هیچ ربطی به هم ندارند.

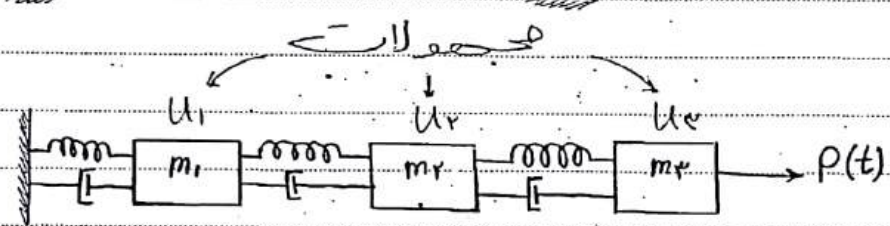
۵۲

Subject:
 Date:
 همین ماتریس را برای Δ می نوشتم با همان علامت ها و همان جا های مشترک این تفاوت که مثلاً به جای L_1 باید

بگذاریم R .
 روش آنالیز چند درجه آزادی:



معادله سازی سیستم چند درجه آزادی



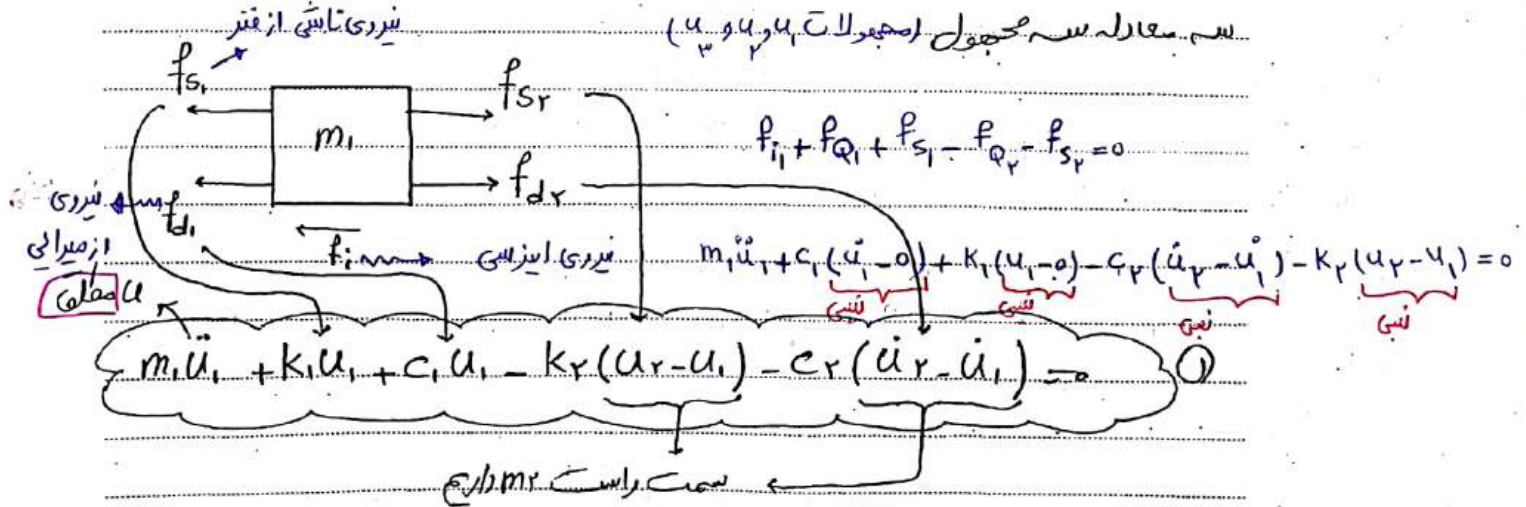
محوالات

معادله سه محمول

از معادلات تعادل استفاده می شود.

سیستم چند درجه آزادی به دنبال به دست آوردن تغییر مکان ها (u_1, u_2, u_3) هستیم

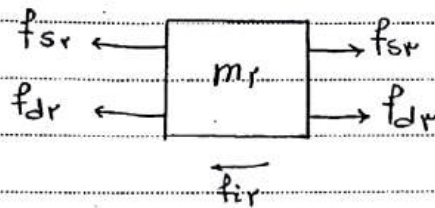
سه معادله سه محمول (محوالات u_1, u_2, u_3)



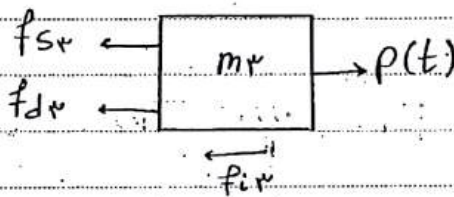
* صفر اول مربوط به درجه آزادی اول و سطح درم مربوط به درجه آزادی دوم و سوم برای سوم حرم 1 سطح 1 برای m_1 داریم
 $\ddot{u}_1$ بنابراین برای درجه دوم و سوم صفر می شود و c و k لقب هم هستند همیشه.

Subject:
Date:

(52)



$$m_r \ddot{u}_r + k_r (u_r - u_1) + c_r (\dot{u}_r - \dot{u}_1) - k_c (u_c - u_r) - c_c (\dot{u}_r - \dot{u}_c) = 0 \quad (3)$$



$$m_r \ddot{u}_r + k_r (u_r - u_1) + c_r (\dot{u}_r - \dot{u}_1) - p(t) = 0 \quad (4)$$

* با حل سه معادله سه مجهول مقادیر u_1 , u_r و u_c به دست می آیند.

ماتریس اینرسی

ماتریس میرایی

$$\begin{bmatrix} m_1 & 0 & 0 \\ 0 & m_r & 0 \\ 0 & 0 & m_c \end{bmatrix} \begin{Bmatrix} \ddot{u}_1 \\ \ddot{u}_r \\ \ddot{u}_c \end{Bmatrix} + \begin{bmatrix} c_1 + c_r & -c_r & 0 \\ -c_r & c_r + c_\mu & -c_\mu \\ 0 & -c_\mu & c_\mu \end{bmatrix} \begin{Bmatrix} \dot{u}_1 \\ \dot{u}_r \\ \dot{u}_c \end{Bmatrix} +$$

(ماتریس 3x1)

$$\begin{bmatrix} k_1 + k_r & -k_r & 0 \\ -k_r & k_r + k_r & -k_r \\ 0 & -k_r & k_r \end{bmatrix} \begin{Bmatrix} u_1 \\ u_r \\ u_c \end{Bmatrix} = \begin{Bmatrix} 0 \\ 0 \\ p(t) \end{Bmatrix}$$

ماتریس سختی

- درایه اول مربوط به درجه آزادی اول و درایه دوم مربوط به درجه آزادی دوم و ...
درایه n مربوط به درجه آزادی n ام است برای ماتریس (n x n)

Subject.
Date

معادله تعادل دینامیک

$$m\ddot{u} + c\dot{u} + ku = 0$$

بدان مقیاس

$$[M]\{\ddot{u}\} + [C]\{\dot{u}\} + [K]\{u\} = 0$$

3x3

[] = علامت ماتریس
{ } = علامت بردار

$$[m]\{\ddot{u}\} + [k]\{u\} = 0$$

مقدار درجه آزادی

$$M = \begin{bmatrix} m_1 & 0 & 0 \\ 0 & m_2 & 0 \\ 0 & 0 & m_3 \end{bmatrix}$$

اینجا برابر است

3x3

ماتریس n x n
n = تعداد درجه آزادی یا تعداد m ها یا ضرایب

$$K = \begin{bmatrix} k_1 & -k_2 & 0 \\ -k_2 & k_2 + k_3 & -k_3 \\ 0 & -k_3 & k_3 \end{bmatrix}$$

کای کین بین m1 و m2 اعمال می شود و منفی

0 = k بین m2 و m3 (چیزی نیست)

$$K = \begin{bmatrix} k_1 + k_2 & -k_2 & 0 \\ -k_2 & k_2 + k_3 & -k_3 \\ 0 & -k_3 & k_3 \end{bmatrix}$$

برای زاویه (اوا) باید رابطه جرم اوا را برسی کرده و میرایی جسم 1 با

2 وارد می شود

$$C = \begin{bmatrix} c_1 + c_2 & -c_2 & 0 \\ -c_2 & c_2 + c_3 & -c_3 \\ 0 & -c_3 & c_3 \end{bmatrix}$$

برای درایه دوم (2,1) اثر جسم 1 بر 2 و برعکس نه میرایی مانند K است

درم c4 در جهت عکس منفی (عمل و عکس العمل) برای درایه (1,3) و (3,1) هیچ

رابطه ای با هم ندارند و بنا بر این

$$\ddot{u} = \begin{bmatrix} \ddot{u}_1 \\ \ddot{u}_2 \\ \ddot{u}_3 \end{bmatrix} \quad \dot{u} = \begin{bmatrix} \dot{u}_1 \\ \dot{u}_2 \\ \dot{u}_3 \end{bmatrix} \quad u = \begin{bmatrix} u_1 \\ u_2 \\ u_3 \end{bmatrix}$$

متغیرها

بدلت حاله

• (دیر صنان)



Date _____

مثال: سطر اول برابر است با 3

$$m_i \ddot{u}_i + (c_l + c_r) \dot{u}_i - c_r \dot{u}_r + (k_l + k_r) u_i - k_r u_r = 0 \quad (m_i) \quad \text{für } i = 1, 2, \dots, n$$

مصارفہ رقم (mr) - سطر رقم

معادله سوم (۳) - سفر سوم

$$[m]\{\ddot{u}\} + [c]\{\dot{u}\} + [k]\{u\} = 0$$

$$[M]\{\ddot{u}\} + [K]\{u\} = 0$$

$$\vec{a} = \vec{\omega} \times \vec{a}$$

$$u = \omega u$$

$$v^p = wu$$

$$u = A \sin \omega t$$

$$u = wA \cos \omega t$$

$$\dot{u} = -\omega^2 A \sin \omega t$$

$$-\omega^T [M] \{u\} + [K] \{u\} = 0 \rightarrow ([K] - \omega^T [M]) \{u\} = 0$$

موراء مشرفه زینا مدلی سازد (موراء مشرفه مدلی)

به عنوان سوار دی که از آیین نامه ۲۸ استغفار (مسی) کنیم معادله میسر خواهد بود (همین معادله را الی)

مجادله مستوفیه: مجادله است که می‌کنند با افراد مختلف سازه چند درجه آزادی

از آن سوخت می شود. همچنین مشکلاتی را مستقیماً از این مقدار به دست می آیند

(ترمذی)

$$\det([K] - \omega^r [M]) = 0 \rightarrow \omega_1 - \omega_n$$

بہارِ استعصا کنیز

فکس اول راجی تداریم ← ۱، ۲ و ۳ را برافزائیں اول ہی بابم

... $f(x)$... $\leftarrow$... $f(x)$...

→ few more

$$\begin{bmatrix} 4 & 3 & 2 & 1 \\ 2 & 1 & 0 & 0 \\ 3 & 2 & 1 & 0 \\ 2 & 1 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix} - \omega^2 \begin{bmatrix} 4 & 3 & 2 & 1 \\ 2 & 1 & 0 & 0 \\ 3 & 2 & 1 & 0 \\ 2 & 1 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 4 & 3 & 2 & 1 \\ 2 & 1 & 0 & 0 \\ 3 & 2 & 1 & 0 \\ 2 & 1 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$$

$$\begin{bmatrix} 2.9 - \omega^2 \times 0.125 & -2.9 & 0 & 0 \\ -2.9 & 4.18 - \omega^2 \times 0.125 & -2.9 & 0 \\ 0 & -2.9 & 4.18 - \omega^2 \times 0.125 & -2.9 \\ 0 & 0 & -2.9 & 4.18 - \omega^2 \times 0.125 \end{bmatrix}$$

سوال: حل مسئله قبل به روش ماتریس

$$\begin{aligned}
 & \sum \cdot 0.125 \omega^2 = m \\
 & K = 2.9 \quad \sum \cdot 0.125 \omega^2 = m \\
 & K = 2.9 \quad \sum \cdot 0.125 \omega^2 = m \\
 & K = 2.9 \quad \sum \cdot 0.125 \omega^2 = m \\
 & K = 1.5 \quad \sum \cdot 0.125 \omega^2 = m
 \end{aligned}$$

$$\begin{bmatrix} \sum & 3 & 2 & 1 \\ 2 & 1 & 0 & 0 \\ 3 & 2 & 1 & 0 \\ 2 & 1 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix} - \omega^2 \begin{bmatrix} \sum & 3 & 2 & 1 \\ 2 & 1 & 0 & 0 \\ 3 & 2 & 1 & 0 \\ 2 & 1 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix} = 0$$

$$\begin{bmatrix} 2.9 - \omega^2 \times 0.125 & -2.9 & 0 & 0 \\ -2.9 & 4.18 - \omega^2 \times 0.125 & -2.9 & 0 \\ 0 & -2.9 & 4.18 - \omega^2 \times 0.125 & -2.9 \\ 0 & 0 & -2.9 & 4.18 - \omega^2 \times 0.125 \end{bmatrix}$$

$$\begin{aligned}
 & \omega_1 = 1.144 \rightarrow T_1 = 0.174 \\
 & \omega_2 = 2.0177 \rightarrow T_2 = 0.124 \\
 & \omega_3 = 5.018 \rightarrow T_3 = 0.112 \\
 & \omega_4 = 8.018 \rightarrow T_4 = 0.112
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 & (191 \times 1) - (2.9 \times \phi_1) = 0 \rightarrow \phi_1 = 0.191 \\
 & (-2.9 \times 1) + (3.97 \times \phi_2) - (2.9 \times \phi_1) = 0 \rightarrow \phi_2 = 0.194 \\
 & (-2.9 \times \phi_2) + (3.97 \times \phi_3) - (2.9 \times \phi_1) = 0 \rightarrow \phi_3 = 0.197
 \end{aligned}$$

۱۶. پیمائش :

Subject: _____
Date: _____

(2)

حالا من سبب هارا به دست می آوریم :

$$\begin{bmatrix}
 2.9 - 1.155^2 \times 1.25 & -2.9 & \dots & \dots \\
 -2.9 & 2.9 - 1.155^2 \times 1.25 & \dots & \dots \\
 \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\
 \vdots & \vdots & \vdots & 2.9 - 1.155^2 \times 1.25
 \end{bmatrix}
 \times
 \begin{Bmatrix}
 \varphi_2 \\
 \varphi_3 \\
 \varphi_4 \\
 \varphi_1
 \end{Bmatrix}
 =
 \begin{Bmatrix}
 0 \\
 0 \\
 0 \\
 0
 \end{Bmatrix}$$

مودال $\varphi_1, \varphi_2, \varphi_3$

$$q_i = \frac{y_i}{y_{max}}$$

$$p_{10} \cdot \frac{u_0}{u_E} \rightarrow p_{E1}, p_{E2}, p_{E3}, p_{E4}$$

سطر اول بر سطر اول {۲} مود اول

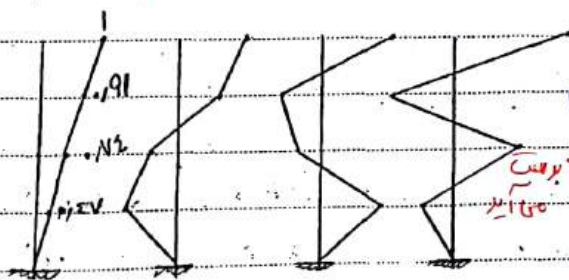
مطالعات بحین صوفیه های بنیسم سازای فوق و رحین بقس غرابن های

Σ	1	1	1	1
[4]	2	2	-1.0V	-1.0V
2	0.0V	-1.0V	-0.0V	1.0V
1	1.0V	2	1.0V	-0.0V

$$191 \times 1 - 109 \times \phi_p + 0 + 0 = 0 \rightarrow \phi_p = 1.91$$

$$p_1 x_1 + p_2 x_2 = p_1 x_1^* + p_2 x_2^* \Rightarrow 1.09 + 1.94 x_2 = 1.09 + 1.94 x_2^* \Rightarrow x_2 = x_2^* = 0.17 \text{ K}$$

$$r_{\text{sum}} \text{ is } m \rightarrow 209 \times \phi_w + 396 \times \phi_f + 209 \times \phi_i = 0 \text{ m} \rightarrow \phi_i = 0.1 \text{ Kv}$$



