دانشگاه علم و صنعت ایران

دانشکده مهندسی راه آهن

طراحی سازه های بتن مسلح

تهیه کنندگان :

مهرداد نوری

مریم فخاری

شیما شمس

فهرست

نمای کلی سازه ۲

بارهای مرده ۳

دیوارهای پیرامونی و نما ۳
دیوارهای اطراف محدود به ساختمانهای همسایه ٤
دیوارهای داخلی و تیغه ها ٥
سقف تیرچه بلوک ٦

پخش بار ۸

بار زنده ۱۰

کاهش بارهای زنده ۱۰

بار باد ۱۱

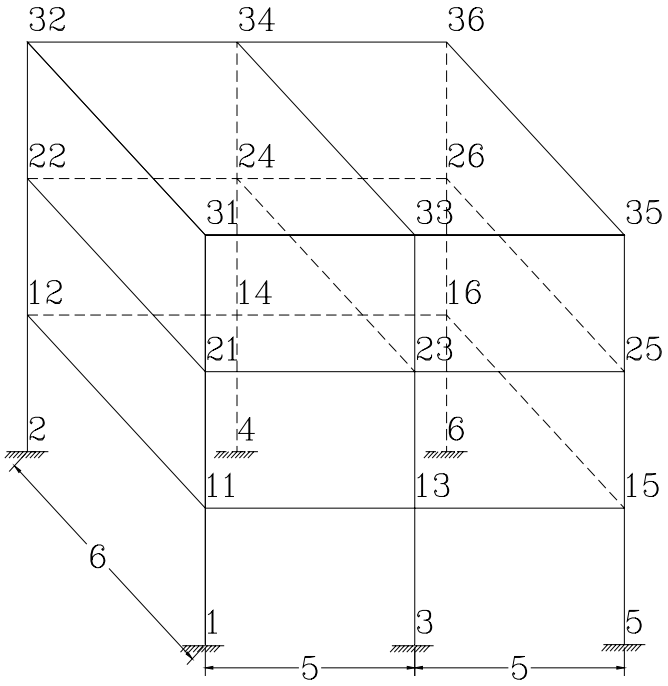
بار زلزله ۱۵

شکل کلی بار گذاری ۱۸

بارهای مرده ۱۹
بار زنده ۲۱
بار زلزله ۲۲

تحلیل سازه ۲۳

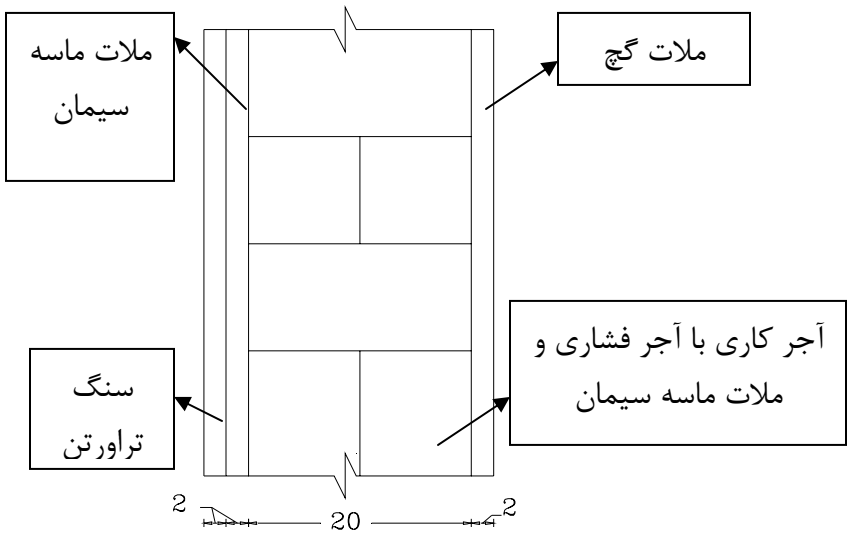
نمای کلی سازه



شکل ۱- نمای کلی سازه (ابعاد به متر)

بارهای مرده

دیوارهای پیرامونی و نما :



شکل ۲- دیوارهای پیرامونی (ابعاد به سانتی متر)

۱- ملات گچ به ضخامت 2 cm با جرم واحد حجم $1300kg/m^3$

۲- آجر کاري با آجر فشاري و ملات ماسه سیمان به ضخامت 20 cm با جرم واحد حجم $1850kg/m^3$

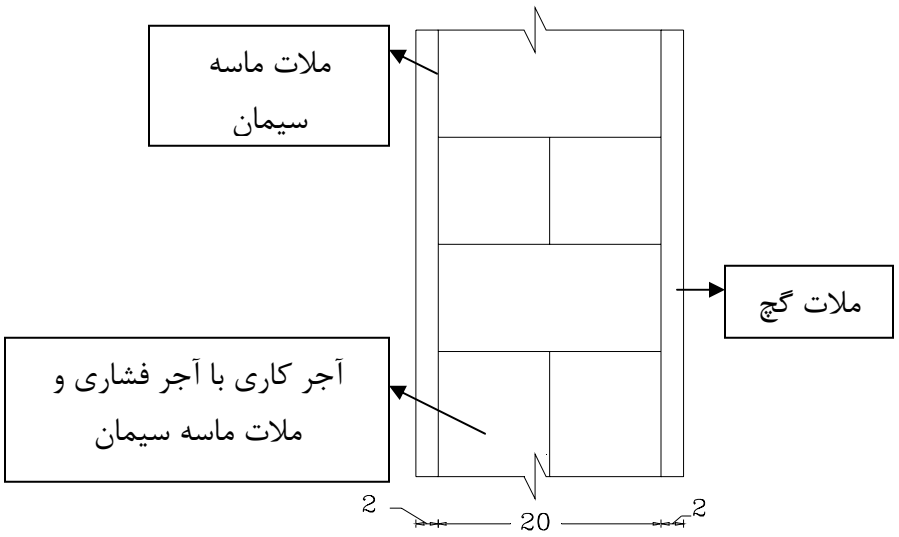
۳- ملات ماسه سیمان به ضخامت 2 cm و جرم واحد حجم $2100kg/m^3$

۴- سنگ تراورتن به ضخامت 2 cm و جرم واحد حجم $2400kg/m^3$

وزن واحد سطح دیوار پیرامونی W_1

$$W_1 = 0.02\times 2400 + 0.02\times 2100 + 0.2\times 1850 + 0.02\times 1300 = 486kg/m^2$$

دیوارهای اطراف محدود به ساختمانهای همسایه :



شکل ۳- دیوارهای اطراف محدود به ساختمانهای همسایه (ابعاد به سانتی متر)

۱- ملات گچ به ضخامت 2 cm با جرم واحد حجم $1300kg/m^3$

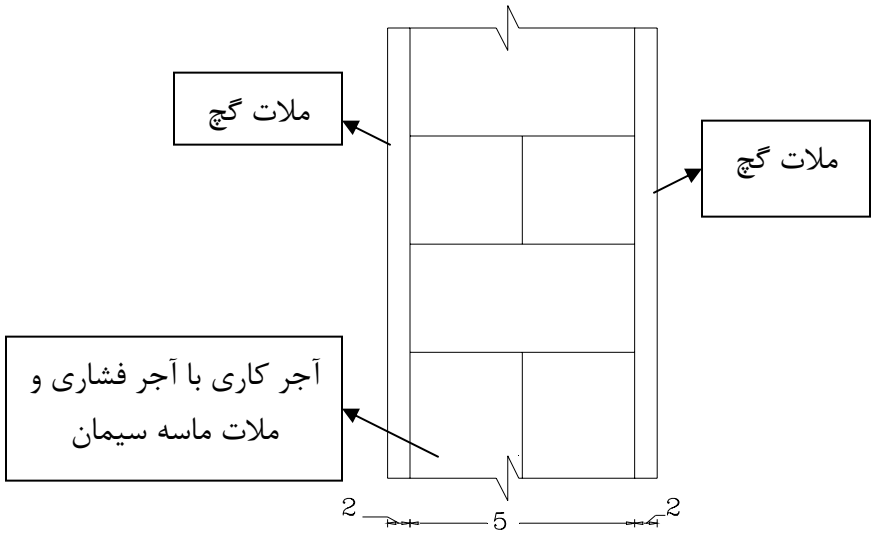
۲- آجر کاري با آجر فشاري و ملات ماسه سیمان به ضخامت 20 cm با جرم واحد حجم $1850kg/m^3$

۳- ملات ماسه سیمان به ضخامت 2 cm و جرم واحد حجم $2100kg/m^3$

وزن واحد سطح این دیوارها W_2

$$W_2 = 0.02\times 2100 + 0.2\times 1850 + 0.02\times 1300 = 438kg/m^2$$

دیوارهای داخلی و تیغه ها :



شکل ۴- دیوارهای داخلی و تیغه ها (ابعاد به سانتی متر)

۱- ملات گچ به ضخامت 2 cm با جرم واحد حجم $1300kg/m^3$

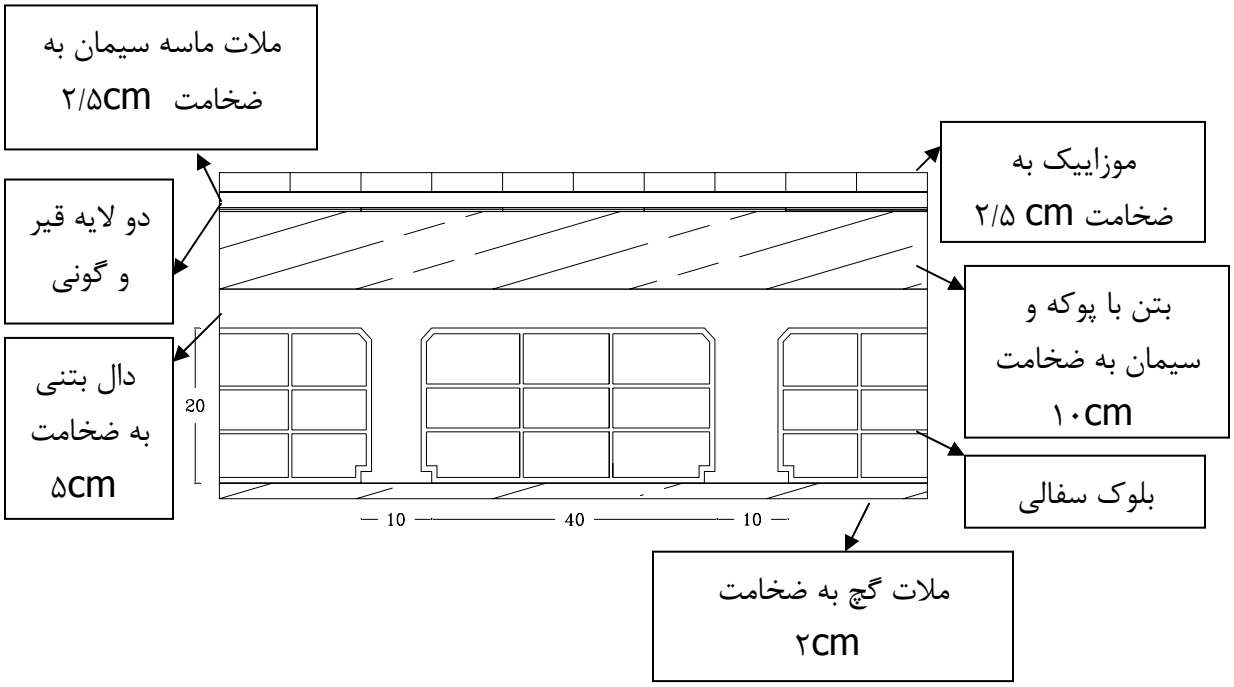
۲- آجر کاري با آجر فشاري و ملات ماسه سیمان به ضخامت 5 cm با جرم واحد حجم $1850kg/m^3$

۳-` ملات گچ به ضخامت 2 cm با جرم واحد حجم $1300kg/m^3$

وزن واحد سطح دیوار داخلي W_3

$$W_3 = 2\times 0.02\times 1300 + 0.05\times 1850 = 144.5kg/m^2$$

سقف تیرچه بلوک :



شکل ۵- جزئیات سقف تیرچه بلوک

۱- موزائیك به ضخامت 2.5 cm و جرم واحد حجم $2200kg/m^3$

۲- ملات ماسه سیمان به ضخامت 2 cm و جرم واحد حجم $2100kg/m^3$

۳- دو لایه قیر گوني با جرم واحد سطح $15kg/m^2$

۴- بتن با پوکه و سیمان به ضخامت 10 cm و جرم واحد حجم $1300kg/m^3$

۵- دال بتني به ضخامت 5 cm و جرم واحد حجم $2300kg/m^3$

۶- بلوك سفالي به عرض 20 cm و وزن 7 kg

۷- ملات گچ به ضخامت 2 cm و جرم واحد حجم $1300kg/m^3$

وزن واحد سطح قسمتهاي كف سازي :

وزن واحد سطح موزائيك $2200 \times 0.025 = 55kg / m^2$

وزن واحد سطح ملات ماسه سيمان $2100 \times 0.02 = 42kg / m^2$

وزن واحد سطح دو لايه قير و گوني $15kg / m^2$

وزن واحد سطح بتن با پوكه و سيمان جهت شيب بندي $1300 \times 0.1 = 130kg / m^2$

مجموع = $242kg / m^2$

وزن واحد سطح قسمتهاي بتني :

وزن واحد سطح دال بتني به ضخامت 5 cm $2300 \times 0.05 = 115kg / m^2$

وزن واحد سطح بتن بين بلوكها $2 \times 2300 \times 0.2 \times 0.1 = 92kg / m^2$

وزن واحد سطح بلوكها $\frac{7}{0.2 \times 0.5} = 70kg / m^2$

مجموع = $277kg / m^2$

وزن واحد سطح ملات گچ $1300 \times 0.02 = 26kg / m^2$

مجموع وزن واحد سطح قسمتهاي مختلف سقف :

$W_{roof} = 277 + 242 + 26 = 545kg / m^2$

.....

*توجه شود در اين پروژه بام ساختمان را مانند كف ها در نظر گرفتيم. اما در حالت كلي بام ساختمان تفاوتهايي با كف دارد. مثلا لايه اي آسفالت به جزئيات بام اضافه مي شود.

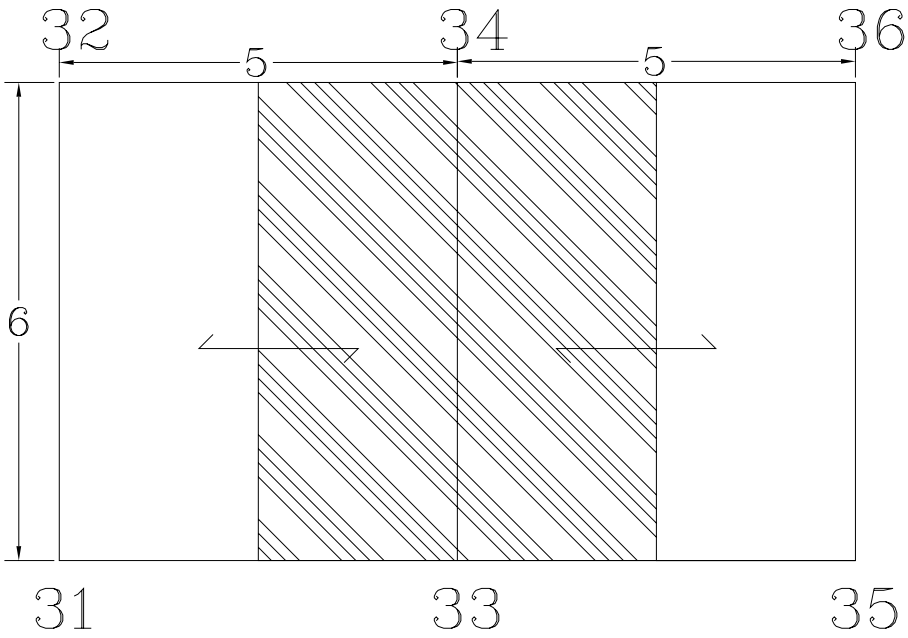
پخش بار

سهم هر تير از بارهاي وارده :

با توجه به اين كه بار تيغه ها از $275kg/m^2$ كمتر شد، يك بار گسترده $130kg/m^2$ را به بار مرده كف اضافه مي كنيم[1] :

$$W_{roof} = 545 + 130 = 675kg/m^2$$

يا توجه به قرار گيري تيرچه بلوكها، سهم هر تير به صورت زير محاسبه می شود:



شكل ۶-قرار گيری تيرچه بلوكها و نحوه پخش بار (ابعاد به متر)

.....

*(1): در مبحث ۶ مطابق بند 6-2-2-2 : در ساختمانهايي كه براي جداسازي فضاها از تيغه هايي استفاده مي شود كه وزن يك متر مربع سطح آنها كمتر از 275 دكانيوتن (275kg) است، وزن تيغه ها را مي توان به صورت بار معادل كه به طور يكنواخت بر كف ها گسترده شده است، در نظر گرفت.اين بار معادل بايد به صورت مناسبي، با تقسيم وزن تيغه هاي هر قسمت از كف به مساحت آن قسمت تعيين گردد.
براي اين كار بايد طرح معماري ساختمان را داشته باشيم و به دليل اينكه معماري ساختمان را نداريم، با استفاده از كتاب «بار گذاري و سيستم هاي باربر» نوشته دكتر مستوفي نژاد، كه در آن مطابق آيين نامه ۵۱۹ ايران، يك بار گسترده $130kg/m^2$ به بار مرده كف اضافه كرديم.

بار روی تیر 33-34 :

$$D_{33-34} = 675 \times 5 = 3375 \ \ kg / m$$

بار روی تیر 31-32 و 35-36: در این دو تیر بار W_2 را مد نظر قرار دادیم:

$$D_{31-32,35-36} = 675 \times 2.5 + 438 \times 2.6 = 2827 kg / m$$

بار روی تیر 31-35 و 32-36 :در این دو تیر بار W_1 را در نظر گرفتیم:

$$D_{31-35,32-36} = 486 \times 2.6 = 1264 kg / m$$

بار زنده

با توجه به اینکه ساختمان مسکوني است ، بار گسترده $200kg/m^2$ را در نظر مي گيريم.
پخش بار زنده بر روی تیرها :

$$L_{31-32,35-36} = 200 \times 2.5 = 500kg/m$$

$$L_{33-34} = 200 \times 5 = 1000kg/m$$

کاهش بارهای زنده

برای این کار از بند 6-3-8 مبحث 6، استفاده می شود. در کلیه کف ها به غیر از کف بام ها، مقداربار زنده را می توان بر اساس بندهای زیر کاهش داد. مقدار کاهش در هر حالت نباید بیشتر از ۵۰% باشد.
بند 6-3-8-2: در طراحی تیرهایی که سطح بارگیر آنها بیشتر از ۱۸ متر مربع بوده و متعلق به کفهایی هستند که بار زنده در آنها کمتر از ۴۰۰ دکانیوتن بر متر مربع است، مقدار کاهش بار زنده از رابطه زیر محاسبه می شود:

$$R = 100(0.7 - \frac{3}{\sqrt{A}})$$

بند6-3-8-3 :در طراحی ستونها که بار چند طبقه را تحمل می نمایند و جمع سطوح بارگیر آنها از ۱۸ مترمربع بیشتر است، مقدار کاهس بار زنده برابر با بزرگترین دو مقدار زیر است:
الف- مقدار درصد تعیین شده در رابطه بالا
ب- مقدار درصد تعیین شده به شرح زیر:
-چنانچه عضو بار یک طبقه را تحمل می نماید ۰%
-چنانچه عضو بار دو طبقه را تحمل می نماید ۱۰%
-چنانچه عضو بار سه طبقه را تحمل می نماید ۲۰%

در این پروژه، سطح بارگیر تیرهای 12-11,26-25,22-21,16-15 برابر $2.5 \times 6 = 15m^2$ و سطح بارگیر تیرهای 14-13 و 24-23 برابر $5 \times 6 = 30m^2$ است. پس برای تیرهای اخیر درصد کاهش بار زنده برابر :

$$R = 100(0.7 - \frac{3}{\sqrt{30}}) = 15.23\%$$

در ستونهای 26-25,16-15,22-21,12-11 سطح بارگیر برابر $3 \times 2.5 = 7.5m^2$ و در ستونهای 24-23,14-13 سطح بارگیر برابر $3 \times 5 = 15m^2$. در ستونهای 16-15,6-5,12-11,2-1 سطح بارگیر برابر $3 \times 2.5 + 3 \times 2.5 = 15m^2$ و در ستونهای 14-13,4-3 سطح بارگیر برابر $3 \times 5 + 3 \times 5 = 30m^2$ است پس کاهش بار زنده در این ستونها برابر است با

$$\max\{R = 100(0.7 - \frac{3}{\sqrt{30}}) = 15.23\%, 20\%\} = 20\%$$

* در بارگذاری های این پروژه،کاهش ها در نظر گرفته نشده اند.

بار باد

فشار یا مکش ناشی از باد

$$p = C_e.C_q.q$$

فشار مبنای باد q برای تهران طبق جدول 6-6-1 مبحث ۶ :

$$q = 50kg/m^2$$

ضریب اثر تغییر سرعت C_e با توجه به بند «الف» قسمت 6-6-6-1 برابر ۱,۶ می باشد.

ضریب شکل C_q برای سازه اصلی باربر جانبی :

دیوارها :

رو به باد $C_q = +0.8$

پشت به باد $C_q = -0.5$

موازی با باد $C_q = -0.7$

بام ها :

موازی با باد $C_q = -0.7$

بار وارد بر سطح دیوارهای رو به باد

$$p = 50 \times 1.6 \times (+0.8) = 64kg/m^2$$

بار وارد بر سطح دیوارهای پشت به باد

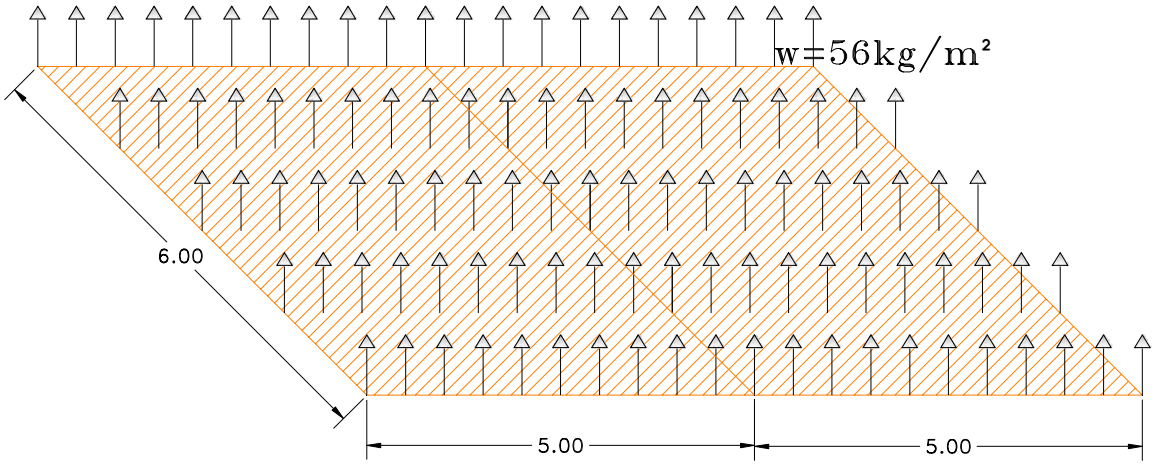
$$p = 50 \times 1.6 \times (-0.5) = -40kg/m^2$$

بار وارد بر سطح درقسمت سقف و دیوارهای موازی با باد

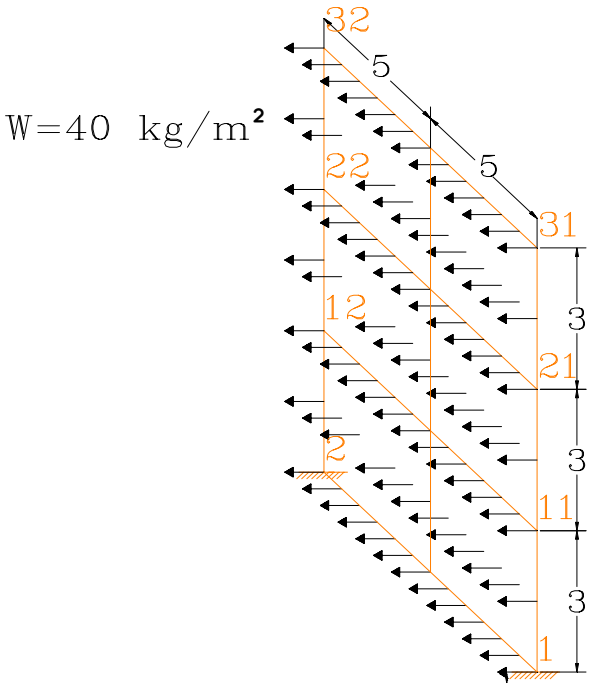
$$p = 50 \times 1.6 \times (-0.7) = -56kg/m^2$$

منفی به معنای مکش است یعنی به طرف بیرون ساختمان .

