

دفترچه محاسبات طراحی قسمت عمرانی بخش دوم

پروژه انجام عملیات های اجرایی و تصحیح قسمتی از خطوط و سیستم های

آتشنشانی در سایت شرکت فولاد هرمزگان به روش EPC

(ویرایش اول - دی ۱۴۰۲)

پیمانکار: شرکت کیهان گستره غرب

شرکت مهندسی
گرین غرب

کارفرما: شرکت فولاد هرمزگان



شماره قرارداد: ۱۴۴۸۴۸

فهرست

- ۳..... مقدمه
- ۳..... خلاصه دفترچه محاسبات
- ۴..... طراحی دیوار منهول
- ۷..... طراحی درپوش بتنی
- ۸..... طراحی فونداسیون منهول ها
- ۱۰..... مقدار کاور بتن در اعضای منهول
- ۱۱..... محاسبات فونداسیون بر اساس مدل سازی Safe

مقدمه

این دفترچه محاسبات به جهت طراحی و محاسبه سازه بتنی منهول های بخش دوم تدوین شده است. در این دفترچه به طرح و محاسبه سازه بتن آرمه منهول های آتشنشانی در ۳ بخش طراحی فونداسیون منهول، طراحی دیوار های منهول و طراحی درپوش بتنی منهول می پردازیم. مبنای محاسبات ما مبحث ۹ مقررات ملی ساختمان ویرایش سال ۱۳۹۹ و همچنین کنترل با آیین نامه بتن آمریکا ACI318-14 می باشد.

مفروضات طراحی باتوجه به شرایط اقلیمی به شرح زیر می باشد:

سطح آب زیر زمینی در تراز ۰-۰

$$f' = 250 \text{ Kg} / \text{cm}^2$$

Soiltype : SM

$$c = 0$$

$$\gamma_{\text{soil}} = 1900 \text{ kg} / \text{m}^3$$

$$\gamma_{\text{water}} = 1000 \text{ kg} / \text{m}^3$$

$$f_y = 4200 \text{ Kg} / \text{cm}^2$$

$$\phi = 30^\circ$$

خلاصه دفترچه محاسبات

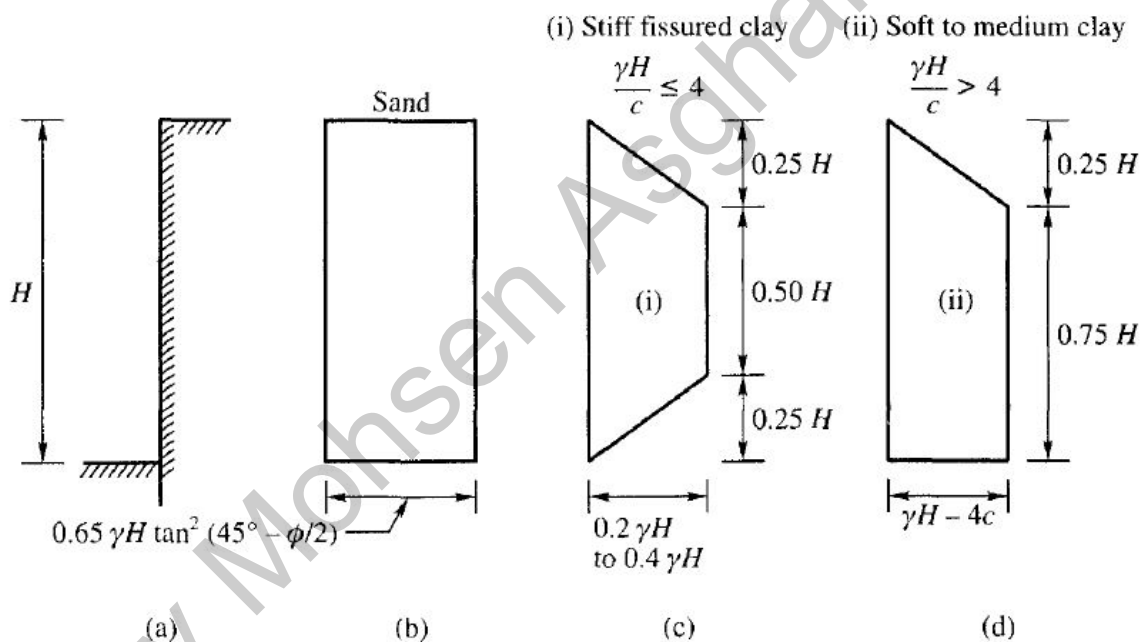
شرح طراحی	نتیجه طراحی	آیین نامه مورد استفاده
فونداسیون منهول	به ضخامت ۲۰ سانتی متر میلگرد طولی نمره ۱۲ با فاصله ۱۵ سانتی متر میلگرد عرضی نمره ۱۲ با فاصله ۲۰ سانتی متر	مبحث ۷ و مبحث ۹ ACI318
دیوار منهول	به ضخامت ۲۰ سانتی متر میلگرد قائم نمره ۱۲ با فاصله ۱۵ سانتی متر میلگرد افقی نمره ۱۲ با فاصله ۲۰ سانتی متر	مبحث ۹ مقررات ملی ACI318
درپوش منهول	به ضخامت ۲۰ سانتی متر یک لایه مش نمره ۱۲ چشمه ۲۰	مبحث ۹ مقررات ملی ACI318

طراحی دیوار منهول

در این بخش به طرح و محاسبه دیوار بتنی منهول خواهیم پرداخت.

طراحی دیوار بر اساس بار محوری ناشی از وزن درپوش به اضافه بار ترافیکی روی آن و بار جانبی ناشی از فشار خاک در عمق منفی ۲ متر محاسبه می شود.

