Subject 1
Date

@Azad_Safadasht

جلسه اوّل

طبقه بندی پل ها از نظر طول دهانه

اگر به تاریخچه پل ها نگاهی بیاندازیم درمی یابیم که از گذشته های دور ساخت پل انجام می گرفته از نمونه های آن می توان به موارد زیر اشاره کرد:

1- پل دختر قبل از ساسانیان تنها پل قبل از اسلام بوده است.

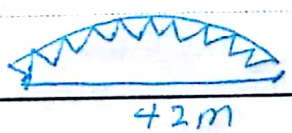
2- پل ضیاء الملک روی کرخه مربوط به قرن هشتم هجری است.

3- پل قزل اوزن میانه از قرن نهم هجری است.

4- پل الله وردی خان همان سی و سه پل با 132 متر.

5- پل خواجو 21 دهانه.

6- در قرن 19 فولاد تولید شد و بعد از آن چدن که نقش همی در ساخت پل های با دهانه های بلند داشت اولین پل با دهانه بلند در انگلیس با 42 m به صورت خرپایی ساخته شده است.



PAPCO

Scanned by CamScanner

Subject
Date

7- پل Golden Gate در لس آنجلس با دهانه 1280 کابلی شکل که از بالا نگهداری می‌شود و قطر کابل‌ها 103cm و ارتفاع 228 m در سال 1930 ساخته شد.

سی‌امین سال دهه‌ی پل Takuma ساخته شد که ضروریست.

8- پل تندرود 4,5m عرض 37 m طول در دوره صفویه با ارتفاع 10m در سال 926 در زمان قاجاریه پل خشتی داهیجان ساخته شد.

9- پل لوشان با عرض 7 و طول 100 متر.

10- پل آجری پونل در آنزلی 30 m طول.

پل ها از نظر طول دهانه به صورت زیر تقسیم بندی می‌شوند:

1- کمتر از 8m ← دهانه کوتاه

2- 8 - 60 m ← دهانه متوسط

3- 60m به بالا ← دهانه بلند

طبقه‌بندی پل‌ها از نظر سازه‌ای

1- تیر-دال (پل صفحه‌ای)

Scanned by CamScanner

Subject 3
Date

2- خرپایی

3- تیربندی (قوسی و طاقی)

4- کابلی (معلق)

5- قاب بندی شده

سازه = به مجموعه‌ای از اعضای متصل به هم که باربری داشته باشند گفته می‌شود.

نکته ۱) سیستم تیر دال در دره‌ها استفاده می‌شود مانند پل های راه آهن.

نکته ۲) در سیستم های معلق یا کابلی، کابل ویژه باربری دارد.

نکته ۳) سیستم های قاب بندی شده متشکل به صورت پیشت و ستون ها قطر هستند.

طبقه بندی پل ها از لحاظ مصالح

1- فولادی

2- بتنی مسلح (درجا و پیش ساخته)

3- مرکب (ترکیبی از بتن و فولاد)

4- بتن پیش تنیده (الف- پیش کشیده، ب) پس کشیده)

Scanned by CamScanner

5- مصالح سنگی و بتن غیرمسلح
6- چوبی

طبقه‌بندی پل‌ها از نظر شیوه ساخت

1- اجرای درجا با قالب‌بندی
2- پیش‌ساخته (شب با جرثقیل - شب به روش هل دادن)
3- طره‌ای

طبقه‌بندی پل‌ها از لحاظ کاربری

1- مخصوص عابرین پیاده
2- پل روگذر و زیرگذر شاهراه‌ها
3- پل جاده و قطار (توسعه راه‌آهن)
4- مخصوص هواپیما
5- مخصوص تأسیسات (آب، نفت، گاز)

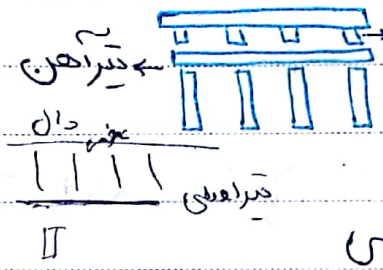
طبقه‌بندی پل‌ها از نظر سیستم سازه‌ای

Scanned by CamScanner

1- پل‌های تک‌دهنه‌ای ← دال بتنی مسلح یک طرفه که در دو انتها تکیه‌گاه دارد.

2- پل‌های دو دهنه‌ای ← یک سری تیر دارد که دال بتنی مسلح روی این تیرها قرار می‌گیرد.

3- پل‌های سه دهنه‌ای ← تیر فرعی، تیر اصلی ۲، تیر عرضی عمود بر تیر اصلی، دال بتن مسلح، تیر طولی (اصلی)



4- پل‌های چهار دهنه‌ای ← ۳ تیر اصلی

آشنایی با بتن پیش تنیدگی

از دیدگاه کلی پیش تنیدگی به معنی ایجاد تنش‌های دائمی مخالف با تنش‌های موجود است. مثلاً ایجاد تنش‌های فشاری در تیر به منظور خنثی سازی تنش‌های کششی موجود بتن مورد استفاده در سازه. پیش تنیده مقاومت فشاری بالاتری نسبت به بتن مصرفی معرفی در بتن مسلح معمولی سازه.

زیر C_{20} بتن سازه‌ای نداریم

شکل پذیری متوسط و زیاد C_{25}

در بتن پیش تنیده حداقل C_{30}

← چون در تنش‌های فشاری بالاتری قرار می‌گیرد.

آیین نامه ۶

Scanned by CamScanner

فولادهای پیش تنیدگی به صورت مفتول (مفتول هم در پیش کشیده و پس کشیده، کابل فقط در پس کشیده) و به صورت فولادهای آجدار تولید می‌شود مقاومت عمده این فولادها (مفتول، فولاد، میلگرد آجدار) در این است که تنش تسلیم آن‌ها بالا است.