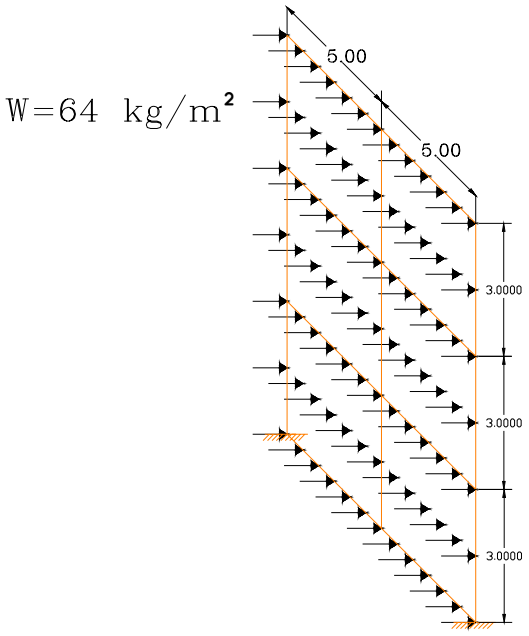
بار باد وارد بر سقف :



بار وارد بر دیوار پشت به باد :

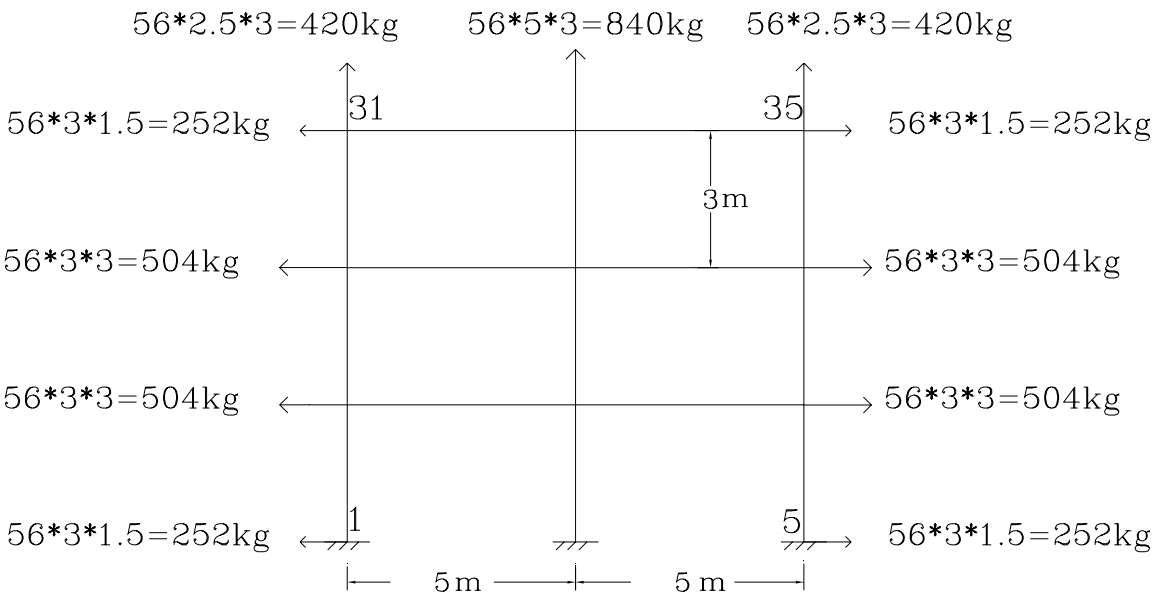


بار وارد بر دیوار رو به باد :



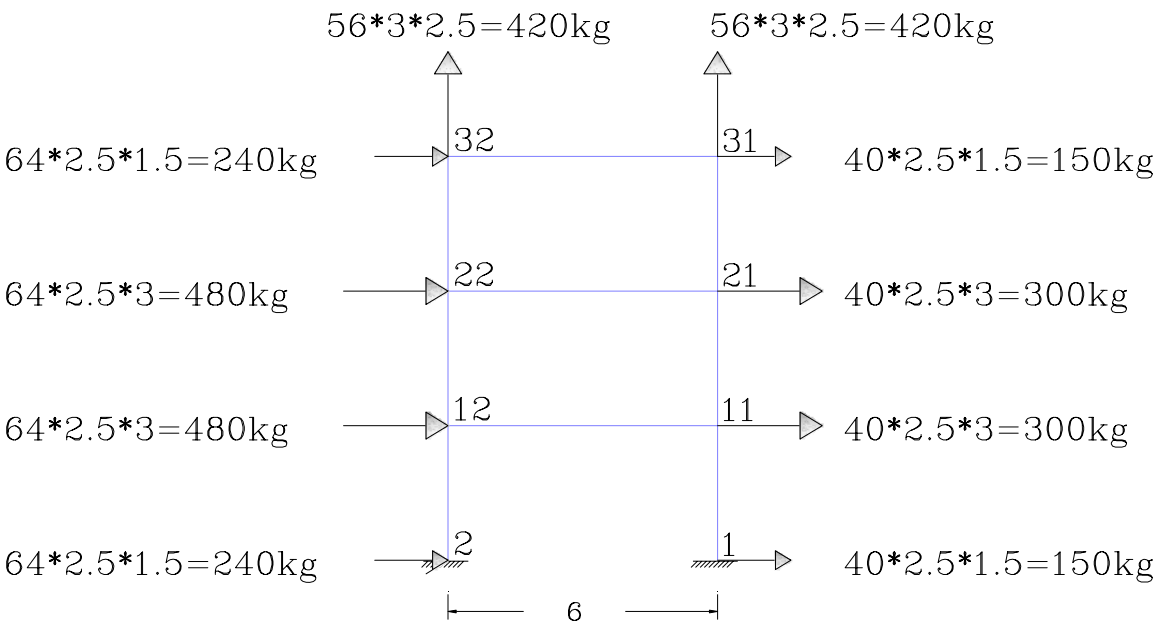
بار باد متمرکز شده بر گره ها :

براي قابهاي 5-35-31-1 و 6-36-32-2

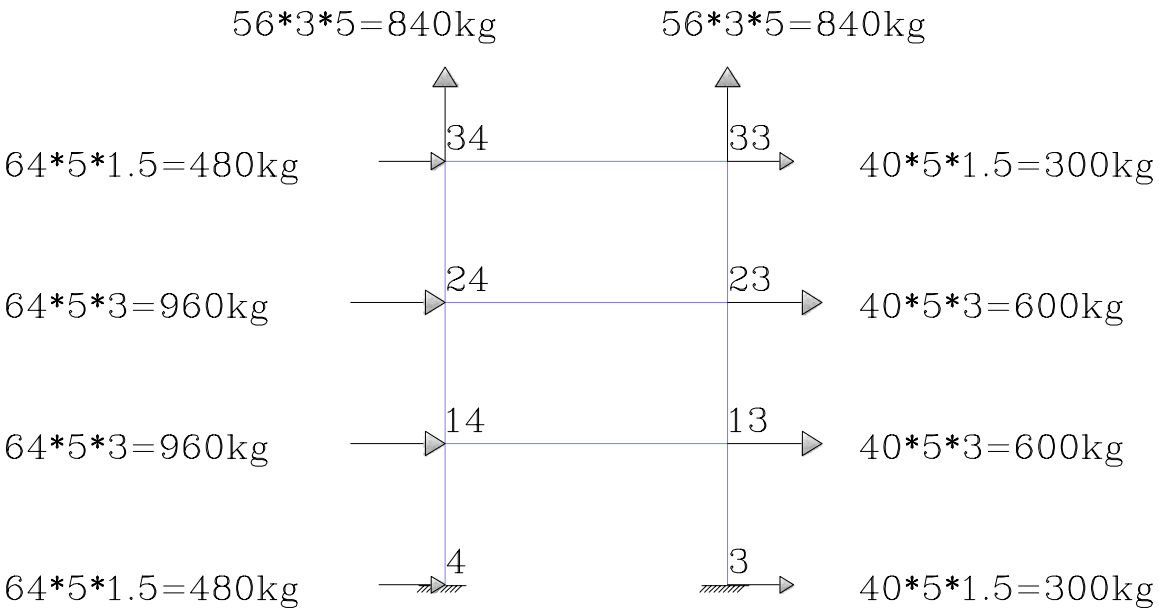


جهت باد عمود بر صفحه

براي قابهاي 2-32-31-1 و 6-36-35-5



براي قاب 4-34-33-3



بار زلزله

نیروی جانبی زلزله- نیروی برشی پایه، V:

$$V = CW$$

V : نیروی برشی در تراز پایه
W : وزن کل ساختمان
ابتدا باید وزن موثر سازه در هنگام زلزله را بدست آوریم:

مطابق جدول 6-7-1 برای ساختمانهای مسکونی، اداری ،درصدمشارکت بار زنده به صورت زیر است:
*بار مرده + ۲۰ درصد بار زنده موثر بر کف ها (مساحت هر طبقه ۶۰ متر مربع است)

$$W_1 = 60(675 + 0.2 \times 200) \times 3 = 128700kg \approx 129ton$$

وزن دیوارهای پیرامونی:

$$W_2 = 486 \times (9 \times 10) \times 2 + 438(6 \times 9) \times 2 = 134784kg \approx 135ton$$

وزن اسکلت :
فرض اولیه : تیرها 30x35 و ستون ها 35x35

$$W_3 = \left[(0.35 \times 0.35 \times 3) \times 18 + (0.3 \times 0.35 \times 6) \times 9 + (0.3 \times 0.35 \times 5) \times 12\right] \times 2500$$
$$\Rightarrow W_3 = 46500kg \approx 46.5ton$$

وزن کل موثر در زلزله برابر است با:

$$W = W_1 + W_2 + W_3 = 311ton$$

ضریب زلزله:

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

A=0.35 ضریب خطر زلزله خیزی منطقه
I=1 ضریب اهمیت ساختمان
R=7 ضریب رفتار ساختمان با توجه به جدول 6-7-6 مبحث ۶ ، در قسمت قاب خمشی بتن آرمه متوسط
B ضریب بازتاب ساختمان

در قاب های بتن آرمه زمان تناوب اصلی نوسان طبق رابطه 6-7-7 مبحث ۶ :

$$T = 0.07H^{\frac{3}{4}} = 0.07 \times 9^{\frac{3}{4}} = 0.36$$

با توجه به جدول 6-7-4 مبحث۶ ، نوع زمین III را انتخاب می کنیم.
با مراجعه به جدول 6-7-3 مبحث ۶ ، مقادیر زیر بدست می آیند:

$$T_0 = 0.15$$
$$T_s = 0.7$$
$$S = 1.75$$

بنابراین با توجه به روابط 6-7-4 مبحث۶ ، B برابر:

$$B = S + 1 = 1.75 + 1 = 2.75 \qquad T_0 \le T \le T_s$$

$$C = \frac{ABI}{R} = \frac{0.35 \times 2.75 \times 1}{7} = 0.137$$
$$V = CW = 0.137 \times 311 = 42.6ton$$

طبق رابطه 6-7-3

$$V_{\min} = 0.1AIW = 0.1 \times 0.35 \times 1 \times 311 = 10.9ton < 42.6$$

توزیع نیروی جانبی زلزله :

مطابق رابطه 6-7-10 مبحث۶ :

$$F_i = \frac{W_i h_i}{\sum_{j=1}^{n} W_j h_j}(V - F_t)$$

مطابق بند 6-7-2-5-9 مبحث۶ ، به دلیل اینکه T<0.7 نیروی شلاقی را در نظر نمی گیریم یعنی $F_t = 0$.

$$F_1 = \frac{3}{18} \times 42.6 = 7.1ton$$
$$F_2 = \frac{6}{18} \times 42.6 = 14.2ton$$
$$F_3 = \frac{9}{18} \times 42.6 = 21.3ton$$

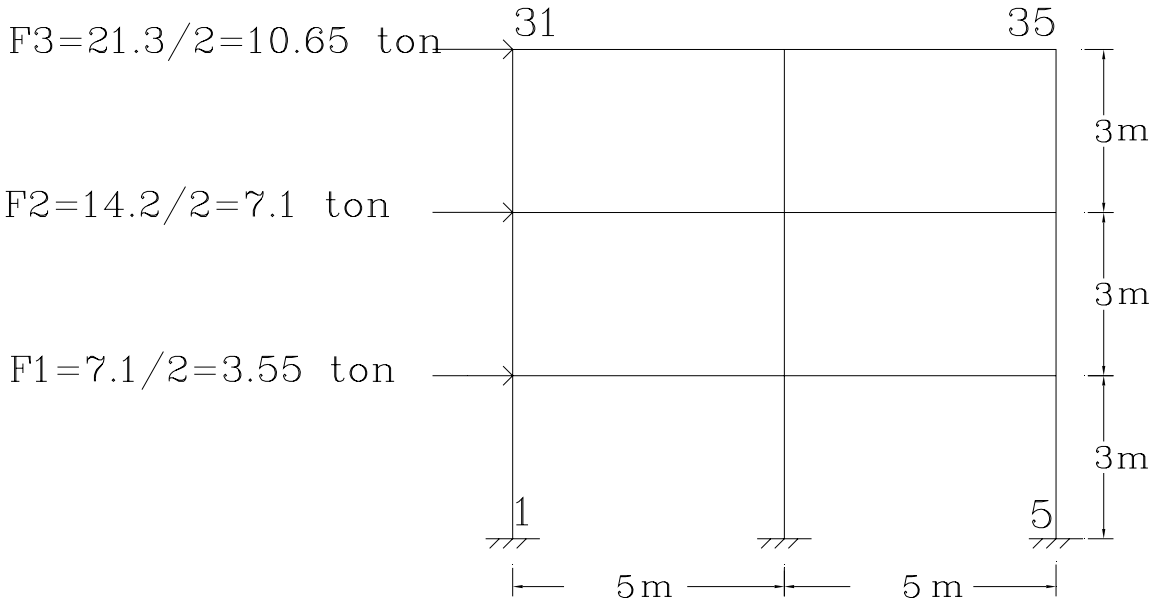
این نیروها در مرکز جرم قابها وارد می شود و به نسبت سختی های عضو، به مفصل ها انتقال می یابد.
توجه شود اگر مرکز سطح قاب بر مرکز جرم منطبق نباشد، پیچشی به وجود می آید. اما در اینجا مرکز جرم و مرکز سطح یکسان هستند.

در قابهای 5-35-31-1 و 6-36-32-2 در محل گره ها بر دو تقسیم می شوند و در قابهای 2-32-31-1، 6-36-35-5 و 4-34-33-3 بر سه تقسیم می شوند.

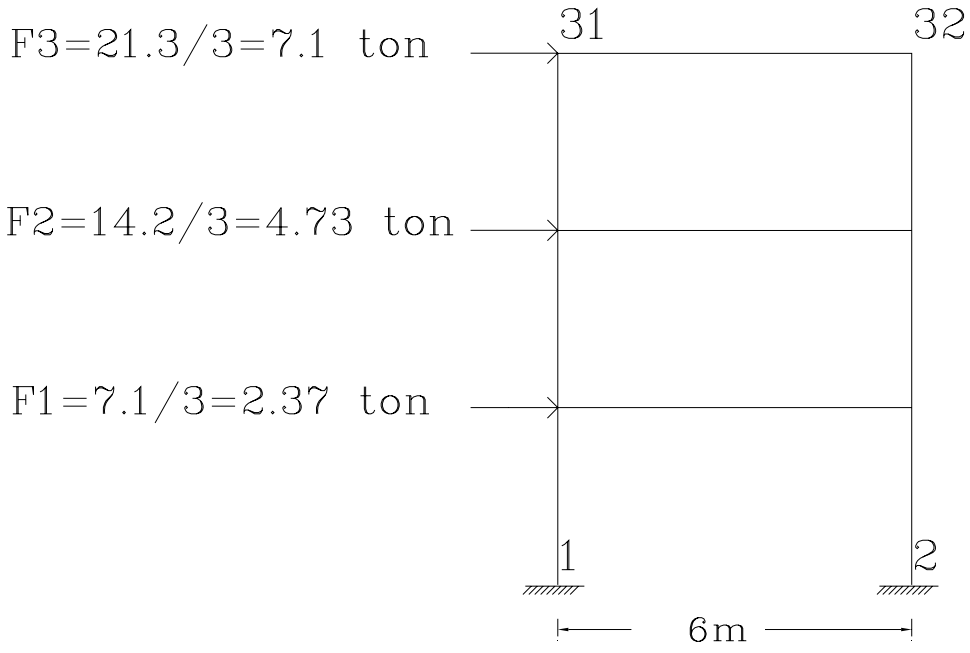
باید از حالات مختلف قرار گیری بار زلزله که در زیر نشان داده شده است، حالتی که در آن بارگذاری بحرانی تر است را مشخص کرد.

توجه شود در اشکال زیر بار زلزله فقط براي «رفت» نشان داده شده است. براي «برگشت» بارها بر قسمت سمت راست قاب وارد مي شوند.

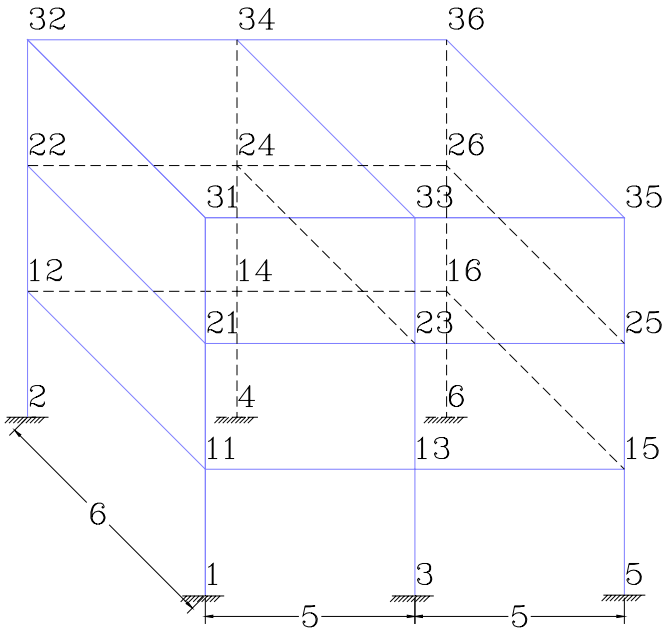
بار وارد بر گره ها ناشی از زلزله برای قابهای 5-35-31-1 و 6-36-32-2



بار وارد برگره ها ناشی از زلزله برای قابهای 2-32-31-1، 6-36-35-5 و 4-34-33-3



شکل کلی بار گذاری



نماي كلي سازه

بارگذاري هاي مرده، زنده و زلزله را به صورت جداگانه در صفحات بعد ملاحظه خواهيد كرد. در اين قسمت تركيبات بارگذاري در نظر گرفته نشده اند.

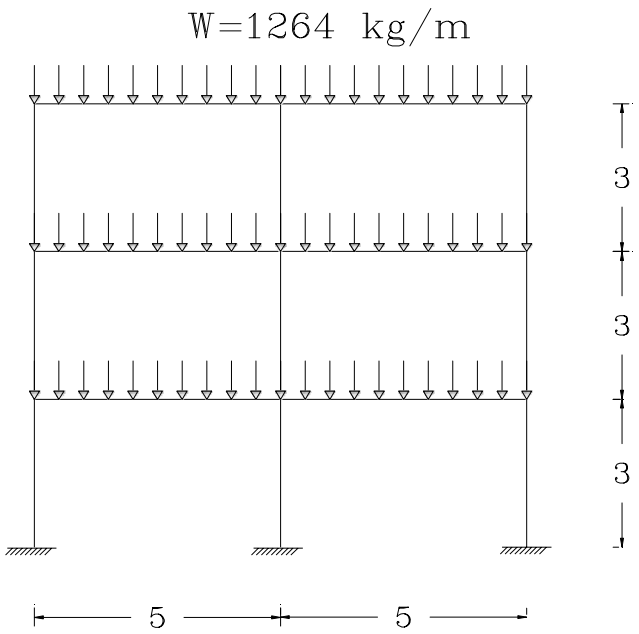
همان طور که در قسمت های قبل ملاحظه شد، بین بار زلزله و بار باد، بار زلزله غالب است. مثلا نسبت بار زلزله به بار باد برای گره 31 برابر :

$$\frac{42.6ton}{56\times 6\times 9kg\times 10^{-3}}=14.09$$

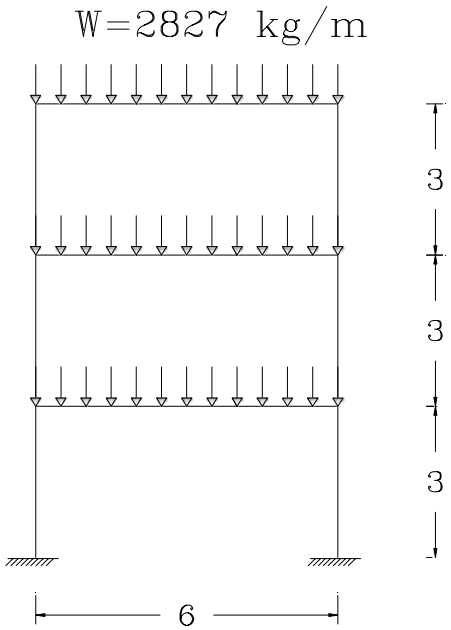
پس بنابراین در بارگذاری کلی و تحلیل سازه بار باد را در نظر نمی گیریم.