باتوجه به نوع خاک و زاویه اصطکاک خاک بر اساس مراجع معتبر (مهندسی پی دکتر فاخر-FHWA) جهت بارگذاری از نمودار توزیع فشار خاک ک توسط پک در سال ۱۹۶۹ ارائه شده است استفاده می شود.



$$\phi = 30^\circ, \gamma = 1900 + 1000 = 2900 \text{ Kg} / \text{m}^3$$

$$K_a = \tan^2(45 - \phi / 2) = \tan^2(45 - 18) = 0.333$$

Calculation of Wall Loads:

$$H = 2\text{m} \triangleright P_a = 0.65 K_a \gamma H = 1255.4 \text{ Kg} / \text{m}^2$$

بر این اساس مقدار نیرو ناشی از فشار خاک در طول یک متر دیوار برابر با ۱۲۵۵.۴ کیلوگرم بصورت گسترده در ارتفاع دیوار می باشد. که لنگر ناشی از این نیرو برابر با زیر است:

$$M_u = \frac{ql^2}{2} = 2510.8 Kg.m$$

$$M = 1.5M_u = 3766.2 Kg.m$$

مقدار بارمحوری هم مطابق زیر محاسبه می شود:

$$P = 1.25(3000) + 1.5(1000) = 5250 Kg$$

در نتیجه طراحی دیوار بصورت زیر خواهد بود:

$$M = 3766.2 \text{ Kg.m}$$

$$b = 20 \text{ cm}$$

$$d = 18 \text{ cm}$$

$$C = \frac{700}{700 + 4200} * d = 2.571 \text{ cm}$$

$$\beta = 0.9$$

$$a = \beta C = 2.314 \text{ cm}$$

$$T = \frac{M_u}{(d - a / 2)} = 22360 \text{ Kg}$$

$$A_s = \frac{T}{0.85 f_y} = 6.263 \text{ cm}^2 \triangleright \text{use } 6\phi 12$$

$$v_c = 0.2 \phi_c \sqrt{f'_c} = 0.2 * .65 * \sqrt{250} = 2.055$$

$$V_c = v_c * \left(1 + \frac{N_u}{12 A_g} \right) * h * d = 3211.68 \text{ Kg}$$

$$V_u = ql = 3766.2 \text{ Kg} > V_c$$

$$V_s = V_u - V_c = 554.5 \text{ Kg}$$

$$\rho_h < \rho_{\min} \triangleright \text{use } \min A_v = 0.0025 A_g$$

$$A_g = 100 * 20 = 2000 \text{ cm}^2 \triangleright A_v = 5 \text{ cm}^2 \triangleright \text{use } 5\phi 12$$

$$P_n = 0.55 f'_c A_g \left[1 - \left(\frac{kl_c}{32h} \right)^2 \right] = 0.55 * 250 * 200 * 20 * \left[1 - \left(\frac{2 * 200}{32 * 20} \right)^2 \right] = 335156 \text{ Kg}$$

$$P_u = 5250 \text{ Kg} < 335156 \text{ kg} \triangleright OK$$

*آرماتور های قائم: در فاصله های ۱۵ سانتی متر آرماتور نمره ۱۲

*آرماتور های افقی: در فاصله های ۲۰ سانتی متر آرماتور نمره ۱۲

طراحی درپوش بتنی

طراحی درپوش یا همان دال دو طرفه بتنی بر اساس بار طراحی ترافیکی (مطابق مبحث ۶ مقررات ملی) که برابر با ۱۲۰۰ کیلوگرم بر مترمربع است طراحی می شود.

محاسبه لنگرهای دال دوطرفه بر اساس روش ضرایب پیشنهادی آیین نامه (ضرایب لنگر) مطابق پیوست ۹-۵ مبحث ۹ مقررات ملی ساختمان صورت می گیرد.

مطابق جدول ۹-۱۰-۹ مبحث ۹ حداقل ضخامت دال دوطرفه مطابق با شرایط پروژه ما برابر با $L/30$ می باشد که در این طراحی با توجه به محدودیت های کاور بتن در شرایط محیطی شدید ما ضخامت را ۲۰ سانتی متر در نظر می گیریم.

باتوجه به جدول ۹-۵-۱ ضریب لنگر منفی برای دال مورد نظر ما در هر ۴ طرف برابر با ۰.۰۳۶ می باشد.

$$\alpha_1 = 0.8125$$

$$b = 100cm$$

$$d = 200 - 50 = 150 = 15cm$$

$$f_{cd} = 250kg / cm^2$$

$$f_{yd} = 0.85 * 4000 = 3400kg / cm^2$$

$$W_D = 1.25(2500 * .2) + 1.5(1200) = 2268.75kg / m^2$$

$$M_{AD}^+ = M_{BD}^+ = C_{AD}^+ W_D l_A^2 = 0.036 * 2268.75 * 2^2 = 32659.2Kg.cm$$

$$A_{su}^+ = \frac{\alpha_1 f_{cd} b d}{f_{yd}} \left[1 - \sqrt{1 - \frac{2M_{AD}^+}{\alpha_1 f_{cd} b d^2}} \right] = 0.968cm^2$$

$$A_s \min = \frac{0.16 \sqrt{f_{cd}}}{f_{yd}} b h = 556mm^2 \triangleright A_{su}^+ = A_s \min = 565 \triangleright use 5\phi 12$$

طراحی فونداسیون منهول ها

طراحی فونداسیون منهول ها بصورت فونداسیون گستره صورت می پذیرد. باتوجه به اینکه بار وارد بر فونداسیون ناشی از لنگر تولید شده در پای دیوار به دلیل فشار جانبی خاک و همچنین نیروی محوری ناشی از وزن منهول و بارهای وارده به درپوش آن می باشد طراحی فونداسیون برای برش و خمش مطابق مقادیر زیر صورت می گیرد:

بر این اساس مقدار نیرو ناشی از فشار خاک در طول یک متر دیوار برابر با ۱۲۵۵.۴ کیلوگرم بصورت گسترده در ارتفاع دیوار می باشد. که لنگر ناشی از این نیرو برابر با زیر است:

$$M_u = \frac{ql^2}{2} = 2510.8 \text{ Kg.m}$$

$$M = 1.5M_u = 3766.2 \text{ Kg.m}$$

مقدار بارمحوری هم مطابق زیر محاسبه می شود:

$$P = 1.25(3000) + 1.5(1000) = 5250 \text{ Kg}$$

در نتیجه طراحی فونداسیون بصورت زیر خواهد بود:

$$M = 3766.2 \text{ Kg.m}$$

$$b = 20 \text{ cm}$$

$$d = 18 \text{ cm}$$

$$C = \frac{700}{700 + 4200} * d = 2.571 \text{ cm}$$

$$\beta = 0.9$$

$$a = \beta C = 2.314 \text{ cm}$$

$$T = \frac{M_u}{(d - a / 2)} = 22360 \text{ Kg}$$

$$A_s = \frac{T}{0.85 f_y} = 6.263 \text{ cm}^2 \triangleright \text{use } 6\phi 12$$

$$v_c = 0.2 \phi_c \sqrt{f'_c} = 0.2 * .65 * \sqrt{250} = 2.055$$

$$V_c = v_c * \left(1 + \frac{N_u}{12 A_g} \right) * h * d = 3211.68 \text{ Kg}$$

$$V_u = ql = 3766.2 \text{ Kg} > V_c$$

$$V_s = V_u - V_c = 554.5 \text{ Kg}$$

$$\rho_h < \rho_{\min} \triangleright \text{use } \min A_v = 0.0025 A_g$$

$$A_g = 100 * 20 = 2000 \text{ cm}^2 \triangleright A_v = 5 \text{ cm}^2 \triangleright \text{use } 5\phi 12$$

مطبق محاسبات فوق:

*آرماتور های طولی: در فاصله های ۱۵ سانتی متر آرماتور نمره ۱۲ بصورت دوطرفه

*آرماتور های عرضی (خاموت): در فاصله های ۲۰ سانتی متر آرماتور نمره ۱۲

مقدار کاور بتن در اعضای منهول

مطابق مبحث ۹ ویرایش ۱۳۹۹ در جدول ۹-۱-۵ مقادیر کاور بتن برای اعضای سازه ای مطابق با شرایط محیطی قید شده است. مطابق آیین نامه شرایط برای دیوار و فونداسیون منهول شرایط XCS2 می باشد و درپوش منهول شرایط XCS1 را دارا می باشد مطابق جدول آیین نامه مقادیر کاور بتن به شرح زیر می باشد:

جدول ۹-۱-۵ مقادیر حداقل ضخامت پوشش بتن روی میلگردها در شرایط محیطی خورنده
کلریدی به میلیمتر

نوع شرایط محیطی				نوع عضو
(۴) XCS4	(۳) XCS3 و XCD4	(۲) XCS2 و XCD2 و XCD3	(۱) XCS1 و XCD1	
۷۵	۶۰	۵۰	۴۵	تیرهای اصلی و ستونها
۶۰	۵۰	۴۰	۳۵	دال ها و تیر فرعی و تیرچه
۷۵	۶۰	۵۰	۴۵	دیوارها
۵۵	۴۵	۳۵	۳۰	پوسته ها
۹۰	۷۵	۶۰	۵۰	شالوده ها

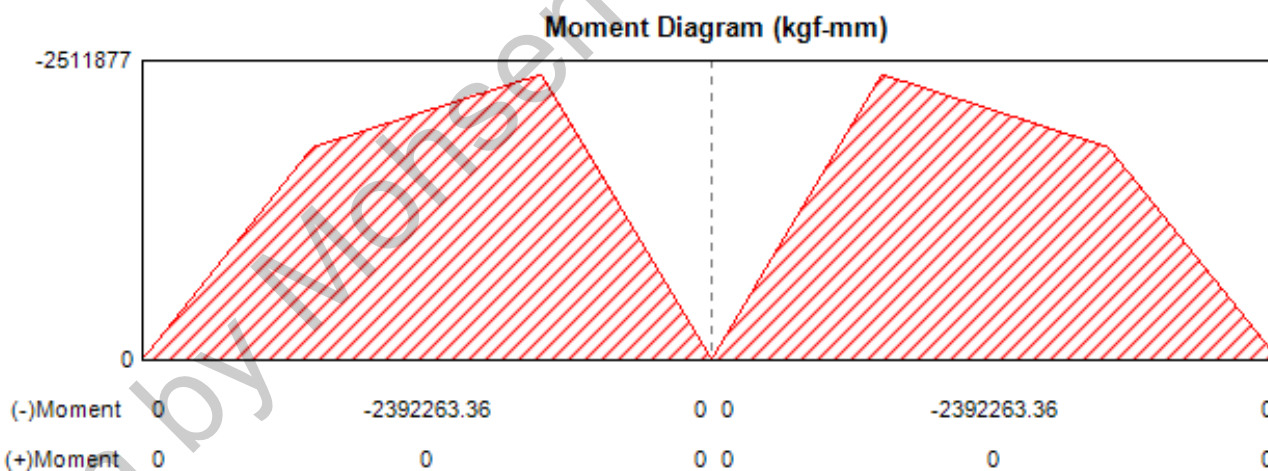
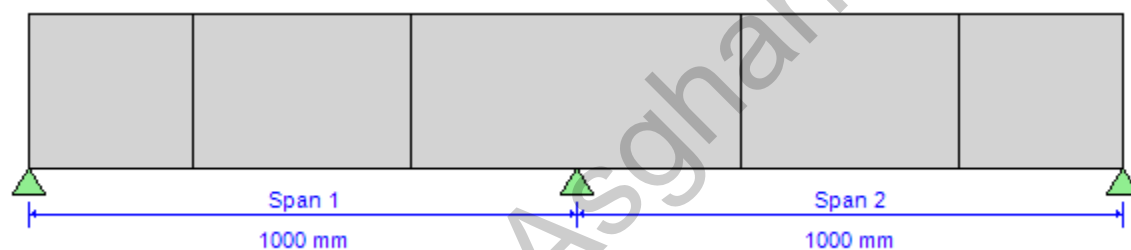
- دیوار ۵۰ میلیمتر
- فونداسیون ۶۰ میلیمتر
- درپوش منهول ۴۰ میلیمتر

