Toplink

شرکت راستین رابط خوب

واحد طراحی

موضوع:

گزارش محاسبات و طرح لرزه‌ای برای ساپورت‌های نگهدارنده تأسیسات میکانیکی – برقی

پـــروژه:

پرند مال

آذر ماه ۱۳۹۹

فهرست مطالب

۱ بارگذاری ۳

۱-۱- محاسبه بارهای ثقلی ساپورت‌های نگهدارنده تأسیسات مکانیکی-برقی ۵

۱-۲- محاسبه بارهای زلزله ۱۱

۲-۱- مدل‌سازی و کنترل طرح ساپورت‌های نگهدارنده ۷، ۸ و ۱۸ ارائه شده توسط پیمانکار پروژه (مقاوم‌سازی نشده) ۱۲

۲-۲- ارائه طرح مقاوم‌سازی برای ساپورت‌های نگهدارنده ۷، ۸ و ۱۸ ارائه شده توسط شرکت راستین رابط خوب ۱۳

۳- راهنمای طراحی و کنترل طرح مقاوم‌سازی ساپورت نگهدارنده ۸ (Support Type 8) مطابق با مبحث دهم مقررات ملی ساختمان (طرح و اجرای ساختمان‌های فولادی) ۱۴

۴- طراحی اتصالات: ۱۷

۵- ارائه طرح مقاوم‌سازی برای ساپورت نگهدارنده ۷ ارائه شده توسط شرکت راستین رابط خوب (مقاوم‌سازی شده) ۱۹

۶-۱- مدل‌سازی و کنترل طرح ساپورت‌های نگهدارنده ۱۱ ارائه شده توسط پیمانکار پروژه (مقاوم‌سازی نشده) ۲۱

۶-۲- ارائه طرح مقاوم‌سازی برای ساپورت نگهدارنده ۱۱ ارائه شده توسط شرکت راستین رابط خوب ۲۲

۷-۱- مدل‌سازی و کنترل طرح ساپورت‌های نگهدارنده ۱۲ و ۱۳ ارائه شده توسط پیمانکار پروژه (مقاوم‌سازی نشده) ۲۳

۷-۲- ارائه طرح مقاوم‌سازی برای ساپورت‌های نگهدارنده ۱۲ و ۱۳ ارائه شده توسط شرکت راستین رابط خوب ۲۳

۱- بارگذاری

این گزارش فنی به منظور کنترل طرح اولیه ارائه شده توسط پیمانکار از ساپورت‌های نگهدارنده تأسیسات میکانیکی – برقی پروژه پرند مال واقع در شهر پرند و ارائه طرح لرزه‌ای و اصلاح آنها جهت مقاوم‌سازی آنها تحت بارهای زلزله است. در این گزارش فنی روش تحلیل، استاتیکی خطی معادل و معیار کنترل و طراحی، باقی ماندن ساپورت‌های نگهدارنده تاسیسات در محدوده رفتار ارتجاعی (الاستیک) است.

جدول ۱ –انواع بارگذاری

#	Load Case Type	Name in Model
1	Dead Load	DEAD
2	Live Load = 0.0	LIVE = 0.0
3	Earthquake Load (X)	EX
4	Earthquake Load (Y)	EY
5	Earthquake Load (Z)	EZ

جدول ۲ – ترکیبات بارگذاری

#	Load Combination
1	1.4 DEAD
2	1.2 DEAD + EX + EZ
3	1.2 DEAD + EX - EZ
4	1.2 DEAD - EX + EZ
5	1.2 DEAD - EX - EZ
6	1.2 DEAD + EY + EZ
7	1.2 DEAD + EY - EZ
8	1.2 DEAD - EY + EZ
9	1.2 DEAD - EY -EZ
10	0.9 DEAD + EX + EZ
11	0.9 DEAD + EX - EZ
12	0.9 DEAD - EX + EZ
13	0.9 DEAD - EX - EZ
14	0.9 DEAD + EY + EZ
15	0.9 DEAD + EY - EZ
16	0.9 DEAD - EY + EZ
17	0.9 DEAD - EY - EZ
18	1.2 DEAD + 0.3 EX + EY+EZ
19	1.2 DEAD + 0.3 EX - EY+EZ
20	1.2 DEAD - 0.3 EX + EY+EZ
21	1.2 DEAD - 0.3 EX - EY+EZ
22	1.2 DEAD + EX + 0.3 EY+EZ
23	1.2 DEAD + EX - 0.3 EY+EZ
24	1.2 DEAD - EX + 0.3 EY+EZ
25	1.2 DEAD - EX - 0.3 EY+EZ
26	1.2 DEAD + 0.3 EX + EY-EZ

27	1.2 DEAD + 0.3 EX - EY-EZ
28	1.2 DEAD - 0.3 EX + EY-EZ
29	1.2 DEAD - 0.3 EX - EY-EZ
30	1.2 DEAD + EX + 0.3 EY-EZ
31	1.2 DEAD + EX - 0.3 EY-EZ
32	1.2 DEAD - EX + 0.3 EY-EZ
33	1.2 DEAD - EX - 0.3 EY-EZ
34	0.9 DEAD + 0.3 EX + EY+EZ
35	0.9 DEAD + 0.3 EX - EY+EZ
36	0.9 DEAD - 0.3 EX + EY+EZ
37	0.9 DEAD - 0.3 EX - EY+EZ
38	0.9 DEAD + EX + 0.3 EY+EZ
39	0.9 DEAD + EX - 0.3 EY+EZ
40	0.9 DEAD - EX + 0.3 EY+EZ
41	0.9 DEAD - EX - 0.3 EY+EZ
42	0.9 DEAD + 0.3 EX + EY-EZ
43	0.9 DEAD + 0.3 EX - EY-EZ
44	0.9 DEAD - 0.3 EX + EY-EZ
45	0.9 DEAD - 0.3 EX - EY-EZ
46	0.9 DEAD + EX + 0.3 EY-EZ
47	0.9 DEAD + EX - 0.3 EY-EZ
48	0.9 DEAD - EX + 0.3 EY-EZ
49	0.9 DEAD - EX - 0.3 EY-EZ

۱-۱- محاسبه بارهای ثقلی ساپورت‌های نگهدارنده تأسیسات مکانیکی-برقی (Dead and Live Load)

جدول ۳–جزئیات محاسبات بارهای ثقلی اعمال شده به تیرهای افقی از سازه نگهدارنده ۱۸

SUPPORT TYPE 18								
Equipment		1	2	3	4	5	6	7
Type	Support	Pipe	Pipe	Pipe	Pipe	Pipe	Tray	Tray
SPECIFICATION		Bottom Beam					Mid Beam	Top Beam
Name	Support	5”	4”	2 ½”	1 ¼”	3/4”	CT-30+40	CT-30+40
Number	-	2	1	2	1	2	1	1
Diameter (mm)	-	141.3	114.3	73	42.2	26.7	-	-
Thickness (mm)	-	6.55	6.02	5.16	3.56	2.87	1.5	1.5
Total Unit Weight (KN/m)	-	0.689	0.241	0.232	0.0432	0.0404	0.2	0.2
Support Spacing (m)	-	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5
Distributed Pipe Length for each Support (m)	-	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5
Pipe Weight (KN)	-	1.076	0.397	0.427	0.084	0.083	-	-
Water Weight (KN)	-	0.645	0.205	0.154	0.024	0.017	-	-
DEAD LOAD (KN)	0.1	1.7214	0.603	0.581	0.108	0.101	0.5	0.5
Total DEAD LOAD (KN)	0.1	3.114					0.5	0.5
W_p	4.214							
Loading Width (L ,m)	-	1.4					0.7	0.7
Distributed Dead Load (KN/m), Q_u	-	2.224					0.714	0.714
Point Dead Load (KN)	-	0.0					0.0	0.0
LIVE LOAD (KN)	-	0.0					0.0	0.0
Point Live Load (KN)	-	0.0					0.0	0.0