$\rho, \mu, \epsilon, \sigma, \Phi = 1$

برای جد باز Φ بر حسب

PAPCO

۱۹۰۵

رابطه عامر در سیستم چند درجه آزادی
 معادله‌های ارتعاشی سیستم‌های چند درجه آزادی از نظر ریاضی دارای خاصیت تعامری نسبت به ماتریس جرم و سختی هستند

$$\begin{Bmatrix} \phi_1 \\ \phi_2 \\ \phi_3 \end{Bmatrix} \xrightarrow{T} [\phi_1 \ \phi_2 \ \phi_3]$$

$$[K] - \omega^2 [M] = 0$$

$$[K] \{\phi_n\} - \omega_n^2 [M] \{\phi_n\} = 0 \xrightarrow{\times \{\phi_m\}^T} \{\phi_m\}^T [K] \{\phi_n\} - \omega_n^2 \{\phi_m\}^T [M] \{\phi_n\} = 0 \quad \text{I}$$

$$[K] \{\phi_n\} - \omega_m^2 [M] \{\phi_m\} = 0 \xrightarrow{\times \{\phi_n\}^T} \{\phi_n\}^T [K] \{\phi_m\} - \omega_m^2 \{\phi_n\}^T [M] \{\phi_m\} = 0 \quad \text{II}$$

$$\xrightarrow{T} \{\phi_n\}^T [K] \{\phi_m\} - \omega_n^2 \{\phi_n\}^T [M] \{\phi_m\} \quad \text{I}$$

$$\text{I, II} \xrightarrow{\omega} \{\phi_n\}^T [M] \{\phi_m\} (\omega_n^2 - \omega_m^2) = 0$$

Subject:
Date:

$$\rightarrow \{\phi_n\}^T [M] \{\phi_m\} = 0$$

$$u(\alpha, t), \varphi(\alpha) \times y(t)$$

$$\{u\} = [\varphi] \times \{y(t)\}$$

$$[M]\{\ddot{u}\} + [C]\{\dot{u}\} + [K]\{u\} = \{p(t)\} \quad \text{معادله تعادل دینامیکی}$$

$$[M][\varphi]\{\ddot{y}(t)\} + [C][\varphi]\{\dot{y}(t)\} + [K][\varphi]\{u\} = \{p(t)\}$$

برای حل این معادله از اصل بقا عدد صوره‌ها استفاده می‌کنیم.

جای سطر و ستون عوض می‌شود → ترانپوز

$$[\varphi_n]^T [M] [\varphi_m] = 0 \quad \text{برای هر } m \text{ بخواه}$$

$$[\varphi_n]^T [K] [\varphi_m] = 0$$

mode shape (مورف) به صورت بردار و البته با علامت

$m \neq n$

ترانپوز کنیم و بعد ضرب در ماتریس می‌کنیم از صوره‌ها

$$\text{هر موردی غیر از مورد } m$$

$$[\varphi_n]^T [C] [\varphi_m] = 0$$

ترانپوز

حاصل ضرب می‌شود

$$\begin{bmatrix} 1 \\ 0.91 \\ 0.174 \\ 0.147 \end{bmatrix} \quad \begin{bmatrix} 1 \\ 1.178 \\ 1.175 \\ -0.91 \end{bmatrix}$$

$$[1 \quad 0.91 \quad 0.174 \quad 0.147]$$

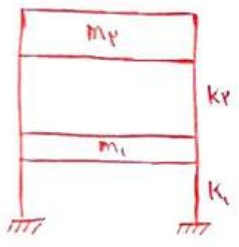
مورف‌های مورد 1

مورد چهارم (دخواب) مورد اول

ترانپوز می‌کنیم

$$[1 \quad 0.91 \quad 0.174 \quad 0.147] [M] \begin{bmatrix} 1 \\ -1.178 \\ 1.175 \\ -0.91 \end{bmatrix} = 0$$

تفاوت بین روش‌های سیستم‌سازی فوق و همچنین فرامین‌های ارتعاش آزاد ب؟



$$k_1 = k_2 = 100$$

$$m_1 = m_2 = 2$$

Subject:
Date:

$$u(x, t) = \Phi(x) y(t)$$

(۶)

$$\{u\} = [\Phi] \{y(t)\}$$

برای مرتبه اگر در $\{u\}$ m

$$[M] \{\ddot{u}\} + [C] \{\dot{u}\} + [K] \{u\} = \{P(t)\}$$

$$\{\Phi_n\}^T [M] [\Phi_n] \{\ddot{y}(t)\} + [C] [\Phi_n] \{\dot{y}(t)\} + [K] [\Phi_n] \{y(t)\} = \{P(t)\}$$

ارامه $\{\Phi_n\}^T$

زمانی که Φ, C, P^T غرض کند برابر صفر شود.

آنالیز سوزال سیستم‌های چند درجه آزادی.

$$[\Phi_n]^T [M] [\Phi_m] = 0 \quad m \neq n$$

اصل تعادل در سوزا

$$[\Phi_n]^T [K] [\Phi_m] = 0 \quad m \neq n$$

$$u(x, t) = \Phi(x) y(t)$$

$$\{u\} = [\Phi] \{y(t)\}$$

$$[\Phi_n]^T [C] [\Phi_m] = 0 \quad m \neq n$$

مورد $m \neq n$

$$[\Phi_n]^T [M] [\Phi_n] \{\ddot{y}(t)\} + [\Phi_n]^T [C] [\Phi_n] \{\dot{y}(t)\} + [\Phi_n]^T [K] [\Phi_n] \{y(t)\} = [\Phi_n]^T \{P(t)\}$$

ارامه $\{\Phi_n\}^T$ تعادل دینامیکی

$$M_n^* \ddot{y}(t) + C_n^* \dot{y}(t) + K_n^* y(t) = P_n^*$$

برای سوز M_n^* C_n^* K_n^* P_n^*

معادله تعادل دینامیکی برای سوزها

* پاسخ این معادله تغییر مکان سوز n ام را می‌دهد.

(باید حل ماتریس 3×3 و حل معادله درجه ۳ را بلد باشی) *

با این روش معادله چند مجهول اولیه را به n معادله مستقل تبدیل کردیم. این معادله را برای سوزها در یکدیگر نویسیم تا تغییر مکان سوز و برش پایه برای سوز نام را بنویسیم.

$$\ddot{x}_n y_n = \frac{L_n \ddot{x}_n}{M_n^* \omega_n} x v_n(t)$$

$$u(t) = A X \begin{Bmatrix} - \\ - \\ - \end{Bmatrix} x v(t) \rightarrow \begin{matrix} \text{برای اجزای بارهای} \\ \text{P.S.V استاندارد} \\ \text{میکنیم.} \end{matrix}$$

۴۱

Subject:
Date:

$$L_n = [1]^T [M] [\varphi_n]$$

$$u(x, t) = \frac{\varphi \times L}{M^* \times \omega^*} \times v(t), \quad L, \sum M_i \varphi_i$$

$$\{u_n\} = \frac{\varphi_n \times L_n}{M_n^* \times \omega_n} \times v_n(t)$$

$$u_n = \frac{\varphi_1 L_1}{m_1^* \omega_1} = \frac{0.27 \times 1}{0.1444 \times 1.156}$$

$$M_n^* = [\varphi_n]^T [M] [\varphi_n]$$

$$L_n = [1]^T [M] [\varphi_n]$$

اثر $\sum$ است

$$\varphi_{1,2} = \begin{Bmatrix} 1 \\ 0.91 \\ 0.175 \\ 0.157 \end{Bmatrix}$$

$$\omega_1 = 1.156$$

مثال: مقدار $\{u_n\}$ را برای مثال قبل بیابید

جواب $[1 \times 4]$

$$M_n^* = [1 \quad 0.91 \quad 0.175 \quad 0.157]$$

$$\begin{bmatrix} 0.202 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0.288 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0.288 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0.29 \end{bmatrix} \begin{Bmatrix} 1 \\ 0.91 \\ 0.175 \\ 0.157 \end{Bmatrix}$$

$$\rightarrow M_n^* = \begin{bmatrix} 0.202 & 0.91 \times 0.288 & 0.175 \times 0.288 & 0.157 \times 0.29 \end{bmatrix} \begin{Bmatrix} 1 \\ 0.91 \\ 0.175 \\ 0.157 \end{Bmatrix}$$

$$M_n^* = 0.11$$

$$M_n^* = 0.202 + 0.288 + 0.101 + 0.046 = 0.637$$

تساب $(\ddot{u}) = u \times \omega^2$
 $S.d \times \omega^2 = P.S.A$
 $S.d \times \omega = P.S.v$

① $q_n = [m] \times \omega_n^2 \times u$
 $q_n = [m] \times \omega_n^2 \times \frac{F_n \times L_n}{m_n^* \times \omega_n} \times v(t)$
 $Q_n = [1]^T \{q_n\}$

Subject
Date

موضوع این کلاس ۴ PS.v

$L = [1 \ 1 \ 1 \ 1]$

۰.۲۵۲	۰.۲۸۸	۰.۲۸۸	۰.۲۹
-------	-------	-------	------

$\begin{Bmatrix} 1 \\ -91 \\ 174 \\ 147 \end{Bmatrix} = -0.145$

① $\{q_n(t)\} = [M] \{\ddot{u}_n\} = [M] \cdot \omega_n^2 \{u_n\}$

① $\{q_n(t)\} = [M] \cdot \omega_n^2 \times \frac{[F_n] L_n}{m_n^* \times \omega_n} \times v_n(t)$

$q_n(t) = \frac{[M] \times \omega_n^2 \times [F_n] L_n}{m_n^*} \times v_n(t)$

تساب $q = m \times \ddot{u}$
 $q = m \times \ddot{u}$
 $q = m \times \ddot{u}$

$Q_n(t) = [1]^T \times \{q_n(t)\}$

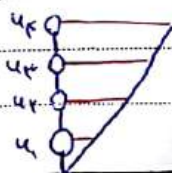
$Q_n(t) = \frac{[1]^T [M] [F_n] L_n \times \omega_n}{m_n^*} v_n(t)$

$Q_n(t) = \frac{L_n^2}{m_n^*} \times \omega_n \times v_n(t)$

$\{q_n(t)\} = \frac{[M] [F_n] Q_n(t)}{L_n}$

u_1	u_1	u_1	u_1
u_2	u_2	u_2	u_2
u_3	u_3	u_3	u_3
u_4	u_4	u_4	u_4

موردی که موردی موردی موردی



$$P.S.V = \frac{P.S.A}{\omega}$$

$Q_n =$ برش یا نه

* اگر نخواهیم آنالیز طیفی انجام دهیم $(Q_n \text{ ماعا})$ و

$v(t)$ و Q_n

$$Q_n \text{ ماعا} = \frac{Ln^2}{M^*n} \times \omega_n \times (P.S.V) = \frac{Ln^2}{M^*n} \times (P.S.A)$$

در صورت

$$M_{en} = \frac{Ln^2}{M^*n}$$

جرم مؤثر سوزی یا جرم سوزی مؤثر

$$M_{e1} = \frac{L_1^2}{M_1^*} \rightarrow 0.90(m_1 + m_2 + m_3 + m_4)$$

M_{en} ضایعاتی دهک به بخشی از جرم سازه در هر مؤثر است یعنی جرم سازه را به نسبت مؤثر تقسیم می کنند.

M_{e1} رابطه کرده اگر بیشتر از ۹۵٪ جرم سازه را شامل می شود
* در صورتی که جرم مؤثر مؤثر اول نسبت از ۹۵٪ جرم کل سازه باشد می توان از مقدار یک در هر آزادی استفاده نمود.

ترکیب مؤثرها:

شماره مؤثر

$$r = \sum_{i=1}^n |r_i|$$

۱) مجموع قدر مطلق مقادیر $(S.A.V)$ و

این روش روشی است که در آن مجموع مقادیر مؤثرها مختلف با هم به صورت قدر مطلق جمع می کنیم که بدترین حالتی را که ممکن است رخ دهد (بدترین حالت)

$$r = \sqrt{\sum_{i=1}^n r_i^2}$$

۲) جذر مجموع مربعات $(SRSS)$: r هر چه می توانسته آسان تر
* برای سازه های خمیری

این روش نسبت به روش قبل دقیق تر است زیرا سازه ها که دو بعدی آنالیز می شود با فرض ضابطه میوه در دو درجه بالا اثر تفسیلی یک مؤثر با مؤثر دیگر لحاظ نمی شود و اثر هر مؤثر مستقل به کار گرفته می شود در صورتی که می دانیم اثر ترکیبی مؤثرها ترکیبی با هم است و مؤثرها را می توان با هم ترکیب کرد و در نهایت مؤثرها را در هم می کنند.

$$4_1 \times 4_2 \times 4_3 + 4_1 \times 4_2 \times 4_4 + 4_1 \times 4_3 \times 4_4 + \dots$$

مورد چهارم: مورد سوم: مورد دوم: مورد اول: یا اشتراکات موردی

(۲۵)

Subject:
Date:

۳) روست اثر مدتها روی هم (CQC): $\square$ روش خطی نیست

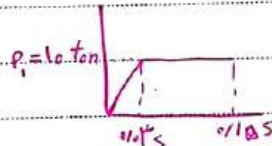
$$r = \sqrt{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n r_i \times \rho_{ij} \times r_j}$$

تغییراتی λ ρ_{ij} جدول $\frac{\omega_j}{\omega_i}$

در این روش اثر تعاملی مدتها در پاسخ سازه دخالت داده نشده که دقیق تر از روش های قبل است

۳۷) ۱) تقریب

$M = 10 \text{ ton}$
 $L = 1 \text{ m}$
 $4 \text{ m} = L$
 $IPB 200$
 $IPB 200$



$C = 2 \times 10^5$

تقریب کمال: سیستم در لحظه $t = 0.5$ با وجود تغییراتی و بدون میرایی

$$u(t, t_1) = \frac{1}{m\omega} \int_0^{t_1} p(\tau) d\tau \sin \omega(t - t_1)$$

بدون میرایی $\square$

$$K = \frac{2 \times 10^5 \times 10^3 \times 10^3 \times 10^3 \times 10^3 \times 10^3}{4^3} = 599333 \text{ kg/m}$$

$$\omega = \sqrt{\frac{K}{m}} = \sqrt{\frac{599333}{100000}} = 7.74$$

* از این مقدار استفاده می شود

$$\int_0^{t_1} p(t) dt = \int_0^{0.15} p\left(\frac{t}{0.15}\right) dt + \int_{0.15}^{0.3} p(t) dt$$

$$\int_0^{t_1} p(t) dt = \frac{p t^2}{2 \times 0.4} \Big|_0^{0.15} + p t \Big|_{0.15}^{0.3}$$

$$PAPCO \quad u(1.0 - 0.15) = \frac{1}{m\omega} \times \left[\frac{p t^2}{2 \times 0.4} \Big|_0^{0.15} + p t \Big|_{0.15}^{0.3} \right] \times \sin 7.74(1.0 - 0.15)$$

$$W_1 = V_{00} \times 9 \times \Delta x \times 4 + 0.1 \times 1000 \times 9 \times \Delta x \times 4 = 199.17 \text{ ton}$$

$$W_{t, \epsilon} = V_{00} \times t \times \Delta x \times 4 + 0.1 \times 1000 \times t \times \Delta x \times 4 = 11.17 \text{ ton}$$

$$W_{t, \epsilon, \phi} = V_{00} \times t \times \Delta x \times 4 + 0.1 \times 1000 \times t \times \Delta x \times 4 + \Delta x \times \Delta x \times 4 \times \Delta \phi + 0.1 \times 1000 \times \Delta x \times \Delta x \times 4 = 14.17 \text{ ton}$$

$$W_c = \Delta \phi \times t \times \Delta x \times 4 + 0.1 \times 1000 \times t \times \Delta x \times 4$$

$$u(q, \lambda, \omega) = \frac{1}{1.0 \times 1.17 \times 4} \times \left[\frac{1.0 \times 1.17 \times 4}{1.0 \times 4} + 1.0 \times (1.17 - 1.0 \times 4) \right] \times \sin 1.17 \times 4$$

$$u(q, \lambda, \omega) = \frac{1}{1.17 \times 4.000} \times [1.0 \times 0 + 1.0] \times 1.17 \times 4 = 1.17 \times 1.17$$

$$\lambda = \frac{c}{v \times \omega} = \frac{f \times 1.0}{1.17 \times 1.17 \times 4} = 0.1 \times \omega$$