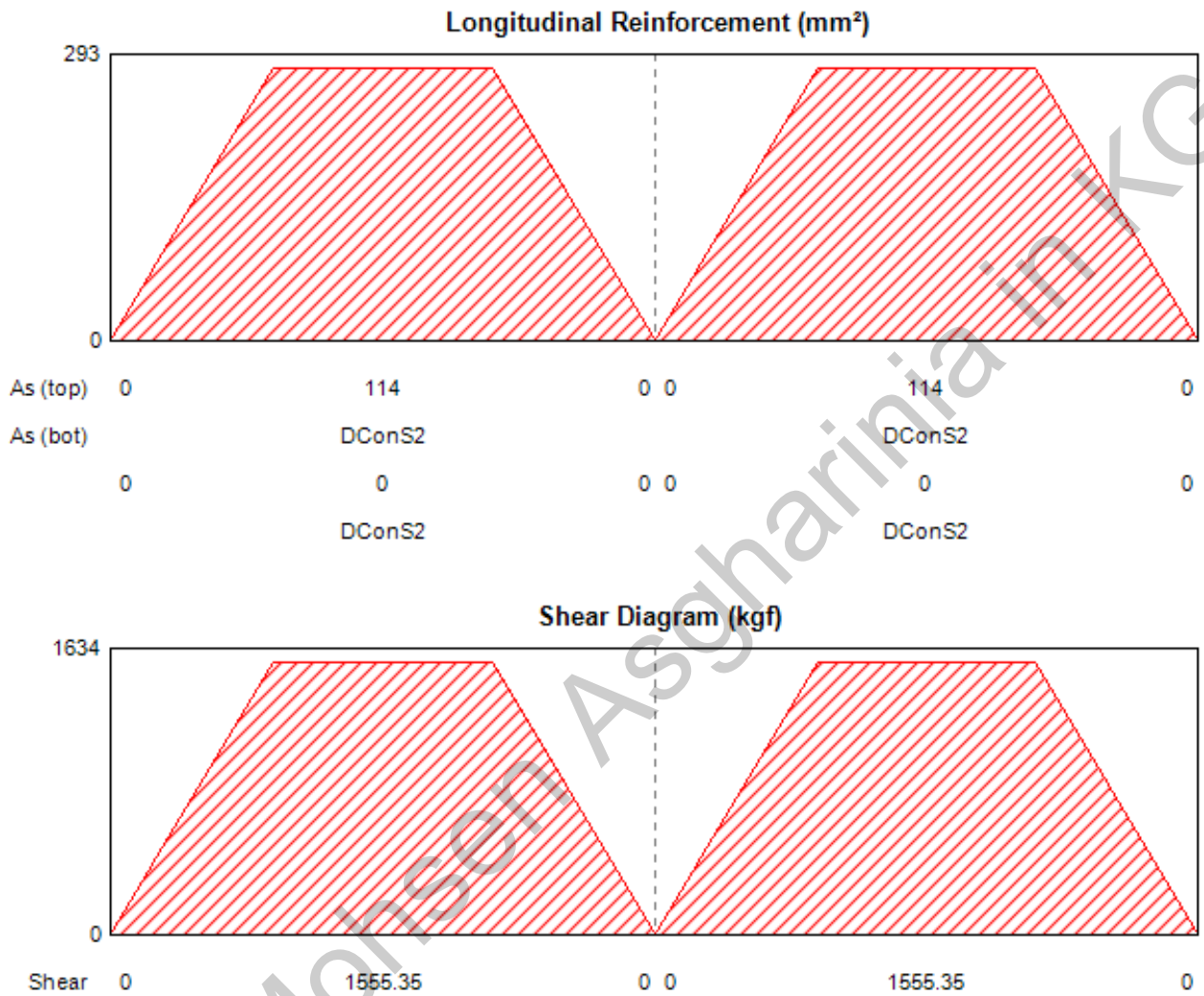
محاسبات فونداسیون بر اساس مدل سازی Safe

ACI 318-14 Concrete Strip Design

Geometric Properties
Combination = Overall Envelope
Strip Label = CSA3
Length = 2000 mm
Distance to Top Rebar Center = 24 mm
Distance to Bot Rebar Center = 24 mm

Material Properties
Concrete Comp. Strength = 2.55 kgf/mm ²
Concrete Modulus = 2534.56 kgf/mm ²
Longitudinal Rebar Yield = 40.79 kgf/mm ²





