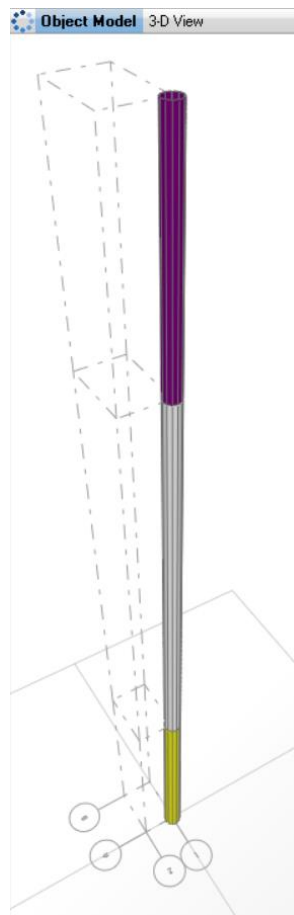


3D View lighting Pole



1- LOADING

1-1 Dead Load

The weight of ladder and cage are considered equal to 400 Kg at top of pole.

1-2 Live load

The weight of a maintenance operator with tools is considered equal to 250 Kg.

1-3 Wind Load calculations (based on INBR-06-1398)

q , is the reference wind pressure (kg/m^2)

Where:

$$V=110(\text{km/h}) \longrightarrow q=0.57 (\text{kN/m}^2) = \underline{57} (\text{kg/m}^2)$$

$$F = I_w \cdot C_f \cdot q \cdot C_g \cdot C_e \cdot A$$

A = Diameter (m)

I_w , is the important factor and from clause 6-1-2 is equal to 1 for main structure.

C_e , is the wind loading coefficient and from clause 5-10-6-1 is equal to $C_e = (z/10)^{0.2} \geq 0.9$

$$z=0.0\text{m to } z=5.9\text{m} \longrightarrow C_e = 0.9$$

$$z=5.9\text{m to } z=10.0\text{m} \longrightarrow C_e = 1.0$$

$$z=10.0\text{m to } z=20.0\text{m} \longrightarrow C_e = 1.1$$

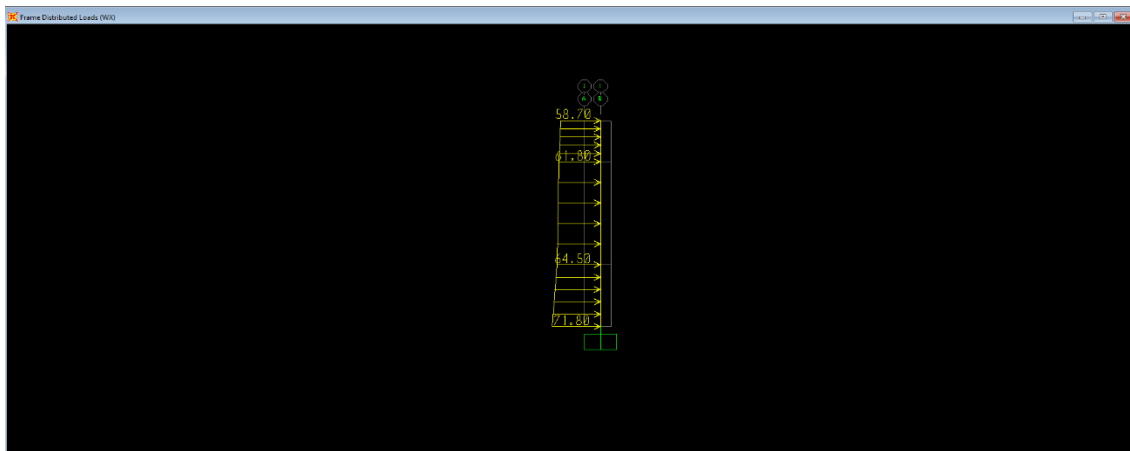
C_g , is the wind gust effect coefficient from clause 1-8-10-6 is equal to 2

$$F(1) = 1 \cdot 1.4 \cdot 57 \cdot 2 \cdot 0.9 \cdot 0.5 = 71.8 (\text{Kg/m})$$

$$F(2) = 1 \cdot 1.4 \cdot 57 \cdot 2 \cdot 0.9 \cdot 0.44 = 64.5 (\text{Kg/m})$$

$$F(3) = 1 \cdot 1.4 \cdot 57 \cdot 2 \cdot 1.1 \cdot 0.35 = 61.8 (\text{Kg/m})$$

$$F(4) = 1 \cdot 1.4 \cdot 57 \cdot 2 \cdot 1.1 \cdot 0.32 = 58.7 (\text{Kg/m})$$



Wind Load (Kg/m)

1-4 Earthquake Load calculations (based on STD. 2800, 4th ed.)