بتن پیش تنیده = یعنی بتن را تحت تنش فشاری قرار دهیم که ظرفیت باربری کششی آن ↓ max شود.

1- پیش کشیده = غلاف ندارد در هنگام بتن ریزی کابل را می کشیم.

2- پس کشیده = دارای غلاف است مقاومت فشاری آن بیشتر است و معمول به صرفه تر است بعد از بتن ریزی کابل را می کشیم در دهانه های بلند استفاده می‌شود (پل)

عرض پل

براساس آیین نامه آشتو عرض پل فاصله دو جدول با اضافه عرض شانه خاکی است. فاصله خالص بین دو لبه جدول (عرض روسازی) + عرض شانه خاکی

* در ایران عرض پل کمتر از 9m نمی تواند باشد.

✓ حداقل عرض پل 3/65 در راه اصلی ~~2/25m~~ در راه فرعی

PAPCO

Scanned by CamScanner

Subject 7

Date

✓ شیب سواره رو باید 2% باشد (شیب عرفی)

✓ ارتفاع مفید پل 5m است از روی آسفالت تا زیر عرشه

× پیاده رو برای دوتفر 120cm 1/25m 1 - 1/5

عرض پیاده رو ← پیاده رو جان پناه ← مقطع عرضی پل

هندسی رودخانه

بیشتر کاربرد پل رودخانه است.

بستر رودخانه‌ها به دو شکل است: 1- منفیر 2- کبیر

1- بستر منفیر = رودخانه‌ها معمولاً در اوایل تابستان پر آب و در اواخر تابستان کم آب می‌شوند

مراد از میزان ارتفاع آب رودخانه را بستر منفیر گویند.

2- بستر کبیر = مراد از میزان ارتفاع آب را بستر کبیر گویند.

معمولاً در بستر منفیر ارتفاع آب از آن پایین‌تر نمی‌آید ولی ارتفاع آب ممکن است از بستر کبیر بیشتر باشد.

رودخانه‌ها به دو دسته تقسیم می‌شوند: 1- ابرفتی 2- جاری

1- رودخانه ابرفتی = با فرسایش ساحل و بستر هندسه هیدرولیکی خود را متناسب

PAPCO

Scanned by CamScanner

بادبی جریان و رسوبات انتقال یافته از بالادست تطبیق می دهد در این رودخانه ها
ممکن است براثر سیلاب، آب از مسیر خارج و در زمین های دشت و راست جریان پیدا کند
سرعت جریان در آن ها زیاد است بستر شان در فصول تقسیم می شوند.

2- رودخانه های جاری = در مسیر های کوهستانی هستند سرعت این رودخانه ها
بیشتر است عمق آب نیز با نسبت بقیه رودخانه ها بیشتر است.
گرایان سرعت زیاد است در فصل های جاری زیاد می شوند برخلاف، برفتی بستر شان
تغییر می کند.

تقسیم بندی رودخانه ها براساس پایداری

1- متلب = به درجه ای از ثبات رسیده اند که شکل شان تغییر نمی کند (رودخانه های با
بستر سنگی)

2- پایدار دینامیکی = معمولاً بستر و ساحل خود را فرسوده و رسوب گذاری می کنند تراز بستر شان
پایین است شکل هندسی شان در بستر دایان تغییر نمی کند.

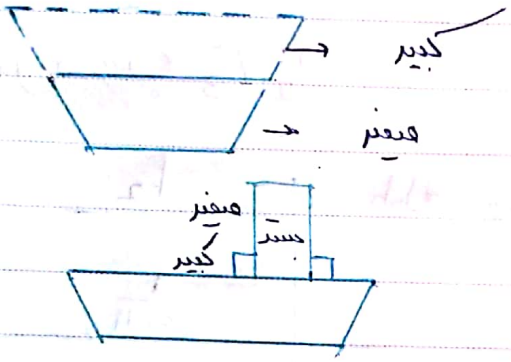
3- ناپایدار = همیشه بستر خود را فرسوده می کند و شکل هندسی شان تغییر می کند

هم عرض و هم عمق شان زیاد می شود.

PqPCO

Scanned by CamScanner

نکته ۴) بستر متغیر برای فصول کم آبی است. بستر کبیر برای فصول پرآب است.



نکته ۵) پایه پل را برای بستر کبیر طراحی می‌کنیم.

● عمق فرسایش موضعی در اطراف پایه‌های پل ds

الف) پایه استوانه‌ای - مصالح دانه‌ای

اگر بستر ماسه‌ای باشد: $ds = 1,11\ y^{0,5}\ b^{0,5}$

اگر بستر سنگ و ماسه باشد: $ds = cy \quad 0,5 < c < 1$

اگر بستر سنگ و لیس باشد: $ds = 0,47\ q^{0,8}\ D^{-0,12}$

b قطر پایه پل

y عمق متوسط جریان به متر

D قطر متوسط ذرات

PqPCO

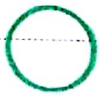
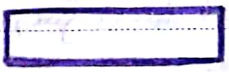
Scanned by CamScanner

ب) پایه ی تراستوانه ای

$ds' = F_2 F_3 ds$

استوانه ای

جدول ضرایب F_2 F_3

شکل مقطع پایه در پلان		طول بعد عرض مقطع پایه در پلان	F_2
	دایره	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{0.91}$
	عدسی گونه	3 4 7	0.76 0.63 ~ 0.76 0.41
	بیضی	2 3	0.91 0.83
	مستطیل	2 4 6	1.11 1.40 1.11