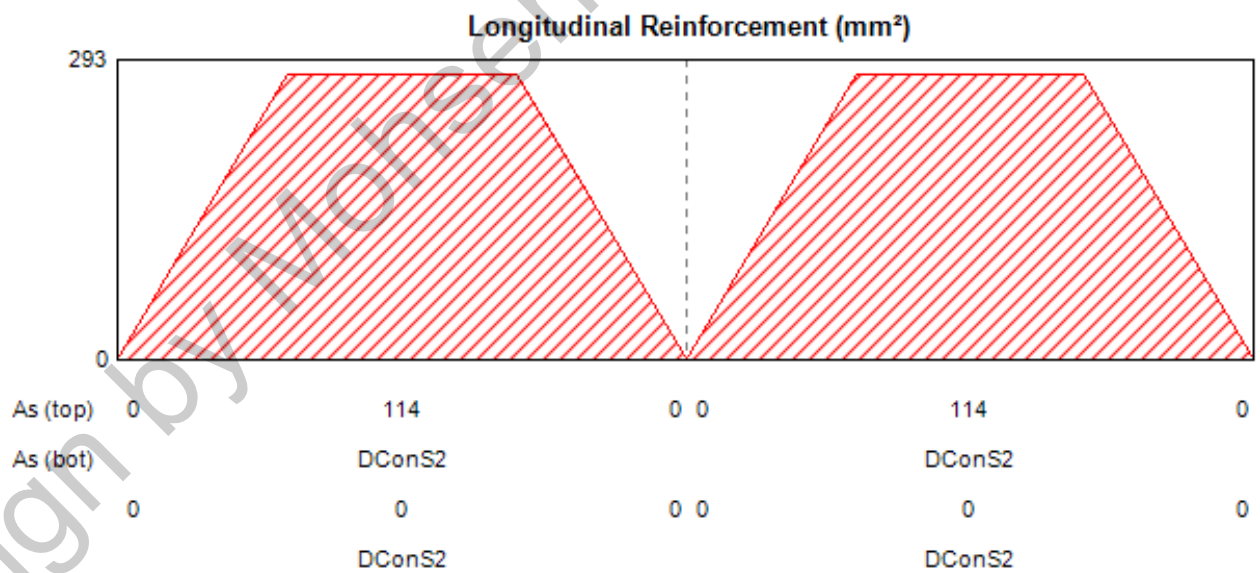
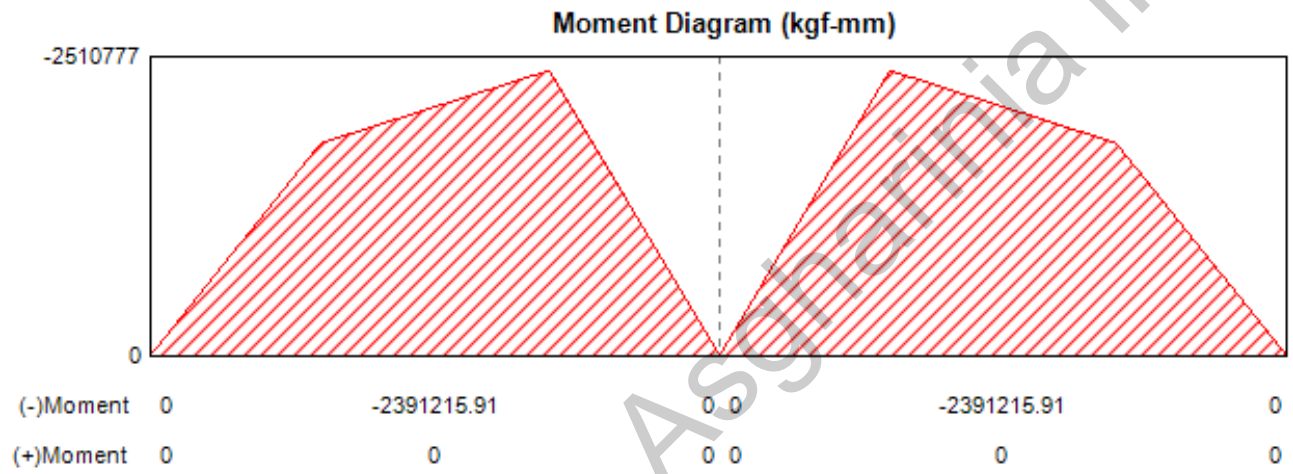
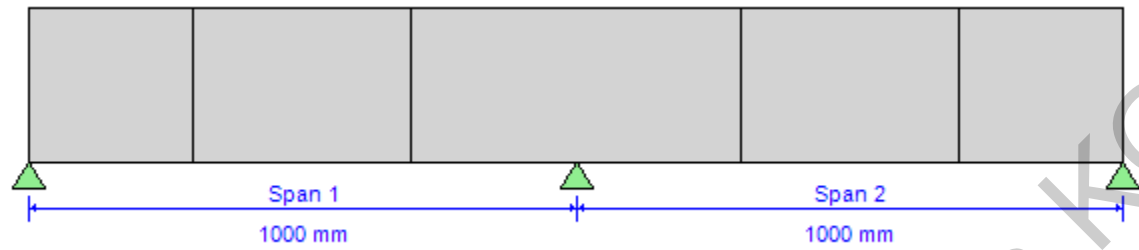
ACI 318-14 Concrete Strip Design