بارهای مرده:

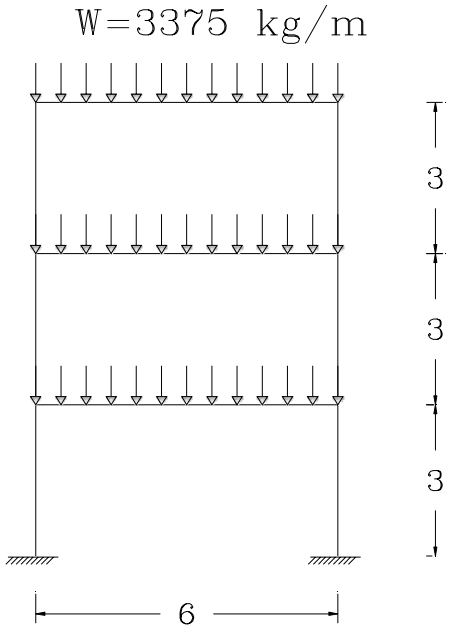
برای قاب های نما (5-35-31-1 و 6-36-32-2)



برای قاب های طرفین (2-32-31-1 و 6-36-35-5)

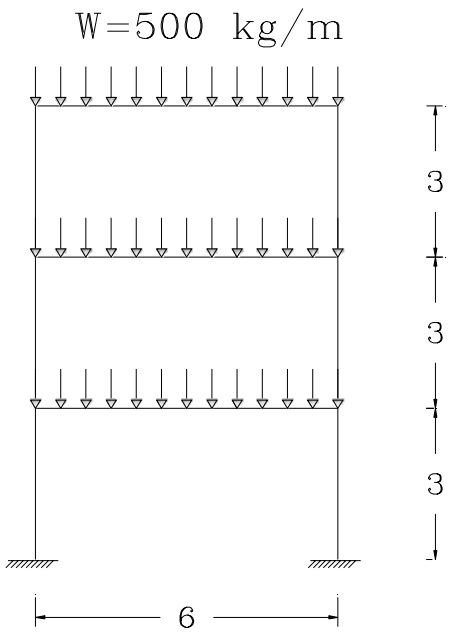


برای قاب میانی (4-34-33-3)

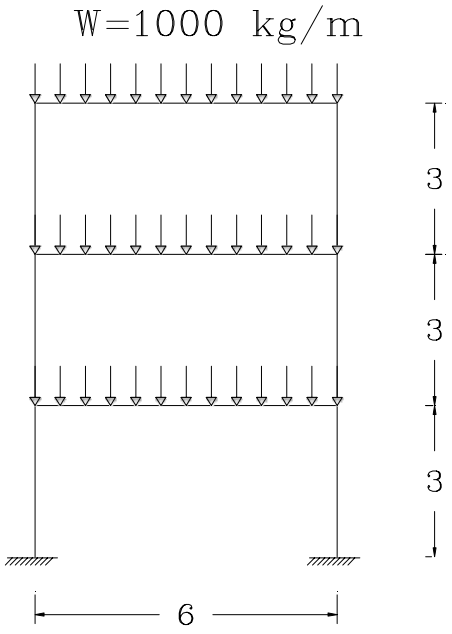


بار زنده:

برای قابهای طرفین (2-32-31-1 و 6-36-35-5)

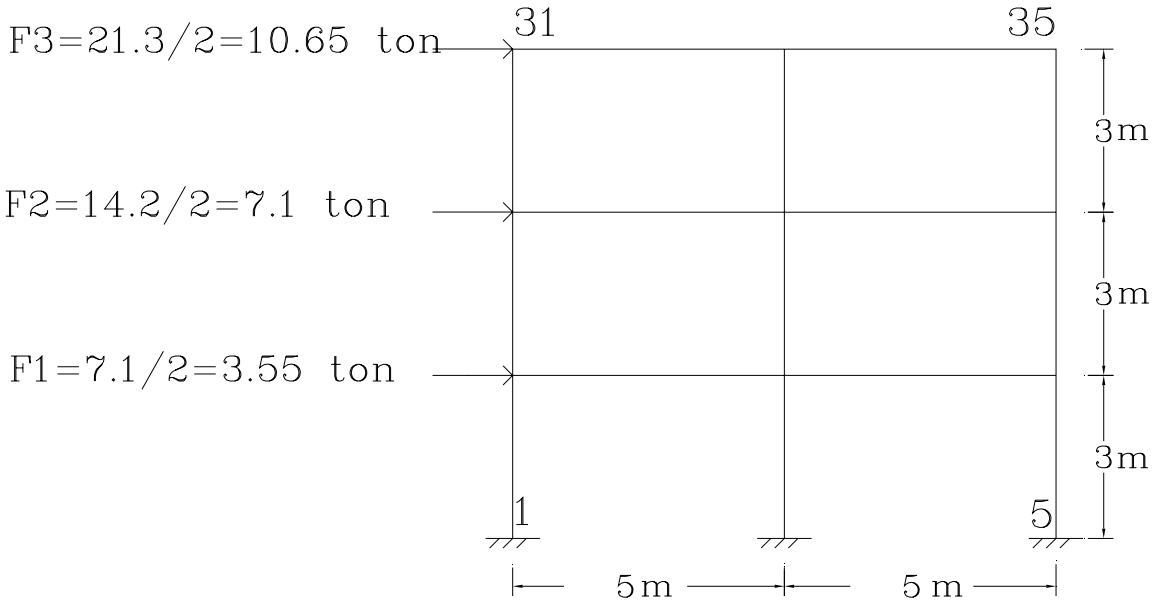


برای قاب میانی (4-34-33-3)

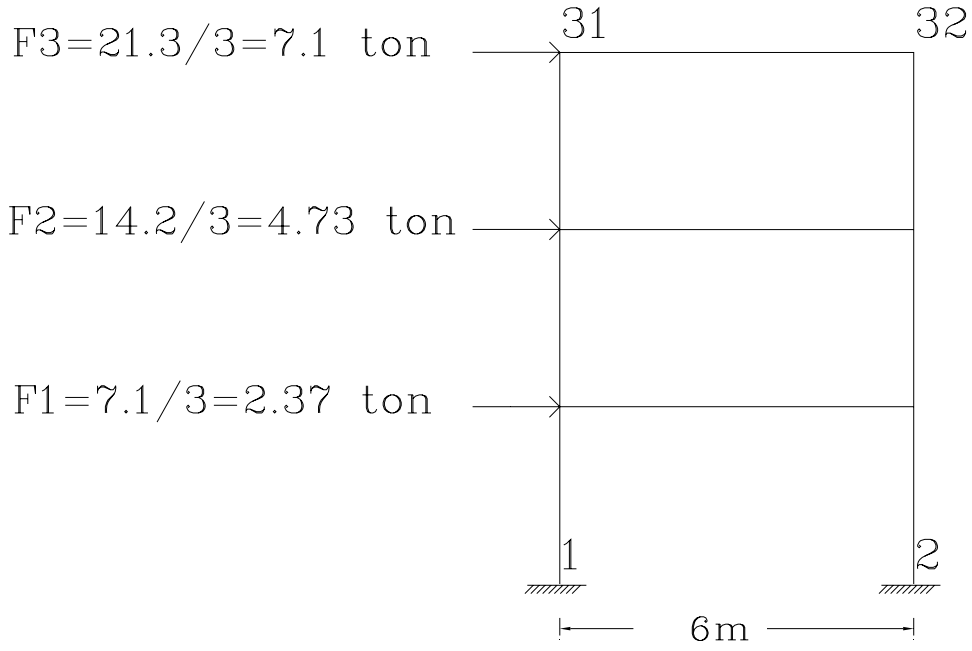


بار زلزله :

بار وارد بر گره ها ناشی از زلزله برای قابهای 5-35-31-1 و 6-36-32-2

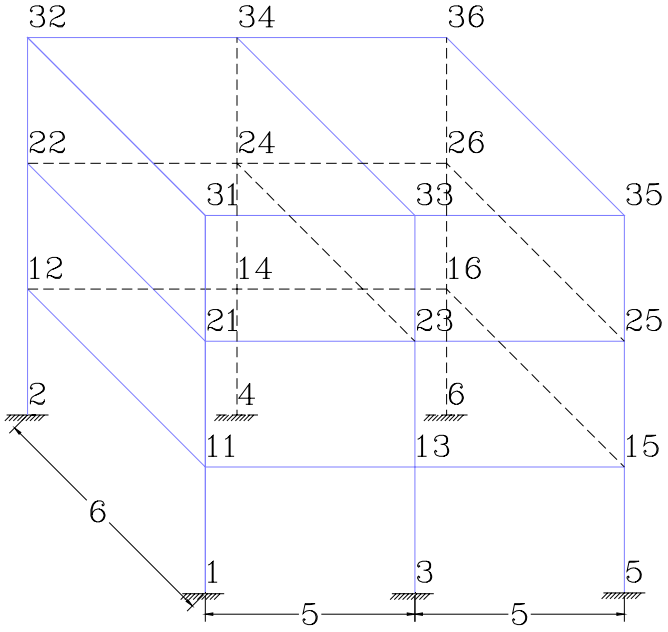


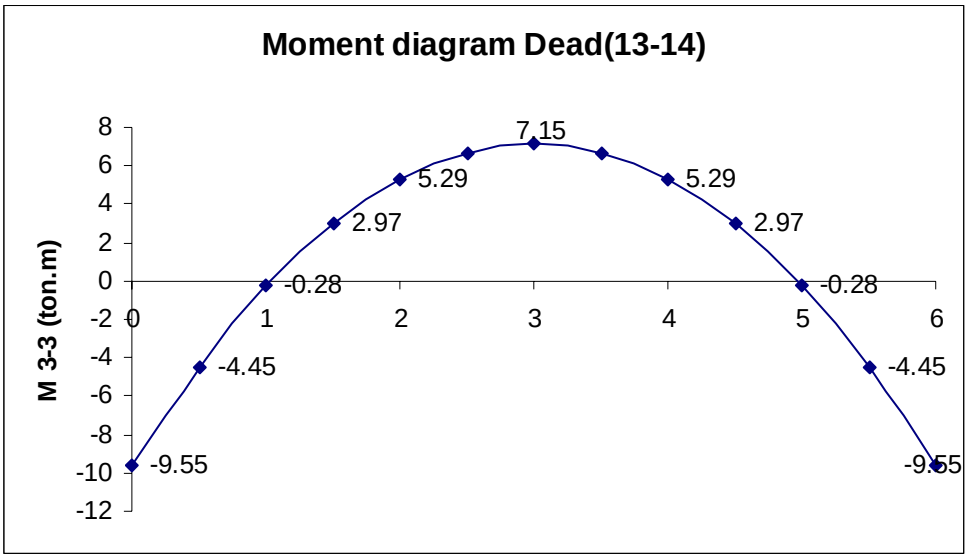
بار وارد برگره ها ناشی از زلزله برای قابهای 2-32-31-1، 6-36-35-5 و 4-34-33-3

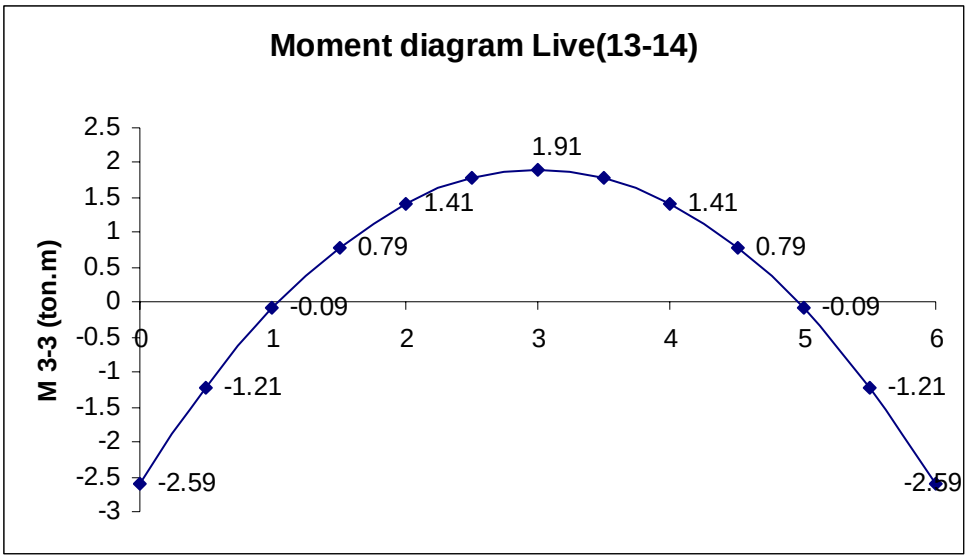


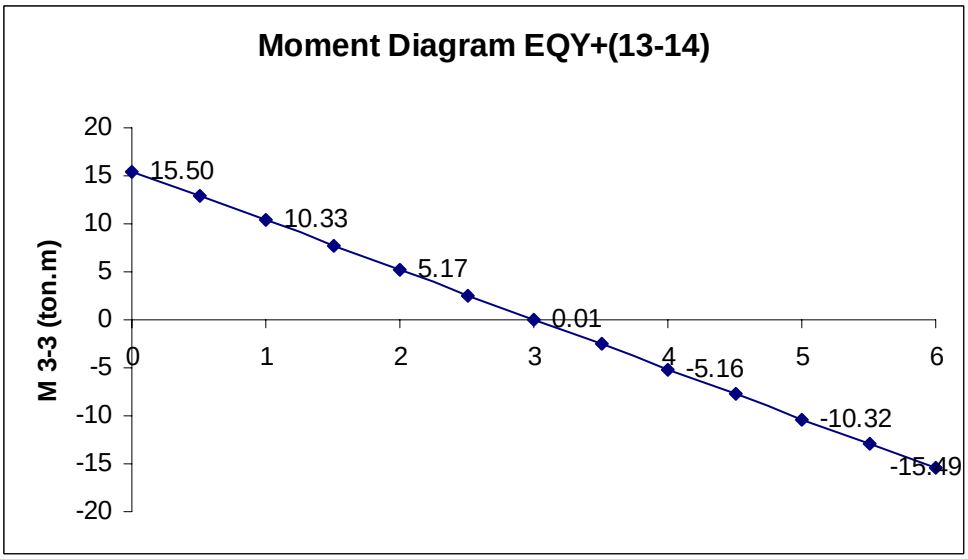
تحلیل سازه

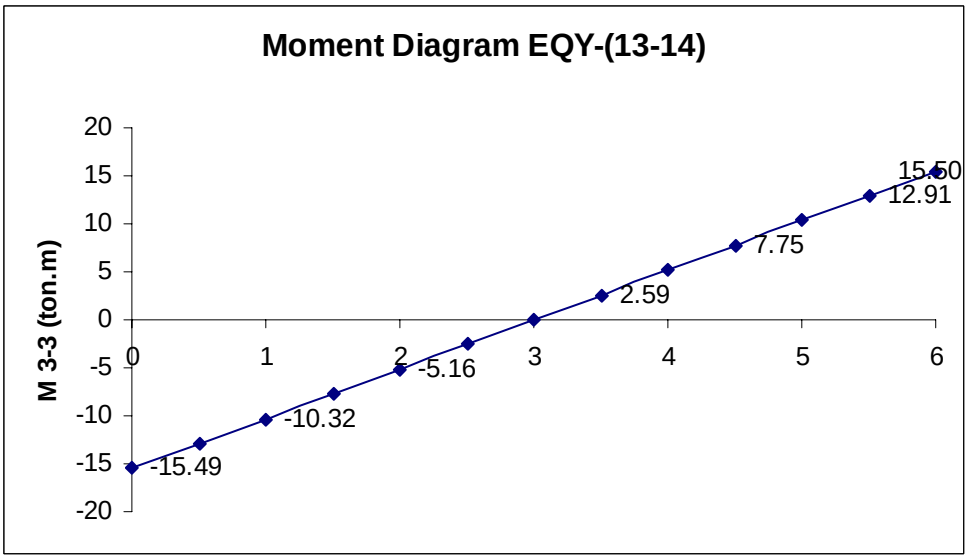
تحلیل قاب ها با استفاده از نرم افزار SAP 2000 انجام شد که نمونه ای از نتایج آن را به ازاي بارگذاري هاي مختلف در زير ملاحظه مي فرماييد.

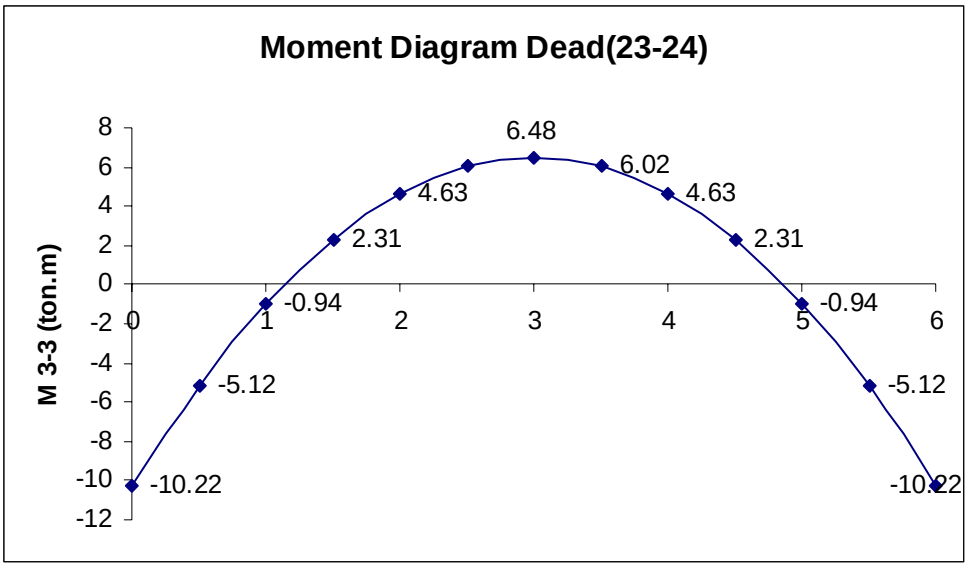


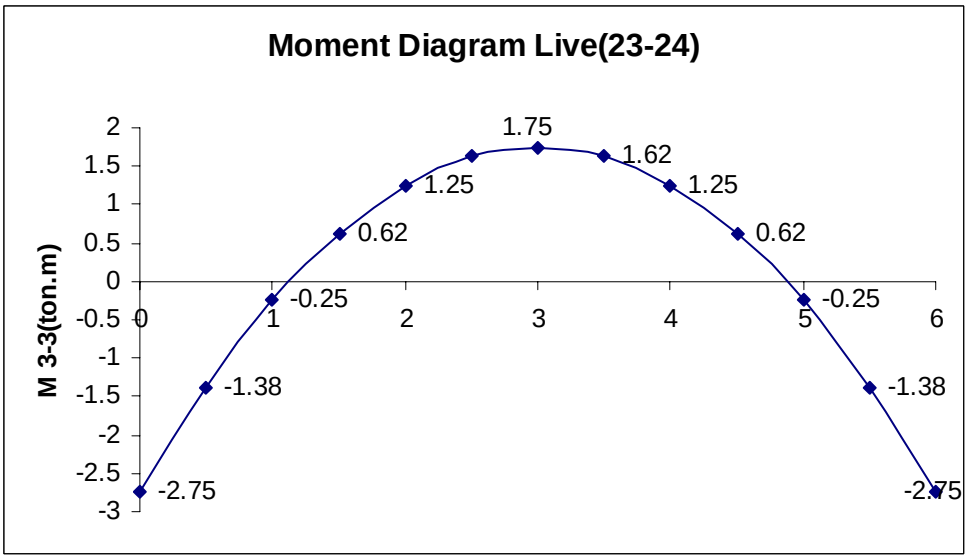


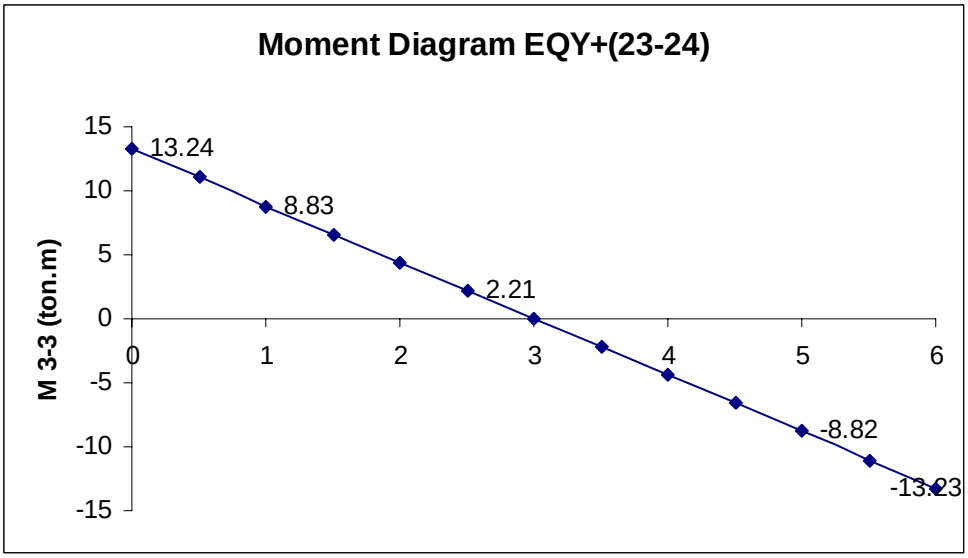

Moment diagram Live(13-14)
M 3-3 (ton.m)
2.5
2
1.5
1
0.5
0
-0.5
-1
-1.5
-2
-2.5
-3
0
1
2
3
4
5
6
1.91
1.41
1.41
0.79
0.79
-0.09
-0.09
-1.21
-1.21
-2.59
-2.59

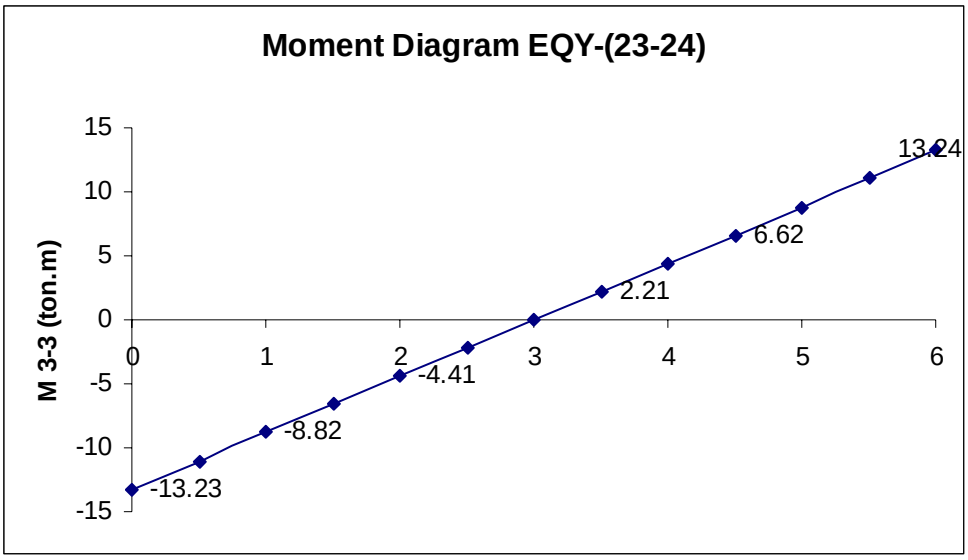

Moment Diagram EQY+(13-14)
M 3-3 (ton.m)
20
15
10
5
0
-5
-10
-15
-20
0
1
2
3
4
5
6
15.50
10.33
5.17
0.01
-5.16
-10.32
-15.49

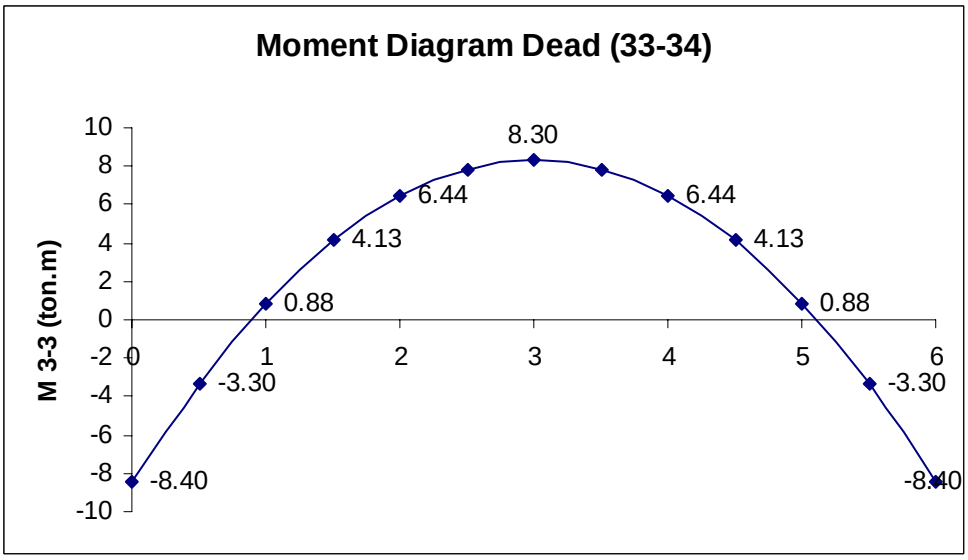

Moment Diagram EQY-(13-14)
M 3-3 (ton.m)
20
15
10
5
0
-5
-10
-15
-20
0
1
2
3
4
5
6
15.50
12.91
7.75
2.59
-5.16
-10.32
-15.49

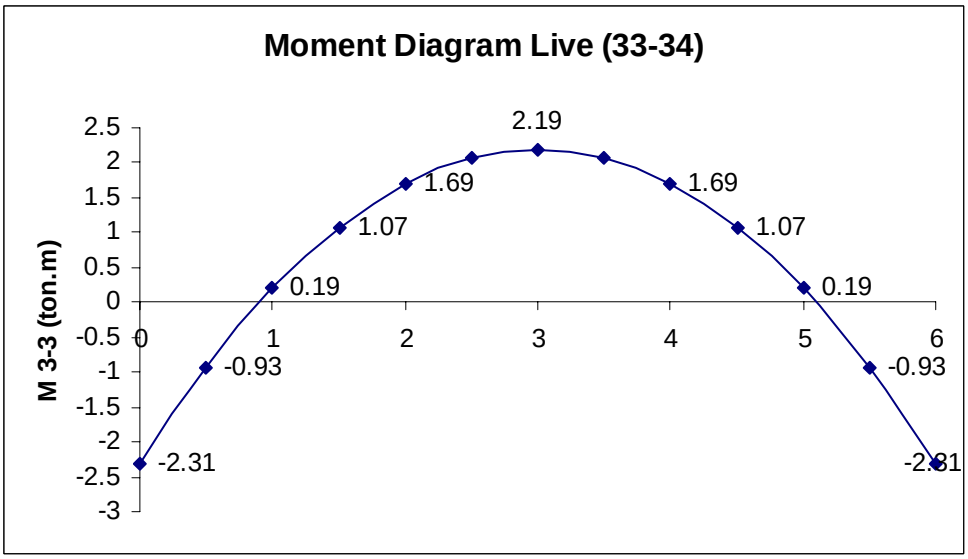

Moment Diagram Dead(23-24)
M 3-3 (ton.m)
8
6
4
2
0
-2
-4
-6
-8
-10
-12
0
1
2
3
4
5
6
6.48
6.02
4.63
4.63
2.31
2.31
-0.94
-0.94
-5.12
-5.12
-10.22
-10.22

