بسم الله الرحمن الرحيم

جامعة بوليتكنيك فلسطين

كلية الهندسة والتكنولوجيا
دائره الهندسة المدنية والمعمارية

اسم المشروع

التصميم الإنشائي لمبنى مستشفى

فريق العمل

رافت اسعد راغب ديرية اسامة يوسف احمد ابولاوي

انس محمد عبد الحميد الجدع

إشراف :
د. هيثم عياد

فلسطين – الخليل
كانون أول - ٢٠١٢م

شهادة تقييم مشروع التخرج

جامعة بوليتيكنك فلسطين

الخليل – فلسطين

تقرير مشروع التخرج

التصميم الإنشائي لمبنى مستشفى

فريق العمل

رافت اسعد راغب ديرية اسامة يوسف احمد ابولاوي

انس محمد عبد الحميد الجدع

بناء على توجيهات الأستاذ المشرف على المشروع، وبموافقة جميع أعضاء اللجنة الممتحنة، تم تقديم هذا المشروع لدائرة الهندسة المدنية والمعمارية في كلية الهندسة والتكنولوجيا للوفاء الجزئي بمتطلبات الدائرة لدرجة البكالوريوس.

توقيع مشرف المشروع	**توقيع رئيس الدائرة**
الاسم : د.هيثم عياد.	الاسم : د. غسان دويك.
.....	.....

كانون أول - ٢٠١٢م

الإهداء

بدانا بأكثر من يد وقاسينا أكثر من هم
وعانينا الكثير من الصعوبات وهانحن اليوم
وامد ◻ نطوي سهر الليالي وتعب الأيام
وخلاصة مشوارنا بين دفتي هذا العمل
امتواضع.

إلى منارة العلم والإمام المصطفي إلى الأمي
الذي علم المتعلمين إلى سيد الخلق إلى رسولنا
الكريم سيدنا محمد صلى الله عليه وسلم.

إلى الينبوع الذي لا يمل العطاء إلى من حاكت
سعادتي بخيوط منسوجة من قلبها إلى والدتي
العزيزة.

إلى من سعى وشقي لأنعم بالراحة والهناء،
الذي لم يبخل بشئ من أجل دفعي في طريق
النجاح الذي علمني أن أرتقي سلم الحياة
بحكمة وصبر، إلى والدي العزيز.

إلى من حبهم يجري في عروقي ويلج بذكراهم
فؤادي ، إلى أخواتي وأخواني.

إلى من سرنا سوياً ونحن نشق الطريق معاً نحو النجاح والإبداع إلى من تكاتفنا يداً بيد ونحن نقطف زهرة وتعلمنا , إلى زملائي **الأعزاء.**

إلى من علمونا حروفا من ذهب **وكلمات من** درر وعبارات من أسمى وأجلى عبارات في العلم إلى من صاغوا **لنا علمهم حروفا ومن فكرهم** منارة تنير لنا سيرة العلم والنجاح إلى أساتذتنا **الكرام.**

الى كل من ساهم في إنجاز هذا العمل المتواضع .

الى كل هؤلاء نهدي هذا البحث.

فريق العمل

تقرير مشروع التخرج

التصميم الانشائي لمبنى مستشفى

فريق العمل

رافت اسعد راغب ديرية اسامة يوسف احمد ابولاوي

انس محمد عبد الحميد الجدع

المشرف
د.هيثم عياد

مقدم إلى دائرة الهندسة المدنية والمعمارية في كلية الهندسة والتكنولوجيا
جامعة بوليتيكنك فلسطين

للوفاء بجزء من متطلبات الحصول على
درجة البكالوريوس في الهندسة تخصص هندسة المباني

جامعة بوليتيكنك فلسطين
الخليل – فلسطين

الشكر والتقدير

يتقدم فريق العمل بالشكر الجزيل والعميق لكل من:

بيتنا الثاني جامعة بوليتيكنك فلسطين الموقرة، وكلية الهندسة والتكنولوجيا، ودائرة الهندسة المدنية والمعمارية بكافة طاقمها العامل على تخريج أجيال الغد.

جميع اساتذة الجامعة ونخص بالذكر الدكتور هيثم عياد والذي بذل كل جهد مستطاع للخروج بهذا العمل بالشكل اللائق.

مكتبة الجامعة والقائمين عليها لتعاونهم الكامل ومساعدتهم.

لكل من قدم يد المساعدة بأي شيء ولو كان بسيطا.

فريق العمل

ملخص المشروع

التصميم الإنشائي لمستشفى ابن سينا

فريق العمل

رافت اسعد راغب ديرية اسامة يوسف احمد ابولاوي

انس محمد عبد الحميد الجدع

المشرف
د.هيثم عياد

تتلخص فكرة المشروع في تحليل وتصميم كافة العناصر الانشائية لمبنى المستشفى المقترح، حيث سيتم دراسة كل عنصر على حده وعمل التصميم الانشائي المناسب له .

والمشروع يتكون من اربعة طوابق، بالاضافة الى طابق التسوية والذي يحوي بداخله مخزن ومطبخ وغرف الكهرباء والمولدات وغرفة العمليات وغرفة الطوارئ ، ويليه الطابق الارضي والذي يحتوي على القسم المالي والقسم الاداري وكافتيريا وقسم العيادات الخارجية وقسم العمليات وقسم الاشعة وقسم الصيدلة وقسم الاستقبال ، ثم الطابق الأول والذي يتكون من غرفة العمليات ومخازن وقسم الجراحة وغرفة الانعاش والعناية المكثفة وغرف للمرضى ، ثم الطابق الثاني والذي يتكون من القسم الباطني وقسم التوليد وغرفة لاستراحة الاطباء ، اما الطابق الثالث والذي يتكون من قسم الاطفال وغرف للمرضى وغرف لاستراحة الاطباء والعاملين .

وهذا المبنى سيتم تصميمه" إنشائيا" باعتماد أحمال الكود الأردني في تصميم الخرسانة أيضا، حيث يحتوي المشروع على التحليل الإنشائي لعناصر المبنى وتصميمها، ويحوي أيضا على" المخططات الإنشائية اللازمة لتنفيذ المبنى".

Abstract

The Structural Design of Hospital

Work Team

Rafat Asa'ad Ragheb Deirieh Osama Yousef Ahmad Abu lawi

Anas Mohamad Aabdl-hamed Aaljada'

Palestine Polytechnic University – 2012

Supervisor:
Dr. Haitham Ayyad

The idea of this project is the analysis and design of all structural elements of the proposed hospital building, which will be separately studying each component and structural design works appropriate for them.

The project consists of four floors in addition to **basement**, which contains store, kitchen , electricity room , emergency room and operations room, followed by the **ground floor** which contains a financial department , cafeteria, Outpatient Department, administrative department ,operations department , department of radiology, department of pharmacy and department of reception, and the **first floor**, which consists of operation room, intensive care unit rooms, patients rooms , department of surgery ,stores, and recovery room, the **second floor** which consist of obstetric and gynecology ward ,doctors resting room, internal medicine ward, and the **third floor** which consist of pediatric ward, patient rooms and doctors resting room.

This building will be "structurally" designed according to the Jordanian Code of loads , also the American code of concrete design (ACI-318-08) will be used in the designing of concrete members .

العنوان	الصفحة

صفحة الغلاف----------(i).

شهادة تقييم مقدمة مشروع التخرج----------(ii).

الإهداء----------(iii).

تقرير مشروع التخرج----------(iv).

الشكر و التقدير----------(v).

ملخص المشروع----------(vi).

Abstract---------- (vii).

الفصل الأول----------(١).

١ـ نظرة عامة----------(٢).

١ـ١ـ أسباب اختيار المشروع----------(٣).

١ـ٢ـ أهداف البحث----------(٤).

١ـ٣ـ مشكلة البحث----------(٤).

١ـ٤ـ حدود مشكلة البحث----------(٤).

١ـ٥ـ المسلمات----------(٤).

١ـ٦ـ فصول المشروع----------(٥).

١ـ٧ـ اجراءات المشروع----------(٥ـ٦).

الفصل الثاني (الوصف المعماري)----------(٧).

٢ـ١ـ المقدمة----------(٨).

٢ـ٢ـلمحة عن المشروع----------(٩).

٢ـ٣ـوصف عناصر المشروع----------(١٠).

٢-٤-وصف المساقط الافقية----------(١٠-١٤).

٢-٥-وصف الواجهات----------(١٥-٢٠).

٢-٦-وصف الحركة----------(٢١).

الفصل الثالث----------(٢٢).

٣-الوصف الإنشائي----------(٢٢).

٣-١-المقدمة----------(٢٣).

٣-٢ هدف التصميم الانشائي ----------(٢٣)

٣-٣ الدراسات التحليلية و النظرية ----------(٢٣-٢٦)

٣-٤ الاختبارات العملية----------(٢٦).

٣-٥العناصر الانشائية المستخدمة----------(٢٧).

٣-٥-١- العقدات----------(٢٧-٣٠).

٣-٥-٢- الجسور----------(٣١).

٣-٥-٣- الأعمدة----------(٣٢).

٣-٥-٤- جدران القص----------(٣٣).

٣-٥-٥- الاساسات----------(٣٤-٣٥).

٣-٥-٦- الأدراج----------(٣٦).

٣-٥-٧- الجدران الاستنادية ----------(٣٧)

٣-٥-٨- فواصل التمدد----------(٣٨).

٣-٦- برامج الحاسوب ----------(٣٨).

Title	Page

4- Chapter Four---------- (39).

4-1-Introduction---------- (41).

4-2-Determination of the Slab thickness---------- (41-42).

4-3- Determination of the thickness for two way slab---------- (43-45).

4-4- Determination of Factored Load ---------- (45-46).

4-5-Design of topping ---------- (46-47).

4-6-Design of rib(33)---------- (48-55).

4-7-Design of two ribbed slab(T3)---------- (56-63).

4-8- Design of two solid slab(S.S.6)---------- (63-68).

4-9-Design of beam (86 87 88 89) ---------- (68-77).

4-10-Design of long column (C20) ---------- (77-80).

4-11-Design of isolated footing(F5) ---------- (80-86).

4-12-Design of mat foundation for well ---------- (87-90).

4-13-Design of basement wall---------- (91-94).

4-14-Design of stair (4)---------- (94-100).

4-15-Design of shear wall---------- (101-103).

الفصل الخامس (النتائج والتوصيات) ----------(١٠٤).

الملاحق ----------(١٠٧)

فهرس الجداول

العنوان	الصفحة

١- جدول كثافات المواد المستخدمة----------(24).

٢- جدول الأحمال الحية----------(25).

٣- جدول أحمال الثلوج----------(26).

فهرس الأشكال

الشكل	وصف الشكل	رقم الصفحة
١-١	الجدول الزمني	6
٢-٣-١-١	طابق التسوية	10
٢-٣-١-٢	الطابق الأرضي	11
٢-٣-١-٣	الطابق الأول	12
٢-٣-١-٤	الطابق الثاني	13
٢-٣-١-٥	الطابق الثالث	14
٢-٣-٢-١	الواجهة الشمالية	١٥
٢-٣-٢-٢	الواجهة الجنوبية	١٦
٢-٣-٢-٣	الواجهة الغربية	١٧
٢-٣-٢-٤	الواجهة الشمالية الغربية	١٨
٢-٣-٢-٥	الواجهة الشمالية الشرقية	19
٢-٣-٢-٦	الواجهة الجنوبية الغربية	20
٢-٣-٣-١	الشكل العام	٢١
٣-٥-١	عقدة مصمتة باتجاه واحد	٢٨
٣-٥-٢	عقدة مصمتة باتجاهين	٢٨
٣-٥-٣	عقدة أعصاب باتجاه واحد	٢٩
٣-٥-٤	عقدة أعصاب باتجاهين	٣٠
٣-٥-٥	أشكال الجسور	٣١
٣-٥-٦	الاعمده المستخدمة	٣٢
٣-٥-٧	جدار قص	٣٣
٣-٥-٨-أ	لبطس مفرد	٣٤
٣-٥-٨ب	مسقط افقي بالابطس	٣٥
٣-٥-٨-ج	مقطع طولي بالابطس	٣٥

٣-٥-٩	درج	٣٦
٣-٥-١٠	جدار استنادي	٣٧
٤-١	Ground Floor Slab	٤١
٤-٢	Two way rib slab	٤٣
٤-٣	Rib geometry	٤٨
٤-٤	Rib section	٤٨
٤-٥	Loading of rib (33)	٤٩
٤-٦	Moment envelop of rib (33)	٤٩
٤-٧	Shear envelop of rib(33)	٤٩
٤-٨	Two way rib slab	٥٧
٤-٩	Two way solid slab	٦٤
٤-١٠	Beam geometry	٦٨
٤-١١	Load of beam	٦٩
٤-١٢	Moment envelop for beam	٦٩
٤-١٣	Shear envelop for beam	٦٩
٤-١٤	Long column details	٨٠
٤-١٥	Isolated footing	٨٣
٤-١٦	Isolated footing details	٨٦
٤-١٧	Mat foundation	٨٧
٤-١٨	Shear in x-direction	٨٧
٤-١٩	Shear in y-direction	٨٨
٤-٢٠	Moment in x-direction	٨٩
٤-٢١	Moment in y-direction	٨٩
٤-٢٢	Load on basement wall	٩١
٤-٢٣	Load,shear and moment envelop for basement wall	٩٢
٤-٢٤	Stair plan	٩٥
٤-٢٥	Loads on stair	٩٦
٤-٢٦	Shear envelop	٩٧
٤-٢٧	Moment envelop	٩٨
٤-٢٨	Stair section	١٠٠
٤-٢٩	Shear wall section	١٠١

List of Abbreviations

- a = depth of equivalent rectangular stress block, cm.
- a_b = depth of equivalent rectangular stress block at balanced condition, cm.
- $a_{\max}$ = depth of equivalent rectangular stress block at maximum ratio of tension – reinforcement , cm
- A_c = area of concrete section resisting shear transfer.
- A_g = Gross area of section.
- A_V = area of shear reinforcement within a distance (S).
- A_T = area of one leg of a closed stirrup resisting tension within a (S).
- A_S = area of tension reinforcement ,cm^2

- A'_S = area of reinforcement at compression side , cm^2
- b = width of beam in rectangular beam section , cm
- b_e = effective width of flange in T-section beam, cm.
- b_w = width of web for T-section beam, cm.
- C_c = compression force in equivalent concrete block.
- C_s = compression force in compression reinforcement.
- d = distance from extreme compression fiber to centroid of tension – side reinforcement.
- d' = distance from extreme compression fiber to centroid of compression-side reinforcement.
- E_s = modulus of elasticity of reinforcement ,MPa
- $f'c$ = specified compressive strength of concrete.
- f_y = specified tensile strength of reinforcement.
- M_n = nominal bending moment.
- M_u = factored (ultimate) bending moment.
- R_u = coefficient of resistance.
- t = slab thickness in T-section beam, cm.
- $_1$ = factor as defined by ACI 10.2.7.3.
- £'s = strain in compression – side reinforcement.
- £$_y$ = yield strain of reinforcement.
- ° = ratio of tension reinforcement.
- °$_b$ = ratio of tension reinforcement at balanced condition.
- °$_f$ = ratio of reinforcement equivalent to compression force in slab of T-section beam.
- °$_{max}$ = maximum ratio of tension reinforcement permitted by ACI 10.3.3.
- °$_{min}$ = minimum ratio of tension reinforcement permitted by ACI 10.5.1.
- °$_{req'd}$ = required ratio of tension reinforcement.
- ¤ = strength reduction factor.
- DL = dead load.
- h = overall thickness of member.
- I = moment of inertia of section resisting externally applied factored loads.
- Ln = length of clear span in long direction of two- way construction , measured face – to – face of supports in slabs without beams and face to face of beam or other supports in other cases .
- LL = Live Load.
- Ld = development length.
- Lw = length of wall.

- M = bending moment.
- Pn = nominal axial load.
- Pu = factored axial load.
- S = Spacing of shear or in direction parallel to longitudinal reinforcement.
- V_C = nominal shear strength provided by concrete.
- V_n = nominal shear stress.
- V_S = nominal shear strength provided by shear reinforcement.
- V_u = factored shear force at section.
- W_c = weight of concrete .(Kg/m^3)
- W = width of beam of rip.
- W_u = factored load per unit area.
- d = flexural depth of the beam, cm.
- L = beam clear span, from support face to other support face.
- N = number of stirrups required within a given segment of the beam.
- $N1$ = number of legs for each stirrup.
- V_{sb} = nominal shear strength provided by shear reinforcement at the section where Vs is the max permitted by ACI 11.12.1. Locating of this section is needed to define which maximums provisions applies.
- $V_{sreq'd}$ = required nominal shear strength provided by shear reinforcement.
- V_{ud} = factor shear force at distance d from the face of the support.
- $V_{u\ req'd}$ = factored shear force at the mid- span of the beam, will not be zero if the beam is partially loaded with superimposed loads.
- ¤$V_{n\max}$ = reduced shear strength of the beam section located a long the beam span where minimum shear reinforcement is required in accordance with.
- X_b = the distance along the beam at which V_{sb} occurs. For any beam section within the distance X_b , V_{sb} is based on 11.5.4.3 , otherwise is based on 11.5.4.1,
- $X_{\max}$ = distance from the face of the support along the beam span after which stirrups shall be placed with the maximum spacing per. 11.5.4.1 and 11.5.4.3
- E_c = modulus of elasticity of concrete ,MPa , see 8.5.1
- EI = flexural stiffness of compression number.
- f_s = calculated stress in reinforcement at service load, MPa.
- I_g = moment of inertia of gross concrete sectional about centroidal axis , neglecting reinforcement , mm^4
- I_{se} = moment of inertia of reinforcement about centroidal axis of member cross section ,mm^4
- k = effective length factor for compression member.

- M_1 = smaller factor end moment on a compression member .positive if member is bent in single curvature, negative if bent in double curvature mm-n.
- M_2 = larger factored end moment on compression member ,always positive , mm-2
- P_b = nominal axial load strength at balanced strain condition. See 10.3.2, N.
- P_c = critical load, see Eq.(10-10),N.
- P_n = nominal axial load strength at given eccentricity, N.
- P_o = nominal axial load strength at zero eccentricity, N.
- P_u = factored axial load at given eccentricity, N $\leq$ ¤P_n .
- r = radius of gyration of cross section of a compression member ,mm
- ¢$_{ns}$ = moment magnification factor for frames not braced against sides way, to reflect of member curvature between ends of compression member.
- $R1 : rib1$.
- $B1 : beam1$
- *R .W :Retaining wall.*
- *B.W: Basement wall.*

المقدمة

١-١ نظرة عامة .