المسألة 3

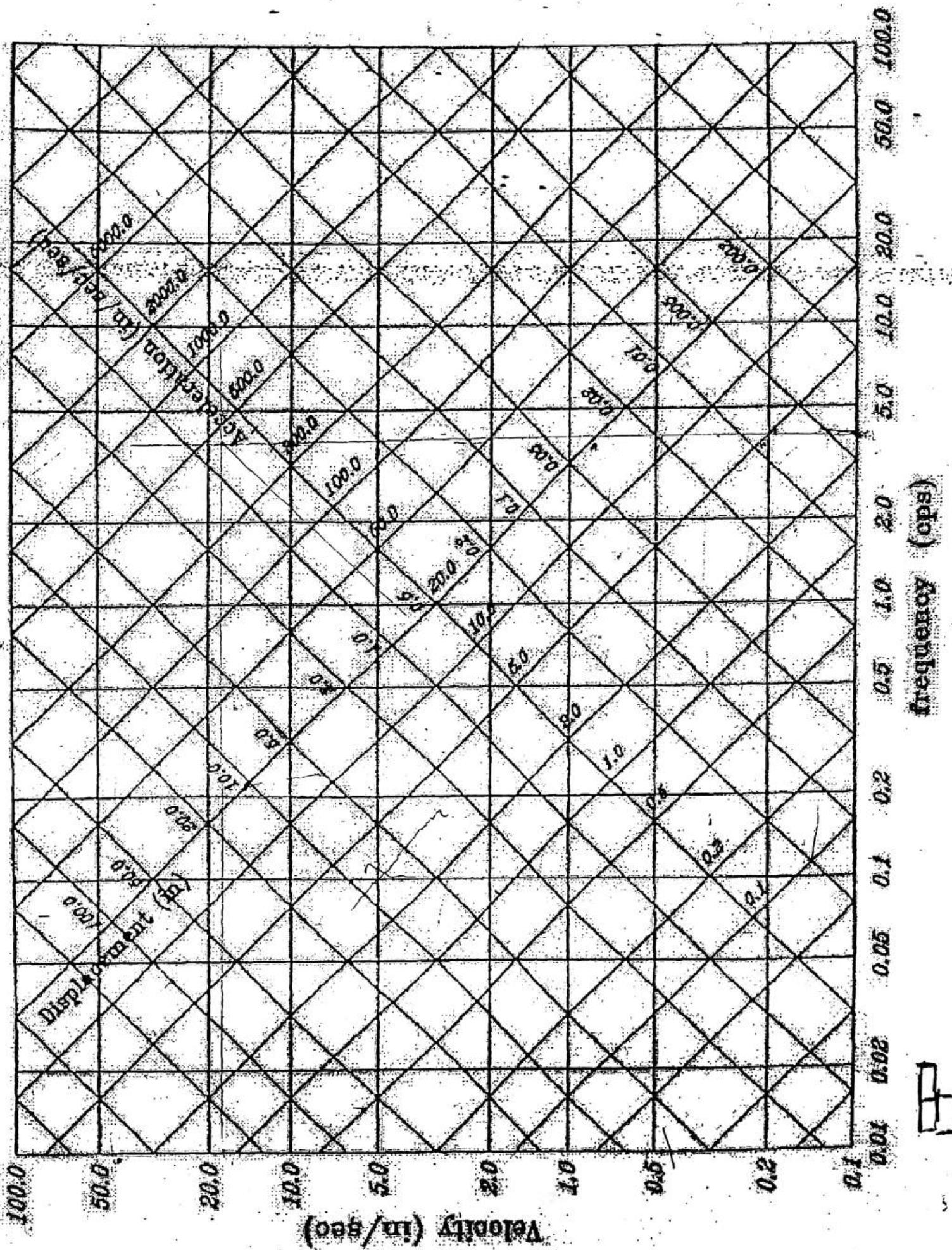
$$\omega_d = \omega \sqrt{1 - \lambda^2} = 1.17 \times \sqrt{1 - 0.1^2} = 1.17 \times 0.995 = 1.164$$

$$u(t - t_1) = \frac{1}{m \omega_d} \int_{t_1}^t p(t) dt \times e^{-\lambda \omega_d (t - t_1)} \times \sin \omega_d (t - t_1)$$

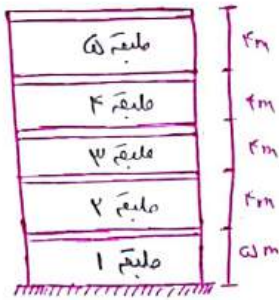
$$u(1.0 - 1.17) = \frac{1}{1.0 \times 1.17} \times \left[\frac{p \times t}{1.0 \times 4} \Big|_0^{1.17} + p \times t \Big|_{1.17}^{1.0} \right] \times e^{-0.1 \times 1.17 \times (1.0 - 1.17)} \times \sin 1.17 \times (1.0 - 1.17)$$

$$u(q, \lambda, \omega) = \frac{1}{1.17 \times 1.0 \times \omega} \times [1.0 \times 1.17] \times 1.17 \times 1.17 \times 1.0 \times 1.17$$

$$u(q, \lambda, \omega) = 1.17 \times 1.0 \times 1.17$$



۱- در سازه زیر برش پایه برابر 4428 KN است و نیروی جانبی دارد بر هر طبقه را تعیین کنید. وزن تمامی طبقات با هم برابر است.



برش پایه $V_u = 4428 \text{ KN}$
 سرعت نسبی طبقه $w_i = w$

زمان تباد اولی برش T صفحه ۳۱ آیین نامه

$T = 0.08 H^{\frac{1}{4}}$ (با فرض سازه و فولادی قلابی)
 $T = 0.08 \times (20)^{\frac{1}{4}} = 0.178 \text{ sec}$

$K = 0.5T + 0.175$
 $K = 0.5 \times 0.178 + 0.175 = 1.14$

صفحه ۳۹ آیین نامه

$F_i = V_u \times \frac{w_i h_i^K}{\sum_{j=1}^n w_j h_j^K}$

$F_i = 4428 \times \frac{w \times 1.14}{4.24w + 12.24w + 11.41w + 12.24w + 4.24w}$
 (ارتفاع طبقه اول $w \times 1.14$, ارتفاع طبقه دوم $w \times 1.14$, ارتفاع طبقه سوم $w \times 1.14$, ارتفاع طبقه چهارم $w \times 1.14$, ارتفاع طبقه پنجم $w \times 1.14$)

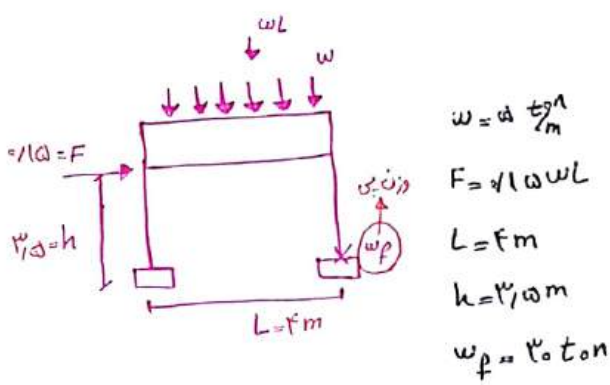
① $F_i = \frac{4.24}{47.54} \times 4428 = 4428 \times 0.089$
 $F_i = 394.201 \text{ KN}$

② $F_i = 4428 \times \frac{w \times 1.14}{47.54w} = 4428 \times \frac{12.24}{47.54} = 1137.3 \text{ KN}$
 (ارتفاع طبقه دوم $w \times 1.14$)

③ $F_i = 4428 \times \frac{w \times 1.14}{47.54w} = 4428 \times \frac{11.41}{47.54} = 1041.4 \text{ KN}$
 (ارتفاع طبقه سوم $w \times 1.14$)

④ $F_i = 4428 \times \frac{w \times 1.14}{47.54w} = 4428 \times \frac{12.24}{47.54} = 1137.3 \text{ KN}$
 (ارتفاع طبقه چهارم $w \times 1.14$)

۲- ضریب اطمینان برابر و از گوی برای سازه های نشان دادن شده را حساب کنید.



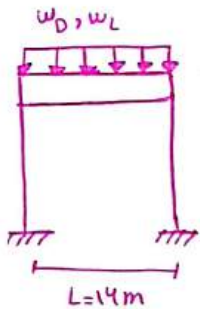
ماده مصرف شده در جهت راست تعادل

$$S.F = \frac{w \times L \times \frac{L}{2} + w_p \times L + w_p \times h}{\sum F_i \times h_i} = \frac{5 \times 4 \times \frac{4}{2} + 3 \times 4 + 3 \times 3.5}{4 \times 4}$$

تبدیل بار متمرکز به نیرو $w \times L \times \frac{L}{2}$

$$S.F = \frac{5 \times 4 \times \frac{4}{2} + 3 \times 4 + 3 \times 3.5}{4 \times 4} = \frac{140}{16} = 8.75 > 1.75 \rightarrow 0 \text{ k}$$

۳- در قالب بتنی نشان داده شده مقدار بار مرده برابر 3 ton/m و بار زنده برابر با 1.5 ton/m است. مقدار نیروی قائم ناشی از زلزله را برای این سازه محاسبه کنید. محل احداث سازه تهران، سازه با اهمیت متوسط محسوب می گردد.



$$F_v = 0.4 A I w_p$$

$$w_p = (L + P L) L$$

$$w_p = (1.5 + 3) \times 14 = 72 \text{ ton}$$

$$F_v = 0.4 \times A \times I \times w_p = 0.4 \times 0.35 \times 1 \times 72 = 10.08$$

منصفی ۱۲۹ سازه شیار را برای بتن سازه محسوب می گردد

منصفی ۱۴ سازه اهمیت متوسط سازه $A = 0.35$

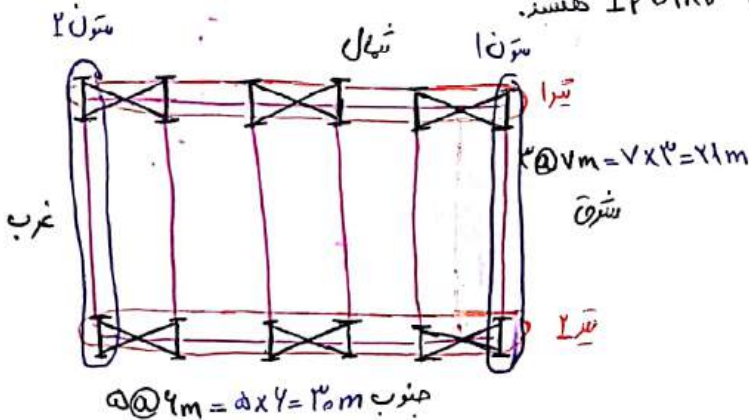
منصفی ۳۳ سازه ضریب اهمیت سازه سازه با اهمیت متوسط سازه $I = 1$

سازه های با اهمیت خیلی زیاد $I = 1.4$
 زیاد $I = 1.2$
 متوسط $I = 1$
 کم $I = 0.8$

۴- برای سیستم یک درجه آزادی نشان داده شده به یک سازه های منصفی می باشد، زمان تناوب ارتعاش (T) را در دو جهت اصلی تعیین کنید.

محاسبه بر مبنای از میل های به قطر ۲۵ cm ساخته شده و کمی ستون ها IPB ۱۸۰ هستند.

دیراز شمال - جنوب سازه جایی طول درون



وزن اجزای سازه

پوشش بام 45 kg/m^2

روشنایی و سقف اجزای مساحی 30 kg/m^2

لایه های بام و نما 10 kg/m^2

خواب 15 kg/m^2

$$45 + 15 + 30 + 10 = 100 \text{ kg/m}^2$$

دیوار ها

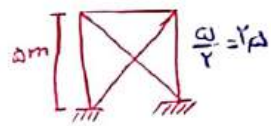
تأثیر بندی ها و اجزای آن پنجره ها 20 kg/m^2

لایه روتورسی 30 kg/m^2

$$20 + 30 = 50 \text{ kg/m}^2$$

وزن کل بارگذاری = $100 \times (4 \times 5) \times (3 \times 7) + ((30 \times 2) + (21 \times 2)) \times 5 \times 2 = 75750 \text{ kg}$

وزن کل سقف
تعداد ستونها
تعداد تیرها
تعداد ستونها
تعداد تیرها



تعیین مشخصات (شمال - جنوب)

$k_i = \frac{12EI}{L^3}$ برای ستونها

$E = 200 \text{ GPa} = 200 \times 10^9 \text{ Pa}$

$I = 384 \text{ cm}^4 = 384 \times 10^{-8} \text{ m}^4$

$k_i = \frac{12 \times 200 \times 10^9 \times 384 \times 10^{-8}}{7^3} = 735340 \text{ N/m}$

$k = \sum_{i=1}^n k_i = (24) \times 735340 = 17448160$

ردیف
ستون
تعداد ستونها

$E = 200 \text{ GPa} = 200 \times 10^9 \text{ Pa}$

تعیین مشخصات (شرق - غرب)

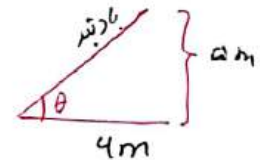
$k_i = \frac{AE}{L} \cos^2 \theta$

$A = \frac{\pi d^2}{4} = \frac{\pi (21)^2}{4} = 706.86 \text{ mm}^2$

دارای مساحت

$k_i = \frac{706.86 \times 10^{-6} \times 200 \times 10^9}{7.11} \times 0.164 = 735340 \text{ N/m}$

$L = \sqrt{5^2 + 4^2} = 6.4 \text{ m}$



$\tan \theta = \frac{5}{4} \rightarrow \theta = \tan^{-1} \frac{5}{4}$

$\theta = 39.1^\circ \rightarrow \theta = 0.68$

$\begin{cases} \cos^2(\theta) = 0.164 \\ \cos^2(\theta) = 0.164 \end{cases}$

$k = \sum_{i=1}^n k_i = (4) \times 735340 = 2941360 \text{ N/m}$

تعداد بارها (بازتیرها)

$\omega = \sqrt{\frac{k}{m}} \rightarrow \omega = \sqrt{\frac{2941360}{75750}} = 19.74 \text{ rad/s}$

شمال - جنوب

$T = \frac{2\pi}{\omega} \rightarrow T = \frac{2\pi}{19.74} = 0.16 \text{ sec}$

تعیین حساب بر حسب ادیان

شرق - غرب

$\omega = \sqrt{\frac{k}{m}} \rightarrow \omega = \sqrt{\frac{2941360}{75750}} = 19.74 \text{ rad/s}$

$T = \frac{2\pi}{\omega} \rightarrow T = \frac{2\pi}{19.74} = 0.16 \text{ sec}$

تعیین حساب بر حسب ادیان

(2)

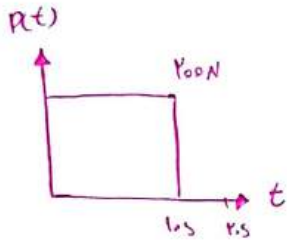
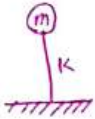
۵- معلوم است مصالح تغییر مکان سیستم با مشخصات زیر در زمان $t = 20$ تحت بار لرزه‌ای نشان داده شده (میرای نزدیک).

$$m = 1 \text{ ton} = 1000 \text{ kg}$$

$$K = 14 \text{ kN/m} = 14000 \text{ N/m}$$

$$\omega = \sqrt{\frac{K}{m}} \rightarrow \omega = \sqrt{\frac{14000}{1000}} = 4$$