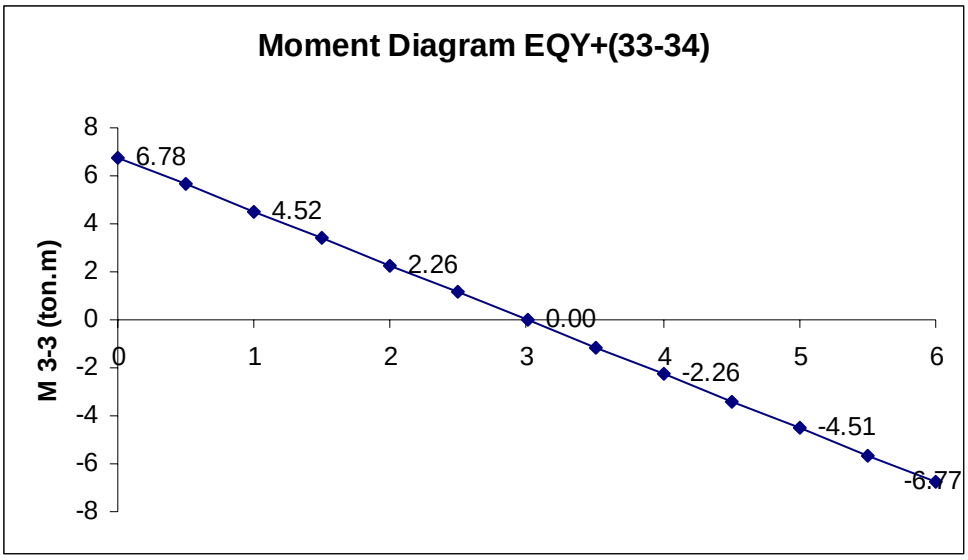

Moment Diagram Live(23-24)
M 3-3(ton.m)
2
1.5
1
0.5
0
-0.5
-1
-1.5
-2
-2.5
-3
0
1
2
3
4
5
6
1.75
1.62
1.25
1.25
0.62
0.62
-0.25
-0.25
-1.38
-1.38
-2.75
-2.75

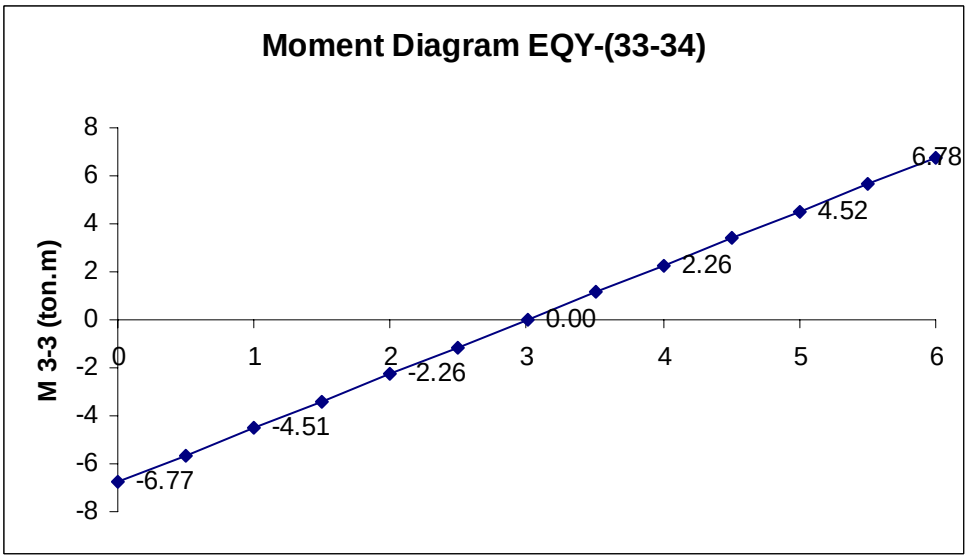

Moment Diagram EQY+(23-24)
M 3-3 (ton.m)
15
10
5
0
-5
-10
-15
0
1
2
3
4
5
6
13.24
8.83
2.21
-8.82
-13.23

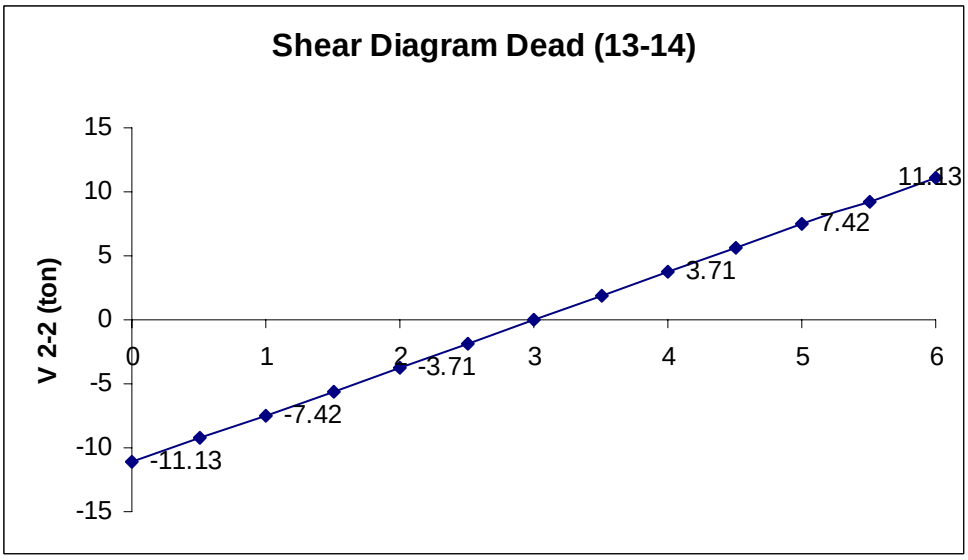

Moment Diagram EQY-(23-24)
M 3-3 (ton.m)
15
10
5
0
-5
-10
-15
0
1
2
3
4
5
6
-13.23
-8.82
-4.41
2.21
6.62
13.24

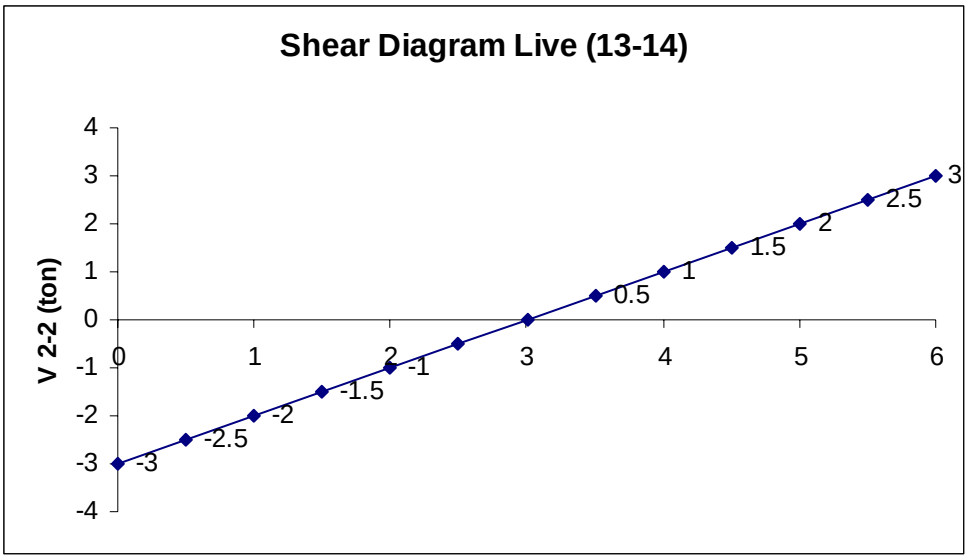

Moment Diagram Dead (33-34)
M 3-3 (ton.m)
10
8
6
4
2
0
-2
-4
-6
-8
-10
0
1
2
3
4
5
6
-8.40
-3.30
0.88
4.13
6.44
8.30
6.44
4.13
0.88
-3.30
-8.40

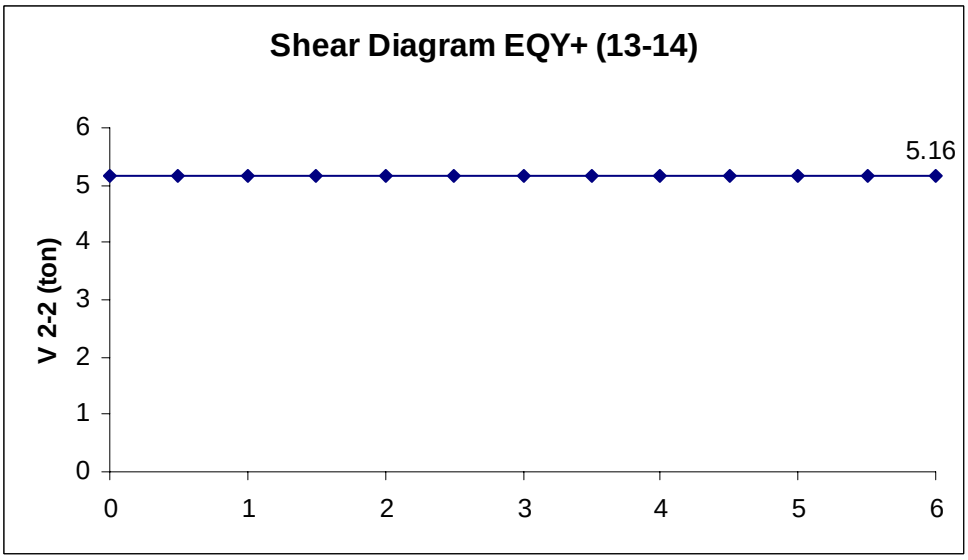

Moment Diagram Live (33-34)
M 3-3 (ton.m)
2.5
2
1.5
1
0.5
0
-0.5
-1
-1.5
-2
-2.5
-3
0
1
2
3
4
5
6
-2.31
-0.93
0.19
1.07
1.69
2.19
1.69
1.07
0.19
-0.93
-2.31

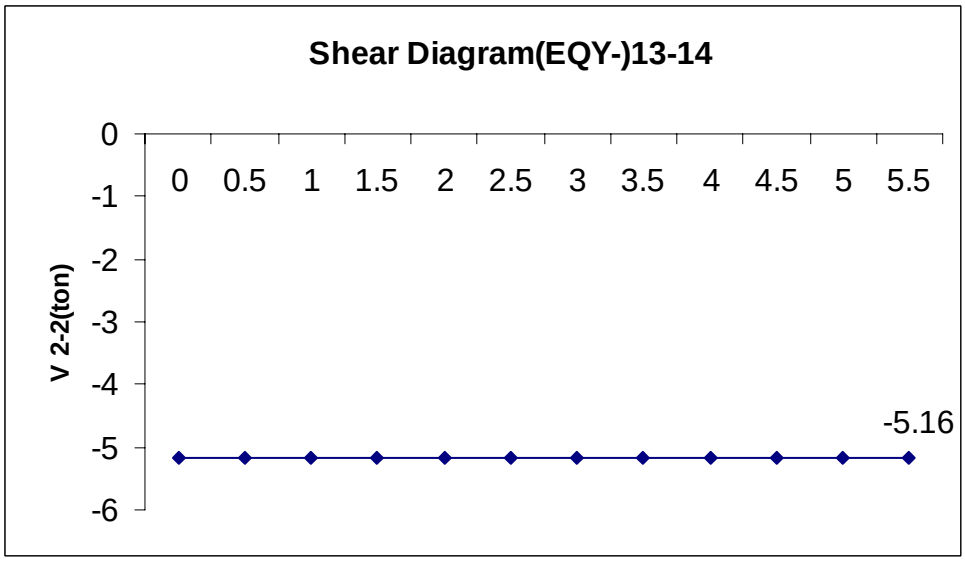

Moment Diagram EQY+(33-34)
M 3-3 (ton.m)
8
6
4
2
0
-2
-4
-6
-8
0
1
2
3
4
5
6
6.78
4.52
2.26
0.00
-2.26
-4.51
-6.77

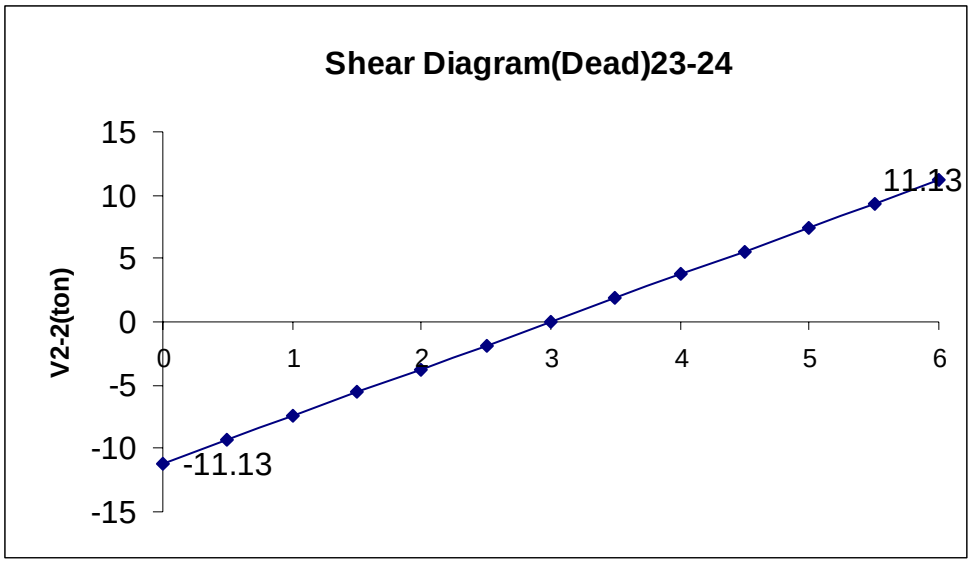

Moment Diagram EQY-(33-34)
M 3-3 (ton.m)
8
6
4
2
0
-2
-4
-6
-8
0
1
2
3
4
5
6
6.78
4.52
2.26
0.00
-2.26
-4.51
-6.77

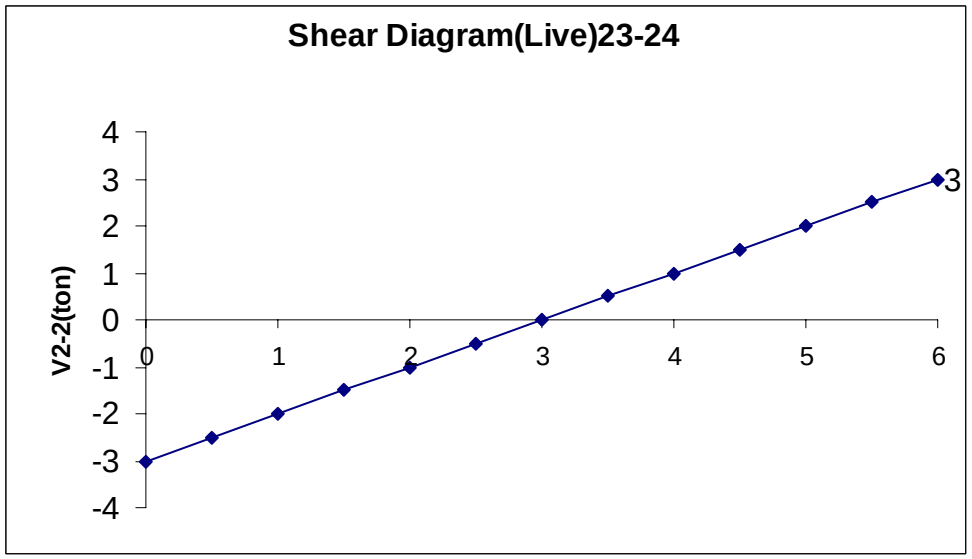

Shear Diagram Dead (13-14)
V 2-2 (ton)
15
10
5
0
-5
-10
-15
0
1
2
3
4
5
6
11.13
7.42
3.71
-3.71
-7.42
-11.13

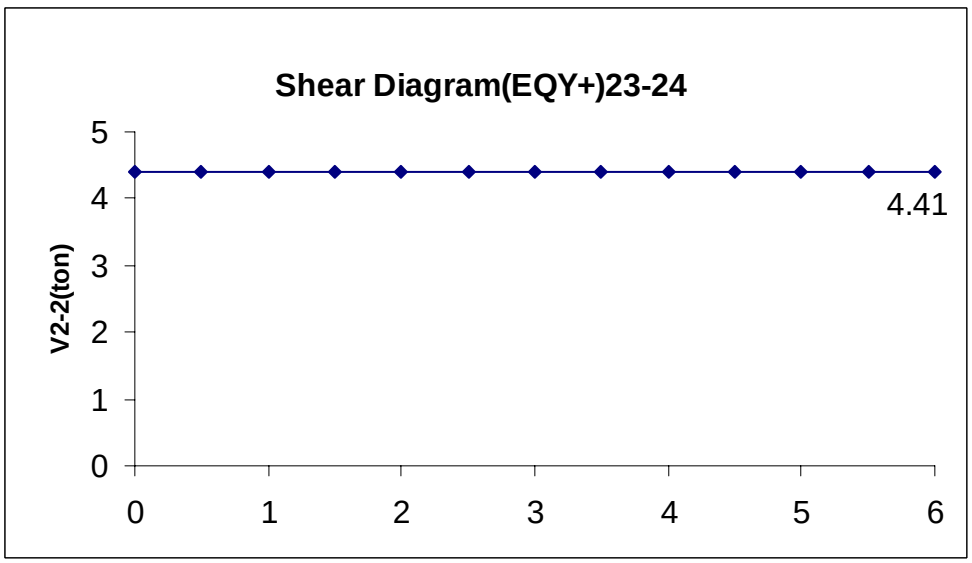

Shear Diagram Live (13-14)
V 2-2 (ton)
4
3
2
1
0
-1
-2
-3
-4
0
1
2
3
4
5
6
-3
-2.5
-2
-1.5
-1
0.5
1
1.5
2
2.5
3

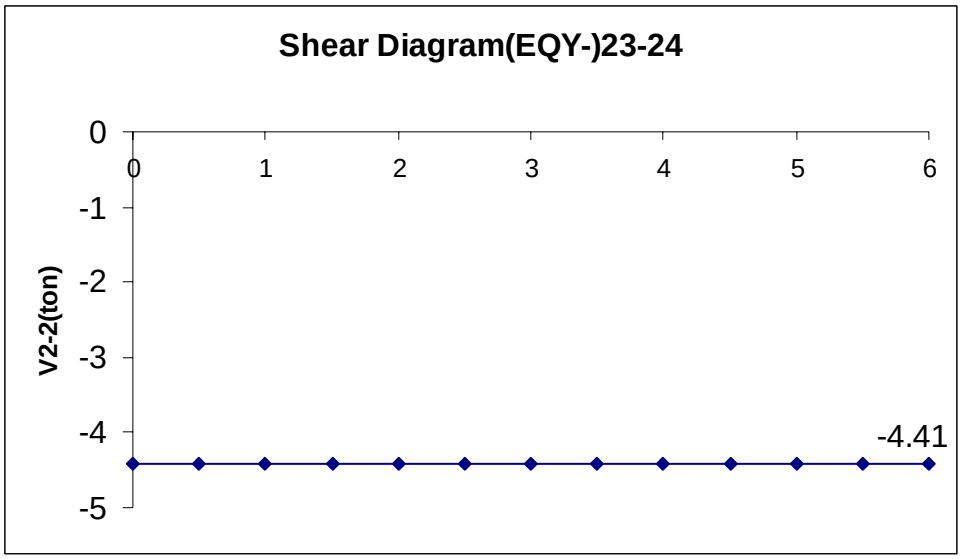

Shear Diagram EQY+ (13-14)
V 2-2 (ton)
6
5
4
3
2
1
0
0
1
2
3
4
5
6
5.16

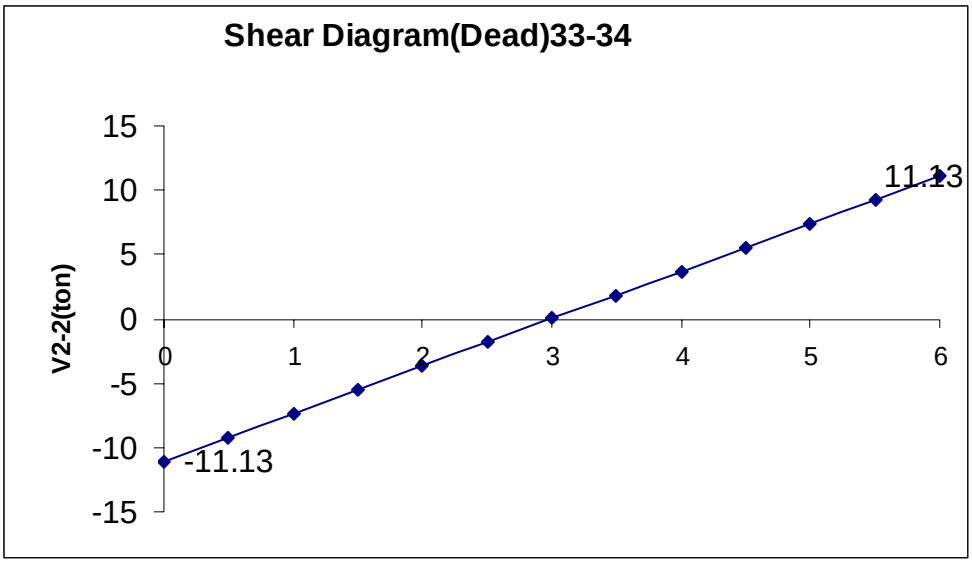

Shear Diagram(EQY-)13-14
V 2-2(ton)
0
-1
-2
-3
-4
-5
-6
0
0.5
1
1.5
2
2.5
3
3.5
4
4.5
5
5.5
-5.16

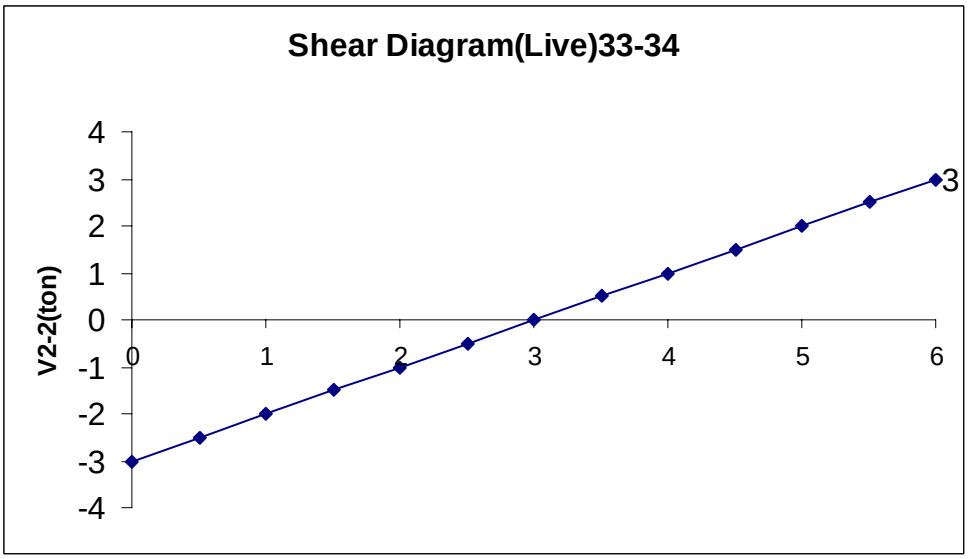

Shear Diagram(Dead)23-24
V2-2(ton)
15
10
5
0
-5
-10
-15
0
1
2
3
4
5
6
11.13
-11.13

