راهنمای طراحی میل پرچم

مولف: سید صادق علوی

بر اساس استاندارد

ANSI

ارسال شده مختص وبسایت Civil808

www.Civil808.com

مقدمه

بارگذاری میل پرچم بر اساس استاندارد *ANSI* و بر اساس دستورالعمل ویژه آن انجام می شود. پرچم در واقع نماد تمامیت ارضی و اقتدار یک کشور می باشد، بنابراین شایسته است این نماد در خور نام و اعتبار آن کشور تهیه شده و به معرض دید گذاشته شود. بهتر است پرچم های ویژه در مناطق مرزی و مورد مناقشه قرار داده شود، تا بدینوسیله چشم طمع بیگانگان از کشور دور شود.

در حال حاضر استفاده از مقاطع چند وجهی به ویژه جهت میل پرچم های بلند بسیار باب شده است. حتماً تا به حال دکل ها و پایه های روشنایی ساخته شده از این مقاطع را مشاهده کرده اید. شکل زیر نمونه ساخته شده از این مقاطع را نشان می دهد.

مزایای استفاده از مقاطع چند وجهی

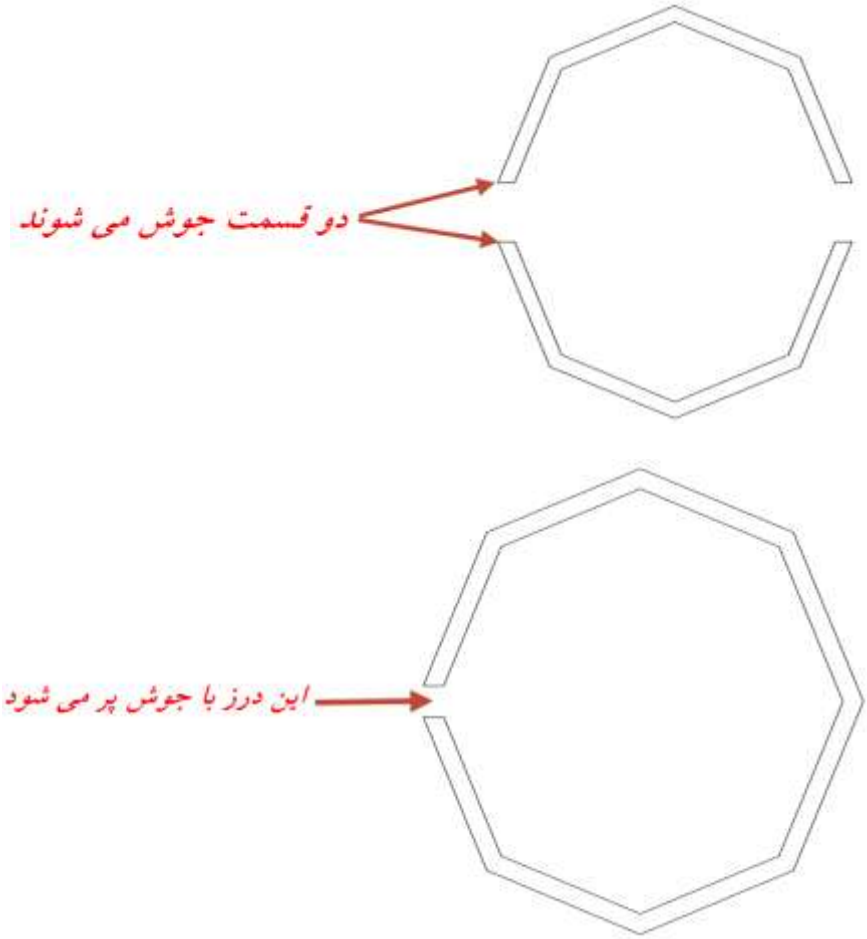
- ✓ تولید آسان و سریع بدون نیاز به تجهیزات گرانقیمت
- ✓ مونتاژ سریع و آسان بدون نیاز به تجهیزات گرانقیمت
- ✓ تنوع در شکل و ابعاد مطابق با نیاز پروژه
- ✓ داشتن ظاهر مناسب و سازگار با مبلمان شهری
- ✓ مقاومت بالا در برابر عوامل محیطی
- ✓ قابلیت مونتاژ و دمونتاژ سریع و آسان
- ✓ حمل و نقل آسان
- ✓ نصب و برپایی آسان بدون نیاز به تجهیزات ویژه
- ✓ تضمین کیفیت به جهت عدم نیاز به عملیات اجرایی در محل
- ✓ قابلیت تولید انبوه در کوتاه ترین زمان ممکن

روند تولید مقاطع چند وجهی

تولید این مقاطع بسیار ساده بوده و نیاز به تجهیزات آنچنانی ندارد. ابتدا ورق خام را به شکل مورد نظر به وسیله دستگاه خم کن فرم می دهند، سپس درزهای موجود به کمک جوش پر می شود و در نهایت سطوح اعضاء رنگ آمیزی شده یا اینکه گالوانیزه گرم می شود، که مورد دوم رواج بیشتری دارد.