جدول ۴–جزئیات محاسبات بارهای ثقلی اعمال شده به تیرهای افقی از سازه نگهدارنده ۷

SUPPORT TYPE 7								
Equipment		1	2	3	4	5	6	7
Type	Support	Pipe	Pipe	Pipe	Pipe	Pipe	Pipe	Channel
SPECIFICATION		Bottom Beam						Top Beam
Name	Support	5”	4”	2 ½”	32 mm	20 mm	16 mm	52”×20”
Number	-	2	1	2	1	1	1	1
Diameter (mm)	-	141.3	114.3	73	32	20	16	-
Thickness (mm)	-	6.55	6.02	5.16	3.3	2.7	2.0	0.7
Total Unit Weight (KN/m)	-	0.689	0.241	0.232	0.0282	0.013	0.008	0.202
Support Spacing (m)	-	2.43	2.43	2.43	2.43	2.43	2.43	2.43
Distributed Pipe Length for each Support (m)	-	2.43	2.43	2.43	2.43	2.43	2.43	2.43
Pipe Weight (KN)	-	1.046	0.387	0.415	0.056	0.028	0.016	-
Water Weight (KN),	-	0.627	0.2	0.150	0.0123	0.004	0.003	-
DEAD LOAD (KN)	0.1	1.674	0.586	0.564	0.0685	0.0316	0.02	0.49
Total DEAD LOAD (KN)	0.1	2.95						0.49
W_p	3.54							
Loading Width (L , m)	-	1.4						1.32
Distributed Dead Load (KN/m), Q_u	-	2.11						0.371
Point Dead Load (KN)	-	0.0						0.0
LIVE LOAD (KN)	-	0.0						0.0
Point Live Load (KN)	-	0.0						0.0

جدول ۵–جزئیات محاسبات بارهای ثقلی اعمال شده به تیرهای افقی از سازه نگهدارنده ۸

SUPPORT TYPE 8										
Equipment		1	2	3	4	5	6	7	8	9
Type	Support	Pipe	Pipe	Pipe	Pipe	Pipe	Pipe	Tray	Tray	Channel
SPECIFICATION		Bottom Beam						Mid Beam		Top Beam
Name	Support	5”	4”	2 ½”	1 ¼”	3/4”	16 mm	CT-30+40	CT-30+40	52”×20”
Number	-	2	1	2	1	1	1	1	1	1
Diameter (mm)	-	141.3	114.3	73	42.2	26.7	16	-	-	-
Thickness (mm)	-	6.55	6.02	5.16	3.56	2.87	2.0	1.5	1.5	0.7
Total Unit Weight (KN/m)	-	0.689	0.241	0.232	0.043	0.02	0.008	0.205	0.205	0.202
Support Spacing (m)	-	2.92	2.92	2.92	2.92	2.92	2.92	2.92	2.92	2.92
Distributed Pipe Length for each Support (m)	-	2.92	2.92	2.92	2.92	2.92	2.92	2.92	2.92	2.92
Pipe Weight (KN)	-	1.257	0.464	0.498	0.098	0.049	0.019	-	-	-
Water Weight (KN)	-	0.754	0.240	0.180	0.028	0.010	0.003	-	-	-
DEAD LOAD (KN)	0.1	2.011	0.704	0.679	0.126	0.059	0.023	0.6	0.6	0.59
Total DEAD LOAD (KN)	0.1	3.6						0.6	0.6	0.59
W_p	5.49									
Loading Width (L , m)	-	1.4						0.7	0.7	1.32
Distributed Dead Load (KN/m), Q_u	-	2.57						0.86	0.86	0.445
Point Dead Load (KN)	-	0.0						0.0	0.0	0.0
LIVE LOAD (KN)	-	0.0						0.0	0.0	0.0
Point Live Load (KN)	-	0.0						0.0	0.0	0.0

جدول ۶–جزئیات محاسبات بارهای ثقلی اعمال شده به تیرهای افقی از سازه نگهدارنده ۱۱

SUPPORT TYPE 11									
Equipment		1	2	3	4	5	6	7	8
Type	Support	Pipe	Pipe		Pipe	Pipe	Pipe	Pipe	Channel
SPECIFICATION		Bottom Beam							Top Beam
Name	Support	5”	1 ½”	1”	3/4”	32 mm	20 mm	16 mm	52”×20”
Number	-	2	1	1	2	1	1	1	1
Diameter (mm)	-	141.3	48.3	33.4	26.7	32	20	16	-
Thickness (mm)	-	6.55	3.68	3.38	2.87	3.3	2.7	2.0	0.7
Total Unit Weight (KN/m)	-	0.689	0.053	0.03	0.02	0.0282	0.013	0.008	0.202
Support Spacing (m)	-	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5
Distributed Pipe Length for each Support (m)	-	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5
Pipe Weight (KN)	-	1.076	0.1	0.062	0.083	0.058	0.029	0.017	-
Water Weight (KN)	-	0.645	0.033	0.014	0.017	0.013	0.005	0.003	-
DEAD LOAD (KN)	0.1	1.722	0.133	0.076	0.101	0.07	0.033	0.02	0.505
Total DEAD LOAD (KN)	0.1	2.155							0.505
W_p	2.76								
Loading Width (L , m)	-	1.4							1.32
Distributed Dead Load (KN/m) Q_u	-	1.54							0.38
Point Dead Load (KN)	-	0.0							0.0
LIVE LOAD (KN)	-	0.0							0.0
Point Live Load (KN)	-	0.0							0.0

جدول ۷– جزئیات محاسبات بارهای ثقلی اعمال شده به تیرهای افقی از سازه نگهدارنده ۱۲

SUPPORT TYPE 12						
Equipment		1	2	3	4	5
Type	Support	Pipe	Pipe	Pipe	Pipe	Channel
SPECIFICATION		Bottom Beam				Top Beam
Name	Support	4”	2 ½”	1”	32 mm	34”×20”
Number	-	1	2	1	1	1
Diameter (mm)	-	114.3	73	33.4	32	-
Thickness (mm)	-	6.02	5.16	3.38	3.3	0.7
Total Unit Weight (KN/m)	-	0.241	0.232	0.03	0.0282	0.153
Support Spacing (m)	-	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2
Distributed Pipe Length for each Support (m)	-	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2
Pipe Weight (KN)	-	0.51	0.547	0.079	0.074	-
Water Weight (KN)	-	0.263	0.198	0.018	0.016	-
DEAD LOAD (KN)	0.1	0.772	0.743	0.097	0.09	0.49
Total DEAD LOAD (KN)	0.1	1.7				0.49
W_p	2.29					
Loading Width (L , m)	-	1.04				0.86
Distributed Dead Load (KN/m) Q_u	-	1.63				0.57
Point Dead Load (KN)	-	0.0				0.0
LIVE LOAD (KN)	-	0.0				0.0
Point Live Load (KN)	-	0.0				0.0

جدول ۸– جزئیات محاسبات بارهای ثقلی اعمال شده به تیرهای افقی از سازه نگهدارنده ۱۳

SUPPORT TYPE 13					
Equipment		1	2	3	4
Type	Support	Pipe	Pipe	Pipe	Channel
SPECIFICATION		Bottom Beam			Top Beam
Name	Support	4”	2 ½”	1 ¼”	32”×20”
Number	-	1	2	2	1
Diameter (mm)	-	114.3	73	42.2	-
Thickness (mm)	-	6.02	5.16	3.56	0.7
Total Unit Weight (KN/m)	-	0.241	0.232	0.0865	0.145
Support Spacing (m)	-	2.0	2.0	2.0	2.0
Distributed Pipe Length for each Support (m)	-	2.0	2.0	2.0	2.0
Pipe Weight (KN)	-	0.32	0.342	0.134	-
Water Weight (KN)	-	0.164	0.124	0.039	-
DEAD LOAD (KN)	0.1	0.483	0.466	0.173	0.29
Total DEAD LOAD (KN)	0.1	1.12			0.29
W_p	1.51				
Loading Width (L , m)	-	0.94			0.81
Distributed Dead Load (KN/m), Q_u	-	1.19			0.36
Point Dead Load (KN)	-	0.0			0.0
LIVE LOAD (KN)	-	0.0			0.0
Point Live Load (KN)	-	0.0			0.0

۱-۲- محاسبه بارهای زلزله

محاسبه بارهای زلزله ساپورت‌های نگهدارنده تأسیسات مکانیکی-برقی مطابق با فصل چهارم استاندارد ۲۸۰۰ انجام شد.