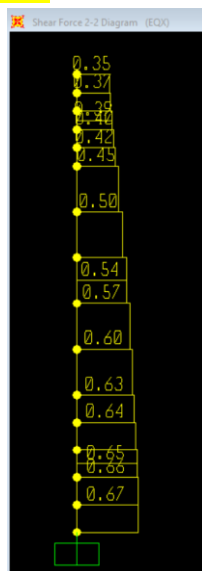
In accordance to modal analysis of the pole, the dominant period of the pole is 0.62s which is less than $T_s=0.7s$, considering "Soil type III". Base design acceleration ($A=0.35g$) and response modification factor ($R_u=2$) for inverted pendulum is assumed and seismic coefficient is calculated as follows:

$$C = \frac{ABI}{R_u} = \frac{(0.35)(2.75)(1.0)}{(2.0)} = 0.48125$$

Effective seismic weight (W) of the structure is 1.3855 ton, therefore DBE base shear equals to:

$$V_u = CW = (0.48125)(1.3855) = 0.67 \text{ ton}$$

Seismic base shear is less than wind base shear (derived from SAP2000 $\rightarrow$ 1.2814 ton) and is not considered a concern in pole design procedure.



Earthquake Shear (ton/m)

2- Load Combinations

TABLE: Combination Definitions						
Combo Name	ComboType	AutoDesign (Yes/No)	CaseType	CaseName	ScaleFactor (Unitless)	SteelDesign
D+0.75(L+W)	Linear Add	No	Linear Static	DEAD	1	Strength
D+0.75(L+W)			Linear Static	WX	0.75	
D+0.75(L+W)			Linear Static	LIVE	0.75	
Drift	Linear Add	No	Linear Static	DEAD	1	None
Drift			Linear Static	WX	1	
Drift			Linear Static	LIVE	1	
D+L	Linear Add	No	Linear Static	DEAD	1	Strength
D+L			Linear Static	LIVE	1	
D	Linear Add	No	Linear Static	DEAD	1	Strength
D+W	Linear Add	No	Linear Static	DEAD	1	Strength
D+W			Linear Static	WX	1	
0.6D+W	Linear Add	No	Linear Static	WX	1	Strength
0.6D+W			Linear Static	DEAD	0.6	
D+0.7E	Linear Add	No	Linear Static	DEAD	1	Strength
D+0.7E			Linear Static	EQX	0.7	
D+0.75(L+0.7E)	Linear Add	No	Linear Static	DEAD	1	Strength
D+0.75(L+0.7E)			Linear Static	LIVE	0.75	
D+0.75(L+0.7E)			Linear Static	EQX	0.525	

Overturning moment for the most critical load combinations including wind and earthquake is 12.46 ton.m and 7.54 ton.m, respectively. This shows that earthquake overturning effect is less than applied wind load.

TABLE: Base Reactions						
OutputCase	CaseType	GlobalFX Tonf	GlobalFY Tonf	GlobalFZ Tonf	GlobalMX Tonf-m	GlobalMY Tonf-m
D+W	Combination	-1.2814	0	1.3855	0	-12.46
D+0.7E	Combination	-0.4668	0	1.3855	0	-7.54