در صورتی که ابعاد مقطع بزرگ باشد، مقطع را از ۲ و حتی ۴ ورق می سازند، که در این حالت طبیعتاً تعداد درزها افزایش می یابد.

فرم دادن ورق سرد در کارخانه

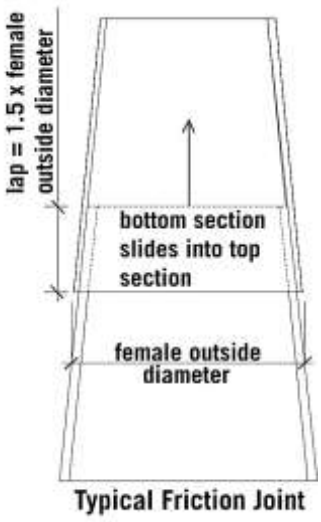


پر کردن درز به کمک جوش

گالوانیز کردن مقطع چند وجهی

به دلیل محدودیت اجرایی و سهولت در حمل، این اعضا در چند بخش ساخته شده و در محل مونتاژ می شوند. جهت مونتاژ بخش ها دو روش وجود دارد، یکی استفاده از اتصالات فلنجی و روش دوم استفاده از خاصیت اصطکاک جداره می باشد. استفاده از روش دوم به ویژه در نمونه های کوچک تر مقبولیت بیشتری دارد، به دلیل اینکه اثر نامطلوبی در ظاهر میل پرچم ندارد. معمولاً بخش ها در طول های ۶ متری تولید شده و در محل به وسیله جک هیدرولیکی و به کمک کابل و یا زنجیر مونتاژ می شوند.

شکل زیر کلیات وصله دو قطعه به روش اصطکاک جداره را نشان می دهد. همانطور که در شکل نیز مشخص شده، طول همپوشانی حداقل بایستی ۱/۵ برابر قطر قسمت تحتانی بخش ماده باشد.(عضو فوقانی)



طول مورد نیاز جهت همپوشانی دو بخش

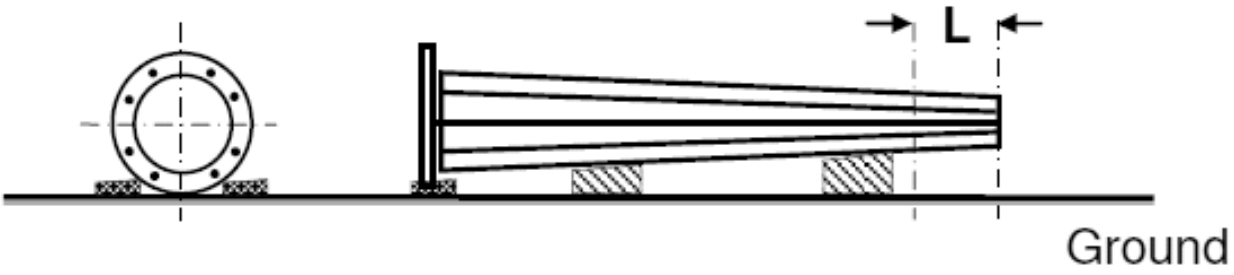
همانطور که گفته شد، بخش ها در کارخانه ساخته شده، سپس به محل اجرا حمل شده و در محل مونتاژ می شوند. بنابراین پیش از عزیمت به محل نصب پروژه، از چند مورد باید اطمینان حاصل شود.

- ✓ تهیه جرثقیل با ظرفیت مناسب
- ✓ داشتن کابل و یا زنجیر با مقاومت کافی(جهت مونتاژ کردن بخش ها)
- ✓ حضور حداقل ۳ نفر کارگر در محل
- ✓ به همراه داشتن جک هیدورلیکی مناسب

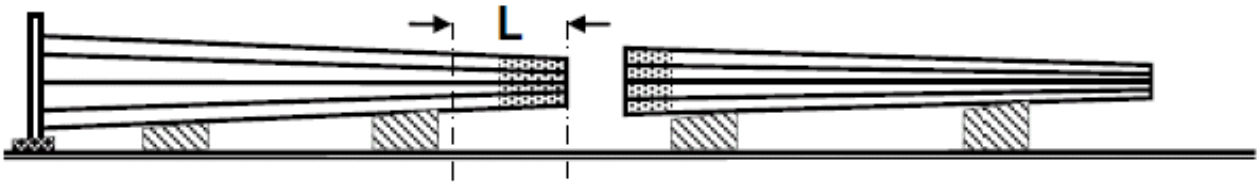
*هنگام تخلیه بخش ها از تراک حامل، از پرتاب آنها بر روی زمین خودداری کنید. به دلیل ضخامت کم جداره این عمل آسیب جدی به میل پرچم وارد خواهد کرد.