فرکانس طبیعی سیستم ω



$$\dot{u}(t) = \frac{1}{m} \int_0^t p(t) dt$$

$$\dot{u}(t) = \frac{1}{1000} \int_0^{10} 2000 dt = \frac{1}{1000} \times 2000 t \Big|_0^{10} = \frac{2000}{1000} t = 2 \rightarrow \dot{u}(t) = 2$$

$$u(t-t_1) = \left(\frac{1}{m\omega} \int_0^t p(t) dt \right) \times \sin \omega(t-t_1)$$

$\dot{u}(t_1)$

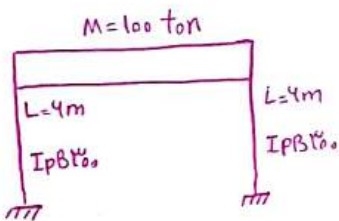
میرای بدون میرایی

$$\sin 20 = 0.44$$

$$u(t-t_1) = \frac{\dot{u}(t_1)}{\omega} \times \sin \omega(t-t_1) \rightarrow u(20-10) = \frac{2}{4} \times \sin(4 \times 10) = 0.44$$

۴- معلوم است با سطح سیستم یک درجه آزادی مقابل به ضرب شکل زیر

۳۴ جزوه دارای بدقت افزاینی و بدقت کاهش است.



$$P_1 = 5 \text{ ton}$$

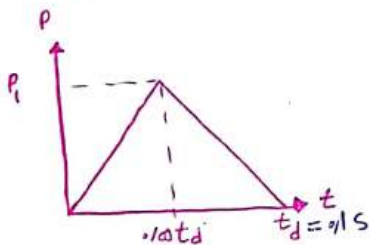
$$t_d = 0.15$$

$$t_1 = 0.5 t_d = 0.075$$

$$P = P_0 \left(\frac{t}{t_1} \right) \rightarrow \text{افزایشی}$$

$$P = P_0 \left(1 - \frac{t}{t_1} \right) \rightarrow \text{کاهشی}$$

۲ IPB300 → طبق شکل



$$K = \frac{12EI}{L^3} \leftarrow L \left[\int \frac{\Delta}{L} \right] \leftarrow \text{محاسبه ی نقطه ی سیستم در سر فرار (منفی ۳۸ جزوه)}$$

$$K = \frac{12 \times 200 \times 10^9 \times 2 \times 200 \times 10^8 \times 10^{-8}}{4^3} = 55933333.33$$

$$\begin{cases} E = 200 \text{ GPa} = 200 \times 10^9 \text{ Pa} \\ IPB300 = 200 \times 10^8 \text{ cm}^4 \\ 2 IPB300 = 50340 \times 10^8 \text{ cm}^4 \end{cases}$$

$$\omega = \sqrt{\frac{K}{m}} \rightarrow \omega = \sqrt{\frac{55933333.33}{100000}} = 7.47 \rightarrow \omega = 7.47$$

$$u(t) = \frac{\dot{u}(t)}{\omega} \sin \omega t$$

$$u(t) = \frac{1}{m} \int_0^t p(t) dt \rightarrow \text{قوت افزاینی}$$

$$P_1(t) = P_0 \left(\frac{t}{t_1} \right) \rightarrow P_0 = 5 \text{ ton} \rightarrow P_1 = \frac{5t}{0.075} \rightarrow P_1 = 100t$$

$$u(t_d) = \frac{1}{m} \int_0^{t_d} p(t) dt \rightarrow \text{قوت کاهش}$$

$$P_2(t_d) = P_0 \left(1 - \frac{t}{t_1} \right) \rightarrow P_2 = 5 \left(1 - \frac{t}{0.075} \right) = 5 - 50t$$

$$u(t-t_d) = \frac{\int_0^{t_d} p(t) dt}{m\omega} \sin \omega(t-t_d)$$

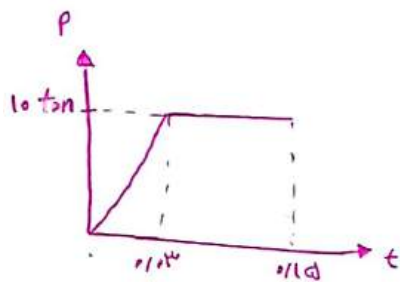
$$\int_0^{t_d} p(t) dt = \int_0^{0.05} p_i(t) dt + \int_{0.05}^{0.1} p_r(t_d) dt = \int_0^{0.05} 100t dt + \int_{0.05}^{0.1} (\omega - \omega_0 t) dt$$

$$\int_0^{t_d} p(t) dt = \omega_0 t^2 \Big|_0^{0.05} + \omega t - \frac{1}{2} \omega t^2 \Big|_{0.05}^{0.1}$$

$$\int_0^{t_d} p(t) dt = 0.125 + (0.05 - 0.125) - (0.125 - 0.0425) = 0.125 + 0.0425 = 0.1675$$

$$u(0.1 - 0.05) = \frac{0.1675}{10000 \times 10} \times \sin \frac{1}{2} \omega (0.05) = 1.425 \times 10^{-9}$$

$$\sin 0.125 \omega = 0.0425$$



$$K = \frac{12EI}{L^3}$$

$$K = \frac{12 \times 200 \times 10^9 \times 0.03^4 \times 10^{-9}}{4^3} = 5593333.33$$

$$\omega = \sqrt{\frac{K}{m}} \rightarrow \omega = \sqrt{\frac{5593333.33}{10000}} = 23.86$$

$$u(t) = \int_0^{0.05} p_i(t) dt + \int_{0.05}^{0.1} p_r(t) dt \rightarrow u(t) = \int_0^{0.05} \frac{10t}{0.05} dt + \int_{0.05}^{0.1} 10 dt$$

$$u(t) = \frac{10t^2}{0.1} \Big|_0^{0.05} + 10t \Big|_{0.05}^{0.1} \rightarrow u(t) = 150 + (200 - 150) = 50$$

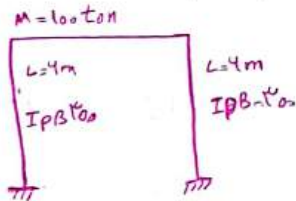
۷- مطلوبت تعیین تغییر مکان سیستم در اوج $t = 10s$ با وجود میرایی و بدون میرایی؟

$$C = F \times 10$$

$$P_i = 10 \text{ ton}$$

$$IPB_{200} = 5034 \times 10^{-9}$$

نشان دهنده سیرگی را است
له منفی ۳۸ جزوه



$$IPB_{200} = 25170 \times 10^{-9}$$

$$E = 200 \text{ GPa} = 200 \times 10^9 \text{ Pa}$$

$$p = p_0 \left(\frac{t}{t_1} \right)$$

برون میرایی $\rightarrow$ له منفی ۳۸ جزوه

$$P_i = \frac{10t}{0.05}$$

$$u(10-0.1\omega) = \frac{\int p(t)dt}{m\omega} \times \sin \omega(t-t_1)$$

$$\sin v_1 v_1 \approx \sin v_1$$

$$\sin v_1^0 = 0.144$$

$$u(9.1\omega) = \frac{v_1 \omega}{v_1 \omega \times 10^{-3}} \times \sin v_1 \omega(9.1\omega) = F_1 F_1 \times 10^{-3}$$

بسرایی

$$\lambda = \frac{c}{v_1 \omega} \quad \lambda = \frac{F \times 10^{-3}}{v_1 \times 10^{-3} \times v_1 \omega} = \frac{F}{v_1 \omega} = 0.24$$

$$e = v_1 v_1$$

$$\omega_d = \omega \sqrt{1 - \lambda^2} \quad \omega_d = v_1 \omega \sqrt{1 - (0.24)^2} = v_1 \omega \sqrt{0.9424} = v_1 \omega \times 0.9708 = v_1 \omega$$

$$u(t-t_1) = \frac{1}{m\omega_d} \int_0^{t_1} p(t)dt \times e^{-\lambda\omega_d(t-t_1)} \times \sin \omega_d(t-t_1)$$

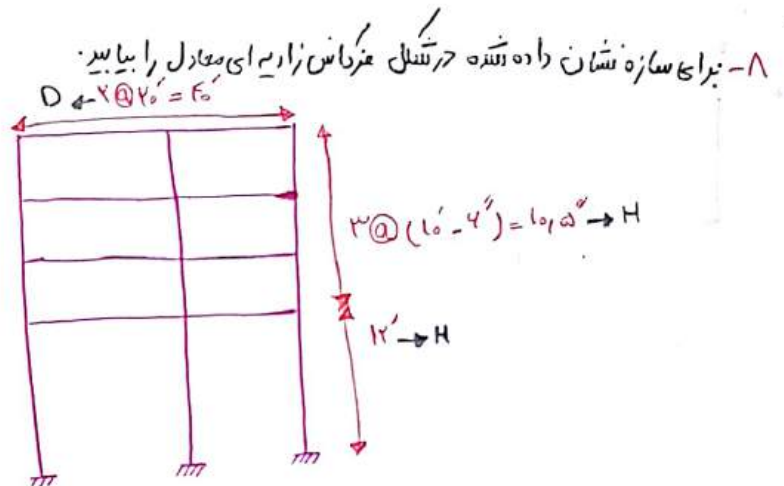
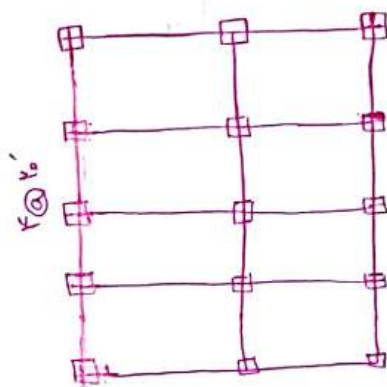
$$u(10-0.1\omega) = \frac{1}{10 \times 10^{-3} \times v_1 \omega} \times v_1 \omega \times v_1 \omega \times 9.1\omega \times \sin v_1 \omega(9.1\omega) =$$

$$\sin v_1 v_1 \approx v_1$$

$$\sin v_1^0 = 0.144$$

$$e^{-\lambda\omega_d(t-t_1)} = 9.1 \omega \times 10^{-3}$$

$$u(9.1\omega) = \frac{v_1 \omega \times 10^{-3}}{v_1 \omega \times 10^{-3}} = F_1 \omega \times 10^{-3}$$



در اینج $v_1 \omega \text{ cm}$ $\rightarrow$ فرکانس $\rightarrow$ $12 \times v_1 \omega = 30 \text{ cm}$
 فرکانس $\rightarrow$ 12 in

ردیف	K	m_i	ϕ_i	$\Delta \phi$	$m \phi_i^2$	$K \Delta \phi_i^2$
4	2.9	0.252	1	0.071	0.252	1.054
3	2.9	0.288	0.929	0.203	0.249	1.413
2	2.9	0.288	0.724	0.304	0.152	1.915
1	1.4	0.29	0.42	0.42	0.051	2.444
					$m^* = 0.70K$	$K^* = 0.70K$

$\frac{H}{D} = \frac{12 + 3 \times 101 \omega}{100} = 1.01 \rightarrow 1.01 < 1.05 \xrightarrow{\text{از فرمول استفاده می شود}} \Phi(x) = \sin\left(\frac{\pi x}{2H}\right) \rightarrow \text{مقدار } \Phi(x) \text{ محاسب می شود}$



$D = 2 \times 2$

$x = 12 + 3 \times 101 \omega = 521 \omega$

$\Phi_F = \sin\left(\frac{\pi \times 521 \omega}{2 \times 521 \omega}\right) = \sin\frac{\pi}{2} = 1 \rightarrow \Delta\Phi_F = 1 - 0.929 = 0.071$

$\Phi_P = \sin\left(\frac{\pi \times (521 \omega - 101 \omega)}{2 \times 521 \omega}\right) = 0.929 \rightarrow \Delta\Phi_P = 0.929 - 0.1724 = 0.756$

$\Phi_T = \sin\left(\frac{\pi \times (521 \omega - 101 \omega)}{2 \times 521 \omega}\right) = 0.1724 \rightarrow \Delta\Phi_T = 0.1724 - 0.12 = 0.0524$

$\Phi_I = \sin\left(\frac{\pi \times 12}{2 \times 521 \omega}\right) = 0.12 \rightarrow \Delta\Phi_I = 0.12$



$m\Phi_F^T = 0.12 \omega \times 1^T = 0.12 \omega^T$

$m\Phi_T^T = 0.12 \omega \times 0.1724^T = 0.0207 \omega^T$

$m\Phi_P^T = 0.12 \omega \times 0.929^T = 0.1115 \omega^T$

$m\Phi_I^T = 0.12 \omega \times 0.12^T = 0.0144 \omega^T$



$K\Delta\Phi_F^T = 20.9 \times 0.071^T = 1.48 \omega^T$

$K\Delta\Phi_T^T = 20.9 \times 0.0524^T = 1.09 \omega^T$

$K\Delta\Phi_P^T = 20.9 \times 0.756^T = 15.7 \omega^T$

$K\Delta\Phi_I^T = 20.9 \times 0.12^T = 2.51 \omega^T$

$\omega^* = \sqrt{\frac{K^*}{m^*}} \rightarrow \omega^* = \sqrt{\frac{22,933}{0.1704}} = 11.7 \text{ rad/s}$

$T = \frac{2\pi}{\omega^*} \xrightarrow{\text{مشتق حساب}} T = \frac{2\pi}{11.7} = 0.171 \text{ s} \rightarrow T = 0.172 \text{ s}$

$\Phi = \frac{q}{H}$ باشد حل کنید یک طیف نیروی که مثال قبل مقادیر برش و نیروی برشی ملبات

$Q = \frac{L^T}{m^*} \times PSA$



$\Phi_F = \frac{q}{H} = \frac{521 \omega}{521 \omega} = 1 \rightarrow \Delta\Phi_F = 1 - 0.17 \omega = 0.83 \omega$

$q = \frac{m_i \Phi_i}{\sum m_i \Phi_i} \times Q$

$\Phi_P = \frac{521 \omega - 101 \omega}{521 \omega} = \frac{420}{521} = 0.808 \rightarrow \Delta\Phi_P = 0.808 - 0.17 \omega = 0.638 \omega$

$q_1 + q_2 + q_3 + q_4 = Q$

$\Phi_T = \frac{521 \omega - 101 \omega}{521 \omega} = \frac{420}{521} = 0.808 \rightarrow \Delta\Phi_T = 0.808 - 0.17 \omega = 0.638 \omega$

$PSA = 100$

$\Phi_I = \frac{521 \omega - 101 \omega}{521 \omega} = \frac{420}{521} = 0.808 \rightarrow \Delta\Phi_I = 0.808 \omega$

(K)