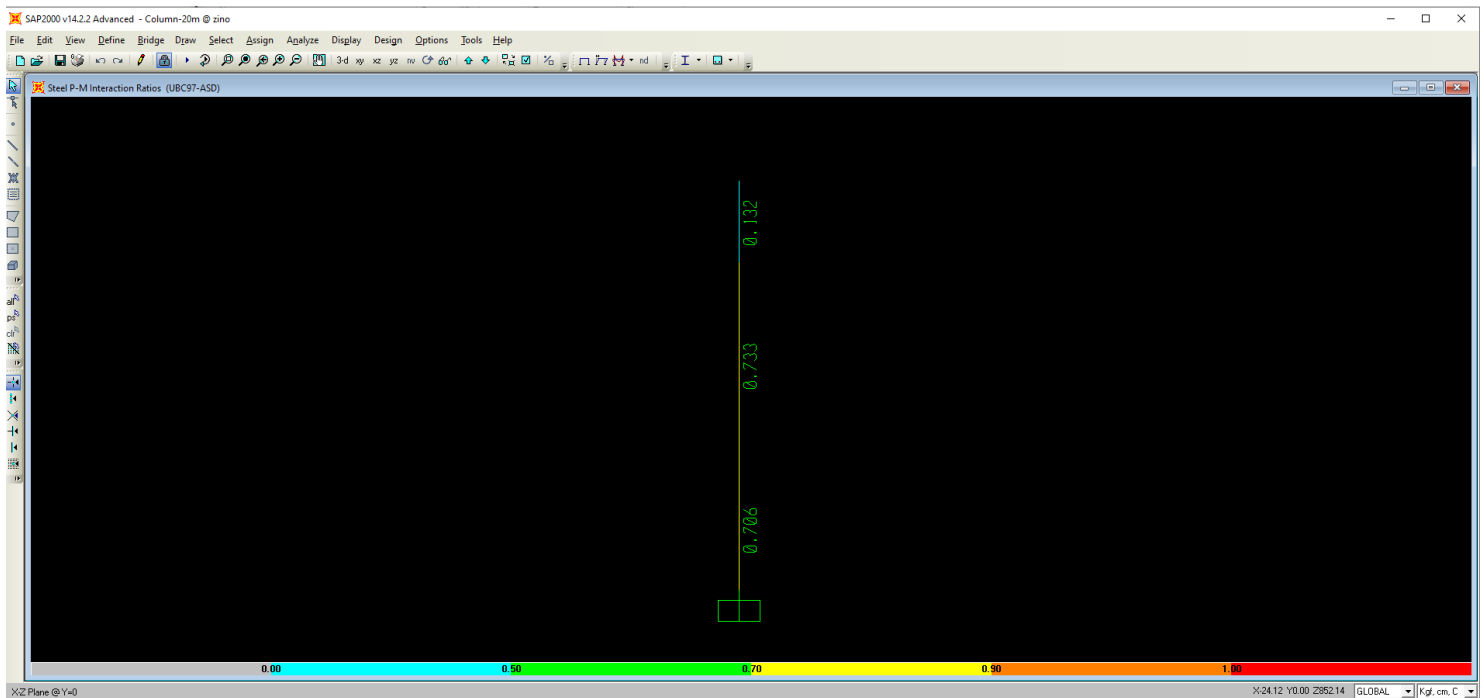
3- Load Pattern

TABLE: Load Pattern Definitions		
Load Pattern	Design Type	SelfWtMult Unitless
DEAD	DEAD	1.1
WX	WIND	0
LIVE	LIVE	0
EQX	QUAKE	0

4- Structure Analysis & Design

4-1 Stress Ratio

Steel members stress check is carried out in accordance with INBR 10-1401 for mentioned load combinations. Following figure show the stress ratio of main members for the most critical case.