همانطور که گفته شد، طول همپوشانی برابر با ۱/۵ برابر قطر بخش ماده می باشد. مقدار مجاز خطا ۱۰٪ می باشد. بنابراین بهتر است طول همپوشانی در اجرا ۱۰٪ بیشتر از طول محاسباتی در نظر گرفته شود. با هم نحوه مونتاژ یک میل پرچم در محل را به صورت مصور مرور خواهیم کرد.

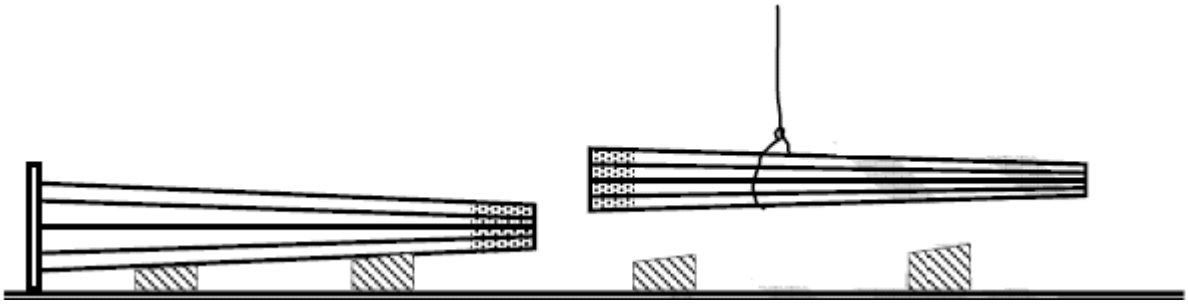
ابتدا روی بخش نر به اندازه طول همپوشانی به وسیله گچ یا ماژیک تابلو علامت گذاری می شود.



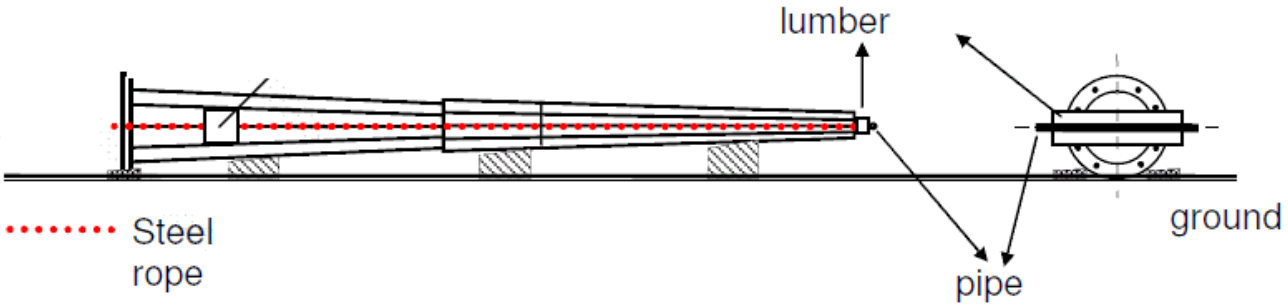
چندین روش برای جک کردن(جهت مونتاژ بخش ها) وجود دارد. بنابراین بسته به نوع طراحی، ابعاد مقاطع و تجهیزات بایستی روش مناسب اتخاذ شود. استفاده از جک های مکانیکی می تواند یک روش مناسب باشد.



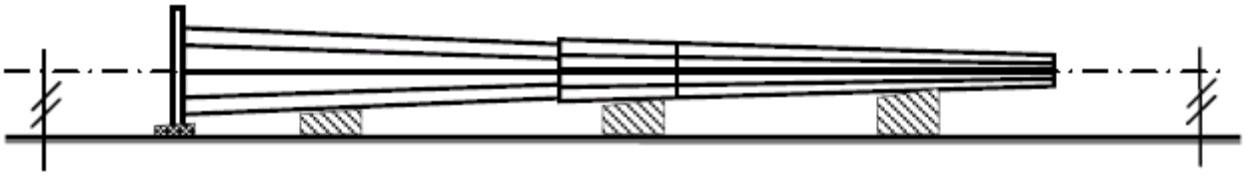
پیمانکار می تواند در صورت صلاحدید دستگاه نظارت از مواد روان ساز جهت مونتاژ کردن قطعات استفاده نماید. مواد لغزنده نباید موجب لکه گذاری و زنگ زدگی قطعات شوند. عواقب ناشی از به کار بردن روان ساز متوجه شخص پیمانکار خواهد بود.