ردیف	K	m_i	Φ_i	$\Delta \Phi_i$	$m \Phi_i^Y$	$K \Delta \Phi_i^Y$
۴	۲۰۹	۰/۲۵۲	۱	۰/۲۴۲	۰/۲۵۲	۱۲/۲۴
۳	۲۰۹	۰/۲۸۸	۰/۱۷۵	۰/۲۴۱	۰/۱۷۵	۱۲/۱۴
۲	۲۰۹	۰/۲۸۸	۰/۱۵۱۷	۰/۲۴۲	۰/۰۷۷	۱۲/۲۴
۱	۱۴۰	۰/۲۹	۰/۲۷۵	۰/۲۷۵	۰/۰۲۲	۱۰/۱۵
					$m^* = ۰/۱۵۱۴$	$K^* = ۴۷/۲$

$$m \Phi_F^Y = ۰/۲۵۲ \times ۱^Y = ۰/۲۵۲$$

$$m \Phi_V^Y = ۰/۲۸۸ \times ۰/۱۷۵^Y = ۰/۱۷۵$$

$$m \Phi_F^Y = ۰/۲۸۸ \times ۰/۱۵۱۷^Y = ۰/۰۷۷$$

$$m \Phi_I^Y = ۰/۲۹ \times ۰/۲۷۵^Y = ۰/۰۲۲$$

$$K \Delta \Phi_F^Y = ۲۰۹ \times ۰/۲۴۲^Y = ۱۲/۲۴$$

$$K \Delta \Phi_V^Y = ۲۰۹ \times ۰/۲۴۱^Y = ۱۲/۱۴$$

$$K \Delta \Phi_F^Y = ۲۰۹ \times ۰/۲۴۲^Y = ۱۲/۲۴$$

$$K \Delta \Phi_I^Y = ۱۴۰ \times ۰/۲۷۵^Y = ۱۰/۱۵$$

$$\omega^* = \sqrt{\frac{K^*}{m^*}} \rightarrow \omega^* = \sqrt{\frac{۴۷/۲}{۰/۱۵۱۴}} = ۹/۱۵۴ \text{ rad/s}$$

$$T = \frac{2\pi}{\omega^*} \xrightarrow{\text{دوره تناوب}} T = \frac{2\pi}{۹/۱۵۴} = ۰/۴۵۷ \text{ s}$$

$$L = \sum m_i \Phi_i \rightarrow L = (۰/۲۵۲ \times ۱) + (۰/۲۸۸ \times ۰/۱۷۵) + (۰/۲۸۸ \times ۰/۱۵۱۷) + (۰/۲۹ \times ۰/۲۷۵) = ۰/۴۹۷$$

$$Q = \frac{L^Y}{m^*} \times \text{PSA} \rightarrow Q = \frac{(۰/۴۹۷)^Y}{۰/۱۵۱۴} \times ۰/۵ \times ۹/۱۱ = ۴/۷۱$$

$$q_n = \frac{m_n \Phi_i}{L} \times Q$$

$$q_F = \frac{۰/۲۵۲ \times ۱}{۰/۴۹۷} \times ۴/۷۱ = ۱/۴۹۷$$

$$q_F = \frac{۰/۲۸۸ \times ۰/۱۵۱۷}{۰/۴۹۷} \times ۴/۷۱ = ۱/۹۸۴$$

$$q_V = \frac{۰/۲۸۸ \times ۰/۱۷۵}{۰/۴۹۷} \times ۴/۷۱ = ۱/۴۴۳$$

$$q_I = \frac{۰/۲۹ \times ۰/۲۷۵}{۰/۴۹۷} \times ۴/۷۱ = ۰/۵۲۷$$

$\bar{a}_b$	K	m_i	q	q'	$\Delta_i = \frac{q'}{K}$	y'	Φ_i	$m_i \Phi_i^r$	$i \Phi_i$
F	209	0.1202	1.444	1.444	0.0069V	0.022V	1	0.1202	1.444
P	209	0.1211	1.443	3.109	0.0148	0.0343	1.010	0.1441	3.1114
P	209	0.1211	0.914	5.093	0.0190	0.0400	1.111V	1.044	3.229
1	150	0.129	0.025V	5.42	0.033	0.033	1.500	0.1412	0.1440
								$m^* = 1.01$	$P^* = 4.194$



$$q'_F = 1.444$$

$$q'_P = 1.444 + 1.443 = 3.109$$



$$\Delta_F = \frac{1.444}{209} = 0.0069V$$

$$\Delta_P = \frac{3.109}{209} = 0.0148$$



$$y'_F = 0.0069V + 0.0148 = 0.022V$$

$$y'_P = 0.0190 + 0.0148 = 0.0343$$



$$\Phi_F = \frac{0.022V}{0.022V} = 1$$

$$\Phi_P = \frac{0.0343}{0.022V} = 1.010$$



$$m_F \Phi_F^r = 0.1202 \times 1^r = 0.1202$$

$$m_P \Phi_P^r = 0.1211 \times (1.010)^r = 0.1441$$



$$q_F \Phi_F = 1.444 \times 1 = 1.444$$

$$q_P \Phi_P = 1.443 \times 1.010 = 3.1114$$

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{m^*}{\rho^*}} \rightarrow T = 2\pi \sqrt{\frac{1.01 \times 0.022V}{4.194}} = 0.431 \text{ (a)}$$

$$q'_P = 3.109 + 0.914 = 5.093$$

$$q'_1 = 5.093 + 0.025V = 5.42$$

$$\Delta_P = \frac{5.093}{209} = 0.0190$$

$$\Delta_1 = \frac{5.42}{150} = 0.033$$

$$y'_P = 0.033 + 0.0190 = 0.0400$$

$$y'_1 = 0.033$$

$$\Phi_P = \frac{0.0400}{0.022V} = 1.111V$$

$$\Phi_1 = \frac{0.033}{0.022V} = 1.500$$

$$m_P \Phi_P^r = 0.1211 \times (1.111V)^r = 1.044$$

$$m_1 \Phi_1^r = 0.129 \times (1.500)^r = 0.1412$$

$$q_P \Phi_P = 0.914 \times 1.111V = 3.229$$

$$q_1 \Phi_1 = 0.025V \times 1.500 = 0.1440$$

۱۰- مثال قبل را به روش رابنر حل کنید

ردیف	K	m	q	q'	$\Delta = \frac{q'}{K}$	s'	$\phi_i = \frac{s_i}{s_e}$	$m \phi_i^r$	$q_i \phi_i$
K	۲۰۹	۰/۲۵۲	۱	۱	$\frac{1}{209} = ۰/۰۰۴۷۸۲$	$\sum_{i=1}^K \Delta = ۰/۰۰۴۷۸۲$	$\frac{۰/۰۰۴۷۸۲}{۰/۰۰۴۷۸۲} = 1$	۰/۰۰۴۷۸۲	۱
۳	۲۰۹	۰/۲۸۸	۴	$1+4=1۴$	$\frac{14}{209} = ۰/۰۰۶۷۰$	$\sum_{i=1}^3 \Delta = ۰/۰۰۱۱۵۹$	$\frac{۰/۰۰۶۷۰}{۰/۰۰۴۷۸۲} = ۰/۱۸۸۴$	۰/۰۰۲۲۴	۵/۰۰۳۱۴
۲	۲۰۹	۰/۲۸۸	۴	$1+4+۴=1۸$	$\frac{18}{209} = ۰/۰۰۸۶۱$	$\sum_{i=1}^2 \Delta = ۰/۰۰۱۲۹$	$\frac{۰/۰۰۸۶۱}{۰/۰۰۴۷۸۲} = ۰/۰۰۱۸۵$	۰/۰۰۱۳۵	۲/۰۰۱۷۴
۱	۱۴۰	۰/۲۸۸	۲	$1+4+۴+۲=۱۰$	$\frac{10}{209} = ۰/۰۰۱۴۲۹$	$\sum_{i=0}^1 \Delta = ۰/۰۰۱۴۲۹$	$\frac{۰/۰۰۱۴۲۹}{۰/۰۰۴۷۸۲} = ۰/۰۰۳۰۰$	۰/۰۰۰۵۳	۰/۰۰۱۸۵۴
								$m^* = ۰/۰۰۴۴۴$	$p^* = ۱۲/۹۱$

$$m_e \phi_e^r = ۰/۰۰۵۲ \times 1^r = ۰/۰۰۵۲$$

$$m_p \phi_p^r = ۰/۰۰۲۸۸ \times ۰/۱۸۸۴^r = ۰/۰۰۲۲۴$$

$$q_e \phi_e = 1 \times 1$$

$$q_p \phi_p = 4 \times ۰/۱۸۸۴ = ۵/۰۰۳۱۴$$

$$m_r \phi_r^r = ۰/۰۰۲۸۸ \times ۰/۰۰۸۶۱^r = ۰/۰۰۱۳۵$$

$$m_i \phi_i^r = ۰/۰۰۲۸۸ \times ۰/۰۰۳۰۰^r = ۰/۰۰۰۵۳$$

$$q_r \phi_r = ۴ \times ۰/۰۰۸۶۱ = ۲/۰۰۱۷۴$$

$$q_i \phi_i = ۲ \times ۰/۰۰۳۰۰ = ۰/۰۰۰۵۳$$

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{m^* x y}{p^*}} \rightarrow T = 2\pi \sqrt{\frac{۰/۰۰۴۴۴ \times ۰/۰۰۳۳۴۲}{۱۲/۹۱}} = ۰/۰۰۷۲$$

۱۱- حل مثال قبل به روش ماتریس

$$K = \begin{bmatrix} K & ۳ & ۲ & 1 \\ K & ۲۰۹ & -۲۰۹ & 0 & 0 \\ ۳ & -۲۰۹ & ۲ \times ۲۰۹ & -۲۰۹ & 0 \\ ۲ & 0 & -۲۰۹ & ۲ \times ۲۰۹ & -۲۰۹ \\ 1 & 0 & 0 & -۲۰۹ & ۲۰۹ + ۱۴۰ \end{bmatrix}$$

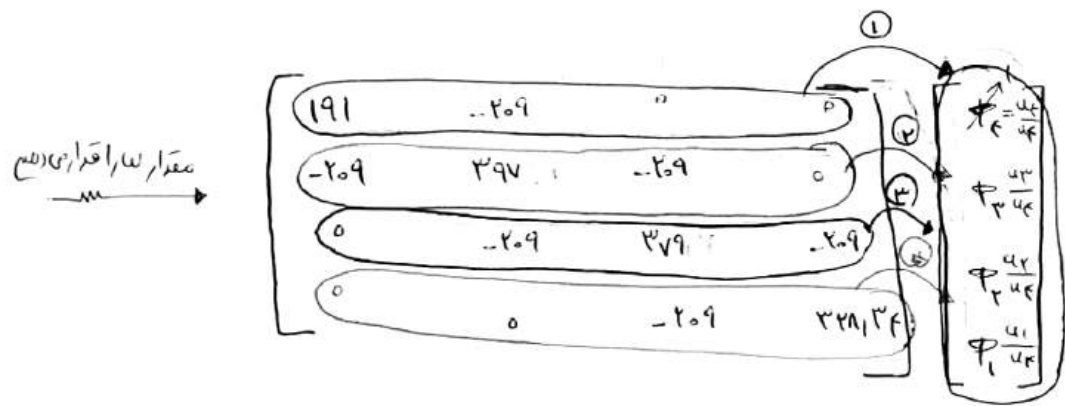
$$M = \begin{bmatrix} K & ۳ & ۲ & 1 \\ K & ۰/۰۰۲۵۲ & 0 & 0 & 0 \\ ۳ & 0 & ۰/۰۰۲۸۸ & 0 & 0 \\ ۲ & 0 & 0 & ۰/۰۰۲۸۸ & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 0 & ۰/۰۰۲۸۸ \end{bmatrix}$$

$$K - \omega^2 (M)(u) = 0$$

$$m \text{ ماتریس} : \begin{bmatrix} m_1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & m_2 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & m_3 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & m_4 \end{bmatrix}$$

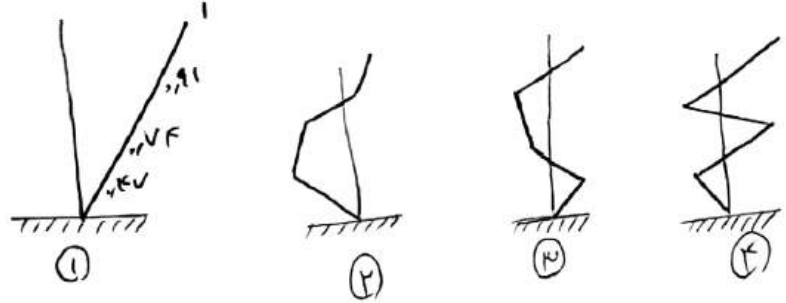
$$\begin{bmatrix} 209 - \omega^2 \times 1252 & -209 & 0 & 0 \\ -209 & 418 - \omega^2 \times 2504 & -209 & 0 \\ 0 & -209 & 418 - \omega^2 \times 2504 & -209 \\ 0 & 0 & -209 & 349 - \omega^2 \times 29 \end{bmatrix}$$

$\omega_1 = 11.44 \rightarrow T_1 = 0.174$
 $\omega_2 = 25.177 \rightarrow T_2 = 0.124$
 $\omega_3 = 40.129 \rightarrow T_3 = 0.115$
 $\omega_4 = 50.11 \rightarrow T_4 = 0.112$
 $T = \frac{2\pi}{\omega}$



$$\begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 \\ 0.191 & 0.12 & -1.05 & -1.178 \\ 0.174 & -0.178 & -0.175 & 1.175 \\ 0.147 & 2 & 1.24 & -0.192 \end{bmatrix}$$

① $191 \times 1 - 209 \times \phi_1 + 0 + 0 + 0 = 0 \rightarrow \phi_1 = 0.91$
 ② $-209 + 397 \times \phi_2 - 209 \times \phi_1 = 0 \rightarrow \phi_2 = 0.174$
 ③ $-209 \times \phi_1 + 397 \times \phi_2 - 209 \times \phi_3 = 0 \rightarrow \phi_3 = 0.147$
 ④ $\phi_4 = 1$



$$\phi_1 = \begin{Bmatrix} 1 \\ 0.91 \\ 0.174 \\ 0.147 \end{Bmatrix}$$

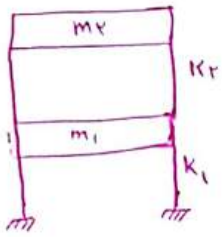
$\omega_1 = 11.44$

۱۲- مقدار u_n برای مثال قبل را بدید؟

$$M_n^* = [1 \quad 0.91 \quad 0.174 \quad 0.147] \begin{bmatrix} 0.1252 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0.2504 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0.2504 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0.29 \end{bmatrix} \begin{Bmatrix} 1 \\ 0.91 \\ 0.174 \\ 0.147 \end{Bmatrix}$$

$$m_n^* = [12.52 \times 0.91 \quad 2.504 \times 0.174 \quad 2.504 \times 0.174 \quad 0.29 \times 0.147] \begin{Bmatrix} 1 \\ 0.91 \\ 0.174 \\ 0.147 \end{Bmatrix} \rightarrow M_n^* = 0.171$$

$$L_1 = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix} \begin{Bmatrix} 1 \\ 1 \\ 1 \\ 1 \end{Bmatrix} = 0$$



$$K_1 = K_2 = 100$$

$$m_1 = m_2 = 2$$

$$m = \begin{bmatrix} 2 & 0 \\ 0 & 2 \end{bmatrix}$$

$$K = \begin{bmatrix} 2K_1 & -K_1 \\ -K_1 & K_1 + K_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 200 & -100 \\ -100 & 200 \end{bmatrix}$$

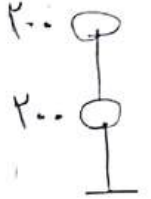
۱۳- مطلوب است تعیین صورت کلی تغییرات سازه ای فوق و همچنین فرکانس های ارتعاش آزاد آن؟

$$[K] - \omega^2 [M] \{u\} = 0 \rightarrow \begin{bmatrix} 200 - \omega^2 \times 2 & -100 \\ -100 & 200 - \omega^2 \times 2 \end{bmatrix} \begin{Bmatrix} u_1 \\ u_2 \end{Bmatrix} = 0$$

$$\Delta = (200)^2 - 100 \times 100 = 30000$$

$$\omega_1 = 41.18$$

$$\omega_2 = 141.18$$



$$\omega_1 = \frac{100 + \sqrt{30000}}{2} = \frac{100 + 173.2}{2} = 136.6$$

$$\omega_2 = \frac{100 - \sqrt{30000}}{2} = \frac{100 - 173.2}{2} = -36.6$$

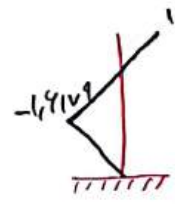
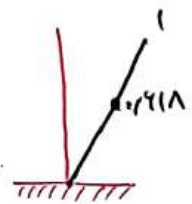
$$\left\{ \begin{array}{l} \omega_1 = 41.18 \\ \omega_2 = 141.18 \end{array} \right\}$$

$$\begin{bmatrix} 200 - (41.18)^2 \times 2 & -100 \\ -100 & 200 - (41.18)^2 \times 2 \end{bmatrix} \times \begin{Bmatrix} \phi_1 \\ \phi_2 \end{Bmatrix} = 0$$

$$\begin{bmatrix} 200 - (141.18)^2 \times 2 & -100 \\ -100 & 200 - (141.18)^2 \times 2 \end{bmatrix} \times \begin{Bmatrix} \phi_1 \\ \phi_2 \end{Bmatrix} = 0$$

$$\begin{bmatrix} K_1 & -K_1 \\ -K_1 & K_1 + K_2 \end{bmatrix}$$

$$\begin{bmatrix} 1 & 1 \\ 0.14118 & -1.4118 \end{bmatrix}$$



$$\begin{bmatrix} K_1 & -K_1 & 0 \\ -K_1 & K_1 + K_2 & -K_2 \\ 0 & -K_2 & K_2 + K_3 \end{bmatrix}$$

ماتریس m: متغیر اصلی سه جرم و درایه های دیگر صفر

ماتریس K: در درایه اول سه کرم ستون در برابر حرکت متعامد می کند. در برابر حرکت ستون دوم فقط فردش مقاومت مانند ۲ چون در ستون داریم

۱۴- یک ساختمان مسکونی ۳ طبقه در شهر تهران با پلان به شکل زیر است. ساختمان در جهت X دارای سیستم باربر جانبی قاب مفرغی ساده با مهاربند هم محور فولادی و در جهت Y مجهز به قاب خمشی فولادی متوسط است. مرکز جرم طبقات متعلق بر مرکز هندسی آن ها فرض می شود. زمین ساختمان ساز متعلق به گروه III آیین نامه ۲۸۰۰ است و میان قاب ها مشارکتی در سختی جانبی سازگار ندارند. ارتفاع طبقه اول ۲٫۵ متر و ارتفاع بقیه طبقات ۳ متر می باشد.