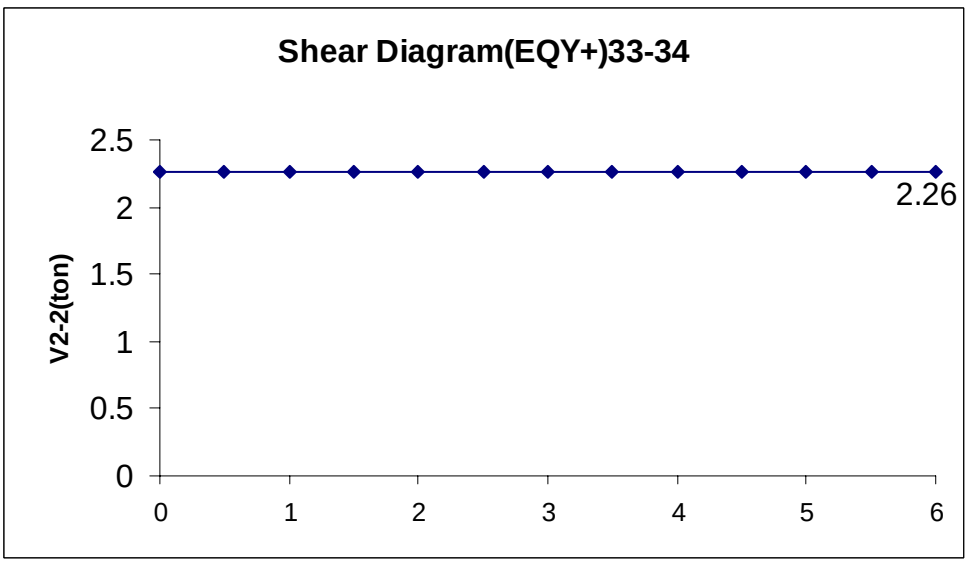

Shear Diagram(Live)23-24
V2-2(ton)
4
3
2
1
0
-1
-2
-3
-4
0
1
2
3
4
5
6
3

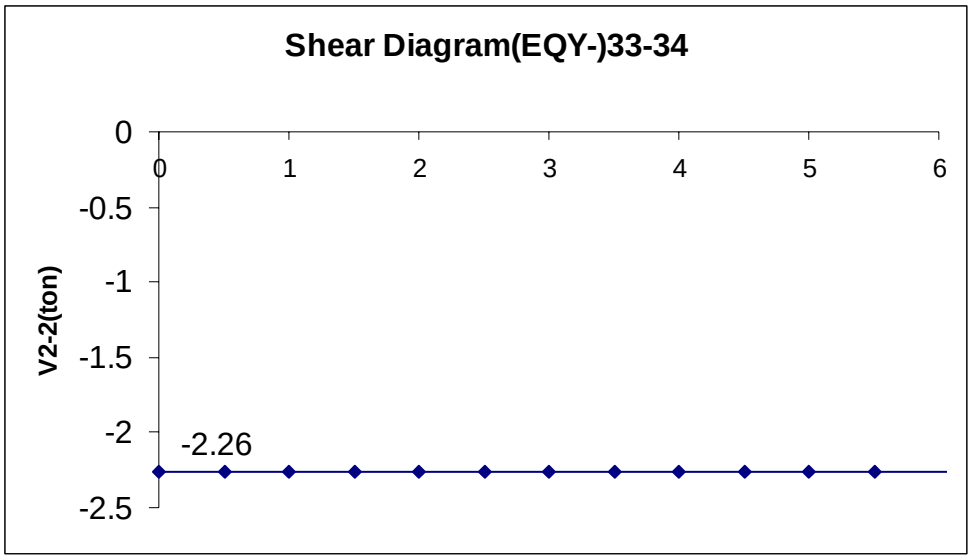

Shear Diagram(EQY+)23-24
V2-2(ton)
5
4
3
2
1
0
0
1
2
3
4
5
6
4.41

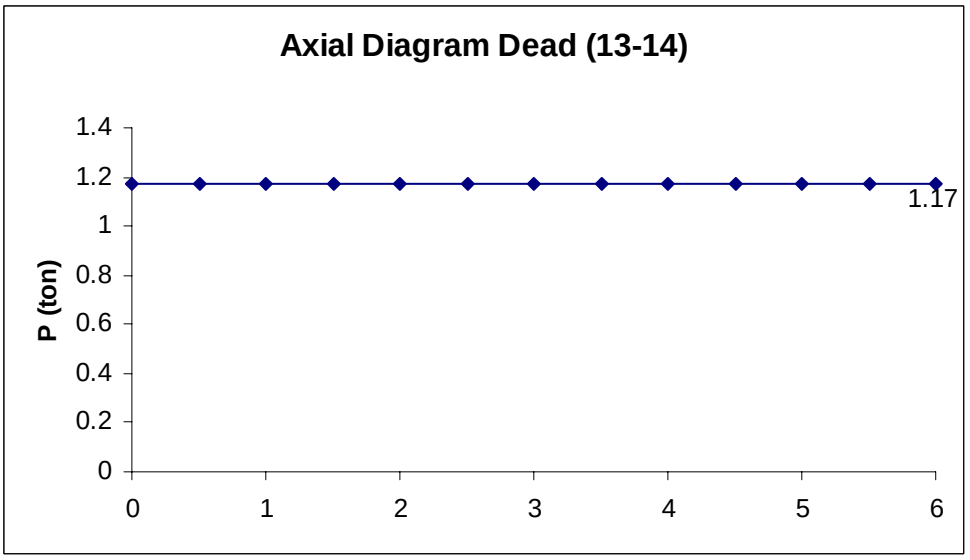

Shear Diagram(EQY-)23-24
V2-2(ton)
0
-1
-2
-3
-4
-5
0
1
2
3
4
5
6
-4.41

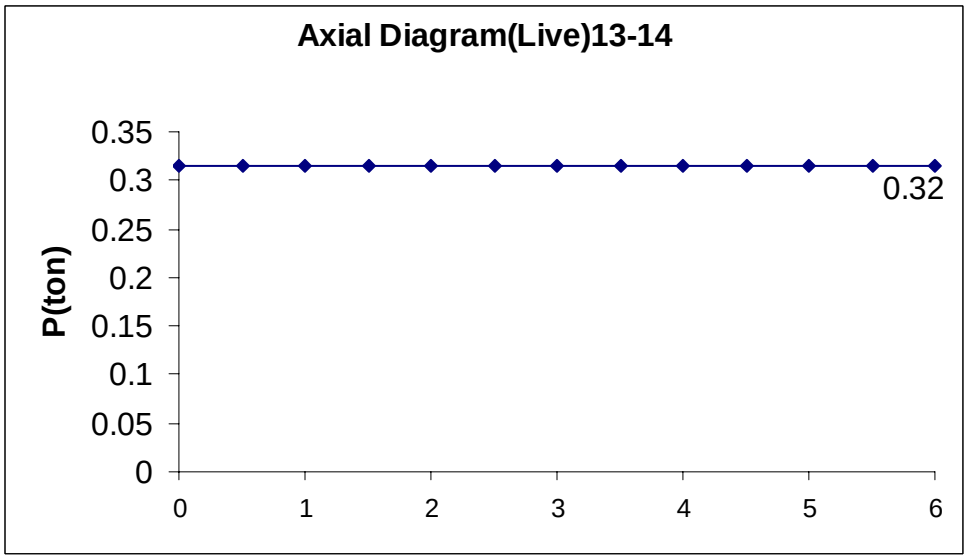

Shear Diagram(Dead)33-34
V2-2(ton)
15
10
5
0
-5
-10
-15
0
1
2
3
4
5
6
11.13
-11.13

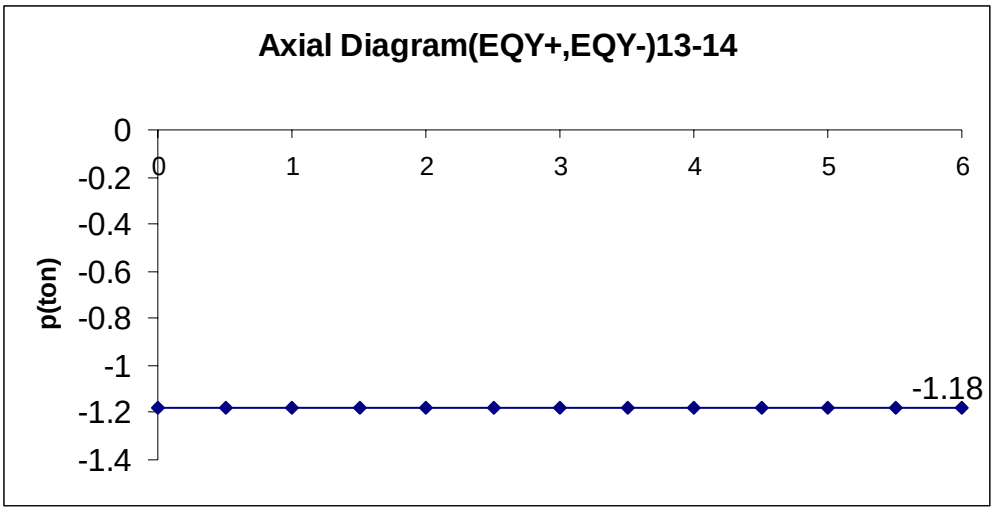

Shear Diagram(Live)33-34
V2-2(ton)
4
3
2
1
0
-1
-2
-3
-4
0
1
2
3
4
5
6
3

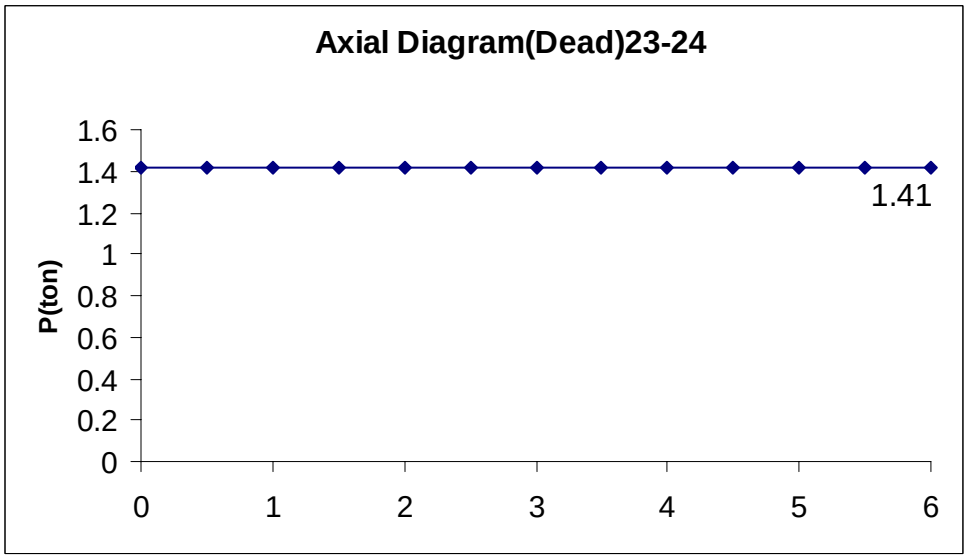

Shear Diagram(EQY+)33-34
V2-2(ton)
2.5
2
1.5
1
0.5
0
0
1
2
3
4
5
6
2.26

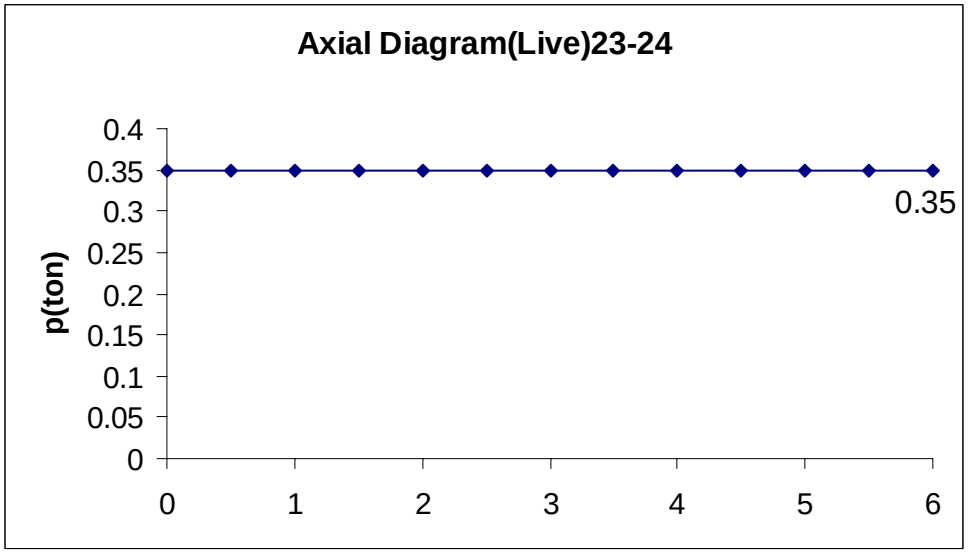

Shear Diagram(EQY-)33-34
V2-2(ton)
0
-0.5
-1
-1.5
-2
-2.5
0
1
2
3
4
5
6
-2.26

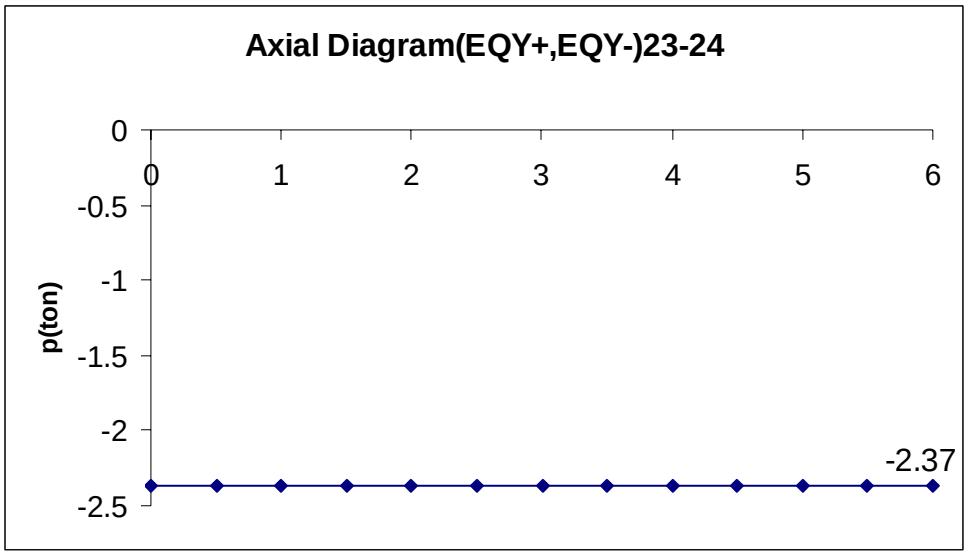

Axial Diagram Dead (13-14)
P (ton)
1.4
1.2
1
0.8
0.6
0.4
0.2
0
0
1
2
3
4
5
6
1.17

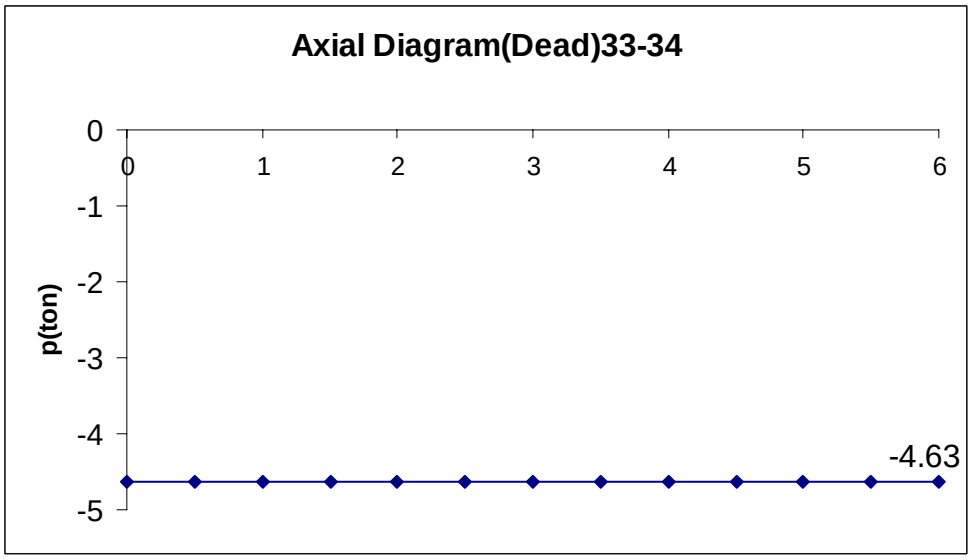

Axial Diagram(Live)13-14
P(ton)
0.35
0.3
0.25
0.2
0.15
0.1
0.05
0
0
1
2
3
4
5
6
0.32

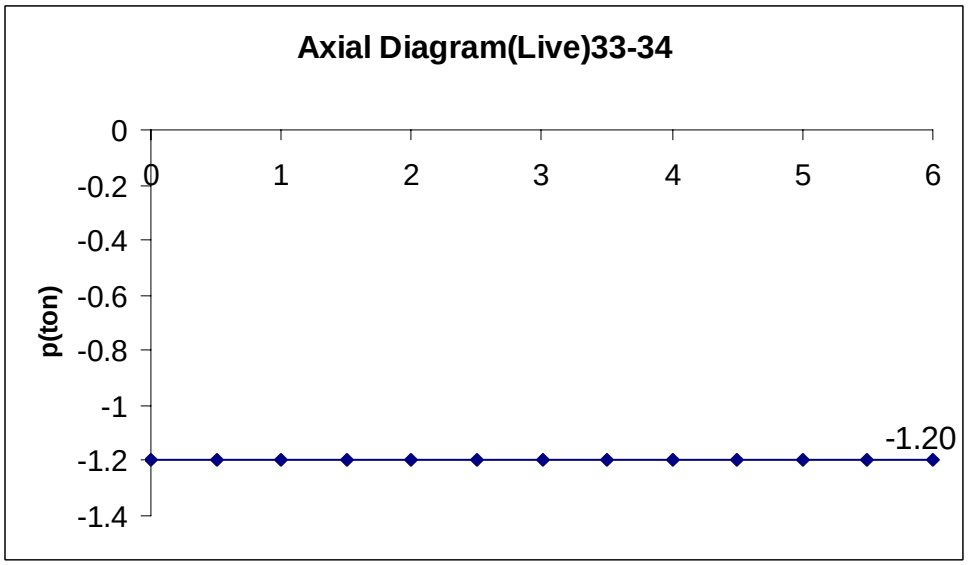

Axial Diagram(EQY+,EQY-)13-14
p(ton)
0
-0.2
-0.4
-0.6
-0.8
-1
-1.2
-1.4
0
1
2
3
4
5
6
-1.18

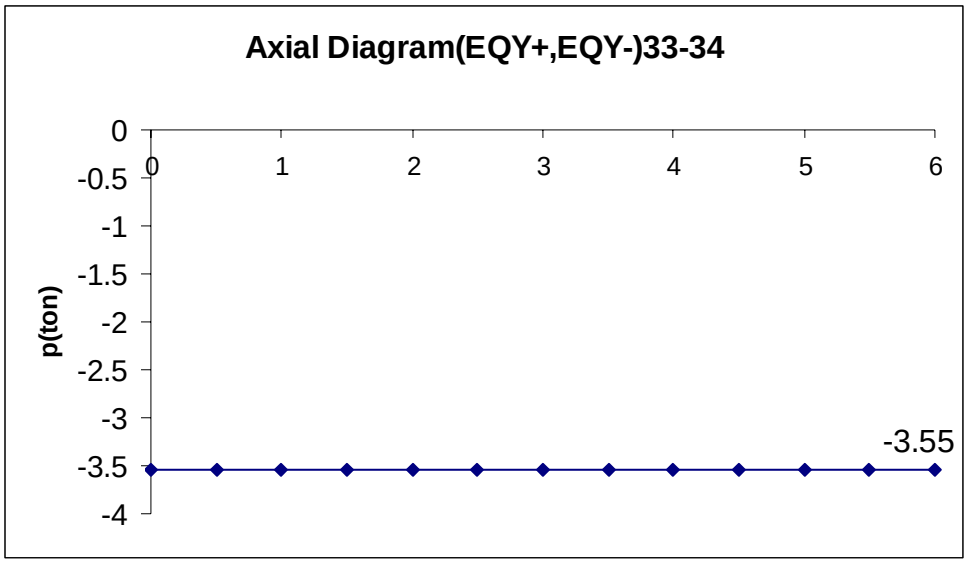

Axial Diagram(Dead)23-24
P(ton)
1.6
1.4
1.2
1
0.8
0.6
0.4
0.2
0
0
1
2
3
4
5
6
1.41

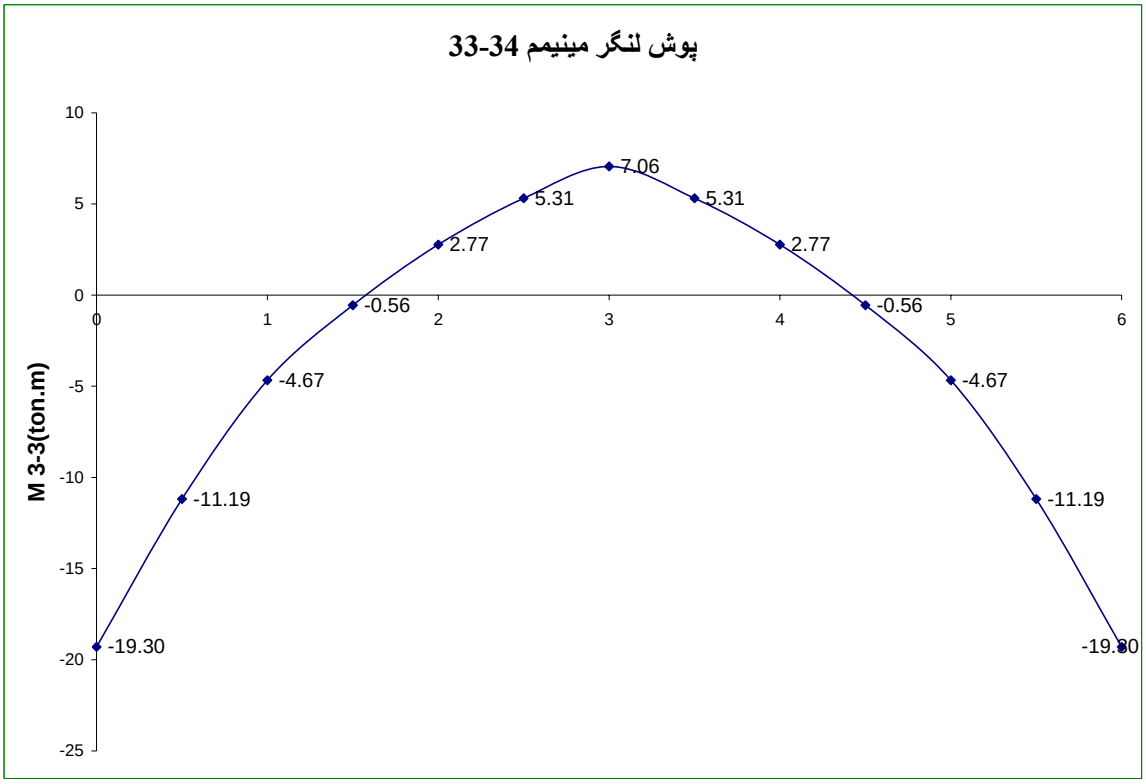

Axial Diagram(Live)23-24
p(ton)
0.4
0.35
0.3
0.25
0.2
0.15
0.1
0.05
0
0
1
2
3
4
5
6
0.35