بخش ماده باید به نحوی قرار گیرد که انتهای بزرگتر آن در مجاورت انتهای کوچکر قسمت نر واقع شود. نحوه قرار گیری دو قسمت را طور تنظیم می کنیم که درزهای جوش در امتدا هم واقع شوند. نیروی جک کردن بایستی به صورت یکنواخت باشد. جک کردن را تا زمانی که همپوشانی به حد نهایی برسد ادامه می دهیم.



شکل زیر دو بخش تحتانی را پس مونتاژ کردن نشان می دهد. به کاهش طول نهایی ناشی از همپوشانی توجه بفرمایید.



جک زدن و مونتاژ بخش تحتانی میل پرچم

بارهای عمده وارد بر میل پرچم بار مرده ناشی از وزن میله و بار باد وارد بر میله و خود پرچم می باشد. به دلیل اینکه وزن سازه قابل ملاحظه نیست از بارگذاری لرزه ای صرف نظر می کنیم. همانطور که گفته شد در حال حاضر معتبرترین استاندارد در زمینه تخمین بار وارد بر پرچم، استاندارد *ANSI* می باشد.

بار باد وارد بر میل پرچم

$$W_P = 0.07 \times V^2 \times C_h \times D$$

W_P نیروی وارد بر میل پرچم بر اساس دکانیوتن بر متر

V سرعت مبنای باد بر حسب متر بر ثانیه

D قطر میل پرچم بر حسب متر

C_h ضریب ارتفاع

بار باد وارد بر پرچم

برای پرچم های از جنس نایلون و کتان

$$W_F = 0.008 \times V^2 \times \sqrt{A_F} \times C_h$$

برای پرچم های از جنس پلی استر

$$W_F = 0.012 \times V^2 \times \sqrt{A_F} \times C_h$$

$$C_h = 0.62 \times Z^{0.21} \ \ for \ \rightarrow 5m < Z \leq 274m$$

$$C_h = 0.86 \ \ for \ \rightarrow Z \leq 5m$$

W_F منتجه بار باد وارد بر پرچم بر اساس دکانیوتن

V سرعت مبنای باد بر حسب متر بر ثانیه

A_F مساحت پرچم بر حسب متر مربع

C_h ضریب ارتفاع

ابعاد مناسب پرچم با توجه به ارتفاع میل پرچم

ارتفاع میل پرچم	ابعاد مناسب پرچم به صورت تقریبی
$5\ m$	$0.9m \times 1.5\ m$
$6\ m$	$1.2m \times 1.8\ m$
$7.5\ m$	$1.5m \times 2.4\ m$
$9\ m$	$1.8m \times 3\ m$
$10.5\ m$	$1.8m \times 3\ m$
$12\ m$	$2.4m \times 3.6\ m$
$13.5\ m$	$2.4m \times 3.6\ m$
$15\ m$	$3m \times 4.5\ m$
$18\ m$	$3.6m \times 5.4\ m$
$21\ m$	$3.6m \times 5.4\ m$
$24\ m$	$4.5m \times 7.5\ m$

در ادامه سازه یک میل پرچم را به صورت گام به گام طراحی خواهیم کرد. این پرچم در حومه شهر بوشهر واقع شده است. پایه پرچم بنا به سفارش کارفرما دارای ارتفاعی برابر با ۵۰ متر از روی تراز فوقانی فونداسیون می باشد.

بدیهی است که به دلیل کاهش برش و لنگر ناشی از باد بر میله از تراز تحتانی به سمت بالا به ابعاد کوچکتری نیاز خواهیم داشت. به عنوان یک حدس اولیه و به جهت برآورد میزان بار وارده عرض پایه را در ابتدا ۸۰ سانتیمتر و در انتها ۲۰ سانتیمتر در نظر می گیریم.

با توجه به ارتفاع میل پرچم ابعاد مناسب پرچم را به صورت زیر انتخاب می کنیم.

$$Z = 50\ m \ \rightarrow use\ 9m \times 15m\ flag$$

با فرض اینکه جنس پرچم از پلی استر باشد، کل نیروی وارد بر خود پرچم برابر خواهد شد با :

$$W_F = 0.012 \times V^2 \times \sqrt{A_F} \times C_h$$

$$C_h = 0.62 \times Z^{0.21} = 0.62 \times (50)^{0.21} = 1.4$$

*سرعت مبنای باد در شهر بوشهر برابر با ۱۰۰ کیلومتر بر ساعت می باشد.