طبق این نکته از منحنی ۳۲ آیین نامه طبقه B است

مهاربند همگرای معمولی فولادی

$R = 3.5$

الف- نیروی افقی ناشی از زلزله را در هر یک از درامتداد Y و محاسبه کنید و در ارتفاع ساختمان توزیع نمایید.

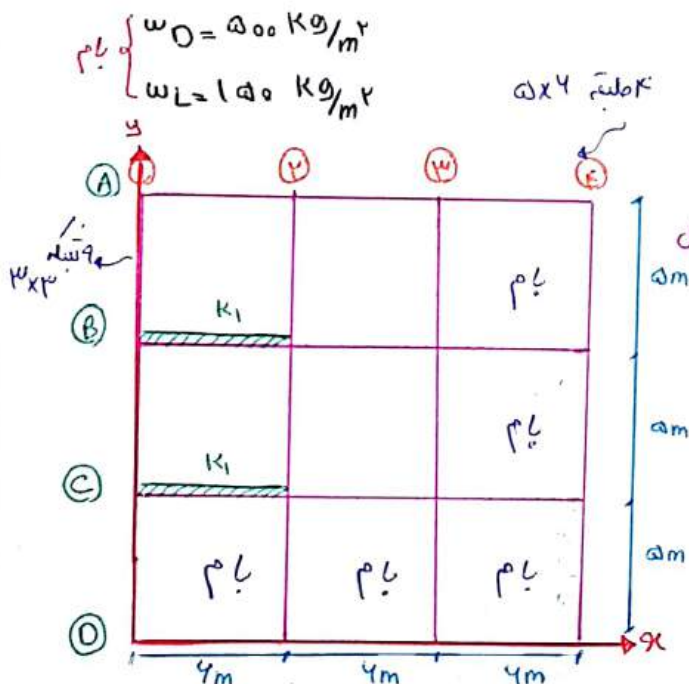
ب- نیروی وارده به باد بند واقع در محور B در طبقه دوم را بر اثر وقوع زلزله در امتداد X محاسبه کنید.

نکته: اگر در راستای X زلزله بیاید - سه سیستم قاب خمشی
اگر در راستای Y زلزله بیاید - سه سیستم قاب خمشی

$K_1 = 70$ سختی بار بند در طبقات اول و دوم
 $K_2 = 40$ سختی بار بند در طبقات سوم و چهارم
 $K_3 = 40$ سختی یک قاب در امتداد Y در طبقات اول و دوم
 $K_4 = 30$ سختی یک قاب در امتداد Y در طبقات سوم و چهارم

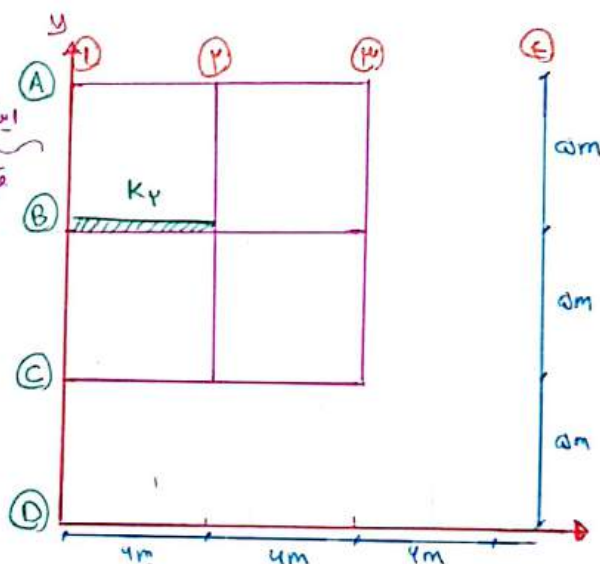
طبقات $\left\{ \begin{array}{l} w_D = 700 \text{ kg/m}^2 \\ w_L = 200 \text{ kg/m}^2 \end{array} \right.$

بام $\left\{ \begin{array}{l} w_D = 500 \text{ kg/m}^2 \\ w_L = 150 \text{ kg/m}^2 \end{array} \right.$



پلان طبقه دوم در امتداد X

$$w = w_{\text{ساکن}} \times 0.12 + w_{\text{متغیر}} \times 0.12$$

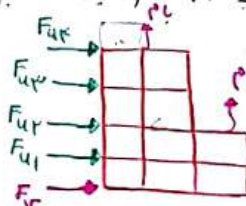


پلان طبقه دوم در امتداد Y

الف) نیروهای افقی وارده بر ساختمان را در جهت صحیح تعیین کنید

چون در طبقه دوم پلان طبقه سوم روی آن قرار گرفته تعداد طبقات همان تعداد

نیروی افقی وارده بر قاب خمشی ۳ را محاسبه کنید باید در جهت محور Y محاسبه کنیم



$$w_1 = 700 \times 4 \times 4 + 0.12 \times 200 \times 4 \times 4 = 1191.8 \text{ t}$$

$$w_2 = 700 \times 4 \times 4 + 0.12 \times 200 \times 4 \times 4 + 500 \times 4 \times 4 + 0.12 \times 150 \times 4 \times 4 = 1481.3 \text{ t}$$

$$w_3 = 700 \times 4 \times 4 + 0.12 \times 200 \times 4 \times 4 = 1191.8 \text{ t}$$

$$w_4 = 500 \times 4 \times 4 + 0.12 \times 150 \times 4 \times 4 = 431.4 \text{ t}$$

$$w = 1191.8 + 1481.3 + 1191.8 + 431.4 = 5206.3 \text{ t}$$

وزن سازه

$$S = C \times w$$

* در صریح از بار زنده + بار مرده طبقه = وزن طبقه

منصف ۲۹ آیین نامه سه ضریب بار زنده

A = ضریب نسبت تساب مبنای طرح

ناله و هر چه ارتفاع بیشتر شود ... افزایش تغییر مکان خواهیم داشت.

۱) E_{q1}

$A = 0.135$ صفحه ۱۱۴ آیین نامه

$H = 2.5 + 3 \times 3 = 11.5 \text{ m}$

طبق گفته‌های سوال ارتفاع اولیه از ۲.۵

ارتفاع اولیه طبقات ۳ (۳ طبقه بعد)

$T = 0.08 H^{3/4} \rightarrow T = 0.08 \times 11.5^{3/4} = 0.499 \text{ s}$ صفحه ۱۳۱ آیین نامه

$S = 1.75$

$T_0 = 0.15$

$T_S = 0.7$

$S_0 = 1$

بر اساس گفته کرده سوم

طبق جدول صفحه ۱۷ آیین نامه

$0.15 < 0.49 < 0.7$

$T_0 < T < T_S$

طبق م ۱۴

۱۷

برای $T < T_S$

$T_0 < T < T_S \rightarrow$ طبق صفحه ۱۱۴ آیین نامه

$B = 1 + S \rightarrow B = 1 + 1.75 = 2.75$

$B = B_1 \times N = 2.75 \times 1 = 2.75$

از صفحه ۱۲۹ آیین نامه اعتبار را بر اساس کف و مشخص می‌شود که جزو ضوابط با عملکردی فعلی زیاد است ... از صفحه ۱۱۴ آیین نامه مقدار

$A = 0.135$

$A =$ ضریب نسبت شتاب مبای طرح

$R =$ ضریب رفتار

$B =$ ضریب بازتاب

$I =$ ضریب اهمیت

$I = 1$ چون گفته کرده ۳

$R = 3.5$ از روی سیستم باربر تشخیص می‌دهیم (م ۳۴ آیین نامه) ... در این مورد

$C = \frac{ABI}{R} = \frac{0.135 \times 2.75 \times 1}{3.5} = 0.104$

$V_u = C \omega \rightarrow V_u = 0.104 \times 0.25 \times 5 = 1.31$

تعداد طبقات	ω_i وزن هر طبقه	h_i ارتفاع هر طبقه از تراز پایه	$\omega_i h_i^k$	$F_{ui} = V_u \times \frac{\omega_i h_i^k}{\sum_{j=1}^n \omega_j h_j^k} = 2911.135$ محاسبه می‌شود
۴	۴۳.۴	$2.5 + 3 + 3 + 3$	۷۳۱.۴	۳۵۱۹۵
۳	۸۸.۸	$2.5 + 3 + 3$	۷۵۴.۸	۳۷۱۰
۲	۱۴۸.۳	$2.5 + 3$	۹۲۵.۲۵	۴۵۱۵۰
۱	۱۹۹.۸	۲.۵	۴۹۹.۵	۲۴۵۵
	$\Sigma = 520.3$		$\Sigma = 2911.135$	$\Sigma = 1437.1$

$T < 0.15 \rightarrow K = 1$ طبق م ۳۹

$T > 2.5 \rightarrow K = 2$

$K = 0.5 T + 0.175$

$0.15 \leq T \leq 2.5 \text{ sec}$

صفحه ۱۳۸ آیین نامه ... فرمول محاسبه F_i

صفحه ۱۳۹ آیین نامه ... فرمول محاسبه K

$T < 0.15$

$T = 0.499 < 0.15 \rightarrow K = 1$

حالت چارچوب

$$\sum_{j=1}^n w_j h_j^k = 43,4 \times 11,0 + 11,1 \times 11,0 + 14,3 \times 11,0 + 19,1 \times 11,0 = 2911,3 \text{ d}$$

$$F_{u_f} = \frac{43,4 \times 11,0}{2911,3 \text{ d}} \times 143,13 = 30,9 \text{ d}$$

$$F_{u_p} = \frac{11,1 \times 11,0}{2911,3 \text{ d}} \times 143,13 = 37,10$$

$$F_{u_r} = \frac{14,3 \times 11,0}{2911,3 \text{ d}} \times 143,13 = 40,50$$

$$F_{u_i} = \frac{19,1 \times 11,0}{2911,3 \text{ d}} \times 143,13 = 44,50$$

$$F_{u_i} = V_u \times \frac{\text{عدد مصرفی در سون ۴}}{\text{مجموع اعداد سون ۴}}$$

۲) E_y

$$A = 0,3 \text{ d} \rightarrow \text{طبق جدول مصرفی ۱۴ سین ثانیه}$$

$$\text{عبارت } H = 2,0 + 3 \times 3 = 11,0 \text{ m}$$

$$T = 0,08 H^{\frac{1}{4}} \rightarrow T = 0,08 \times 11,0^{\frac{1}{4}} = 0,1 \text{ s}$$

$$S = 1,7 \text{ d}$$

$$T_0 = 0,1 \text{ d}$$

$$T_s = 0,7$$

$$S_0 = 1,1$$

$$\rightarrow \text{طبق مصرفی ۱۷ سین ثانیه}$$

$$T_0 < T < T_s \rightarrow B_1 = S + 1 \rightarrow B_1 = 1,7 \text{ d} + 1 = 2,7 \text{ d} \rightarrow \text{طبق مصرفی ۱۴ سین ثانیه}$$

$$T < T_s \rightarrow N = 1 \rightarrow \text{مصرفی ۱۷}$$

$$B = N \times B_1 \rightarrow B = 1 \times 2,7 \text{ d} = 2,7 \text{ d}$$

$$I = 1 \rightarrow \text{مصرفی ۳۳}$$

$$R = 0 \rightarrow \text{طبق مصرفی ۳۴}$$

$$C = \frac{AB I}{R} = \frac{0,3 \text{ d} \times 2,7 \text{ d} \times 1}{0} = 0,192$$

$$V = C \omega \rightarrow V = 0,192 \times 0,201 \text{ d} = 99,93$$

↓
برش یاب

$$T = 0,08 < 0,7 \rightarrow F_2 = 0$$

مصرفی ها سین ثانیه ساختمان ها، اگر در بنری کرده است.

۱۵- در یک ساختمان قاب خمشی بتنی به ارتفاع ۲۵ متر در دو حالت قاب و بدون قاب مقدار نیروی سازه را بدست آورید؟

ب) اگر مدل کامیوتری مقدار نیروی سازه را در حالت بدون قاب برابر با ۱۰۲ قانیه نشان دهد برای تعیین ضریب بازتاب باید از چه نیروی استفاده کرد؟

$$H = 25m$$

الف

$$\left\{ \begin{array}{l} \text{طبق مبحثی ۳۱ آیین نامه} \rightarrow T = 0.05 H^{0.9} = 0.05 (25)^{0.9} = 0.1905 (s) \rightarrow \text{قاب} \\ \text{طبق مبحثی ۳۱ آیین نامه} \rightarrow T = 0.18 \times 0.05 H^{0.9} = 0.18 \times 0.1905 = 0.0343 (s) \rightarrow \text{بدون میان قاب} \end{array} \right.$$

ب

$$T_1 = 1.02 (s) \rightarrow \text{بدون میان قاب}$$

$$T = 0.18 T_1 = 0.18 (1.02) = 0.1836$$

۱۶- آیا در مورد سازه های زیر می توان از روش استاتیکی معادل استفاده کرد؟

۱- سختی متوسط طبقات اول در دوم 500 ton/cm

۲- سختی متوسط طبقات سوم تا هشتم 50 ton/cm

طبق مبحثی ۴ جزوه خودم
" " " ۳۷ آیین نامه

سازه های منفرجه با ارتفاع کمتر از $50m$ $\rightarrow$ مرتبه سوال n نوا ده منفرجه در مرتبه لرزه

۳- زمان تناوب اولی کل سازه 0.45

۴- زمان تناوب اصلی قسمت فوقانی با فرض پایه گیردار 0.555

سختی جانبی قسمت فوقانی > سختی جانبی قسمت تمثالی $\rightarrow$ $500 \text{ ton/cm} > 50 \text{ ton/cm}$ طبق مبحثی ۳۷ آیین نامه

الف - هر دو قسمت به تنهایی منفرجه $\rightarrow \checkmark OK$

$$500 \text{ ton/cm} = 10 \times 50 \text{ ton/cm}$$

ب - سختی جانبی قسمت فوقانی $10 \times$ = سختی جانبی قسمت تمثالی $\rightarrow$

ج

$$0.4 > 1.1 \times 0.555 = 0.6105 \rightarrow \checkmark OK$$

تمام شرایط صدق می کند پس می توان از روش معادل استاتیکی استفاده کرد.

$$u = \frac{\phi_1 L_1}{m_n^* \omega_1} \times v(t)$$

۱۲ ماده ای ۱۲ مبحثی (۹)

$$\omega_1 = 0.144$$

$$\phi_1 = 1$$

مورد اول $\rightarrow$

$$\left\{ \begin{array}{l} u_1 = \frac{1 \times 0.144}{0.171 \times 0.144} = \frac{0.144}{0.024528} \times 1 = 0.5874 \\ u_2 = \frac{0.91 \times 0.144}{0.171 \times 0.144} = \frac{0.13084}{0.024528} \times 1 = 0.5332 \\ u_3 = \frac{0.74 \times 0.144}{0.171 \times 0.144} = \frac{0.10656}{0.024528} \times 1 = 0.4344 \\ u_4 = \frac{0.47 \times 0.144}{0.171 \times 0.144} = \frac{0.06756}{0.024528} \times 1 = 0.2754 \end{array} \right.$$