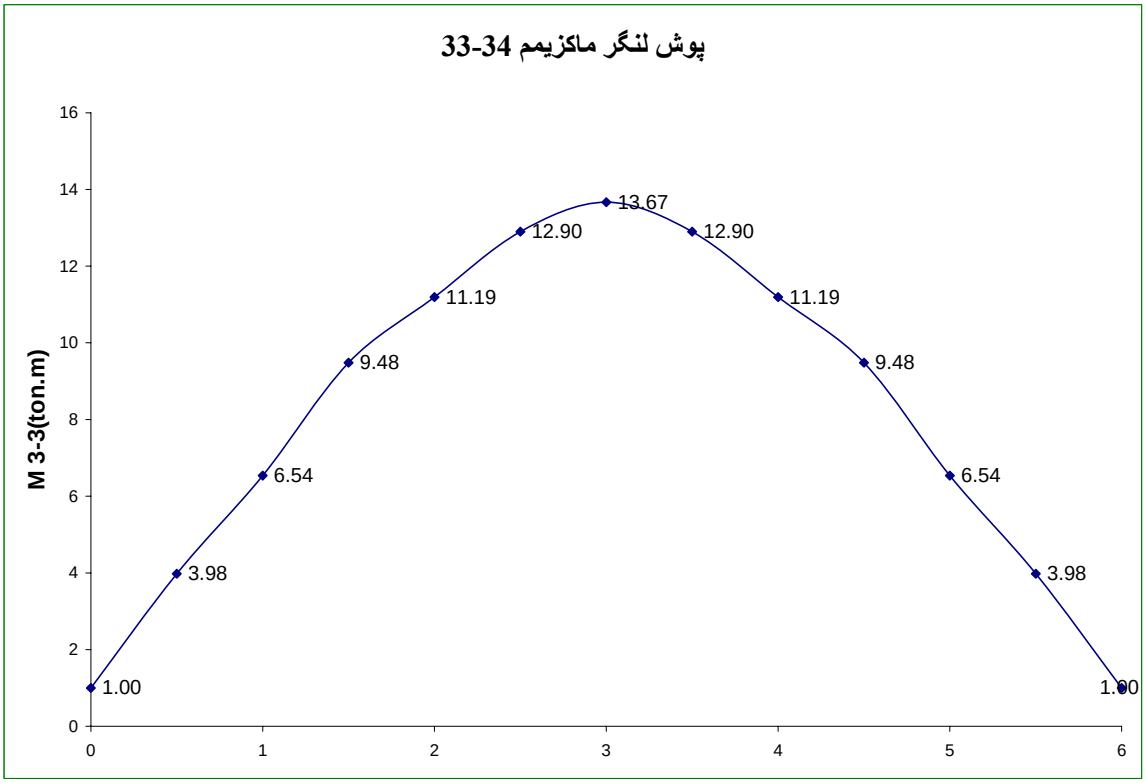

Axial Diagram(EQY+,EQY-)23-24
p(ton)
0
-0.5
-1
-1.5
-2
-2.5
0
1
2
3
4
5
6
-2.37

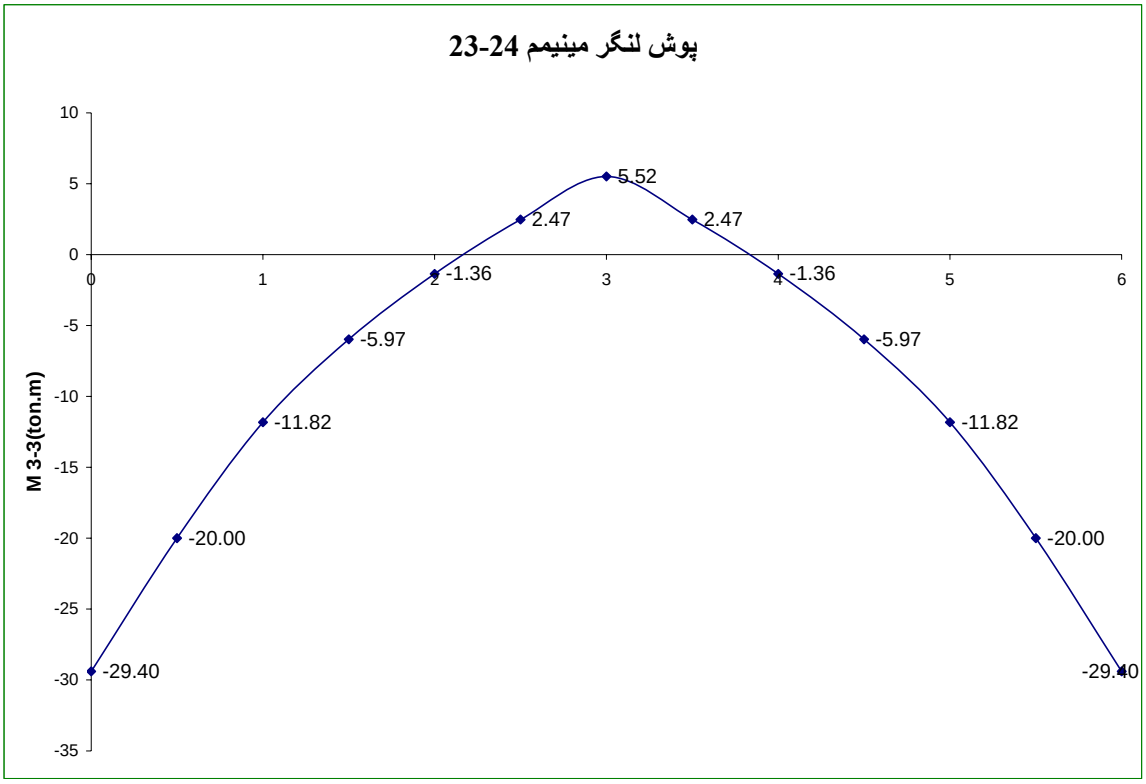

Axial Diagram(Dead)33-34
p(ton)
0
-1
-2
-3
-4
-5
0
1
2
3
4
5
6
-4.63


Axial Diagram(Live)33-34
p(ton)
0
-0.2
-0.4
-0.6
-0.8
-1
-1.2
-1.4
0
1
2
3
4
5
6
-1.20

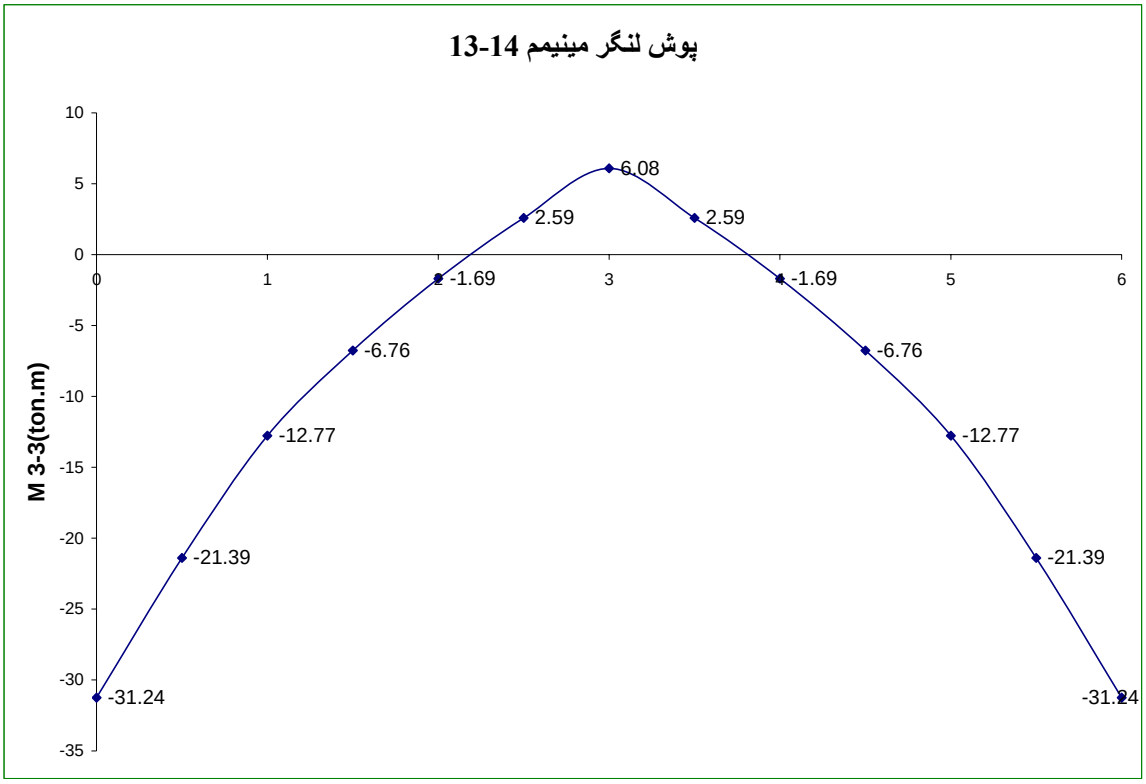

Axial Diagram(EQY+,EQY-)33-34
p(ton)
0
-0.5
-1
-1.5
-2
-2.5
-3
-3.5
-4
0
1
2
3
4
5
6
-3.55


پوش لنگر مینیمم 34-33
M 3-3(ton.m)
10
5
0
-5
-10
-15
-20
-25
0
1
2
3
4
5
6
-19.30
-11.19
-4.67
-0.56
2.77
5.31
7.06
5.31
2.77
-0.56
-4.67
-11.19
-19.30

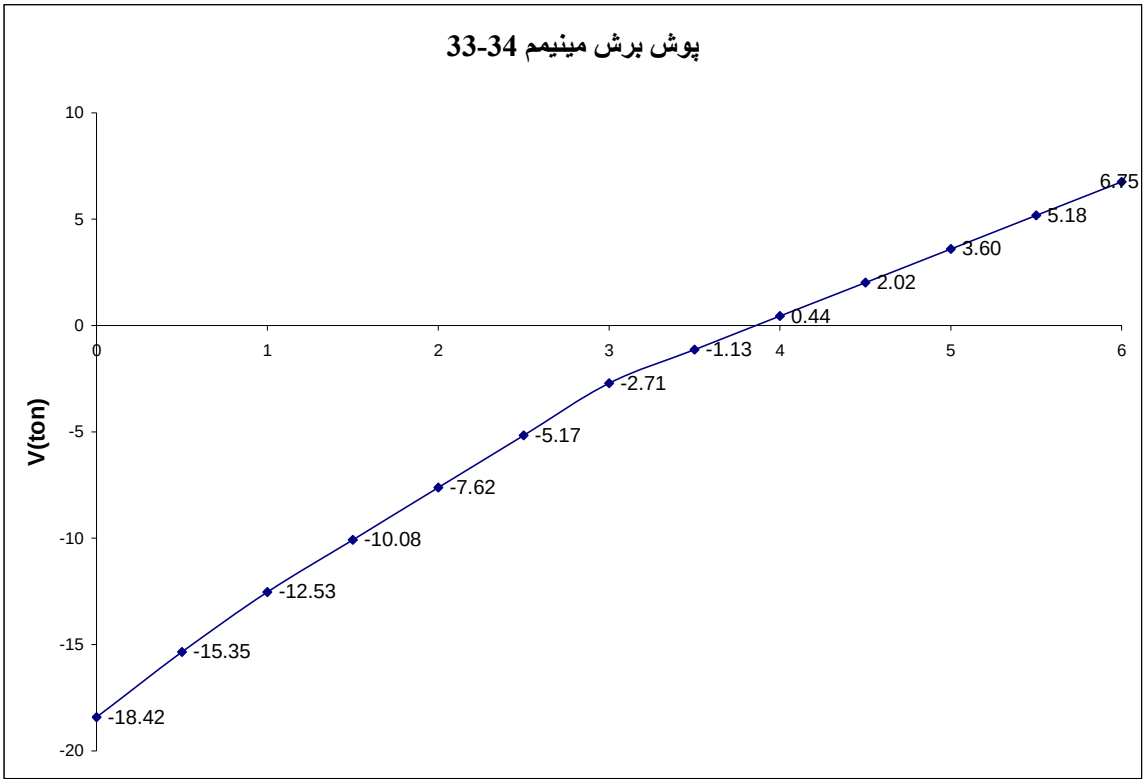

پوش لنگر ماکزیمم 34-33
M 3-3(ton.m)
16
14
12
10
8
6
4
2
0
0
1
2
3
4
5
6
1.00
3.98
6.54
9.48
11.19
12.90
13.67
12.90
11.19
9.48
6.54
3.98
1.00

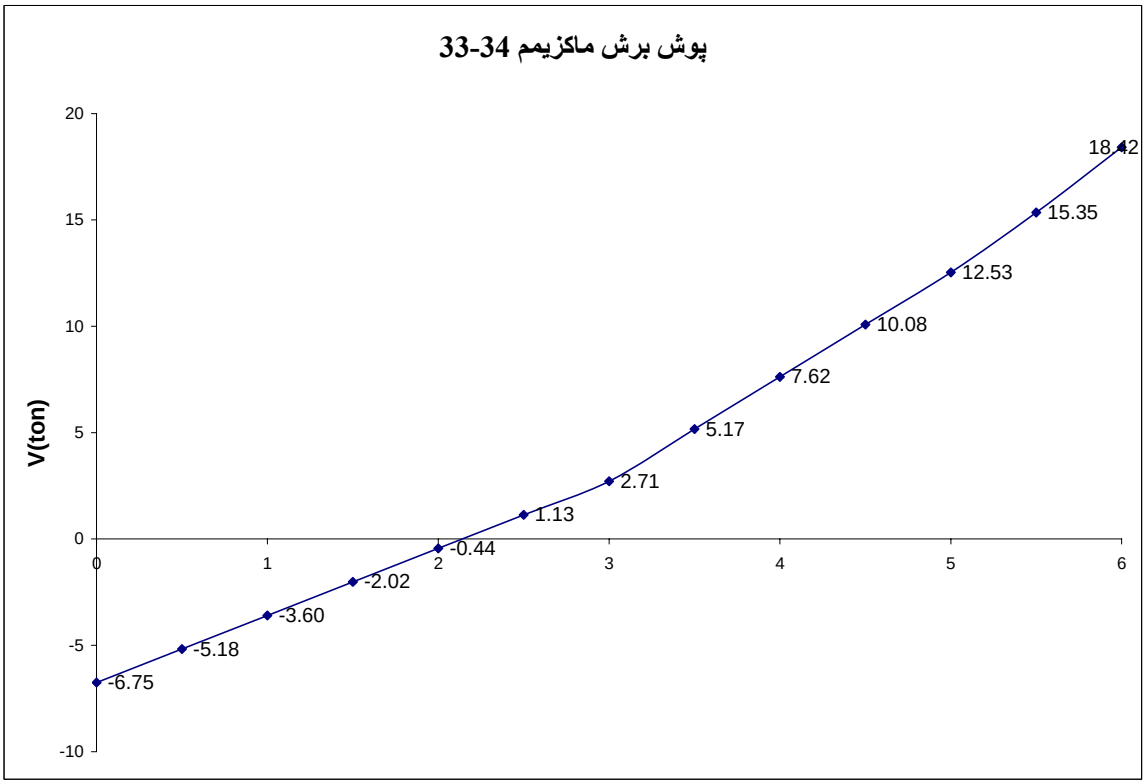

پوش لنگر مینیمم 24-23
M 3-3(ton.m)
10
5
0
-5
-10
-15
-20
-25
-30
-35
0
1
2
3
4
5
6
-29.40
-20.00
-11.82
-5.97
-1.36
2.47
5.52
2.47
-1.36
-5.97
-11.82
-20.00
-29.40

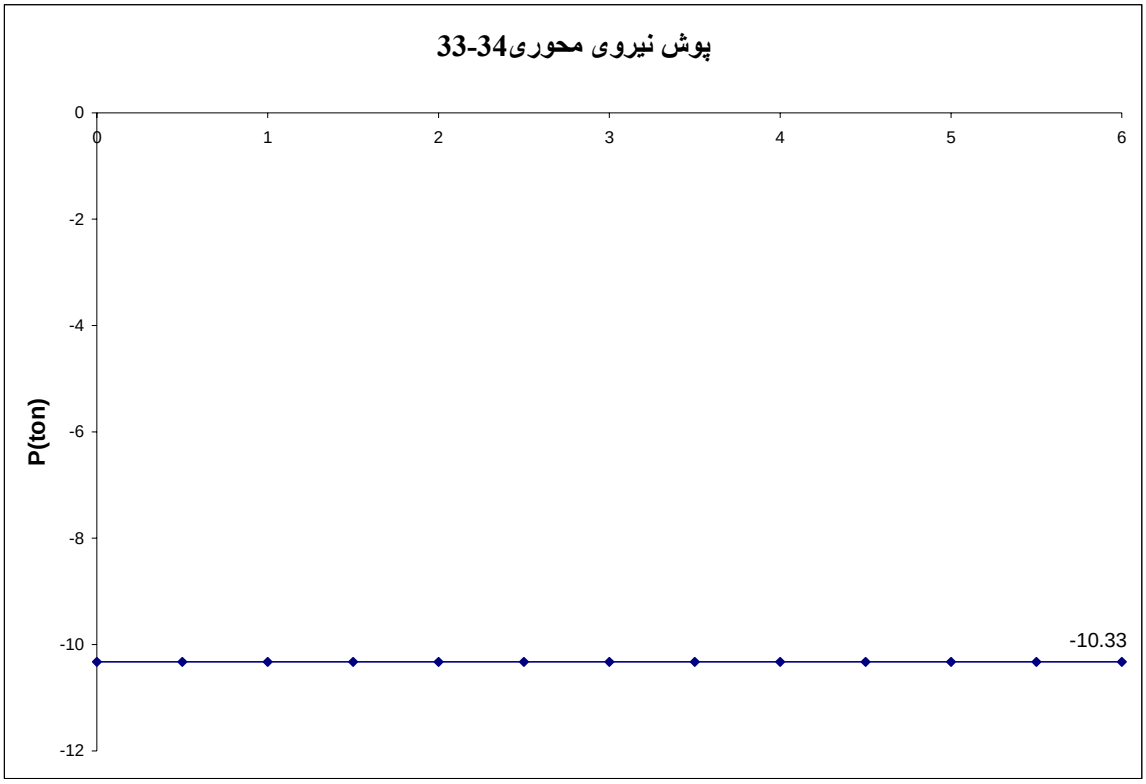
پوش لنگر ماکزیمم 24-23
M 3-3(ton.m)
12
10
8
6
4
2
0
0
1
2
3
4
5
6
7.20
8.89
9.79
11.00
11.42
10.62
10.72
10.62
11.42
11.00
9.79
8.89
7.20

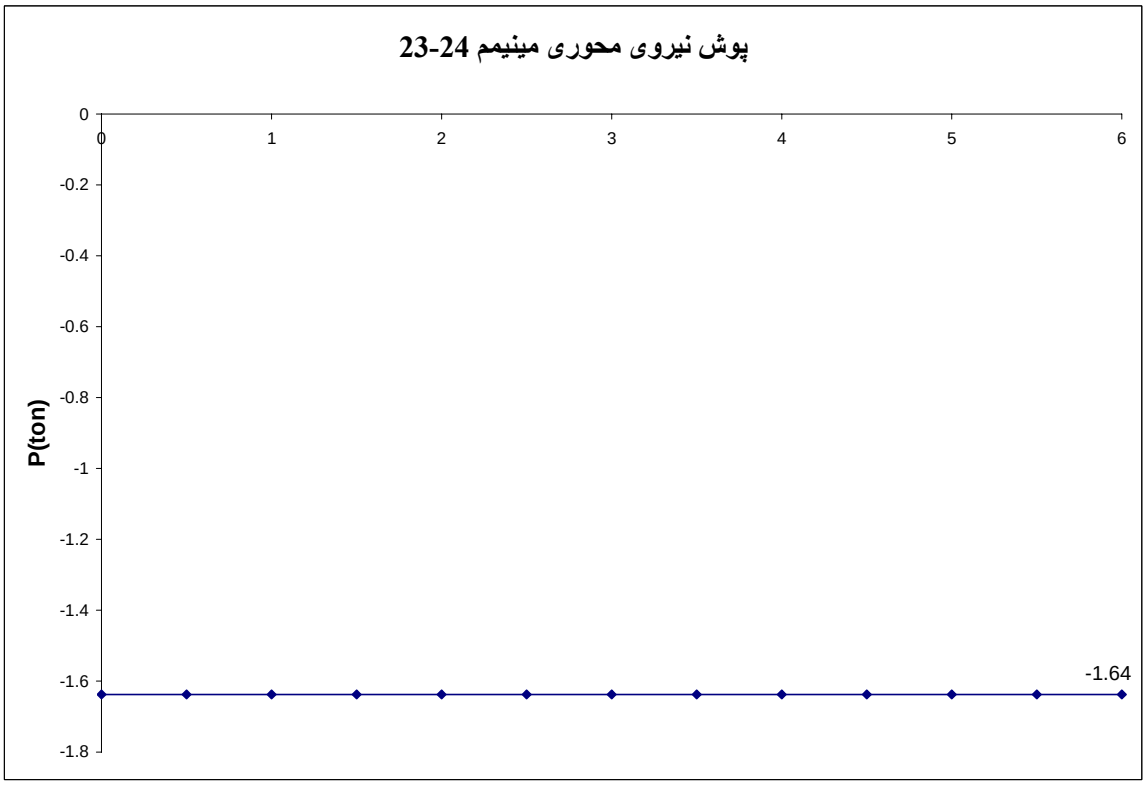

پوش لنگر مینیمم 13-14
M 3-3(ton.m)
10
5
0
-5
-10
-15
-20
-25
-30
-35
0
1
2
3
4
5
6
-31.24
-21.39
-12.77
-6.76
-1.69
2.59
6.08
2.59
-1.69
-6.76
-12.77
-21.39
-31.24

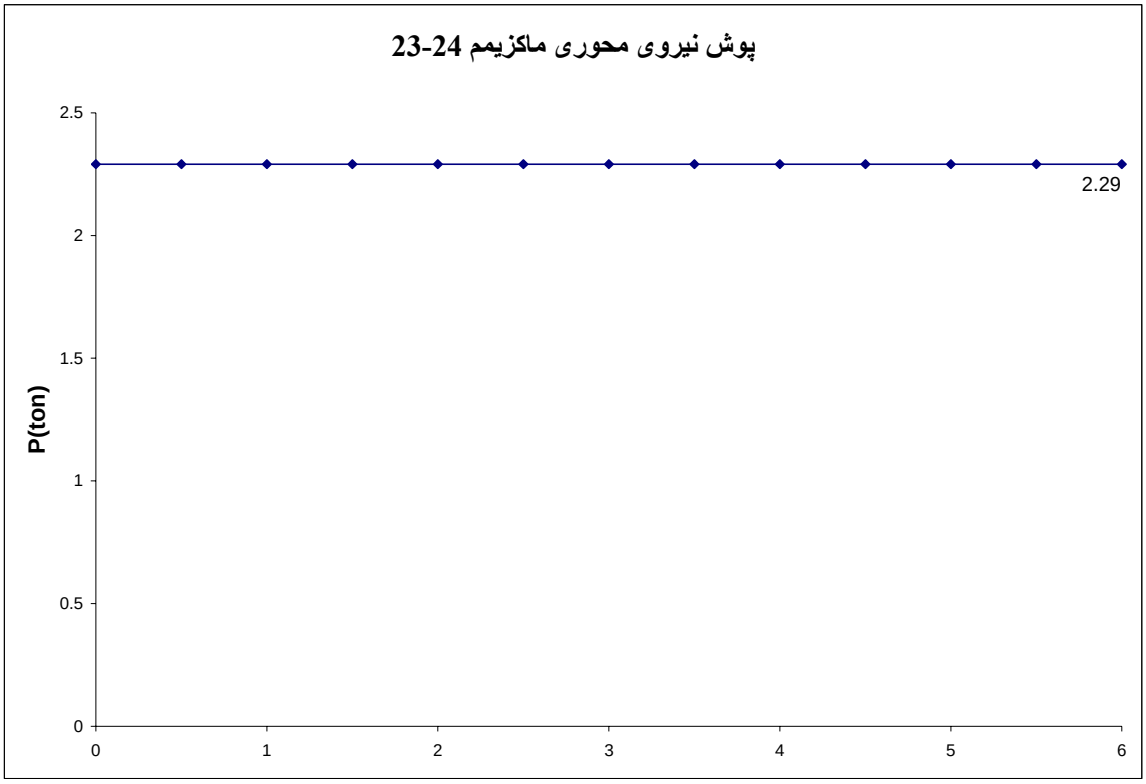
پوش لنگر ماکزیمم 13-14
M 3-3(ton.m)
14
12
10
8
6
4
2
0
0
1
2
3
4
5
6
10.47
11.71
12.16
13.22
13.19
11.93
11.80
11.93
13.19
13.22
12.16
11.71
10.47