*فشار مبنای باد در شهر بوشهر برابر با ۵۰ دکانیوتن بر متر مربع می باشد.

$$W_F = 0.012 \times \left(\frac{100}{3.6}\right)^2 \times \sqrt{9 \times 15} \times 1.4 \approx 150\ Kg.f$$

محل اثر این نیرو به صورت متمرکز و به فاصله نصف عرض پرچم از نوک میل پرچم می باشد.

همچنین بار وارد بر میل پرچم برابر خواهد بود با :

$$W_P = 0.07 \times V^2 \times C_h \times D$$

جهت بارگذاری، میل پرچم را به ۶ بخش تقسیم می کنیم.

جهت ۵ متر تحتانی خواهیم داشت :

$$C_h = 0.86\ \ for\ \rightarrow Z = 5m$$

$$@\ Z = 0\ \rightarrow\ W_P = 0.07 \times \left(\frac{100}{3.6}\right)^2 \times 0.86 \times 0.8 \approx 37\ Kg.f/m$$

$$@\ Z = 5m\ \rightarrow\ W_P = 0.07 \times \left(\frac{100}{3.6}\right)^2 \times 0.86 \times 0.74 \approx 34\ Kg.f/m$$

$$@\ Z = 10m\ \rightarrow C_h = 0.62 \times Z^{0.21} = 0.62 \times (10)^{0.21} \approx 1$$

$$W_P = 0.07 \times \left(\frac{100}{3.6}\right)^2 \times 1 \times 0.68 \approx 37\ Kg.f/m$$

$$@\ Z = 20m\ \rightarrow C_h = 0.62 \times Z^{0.21} = 0.62 \times (20)^{0.21} \approx 1.16$$

$$W_P = 0.07 \times \left(\frac{100}{3.6}\right)^2 \times 1.16 \times 0.56 \approx 35\ Kg.f/m$$

$$@\ Z = 30m\ \rightarrow C_h = 0.62 \times Z^{0.21} = 0.62 \times (30)^{0.21} \approx 1.27$$

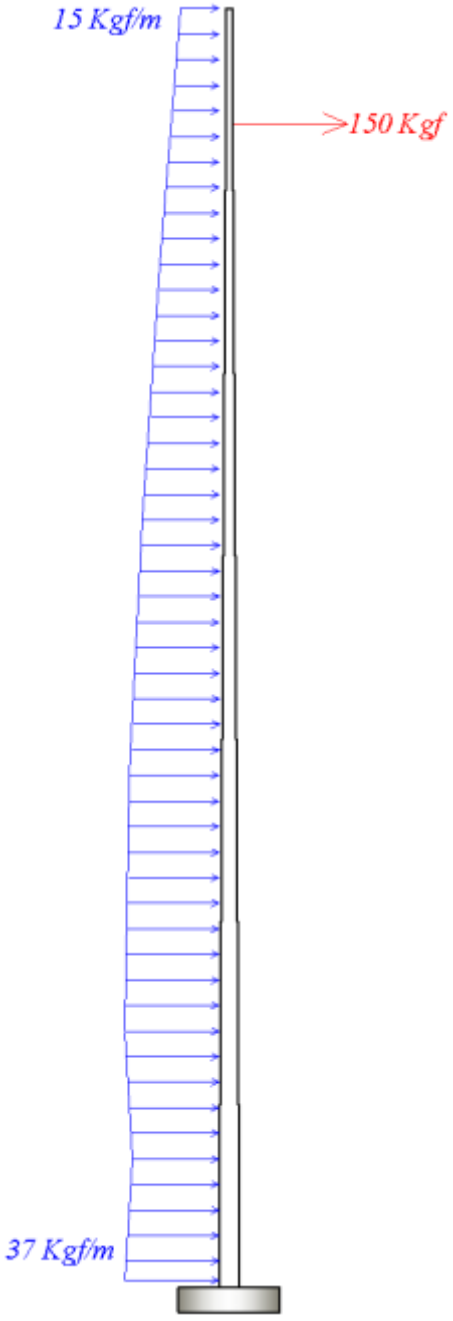
$$W_P = 0.07 \times \left(\frac{100}{3.6}\right)^2 \times 1.27 \times 0.44 \approx 30\ Kg.f/m$$

$$@\ Z = 40m\ \rightarrow C_h = 0.62 \times Z^{0.21} = 0.62 \times (40)^{0.21} \approx 1.35$$

$$W_P = 0.07 \times \left(\frac{100}{3.6}\right)^2 \times 1.35 \times 0.32 \approx 23\ Kg.f/m$$

$$@\ Z = 50m \rightarrow C_h = 0.62 \times Z^{0.21} = 0.62 \times (50)^{0.21} \approx 1.4$$

$$W_P = 0.07 \times \left(\frac{100}{3.6}\right)^2 \times 1.4 \times 0.2 \approx 15\ Kg.f/m$$