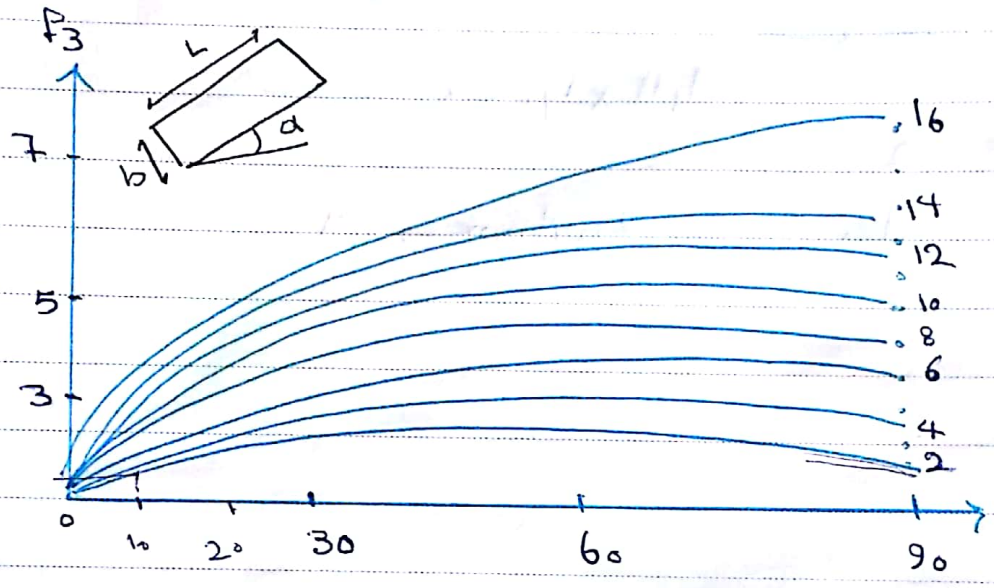
P4PCO

Scanned by CamScanner

Subject 11

Date

خطوط P_3



مثال: برای داده‌های زیر در اختیار است مطلوب است

الف: عمق فرسایش موضعی در اطراف پایه‌ی پل با فرض پایه‌های استوانه‌ای

ب: تعیین عمق فرسایش موضعی در اطراف پایه‌ی پل با فرض پایه‌های مستطیلی عمق متوسط

3m

قطر ذرات ماسه‌ای 78 m

طول پایه‌های پل 4,88 m

عرض متوسط 2,44 m

زاویه انحراف 10

P4PCO

Scanned by CamScanner

Subject

Date

استوانه‌ای $\rightarrow ds = 1{,}11\ y^{0.5}\ b^{0.5} =$

$1{,}11 \times 3^{0.5} \times 2{,}44^{0.5} = 3$

$ds' = P_2\ P_3\ ds$

نسبت $\frac{\text{طول به}}{\text{عرض}}$

$1{,}11 \times 1{,}05 \times 3 = \sim$

$\frac{4{,}88}{2{,}44} = 2$

$\hookrightarrow$ عدد وبارزی 2 $\rightarrow 1{,}11$

PqPCO

Scanned by CamScanner

Subject 13
Date

جلسه دوم

انتخاب طول و تعداد دهانه پل

عوامل تصمیم گیری:

1- اطلاعات نقشه برداری شامل عکس های هوائی با مقیاس با هدف یقین بهترین محل برای عبور از رودخانه با شیب و سلامت حوضه آب خیز، عرض بستر متغیر و پیر.

2- اطلاعات ژئولوژی و ژئوتکنیک شامل وضعیت ساختمان زمین شناسی، جنس رسوبات، رسوبات، انتشارات اولیه با حفر شانه های دستی به عمق حداقل 1,5 برابر عمق سیلاب.

3- اطلاعات هیدرولوژی شامل اندازه گیری عمق رودخانه و سیلاب طرح با استفاده از روش های تجربی، شیب سطح آب بالادست و پایین دست.

4- اطلاعات جمع آوری شده از بازدید های سطحی شامل عمق شالوده، پل های قدیمی تر،

Scanned by CamScanner

سرعت جاد منطقه.

تعیین دهانه کل:

فاصله بین دو تکیه گاه کناری پل را دهانه پل گویند. معمولاً برابر عرض رودخانه در سیلاب حداکثر است.

$$B = 4,85\sqrt{Q} \rightarrow m^3/s$$

B: عرض مؤثر لازم برای دهانه پل
عرض رودخانه
Q: دبی سیلاب رودخانه

در حالتی طراح تصمیم می‌گیرد دهانه پل را کوچکتر از عرض رودخانه در نظر بگیرد هزینه های پل کم می‌شود ولی بیشتری هزینه های دیگر اضافه می‌شود مثل هزینه ساحل سازی، حفر پایه های کناری و میانی. بعد از انتخاب دهانه کل تکیه گاه های کناری و میانی را تعیین می‌کنیم بیشتری ملاحظات در نظر می‌گیریم مثل عبور در حد در مناطق جلگه ای در زمان سیلاب یا عبور کشتی از قرار دادن پایه های میانی در مناطق عمیق خودداری کنیم اگر بخاطر فرسایش بستر احتیاج به پایه های عمیق داشته باشیم بهتر است که طول پایه ها را زیاد کنیم و تعداد پایه ها را کم کنیم یا برعکس اگر به علت بستر سنگی بتوان از پایه های کم عمق استفاده کرد بهتر است طول

Scanned by CamScanner

Subject
Date

دهانه کالم کنیم تعداد پایه ها را زیاد کنیم بعد از تعیین طول دهانه سیستم سازه‌ای عرشه را انتخاب می کنیم برای دهانه بزرگ از سیستم خرپا و برای دهانه کوچک و متوسط از تیر ورق استفاده می کنیم همیشه پایه های پل را به موازات جریان آب قرار می دهیم تا خطر فرسایش کم شود.

عمق شالوده منظور از آن این است که اختلاف تراز زیر شالوده تا تراز بستر فرسایش یا مته موضعی است این عمق نباید از 1,2m برای پل صفحه‌ای و 2m برای پل قوسی کمتر باشد اگر بستر غیر قابل فرسایش باشد عمق را تا 1m هم کاهش می دهیم.