ضریب نیروی زلزله افقی:

$$C_{s_\min} = 0.3A(1+S)I_p \le C_{s_calc} = \frac{0.4a_pA(1+S)I_p}{R_{pu}}\left(1+2\frac{Z}{H}\right) \le C_{s_\max} = 1.6A(1+S)I_p$$

ضریب نیروی زلزله قائم:

$$C_{sv} = 0.2A(1+S)I_p$$

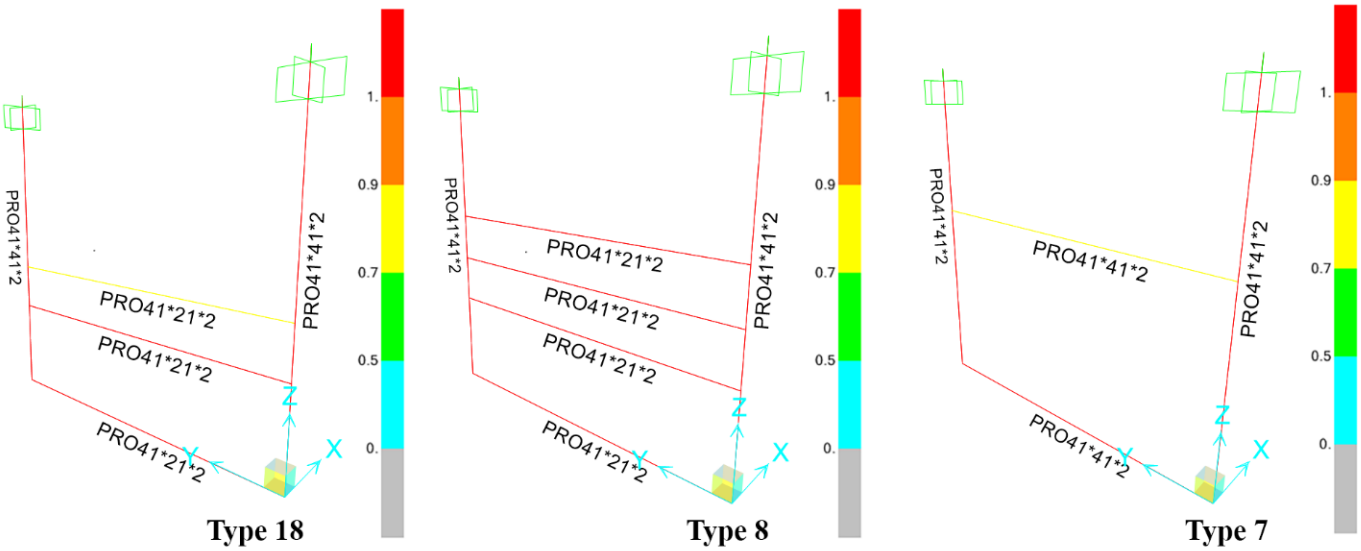
جدول ۹– جزئیات محاسبات بارهای اعمال شده به تیر افقی تحتانی از سازه نگهدارنده ۱۳

SEISMIC LOADS						
Z/H	1.0					
A	0.35					
I_p	1.4					
a_p	2.5					
S	1.5					
R_{pu}	4.5					
C_{s_min}	0.3675					
C_s	0.8167					
C_{s_max}	1.96					
$C_s = C_{sx} = C_{sy}$	0.8167					
C_{sv}	0.245					
Sopport	Type 7	Type 8	Type 18	Type 11	Type 12	Type 13
W_p (KN)	3.54	5.49	4.214	2.76	2.29	1.51
$\boldsymbol{F_{s_x}=F_{s_y}=C_sW_p}$ (KN)	2.891	4.484	3.442	2.254	1.87	1.233
$\boldsymbol{F_{s_z}=C_{sv}W_p}$ (KN)	0.867	1.345	1.032	0.676	0.561	0.37

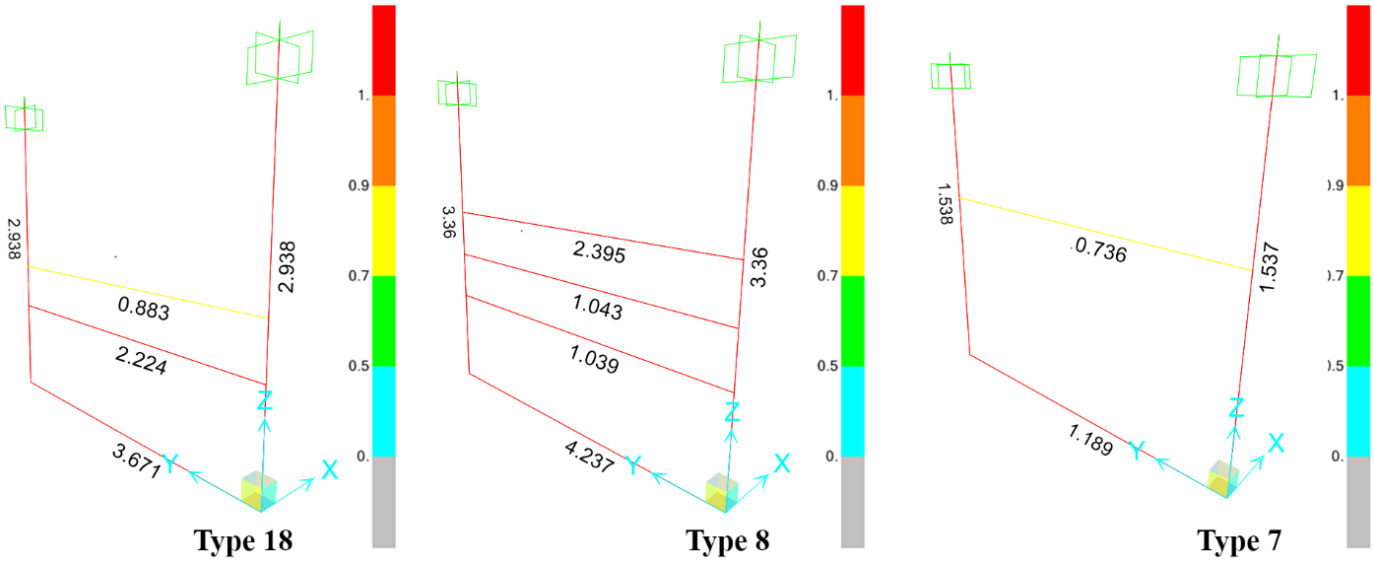
۲-۱ مدل‌سازی و کنترل طرح ساپورت‌های نگهدارنده ۷، ۸ و ۱۸ ارائه شده توسط پیمانکار پروژه (مقاوم‌سازی نشده)

- ✓ روش طراحی: LRFD
- ✓ مطابق با استاندارد AISC 360-10
- ✓ نرم‌افزار مدل‌سازی و طراحی: SAP2000 V19.2.1.

شکل ۲-۱(الف) – مشخصات مقاطع و سایز پروفیل‌ها (مقاوم‌سازی نشده)



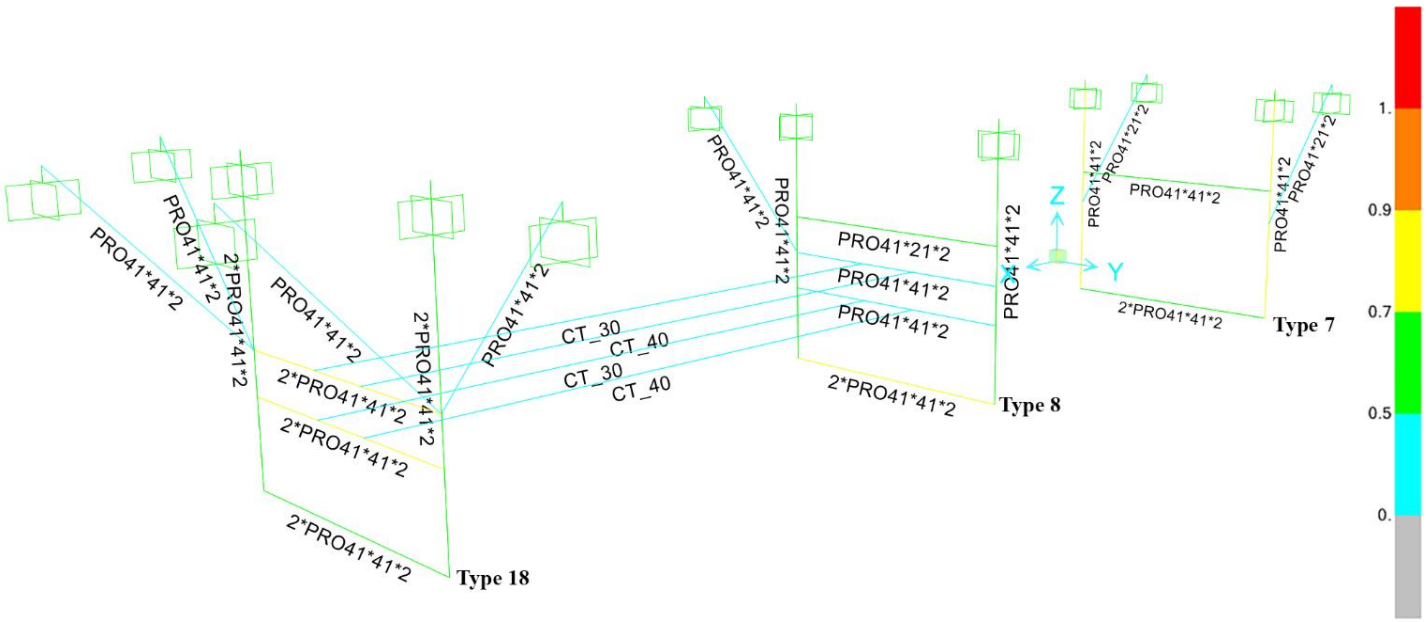
شکل ۲-۱(ب) – نمایش نسبت تقاضا به ظرفیت ($DCR \leq 1$) طرح ساپورت‌های ارائه شده توسط پیمانکار پروژه (مقاوم‌سازی نشده)