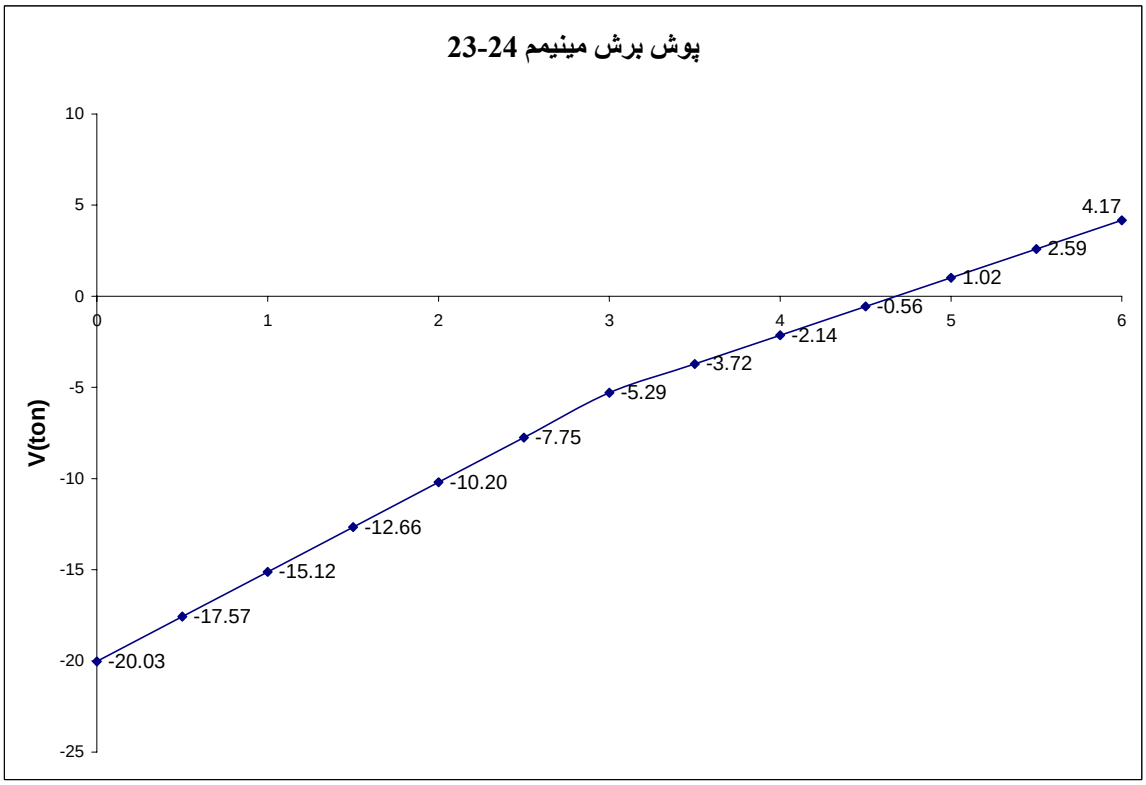

پوش برش مینیمم 34-33
V(ton)
10
5
0
-5
-10
-15
-20
0
1
2
3
4
5
6
-18.42
-15.35
-12.53
-10.08
-7.62
-5.17
-2.71
-1.13
0.44
2.02
3.60
5.18
6.75

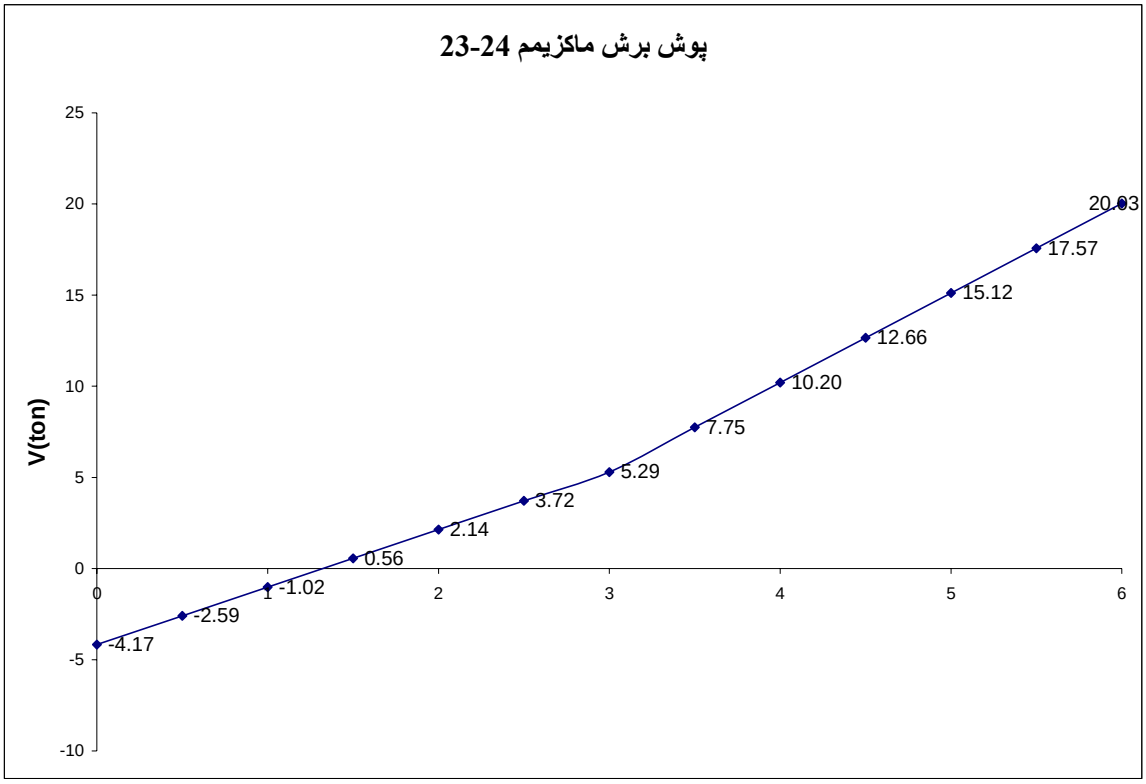

پوش برش ماکزیمم 34-33
V(ton)
20
15
10
5
0
-5
-10
0
1
2
3
4
5
6
-6.75
-5.18
-3.60
-2.02
-0.44
1.13
2.71
5.17
7.62
10.08
12.53
15.35
18.42

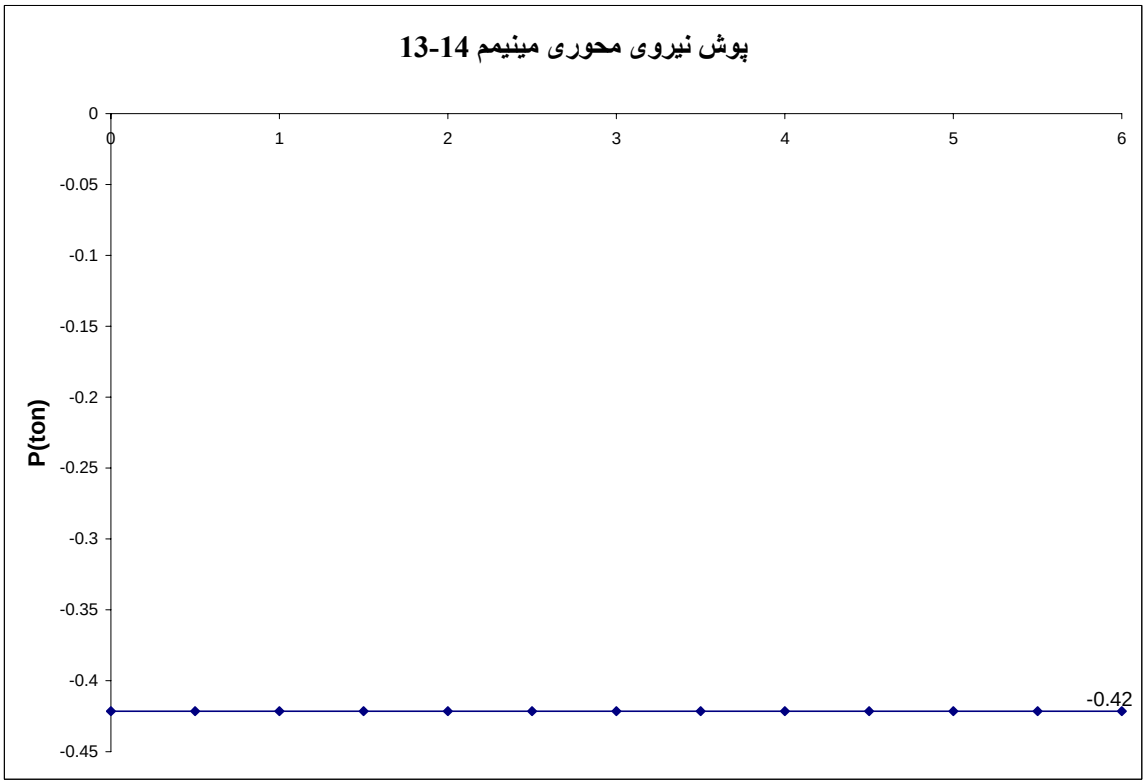

پوش نیروی محوری34-33
0
1
2
3
4
5
6
0
-2
-4
-6
-8
-10
-12
P(ton)
-10.33

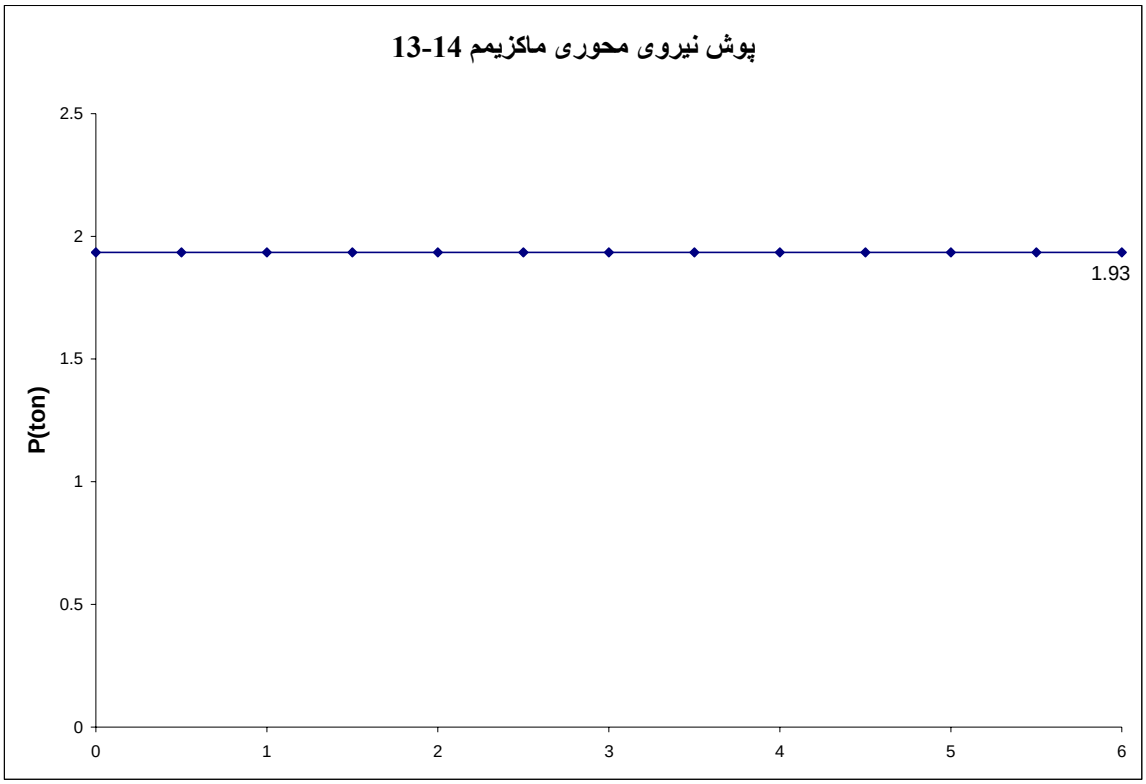

پوش نیروی محوری مینیمم 24-23
0
1
2
3
4
5
6
0
-0.2
-0.4
-0.6
-0.8
-1
-1.2
-1.4
-1.6
-1.8
P(ton)
-1.64

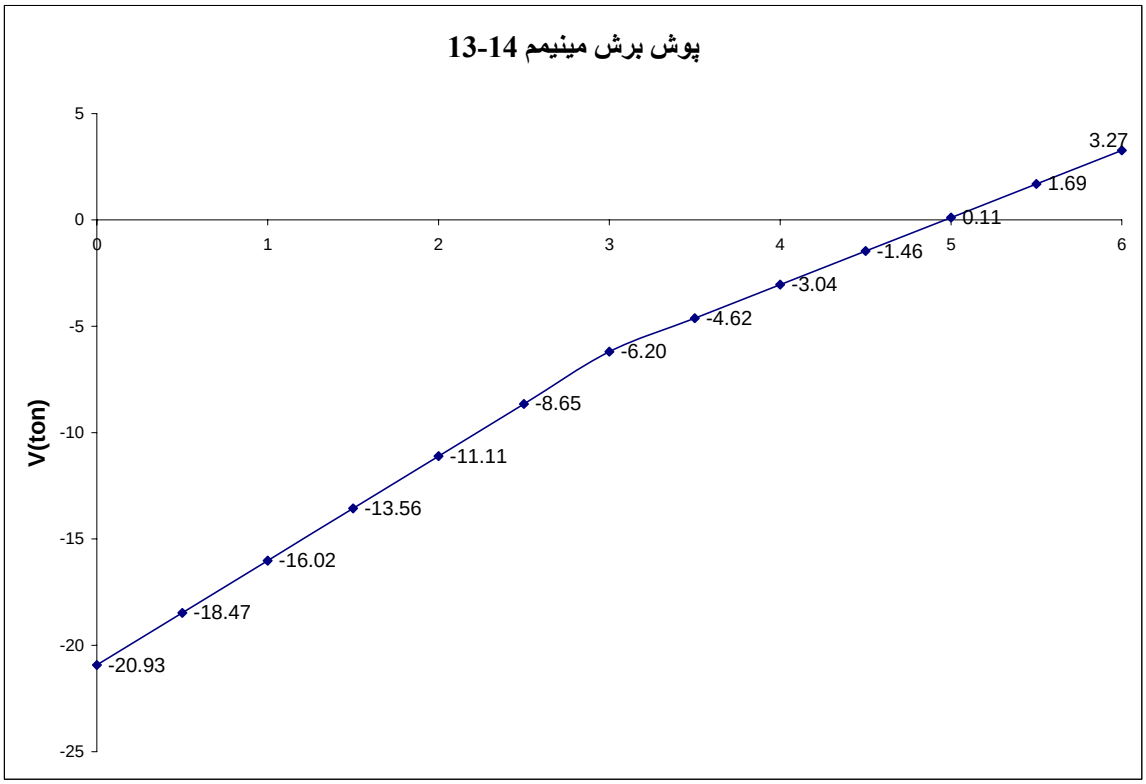

پوش نیروی محوری ماکزیمم 24-23
P(ton)
2.5
2
1.5
1
0.5
0
0
1
2
3
4
5
6
2.29

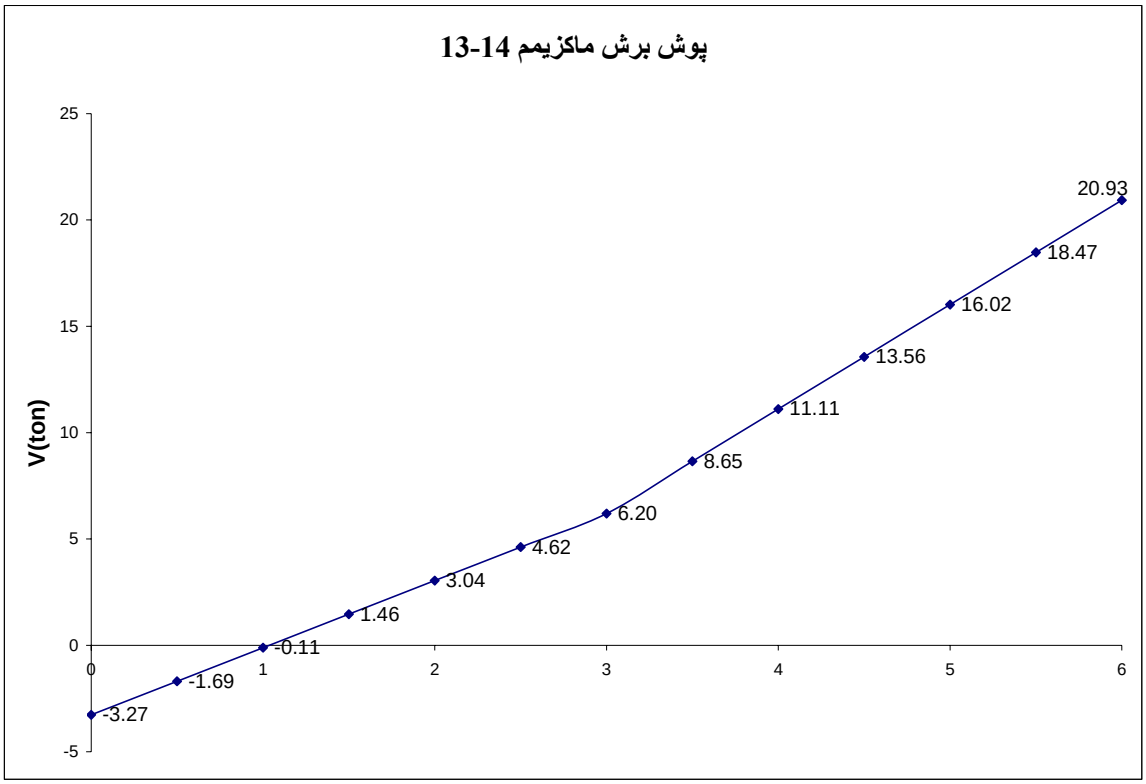

پوش برش مینیمم 24-23
V(ton)
10
5
0
-5
-10
-15
-20
-25
0
1
2
3
4
5
6
4.17
2.59
1.02
-0.56
-2.14
-3.72
-5.29
-7.75
-10.20
-12.66
-15.12
-17.57
-20.03


پوش برش ماکزیمم 24-23
V(ton)
25
20
15
10
5
0
-5
-10
0
1
2
3
4
5
6
-4.17
-2.59
-1.02
0.56
2.14
3.72
5.29
7.75
10.20
12.66
15.12
17.57
20.03

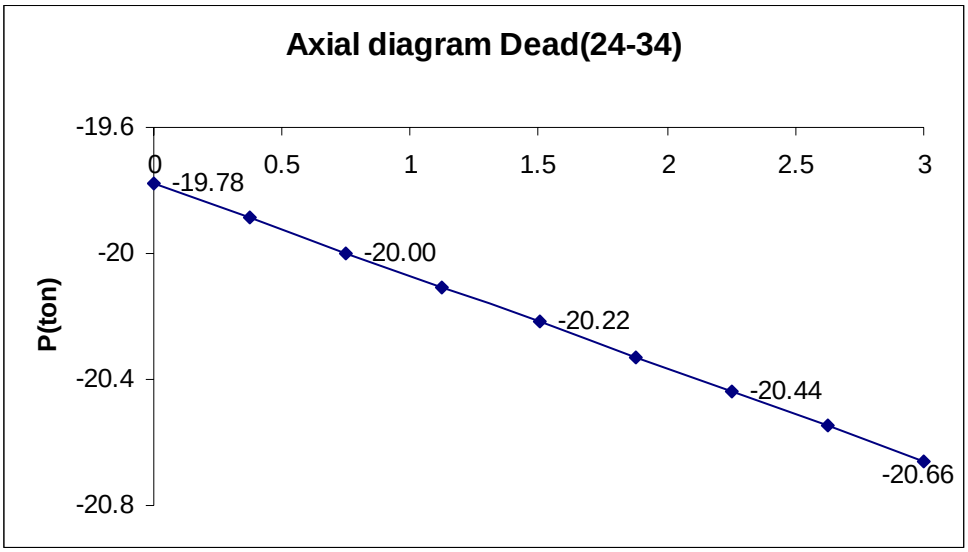

پوش نیروی محوری مینیمم 14-13
P(ton)
0
-0.05
-0.1
-0.15
-0.2
-0.25
-0.3
-0.35
-0.4
-0.45
0
1
2
3
4
5
6
-0.42

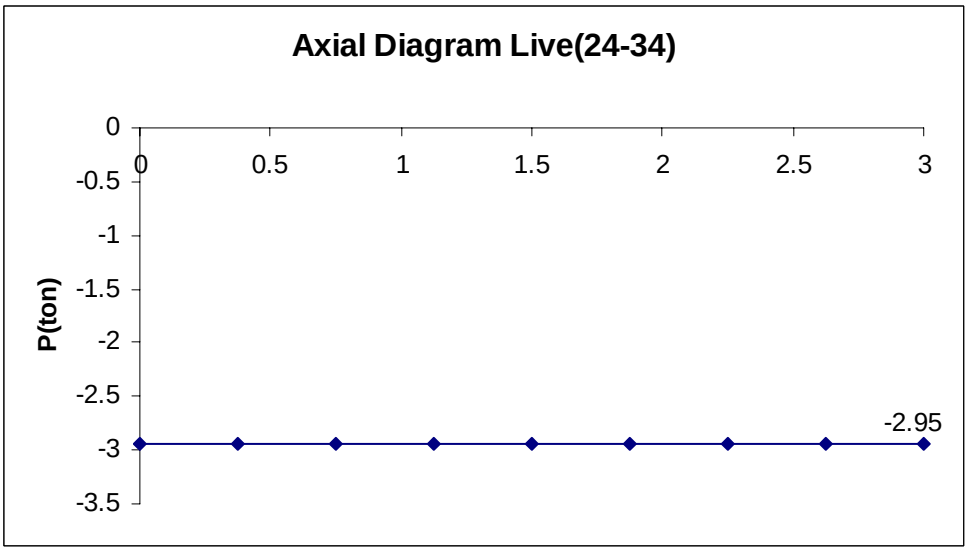

پوش نیروی محوری ماکزیمم 13-14
P(ton)
2.5
2
1.5
1
0.5
0
0
1
2
3
4
5
6
1.93

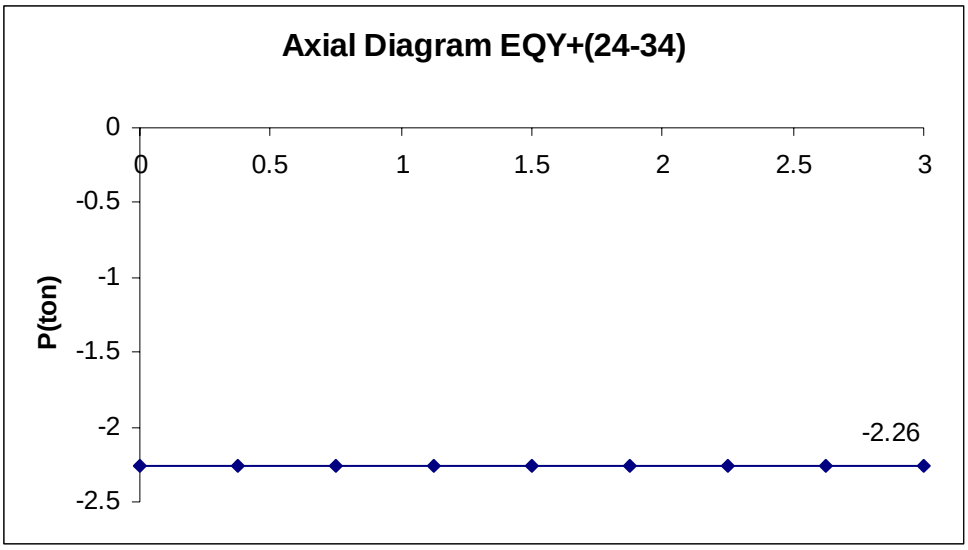

پوش برش مینیمم 13-14
V(ton)
5
0
-5
-10
-15
-20
-25
0
1
2
3
4
5
6
3.27
1.69
0.11
-1.46
-3.04
-4.62
-6.20
-8.65
-11.11
-13.56
-16.02
-18.47
-20.93