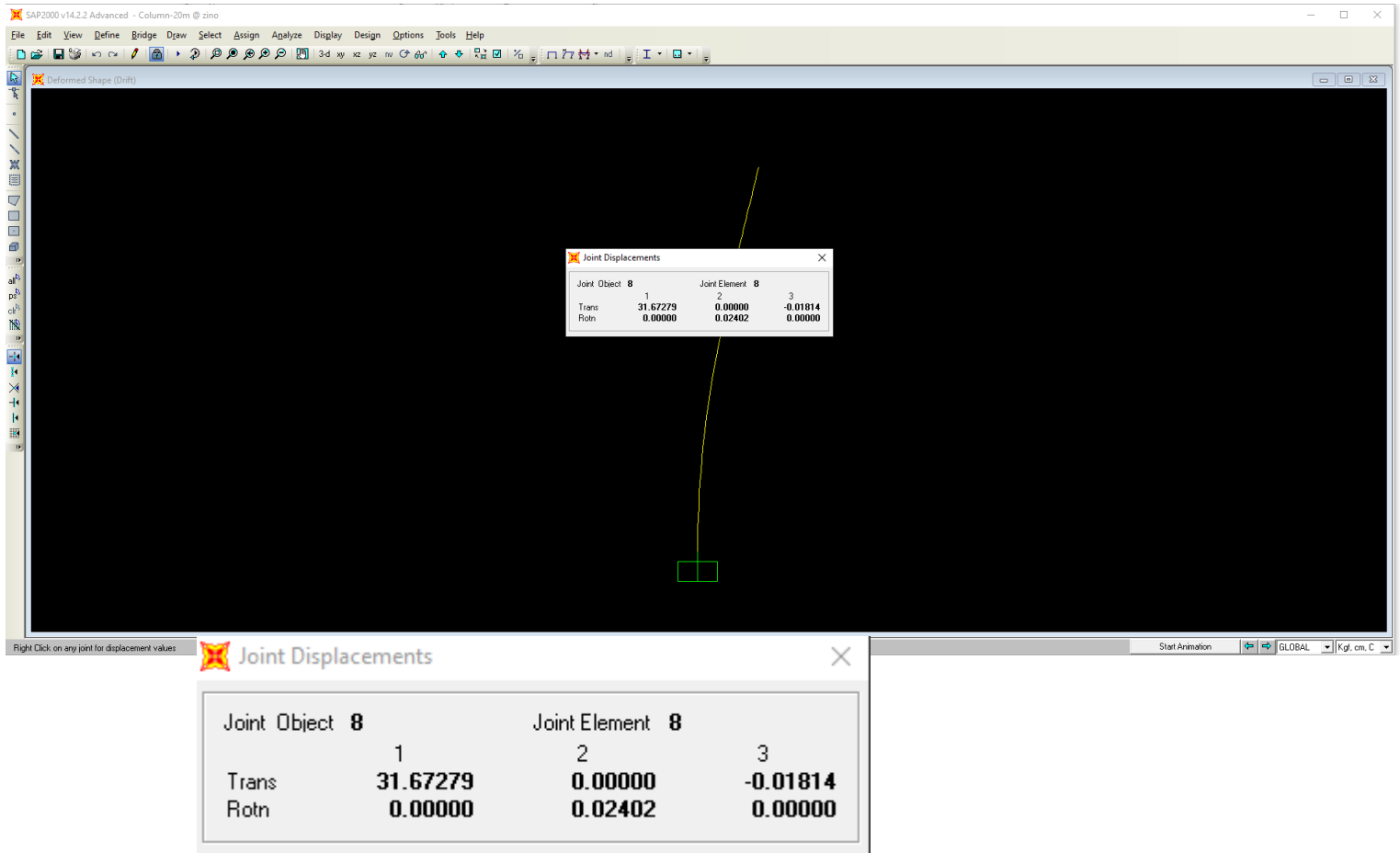


Stress Ratio of Main Pole

The best design stress ratio should be between 0.7 and 0.8; less than 0.7 is considered over-design & higher than 1.0 is not accepted.

4-2 Displacement & Drift

Considering maximum allowable lateral drift ratio of $0.04 \times (h+w)$ in accordance with article 6.5.1 of “BS EN 40-3-3:2013” code, drift is in allowable range, as follows:



Drift of Main Pole (cm)

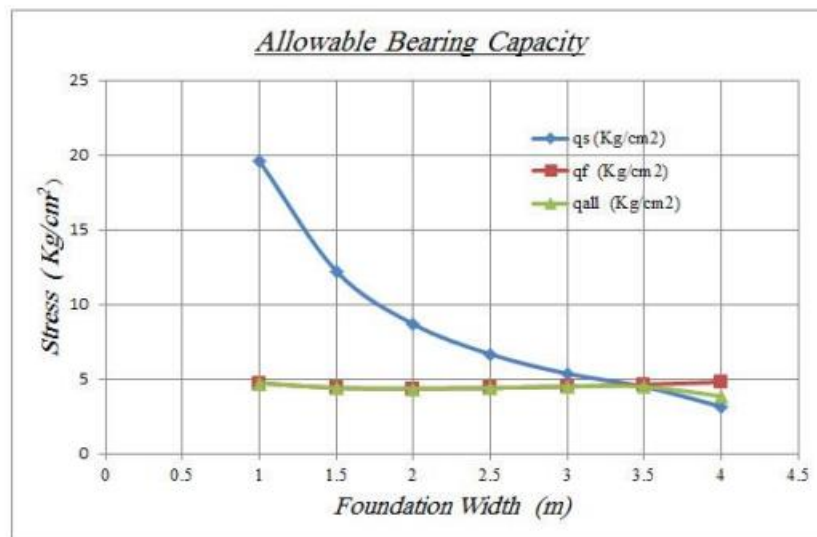
$$\Delta_{all} = 0.04 \times (2000 + 32) = 81 \text{ cm} > 31.67279 \rightarrow \text{OK}$$