بار باد وارد بر میل پرچم و منتجه بارباد وارد بر خود پرچم

بنابراین برش و لنگر پای میل پرچم برابر خواهد شد با :

$$V = \left\{\left(\frac{37+34}{2}\right)\times 5 + \left(\frac{34+37}{2}\right)\times 5 + \left(\frac{37+35}{2}\right)\times 10 + \left(\frac{35+30}{2}\right)\times 10 + \left(\frac{30+23}{2}\right)\times 10 + \left(\frac{23+15}{2}\right)\times 10\right\} + 150$$

$$\rightarrow V = 1645\ Kgf$$

$$M = \left\{\left(\frac{37+34}{2}\right)\times 5\times 2.5 + \left(\frac{34+37}{2}\right)\times 5\times 7.5 + \left(\frac{37+35}{2}\right)\times 10\times 15 + \left(\frac{35+30}{2}\right)\times 10\times 25 + \left(\frac{30+23}{2}\right)\times 10\times 35 + \left(\frac{23+15}{2}\right)\times 10\times 45\right\} + 150\times 45.5$$

$$\rightarrow M = 39950\ Kgf.m$$

قصد داریم میل پرچم را از ۶ بخش تهیه کنیم. بنابراین با توجه به طول همپوشانی مورد نیاز جهت وصله ها طول آخرین بخش را تعیین می کنیم. طول ۵ بخش تحتانی را ۹ متر در نظر گرفته و در انتها طول آخرین بخش را با لحاظ طول همپوشانی بخش های تحتانی به ترتیبی که گفته خواهد شد تعیین می کنیم.

به این منظور نیاز است که قطر میل پرچم در محل وصله را بدانیم. تعیین قطر به وسیله قضیه تالس به راحتی انجام می شود. بنابراین از پرداختن به آن صرف نظر می کنیم.

در صورتی که طول قسمت اول را ۹ متر در نظر بگیریم، قطر میل پرچم در انتهای این بخش برابر خواهد شد با :

$$D = 69\ cm$$

$$\rightarrow Required\ over\ lap\ lenght\ is\ \rightarrow l = 1.5D\times 110\% = 1.5\times 69\times 1.1 \approx 115\ cm$$

برای ۹ متر دوم خواهیم داشت :

$$D = 58\ cm$$

$$\rightarrow Required\ over\ lap\ lenght\ is\ \rightarrow l = 1.5D\times 110\% = 1.5\times 58\times 1.1 \approx 95\ cm$$

برای ۹ متر سوم خواهیم داشت :

$$D = 48\ cm$$

$$\rightarrow Required\ over\ lap\ lenght\ is\ \rightarrow l = 1.5D\times 110\% = 1.5\times 48\times 1.1 \approx 80\ cm$$

برای ۹ متر چهارم خواهیم داشت :

$$D = 37\ cm$$

$$\rightarrow Required\ over\ lap\ lenght\ is\ \rightarrow l = 1.5D \times 110\% = 1.5 \times 37 \times 1.1 \approx 60\ cm$$

برای ۹ متر پنجم خواهیم داشت :

$$D = 26\ cm$$

$$\rightarrow Required\ over\ lap\ lenght\ is\ \rightarrow l = 1.5D \times 110\% = 1.5 \times 26 \times 1.1 \approx 40\ cm$$

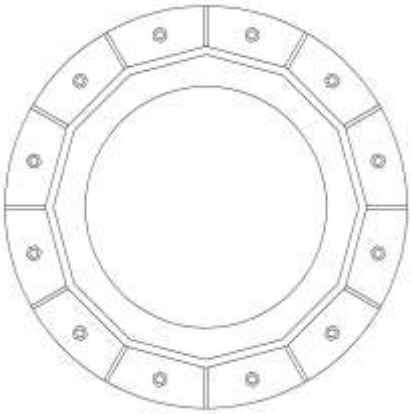
بنابراین طول آخرین بخش برابر خواهد شد با :

$$l = 50 - (5 \times 9) + (1.15 + 0.95 + 0.8 + 0.6 + 0.4) = 8.9\ m \approx 9m$$

ضخامت مورد نیاز هر بخش به راحتی با یک مدلسازی اجزاء محدود تعیین می شود.