هوا کش =

ارتفاع آزاد سطح آب تا سطح زیر پل است.

در مناطق جنگلی حداقل ارتفاع هوا کش 2m است.

دبی	m^3/s	0,3	0,3 - 2,8	2,8 - 28,4	28,4 - 284
هوا کش	Cm	15	45	60	90

«آیین نامه هند»

Scanned by CamScanner

پایه های پل عرشه کارشان به پایه و از پایه به فونداسیون منتقل می شود.

انتقال بار عرشه

شالوده کی پایه پل

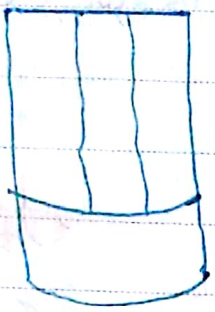
1- بستر ده = زمانی که جنس بستر مناسب باشد شالوده، شالوده در عمق مناسبی از بستر قرار گیرد.

2- شمعی = زمانی که باربری بستر کم باشد و خاک با باربری خوب در عمق زیاد باشد شمع ها به عمق و تعداد کافی کوبیده می شوند روی شمع کلاهک قرار می گیرد که زیر پایه پل قرار می گیرد در پایه های کناری می توانیم از شمع مایل استفاده کنیم نیروی رانش خاک را هم تحمل کند جنس آن هم از بتن مسلح یا فولاد است بتن مسلح به سه صورت پیش ساخته یا در جا یا پیش تنیده است همترین پارامتر بین قطر و عمق شمع جنس خاک است.

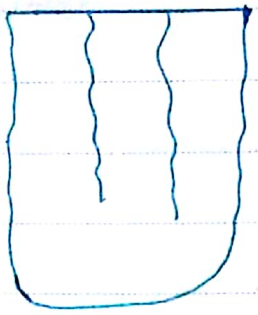
3- مندوقی = زمانی که عمق آب زیاد باشد و شمع ها با قطر معمولی جوابگو نباشند.

شالوده صندوقه ای به دو صورت اجرا می شود: ته بسته یا ته باز

Scanned by CamScanner



تاق بسته



تاق باز

پایه پل

پایه های کناری - لوزه = برای انتقال وانسن عرشه پل به شالوده و به عنوان دیوار خاکریز عمل می کند.

پایه های میانی پل = این پایه ها در معرض آب شستگی بیشتری قرار دارند برای محافظت از آن ها عناصری از مصالح سنگی یا ورق دور پایه ها کشیده می شوند تا ارتفاع سیلاب.

انواع پایه های میانی:

وزنی = از مصالح سنگی استفاده می شود یا بتن غیر مسلح اگر از مصالح سنگی استفاده شود بالای آن را از کلاهک بتن مسلح استفاده می شود عرض کلاهک با توجه به بالشتک های نشیمن (تکیه گاه) تعیین می شود بین بالشتک ها باید فضای انبساط داشته باشیم.

Scanned by CamScanner

مطلب: در زمین های کم مقاومت استفاده می شود.

تکیه گاه پل

وظیفه تکیه گاه انتقال بار تیر به ستون است تکیه گاه ها معمولی است چون اگر تیر دارباشه باید چادر پل علاوه بر انتقال بار بتواند لنگر را هم تحمل کند.

تکیه گاه پل وسیله ای مکانیکی است که وظیفه آن انتقال و انتشار تکیه گاهی عرشه پل به پایه است در بعضی مواقع بار جانبی هم به آن اضافه می شود با توجه به رفتار طولی پل به سه پل عملی، معمولی یا مطلب (گیردار) تقسیم می شود. تکیه گاه ها تا 150 سال فولادی بودند امروز مواد الاستومتر جای آن ها اضافه شده، تکیه گاه باید در برابر تغییر طول پل مقاومت نکند (انبساط طی باشد) مثل پنبه ای آن زیاد باشه در برابر دوران عرشه مقاومت نکند اگر در برابر دوران مقاومت کند نیرو و لنگر داخلی در عرشه زیاد می شود از لغزش عرشه در برابر زلزله جلوگیری کند. در برابر ترمز نیروهای محرک از لغزش عرشه جلوگیری کند.

انواع تکیه گاه =

1- ساده
2- بالشتک الاستومتر
3- یاتاقانی

Scanned by CamScanner

ساده: برای دهانه 6 تا ۱۰ متری استفاده می‌شود.

بالشتک الاستومتر: از لاستیک های مصنوعی ساخته می‌شود مثل نئوپرن ها این ها علاوه بر این که مسلح می‌شوند داخل تکیه‌گاه را، مثل است که یک سری شاخک هم داشته باشند که این شاخک ها به ستون بالایی یا پایینی یا هردو متصل اند ضریب شکل که عرف میزان فشردگی تحت بارقائم ارتباط مستقیمی با سختی بالشتک ها دارد مراحل طراحی آن به صورت زیر است:

1) تعیین واکنش های تکیه‌گاهی ناشی از بار زنده و مرده در سر

2) طراحی بالشتک برای تغییرات دمایی که ضخامت بالشتک نباید از دو برابر تغییر مکان افقی کمتر باشد.

3) محاسبه سطح بالشتک براساس تنش فشاری مجاز، ضخامت بالشتک نباید از $\frac{1}{5}$ طول آن بیشتر باشد.

4) محاسبه ضریب شکل

5) محاسبه نیروهای طولی ناشی از بارهای ترافیکی

PqPCO

6- بتن نیروهای وارده بر پایه‌ی میانی و کناری پیش تنیده مقاومت برشی برای دهانه‌ی متوسط استفاده می‌شوند.