٢-١ أسباب اختيار المشروع .

١-٢-١ أسباب تتعلق بطبيعة المشروع .

٢-٢-١ أسباب شخصية .

٣-١ أهداف البحث .

٤-١ مشكلة البحث .

٥-١ حدود مشكلة البحث .

٦-١ المسلمات .

٧-١ فصول المشروع .

٨-١ اجراءات المشروع .

١-١ نظرة عامة:-

منذ أن وجد الإنسان قديما وهو في رحلة دائمة ومستمرة للبحث عن أسرار الطبيعة ومكنوناتها لتحقيق شيء واحد لم يدخر لأجله جهدا وقتا وكما أو حتى كيفا الوصول إليه ,كان مسعاه دائما الكمال والراحة الأبدية (أبدية الحياة الدنيا).

فكان من الطبيعي أن يفكر الإنسان بالمسكن الذي يأويه ، فبدأ حياته الأولية ليقي نفسه الأخطار المحيطة به ، **خلال استعمال** المواد الأولى كالأخشاب والحجارة وغيرها لتحقيق هذه الغاية . مع تطور الإنسان وتطور حياته ومع الانفتاح الصناعي المستمر كان لا بد من مواكبة الأحداث لتلبية احتياجات الناس بمختلف فئاتهم وأشغالهم ، من هنا يأتي دور المهندس الذي يضع أفكاره وحلوله من اجل المضي قدما في ركب الثورة البشرية.

فالمهندس هو من يصمم وينشئ الملاذ الأمن لرجل عائد إلى بيته بعد يوم طويل مرهق ومتعب وهو ذاته من يجمع الناس تحت سقف واحد في حدث موسيقي هنا وأخر رياضي هناك ، بكل اختصار المهندس هو من يظهر أو على الأقل من يحاول أن يظهر الجمال المدفون وراء وجه الطبيعة.

١-٢ أسباب اختيار المشروع:-

١-٢-١ أسباب تتعلق بطبيعة المشروع:-

أحد الاحتياجات الضرورية للبشرية جمعاء "الرعاية الطبية" ، وهذه لا تتحقق إلا بتوفر المكان المناسب الذي يشمل الإضاءة والتهوية والمساحة **المناسبة** ، لذا ففريق العمل **ارتىء** أن يضع بين أيديكم دراسة إنشائية كاملة تشمل التحليل الإنشائي و تصميم العناصر المختلفة لنموذج يلبي هذه الحاجة وهو مستشفى.

ومن هذا المنطلق فان اختيار مشروع إنشائي يتعلق بتصميم مستشفى ، يأتي تحقيقا لهذا الهدف .

- أن مشروع المستشفى يكفل توفير مكان مناسب للتزود بالرعاية الطبية اللازمة ، **بمساحة أرض مناسبة** ، و ذلك عن طريق **التوسع الشاقولي (العامودي)**، فتوفير مثل هذه الأراضي يساعد في بناء أعداد اكبر من المشاريع .

١-٢-٢أسباب شخصية:-

- رغبة فريق المشروع بأن يكون المشروع إنشائيا ، لأننا في تخصص هندسة المباني ،نصنف بعد التخرج كمهندسين إنشائيين ، وكذلك أن أغلب المشاريع في فلسطين عبارة عن مشاريع صغيرة ، منها المباني التعليمية والمستشفيات ، إذ تشكل هذه المشاريع ما نسبته ٧٠% من المشاريع في فلسطين.

- رغبة فريق العمل في اكتساب المهارات اللازمة بالتصميم الإنشائي ، وذلك عن طريق ربط النواحي النظرية بالنواحي العملية من خلال التحليل الإنشائي **لمبنى المستشفى**، وما يحتويه من عناصر إنشائية مختلفة ، وتصميم هذه العناصر بحيث تتناسب مع الأحمال الواقعة عليها ، مع مراعاة توفير عاملي المتانة و الاقتصاد.

١- ٣أهداف البحث :-

نأمل من هذا البحث بعد إكماله أن نكون قد وصلنا إلى الأهداف التالية:

١. القدرة على اختيار النظام الإنشائي المناسب للمشاريع المختلفة وتوزيع عناصره الإنشائية على المخططات، مع مراعاة الحفاظ على الطابع المعماري.
٢. القدرة على تصميم العناصر الإنشائية المختلفة.
٣. تطبيق وربط المعلومات التي تم دراستها في المساقات المختلفة .
٤. إتقان استخدام برامج التصميم الإنشائي ومقارنتها مع الحل اليدوي.

١-٤ مشكلة البحث :-

تتمثل مشكلة هذا المشروع في التحليل و التصميم الإنشائي لجميع العناصر الإنشائية المكونة للمستشفى الذي تم اعتماده ليكون ميدانا لهذا البحث ، وفي هذا المجال سيتم تحليل كل عنصر من العناصر الإنشائية مثل البلاطات والأعصاب والأعمدة والجسور ....الخ. بتحديد الأحمال الواقعة عليه ، ومن ثم تحديد أبعادها وتصميم التسليح اللازم لها ، مع الأخذ بعين الاعتبار عامل الأمان للمنشأ ، ومن ثم سيتم عمل المخططات التنفيذية للعناصر الإنشائية التي تم تصميمها ، لإخراج هذا المشروع من حيز الاقتراح إلى حيز التنفيذ .

١-٥ حدود مشكلة البحث :-

يقتصر العمل لهذا المشروع على الناحية الإنشائية فقط، حيث سيتم العمل خلال الفصلين الثاني من السنة الدراسية ٢٠١١-٢٠١٢ والاول من السنة الدراسية ٢٠١٢-٢٠١٣ من خلال مقدمة مشروع التخرج في الفصل الثاني و مشروع التخرج في الفصل الاول من العام القادم .

١-٦ المسلمات :-

١. اعتماد الكود الأمريكي في التصاميم الإنشائية المختلفة (ACI-318-02) .
٢. استخدام برامج التحليل والتصميم الإنشائي مثل (Atir, staad pro, safe, etabs)
٣. برامج أخرى مثل Microsoft office Word & Power Point.

١-٧ فصول المشروع :-

إن كتابة أي بحث علمي بالطريقة الصحيحة يجب أن تتم بترتيب المواضيع التي يعالجها على شكل فصول ، و أبواب متخصصة، ولهذا فقد تم ترتيب هذا البحث في عدة فصول ، يتحدث كل فصل منها عن جانب معين من جوانب المشروع وهي كالتالي :-

١- **الفصل الأول** : يشمل المقدمة العامة ومشكلة البحث و أهدافه....

٢- **الفصل الثاني** : يشمل الوصف **المعماري للمشروع**.

٣- **الفصل الثالث** : يشمل وصف العناصر الإنشائية للمبنى.

٤- **الفصل الرابع** : التحليل والتصميم الإنشائي للعناصر الإنشائية.

٥- **الفصل الخامس**: النتائج و التوصيات .

١-٨ إجراءات المشروع :-

١- دراسة المخططات المعمارية، وذلك للتأكد من صحتها من النواحي المعمارية وتوافقها مع أهداف المشروع وشروطه.

٢- دراسة العناصر الإنشائية المكونة **للمستشفى** ، وكذلك توزيع هذه العناصر على المخططات مثل توزيع الأعمده **والجسور والأعصاب للبلاطات** .

٣- تحديد الأحمال الواقعة على المبنى سواءا كانت أحمال ميتة أو أحمال حية ، **كذلك الأحمال** البيئية (**أحمال** الرياح و **الثلوج و الزلازل**).

٤- تحليل العناصر الإنشائية **المختلفة**، لتحديد حالات التحميل المختلفة وبالتالي تحديد **الحالات** الحرجه وعمل التصميم على أساسها.

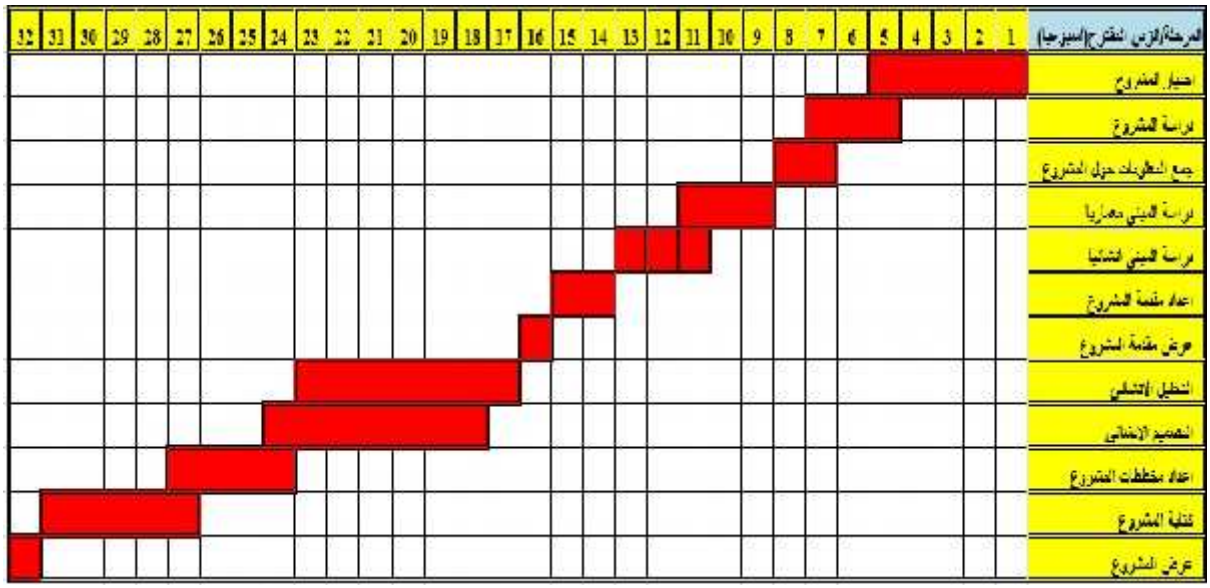
٥- تصميم العناصر الإنشائية بناءا على نتائج التحليل ، **مع مراعاة العوامل الأخرى، المتعلقة بعنصر الجمل في المبنى** و الفواصل الإنشائية و فواصل التمدد.

٦- التأكد من صحة التصميم ، وذلك بمقارنة النتائج اليدوية بالنتائج الناتجة من برامج الحاسوب المتنوعه.

٧- أنجاز جميع المخططات التنفيذية اللازمة لجميع عناصر المشروع بشكل متكامل بحيث يمكن قراءته من قبل أي مهندس إنشائي بسهولة.

والجدول التالي يوضح تسلسل أعمال المشروع والزمن اللازم لكل نشاط.

جدول (١-١) الجدول الزمني للمشروع خلال السنة الدراسية (٢٠١٢\٢٠١١)



الفصل الثاني

الوصف المعماري للمشروع

٢-١ مقدمة.

٢-٢ لمحة عن المشروع.

٢-٣ وصف عناصر المشروع .

٢-٣-١ وصف المساقط الأفقية .

٢-٣-١-١ طابق التسوية

٢-٣-١-٢ الطابق الأرضي

٢-٣-١-٣ الطابق الأول

٢-٣-١-٤ الطابق الثاني

٢-٣-١-٥ الطابق الثالث

٢-٣-٢ وصف الواجهات.

٢-٣-٢-١ الواجهة الشمالية

٢-٣-٢-٢ الواجهة الشرقية

٢-٣-٢-٣ الواجهة الجنوبية

٢-٣-٢-٤ الواجهة الغربية

٢-٣-٣ وصف الحركة.

١-٢ مقدمة :-

في النفس البشرية حاجة ماسة للإبداع – كانت ولا زالت – رفعت من خلالها حضارات وأطاحت بأخرى ،وكان سعي الإنسان لتحقيق هذه الغاية كبيرا ، ولم تكد تقضي أجيال حتى جاءت غيرها لتكمل مسيرة الإبداع البشرية المستمرة . وهذا ما يتمثل قي يومنا هذا وشاهدة للعيان ، فأبدع الفرعوني بأهراماته والإغريقي بتماثيله ومتاحفه ولحقهم الصيني بسوره العظيم وأكمل غيرهم المشوار.

ومن هنا تكمن أهمية التصميم لأي منشأ أو مبنى و الذي يمر بعدة مراحل ، بحيث تتمثل محطتها الأولى بمرحلة التصميم المعماري حيث يتم في هذه المرحلة تحديد شكل المنشأ ويؤخذ بعين الاعتبار تحقيق الوظائف والمتطلبات المختلفة التي من أجلها سيتم إنشاء هذا المبنى، ، بهدف تحقيق الفراغات والأبعاد المطلوبة وتحديد مواقع الأعمدة والمحاور، وتتم في هذه العملية أيضا دراسة الإنارة والتهوية والحركة والتنقل وغيرها من المتطلبات الوظيفية.

وأما كان التصميم من منظور طبي ،فيجب النظر إلى الحاجة المطلوبة منها بقدر الإمكان وعلى أكمل وجه، وهذه الحاجة تكمن في تقديم مستوى رعاية طبية ممتازة وهذا يأتي من خلال التصميم المعماري الجيد للمبني مع الآخذ بكل الاعتبارات التصميمية الخاصة بالمباني الطبية التي تتمثل في توزيع الأقسام وربطها ببعضها، وفي نفس الوقت فصلها لعدم تأثير احدها على الأخر ،وتوفير المساحات الكافية والخالية من الأعمدة الداخلية في منتصف الفراغات الإنشائية، و توفير التهوية والإضاءة المناسبة والالتزام بالمواصفات والمقاييس الخاصة .

لأداء أي عمل لا بد أن يتم بمراحل عدة حتى يتم انجازه على أكمل وجه، وكذلك لإقامة أي بناء لا بد أن يتم تصميمه على ناحيتين (الناحية المعمارية والناحية الإنشائية) ،ويبدأ ذلك بالتصميم المعماري الذي يحدد شكل المنشأ ، ويأخذ بعين الاعتبار تحقيق الوظائف والمتطلبات المختلفة إذ يجري التوزيع الأولي لمرافقه بهدف تحقيق الفراغات والأبعاد المطلوبة ويتم في هذه العملية دراسة الإنارة والعزل والتهوية والتنقل والحركة وغيرها من المتطلبات الوظيفية .

وبعد الانتهاء من عملية التصميم المعماري تبدأ عملية التصميم الإنشائي والتي تهدف إلى تحديد أبعاد العناصر الإنشائية وخصائصها ، وذلك اعتماد على الأحمال المختلفة التي تتعرض لها هذه العناصر التي تقوم بدورها بنقل الأحمال إلى الأساسات التي تنقل الأحمال بشكل كامل إلى التربة .

٢-٢ لمحة عن المشروع :-

من خلال التجوال في شارعنا الفلسطيني ، و كشف الغطاء عن همومه ، نجد حاجة مجتمعنا الملحة إلى وجود مستشفيات في منطقتنا ، نظرا للعجز الطبي القائم في البلاد ، ويكون الحل وجود مستشفيات نموذجية ,تراعي المتطلبات الحديثة لأنظمة الصحة و السلامة العامة .

وتتلخص فكرة المشروع بعمل تصميم لمستشفى عام يحقق الأهداف التي ذكرت آنفاً ويلبي جميع الاحتياجات التي تطلبها الأسرة الفلسطينية حيث يتكون المشروع من اربعة طوابق بالإضافة إلى طابق التسوية ،تتدرج في المساحة كما يلي ، طابق التسوية (١١٠٠) متر مربع ، الطابق الارضي (٢٥٠٠) متر مربع ، الطابق الاول (١٣٥٠) متر مربع ، الطابق الثاني (١٢٥٠) متر مربع ، الطابق الثالث (٧٧٠) متر مربع و تتنوع فيها الخدمات الوظيفية بشكل مناسب مع الحاجة المبتغية من التصميم.

٢-٢-١ حركة الشمس والرياح :-

تعتبر دراسة حركة الرياح و الشمس من العوامل المهمة في تحليل المبنى، فيجب معرفة تأثير كل من الرياح والشمس على المبنى ليتسنى تقسيمه إلى فراغات تتناسب وتوجيهه المناخي بحيث يلبي شروط التصميم المتعلقة بالتهوية والإضاءة الطبيعية .

٢-٣ وصف عناصر المشروع :

٢-٣-١ المساقط الأفقية :-

يشمل المشروع على خمسة طوابق ، ذوات تنوع خدماتي في كل طابق موزعة وفق الآتي :

٢-٣-١-١ طابق التسوية :- ويشمل على عدة أجزاء كما يوضحها الشكل (٢-٣-١-١) أدناه:

١ / مخازن للخدمات.

٢/ مخازن الخدمات الطبية .

٣/ مطبخ .

٤/ غرف الكهرباء والمولدات .

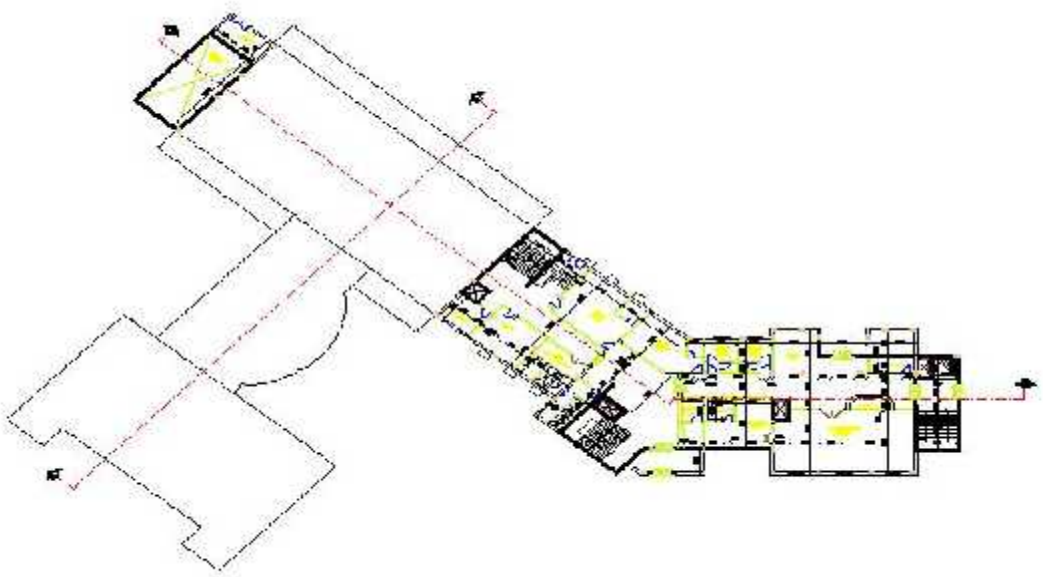
٥/ بنك الدم .