(P)

$$M_n^* = \begin{bmatrix} 1 & 0 & -j\omega L & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{Bmatrix} 1 \\ 0 \\ -j\omega L \\ 0 \end{Bmatrix} =$$

$$\omega L = 2\omega / \sqrt{V}$$

$$\frac{V}{t} = K$$

P.S.V

$$M_n^* = \begin{bmatrix} -j\omega L & \frac{j\omega V}{\sqrt{V}} & \frac{j\omega V}{\sqrt{V}} & \frac{j\omega L}{\sqrt{V}} \end{bmatrix} \begin{Bmatrix} 1 \\ 0 \\ -j\omega L \\ 0 \end{Bmatrix} = -j\omega L + 0 + 0 + 1 = 1, 1, 1, 1$$

$$L_y = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} -j\omega L & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{Bmatrix} 1 \\ 0 \\ -j\omega L \\ 0 \end{Bmatrix} = \begin{bmatrix} -j\omega L & 1 & 1 & 1 \end{bmatrix} \begin{Bmatrix} 1 \\ 0 \\ -j\omega L \\ 0 \end{Bmatrix}$$

$$L_y = -j\omega L + 1 + 1 + 1 = 1, 1, 1, 1$$

$$\left\{ \begin{aligned} u_1 &= \frac{1 \times 1, 1, 1, 1}{1, 1, 1, 1 \times 1, 1, 1, 1} \times 1 = \frac{1, 1, 1, 1}{1, 1, 1, 1} \times 1 = 1, 1, 1, 1 \\ u_2 &= \frac{0 \times 1, 1, 1, 1}{1, 1, 1, 1 \times 1, 1, 1, 1} \times 1 = \frac{0, 1, 1, 1}{1, 1, 1, 1} \times 1 = 0, 1, 1, 1 \\ u_3 &= \frac{-j\omega L \times 1, 1, 1, 1}{1, 1, 1, 1 \times 1, 1, 1, 1} \times 1 = \frac{-j\omega L, 1, 1, 1}{1, 1, 1, 1} \times 1 = -j\omega L, 1, 1, 1 \\ u_4 &= \frac{0 \times 1, 1, 1, 1}{1, 1, 1, 1 \times 1, 1, 1, 1} \times 1 = \frac{0, 1, 1, 1}{1, 1, 1, 1} \times 1 = 0, 1, 1, 1 \end{aligned} \right.$$

$$\omega L = 2\omega / \sqrt{V}$$

$$\frac{V}{t} = K$$

P.S.V

(P)

$$M_n^* = \begin{bmatrix} 1 & -1, 1, 1 & -1, 1, 1 & 1, 1, 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} -j\omega L & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{Bmatrix} 1 \\ -1, 1, 1 \\ -1, 1, 1 \\ 1, 1, 1 \end{Bmatrix} =$$

$$M_n^* = \begin{bmatrix} -j\omega L & -1, 1, 1 \times 1, 1, 1 & -1, 1, 1 \times 1, 1, 1 & 1, 1, 1 \times 1, 1, 1 \end{bmatrix} \begin{Bmatrix} 1 \\ -1, 1, 1 \\ -1, 1, 1 \\ 1, 1, 1 \end{Bmatrix} = -j\omega L + 1 + 1 + 1 = 1, 1, 1, 1$$

$$L_y = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} -j\omega L & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{Bmatrix} 1 \\ -1, 1, 1 \\ -1, 1, 1 \\ 1, 1, 1 \end{Bmatrix} = \begin{bmatrix} -j\omega L & 1 & 1 & 1 \end{bmatrix} \begin{Bmatrix} 1 \\ -1, 1, 1 \\ -1, 1, 1 \\ 1, 1, 1 \end{Bmatrix}$$

$$L_y = -j\omega L - 1 - 1 - 1 + 1 = -1, 1, 1, 1$$

مردود

$$\left\{ \begin{aligned} u_1 &= \frac{1 \times 0.011}{1.19 \times 10^{-3}} \times \frac{0.011}{1.0411} \times \frac{0.011}{1.0411} \times \frac{0.011}{1.0411} = 0.0001 \\ u_2 &= \frac{-1.0 \times 0.011}{1.19 \times 10^{-3}} \times \frac{-0.011}{1.0411} \times \frac{-0.011}{1.0411} \times \frac{-0.011}{1.0411} = -0.0001 \\ u_3 &= \frac{-1.0 \times 0.011}{1.19 \times 10^{-3}} \times \frac{-0.011}{1.0411} \times \frac{-0.011}{1.0411} \times \frac{-0.011}{1.0411} = -0.0001 \\ u_4 &= \frac{1.0 \times 0.011}{1.19 \times 10^{-3}} \times \frac{0.011}{1.0411} \times \frac{0.011}{1.0411} \times \frac{0.011}{1.0411} = 0.0001 \end{aligned} \right.$$

$$\omega_f = 0.011$$

$$\left(\frac{v}{t} \right) = f$$

P.S. = 0

(K)

$$M_n^* = \begin{bmatrix} 1 & -1.17 & 1.17 & -1.17 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 0.122 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0.122 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0.122 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0.122 \end{bmatrix} \begin{Bmatrix} 1 \\ -1.17 \\ 1.17 \\ -1.17 \end{Bmatrix} =$$

$$M_n^* = \begin{bmatrix} 1.122 & -1.17 \times 0.122 & 1.17 \times 0.122 & -1.17 \times 0.122 \end{bmatrix} \begin{Bmatrix} 1 \\ -1.17 \\ 1.17 \\ -1.17 \end{Bmatrix} = 0.122 + 0.171 + 0.122 + 0.171 = 0.586$$

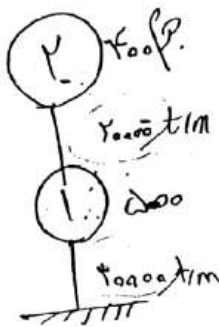
$$L_f = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 0.122 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0.122 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0.122 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0.122 \end{bmatrix} \begin{Bmatrix} 1 \\ -1.17 \\ 1.17 \\ -1.17 \end{Bmatrix} = \begin{bmatrix} 0.122 & 0.122 & 0.122 & 0.122 \end{bmatrix} \begin{Bmatrix} 1 \\ -1.17 \\ 1.17 \\ -1.17 \end{Bmatrix} =$$

$$L_f = 0.122 - 0.122 + 0.122 - 0.122 = 0$$

مردود

$$\left\{ \begin{aligned} u_1 &= \frac{1 \times 0.011}{1.19 \times 10^{-3}} \times \frac{-0.011}{1.0411} \times \frac{-0.011}{1.0411} \times \frac{-0.011}{1.0411} = -0.0001 \\ u_2 &= \frac{-1.0 \times 0.011}{1.19 \times 10^{-3}} \times \frac{0.011}{1.0411} \times \frac{0.011}{1.0411} \times \frac{0.011}{1.0411} = +0.0001 \\ u_3 &= \frac{1.0 \times 0.011}{1.19 \times 10^{-3}} \times \frac{0.011}{1.0411} \times \frac{0.011}{1.0411} \times \frac{0.011}{1.0411} = +0.0001 \\ u_4 &= \frac{-1.0 \times 0.011}{1.19 \times 10^{-3}} \times \frac{-0.011}{1.0411} \times \frac{-0.011}{1.0411} \times \frac{-0.011}{1.0411} = -0.0001 \end{aligned} \right.$$

(10)



$$M = \begin{bmatrix} m_1 & 0 \\ 0 & m_2 \end{bmatrix}$$

$$K = \begin{bmatrix} k_1 & -k_2 \\ -k_2 & k_2 \end{bmatrix}$$

$$[K] - \omega^2 [M] = \begin{bmatrix} Y_{0000} & -Y_{0000} \\ -Y_{0000} & \Delta_{0000} \end{bmatrix} - \omega^2 \begin{bmatrix} f_{00} & 0 \\ 0 & \Delta_{00} \end{bmatrix}$$

$$\begin{bmatrix} Y_{0000} & -Y_{0000} \\ -Y_{0000} & \Delta_{0000} \end{bmatrix} - \begin{bmatrix} f_{00}\omega^2 & 0 \\ 0 & \Delta_{00}\omega^2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} Y_{0000} - f_{00}\omega^2 & -Y_{0000} \\ -Y_{0000} & \Delta_{0000} - \Delta_{00}\omega^2 \end{bmatrix} \quad \boxed{\omega^2 = A}$$

$$\begin{vmatrix} Y_{0000} - f_{00}A & -Y_{0000} \\ -Y_{0000} & \Delta_{0000} - \Delta_{00}A \end{vmatrix} = 0 \Rightarrow (Y_{0000} - f_{00}A)(\Delta_{0000} - \Delta_{00}A) - f_{00}\Delta_{00} = 0$$

$$100000000 - 100000000A - Y_{0000000}A + Y_{000000}A^2 - f_{00}\Delta_{00} = Y_{000000}A^2 - Y_{0000000}A + Y_{00000000} = 0$$

$$A^2 - 10A + Y_{0000} \Rightarrow \Delta = b^2 - 4ac = (10)^2 - 4(1)(Y_{0000}) = Y_{0000} - 10000 = 1 \cdot 10000$$

$$A_1 = \frac{-b - \sqrt{\Delta}}{2a} = \frac{-10 - \sqrt{10000}}{2} = \frac{-10 - 100}{2} = -55 \quad \omega_1^2 = A = \omega_1 = 7.416 \quad \left\{ \begin{matrix} \phi_1 \\ \phi_2 \end{matrix} \right\}$$

$$A_2 = \frac{-b + \sqrt{\Delta}}{2a} = \frac{-10 + 100}{2} = 45 \quad \omega_2^2 = A_2 \Rightarrow \omega_2 = 6.708 \Rightarrow \omega_1 = 11.17$$

$$\begin{vmatrix} Y_{0000} - f_{00}(11.17)^2 & -Y_{0000} \\ -Y_{0000} & \Delta_{0000} - \Delta_{00}(11.17)^2 \end{vmatrix} \begin{Bmatrix} \phi_2 \\ \phi_1 \end{Bmatrix} = 0 \Rightarrow \begin{vmatrix} 19000000 & -Y_{0000} \\ -Y_{0000} & 11124000 \end{vmatrix} \begin{Bmatrix} \phi_2 \\ \phi_1 \end{Bmatrix}$$

$$100000000 - Y_{0000} \phi_1 = 0 \Rightarrow \boxed{\phi_1 = 0.52} \quad \phi_2 = \begin{Bmatrix} 1 \\ 0.02 \end{Bmatrix} \rightarrow \omega_1 = 11.17$$

$$\begin{vmatrix} Y_{0000} - f_{00}(6.708)^2 & -Y_{0000} \\ -Y_{0000} & \Delta_{0000} - \Delta_{00}(6.708)^2 \end{vmatrix} \begin{Bmatrix} \phi_2 \\ \phi_1 \end{Bmatrix} = 0 \Rightarrow \begin{vmatrix} 19000000 & -Y_{0000} \\ -Y_{0000} & 11124000 \end{vmatrix} \begin{Bmatrix} \phi_2 \\ \phi_1 \end{Bmatrix}$$

$$-Y_{0000} \phi_2 - Y_{0000} \phi_1 = 0 \Rightarrow \boxed{\phi_1 = -1.02} \quad \phi_2 = \begin{Bmatrix} 1 \\ -1.02 \end{Bmatrix} \quad \phi = \begin{bmatrix} 1 & 1 \\ 0.02 & -1.02 \end{bmatrix}$$

$$M_n^* = [\varphi_n]^T [M] [\varphi_n] \quad M_n^* = \begin{bmatrix} 1 & 0.15r \end{bmatrix} \begin{bmatrix} E_{00} & 0 \\ 0 & \Delta_{00} \end{bmatrix} \begin{Bmatrix} 1 \\ 0.15r \end{Bmatrix}$$

$$= E_{00} + 0.15r(0) + 1(0) + 0.15r(\Delta_{00}) = \begin{bmatrix} E_{00} & rV_n \end{bmatrix} \begin{Bmatrix} 1 \\ 0.15r \end{Bmatrix} = E_{00} + rV_n(0.15r) = E$$

$$M_{n2}^* = \sqrt{2} \cos \omega_n t M_1^* \sin \omega_n t$$

$$L_1 = [1]^T [M] [\varphi_n] = [1 \ 1] \begin{bmatrix} \end{bmatrix} \begin{Bmatrix} 1 \\ 0.15r \end{Bmatrix} = 1$$

$$L_r = \text{لا يوجد}$$

$$Q_1 = \frac{L_1^2}{M_1^*}, p \leq A \rightarrow (0.1305) \quad Q_r = \frac{L_2^2}{M_r^*}, p \leq A \rightarrow 0.1305$$

$$U_1 = \frac{(\varphi_1 L_1)}{M_1^* \omega_1} V_n(t) \quad \begin{Bmatrix} 1 \\ 0.15r \end{Bmatrix} A = E$$

$$= 400 \times r \times r \times \Delta + 400 \times r \times r \times \Delta + 0.1 \times r \times r \times r \times \Delta + 0.4 \times r \times r \times r \times \Delta = 17r \times 10^n$$

100

اولی از همه W_{eff} یعنی W_{eff} است

$$A = \frac{1}{\sqrt{d}} \quad d_H = 1/r$$

$$T = \frac{\gamma \cdot \Delta H}{\text{مقنی}} = \frac{\gamma \cdot \Delta H (1.4)}{\text{مقنی}} = 1.4V$$

$$T = \frac{1}{\omega} \approx 3/4$$

نذھو (ای وی و ما)
پتئی

$$\square \quad S_o = 1 \angle 1 \quad S = 1 \angle 0 \quad T_s = 1 \angle 0 \quad T_o = 0 \angle 0$$

$\cdot 110 < 114 < 118 \quad (OK) \quad \cdot \quad \text{B} = \text{B}_1 \wedge N = ?$

$$B_1 = s+1 = 1/v\delta + 1 = \boxed{r/v\delta} \quad \text{if } 1/v\delta < 1 \text{ if } v < 1/v$$

$$B_1 = S+1 = 11 \text{ V} + 1 = 12 \text{ V}$$

$$N = \{ \text{ } \} \quad 0.1 \text{ V} < \gamma \text{ V}_0 < \boxed{N=1} \quad B = B_1 \times N = 12 \text{ V} \times 1 = 12 \text{ V}$$

$$I = 1 \text{ A} \quad R = 5 \text{ ohms}$$

$$C = \frac{AB\bar{I}}{R} = \frac{0.1 \times 0.1 \times 0.1}{1} = 0.001$$

$$V \otimes W \otimes A_x \otimes \mathbb{R}_{1,0} = \Lambda_{1,1} \otimes \mathbb{R}_{1,0} + \dots$$

n	w	h_i	$w_i h_i^k$	$F = \frac{w_i h_i}{\sum w_i h_i^k} v_a$
f	12, 1	12, 1	1.012 / 0.5	24, 12
w	112, 1	9, 1	1.012 / 0.5	24, 12
r	112, 1	4, 1	1.012 / 0.5	12, 12
l	112, 1	2, 1	1.012 / 0.5	2, 12
			$\sum = 1.012$	$\sum = 1.012$

$$K_1 = 70 \text{ t/cm}$$

$$K_2 = 107,10$$

$$k_p = 17.1 \text{ cm}$$

$$C_m = (V_r \wedge)$$

$$\bar{X}_y = \frac{\sum k_y x_i}{\sum k_y} = \frac{70 \times 10 + 14 \times 10}{70 + 14} = 7,90$$

$$\bar{Y}_s = \frac{\sum k_n(Y)}{\sum k_n} = \frac{Y_0 \times 0 + Y_1 \times 1}{Y_0 + Y_1} = 4,1$$

$$C_R(\nu, a_0, \tau, \omega)$$

$$C_m(V, \Lambda)$$

مکتبہ

مركز عمر



$$M_x = (e_{rx} + e_{ax}) F_r + (e_{rx} + e_{az}) F_3 + (e_{rx} + e_{ay}) F_4$$

CM (V, A)
CA (3, 9), (4, 0)

$$M_x = \left[(1 - 4, 0) + (0, 10 \times 13) \right] 111,00 + \left[(1 - 4, 0) + (0, 10 \times 13) \right] 27,18 + \left[(1 - 4, 0) + (0, 10 \times 13) \right] 27,18$$

(R = (3, 9, 4, 0))

$$= 311,100 + 27,18 + 27,18 = 102,18$$

فاصله از مرکز جاذبه تا مرکز ثقل

$$P = \frac{K_n}{\sum K_n} \times V_{r,n} + \frac{K_n \cdot \gamma}{\sum K_n \cdot \gamma^2 + \sum K_n \cdot \gamma^2} \times M_r = \frac{\gamma_0}{\gamma \times \gamma_0} \times (111,00 + 27,18 + 27,18)$$

فاصله از مرکز جاذبه تا مرکز ثقل

$$+ \frac{\gamma_0 \times (4, 0)}{\gamma_0 \times 4, 0 + \gamma_0 \times 4, 0 + \gamma_0 \times 4, 0 + 14 \times 4, 0} \times 102,18 = \frac{191,3,0}{99,40} = 191,3,0$$

191,3,0

فاصله از مرکز جاذبه تا مرکز ثقل = e_{rx}



برای استوار کردن: M_x و M_y و M_z و M_4

۱- یک ساختمان مسکونی ۴ طبقه در شهر تهران با پلان به شکل زیر است. ساختمان در جهت X دارای سیستم باربر جانبی قاب فلزی شاره با ستون‌ها هم‌محور فولادی و در جهت Y قاب خمشی فولادی متوسط است. مرکز جرم طبقات متعلق به مرکز هندسی آن‌ها فرض می‌شود. زمین ساختمان‌ها ساز متعلق به گروه III است و میان قاب‌ها مشارکت در سختی جانبی سازده ندارند. ارتفاع طبقه اول ۲/۵ متر و ارتفاع بقیه طبقات ۳ متر با شیب.