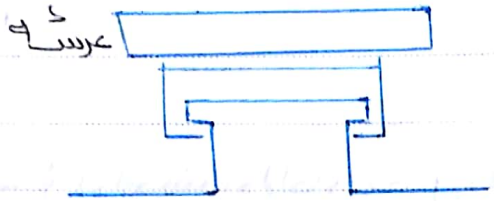
- یاتاقان= برای دهانه‌های بلند استفاده می‌شود که عکس العمل تکیه‌گاهی آن زیاد است، یا گهواره‌ای هستند یا ثابت و پیش‌تنیده محل‌های طولی آنها در حالت متحرک یا گهواره‌ای امکان حرکت طولی هست ولی در نوع ثابت در برابر حرکت طولی مانعت ایجاد می‌شود و نقطه متصف آن از طوبت است یا یک محفظه لاستیکی یا اندود می‌شوند قسمت های مختلف یاتاقانی پیش‌ورق نشیمن فولادی است که روی سطح صاف و تراز باید بنشیند و اگر ایجاد صدا باعث ایجاد ترس می‌شود دوم غلتک ها که امکان پیش‌تنیده محل طولی عرشه پل را نسبت به پایه تأمین می‌کنند سوم لغزشک تماسی و فوقانی که زیر عرشه پیچ می‌شوند.

- برای طراحی آن اول پیش غلتک ها و لغزشک ها را پیش‌تنیده می‌کنند بعد سایر اجزاء تکیه‌گاه توسط طول و قطر غلتک کنترل می‌شود. اجزاء ورق نشیمن براساس تنش مشابه مجاز روی بتن و سختی لازم برای توزیع یکنواخت نیروی وارد تکیه‌گاهی پیش‌تنیده می‌شود.

PAPCO

Scanned by CamScanner

بعد از آن ایجاد لغزش های زیرین و بالائی طوری یقین می شود که طول و عرض شان در تماس کامل با علت ها باشد.



خط تأثیر effect line

در سازه های معین استاتیکی، خطوط تأثیر برای تمام توابع به صورت خط مستقیم می باشند. برای معین سازه های خطوط تأثیر را می توان توسط یکی از روش های زیر ترسیم نمود:

روش مولر برسلو = ابتدا عیناً عامل مربوط به نیروی داخلی خواسته شده در سازه را حذف می کنیم مثلاً برای رسم خط تأثیر عکس العمل قائم تکیه گاه گیردار، عکس العمل قائم را حذف می کنیم در این صورت تکیه گاه گیردار غلتکی می شود.

2- یقین مکان واحد را در محل مورد نظر و در جهت مثبت بر سازه اعمال می کنیم مثلاً برای رسم خط تأثیر عکس العمل قائم تکیه گاه گیردار، تکیه گاه غلتکی را یک واحد به سمت بالا جابجا می کنیم در این محل چون سازه معین است با حذف یک علل درونی ناپایدار شده و با

Scanned by CamScanner

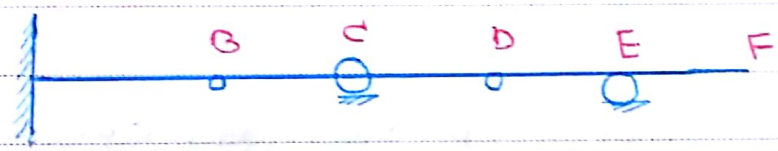
Subject 22
Date

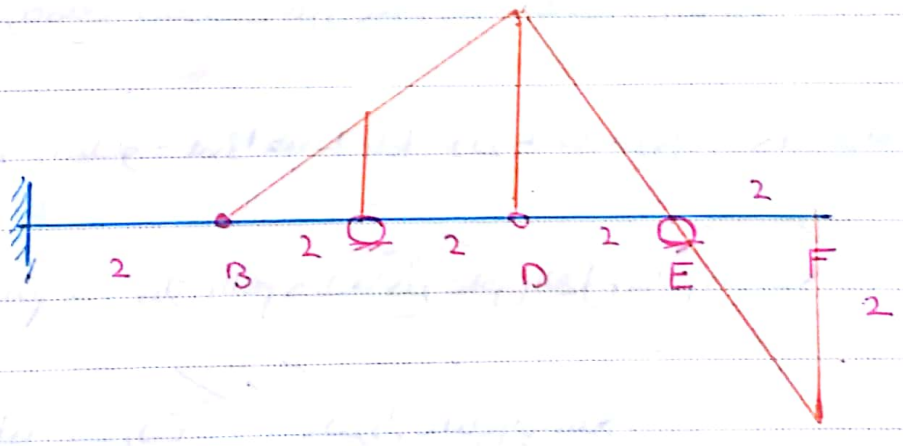
اعمال کوچکترین نیرو تیر شکل می‌دهد

3- وضعیت تیر شکل ساده در این حالت همانند خط تأثیر مورد نظر است.

مثال:

تیر شکل داده شده دارای دو مفصل داخلی در B و D است خط تأثیر نیروی عکس العمل تکیه گاهی در C را رسم.