٦/ غرفة العمليات .

٧/ غرفة الطوارئ.

٨/ غرف لاستراحة الممرضين .

٩/ ثلاجة الموتى.



شكل(٢-٣-١-١) :- مخطط طابق التسوية.

٢-٣-١-٢ الطابق الأرضي :- ويشمل الأجزاء الآتية كما هو موضح بالشكل (٢-٣-١-٢) ادناه :-

١ /قسم العيادات الخارجية .

٢/قسم الادارة .

٣/قسم المالي .

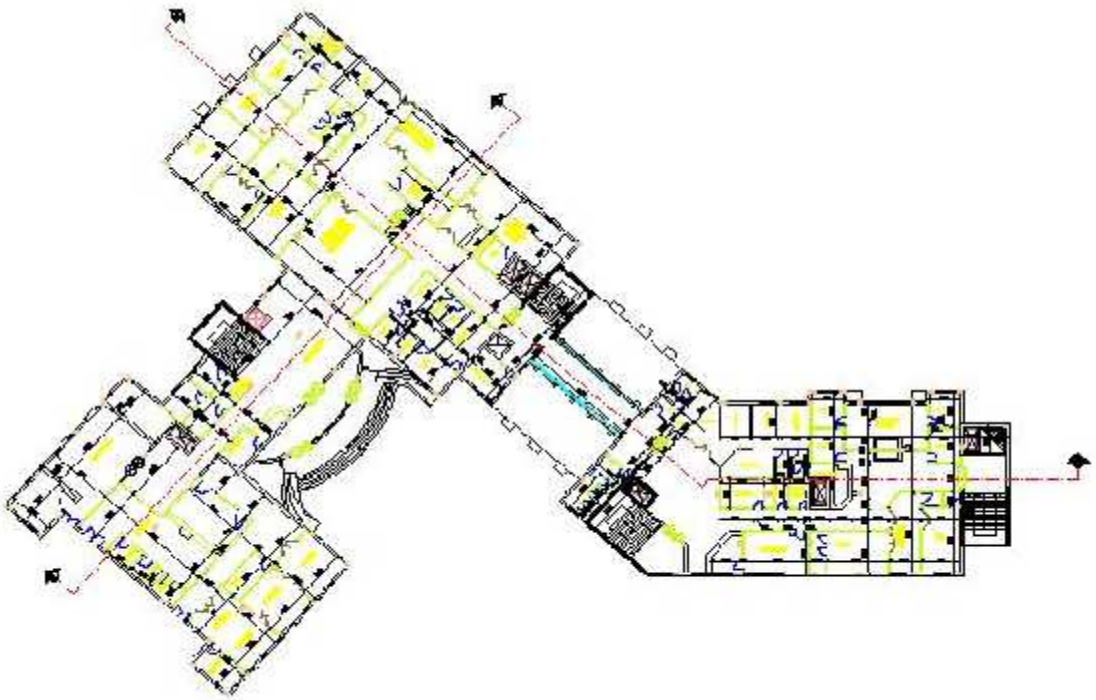
٤/ كافيتيريا .

٥/قسم العمليات .

٦/ قسم الصيدلة .

٧/قسم الاستقبال .

٨/ مخزن .



شكل(٢-٣-١-٢) :- مخطط الطابق الأرضي .

٢-٣-١-٣الطابق الأول :- يشمل هذا الطابق كل من الأجزاء الآتية كما يظهر في الشكل(٢-٣-١-٣) أدناه .

١/ قسم الجراحة .

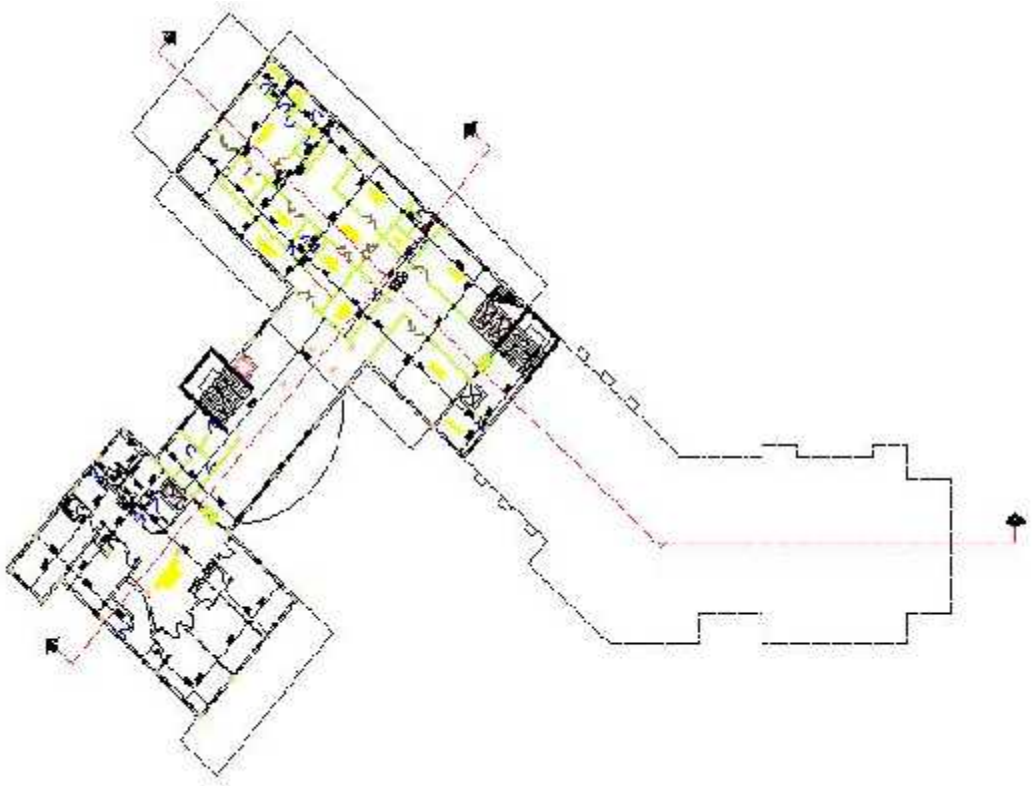
٢/ غرفة الانعاش .

٣/ مخازن.

٤/ غرفة العمليات .

٥/ العناية المكثفة .

٦/ غرف المرضى .



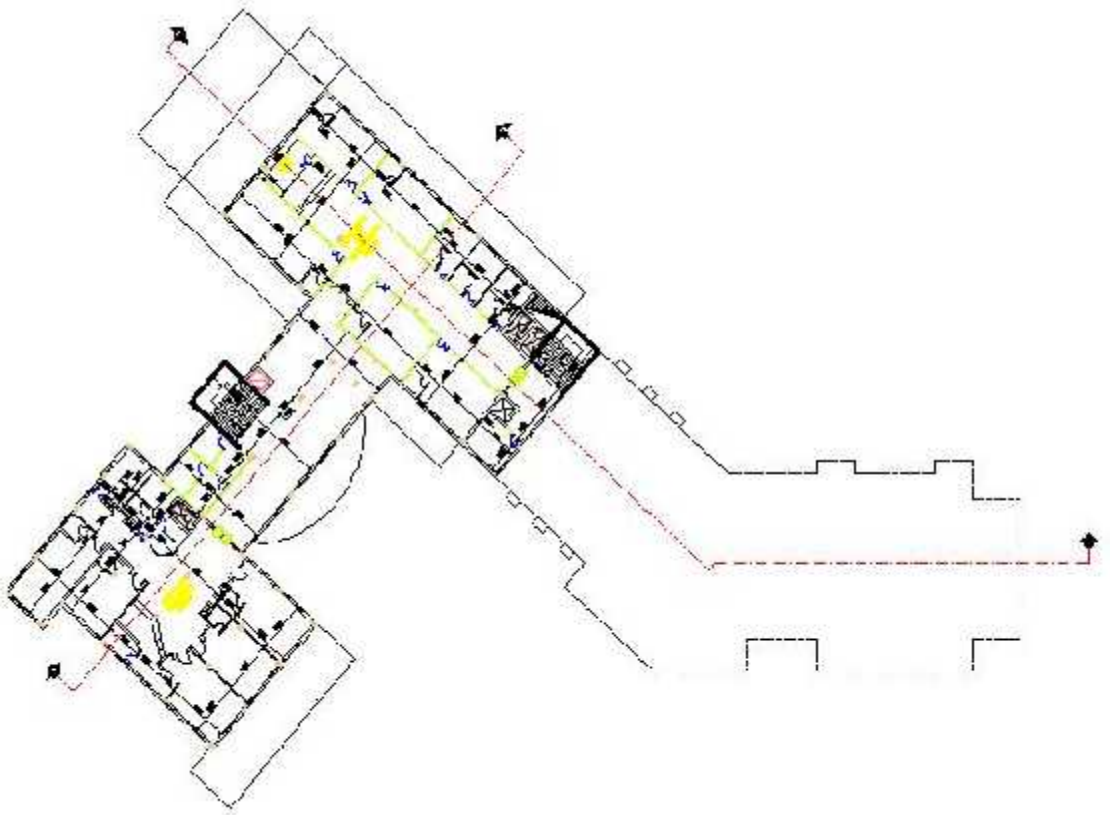
شكل (٢-٣-١-٣) :- مخطط الطابق الأول.

٢-٣-١-٤الطابق الثاني :- يشمل هذا الطابق كل من الأجزاء الآتية كما يظهر في الشكل(٢-٣-١-٤) أدناه :-

١/قسم الطب البلطني .

٢/ قسم التوليد .

٣/ غرفة لاستراحة الاطباء.



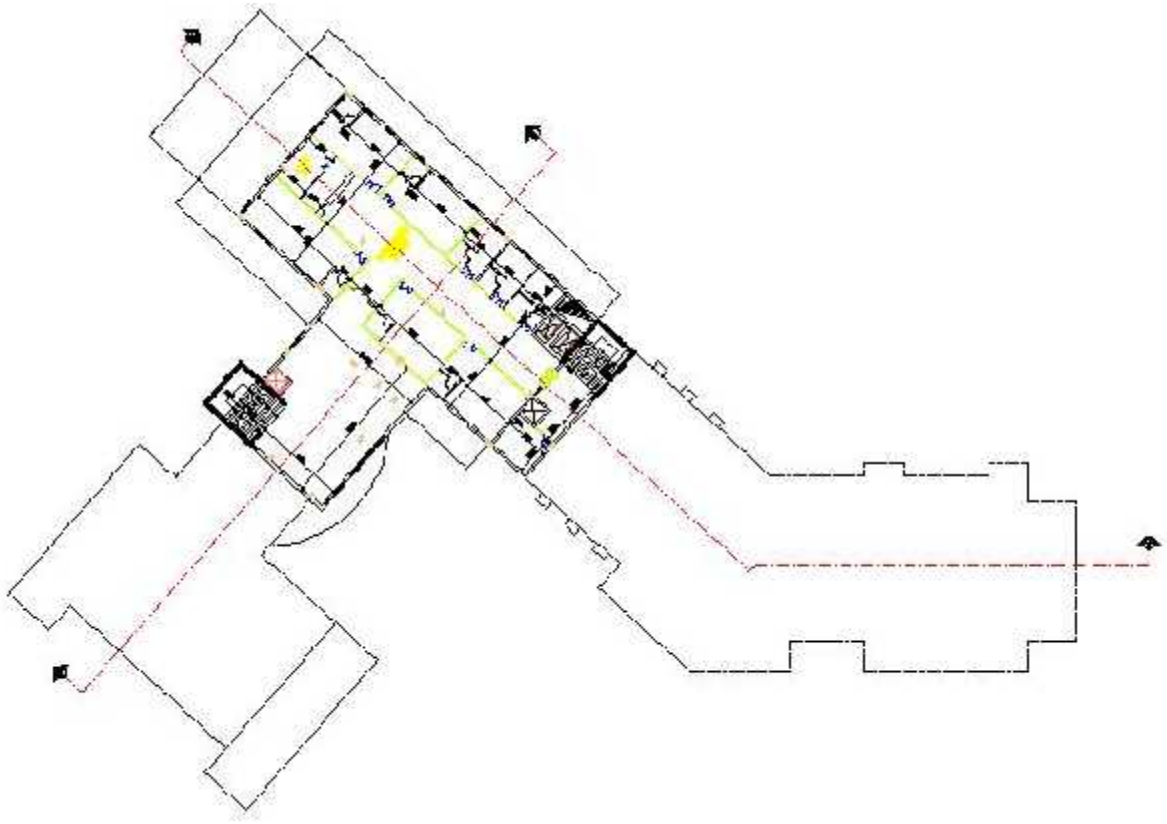
شكل(٢-٣-١-٤):- مخطط الطابق الثاني.

٢-٣-١-٥ الطابق الثالث :- يشمل هذا الطابق كل من الأجزاء الآتية كما يظهر في الشكل(٢-٣-١-٥) أدناه :-

١/قسم الاطفال .

٢/ غرفة لاستراحة الاطباء .

٣/ مخزن .



شكل(٢-٣-١-٥):- مخطط الطابق الثالث.

***- توزيع المساحات على الطوابق**

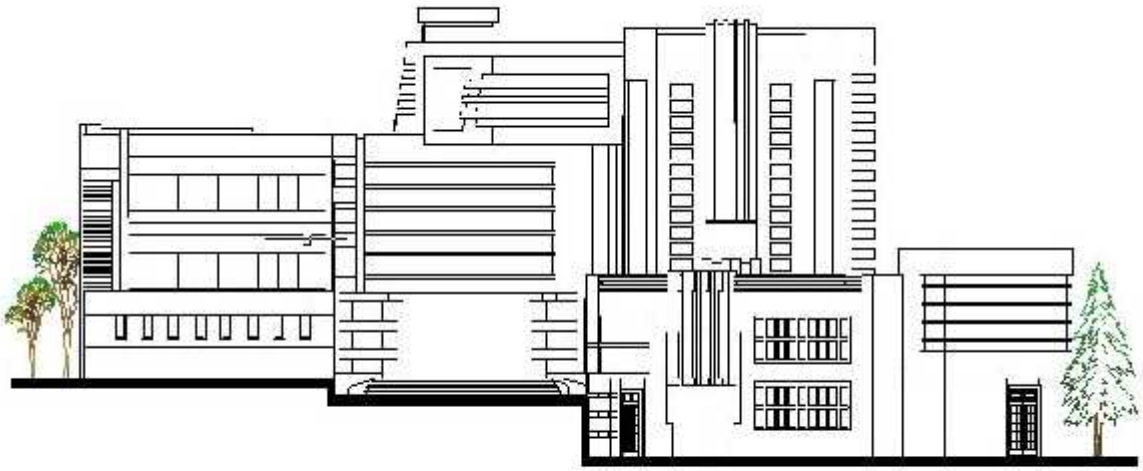
الطابق	التسوية	الأرضي	الأول	الثاني	الثالث
المساحة (م ٢)	١١٠٠	٢٥٠٠	١٣٥٠	١٢٥٠	٧٧٠

٢-٣-٢ وصف الواجهات :-

المواد الرئيسية التي تم استخدامها في عملية البناء هي الخرسانة المسلحة ، والخرسانة العادية ونوعين من الحجر هما **الحجر الملطش وحجر المطبة**، شريطة مناسبتها لشروط مقاومة الظروف الجوية وتوفير عنصر الجمال ، حيث يتم استخدام الحجر الملطش في الواجهات، وحجر المطبة فوق الشبابيك والأبواب و البلاكين.

٢-٣-٢-١ الواجهة الشمالية :-

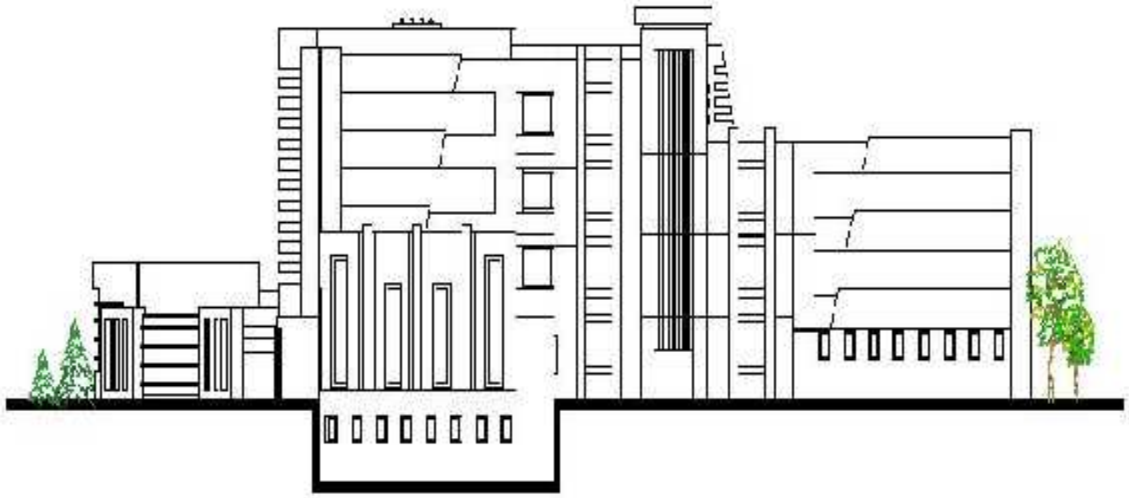
تحوي هذه الواجهة **على المدخل** الرئيس للمستشفى وتحوي على منسوبين هما منسوب الطابق التسوية والارضي ، **كما** تتضمن بروزات معمارية جميلة تظهر **على** كامل المبنى من اجل اظفاء نوع من الحركة والجمال للمبنى كذلك تطل هذه الواجهة على الشارع الرئيسي الذي يوصل الى المستشفى ، كما يبين **الشكل** (٢-٣-٢-١).