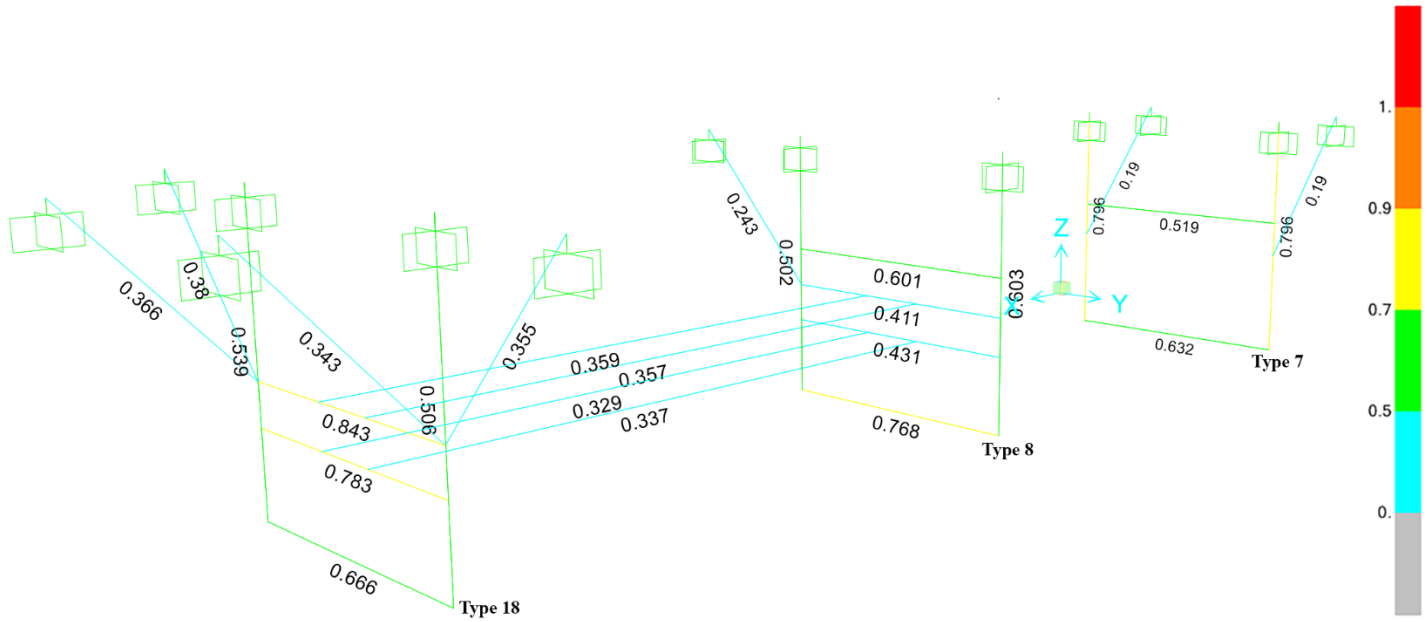
۲-۲- ارائه طرح مقاوم‌سازی برای ساپورت‌های نگهدارنده ۷، ۸ و ۱۸ ارائه شده توسط شرکت راستین رابط خوب

- ✓ روش طراحی: LRFD
- ✓ مطابق با استاندارد AISC 360-10
- ✓ نرم‌افزار مدل‌سازی و طراحی: SAP2000 V19.2.1.

شکل ۲-۲(الف)– مشخصات مقاطع و سایز پروفیل‌ها (مقاوم‌سازی شده)



شکل ۲-۲(ب) – نمایش نسبت تقاضا به ظرفیت ($DCR \leq 1$) طرح ساپورت‌های ارائه شده توسط راستین رابط خوب (مقاوم‌سازی شده)



۳- راهنمای طراحی و کنترل طرح مقاوم‌سازی ساپورت نگهدارنده ۸ (Support Type 8) مطابق با مبحث دهم مقررات ملی ساختمان (طرح و اجرای ساختمان‌های فولادی)

روش طراحی: Load and Resistance Factor Design (LRFD)

روش طراحی سازه‌های نگهدارنده تأسیسات مکانیکی – برقی در این پروژه با بکارگیری روش طراحی ضریب بار و مقاومت (LRFD) انجام پذیرفت. معادله اصلی در این روش طراحی به شرح ذیل است:

$$R_u \leq \Phi R_n$$

جدول ۱۰ – معرفی علائم اختصاری مورد استفاده در محاسبات و طراحی

اصطلاح فارسی	علامت اختصاری	اصطلاح انگلیسی
مقاومت مورد نیاز	R_u	Required Strength
ضریب کاهش مقاومت	Φ	Resistance Factor
مقاومت اسمی	R_n	Nominal Strength
مقاومت طراحی	ΦR_n	Design Strength
نیروی فشاری مورد نیاز	P_u	Demand Compression Force
مقاومت فشاری محوری اسمی	P_n	Nominal Axial Compression Strength
نیروی کششی مورد نیاز	T_u	Demand Tension Force
مقاومت کششی محوری اسمی	T_n	Nominal Axial Tensile Strength
نیروی برشی مورد نیاز	V_u	Demand Shear Force
مقاومت برشی اسمی	V_n	Nominal Shear Strength
لنگر پیچشی مورد نیاز	T_{Qu}	Demand Torsion Moments
مقاومت پیچشی اسمی	T_{Qn}	Nominal Torsional Strength
لنگر خمشی مورد نیاز	M_u	Demand Flexural Moments
مقاومت خمشی اسمی	M_n	Nominal Flexural Strength

جدول ۱۱ – کنترل طرح مقاوم‌سازی برای تیر افقی تحتانی ساپورت نگهدارنده ۸ مطابق با مبحث دهم مقررات ملی ساختمان (طرح و اجرای ساختمان‌های فولادی)

Method Design: LRFD

Support 8								
Header		Description	Unit	مقاوم‌سازی نشده		مقاوم‌سازی شده	
Section Specification		Member ID	-	Beam		Beam	
		Section Name	-	PRO 41*21*2		2*PRO 41*41*2	
		Width	*mm*	41		41	
		Height	*mm*	21		2×41	
		Thickness	*mm*	2		2	
		Hole Diameter Web 1	*mm*	12.5		12.5	
		Hole Diameter Web 2	*mm*	39.0		39.0	
		Iz	*m^4*	4.683×10^{-8}		1.417×10^{-7}	
		Ix	*m^4*	1.130×10^{-8}		1.840×10^{-7}	
		F_y	KN/m^2	235000		235000	
		F_u	KN/m^2	375000		375000	
		E	KN/m^2	2.0×10^{8}		2.0×10^{8}	
(T) TENSION	Yielding in Cross Section	A_g	m^2	1.86×10^{-4}		4.760×10^{-4}	
		Φ_{t1}	-	0.9		0.9	
		$T_{n1}=A_gF_y$	*KN*	43.71		111.86	
		$\Phi_{t1}T_{n1}$	*KN*	39.34		100.67	
	Rupture in Net Section (Away from	A_n	m^2	1.61×10^{-4}		4.26×10^{-4}	
		Φ_{t2}	-	0.75		0.75	
		$T_{n2}=A_nF_u$	*KN*	60.37		159.75	
		$\Phi_{t2}T_{n2}$	*KN*	45.28		119.81	
	Total	$\Phi_tT_n = min(\Phi_{t1}T_{n1}, \Phi_{t2}T_{n2})$	*KN*	39.34		100.67	
		T_u	*KN*	0.0		0.0	
		$DCR^*_T = T_u/\Phi_tT_n$	*<=1*	0.0	Accept	0.0	Accept
(M) BENDING	About Z-2* Axis	S_{eZ}	m^3	2.284×10^{-6}		6.913×10^{-6}	
		Z_{pZ}	m^3	2.743×10^{-6}		7.765×10^{-6}	
		Φ_b	-	0.9		0.9	
		M_{nZ}	*KN.m*	0.485		1.825	
		Φ_bM_{nZ}	*KN.m*	0.437		1.643	
		M_{uZ}	*KN.m*	0.0		6.863×10^{-5}	
		$DCR_M_Z = M_{uZ}/\Phi_bM_{nZ}$	*<=1*	0.0	Accept	4.2×10^{-5}	Accept
	About X-3 Axis	S_{eX}	m^3	8.794×10^{-7}		4.487×10^{-6}	
		Z_{pX}	m^3	1.278×10^{-6}		6.827×10^{-6}	
		Φ_b	-	0.9		0.9	
		M_{nX}	*KN.m*	0.2067		1.1585	
		Φ_bM_{nX}	*KN.m*	0.186		1.043	
		M_{uX}	*KN.m*	0.788		0.795	
		$DCR_M_X = M_{uX}/\Phi_bM_{nX}$	*<=1*	4.237	Reject	0.762	Accept