بنابراین از پراختن به این بخش صرف نظر کرده و در ادامه صفحه ستون را طراحی کرده و در انتها ابعاد مورد نیاز فونداسیون را تعیین می کنیم.

در این نوع سازه ها به غالباً بیس پلیت با فاصله از روی فونداسیون اجرا می شود. بنابراین بیس پلیت متکی بر فونداسیون نبوده و روش تحلیل آن از بیس پلیت های سنتی متفاوت می باشد. در صورتی که فضای بین بیس پلیت و فونداسیون بیش از قطر بولتها باشد، کفایت خمشی بولتها نیز باید مورد بررسی قرار گیرد.



*حفره مرکزی جهت امکان جک زدن و مونتاژ میل پرچم تعبیه شده است.

ماکزیمم نیروی ایجاد شده در بولتها از رابطه زیر محاسبه خواهد شد.

$$F_{max} = 0.75 \times \left(\frac{P}{n} \pm \frac{M \times y_{max}}{I}\right)$$

$$I = \sum_{1}^{n} y^2$$

F_{max} ماکزیمم نیروی ایجاد شده در دور ترین بولت

P نیروی محوری ناشی از وزن میل پرچم

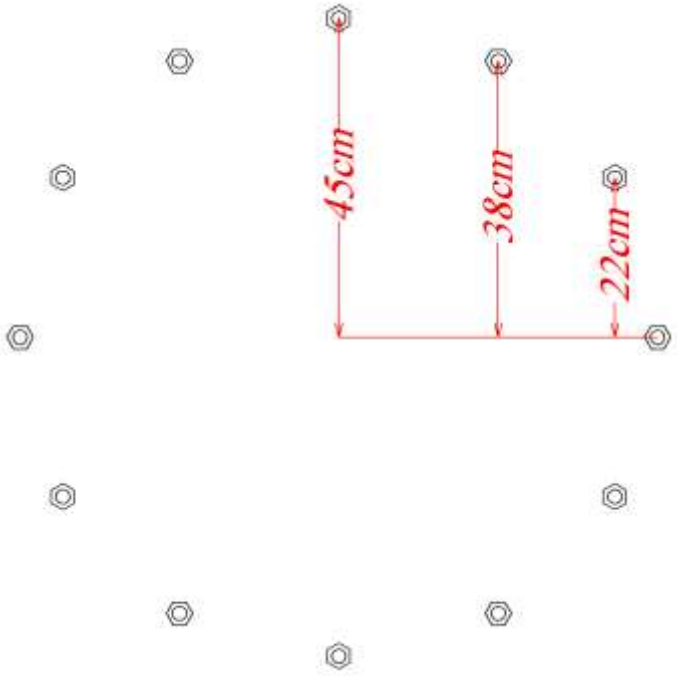
n تعداد بولتها

M لنگر پای میل پرچم ناشی از باد

y_{max} فاصله بولتها از مرکز هندسی بیس پلیت

I ممان اینرسی مجموعه بولتها

*در صورتی که از ۱۲ بولت استفاده کنیم و قطر خارجی بیس پلیت را ۱۰۰ سانتیمتر در نظر بگیریم، خواهیم داشت :



$$I = \{4 \times (22^2 + 38^2)\} + \{2 \times 45^2\} = 11762\ cm^4$$

در صورتی که ضخامت جداره میل پرچم را به صورت متوسط ۵ میلی متر در نظر بگیریم خواهیم داشت :

$$P = W_{pole} = 50 \times \frac{(0.8 + 0.2)\pi}{2} \times 0.005 \times 7850 \approx 3080\ Kg$$

$$F_{max} = 0.75 \times \left(\frac{3080}{12} + \frac{39950 \times 100 \times 45}{11762}\right) \approx 11655\ Kg$$

از طرفی تنش مجاز کششی بولتها برابر است با :

$$F_t = 0.33F_u$$

در صورت استفاده فولاد $AIII$ جهت بولتها خواهیم داشت :

$$F_t = 0.33 \times 5200 = 1716\ Kg/cm^2$$

بنابراین سطح مقطع هر بولت برابر خواهد شد با :

$$A_b = \frac{F_{max}}{F_t} = \frac{11655}{1716} = 6.79\ cm^2$$

بنابراین قطر لازم جهت بولتها برابر خواهد شد با :

$$d = \sqrt{\frac{4 \times A_b}{\pi}} = 2.94\ cm \approx 30\ mm$$

به دلیل وجود حفره مرکزی، بیس پلیت انعطاف پذیر محسوب می شود، بنابراین تنش برشی ایجاد شده در هر بولت برابر خواهد شد با :