شكل(٢-٣-٢-١):- الواجهة الشمالية

٢-٣-٢-٢ الواجهة الجنوبية :-

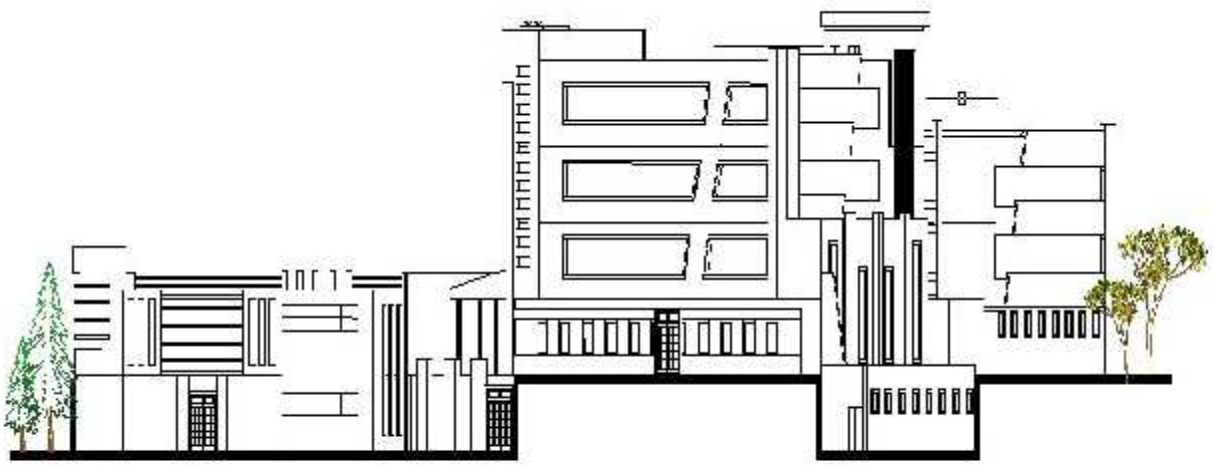
تحتويي هذه الواجهة على مدخل فرعي للمستشفى ،كما تحتوي على بروزات معمارية جميلة تعطي شكل رائع للناظر،وهي الواجهة التي تقابل الحديقة التابعة للمستشفى ،كما يظهر فيها منسوبين لطابق التسوية والطابق الارضي، كما يبين للشكل (٢-٣-٢-٢).



شكل(٢-٣-٢-٢):- الواجهة الجنوبية .

٢-٣-٢-٣ الواجهة الغربية :-

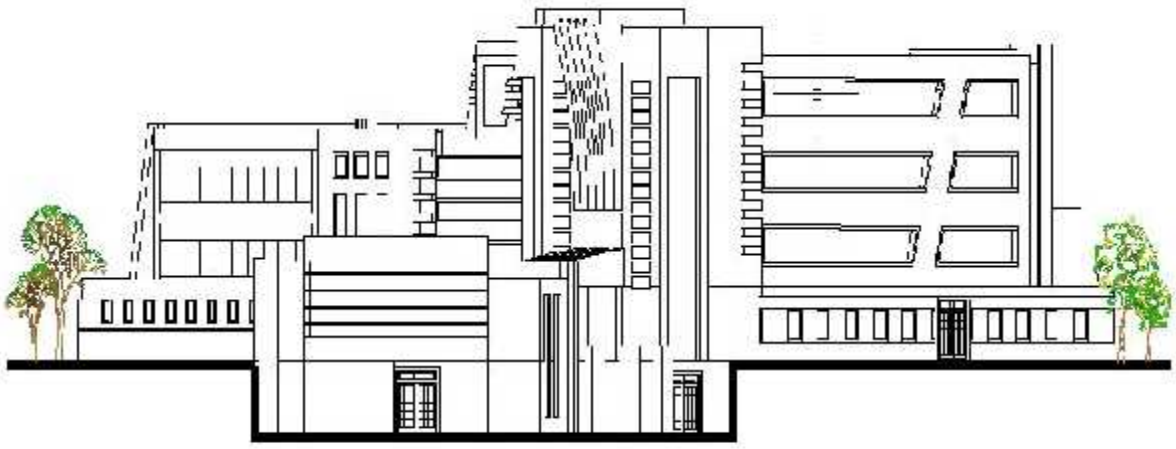
تحوي هذه الواجهة على مدخل فرعي يصل طابق التسوية وكذلك مدخل فرعي للطوابق العلوية ، **وتحتوي على مدخل الطوارئ** وتطل هذه الواجهة على موقف السيارات التابع للمستشفى ، ويظهر منسوب الطابق التسوية و الأول، كما يبين **الشكل** (٢-٣-٢-٣).



شكل(٢-٣-٢-٣):- الواجهة الغربية.

٢-٣-٢-٤ الواجهة الشمالية الغربية:-

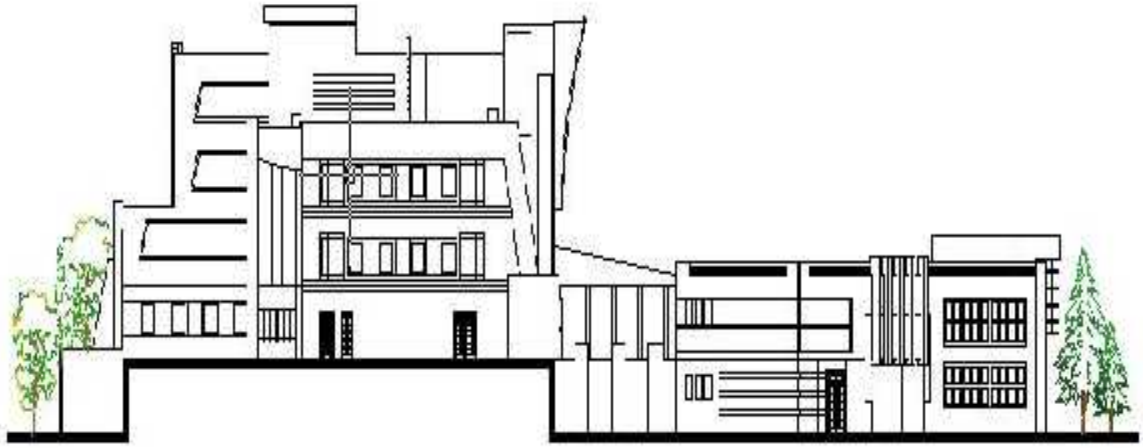
تحوي على مدخل فرعي يصل الطابق الارضي مباشرة ، كما تحتوي على بروزات تعطي المبنى جمالا رائعا، وتحوي على من منسوب طابق التسوية والطابق الأول ، كما يبين الشكل (٢-٣-٢-٤).



شكل(٢-٣-٢-٤):- الواجهة الشمالية الغربية.

٢-٣-٢-٥ الواجهة الشمالية الشرقية :-

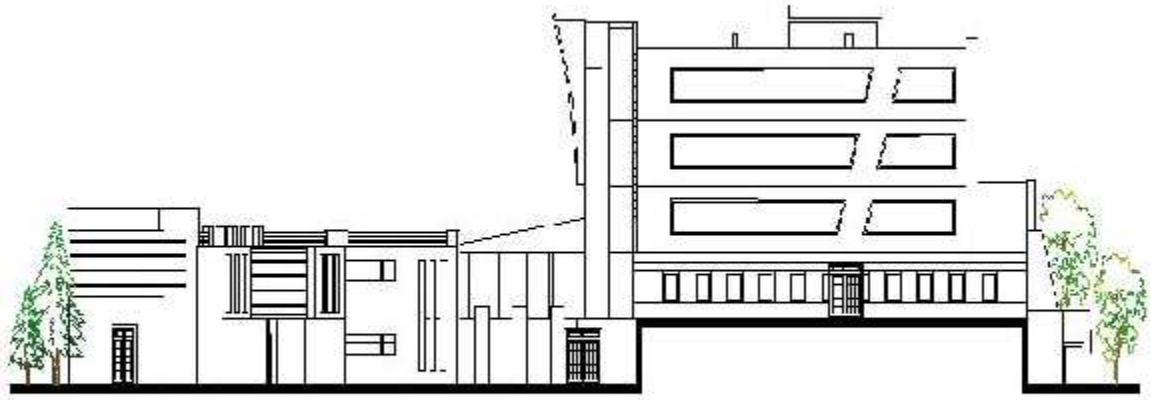
تحتوي على مداخل فرعية للمستشفى ، كما تحتوي على بروزات معمارية جميلة كما تطل هذه الواجهة على الشارع الرئيسي المؤدي الى المدخل الرئيسي للمستشفى ، كما تطل هذه الواجهة على الشارع الرئيسي للمنطقة ، كما تحتوي على منسوب طابق التسوية والطابق الارضي ،كما يبين الشكل (٢-٣-٢-٥).



شكل(٢-٣-٢-٥):- الواجهة الشمالية الشرقية.

٢-٣-٢-٦ الواجهة الجنوبية الغربية :-

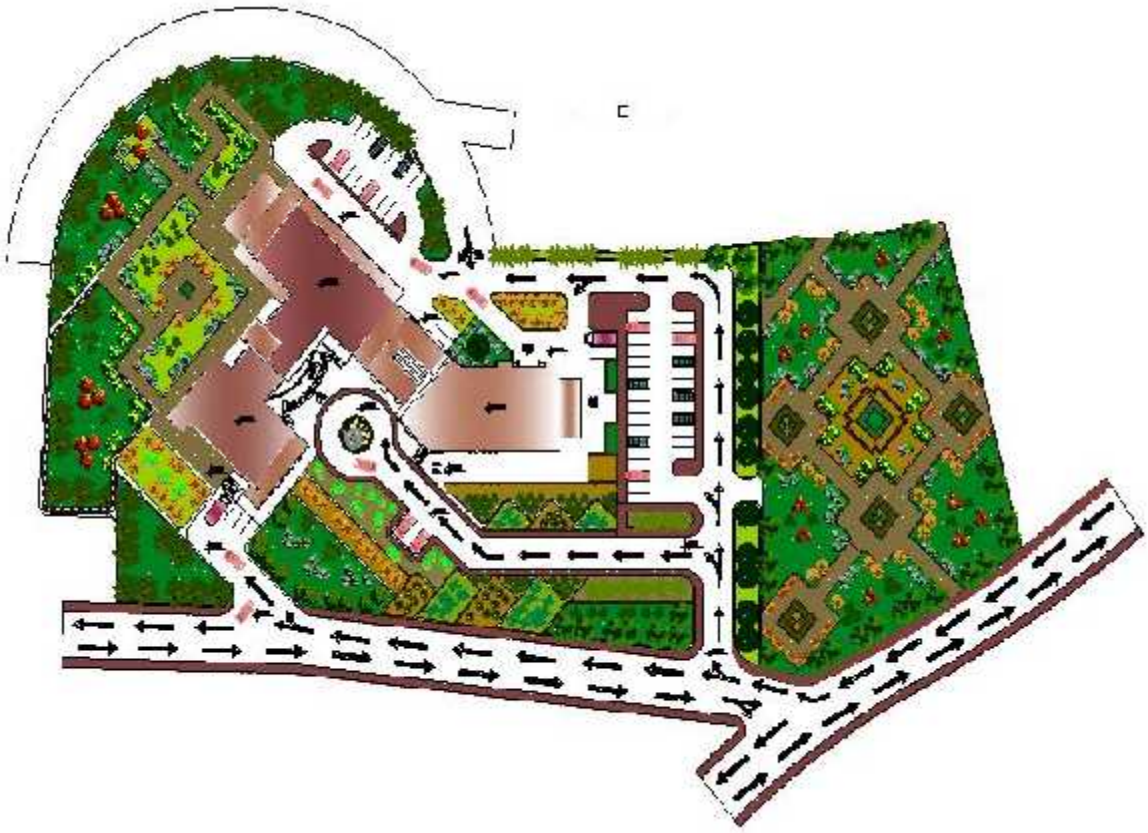
تحتوي هذه الواجهة على مداخل فرعية للمبنى ، كما تحتوي على بروزات معمارية رائعة ، كذلك تطل هذه الواجهة على موقف السيارات التابع للمستشفى كما تطل على الحديقة التابع للمستشفى ، كما يبين الشكل (٢-٣-٢-٦).



شكل(٢-٣-٢-٦):- الواجهة الجنوبية الغربية.

٢-٣-٣ الحركة :-

تتعدد أشكال الحركة حول المبنى ، حيث تم مراعاة الراحة والأمان والسهولة في الحركة ، والتي تتمثل خارجيا في الوصول إلى المستشفى و داخليا بالحركة الأفقية والعمودية،والتي تظهر بسهولة التنقل بين الطوابق بحيث يشتمل الطابق الارضي على غرف العمليات ويتبين سهولة الحركة مع الطابق الاول الذي يحتوي على غرف العناية المكثفة، كما وتبين مدخل الطوارئ بحيث يؤمن مساحه خاصة تجسد الهدف منه بحيث يكون منفصلا عن بقية اجزاء المبنى وسهولة وصولها الى الشارع الرئيسي، والموقع المرفق يبين سلاسة الحركة خارج المبنى و تعدد الطرق الموصلة إليه.



الشكل(٢-٣-٣-١) يوضح بشكل مفصل كيفية الحركة من خلال إلقاء نظرة على الموقع العلم .

الفصل الثالث

الوصف الإنشائي

المحتويـــــــــات

٣-١ مقدمة.

٣-٢ هدف التصميم الإنشائي.

٣-٣ الدراسات التحليلية و النظرية.

٣-٣-١ الأحمال و تصنيفها .

٣-٣-١-١ الأحمال الميتة.

٣-٣-١-٢ الأحمال الحية.

٣-٣-١-٣ الأحمال البيئية .

٣-٤ الإختبارات العملية

٣-٥ العناصر الإنشائية المستخدمة

٣-٥-١ العقدات .

٣-٥-٢ الجسور .

٣-٥-٣ الأعمدة.

٣-٥-٤ الجدران الحاملة (جدران القص).

٣-٥-٥ الأسلست.

٣-٥-٦ الأدراج.

٣-٥-٧ الجدران الإستنادية .

٣-٥-٨ فواصل التمدد .

٣-٦ برامج الحاسوب المستخدمة

٣-١ مقدمة :-

إن أي عملية وصف لا تقتصر على جانب معين من جوانبه ، و إنما يكون بالوصف و التعمق في جميع تفاصيله الداخلية التي تعتبر جزء لا يتجزأ منه . فبعد التجول الموجز في الجانب المعماري للمنشى ، و التعرف عليه مقتضياته الجمالية ، كان لابد من توجيه الدراسة للتعرف على جانبه الإنشائي ، ليصبح بالإمكان تشغليه مع مراعاة السلامة و الأمان .

يشتمل التصميم الإنشائي بشكل أساسي على تصميم كافه العناصر الإنشائية ، و الكيفية التي يتم فيها نقل الاحمال التي تؤثر عليها وبالتالي كان لابد من وصف كافه هذه العناصر الإنشائية ، و التعرف عليها و على ماهية عملها ، و القوانين الهندسية و الأفكار المعمول بها ، مع مراعاة الحفاظ على الرونق المعماري المصمم له .

٣-٢ هدف التصميم الإنشائي :-

الهدف السامي من التصميم الإنشائي ، هو ولادة منشأ متكامل و مترابط ، يعمل كوحدة واحدة في مقاومة الظروف و العوامل التي يتعرض لها ، من أحمال حية و ميتة و بيئية ، و عند تصميم أي عنصر من العناصر الإنشائية ، لابد أن يراعى فيه المعايير التالية :-

- ✓ الأمان (Safety): يتم الوصول إليه من خلال اختيار العنصر الإنشائي المناسب، في المكان المناسب ، القادر على مقاومة الأحمال و الإجهادات التي يتعرض لها بأمان.
- ✓ التكلفة (Cost): يتم تحقيقها عن طريق أنواع مواد البناء المستخدمة ومقاطع منسبة التكلفة و كافية للغرض الذي ستستخدم من أجله ، من دون المبالغة فيها .
- ✓ حدود صلاحية المبنى للتشغيل (Serviceability) من حيث تجنب أي هبوط زائد (Deflection) و تجنب التشققات (Cracks) تشوه المبنى معمارياً ، و تضعفه إنشائياً .
- ✓ الرونق الجمالي المبنى.

٣-٣ الدراسات التحليلية و النظرية :-

إن عملية التحليل التي تخص الجانب الإنشائي ، تتطرق بصفة رئيسية إلى الأحمال التي تتعرض لها ، لوضع سبل مقاومتها بالشكل الإنشائي المطلوب بدقة و عناية ، و فيما يلي سرد موجز عن الأحمال و أنواعها .

٣-٣-١ الأحمال :-

تقسم الأحمال بصورة مباشرة على حسب طريقة تأثيرها في المنشأ إلى :-

١- الأحمال الرئيسية (المباشرة) :وهذه الأحمال تتضمن الأحمال الميتة والأحمال الحية والأحمال البيئية .

٢- الأحمال الثانوية (غير المباشرة) : وتشمل انكماش الجفاف للخرسانة ، والتأثير الحراري والزحف وهبوط الأساس.

لذا في جانب الحساب الإنشائي، يجب مراعاة الدقة المتناهية في عملية تمثيل الأحمال على العناصر الإنشائية على حسب التصنيف السابق .

لذا لابد للعناصر الإنشائية التي يتم تصميمها أن تكون قادرة على تحمل الأحمال الواقعة عليها دون حدوث إنهيار للمنشاة وهذه الأحمال هي: ١)الأحمال الميتة،٢) الأحمال الحية، ٣)الأحمال البيئية.

٣-٣-١-١الأحمال الميتة :-

هي أحمال تنجم عن وزن المبنى الذاتي الذي يتكون من أوزان مواد البناء المستخدمة حيث تتضمن جميع العناصر الإنشائية و التجهيزات الثابتة فهي أحمال تلازم المبنى بشكل دائم، ثابتة المقدار والإتجاه.

وفيما يتعلق بالكثافة النوعية للمواد المستخدمة فهي كالتالي كما تم الحصول عليها من الكود الاردني :

الرقم المتسلسل	المادة المستخدمة	الكثافة المستخدمة (KN/m^3)
١	البلاط	٢٣
٢	المونة	٢٢
٣	الخرسانة	٢٥
٤	الطوب	١٠
٥	القصارة	٢٢
٦	الرمل	١٦

الجدول (٣-١) الكثافة النوعية للمواد المستخدمة

٣-٣-١-٢الأحمال الحية :-

وهي الأحمال التي تتعرض لها الأبنية والإنشاءات بحكم استعمالاتها المختلفة ، او استعمالات جزء منها ، بما في ذلك الأحمال الموزعة والمركزة، وهي تشمل :

١. أوزان الأشخاص مستعملي المنشأة.
٢. الأحمال الديناميكية، كالأجهزة التي ينشأ عنها اهتزازات تؤثر على المنشأة .
٣. الأحمال الساكنة، والتي يمكن تغيير أماكنها من وقت لآخر، كأثاث البيوت ، والأجهزة والآلات الاستاتيكية غير المثبتة، والمواد المخزنة و الأثاث والأجهزة والمعدات، والجدول (٣-٢) يبين قيمة الأحمال الحية اعتماداً على

نوعية استخدام المبنى حسب الكود الأردني، علما بأنه تم النظر للكود الامريكي للاحمال ASCE/SEI 7-05 وقد وجدنا ان الاحمال الحية قليلة مقارنة مع احمال الكود الاردني ويرجع ذلك لاختلاف المساحات وجوده البناء والاستخدامات واختلافات العادات والتقاليد، كما يبين الجدول (1-4) للاحمال حسب الكود الامريكي.