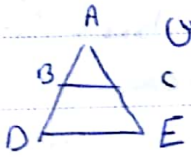
مفاصل داخلی نقاط عطف

$\frac{2}{2+2} = \frac{1}{x} = 2$

تکیه گاه ها نقاط عبورند

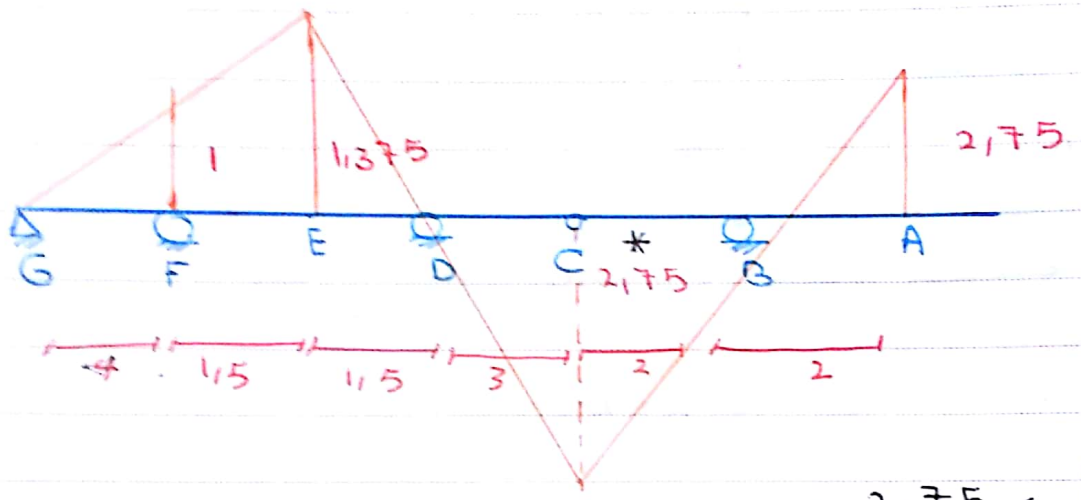
$\frac{AB}{AD} \quad \frac{BE}{DE}$

قضیه تالس



Scanned by CamScanner

مثال ۲) اگر بار متمرکز متحرک به میزان 24 ton از روی تیر زیر عبور کند حداکثر عکس العمل تکیه‌گاه F چیست؟



$\frac{4}{5,5} = \frac{1}{x} \rightarrow x = 1,375$

$* \; 2,175 \leftarrow 2 \times 1,375$

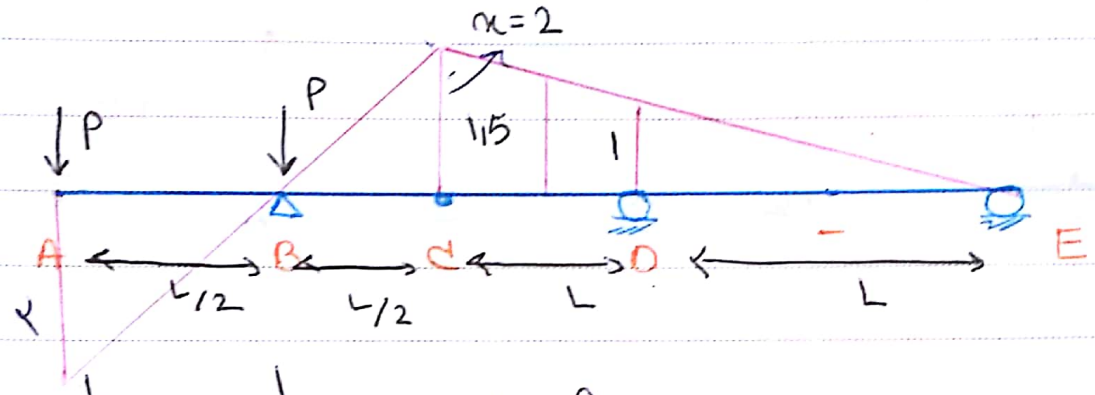
1,5 دو برابر شده ← 3 پس

چون تشابه مثلث‌ها فاصله 2 یک زاویه مشترک است پس ارتفاع برابر

$RP = 2,175 \times 24 = 66 \text{ ton}$

Scanned by CamScanner

مثال 3) در سازه زیر گرد و بار متمرکز P به فاصله $\frac{L}{2}$ از نقطه A به سمت نقطه E حرکت می‌کند. حداکثر عکس‌العمل D چقدر است؟



$$\frac{L}{2L} = \frac{1}{x} \longrightarrow x = 2$$

A روی P $= 2p + 0p = 2p$

B روی P $= 0p + 2p = 2p$

C روی P $= 2p + 1.5p = 3.5p$

D و C بین روی P $= 1.5p + 1p = 2.5p$

Scanned by CamScanner

جلسه سوم

بارهای وارد بر پل

بارهای وارد بر پل 3 دسته هستند:

1- بارهای قائم (ثقلی) ←

2- بارهای جانبی (افقی) ← باد، زلزله، منشار خاک، منشار مایعات

3- بارهای خود کرنشی

- بارهای قائم = شامل بارهای مرده، زنده و موارد مشابه می باشند که در امتداد ثقل اثر نموده و عرشه و پایه های پل را تحت تأثیر قرار می دهند. این بارها حاکم بر طراحی عرشه می باشند و از طریق عرشه به پایه ها اعمال می شود.

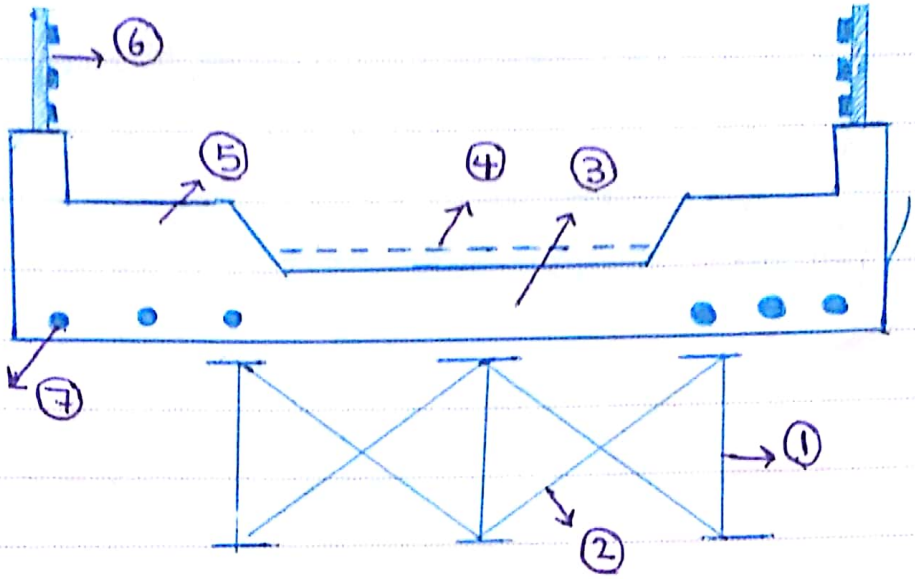
الف) بارهای مرده: شامل وزن اقلام زیر می باشد:

1) تیرها 2) دیافراگم ها 3) دال بتنی 4) آسفالت 5) اضافه ضخامت

6) پیاده رو 7) جداکننده ها 8) جدول بتنی

PqPCO

Scanned by CamScanner



برای محاسبه بار مرده نیاز به وزن مخصوص مصالح داریم

- بارهای جانبی = شامل بارهایی از قبیل بار باد، زلزله، فشار جانبی خاک، نیروی گریز از مرکز، نیروی ترمز که بر عرشه و یا پایه های پل تأثیر می گذارند و عامل اصلی مقاومت در مقابل آن ها پایه ها می باشند.

- بارهای خود کرنشی = شامل آثار دما، جزئی، تغییر طول ناشی از پیش تنیدگی و موارد مشابه می باشند که می توانند باعث ایجاد تغییر شکل در تمام بخش های سازه پل شوند.

Scanned by CamScanner

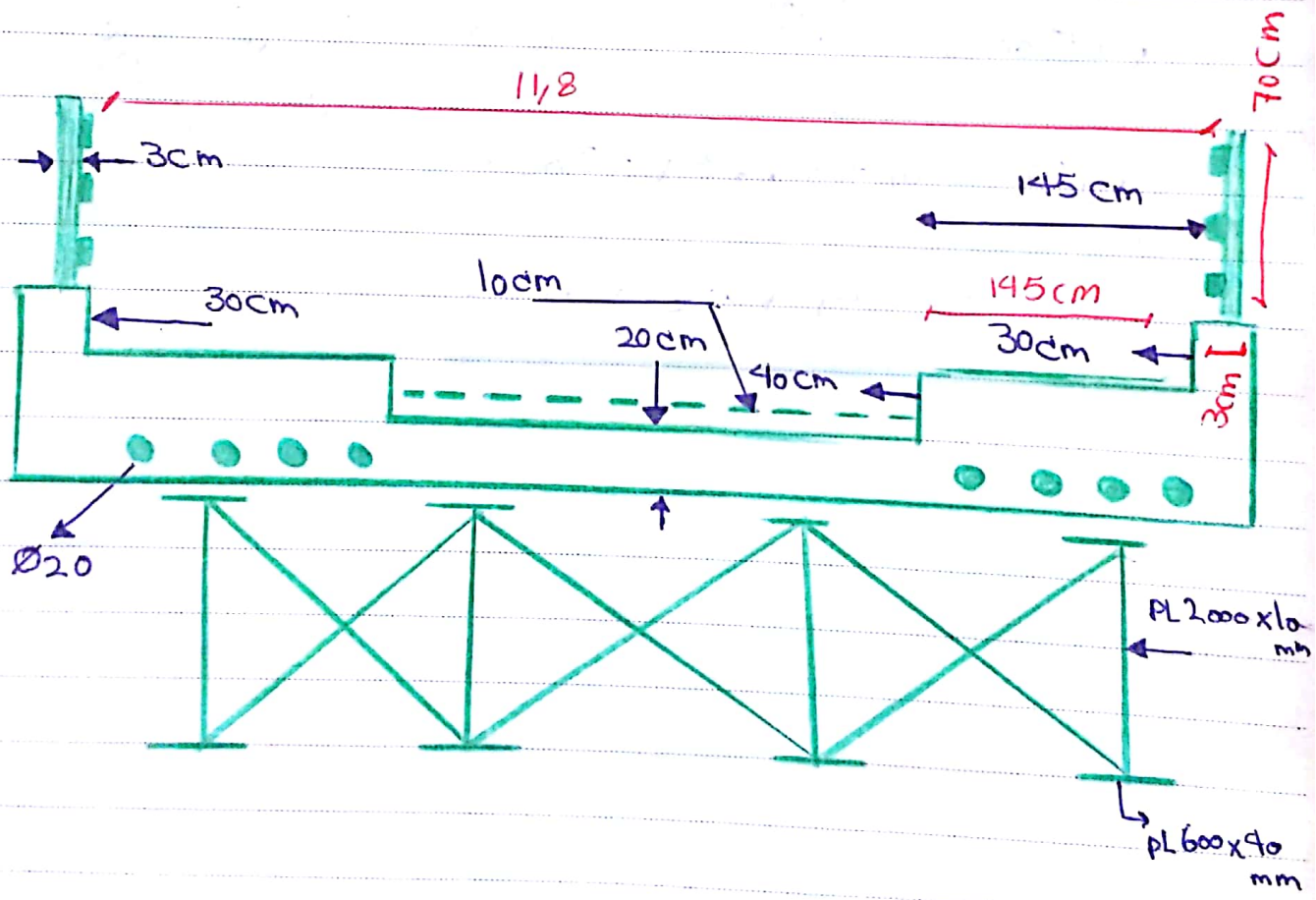
وزن مخصوص چند مصالح برحسب t/m^3

بتن = 2.4 ، آلومینیوم = 2.8 ، چدن = 7.2 ، فولاد = 7.85

بتن مسلح = 2.5 ، چوب = 0.8 ، بتن و ماسه متراکم = 1.9

آسفالت = 2.2 ، ماسه سنگ = 2.25 ، بتن و ماسه غیر متراکم = 1.6

مثال) وزن یک متر طول از عرشه پل نشان داده شده را محاسبه کنید.