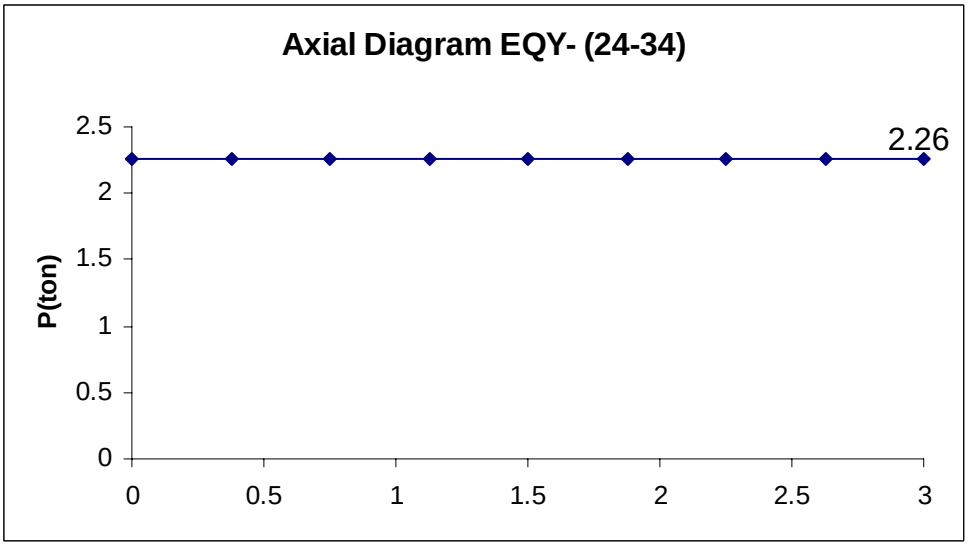

پوش برش ماکزیمم 14-13
V(ton)
25
20
15
10
5
0
-5
0
1
2
3
4
5
6
-3.27
-1.69
-0.11
1.46
3.04
4.62
6.20
8.65
11.11
13.56
16.02
18.47
20.93

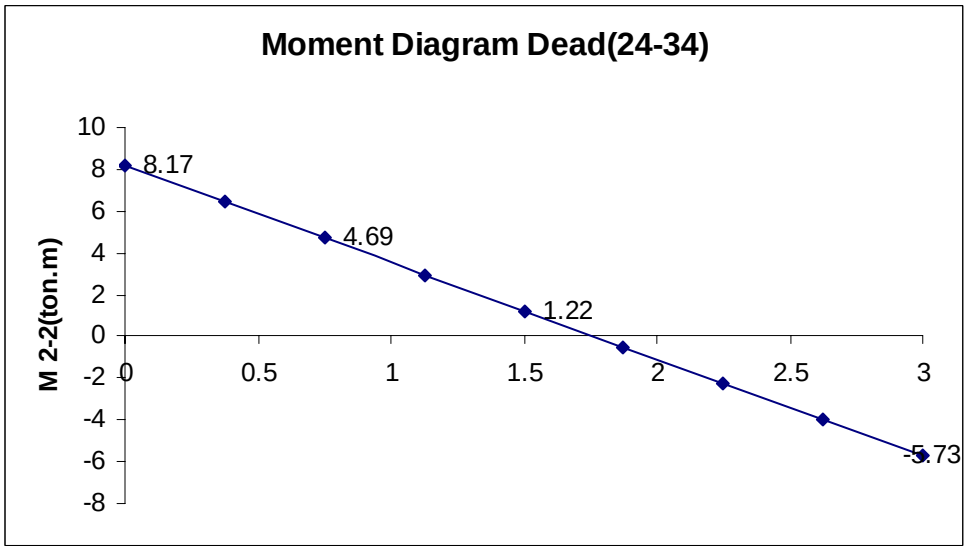
نمودارهای نیروی محوری، لنگر و برش برای ستون ها مطابق زیر می باشند:

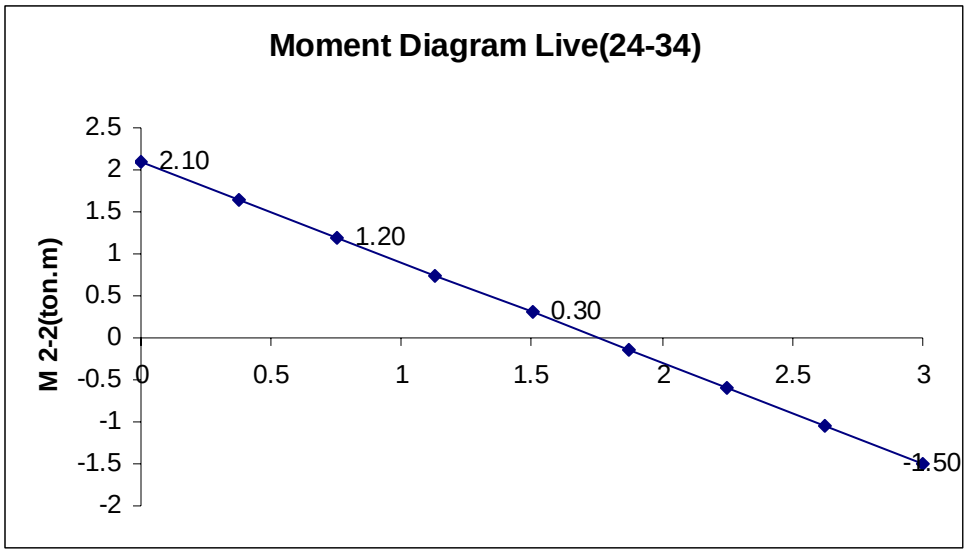


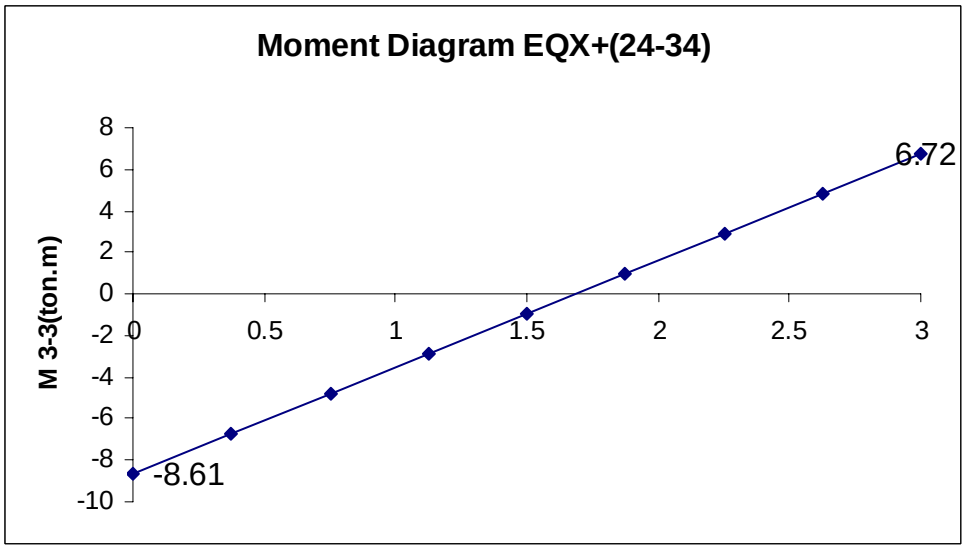


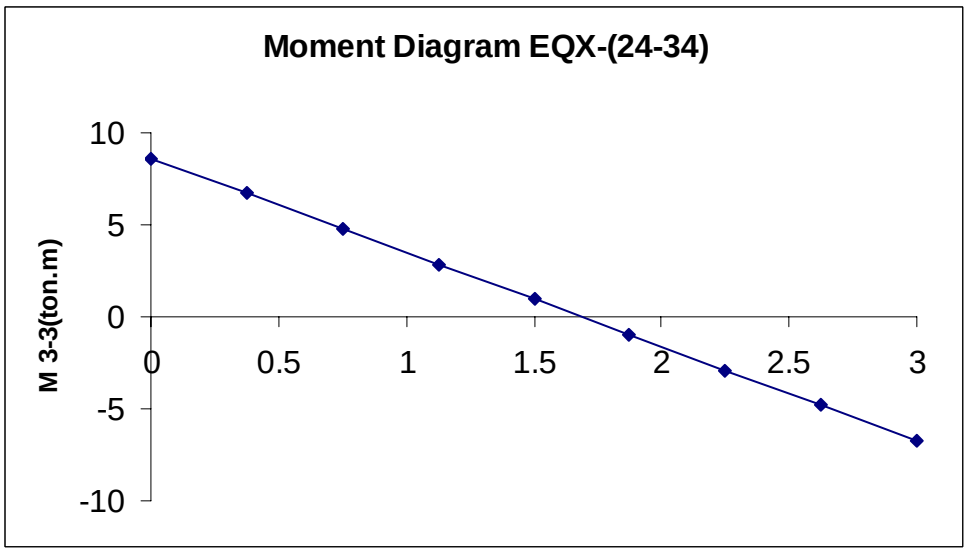

Axial Diagram EQY+(24-34)
P(ton)
0
-0.5
-1
-1.5
-2
-2.5
0
0.5
1
1.5
2
2.5
3
-2.26

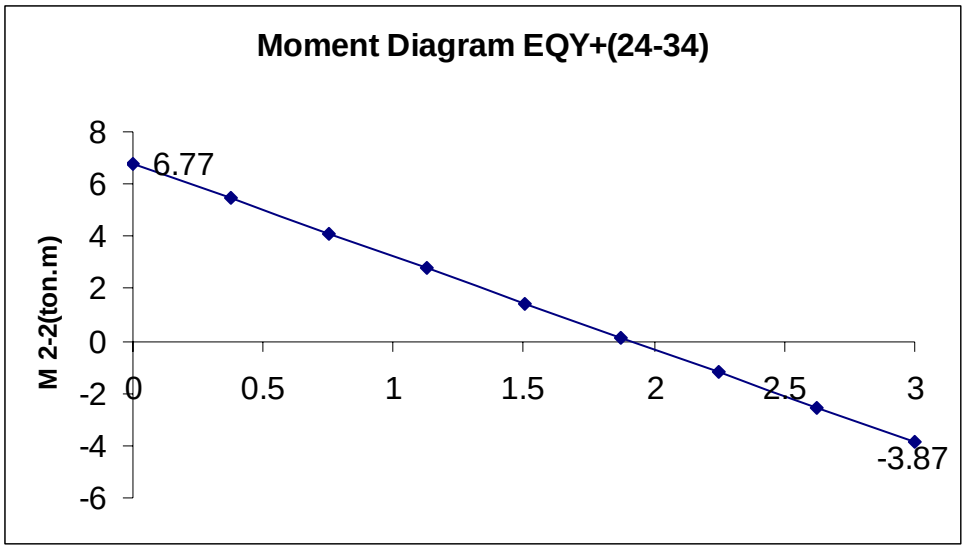

Axial Diagram EQY- (24-34)
P(ton)
2.5
2
1.5
1
0.5
0
0
0.5
1
1.5
2
2.5
3
2.26

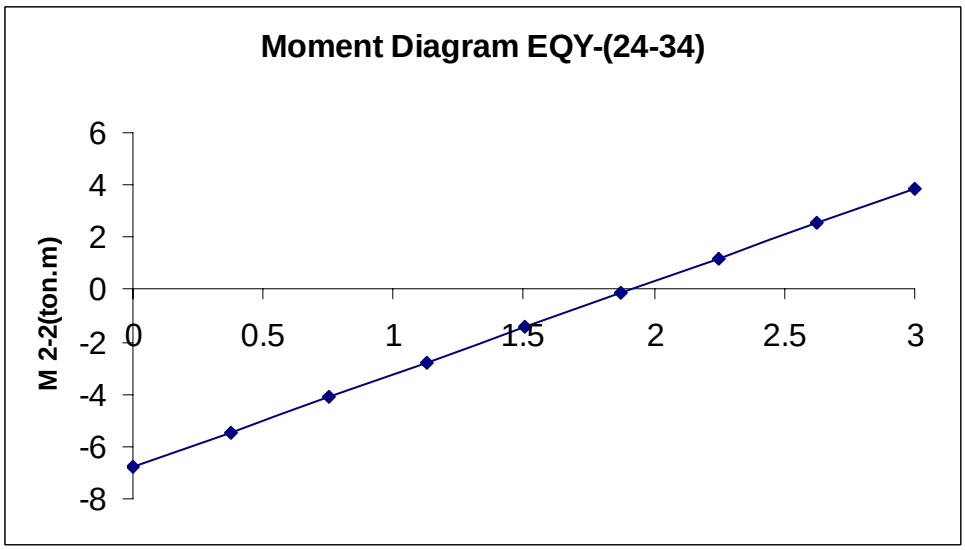

Moment Diagram Dead(24-34)
M 2-2(ton.m)
10
8
6
4
2
0
-2
-4
-6
-8
0
0.5
1
1.5
2
2.5
3
8.17
4.69
1.22
-5.73

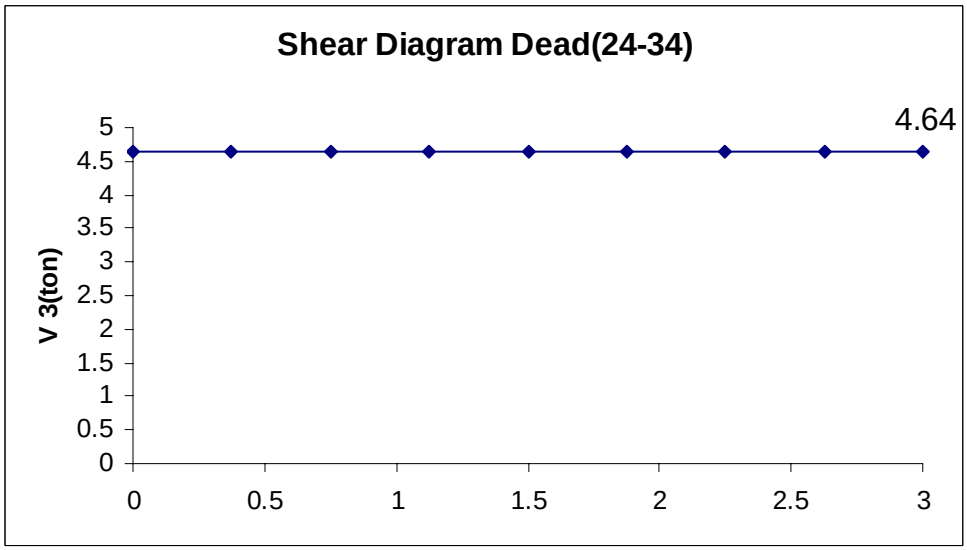

Moment Diagram Live(24-34)
M 2-2(ton.m)
2.10
1.20
0.30
-1.50
2.5
2
1.5
1
0.5
0
-0.5
-1
-1.5
-2
0
0.5
1
1.5
2
2.5
3

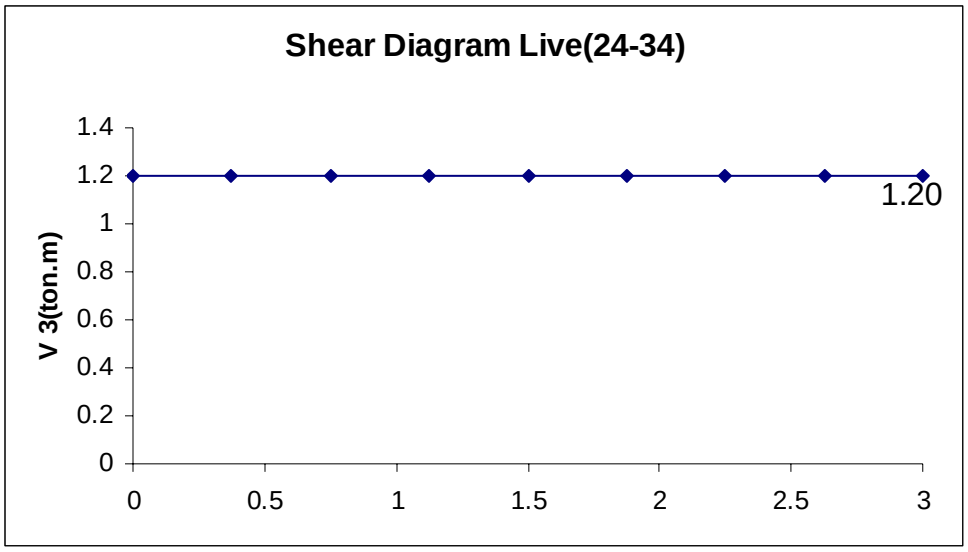

Moment Diagram EQX+(24-34)
M 3-3(ton.m)
6.72
-8.61
8
6
4
2
0
-2
-4
-6
-8
-10
0
0.5
1
1.5
2
2.5
3

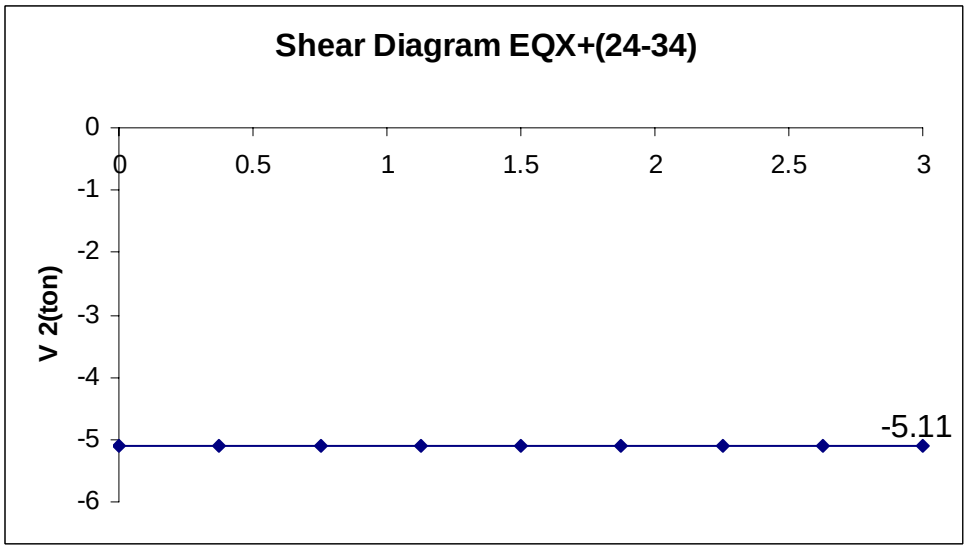

Moment Diagram EQX-(24-34)
M 3-3(ton.m)
10
5
0
-5
-10
0
0.5
1
1.5
2
2.5
3

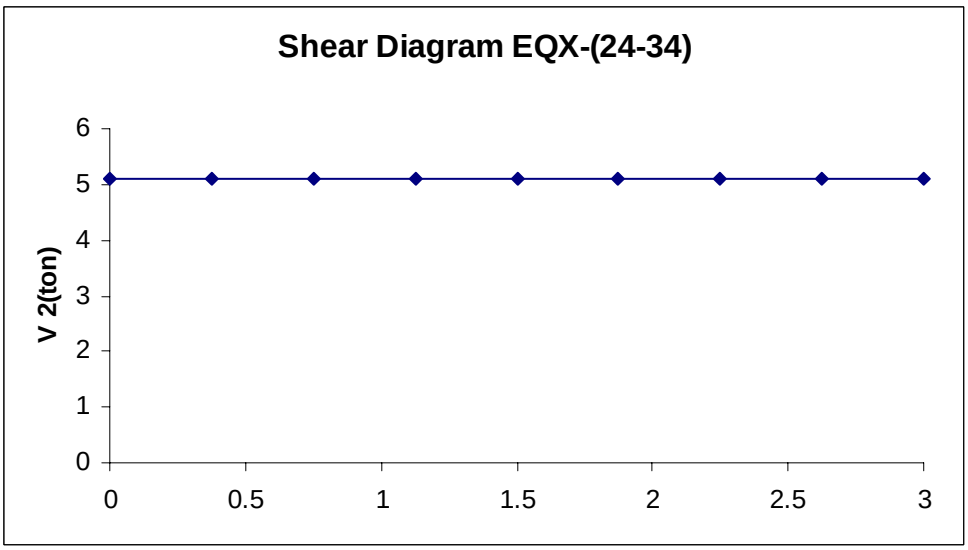

Moment Diagram EQY+(24-34)
M 2-2(ton.m)
8
6
4
2
0
-2
-4
-6
0
0.5
1
1.5
2
2.5
3
6.77
-3.87

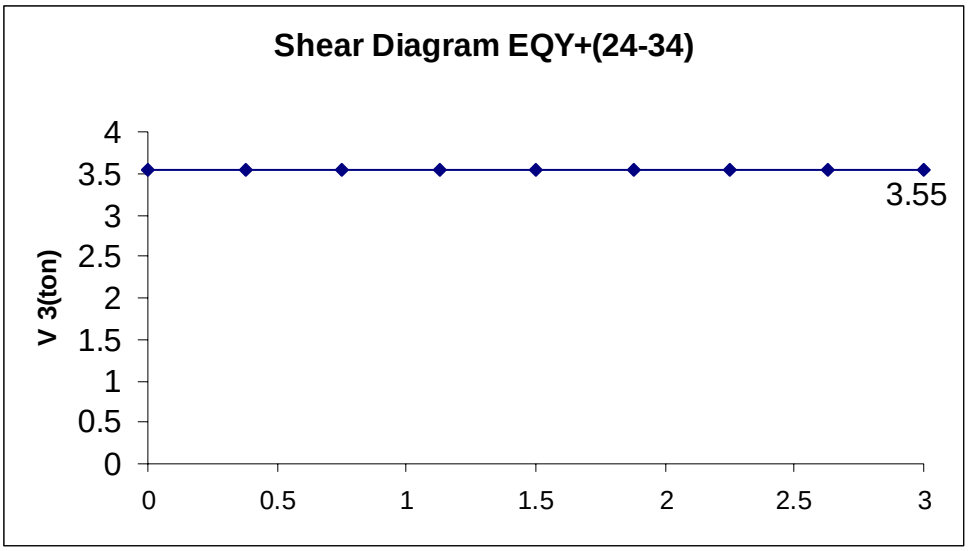

Moment Diagram EQY-(24-34)
M 2-2(ton.m)
6
4
2
0
-2
-4
-6
-8
0
0.5
1
1.5
2
2.5
3

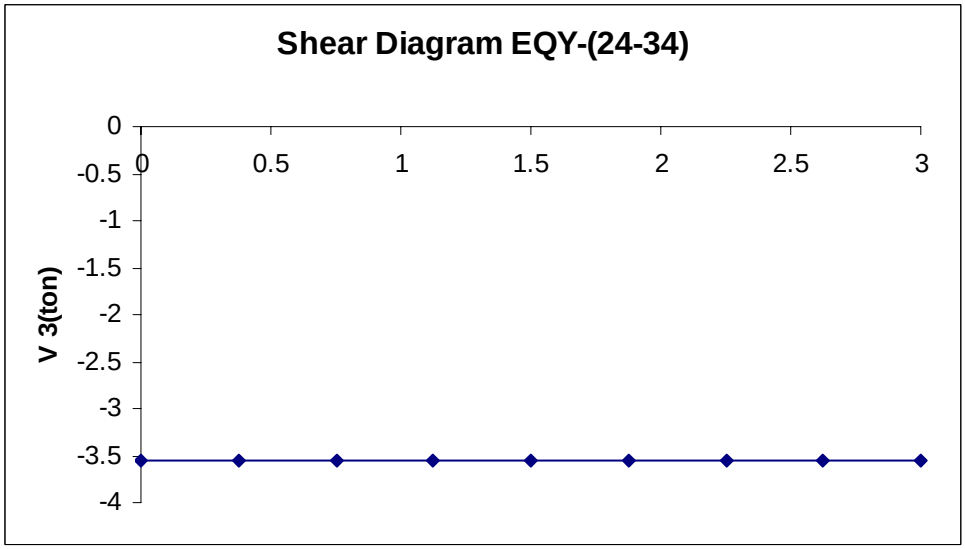

Shear Diagram Dead(24-34)
V 3(ton)
5
4.5
4
3.5
3
2.5
2
1.5
1
0.5
0
0
0.5
1
1.5
2
2.5
3
4.64


Shear Diagram Live(24-34)
V 3(ton.m)
1.4
1.2
1
0.8
0.6
0.4
0.2
0
0
0.5
1
1.5
2
2.5
3
1.20


Shear Diagram EQX+(24-34)
V 2(ton)
0
-1
-2
-3
-4
-5
-6
0
0.5
1
1.5
2
2.5
3
-5.11


Shear Diagram EQX-(24-34)
V 2(ton)
6
5
4
3
2
1
0
0
0.5
1
1.5
2
2.5
3


Shear Diagram EQY+(24-34)
V 3(ton)
4
3.5
3
2.5
2
1.5
1
0.5
0
0
0.5
1
1.5
2
2.5
3
3.55


Shear Diagram EQY-(24-34)
V 3(ton)
0
-0.5
-1
-1.5
-2
-2.5
-3
-3.5
-4
0
0.5
1
1.5
2
2.5
3