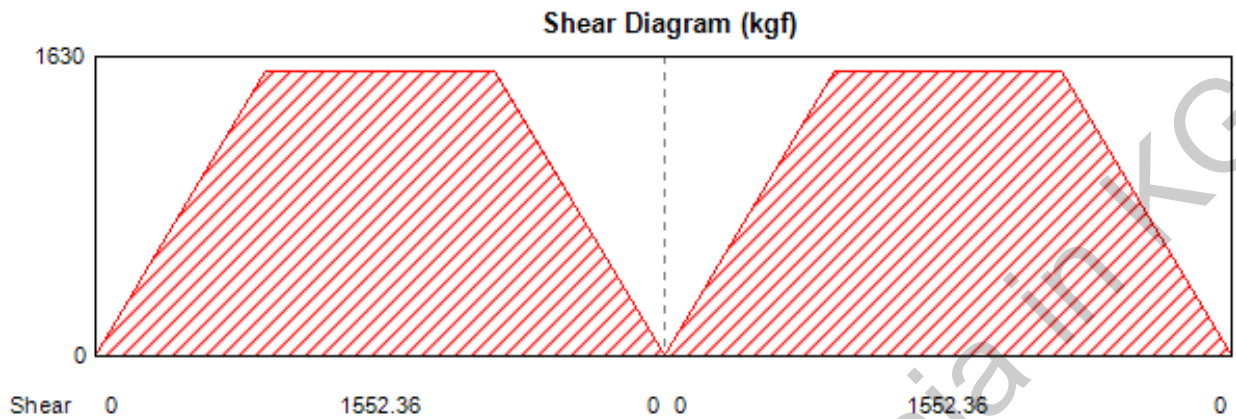
Geometric Properties

Combination = Overall Envelope
Strip Label = CSA1
Length = 2000 mm
Distance to Top Rebar Center = 24 mm
Distance to Bot Rebar Center = 24 mm

Material Properties

Concrete Comp. Strength = 2.55 kgf/mm ²
Concrete Modulus = 2534.56 kgf/mm ²
Longitudinal Rebar Yield = 40.79 kgf/mm ²