الرقم المتسلسل	طبيعة الاستخدام	الحمل الحي (KN/m^2)
١	مواقف السيارات	5.0
٢	مستشفيات	5.0
٣	الأدراج	4.0
٤	المطاعم	5.0
٥	المباني السكنية	2.5

الجدول (٣-٢) الأحمال الحية

٣-٣-١-٣الأحمال البيئية :-

وتتمثل في الأحمال الناجمة من المصادر الطبيعية و هي :-

١) الرياح

عبارة عن قوى أفقية تؤثر على المبنى ويظهر تأثيرها في المباني المرتفعة وهي القوى التي تؤثر بها الرياح على الأبنية أو المنشآت أو أجزائها، وتكون موجبة إذا كانت ناتجة عن ضغط وسالبة إذا كانت ناتجة عن شد، وتقاس بالكيلو نيوتن. وتحدد أحمال الرياح اعتماداً على ارتفاع المبنى عن سطح الأرض، والموقع من حيث الإحاطة من مباني سواء كانت مرتفعة أو منخفضة. وتصمم جدران القص اعتماداً على ضغط الرياح بمقدار ($0.4\ KN/m^2$) حسب الكود الأردني.

٢) الثلوج

هي الأحمال التي يمكن أن يتعرض لها المنشأ بفعل تراكم الثلوج، ويمكن تقييم أحمال الثلوج اعتماداً على الأسس التالية:

- ارتفاع المنشأة عن سطح البحر.
- ميلان السطح المعرض لتساقط الثلوج.

و الجدول التالي يبين قيمة أحمال الثلوج حسب الارتفاع عن سطح البحر حسب الكود الأردني.

علو المنشأ عن سطح الأرض (H) (بالمتر)	أحمال الثلوج (KN /M²)
H < 250	0
500 > h > 250	(h-250) /1000
1500 > h > 500	(h-400) / 400
2500 > h > 1500	(h – 812.5)/ 250

الجدول (٣-٣): قيمة أحمال الثلوج حسب الارتفاع عن سطح البحر.

٣) الزلازل

من أهم الأحمال البيئية التي تؤثر على المبنى و هي عبارة عن قوى أفقية و رأسية يتولد عنها عزوم منها عزم **الالتواء وعزم الانقلاب**، ويمكن مقاومتها باستخدام جدران القص المصممة بسماكات و تسليح كافي يضمن سلامة المبنى عند تعرضه لمثل هذه الأحمال **التي** يجب مراعاتها في عملية التصميم لتقليل الخطورة والمحافظة على أداء المبنى لوظيفته أثناء الزلازل، ويتم تحديد أحمال الزلازل وقوى القص اعتماداً ورجوعا إلى الكود المستخدم.

٣-٤ الاختبارات العملية :-

يسبق الدراسة الإنشائية لأي مبنى ، عمل الدراسات الجيوتقنية للموقع، ويعنى بها جميع الأعمال التي لها علاقة باستكشاف الموقع ودراسة التربة والصخور والمياه الجوفية ، وتحليل المعلومات وترجمتها للتنبؤ بطريقة تصرف التربة ،عند البناء عليها، وأكثر ما يهتم به المهندس الإنشائي هو الحصول على قوة تحمل التربة (Bearing Capacity) اللازمة لتصميم أساسات المبنى والفصل القادم إن شاء الله سوف يتم فحص التربة.

٣-٥ العناصر الإنشائية :-

المبنى هو عبارة عن محصلة التحام العناصر الإنشائية مع بعضها البعض ، لتصبح كتلة واحدة متكاملة لا يعتريه أي شائبة ، منتصباً أمام الأحمال التي يتعرض لها ، ومن أهم هذه العناصر، العقدات والجسور والأعمدة والجدران الحاملة والأساسات وغيرها.

٣-٥-١ العقدات (البلاطات) :-

العقدات عبارة عن العناصر الإنشائية التي تقوم بنقل القوى الرئيسية بسبب الأحمال المؤثرة عليها إلى العناصر الإنشائية الحاملة في المبنى مثل الجسور والجدران والأعمدة ،دون تعرضها إلى تشوهات .

ويوجد أنواع مختلفة وعديدة شائعة الاستعمال من البلاطات الخرسانية المسلحة ، منها مايلي :

١. العقدات المصمتة Solid Slabs .
٢. العقدات المفرغة Ribbed Slabs .

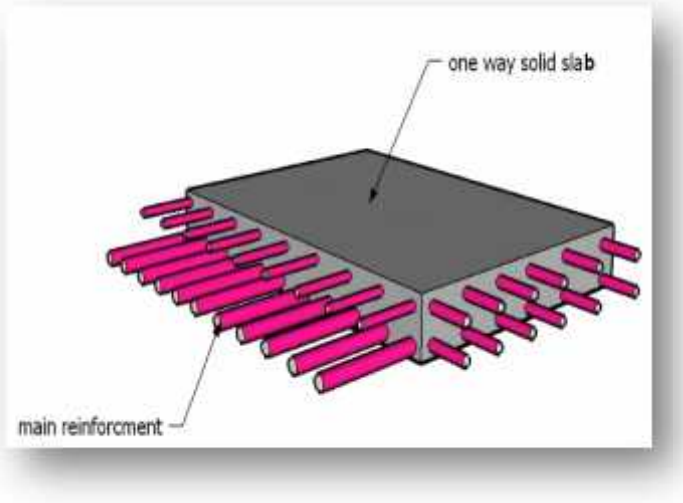
ونظرا لوجود العديد من الفعاليات في هذا المشروع ، وتنوع المتطلبات المعمارية تم اختيار نوعين من العقدات كل حسب ما هو ملائم لطبيعة الاستخدام ، والذي سيوضح في التصاميم الإنشائية في الفصول اللاحقة ، وفيما يلي بيان لهذه الأنواع:-

- العقدات المركبة والمكونة من المعدن والخرسانة composite slabs
- عقدات مفرغة في اتجاه واحد One Way Rib Slabs .
- عقدات مفرغة في اتجاهين Two Way Rib Slabs
- العقدات المصمتة solid slabs

3-٥-١-١ العقدات المصمتة Solid Slabs .

وينقسم هذا النوع إلى قسمين وهما :-

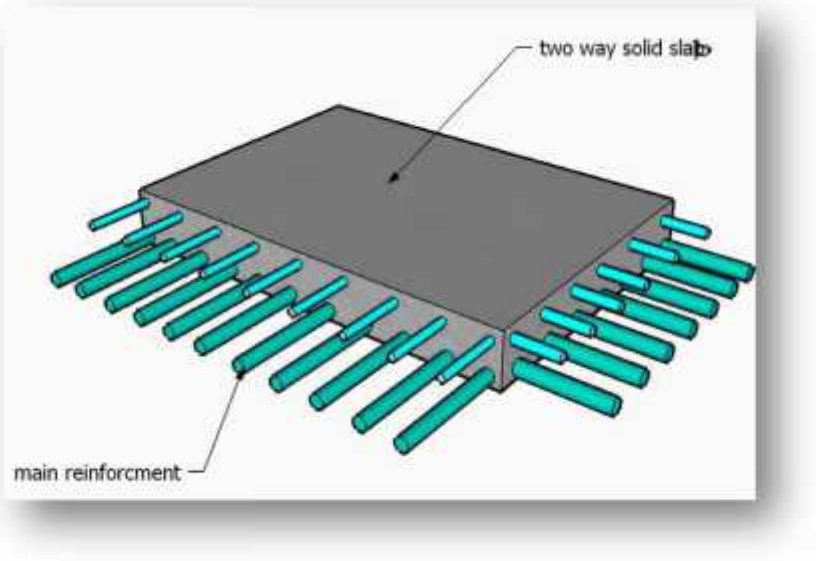
أ- العقدات المصمتة في اتجاه واحد One Way Solid Slabs .



الشكل (٣-٥-١) عقدة مصمتة باتجاه واحد

ب- العقدات المصمتة في اتجاهين Tow Way Solid Slabs .

وقد تم استخدام النوع الأول من هذه البلاطات في عقدات بيت الدرج .



الشكل (٣ - ٥-٢) عقدة مصمتة باتجاهين .

٣-٥-١-٢ العقدات المفرغة Ribbed Slabs. :-

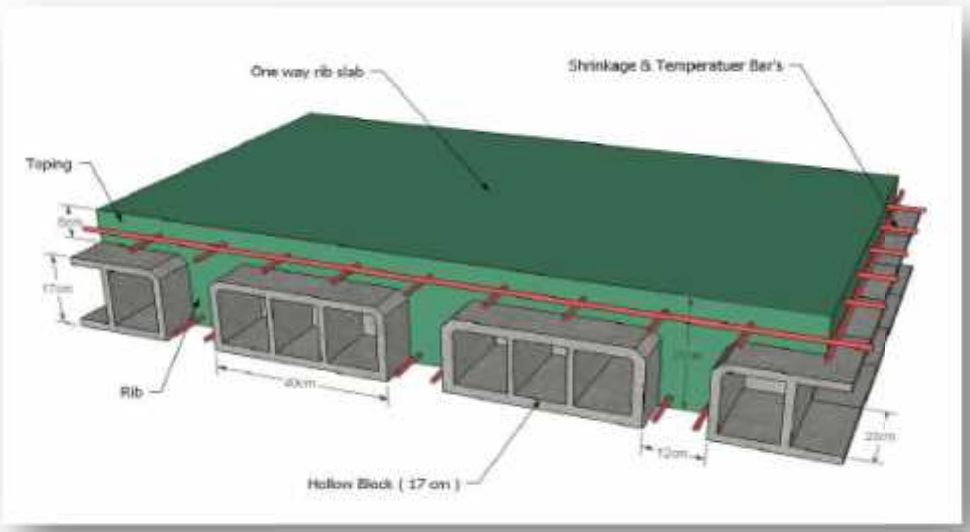
أما العقدات المفرغة فتقسم إلى قسمين هما :-

أ- عقدات عصب في اتجاه واحد One Way Rib Slabs .

ب- عقدات عصب في اتجاهين Tow Way Rib Slabs .

٣- ٥-١- ٢ - أ عقدات العصب ذات الاتجاه الواحد (One Way Rib Slabs):-

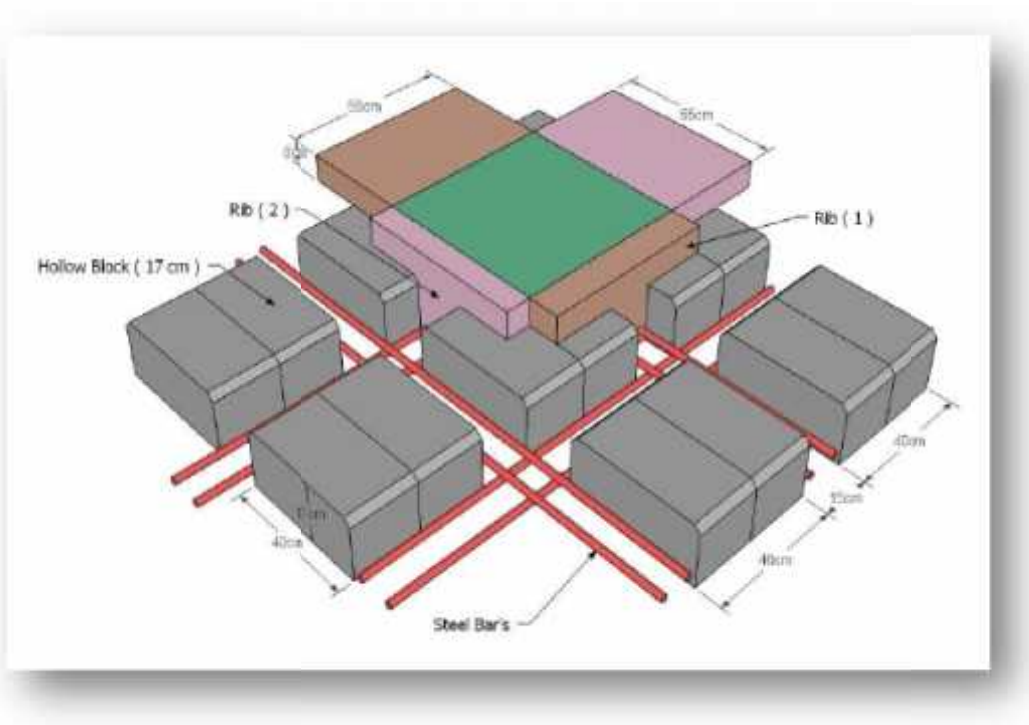
تستخدم هذه العقدات عندما يراد تغطية مساحات بدون جسور ساقطة ، وتستخدم لبحور طويلة، ويتم استخدام هذه البلاطات في جميع طوابق هذا المشروع وعقدات بيت الدرج ومطالع الدرج ، وذلك لخفة وزنها و فعاليتها .



الشكل (٣-٥-٣) عقدات العصب ذات الاتجاه الواحد.

٣- ٥-١- ٢ -ب عقدات العصب ذات الاتجاهين (Tow Way Rib Slabs) :-

و عقدات العصب في اتجاهين فتستخدم في حالة المساحات الكبيرة نسبيا ، خاصة عندما تكون مسافات البحور للعقدة متقاربة و تكون المسافات أكثر من ٦م .



الشكل (٣ –٥- ٤) عقدات العصب ذات الاتجاهين .

٣-٥-٢الجسور :-

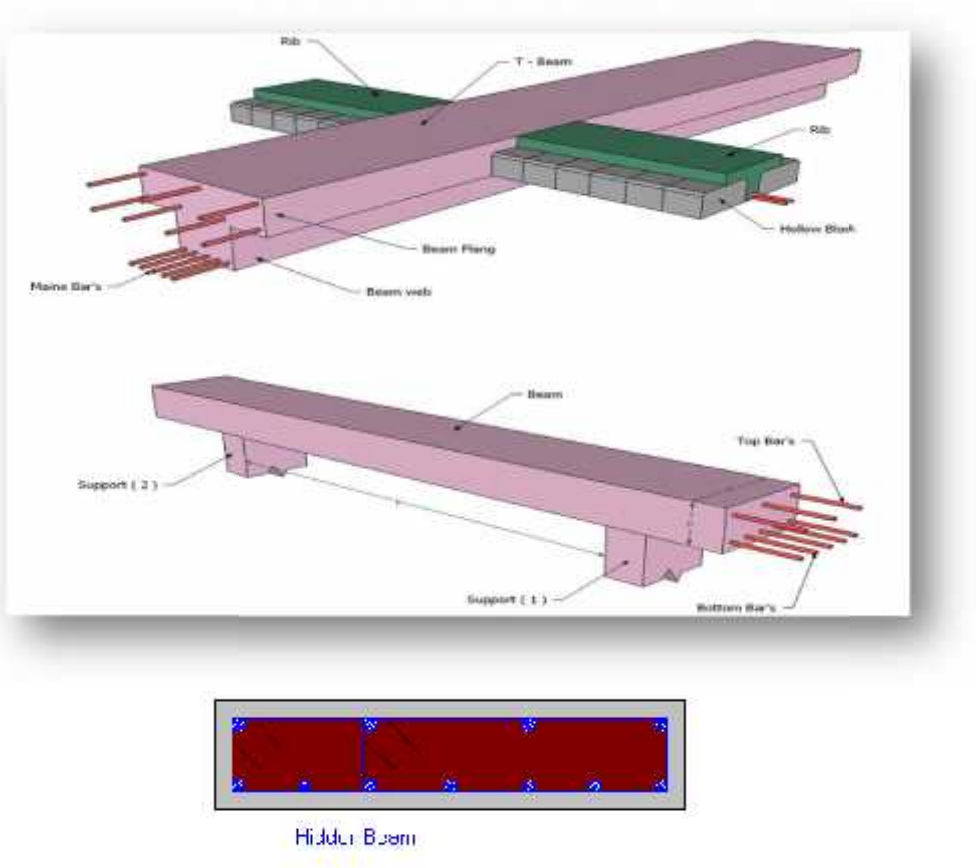
وهي عناصر إنشائية أساسية ، **تقوم بنقل الأحمال من الأعصاب** والعقدات المصمتة لتقوم بنقلها إلى الأعمدة، **و الجسور** الخرسانية على نوعين هما :-

١. **الجسور المستورة** : - عبارة عن الجسور المخفية داخل العقدة بحيث يكون ارتفاعها يساوي ارتفاع العقدة .

٢. **الجسور الساقطة** (Dropped Beam) : -

عبارة عن تلك الجسور التي يكون ارتفاعها اكبر من ارتفاع العقدة ويتم إبراز الجزء الزائد من الجسر في احد الاتجاهين السفلي (Down Stand Beam) **أو العلوي** (Up stand Beam) بحيث تسمى هذه الجسور L –section , T-section .

ونظرا للتوزيع الجيد للقوى المؤثرة على السطح ومن ثم على الأعمدة و الجسور ،**فقد تم استخدام الجسور الساقطة مع مراعاة عامل القوس**(الانحناء) (Limitation of Deflection).



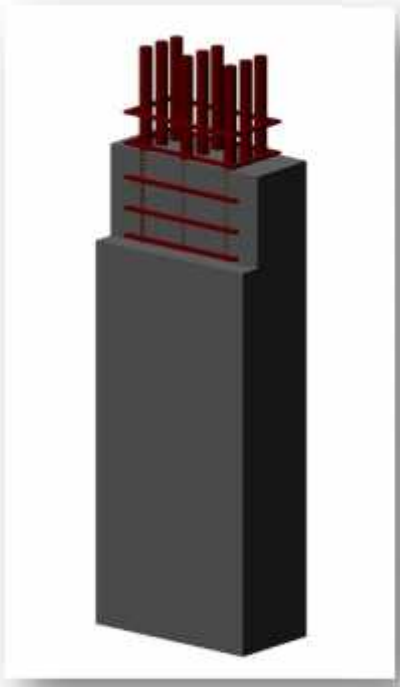
الشكل (٣ –٥- ٥) لشكل الجسور .

٣-٥-٣ الأعمدة :-

تعتبر الأعمدة العنصر الرئيسي في نقل الأحمال من العقدات والجسور ونقلها إلى الأساسات، وبذلك فهي عنصر إنشائي ضروري في نقل الأحمال وثبات المبنى . لذلك يجب تصميمها بحيث تكون قادرة على نقل وتوزيع الأحمال الواقعة عليها .