طبق این گفته از منحنی ۲۹ این نام طبقه ۳ به

ساخته برای محوری فولادی $R=3.5$

الف- نیروی افقی ناشی از زلزله را در هر یک از درامت‌های X و Y محاسبه کنید و در ارتفاع ساختمان توزیع کنید.

ب- نیروی وارد به باد در واقع در محوری در طبقه دوم را بر اثر وقوع زلزله در جهت X محاسبه کنید.

نام: ...

آرد در استای زلزله باید سه سیستم جانبی

اول: ...

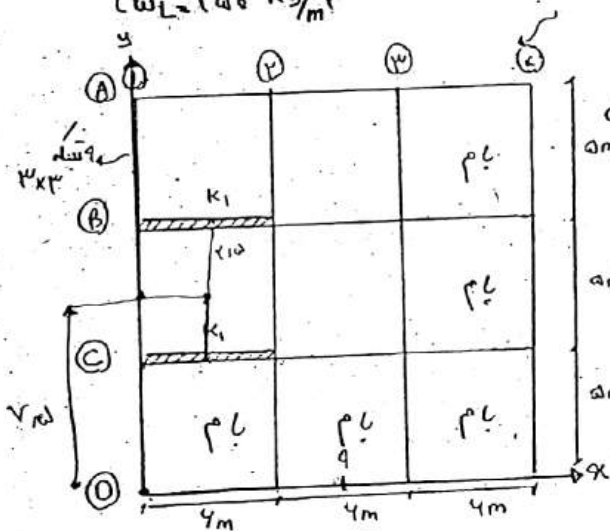
بم: ...

طبقات

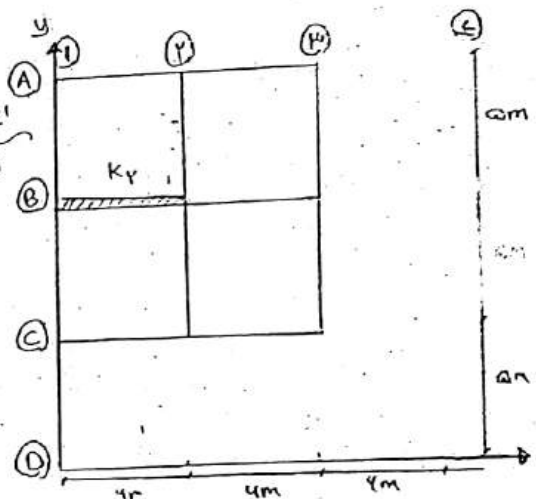
$$\begin{cases} w_D = 700 \text{ kg/m}^2 \\ w_L = 200 \text{ kg/m}^2 \end{cases}$$

نام

$$\begin{cases} w_D = 500 \text{ kg/m}^2 \\ w_L = 150 \text{ kg/m}^2 \end{cases}$$



پلان طبقه در درامت



پلان طبقه در درامت

الف) نیروهای افقی وارد به ساختمان را در جهت X محاسبه کنید.

بار مرده طبقه

در جهت مشارکت بار زلزله

$$w_1 = 700 \times 9 \times 5 \times 4 + 0.2 \times 200 \times 9 \times 5 \times 4 = 19918 \text{ t}$$

بار زلزله طبقه

$$w_2 = 700 \times 2 \times 4 \times 4 + 0.2 \times 200 \times 2 \times 4 \times 4 + 500 \times 5 \times 5 \times 4 + 0.2 \times 150 \times 5 \times 5 \times 4 = 14813 \text{ t}$$

بار مرده طبقه

بار زلزله طبقه

$$w_3 = 700 \times 4 \times 5 \times 4 + 0.2 \times 200 \times 4 \times 5 \times 4 = 8818 \text{ t}$$

بار مرده طبقه

بار زلزله طبقه

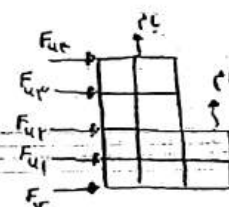
$$w_4 = 500 \times 4 \times 5 \times 4 + 0.2 \times 150 \times 4 \times 5 \times 4 = 4374 \text{ t}$$

$$\rightarrow w = 19918 + 14813 + 8818 + 4374 = 52015 \text{ t}$$

وزن سازه

قاب $v = c \times \text{قاب}$

* وزن طبقه = درامت از بار زلزله + بار مرده طبقه



* اگر جهت نیروی وارد به قاب جهت X را حساب کنید باید در جهت محور بام

لا جهت کنیم

منظم ۲۹ این نام سه سیستم بار زلزله

A = منظم نسبت به قاب منبای طرح

در صورتی که ارتفاع بیشتر شود سازه افزایش تغییر مکان خواهد داشت.

۱) E_a

$A = 0.135$ —————> صفحهی ۱۴ این نامه

$$H = 2.5 + 3 \times 3 = 11.5 \text{ dm}$$

$$T = 0.08 H^{\frac{3}{4}} \rightarrow T = 0.08 \times 11.5^{\frac{3}{4}} = 0.499 \text{ s}$$

$$S = 1.75$$

$$T_0 = 0.15$$

$$T_5 = 0.7$$

$$S_0 = 1$$

طبق جدول صفحهی ۱۷ این نامه

$$\frac{1.4}{T < T_5} \rightarrow N = 1$$

$$B = 1 + S \rightarrow B = 1 + 1.75 = 2.75$$

$$T_0 < T < T_5 \rightarrow \text{طبق صفحهی ۱۴ این نامه}$$

از صفحهی ۱۲۹ این نامه ابعاد را بدین گونه و مشخص می شود که جزو سازه های با عملکردی خیلی زیاد است. سازه از صفحهی ۱۴ این نامه مقدار

$$A = 0.135$$

در این صورت

$$A = \text{ضریب نسبت شتاب مبایطی}$$

$$I = 1 \rightarrow \text{صفحهی ۱۳۳ این نامه}$$

$$R = 3.5 \rightarrow \text{از روی سازه های باربر (صفحه ۱۳۳ این نامه)}$$

$$R = \text{ضریب رفتار}$$

$$B = \text{ضریب بازتاب}$$

$$I = \text{ضریب اهمیت}$$

$$C = \frac{ABI}{R} = \frac{0.135 \times 2.75 \times 1}{3.5} = 0.104$$

$$V = C \omega \rightarrow V = 0.104 \times 0.25 = 0.026$$

شماره طبقات	وزن هر طبقه W_i	ارتفاع هر طبقه از پایه h_i	$W_i h_i$	$F_{u_i} = V_u \times \frac{W_i h_i}{\sum_{j=1}^n W_j h_j}$
۴	۴۳.۴	۱۱.۵	۴۹۹.۱	۳۵.۹۵
۳	۸۸.۸	۸.۵	۷۵۴.۸	۳۷.۲۰
۲	۱۶۸.۳	۵.۵	۹۲۵.۶۵	۴۵.۵۰
۱	۱۹۹.۸	۲.۵	۴۹۹.۵	۲۶.۵۵
	$\Sigma = 500.3$		$\Sigma = 2999.05$	$\Sigma = 145.20$

$$T < 0.15 \rightarrow K = 1$$

$$T > 2.5 \rightarrow K = 2$$

صفحهی ۱۳۸ این نامه سازه فرمول محاسبه F_i

صفحهی ۱۳۹ این نامه سازه فرمول محاسبه K

$$K = 1.5 T + 0.15$$

$$0.45 < T < 2.5 \text{ sec}$$

$$T < 0.15$$

$$T = 0.499 < 0.15 \rightarrow K = 1$$

در این جا چون

$$\sum_{j=1}^n w_j h_j^k = 43,4 \times 11,0' + 111,1 \times 11,0' + 141,3 \times 11,0' + 199,1 \times 11,0' = 2911,3 \text{ م}$$

$$F_{u_x} = \frac{43,4 \times 11,0'}{2911,3 \text{ م}} \times 143,13 = 2,19 \text{ م}$$

$$F_{u_y} = \frac{111,1 \times 11,0'}{2911,3 \text{ م}} \times 143,13 = 5,10 \text{ م}$$

$$F_{u_z} = \frac{141,3 \times 11,0'}{2911,3 \text{ م}} \times 143,13 = 6,80 \text{ م}$$

$$F_{u_t} = \frac{199,1 \times 11,0'}{2911,3 \text{ م}} \times 143,13 = 9,54 \text{ م}$$

$$F_{u_c} = V_u \times \frac{\text{علاء مربوطه در ستون ۴}}{\text{مجموع اعلاء ستون ۴}}$$

۲) E_y

$$A = 0,3 \text{ م} \rightarrow \text{طبق جدول مفصلی ۱۱' این نام}$$

$$H = 2,0 + 3 \times 3 = 11,0 \text{ م}$$

$$T = 0,018 H^{\frac{1}{4}} \rightarrow T = 0,018 \times 11,0^{\frac{1}{4}} = 0,05 \text{ س}$$

$$S = 1,7 \text{ م}$$

$$T_0 = 0,1 \text{ م}$$

$$T_s = 0,7 \text{ م}$$

$$S_0 = 1,1 \text{ م}$$

$$\left. \begin{array}{l} S = 1,7 \text{ م} \\ T_0 = 0,1 \text{ م} \\ T_s = 0,7 \text{ م} \\ S_0 = 1,1 \text{ م} \end{array} \right\} \rightarrow \text{طبق مفصلی ۱۷' این نام}$$

$$T_0 < T < T_s \rightarrow B_1 = S + 1 \rightarrow B_1 = 1,7 \text{ م} + 1 = 2,7 \text{ م} \rightarrow \text{طبق مفصلی ۱۴' این نام}$$

$$T < T_s \rightarrow N = 1 \rightarrow \text{مفصلی ۱۷'}$$

$$B = N \times B_1 \rightarrow B = 1 \times 2,7 \text{ م} = 2,7 \text{ م}$$

$$I = 1 \rightarrow \text{مفصلی ۳۳'}$$

$$R = 0 \rightarrow \text{طبق مفصلی ۳۴'}$$

$$C = \frac{AB I}{R} = \frac{0,3 \text{ م} \times 2,7 \text{ م} \times 1}{0} = 0,192$$

$$V = C \omega \rightarrow V = 0,192 \times 520,1 \text{ م} = 99,93 \text{ م}$$

↓
برش

$$T = 0,05 < 0,7 \rightarrow F_2 = 0$$

مفصلی ها این نامها را بر روی جدول کرده است.

طبقات	w_i	k_i	$w_i k_i^k$	$F_{ui} = v_u \times \frac{w_i k_i^k}{\sum_{i=1}^n w_i k_i^k}$
۴	۴۳,۴	۱۱,۵	۷۳۱,۴	۲۵,۱۰
۳	۸۸,۸	۸,۵	۷۵۴,۸	۲۵,۹۰
۲	۱۹۸,۳	۵,۵	۹۲۵,۴۵	۳۱,۷۷
۱	۱۹۹,۸	۷,۵	۴۹۹,۵	۱۷,۱۴
	$\Sigma = ۵۸۰,۵$		$\Sigma = ۲۹۹۱,۳$	$\Sigma = ۹۹,۹۱$

ب) برای محاسبه نیروی وارده بر بادبند محور B در طبقه دوم، مستقیمات مرکز عطفی طبقه دوم را با جاذبه می‌نیم.

$$CR_x = \frac{\sum_{i=1}^n k_{yi} x_i}{\sum_{i=1}^n k_{yi}} = \frac{۴۰ \times (۰ + ۴ + ۱۲ + ۱۸)}{۴۰ \times ۴۰} = ۹$$

$N=۴$ درامای برای طبقه دوم

$$CR_y = \frac{\sum_{i=1}^n k_{xi} x_i}{\sum_{i=1}^n k_{xi}} = \frac{۷۰ \times ۵ + ۷۰ \times ۱۰}{۲۴ \times ۷۰} = ۷,۵$$

$N=۲$ درامای برای طبقه دوم

طبقه اول $\rightarrow$ مرکز عطفی طبقه دوم $S(9, 7.5)$
 $\rightarrow \frac{18}{2} = 9 \quad \rightarrow \frac{15}{2} = 7.5$

$$m = \sum_{j=1}^n (e_{ij} + e_{aj}) F_j$$

مرکز جرم طبقه ۲ $(9, 7.5)$
 مرکز عطفی طبقه ۱ $(9, 7.5)$

$$m_y = \sum_{j=2}^f (e_{yj} + e_{aj}) F_j$$

مرکز جرم طبقه ۲, ۳ $(9, 10)$
 $(9, 7.5)$

$$m_y = (e_{y2} + e_{a2}) F_2 + (e_{y3} + e_{a3}) F_3 + (e_{y4} + e_{a4}) F_4$$

$$m_y = \left[(7.5 - 7.5) + 0.5 \times 15 \right] \times ۴۵,۵۰ + \left[(10 - 7.5) + 0.5 \times 10 \right] \times ۳۷,۱۰ + \left[(10 - 7.5) + 0.5 \times 10 \right] \times ۳۵,۹۲ =$$

$$m_y = ۲۵۳,۱۸ \text{ t.m}$$

طبقه دوم $(9, 7.5)$ حاصل بادبند در جهت و با مرکز جرم

$$\Sigma k_{xy}^2 = ۷۰ \times ۲,۵^2 + ۷۰ \times ۲,۵^2$$

$$P_{Li} = \frac{k_{xi}}{\Sigma k_{xi}} \left(v_{xi} + \frac{k_{mxy}}{\Sigma k_{xy}^2 + \Sigma k_{yx}^2} \times m_i \right)$$

$$\Sigma k_{yx}^2 = ۴۰ \times 9^2 + ۴۰ \times 9^2$$

$$P_{Li} = \frac{۷۰}{۷۰+۷۰} \times (۴۵,۵ + ۳۷,۱۰ + ۳۵,۹۲) + \frac{۷۰ \times (10 - 7.5)}{۲ \times ۷۰ \times ۲,۵^2 + ۲ \times ۴۰ \times 9^2} \times ۲۵۳,۱۸ = ۵۴,۲۸$$

$$v_{u2} = \sum_{j=2}^f F_j = ۲۴,۴۸ + ۲۱,۵۹ + ۲۰,۹۲ = ۶۶,۹۹$$