Design of Foundation

Design Parameter	Value
Column Base Plate Dimensions	78×78 cm
Pedestal Dimensions	90×90 cm
Pedestal Height	60 cm
Foundation Slab Dimensions	150×150 cm
Foundation Slab Thickness	70 cm
Allowable Soil Bearing Capacity	4.41 kg/cm ²

Based on the attached calculation file the demand of **soil pressure is 0.010 Kg/cm²** while the allowable soil bearing capacity (in accordance with the following graph) is about **4.41 Kg/cm²**; thus the foundation is strength enough to carry the loads.

نمودار تغییرات ظرفیت باربری، تنش با ملاحظات نشست و تنش مجاز نهایی
برای پی های منفرد مربعی با ابعاد $L=B$ مستقر در عمق دو متری
 $D_f=200\text{ cm}$ در ساختمان ایستگاه تقویت فشار گاز هما



S.F Sliding

$$V_a = 1.28 \text{ ton}$$

$$V_r = f_f = \text{weight} * \mu = 20.2 * 0.3 = 6.1 \text{ ton}$$

$$\text{S.F Sliding} = F_f / V \geq 1.5$$

$$\text{S.F} = 6.1 / 1.28 = 4.7 \geq 1.5 \rightarrow \text{OK}$$

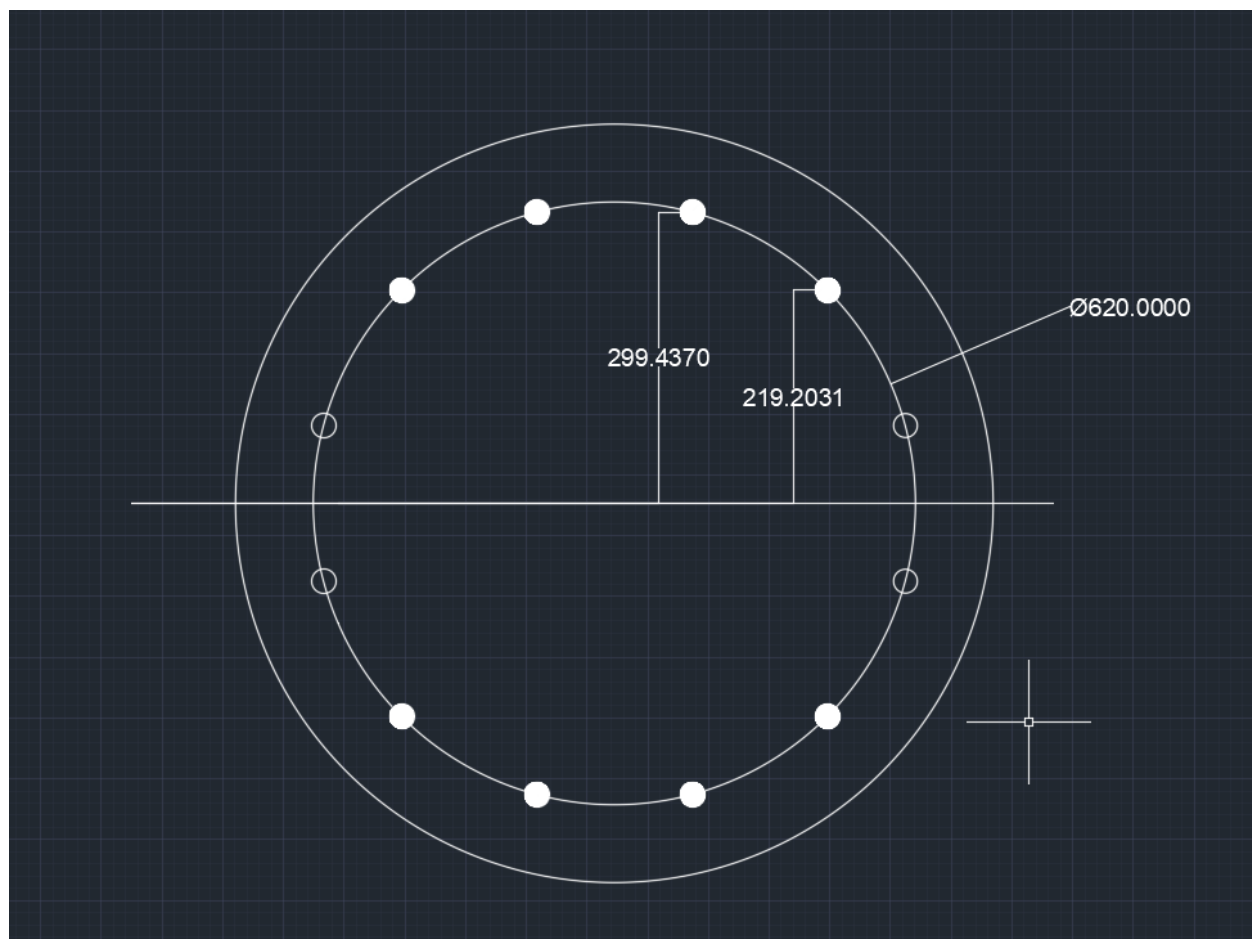
بیس پلایت دایره ای شکل به قطر بیرونی 78 cm و قطر مرکز بولت (BCD) برابر با 620 mm معادل سازی می شود با بیس پلایت مربعی به شکل زیر