أما بالنسبة إلى أنواع الأعمدة فهي على نوعين: الأعمدة القصيرة والأعمدة الطويلة. ولمقاطع الأعمدة أشكال عديدة، منها المستطيل و الدائري و المضلع و المربع و المركب. وهناك تصنيف آخر للأعمدة من حيث طبيعة المادة المستخدمة فمنها الخرسانية والمعدنية والخشبية .

٣ -٦-أ عمود دائري



٣ -٦-ب عمود مستطيلي

الشكل(٣ –٥-٦) يبين أنواع الأعمدة المستخدمة .

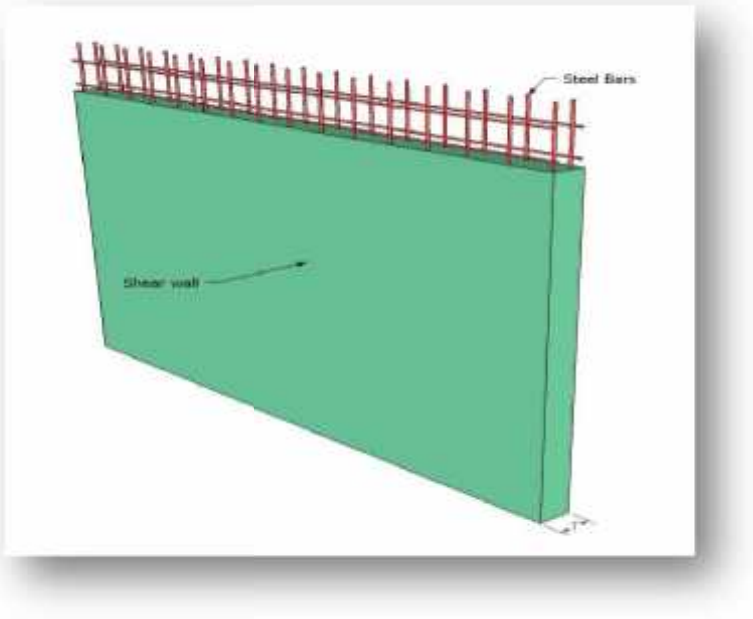
٣-٥-٤ جدران القص (Shear Wall) :-

وهي عناصر إنشائية حاملة تقاوم القوى العمودية والأفقية الواقعة عليها وتستخدم بشكل أساسي لمقاومة الأحمال الأفقية مثل قوى الرياح والزلازل وتسمى جدران القص (shear wall) ، وهذه الجدران تسلح بطبقتين من الحديد حتى تزيد من كفاءتها على مقاومة القوى الأفقية .

وتعمل هذه الجدران على تحمل الأوزان الرأسية المنقولة إليها كما تعمل على مقاومة القوى الأفقية التي يتعرض لها المنشأ، ويجب توفرها في الاتجاهين مع مراعاة أن تكون المسافة بين مركز المقاومة الذي تشكله جدران القص في كل اتجاه ومركز الثقل للمبنى أقل ما يمكن.

وان تكون هذه الجدران كافية لمنع أو تقليل تولد العزوم وآثارها على جدران المبنى المقاومة للقوى الأفقية .

وقد تم تحديد جدران القص في المبنى وتوزيعها بشكل مدروس في كامل المبنى وذلك لنتمكن من تصميمها في الفصول القادمة ، وتتمثل هذه الجدران ، بجدران بيت الدرج ، وجدران المصاعد ، والجدران الأخرى التي تبدأ من أساسات المبنى .



الشكل (٣ - ٥-٧) جدار القص

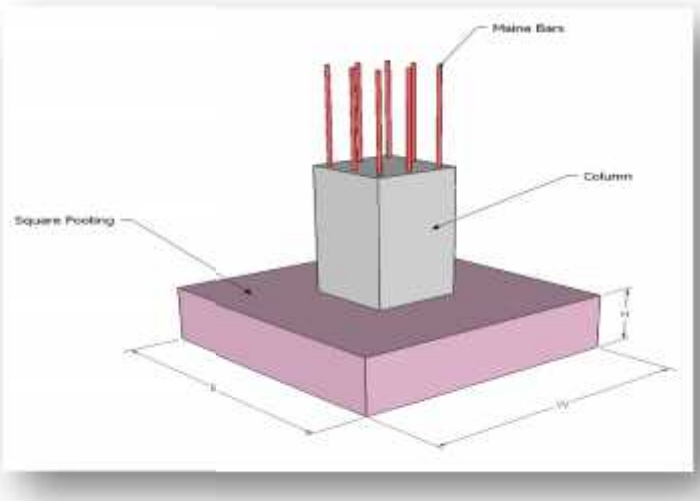
٣-٥-٥ الأساسات (Foundations) :-

وبالرغم من أن الأساسات هي أول ما نبدأ بتنفيذها عند بناء المنشأ ، إلا أن تصميمها يتم بعد الانتهاء من تصميم كافة العناصر الإنشائية في المبنى .

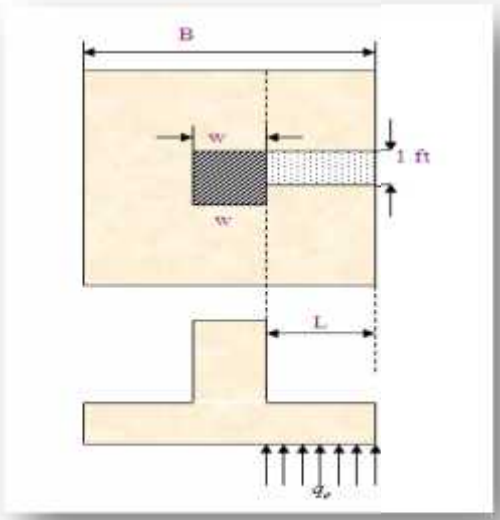
وتعتبر الأساسات حلقة الوصل بين العناصر الإنشائية في المبنى والأرض ، ولمعرفة الأوزان والأحمال الواقعة عليها ،فإن الأحمال الواقعة على العقدة تنتقل إلى الجسور ثم إلى الأعمدة وأخيرا إلى الأساسات إلى التربة ويكون الأساس مسؤول عن تحمل الأحمال الميتة للمبنى وأيضا الأحمال الديناميكية الناتجة عن الرياح والثلوج والزلازل وأيضا الأحمال الحية داخل المبنى .

وتكون هذه الأحمال هي الأحمال التصميمية للأساسات ، وبناءا على الأحمال الواقعة عليها وطبيعة الموقع يتم تحديد نوع الأساسات المستخدمة ، ومن المتوقع استخدام أساسات من أنواع مختلفة وذلك تبعا لقوة تحمل التربة والأحمال الواقعة على كل أساس .

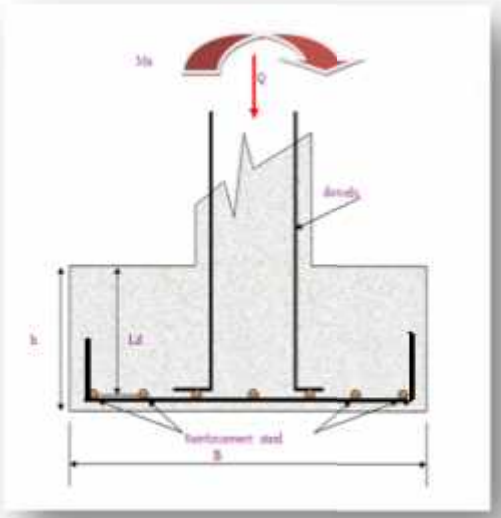
والأساس قد يكون قريبا من سطح الأرض ويسمى بالأساس السطحي (**Shallow Foundation**) وقد يكون عميقا داخل التربة لنقل أحمال المنشأ إلى طبقات التربة العميقة الأقوى، أو توزيعها على الطبقات بطريقة تدريجية ويسمى هذا النوع بالأساس العميق(**Deep Foundation**).



الشكل (٣-٥-٨أ) :شكل الأساس المفرد .



الشكل رقم (٣-٥-٨ب) مسقط أفقي للأساسات

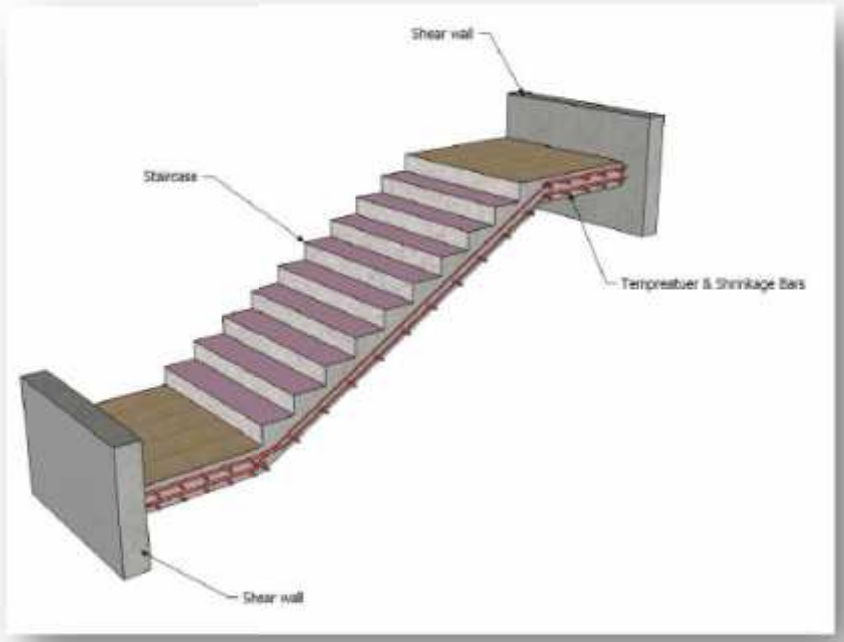


الشكل رقم (٣-٥-٨جـ) قطاع طولي في الأساس

في الشكلين (٣ –٥- ٨ب)، (٣-٥-٨.جـ) يوضح كيفية نقل الاحمال من المبنى الى الاساس عن طريق العمود ، وتوضيح عملية مقاومة التربة للاحمال الواقعة عليها من المبنى وايضا توضح عملية توزيع حديد التسليح في الاساس .

٣-٥-٦ الأدراج(Stairs) :

الأدراج عبارة عن العنصر المسؤول عن الانتقال الراسي بين الطبقات في المبنى حيث يتم تقسيم ارتفاع الطابق إلى ارتفاعات صغيرة تمثل ارتفاع الدرجة الواحدة . ويتم تصميم الدرج إنشائيا باعتباره عقدة مصمتة في اتجاه واحد ، وتم استخدامها في مشروعنا بشكل واضح موزعة على أرجاء المشروع ، وكذلك اخذ في عين الاعتبار في التصميم الإنشائي الأحمال الناتجة عن وزن المصاعد الكهربائي .



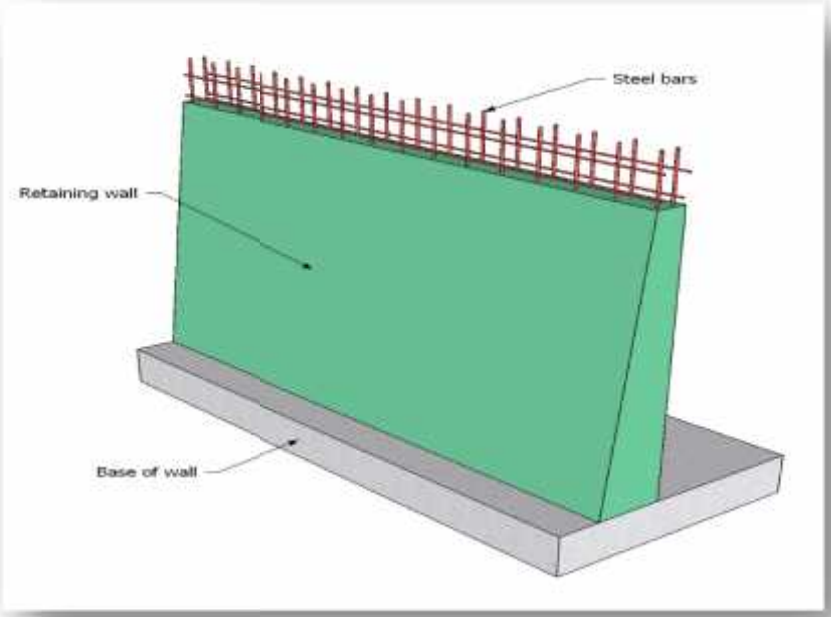
الشكل (٣ -٥- ٩) مقطع توضيحي في الدرج .

٣-٥-٧الجدران الإستنادية (Retaining Walls):-

تبنى هذه الحوائط لتسند التراب والماء الذي خلفها وما ينتج عن هذا التراب من ضغوط تحاول أن تقلب أو تحرك هذا الجدار، وتصمم الجدران الإستنادية لمقاومة وزن التربة راسيا وضغوط التربة الأفقية **وقوى الرفع** من المياه الجوفية .

بسبب الاختلاف الواضح في مناسيب قطعة أرض المشروع، كان لا بد من استخدام جدران استنادية لتحمي التربة من الانهيار أو الانزلاق. ويمكن أن تنفذ الجدران الإستنادية من الخرسانة المسلحة أو العادية أو من الحجر. وهناك عدة أنواع من الجدران الإستنادية منها :

- جدران الجاذبية (gravity walls) التي تعتمد على وزنها .
- الجدران الكابولية (cantilever walls) .
- **جدران مدعمة** (braced walls).



الشكل (٣ -٥- ١٠) جدار استنادي

٣-٥-٨ فواصل التمدد (Expansion Joints):-

تنفذ في كتل المباني ذات الأبعاد الأفقية الكبيرة أو ذات الأشكال والأوضاع الخاصة فواصل تمدد حراري أو فواصل هبوط، وقد تكون الفواصل للغرضين معاً، و يتم وضع الفاصل إذا كان عرض المبنى من (٣٥- ٤٠) متر ، و لذا للسماح للمبنى بالتمدد دون أن يؤدي ذلك إلى حدوث تشققات . وعند تحليل المنشآت لدراستها كمقاوم لأفعال الزلازل تدعى هذه الفواصل بالفواصل الزلزالية، ولهذه الفواصل بعض الاشتراطات والتوصيات الخاصة بها وفقاً لما يلي:

١. ينبغي استخدام فواصل تمدد حراري في كتلة المنشأ حسب الكود المعتمد، على أن تصل هذه الفواصل إلى وجه الأساسات العلوي دون اختراقها. وتعتبر المسافات العظمى لأبعاد كتلة المبنى كما يلي:

- (40m) في المناطق ذات الرطوبة العالية.
- (36m) في المناطق ذات الرطوبة العادية.
- (32m) في المناطق ذات الرطوبة المتوسطة.
- (28m) في المناطق الجافة.

٢. يجب أن لا يقل عرض الفاصل عن (3cm) .

(٣-٦)- برامج الحاسوب المستخدمة :-

تم باستخدام عدد كبير من البرامج، في عمل التصميم المتكامل لهذا المبنى، ومن أهم هذه البرامج:-

أ- برنامج (AutoCAD) الذي يستخدم في عملية رسم المخططات المعمارية و الإنشائية.

ب- برنامج (Atir)، الذي يستخدم في عملية التحليل و التصميم، للعناصر الإنشائية المختلفة، وهو البرنامج الأفضل و الأكثر استخداما في مجتمعنا المحلي.

ت- برنامج(Staad pro)، الذي يستخدم أيضا في عمليات التحليل و التصميم للعناصر الإنشائية المختلفة، وهو برنامج عالمي معروف و يعتبر الأكثر استخداما في مجال الهندسة المدنية.

ث- برنامج (Etabs) ،الذي يستخدم أيضا في عمليات التحليل و التصميم للعناصر الإنشائية المختلفة، وهو برنامج عالمي معروف .

ج- برنامج)(Safe)، الذي يستخدم أيضا في عمليات التحليل و التصميم للعناصر الإنشائية المختلفة، وهو برنامج عالمي معروف و يعتبر الأكثر استخداما في مجال الهندسة المدنية.

Chapter 4

Structural Analysis & Design

4-1 Introduction.

4-2 Determination of Slab Thickness.

4-3 Determination of Thickness for Two Way Rib Slab .

4-4 Determination of Factored Load.

4-5 Design of Topping .

4-6 Design of Rib (33).

4-7 Design of Two Way Ribbed Slab (T3) .

4-8 Design of Two Way Solid Slab (S.S.6).

4-9 Design of Beam (86 87 88 89).

4-10 Design of Long Column (C20).

4-11 Design of Isolated Footing .

4-12 Design of Mat Foundation for Well .

4-13 Design of Basement Wall .

4-14 Design of Stair (4) .

4-15 Design of Shear Wall .

4.1 Introduction

The project consists of several structural elements that should be designed according to the ACI code, using the finite element method by means of computer software such as “ATIR” and “STAAD pro” for analysis and design.

4.2 Determination of the Slab thickness:

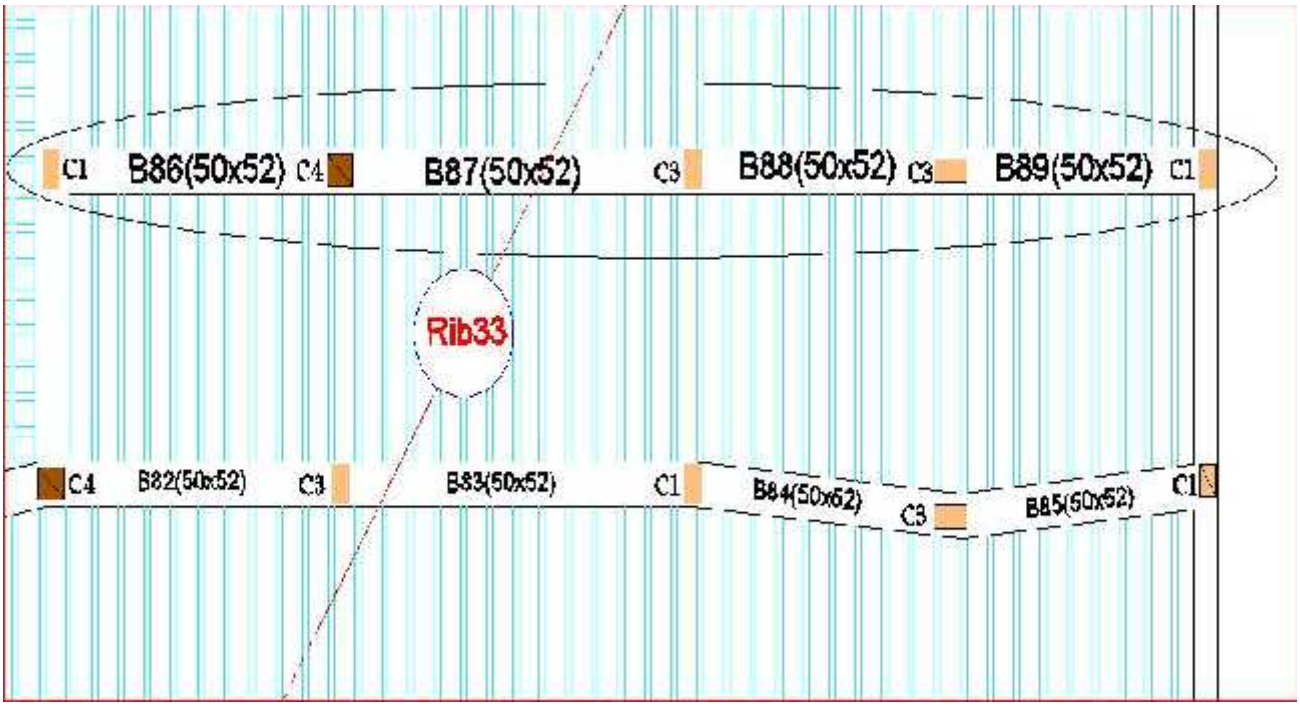


Figure (4-1): Ground Floor Slab.