(V) SHEAR	In direct Z-2 Axis	A_{vZ}	m^2	8.4×10^{-5}		3.28×10^{-4}	
		Φ_v	-	0.9		0.9	
		h/t	-	18.5			
		F_v	KN/m^2	141000		141000	
		$V_{nZ}=A_{vZ}F_v$	KN	11.844		46.25	
		$\Phi_v V_{nZ}$	KN	10.6596		41.625	
		V_{uZ}	KN	0.844		0.852	
		$DCR_V_Z = V_{uZ}/\Phi_v V_{nZ}$	$<=1$	0.079	Accept	0.021	Accept
	In direct X-3 Axis	A_{vX}	m^2	8.2×10^{-5}		1.64×10^{-4}	
		Φ_v	-	0.9		0.9	
		h/t	-	18.5		9.25	
		F_v	KN/m^2	141000		141000	
		$V_{nX}=A_{vX}F_v$	KN	11.562		23.124	
		$\Phi_v V_{nX}$	KN	10.4058		20.812	
		V_{uX}	KN	0.0		2.791×10^{-4}	
		$DCR_V_X = V_{uX}/\Phi_v V_{nX}$	$<=1$	0.0	Accept	1.34×10^{-5}	Accept
(C) COMPRESSION	Spec.	A_{gc}	m^2	1.61×10^{-4}		4.26×10^{-4}	
		Φ_c	-	0.9		0.9	
	Elastic Flexural Stress	L	m	1.4		1.4	
		r_Z	m	0.0171		0.0182	
		r_X	m	0.0084		0.0208	
		K	-	1.0		1.0	
		$\lambda=KL/rmin$	-	167.11		76.7623	
		$F_{e_F}=\pi^2E/\lambda^2$	KN/m^2	7.0685×10^4		3.35×10^5	
	Torsional Buckling	$A_t = A_{gc}$	m^2	1.61×10^{-4}		4.26×10^{-4}	
		L_e	m	1.4		1.4	
		r_0	m	0.0252		0.0277	
		C_w	m^6	3.3351×10^{-12}		6.997×10^{-11}	
		G	KN/m^2	7.69231×10^7		7.69231×10^7	
		K_t	-	1.0		1.0	
		J	m^4	2.5120×10^{-10}		6.145×10^{-10}	
		ν (Poisson's ratio)	-	0.3		0.3	
		F_{e_T}	KN/m^2	3.9019×10^5		3.6147×10^5	
	Flexural-Torsional Buckling	F_{e_FT}	KN/m^2	1.5201×10^5		3.35×10^5	
	Total	$F_e=min\{F_{e_F}, F_{e_T}, F_{e_FT}\}$	KN/m^2	7.0685×10^4		3.35×10^5	
		F_{cr}	KN/m^2	6.1991×10^4		1.7521×10^5	
		$P_n=A_{gc}F_{cr}$	KN	9.9805		74.6382	
		$\Phi_c P_n$	KN	8.98245		67.1744	
		P_u	KN	0.004		0.125	
		$DCR_C = P_u/\Phi_c P_n$	$<=1$	4.45×10^{-4}	Accept	0.002	Accept
	T + M	$DCR__{T+M}$ = Paragraph 2-2-7-2-10	$<=1$	4.237	Reject	0.763	Accept

	C + M	DCR_{C+M} = Paragraph 1-2-7-2-10	<=1	4.237	Reject	0.763	Accept
	M_X+V_Z	$DCR_{M+Vz} = ((M_{ux}/\Phi_b M_{nx})^2+(V_{uz}/\Phi_v V_{nz})^2)^{0.5}$	<=1	4.238	Reject	0.763	Accept
	M_Z+V_X	$DCR_{M+Vx} = ((M_{uz}/\Phi_b M_{nz})^2+(V_{ux}/\Phi_v V_{nx})^2)^{0.5}$	<=1	0.0	Accept	4.4×10^{-5}	Accept

1* توضیح: محورهای X , Y , Z در مدل سازی، محورهای مختصات کلی (Global) و محورهای 1 ، 2 و 3، محورهای محلی (Local) المان مورد نظر است.

2* توضیح: نسبت تقاضا به ظرفیت، DCR = Demand/Capacity Ratio

۴- طراحی اتصالات:

Design Connections:

Use: M10 FAZ II Anchor

جدول ۱۲-۱- طراحی و کنترل انکر بولت اصطکاکی (FAZ II M10) برای سازه نگهدارنده ۱ (Support Type 1) در بحرانی ترین تکیه گاه

Anchor Design _Check Under Shear								
Joint No. (Worst Case)	**Load Combination**	**V_X (kN)**	**V_Y (kN)**	$\sqrt{V_X^2+V}$ **(kN)**	**Number Anchor**	$V_{allowable}$ **(kN) (Fischer Catalog)**	**Safety Factor** ≥1	
15	1.2DEAD-EY-0.3EX+EZ	0.237	0.231	0.331	2	11.4	68.9	OK

Anchor Design _Check Under Tension						
Joint No (Worst Case)	**Load Combination**	**T (kN)**	**Number Anchor**	$T_{allowable}$ **(kN) (Fischer Catalog)**	**Safety Factor** ≥1	
15	1.2DEAD-EY-0.3EX+EZ	10.73	2	5.7	1.06	OK

Use: M12 FAZ II Anchor

جدول ۱۲-۲- طراحی و کنترل انکر بولت اصطکاکی (FAZ II M12) برای سازه نگهدارنده ۱ (Support Type 1) در بحرانی ترین تکیه گاه

Anchor Design _Check Under Shear								
Joint No. (Worst Case)	**Load Combination**	**V_X (kN)**	**V_Y (kN)**	$\sqrt{V_X^2+V}$ **(kN)**	**Number Anchor**	$V_{allowable}$ **(kN) (Fischer Catalog)**	**Safety Factor** ≥1	
15	1.2DEAD-EY-0.3EX+EZ	0.237	0.231	0.331	2	13.9	84	OK

Anchor Design _Check Under Tension						
Joint No (Worst Case)	**Load Combination**	**T (kN)**	**Number Anchor**	$T_{allowable}$ **(kN) (Fischer Catalog)**	**Safety Factor** ≥1	
15	1.2DEAD-EY-0.3EX+EZ	10.73	2	6.1	1.137	OK