$$F_v = \frac{2V}{n}$$

$$F_v = \frac{2 \times 1645}{12} = 274\ Kg/cm^2$$

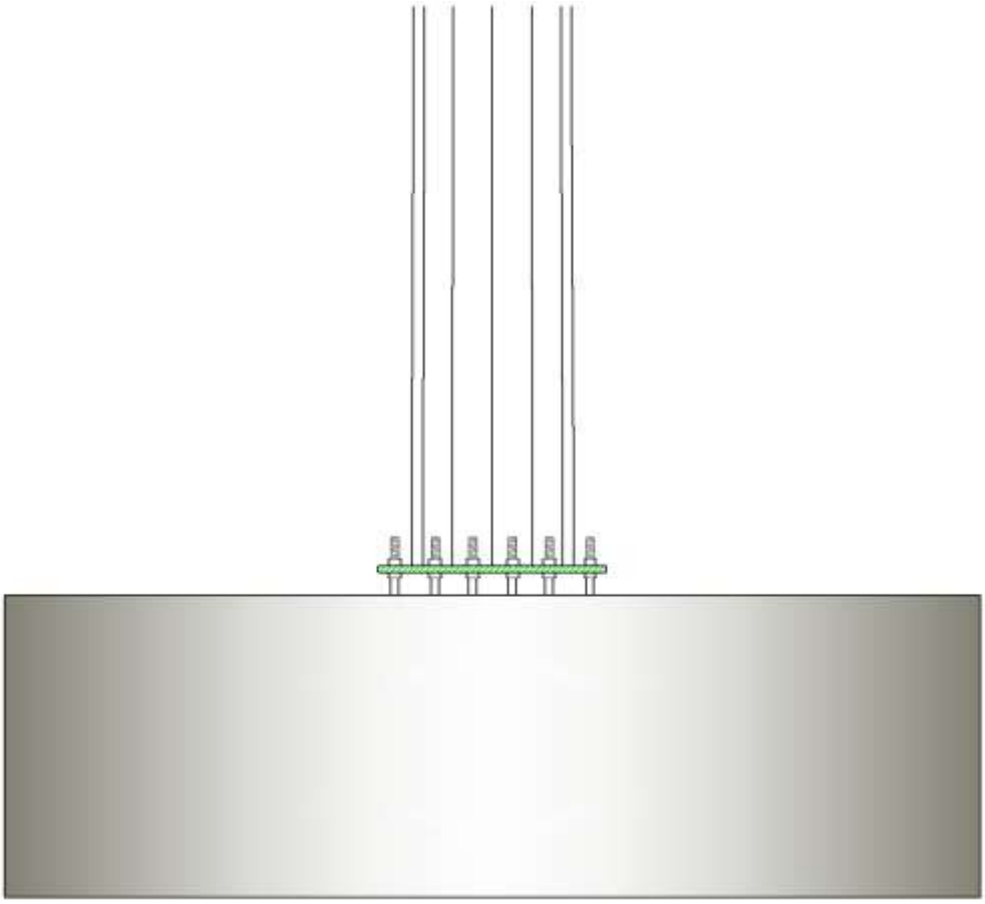
از طرفی تنش برشی مجاز در بولتها برابر است با :

$$F_v = 0.17F_u$$

$$F_v = 0.17 \times 5200 = 884\frac{Kg}{cm^2} > 274\ OK$$

همانطور که ملاحظه می کنید، بولتها در برابر برش کفایت لازم را دارا می باشند.

*البته بهتر است تعداد بولتها را افزایش داده و در عوض قطر را کاهش داد، بدینوسیله طول مهاری بولت کاهش خواهد یافت. چون تامین طول مهاری جهت بولتی با این قطر نیازمند فونداسیونی بسیار عمیق می باشد.



تعیین ابعاد فونداسیون

ابعاد فونداسیون را با توجه به لنگر واژگونی و ضریب اطمینان مربوطه تعیین می کنیم.

$$F.S = \frac{M_R}{M_o} \geq 1.75$$

$$M_o = 39950\ Kg.m$$

در صورت استفاده از فونداسیون دایره ای به قطر ۴ متر و ارتفاع ۱/۲ متر خواهیم داشت :

$$M_R = \left\{3080 + \left(\frac{4^2 \times \pi \times 1.2 \times 2400}{4}\right)\right\} \times 2 = 78506\ Kg.m$$

بنابراین ضریب اطمینان موجود برابر خواهد بود با :

$$F.S = \frac{78506}{39950} = 1.96 \geq 1.75\ OK$$

استقرار میل پرچم بر روی فونداسیون و سفت کردن مهره ها

نصب چراغ هشدار بر فراز میل پرچم، جهت جلوگیری از برخورد هواگرد به میل پرچم در طول شب