According to ACI-Code-318-05, the minimum thickness of non-prestressed beams or one way slabs unless deflections are computed, given in table (9.5 -a), as follows:

h_{min} for one-end continuous (for ribs) = L/18.5

= 524 /18.5 = 28.32 cm.

h_{min} for both-end continuous (for ribs)= L/21

= 481/21 = 22.9 cm

h_{min} for one-end continuous (for beams) = L/18.5

= 550 /18.5 = 29.73 cm.

h_{min} for both-end continuous (for beams)= L/21

= 717/21 = 34.14 cm

Select Slab thickness h= **32** cm with 24cm block & 8cm Topping.

4-3 Determination of Thickness for Two Way Rib Slab:-

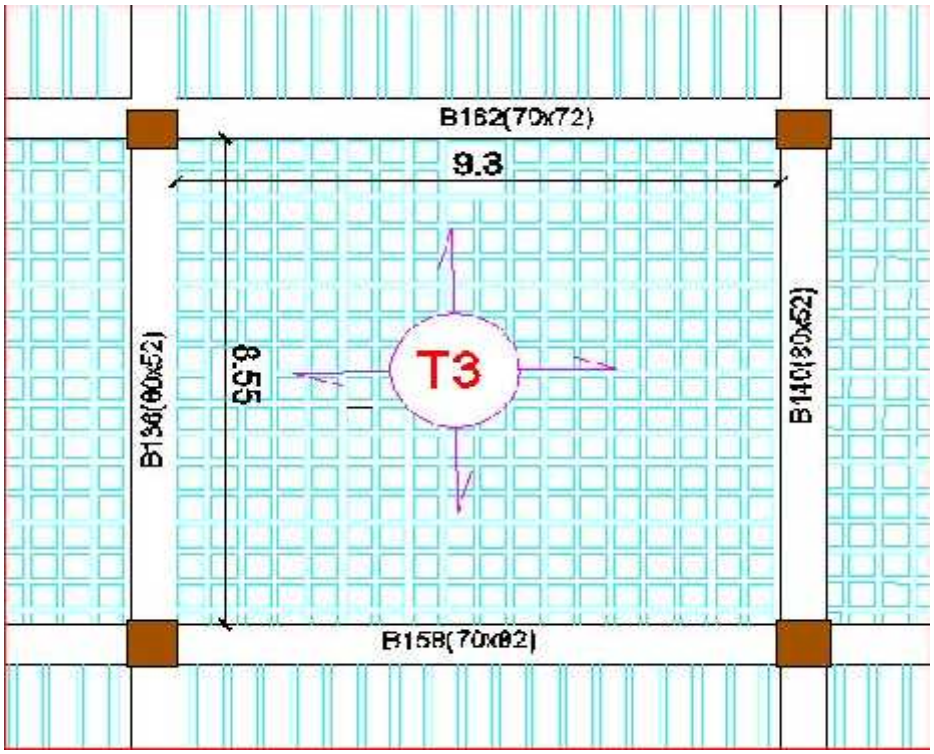
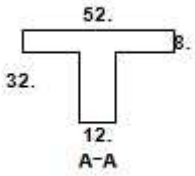


Figure (4-2): two way rib slab.



$$\bar{Y} = \frac{\sum A.Y}{\sum A}$$

$$\bar{Y} = \frac{40*8*4 + 32*12*16}{40*80 + 32*12} = 10.55cm$$

$$I_{rib} = \frac{0.52 \times (10.55)^3}{3} - \frac{(40) \times (2.55)^3}{3} + \frac{(12) \times (21.45)^3}{3}$$

$$I_{rib} = 59609 cm^3$$

$$I_{b1} = \frac{1}{12} bh^3 = \frac{1}{12} * 70 * (72)^3 = 2177280\, cm^4$$

$$I_{b1} = \frac{1}{12} bh^3 = \frac{1}{12} * 80 * (52)^3 = 937387\, cm^4$$

$$I_{b1} = \frac{1}{12} bh^3 = \frac{1}{12} * 70 * (82)^3 = 3216313 cm^4$$

$$I_{b1} = \frac{1}{12} bh^3 = \frac{1}{12} * 80 * (52)^3 = 937387\, cm^4$$

Slab section for interior beam :

$$I_{s1} = \frac{59609 \times 617.5}{0.52} = 707857\ cm^4$$

$$I_{s2} = \frac{59609}{0.52} \times 1090 = 1249496\ cm^4$$

$$I_{s3} = \frac{59609 \times 760.5}{0.52} = 871781.63 cm^4$$

$$I_{s4} = \frac{59609 \times 1005}{0.52} = 1152058.6 cm^4$$

$$\sim_1 = \frac{I_{b1}}{I_{s1}} = \frac{2177280}{707857} = 3.1$$

$$\sim_2 = \frac{I_{b2}}{I_{s1}} = \frac{937387}{1152059} = 0.8$$

$$\sim_3 = \frac{I_{b3}}{I_{s3}} = \frac{3216313}{871781.63} = 3.7$$

$$\sim_4 = \frac{I_{b4}}{I_{s4}} = \frac{937387}{1249496} = 0.75$$

$$\sim_{fm} = \frac{\sim 1 + \sim 2 + \sim 3 + \sim 4}{4} = \frac{3.1 + 0.8 + 3.7 + 0.75}{4} = 2.09$$

$2 < 2.09$

According to ACI-code:

$$h_m = \frac{\ln(0.8 + fy/1400)}{36 + 9}$$ ***ACI-318-02 (Eq: 9-12)***

$$= \frac{L_a}{L_b} = \frac{9.3}{8.55} = 1.09$$

$$h_m = \frac{9300 * (0.8 + 420/1400)}{36 + 9 * 1.09} = 223.3mm < 3200mm$$

We select from one & two way rib slab, The Thickness Rib Slab = 32 cm with block 24cm & Topping 8cm.

4-4 Determination of Factored Load :-

4.4.1 Determination of Dead & Live load

Tiles → 0.03*23*0.52 =0.3588 KN/m

Mortar → 0.02*22*0.52 = 0.2288 KN/m

Sand Fill → 0.07*17*0.52 = 0.6188 KN/m

Topping → 0.08*25*0.52 = 1.04 KN/m

Rib →0.24*25*0.12=0.72 KN/m

Block → 0.24*10*0.4 = 0.96 KN/m

Plaster → 0.03*22*0.52 = 0.3432 KN/m

Interior partition → 1*0.52 = 0.52 KN/m

Nominal Total Dead Load =
0.3588+0.2288+0.6188+1.04+0.72+0.96+0.3432+0.52 =4.79 KN/m

Total live load = 5 kN/m^2

Nominal Total live load = 5 * 0.52 = 2.6 kN/m of rib

4.4.2 Determination of factored dead & live load

Factored dead load = 1.2*Dead load = 1.2*4.79 = **5.748 KN/m**.

Factored Live load = 1.6*live load = 1.6*2.6 = **4.16 KN/m**.

4.5 Design of Topping:-

Tiles → 0.03*23 =0.69 KN/m

Mortar → 0.02*22 = 0.44KN/m

Sand Fill → 0.07*17 = 1.19KN/m

Topping → 0.08*25 = 2.0KN/m

Interior partition → 1 = 1 KN/m

Nominal Total Dead Load =
0.69+0.44+1.19+2+1 = **5.32 kN/m**

Total live load = 5 kN/m^2

Nominal Total live load = 5 * 1 = **5 kN/m**

factored dead load = 1.2*Dead load = 1.2*5.32 = **6.384 KN/m**.

Factored Live load = 1.6*live load = 1.6*5 = **8 KN/m**.

w_u = 6.384 + 8

= 14.384 **KN/m**.

→ $Mu = \frac{w_u * l^2}{12} = \frac{14.384 * 0.4^2}{12}$

$= 0.192 KN.m.$

→ $Mn = 0.42\sqrt{fc'} * \frac{bh^2}{6}$

$= 0.42\ \sqrt{24} * \frac{1000 * 80^2}{6} = 2.2 KN.m.$

→ ¤ $* Mn = 0.55 * 2.2 = 1.21 KN.m.$

¤ $* Mn = 1.21 > Mu = 0.192 KN.m.$

No structural reinforcement is needed. Therefore, shrinkage and temperature reinforcement must be provided.

For the shrinkage and temperature reinforcement:

° $= 0.0018$

$As = ° * b * h = 0.0018 * 1000 * 80 = 144 mm^2.$

Try bars **Φ8with As=50.27mm^2**

Bar numbers n= $\frac{144}{50.27} = 2.87$

Use Φ8 at 30 cm in both directions.

According to ACI-7.12.2.2. Limitations of spacing between bars:

Spacing ≤5t and Spacing ≤ 45 cm .

Spacing =30cm < 5*8=40cm and < 45cm . OK .

4.6 Design of Rib (33):-

The Effective Flange width (b_E)According to ACI-8.10.2. b_E for T – section is the smallest of the following :

- $b_E = \frac{L}{4} = \frac{4.11}{4} = 1.03m$
- $b_E = b_w + 16t = 0.12 + 16*0.08 = 1.4$ m.
- b_E = Center to Center = 0.4+0.12=0.52 m ***- Control .***

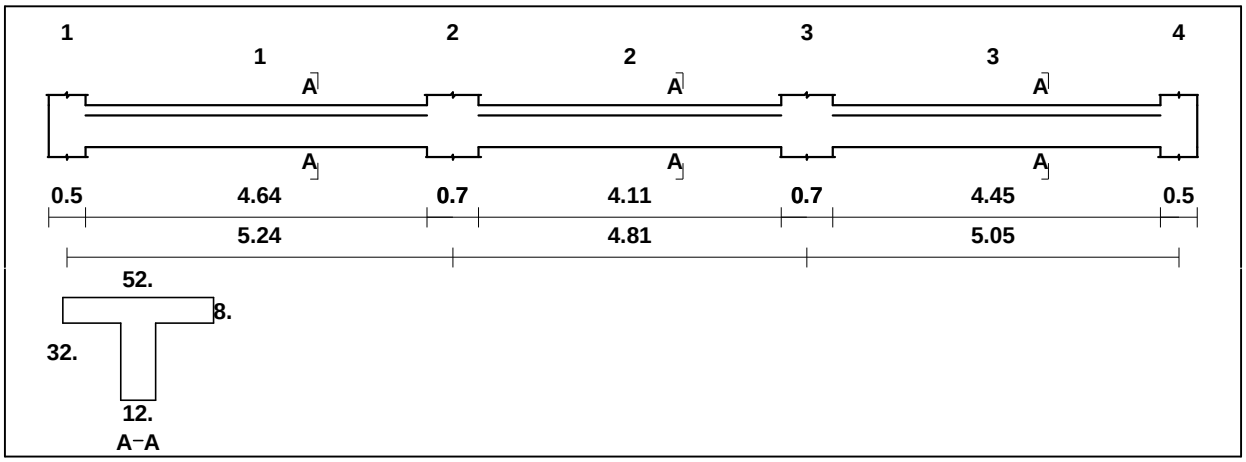


Figure (4-3): Rib geometry.

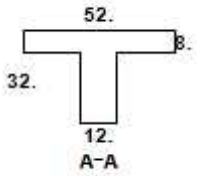


Figure (4-4) : Rib Section

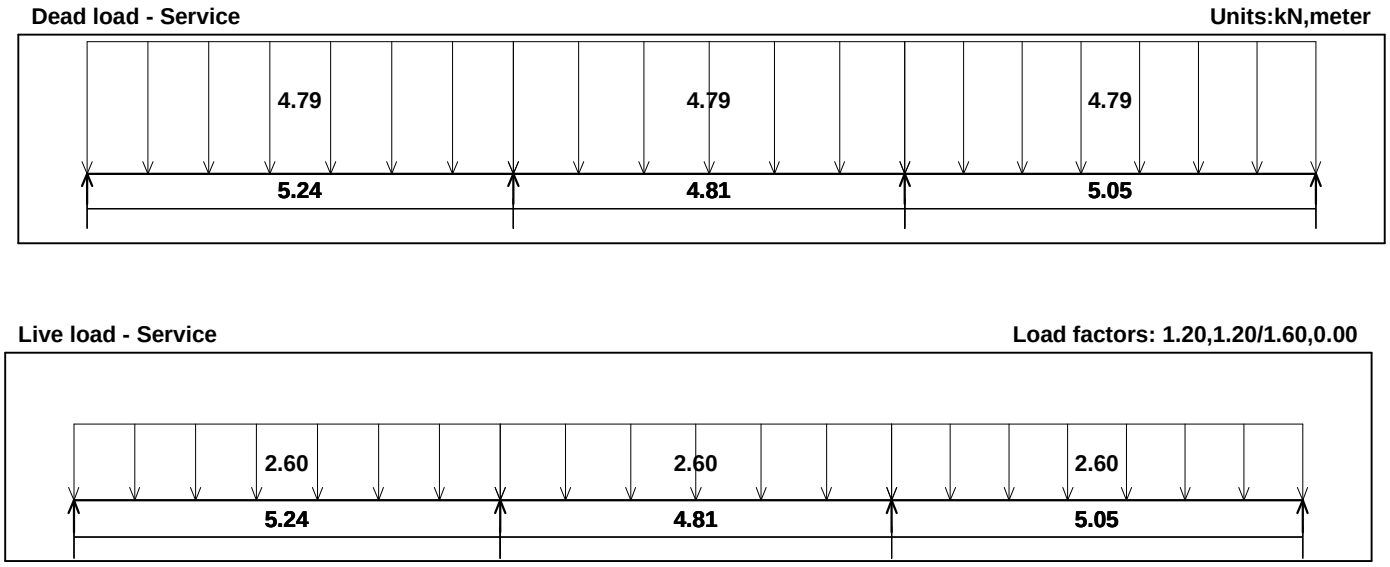


Figure (4-5) : loading of Rib (33)

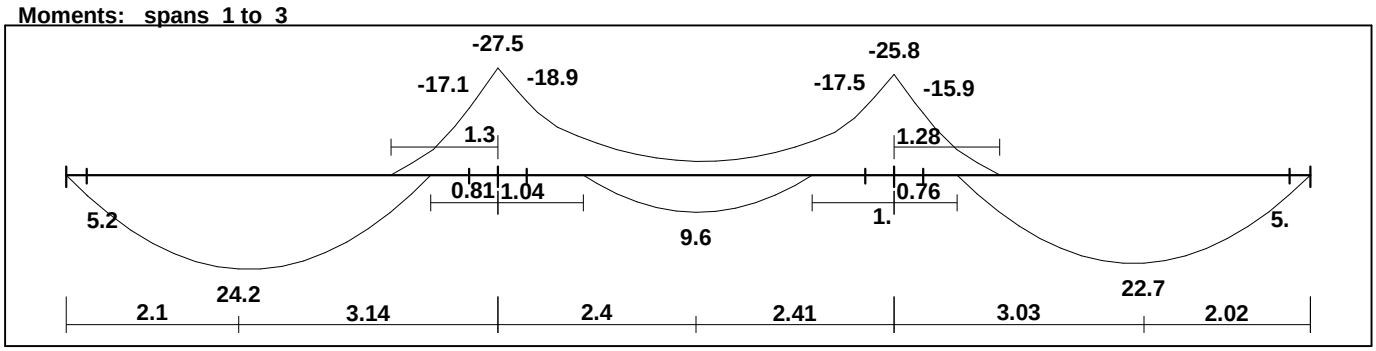


Figure (4-6) : Moment Envelop of rib (33).

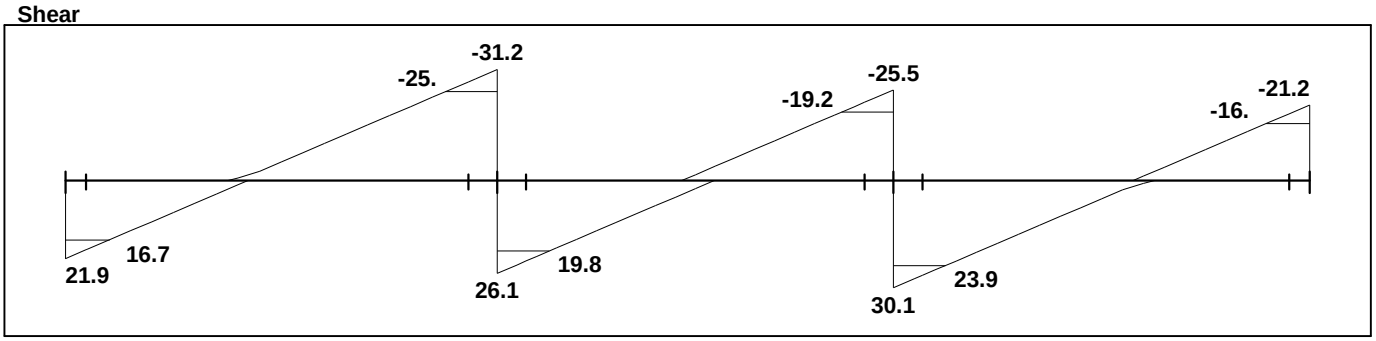


Figure (4-7) : Shear Envelop of rib (33).

4.6.1 Design of flexure :-

d = h – cover – Φ_s – Φ/2 = 320-20-10-6= 284 mm.