جدول ۱۳ – طراحی و کنترل پیچ‌ها و اتصالات رابط برای بحرانی‌ترین حالت بارگذاری

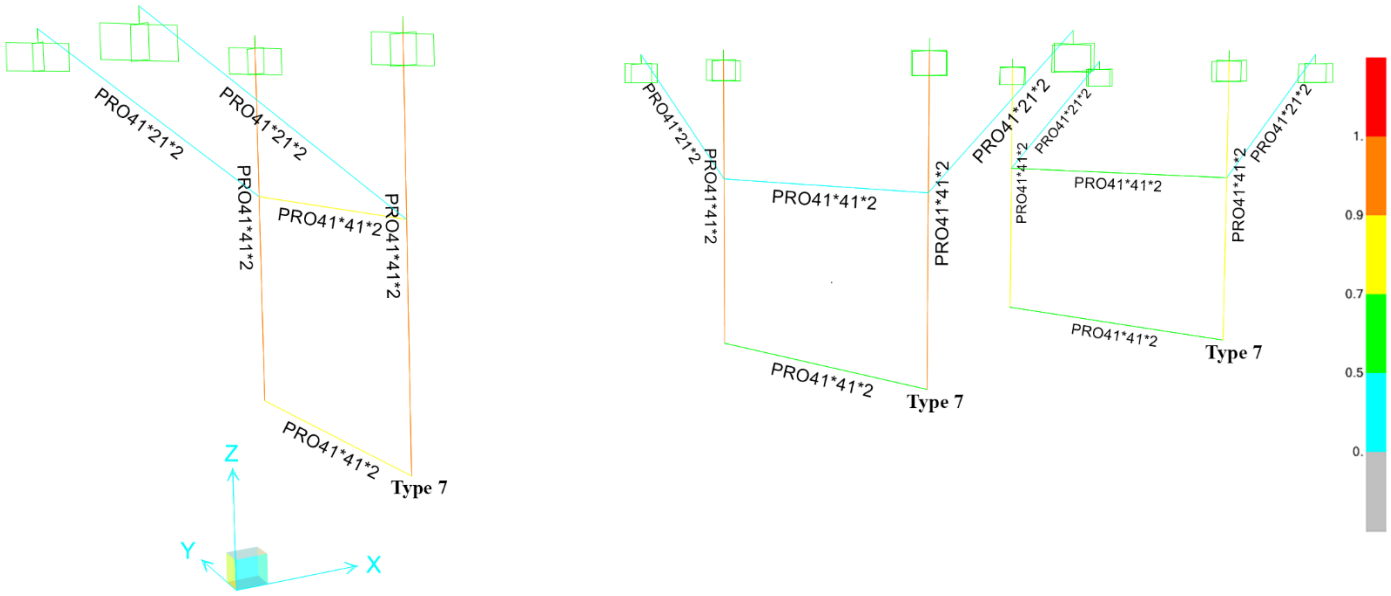
Connection Point (Horizontal Profile to Vertical Profile) Loads (Worst Case)				
TP-SL				
Load Combination	1.4DEAD			
Slipping Load (R_{u_slip})	2.55		KN	
Bolt Type	M10		-	
Bolt No.	2		-	
Φ_{sl}	0.75		-	
Nominal Slip Resistance (R_n)	9.08		KN	
Recommended Slip Resistance = $\Phi_{sl} \times R_n$	6.81		KN	
$DCR_R_{Slip} = R_{u_slip}/\Phi_{sl}R_{n_slip}$	<=1	0.37	OK	
TP-SL Bolt Design_Check				
Bolt Type	M10 (5.6)		-	
Bolt No.	2		-	
Load Combination	1.2DEAD-EY-0.3EX+EZ			
Shear in Connection Point	0.65		KN	
Moment in Connection Point	0.223		KN-m	
Nominal Cross-section (A_{nb})	7.85×10^{-5}		m^2	
Fu	500000		KN/m^2	
f_{uv}	4140.13		KN/m^2	
f_{ut}	56815.3		KN/m^2	
$F`_{nv} \leq F_{nv}$	225000		KN/m^2	
$F`_{nt} \leq F_{nt}$	375000		KN/m^2	
R_{uv}	0.325		KN	
R_{ut}	4.46		KN	
$\Phi_v = \Phi_t$	0.75		-	
$R_{nv} = A_{nb} F`_{nv}$	17.66		KN	
$R_{nt} = A_{nb} F`_{nt}$	29.45		KN	
$DCR_R_{uv} = R_{uv}/\Phi_v R_{nv}$	<=1	0.025	<=1	OK
$DCR_R_{ut} = R_{ut}/\Phi_t R_{nt}$	<=1	0.202	<=1	OK
Connection Point (Base Profile) Loads (Worst Case) TP-SB 41*41*4				
Load Combination	1.2DEAD-EY-0.3EX+EZ			
Tension Load on Base Profile Connection (R_{u_Bp})	10.73		KN	
Φ_{Bp}	0.75		-	
Nominal Slip Resistance (R_{n_Bp})	19.45		KN	

Recommended Resistance = $\Phi_{Bp} \times R_{n_Bp}$	14.59		KN
$DCR_R_{Bp} = R_{u_Bp} / \Phi_{Bp} R_{n_Bp}$	<=1	0.735	OK
Connection Point (bevel Profile to Vertical Profile) Loads (Worst Case) MF2			
Load Combination	1.2DEAD-EY-0.3EX+EZ		
Axial Load on Brace Connection (R_{u_Bc})	3.814		KN
Φ_{Bc}	0.75		-
Nominal Slip Resistance (R_{n_Bc})	20.44		KN
Recommended Resistance = $\Phi_{Bc} \times R_{n_Bc}$	15.33		KN
$DCR_R_{Bc} = R_{u_Bc} / \Phi_{Bc} R_{n_Bc}$	<=1	0.25	OK
Bolt Strength (Profile to Base Profile) Loads (Worst Case)			
Load Combination	1.2DEAD-EY-0.3EX+EZ		
Total Bolt Shear Load	10.73		KN
Bolt Type	M10 (5.6)		-
Bolt No.	1		-
Shear surface No.	2		
Shear Load on Single Bolt (R_{u_PBp})	5.365		KN
Φ_{PBp}	0.75		
Recommended Load = $\Phi_{PBp} \times R_{n_PBp}$	13.25		KN
$DCR_R_{PBp} = R_{u_PBp} / \Phi_{PBp} R_{n_PBp}$	<=1	0.4	OK

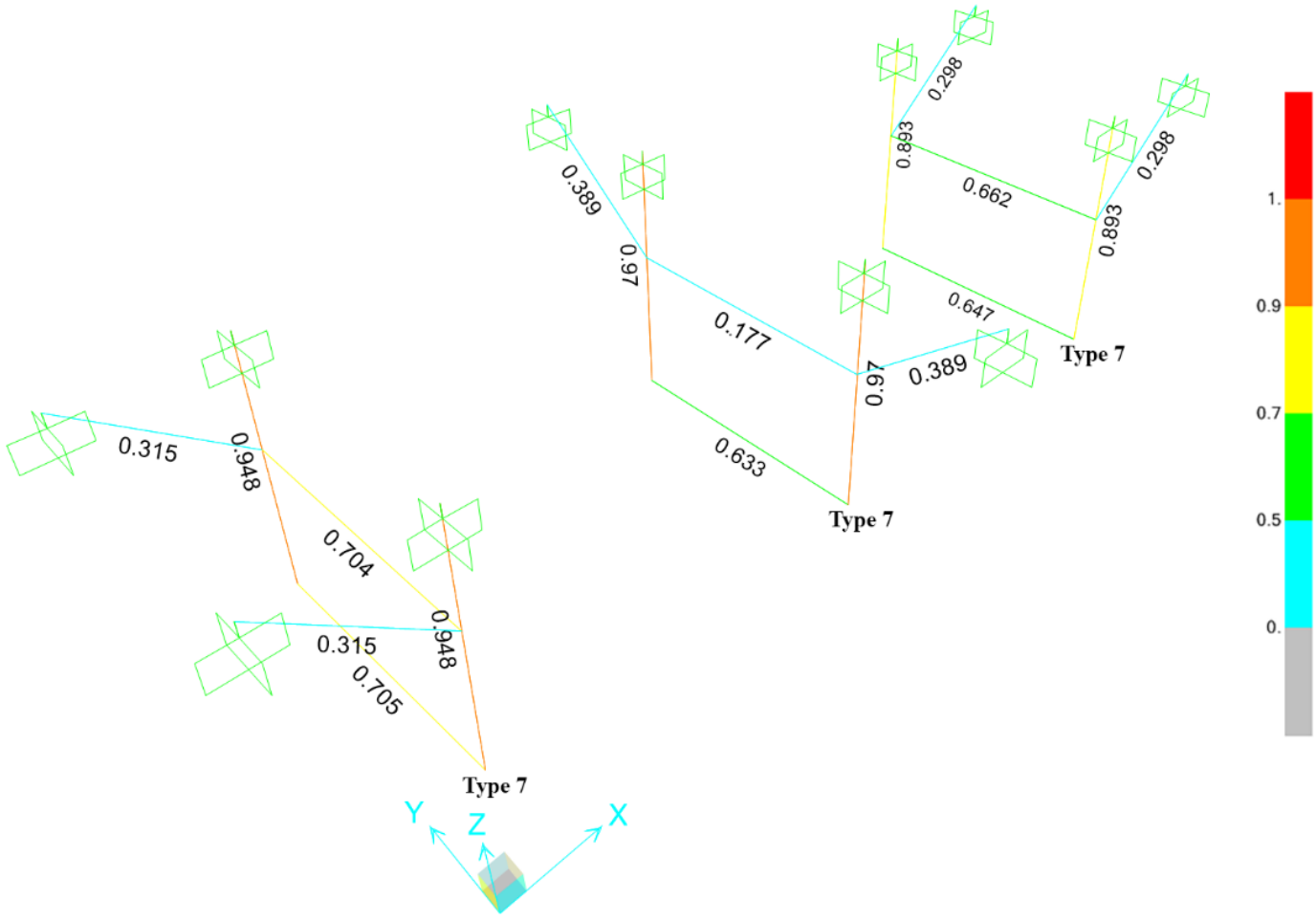
۵- ارائه طرح مقاوم‌سازی برای ساپورت نگهدارنده ۷ ارائه شده توسط شرکت راستین رابط خوب (مقاوم‌سازی شده)

- ✓ روش طراحی: LRFD
- ✓ مطابق با استاندارد AISC 360-10
- ✓ نرم‌افزار مدل‌سازی و طراحی: SAP2000 V19.2.1.