$$A = \pi * D^2 / 4 = \pi * 78^2 / 4 = 4775.94 \text{ cm}^2$$

ضلع معادل بیس پلایت مربعی $A^2 = 4775.94 \rightarrow A = 69 \text{ cm} \rightarrow$

به علاوه با صرف نظر کردن از انکربولت های نزدیک به تار خنثی و در نظر گرفتن 4 عدد انکربولت مشخص شده به عنوان انکربولت های کششی فاصله انکر بولت های معادل به صورت زیر محاسبه می شود.

$$\text{فاصله آکس ستون تا مرکز بولت کششی} = 299.4 + 219.2 \div 2 = 251 \text{ mm} = 0.25 \text{ m}$$



مشخصات صفحه ستون				کنترل تنش های موجود				
ابعاد	H	0.69	m	مقاومت نهایی بولت	Fu	6000	kg/cm2	**
	B	0.69	m	نسبت مدول فولاد به بتن	n	7.76	**	**
رده بولت	S400			مقاومت فشاری مجاز	Fp	156.52	kg/cm2	**
سایز بولت	25			مقاومت کششی مجاز	Ft	1980.00	kg/cm2	**
رده بتن	f _c	300	kg/cm2	مقاومت برشی مجاز	Fv	1020.00	kg/cm2	**
مساحت فنداسیون	A _f	1.44	m2	مقاومت فشاری موجود	f _p	0.82	kg/cm3	O.K
فاصله آکس ستون تامرکز بولت کششی	f	0.25	m	مقاومت کششی موجود	f _t	84.79	kg/cm4	O.K
تعداد بولت های تحت کشش	m	4	**	مقاومت برشی موجود	f _v	6.99	kg/cm5	O.K
مساحت یک بولت	A _s	0.00049	m2					

جزئیات ارماتور گذاری برای فونداسیون :

10 عدد → Φ14 @ 150 cm : آرماتورهای خمشی پایین

جهت کنترل ترک های ناشی از افت و حرارت و خزش یک مش سبک آرماتور در قسمت فوقانی در نظر گرفته شده است.

5 عدد → Φ10 @ 300 cm : آرماتورهای خمشی بالا

کنترل های طراحی:

کنترل برش پانچ: ابعاد و ضخامت پی برای جلوگیری از شکست پانچ مناسب است

کنترل تنش مجاز خاک: مساحت فونداسیون به گونه ای طراحی شده که ظرفیت باربری رعایت شود

کنترل نشست: مقدار نشست با توجه به مدول الاستیسیته خاک در محدوده مجاز قرار دارد

با توجه به طراحی انجام شده و پارامترهای خاک، این فونداسیون برای تحمل بارگذاری پایه 20 متری مناسب است.