PqPCO
Scanned by CamScanner

بایه : $A = (200 \times 1 + 2 \times 60 \times 4) = 680\ cm^2$ (بدون افزایش / تعداد بستر)

$A_{\text{بایه+اتصالات}} = 680 \times 1{,}1 = 748\ cm^2$

$w_{\text{بایه+اتصالات}} = 748 \times 7850 \times 10^{-4} = 587{,}18\ kg.m$

$w_{\text{4 بایه+اتصالات}} = 4 \times 589{,}18 = 2348\ kg.m$

w دیافراگم (وزن متر طول) $= 0{,}1 \times 2348 = 235\ kg.m$

w عرشه (وزن طول) $= 11{,}8 \times 0{,}2 \times 2500 + 2(1{,}75 \times 0{,}9 + 0{,}3 \times 0{,}3) \times 2500 =$

(ارتفاع طول — ضخامت — وزن مخصوص بتن — kg/m^3 — ارتفاع جدول — قسمت کناری دیافراگم)

w بازده $= 0{,}7 \times 0{,}03 \times 7200 =$

$wt = w_1 + w_2 + w \ldots$

Scanned by CamScanner

زلزله

نیروی جانبی در زمان زلزله از رابطه زیر بدست می‌آید.

$F = C \cdot w$

F = نیروی جانبی زلزله

w = وزن مرده‌ی سازه پل

C = ضریبی است که برای شرایط زیر تعریف می‌شود.

الف) پل هایی که پایه های آن ها بر روی شالوده های گسترده قرار دارند و طول آن ها < 4 است $C = 0.1$

ب) پل هایی که پایه های آن ها بر روی شالوده گسترده و قرار دارد و زمین محل عبور آن دارای ظرفیت باربری معادل $4\ kg/cm^2$ باشد. $C = 0.15$

ج) پل هایی که پایه های آن ها بر روی شمع قرار دارد. $C = 0.2$

$C = \frac{ABI}{Ru}$

A: شتاب مبنای طرح

B: ضریب خاک و پل

I: ضریب اهمیت پل

Ru: ضریب رفتار پل

ضریب اهمیت راه اصلی = 1 راه فرعی = 0.8

PqPCO

Scanned by CamScanner

ضریب B ← $0.6 \leq B = 2.5\left(\frac{T_0}{T}\right)^{\frac{2}{3}} \leq 2.5$

زمان تناوب اصلی نوسان دال برحسب ثانیه ← T

T_0 ←

0.4	←	1 } در زمین نوع
0.5	←	2
0.7	←	3
1	←	4

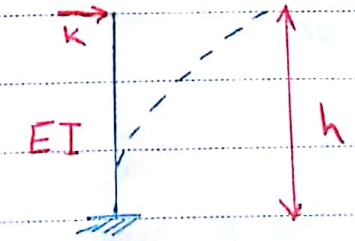
مقدار T ←

زمان نوسان اصلی دال ها از رابطه زیر بدست می آید:

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{\omega}{Kg}} = 2\pi\sqrt{\frac{m}{K}} = 0.21\sqrt{\frac{\omega}{K}}$$

ω: وزن متمرکز شده دال — m: سختی جانبی دال — K: سختی ستاب ستون

$$K = \frac{3EI}{h^3}$$

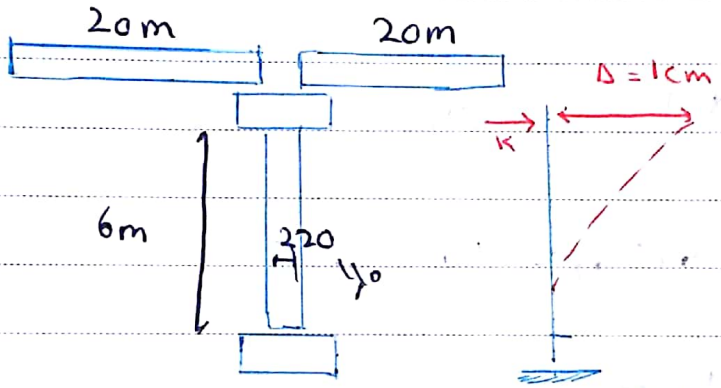


Scanned by CamScanner

ضریب اهمیت پل =>

زیاد ← 1.2
متوسط ← 1
کم ← 0.8

مثال 2) مطلوب است تعیین نیروی زلزله در امتداد عرضی برای پایه‌ی میانی A مطابق شکل وزن مرده 16 T/m بوده و نوع زمین 1 می باشد وزن ستون و سر ستون هر دام R=3 , 40T



$$C = \frac{ABI}{Ru}$$

$$B = 2.5 \left(\frac{T_0}{T}\right)^{2/3}$$

$T_0 = 0.4$

$T = ?$ $\quad T = 2\pi\sqrt{\frac{w}{kg}}$ $\quad K = \frac{3EI}{h^3}$

$w = 16 \times 20 + 40 \times 0.25 = 370$

PqPCO

Scanned by CamScanner

Subject 32

Date

$$I = \frac{\pi r^4}{4} = \frac{\pi \times 1{,}1^4}{4} = 1{,}15 \times 10^8$$

$$K = \frac{3 \times 21 \times 10^6 \times 1{,}15 \times 10^8}{600\ 3} = 3{,}35 \times 10^5 \ kg/m$$

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{317 \times 10^4}{3{,}35 \times 10^5 \times 9{,}81}} = 0{,}215$$

$$B = \left(\frac{0.4}{0.21}\right)^{2/3} = 3{,}85$$ ن.و.غ

$$B = 2{,}5$$

$$C = \frac{0.35 \times 2.5 \times 1}{4} = 0.22$$

F_1 عرضي $= 0.22 \times (16 \times 20) = 70.40$

F_2 سنوي $= 0.22 \times 40.000$

F_3 سنوي سر $= 0.22 \times 40.000$

PqPCO

Scanned by CamScanner