شکل ۵(الف) – مشخصات مقاطع و سایز پروفیل‌ها (مقاوم‌سازی شده)

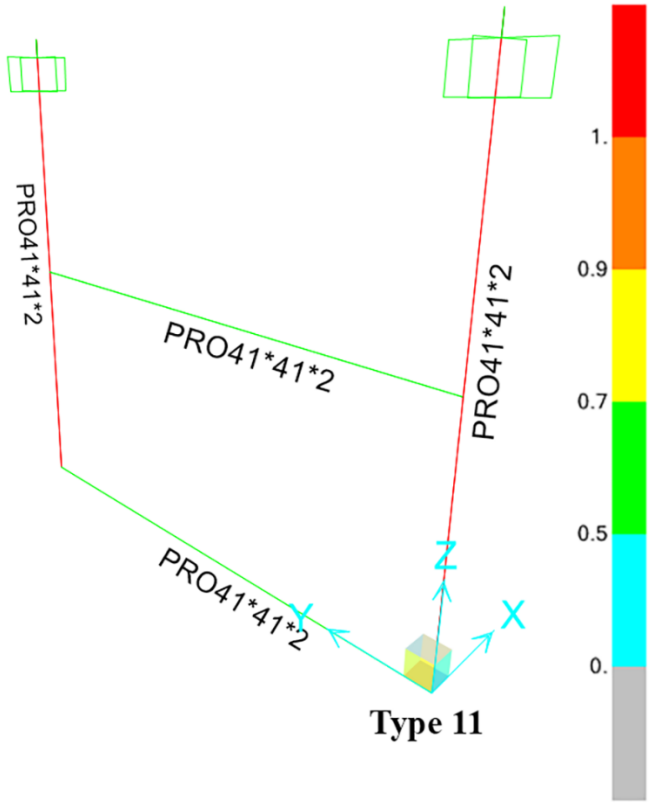


شکل ۵(ب) – نمایش نسبت تقاضا به ظرفیت ($DCR \leq 1$) طرح ساپورت‌های ارائه شده توسط پیمانکار پروژه (مقاوم‌سازی شده)

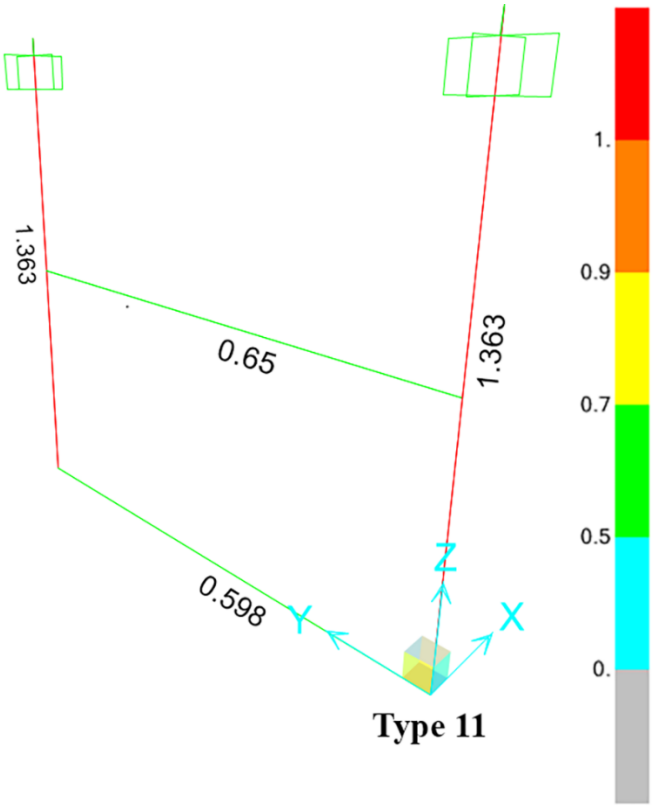


۶-۱- مدل‌سازی و کنترل طرح ساپورت‌های نگهدارنده ۱۱ ارائه شده توسط پیمانکار پروژه (مقاوم‌سازی نشده)

- ✓ روش طراحی: LRFD
- ✓ مطابق با استاندارد AISC 360-10
- ✓ نرم‌افزار مدل‌سازی و طراحی: SAP2000 V19.2.1.



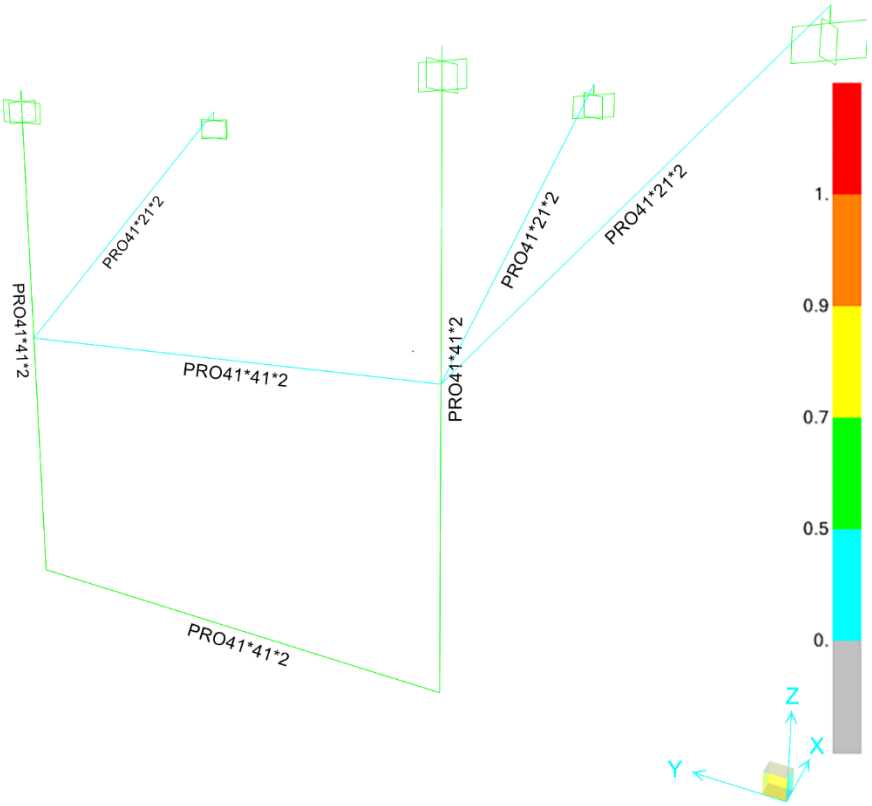
شکل ۶-۱(الف) – مشخصات مقاطع و سایز پروفیل‌ها (مقاوم‌سازی نشده)



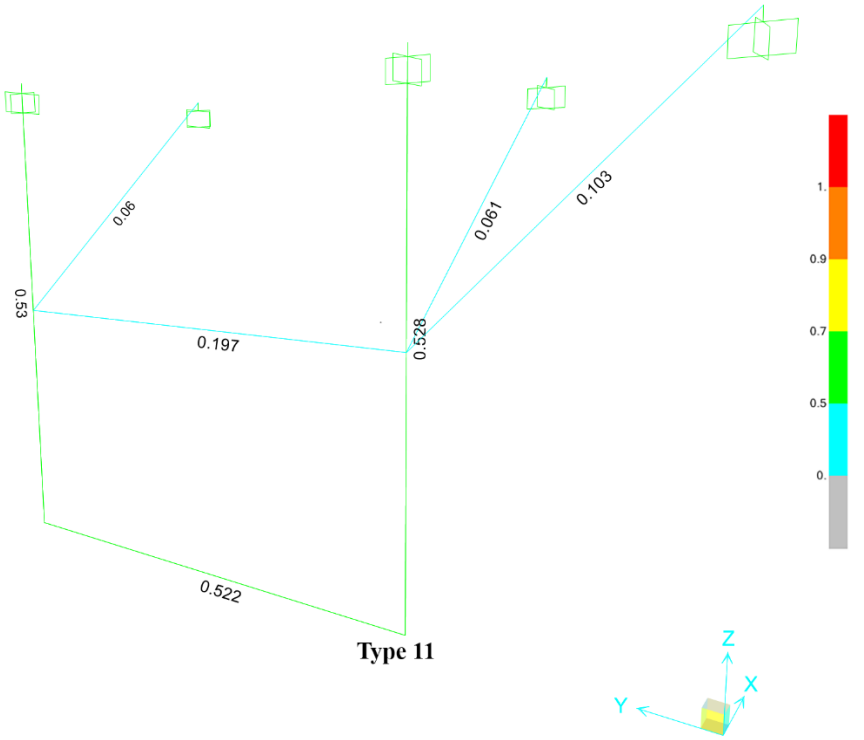
شکل ۶-۲(ب) – نمایش نسبت تقاضا به ظرفیت ($DCR \leq 1$) طرح ساپورت‌های ارائه شده توسط پیمانکار پروژه (مقاوم‌سازی نشده)

۶-۲- ارائه طرح مقاوم‌سازی برای ساپورت نگهدارنده ۱۱ ارائه شده توسط شرکت راستین رابط خوب

- ✓ روش طراحی: LRFD
- ✓ مطابق با استاندارد AISC 360-10
- ✓ نرم‌افزار مدل‌سازی و طراحی: SAP2000 V19.2.1.