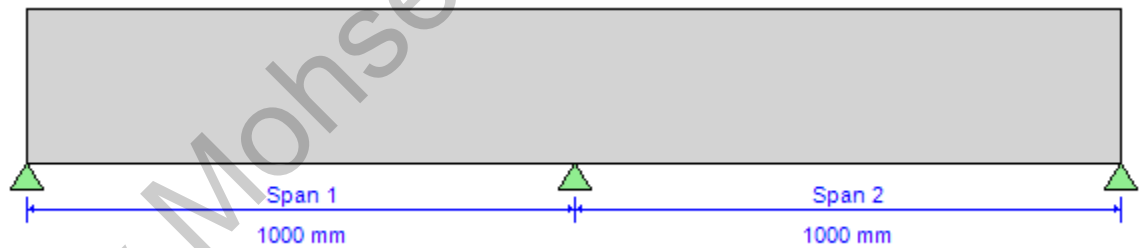
ACI 318-14 Concrete Strip Design

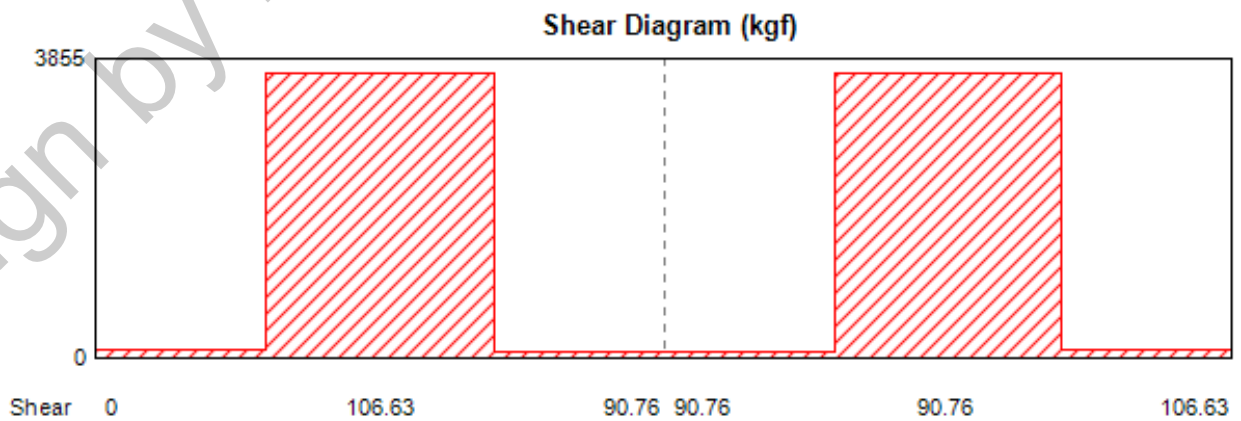
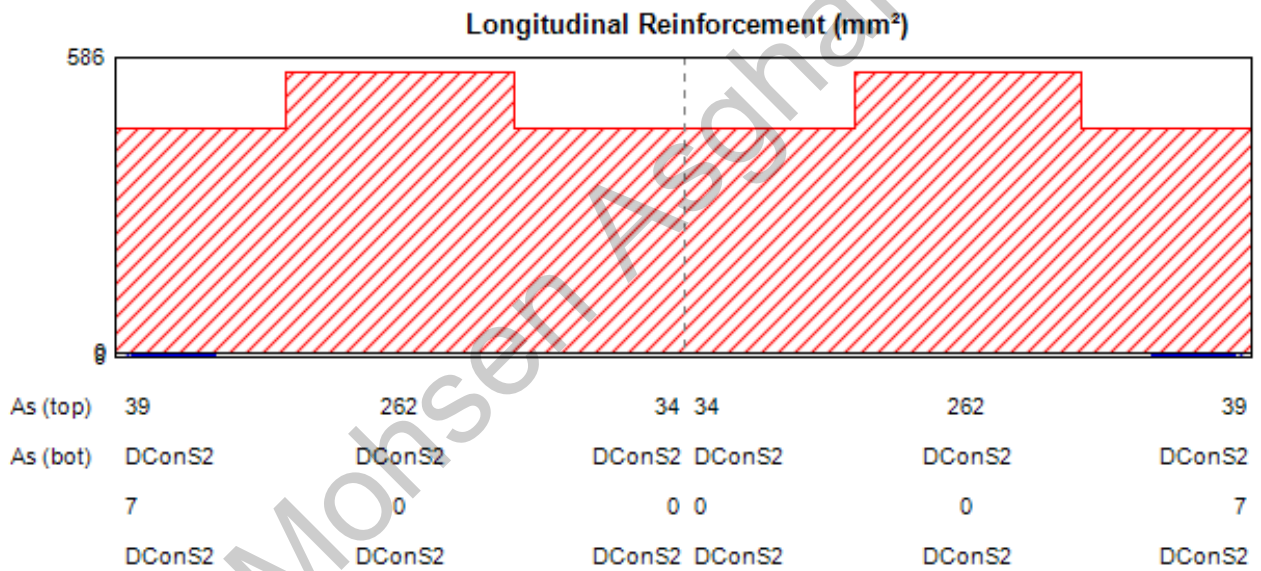
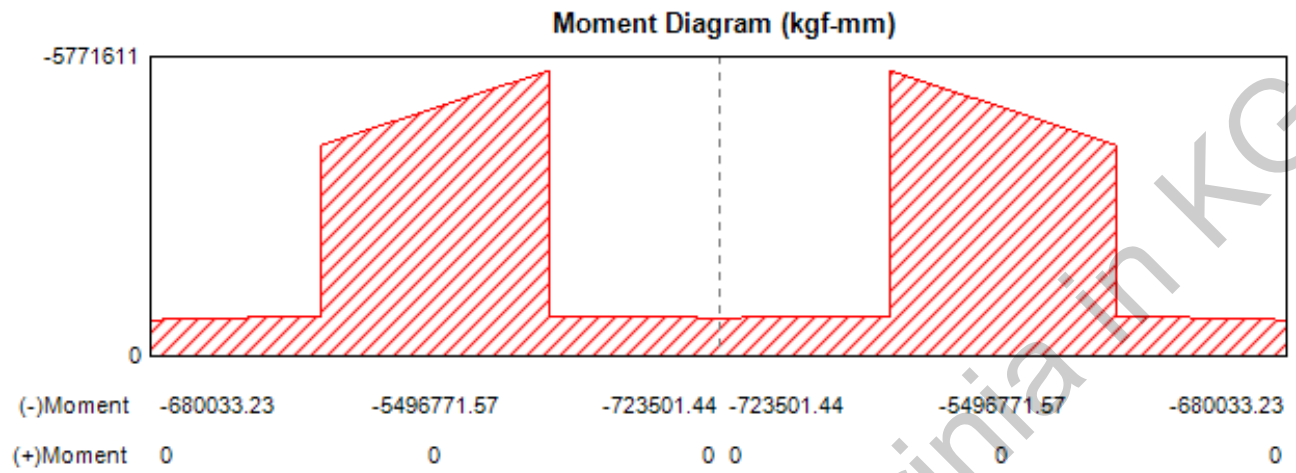
Geometric Properties

Combination = Overall Envelope
Strip Label = MSA2
Length = 2000 mm
Distance to Top Rebar Center = 24 mm
Distance to Bot Rebar Center = 24 mm

Material Properties

Concrete Comp. Strength = 2.55 kgf/mm ²
Concrete Modulus = 2534.56 kgf/mm ²
Longitudinal Rebar Yield = 40.79 kgf/mm ²