شکل ۶-۲(الف)– مشخصات مقاطع و سایز پروفیل‌ها (مقاوم‌سازی شده)

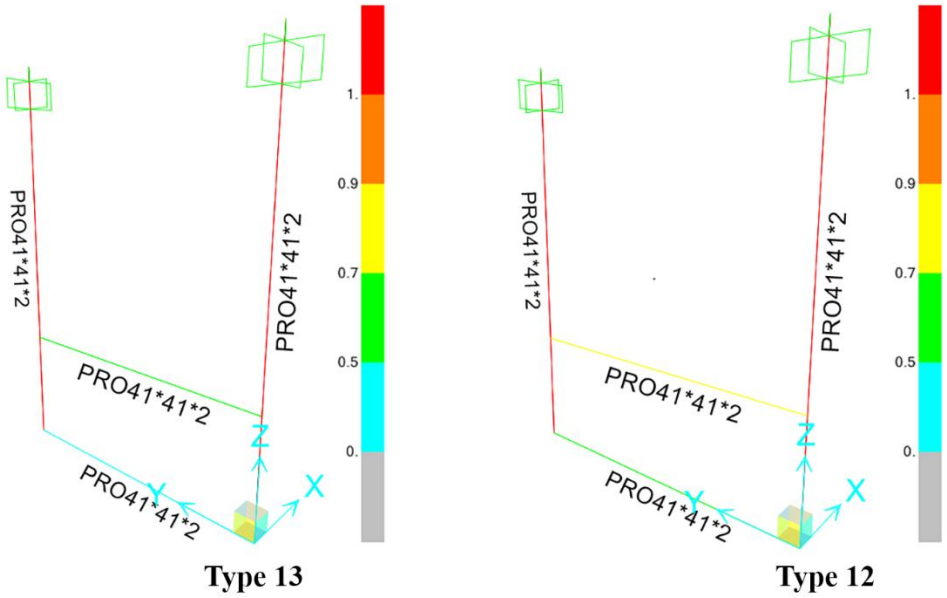


شکل ۶-۲(ب) – نمایش نسبت تقاضا به ظرفیت ($DCR \leq 1$) طرح ساپورت‌های ارائه شده توسط راستین رابط خوب (مقاوم‌سازی شده)

۷-۱ مدل‌سازی و کنترل طرح ساپورت‌های نگهدارنده ۱۲ و ۱۳ ارائه شده توسط پیمانکار پروژه (مقاوم‌سازی نشده)

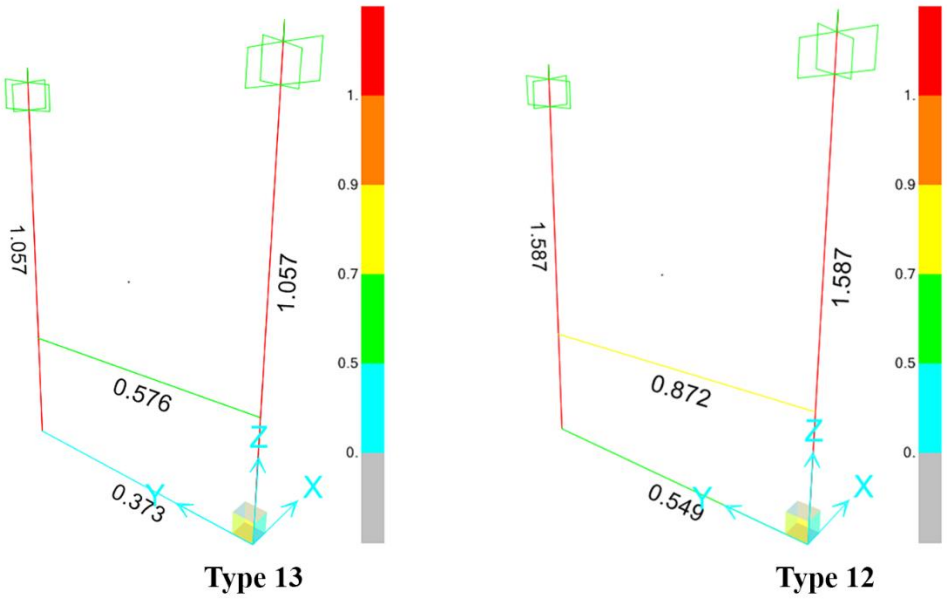
- ✓ روش طراحی: LRFD
- ✓ مطابق با استاندارد AISC 360-10
- ✓ نرم‌افزار مدل‌سازی و طراحی: SAP2000 V19.2.1.

شکل ۷-۱(الف)– مشخصات مقاطع و سایز پروفیل‌ها (مقاوم‌سازی شده)



Type 13 Type 12

شکل ۷-۱(ب) – نمایش نسبت تقاضا به ظرفیت ($DCR \leq 1$) طرح ساپورت‌های ارائه شده توسط راستین رابط خوب (مقاوم‌سازی شده)

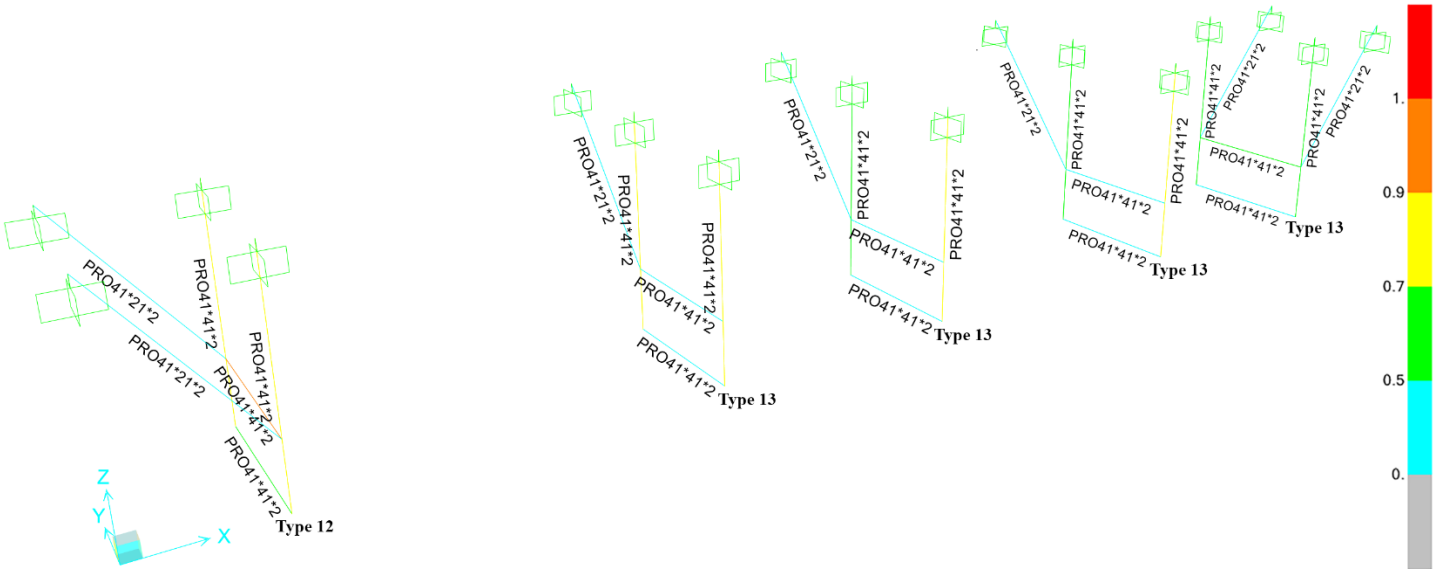


Type 13 Type 12

۷-۲- ارائه طرح مقاوم‌سازی برای ساپورت‌های نگهدارنده ۱۲ و ۱۳ ارائه شده توسط شرکت راستین رابط خوب

- ✓ روش طراحی: LRFD
- ✓ مطابق با استاندارد AISC 360-10
- ✓ نرم‌افزار مدل‌سازی و طراحی: SAP2000 V19.2.1.

شکل ۷-۲(الف)– مشخصات مقاطع و سایز پروفیل‌ها (مقاوم‌سازی شده)



شکل ۷-۲(ب) – نمایش نسبت تقاضا به ظرفیت ($DCR \leq 1$) طرح ساپورت‌های ارائه شده توسط راستین رابط خوب (مقاوم‌سازی شده)