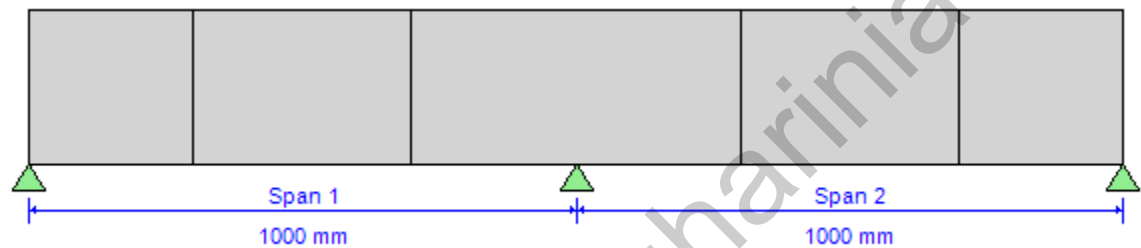
ACI 318-14 Concrete Strip Design

Geometric Properties

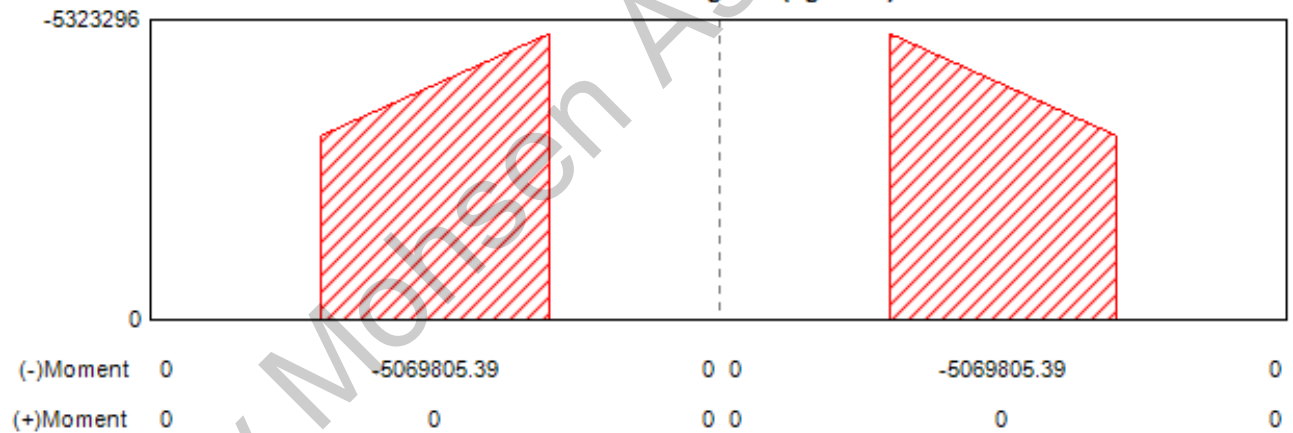
Combination = Overall Envelope
Strip Label = CSA2
Length = 2000 mm
Distance to Top Rebar Center = 24 mm
Distance to Bot Rebar Center = 24 mm

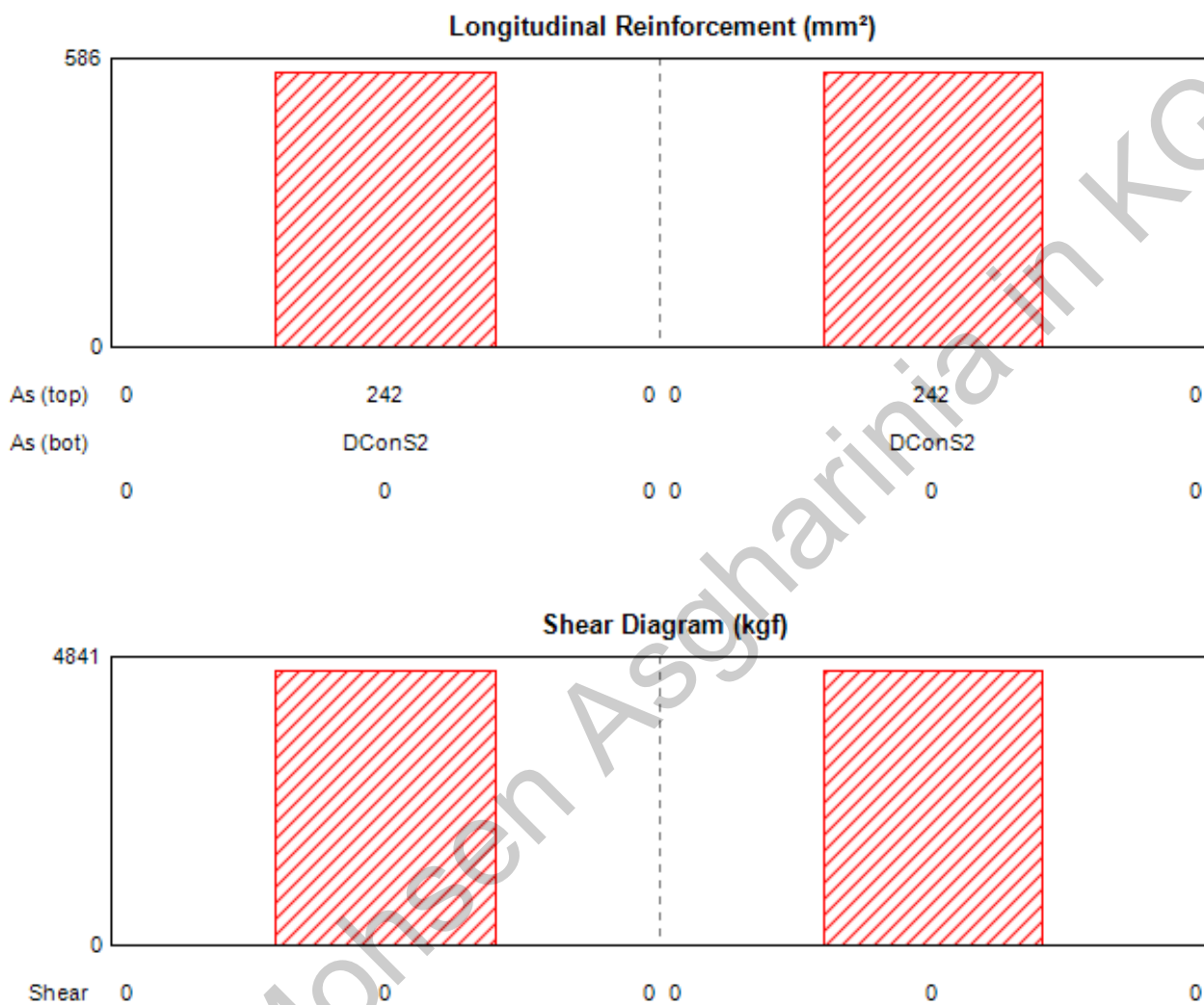
Material Properties

Concrete Comp. Strength = 2.55 kgf/mm ²
Concrete Modulus = 2534.56 kgf/mm ²
Longitudinal Rebar Yield = 40.79 kgf/mm ²



Moment Diagram (kgf-mm)





**همانطور که مشاهده می شود بحرانی ترین حالت برای میلگرد عدد ۵۸۶ میلیمتر مربع در هر متر می باشد که طراحی ما بر اساس ۶ عدد آرماتور ۱۲ معادل ۶۷۹ میلیمتر مربع در هر متر می باشد، پس طراحی فونداسیون از مقاومت کافی برخوردار می باشد.