Mu(+) = 24.2kN.m

beff<= 520 mm. (**control)**

<= 4.11*1000 \4 = 1417.5 mm.

<= 16 * 80 +120 = 1400mm.

→beff = 520 mm.

¤ * $Mnf = 0.9*0.85*24*0.08*0.52*(0.284-0.08\backslash 2) = 186.36 KN.m.$

¤ * $Mn > mu$

186.36 > 24.2

→rectangular section.

4.6.1.1 Rib design for positive moment :

Mn = 24.2 / 0.9 = 26.89kN.m

Rn = $\frac{Mn}{b*d^2} = \frac{26.89*10^{-3}}{0.52*(0.284)^2} = 0.641$ MPa

$m = \frac{fy}{0.85*fc'} = \frac{420}{0.85*24} = 20.6$

ρ = $\frac{1}{m}(1 - \sqrt{1-\frac{2mKn}{fy}})$

ρ = $\frac{1}{20.6}(1 - \sqrt{1-\frac{2*20.6*0.641}{420}} = 0.00155$

As = 0.00155 *520*284 = 229.1 mm^2

$$As_{\min} = \frac{\sqrt{fc'}}{4(fy)}(bw)(d) \geq \frac{1.4}{fy}(bw)(d) \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (ACI - 10.5.1)$$

$$As_{\min} = \frac{\sqrt{24}}{4(420)}(120)(284) \geq \frac{1.4}{420}(120)(284))$$

$As_{\min} = 100 < 113.6$ ……**the larger is control**

As=229.1 mm^2> As_{min}=113.6 mm^2 O.K

Try φ12As=113.1 mm^2

# of bars = As/ As_{bar} = 229.1/113.1 = 2.00 bars * Note $A_{\Phi 12}$ = 113.1 mm^2

Select 2 Φ 12 mm .

- **Check for strain:-**

Tension = compression

$A_s * f_y = 0.85 * f_c * b * a$

$$2*113.1*420 = 0.85*24*120*a$$

$$a = 8.96mm$$

$$c = \frac{a}{1} = \frac{8.96}{0.85} = 10.54mm$$

$$£_s = \frac{284 - 10.54}{10.54} X0.003$$

$$£_s = 0.08 > 0.005$$

OK

4.6.1.2 Rib design for positive moment (mid span) :

Mn = 9.6 / 0.9 = 10.67kN.m

$$Rn = \frac{Mn}{b*d^2} = \frac{10.67*10^{-3}}{0.52*(0.284)^2} = 0.25 \text{ MPa}$$

$$m = \frac{fy}{0.85*fc'} = \frac{420}{0.85*24} = 20.6$$

$$\rho = \frac{1}{m}(1 - \sqrt{1-\frac{2mKn}{fy}})$$

$$\rho = \frac{1}{20.6}(1 - \sqrt{1-\frac{2*20.6*0.25}{420}} = 0.0006$$

$As = 0.0006 *520*284 = 88.45\, mm^2$

$$As_{min} = \frac{\sqrt{fc'}}{4(fy)}(bw)(d) \geq \frac{1.4}{fy}(bw)(d) \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (ACI-10.5.1)$$

$$As_{min} = \frac{\sqrt{24}}{4(420)}(120)(284) \geq \frac{1.4}{420}(120)(284))$$

$As_{min} = 100 < 113.6$ ……**the larger is control**

$As=88.45\ mm^2 < As_{min}=113.6\ mm^2$

Take $As_{min}=113.6\ mm^2$

Try φ10 with $As=78.54\ mm^2$

# of bars = As/ As_{bar} = 113.6/78.54 = 1.44 bars * Note $A_{Φ12} = 78.54\ mm^2$

Select 2 Φ 10 mm .

- **Check for strain:-**

Tension = compression

$A_s * f_y = 0.85 * f_c * b * a$

$$2*78.54*420 = 0.85*24*120*a$$

$$a = 6.22mm$$

$$c = \frac{a}{1} = \frac{6.22}{0.85} = 7.32mm$$

$$£_s = \frac{284-7.32}{7.32} X0.003$$

$$£_s = 0.113 > 0.005$$

OK

4.6.1.3 Rib design for negative moment :

Mn = 18.9/0.9 = 21 kN.m

$$Rn = \frac{Mn}{b*d^2} = \frac{21*10^{-3}}{0.12*(0.284)^2} = 2.17 \text{ MPa}$$

$$m = \frac{fy}{0.85*fc'} = \frac{420}{0.85*24} = 20.6$$

$$\rho = \frac{1}{m}(1 - \sqrt{1-\frac{2mKn}{fy}})$$

$$\rho = \frac{1}{20.6}(1 - \sqrt{1-\frac{2*20.6*2.17}{420}} = 0.0055$$

$As = 0.0055 *120*284 = 186.6\, mm^2$

$$As_{\min} = \frac{\sqrt{fc'}}{4(fy)}(bw)(d) \geq \frac{1.4}{fy}(bw)(d).....(ACI-10.5.1)$$

$$As_{\min} = \frac{\sqrt{24}}{4(420)}(120)(284) \geq \frac{1.4}{420}(120)(284))$$

$As_{\min} = 100 < 113.6$ ……**the larger is control**

$186.6\,mm^2 > As_{min} = 113.6mm^2$

# of bars = As/ As $_{bar}$ = 186.6/113.1 = 1.65 bars * Note $A_{\Phi 14}$ = 113.1 mm²

Select 2 Φ 12 mm .

- **Check for strain:-**

Tension = compression

$A_s * f_y = 0.85 * f_c * b * a$

$$2*113.1*420 = 0.85*24*120*a$$
$$a = 38.81mm$$
$$c = \frac{a}{1} = \frac{38.81}{0.85} = 45.66mm$$
$$£_s = \frac{284-45.66}{45.66} X0.003$$
$$£_s = 0.016 > 0.005$$

OK

4.6.1. 4 Design of shear of rib (33)

Φ Vc = Φ * $\frac{\sqrt{fc'}}{6}$ bw * d

= 0.75 * $\frac{\sqrt{24}}{6}$ ·.12 * ·.284*1000

= **20.87 KN**

Depends to ACI 13-08 code

1.1 *Φ Vc = 1.1 * 20.87 = 22.96 kN

Φ Vsmin ≥ 0.75 ($\frac{1}{3}$) * bw * d = 0 .75*($\frac{1}{3}$)*0.12 *0.284 *1000= **8.52KN.** **(control)**

≥ 0.75 ($\frac{\sqrt{24}}{16}$ * bw * d = 0.75 * $\frac{\sqrt{24}}{16}$ * 0.12 * 0.284 * 1000) = 7.83 KN.

Φ Vsmin = 8.52 KN.

Vu = 25 KN **(From shear Envelope)**

Check for items:-

1/ $Vu \le \Phi Vc/2$

$25 \le 11.48$ (X)

2/ $\Phi Vc/2 \le Vu \le \Phi Vc$

$11.48 \le 25 \le 22.96$ (X)

3/ $\Phi Vc \le Vu \le \Phi Vc + \Phi Vsmin$

$22.96 \le 25 \le 31.48$ (√)

So categories (3) satisfy. Minim shear reinforcement is required

$$(\frac{Av}{s})\min = \frac{1}{3} * \frac{bw}{Fyt} = \frac{1}{3} * \frac{520}{420} = 4.126 * 10^{-4} mm^2$$

$$(\frac{Av}{s})\min = \frac{1}{16} * \frac{\sqrt{fc'}}{Fyt} * bw = \frac{1}{16} * \frac{\sqrt{24}}{420} * 0.52 = 3.791 * 10^{-4} mm^2$$

$$(\frac{Av}{s})\min = 4.126 * 10^{-4} mm^2 contral$$

Take Av = 2 Φ 8 = 2 * 50

$$(\frac{2 * 50 * 10^{-6}}{s}) = 4.126 * 10^{-4}$$

s = 242 mm

S ≤ d/2 =142 mm

≤ 600 mm.

Use Φ 8 @ 10 cm c/c.

4-7 Design of Two way Ribbed slab (T3):-

4-7-1 Dead Load Calculation :-

Tiles	0.03*0.52*0.52*23= 0.187 kN/0.52*0.52of rib
Mortar	0.02*0.52*0.52*22 = 0.119 kN/0.52*0.52of rib
Sand	0.07*0.52*0.52*17 = 0. K322N/0.52*0.52of rib
Topping	0.08*0.52*0.52*25 = 0.541 kN/0.52*0.52of rib
Block	0.4*0.4*0.24*10 = 0.384 kN/0.52*0.52of rib
Rib	0.24*0.12*(0.52+0.4)*25 = 0.662 kN/0.52*0.52of rib
Plaster	0.03*0.52*0.52*22 = 0.178 kN/0.52*0.52of rib
partition	(1) (0.52) *0.52 = 0.27 kN/0.52*0.52of rib

Dead Load = 2.66 kN/0.52*0.52of rib

Dead Load per unit area = 2.66 / 0.52*0.52= 9.84 KN/m^2

Live Load = 5 KN/ m^2

q_{uD} =1.2 D =9.84*1.2=11.8kN/m^2

q_{uL} = 1.6 L = 5*1.6=8 KN/m^2

q_u =19.8 KN/m^2

$bw = 12cm, h = 32cm$

$d = 320 - 20 - 8 - 7 = 285mm$

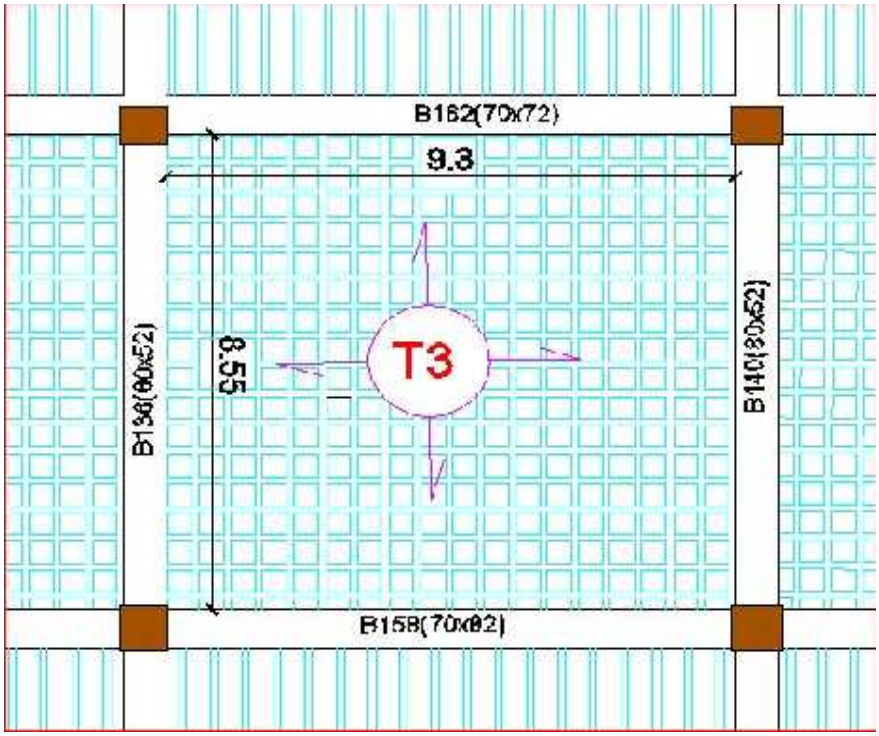


Figure (4-8): two way rib slab.

4-7-2 Designs of moment:

⇒ **Design of positive moment:**

La/ Lb = 8.55/9.3 = 0.92

From table (12-4)

Assume Case (2)

$C_{a,dL}$=0.0212

$C_{b,dL}$=0.0148

$M_{a,dL} = C_{a,dL} * q_{uD} * (La)^2$

$M_{b,dL} = C_{b,dL} * q_{uD} * (Lb)^2$

From table (12-5)

$C_{a,LL}$=0.0324

$C_{b,LL}$=0.0232

$M_{a,LL} = C_{a,LL} * q_{uL} * (La)^2$

$M_{b,LL} = C_{b,LL} * q_{uL} * (Lb)^2$

$M_{a,pos} = (M_{a,dL} + M_{a,LL}) * 0.52 =$

$\{(0.0212*11.8*(8.55)^2) + (0.0324*8*(8.55)^2)\} * 0.52 = 19.4$ KN.m / rib

$M_{b,pos} = (M_{b,dL} + M_{b,LL}) * 0.52 =$

$\{(0.0148*11.8*(9..3)^2) + (0.0232*8*(9.3)^2)\} * 0.52 = 16.2$ KN.m / rib

⇒ **Design of negative moment:**

$C_{a,neg}$=0.053

$C_{b,neg}$=0.0386

$M_{a,neg} = C_{a,neg} * q_u * (La)^2 * 052$

$M_{a,neg} = 0.053*19.8*(8.55)^2*0.52 = 39.9$ KN .m

$M_{b,neg} = C_{b,neg} * q_u * (Lb)^2 * 0.52$

$M_{b,neg} = 0.0386*19.8*(9.3)^2*0.52 = 34.4$ KN .m

$M_{a,pos}$= 19.4 KN .m

$Mn_f = 0.85 * fc * bf * tf * \left(d - \frac{tf}{2}\right)$

$Mn_f = 0.85 * 24 * 0.52 * 0.08 * \left(0.285 - \frac{0.08}{2}\right) * 10^3 = 207.92$ KN .m

$\Phi\ Mn_f$ = 0.9 * 207.92 = 187.13 KN .m >> $M_{a,pos}$

rectangular section

Design as a rectangular with b_E = 52 cm

$$Mn = \frac{M_{a,pos}}{\Phi} = \frac{19.4}{0.9} = 21.6 \text{ KN .m}$$

$$As_{\min} = \frac{\sqrt{fc'}}{4(fy)}(bw)(d) \geq \frac{1.4}{fy}(bw)(d) \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (ACI - 10.5.1)$$

$$As_{\min} = \frac{\sqrt{24}}{4(420)}(12)(28.5) \geq \frac{1.4}{420}(12)(28.5)$$

$As_{\min} = 0.997 < 1.14$ …….the larger is control

$As_{\min} = 1.14 cm^2$

$$\text{Kn} = \frac{Mn}{b * d^2}$$

$$\text{Kn} = \frac{21.6 * 10^{-3}}{0.52 * (0.285)^2} = 0.51 \text{ Mpa}$$

$$m = \frac{fy}{0.85 * fc'} = \frac{420}{0.85 * 24} = 20.6$$

$$\rho = \frac{1}{m}\left(1 - \sqrt{1 - \frac{2mKn}{fy}}\right)$$

$$\rho = \frac{1}{20.6}\left(1 - \sqrt{1 - \frac{2(20.6)(0.51)}{420}}\right) = 1.33 * 10^{-3}$$

A req = ρ * b * d = 1.33* 10^{-3} * 520* 285 = 183 mm²=1.83 cm²

1.83 $cm^2 > As_{\min} = 1.14 cm^2$

Use Φ 14 >> # of bar = $\frac{183}{1.54}$ = 1.2 * Note $A_{\Phi 14}$ = 1.54cm²

Then we select (2) bars Φ 14 $A_s\ provided = 2*1.54 = 3.08cm^2$

- **Check for yielding**

Tension = compression

As * fy = 0.85 * f_c * b * a

$2*154.1*420 = 0.85*24*520*a$

$a = 12.2mm$

$c = \frac{a}{1} = \frac{12.2}{0.85} = 14.36mm$

$£_s = \frac{284-14.36}{14.36} X0.003$

$£_s = 0.056 > 0.005$

⇒ Ok

Use 2 Φ 14 mm , A s = 308 mm² in x direction

Use 2 Φ 12 mm , A s = 226 mm² in y direction

⇒ **Design of negative moment:**

$M_{a,neg}$ = 39.9 KN .m

$Mn = \frac{M_{a,pos}}{\Phi} = \frac{39.9}{0.9}$ = 44.33 KN .m

$As_{\min} = \frac{\sqrt{fc'}}{4(fy)}(bw)(d) \geq \frac{1.4}{fy}(bw)(d)$.....$(ACI-10.5.1)$

$As_{\min} = \frac{\sqrt{24}}{4(420)}(12)(28.5) \geq \frac{1.4}{420}(12)(28.5)$

$As_{\min} = 0997 < 1.14$ .....the larger is control

$As_{\min} = 1.14cm^2$

$$Kn = \frac{Mn}{b * d^2}$$

$$Kn = \frac{44.33 * 10^{-3}}{0.52 * (0.285)^2} = 1.05 \text{ Mpa}$$

$$m = \frac{fy}{0.85 * fc'} = \frac{420}{0.85 * 24} = 20.6$$

$$\rho = \frac{1}{m}\left(1 - \sqrt{1 - \frac{2mKn}{fy}}\right)$$

$$\rho = \frac{1}{20.6}\left(1 - \sqrt{1 - \frac{2(20.6)(1.05)}{420}}\right) = 2.57 * 10^{-3}$$

A req = ρ * b * d = $2.57 * 10^{-3} * 520 * 285 = 380.4\ mm^2 = 3.804\ cm^2$

$3.804\ cm^2 > As_{min} = 1.14 cm^2$

Use Φ 16 >> # of bar = $\frac{380.4}{201.1} = 1.9$ * Note $A_{\Phi 14} = 201.1 cm^2$

Then we select (2) bars Φ 16 $A_s\ provided = 2 * 2.011 = 4.022 cm^2$

Use 2 Φ 16 mm , $A_s = 4022\ mm^2$ in x direction

Use 2 Φ 16 mm , $A_s = 402\ mm^2$ in y direction

4.7.3 Design of shear:-

La/ Lb = 8.55/9.3 = 0.92

From Table (12-6) :

Case (2)

$W_a = 0.58$

$W_b = 0.42$

$V_{ua} = q_u * La * W_a * (0.52/2)$

V_{ua} = 19.8* 8.55 *0.58 *(0.52/2) = 25.53 KN control

V_{ub} = 19.8* 9.3 *0.42 *(0.52/2) = 20.1 KN

Vc = $1.1*\frac{\sqrt{fc'}}{6}$ bw * d*

= $1.1*\frac{\sqrt{24}}{6}$ *120 * 0.285 = 30.72 KN

Φ Vc = 0.75 * 30.72= 23.04 KN

$\Phi Vc \le Vu$

Item 1 &2 is not suitable .

- Item 3

$\Phi Vc \le Vu \le \Phi Vc + \Phi Vs_{\min}$

$\Phi Vs_{\min} \ge \frac{\Phi}{3} \times \text{bw} \times \text{d}$

$\Phi Vs_{\min} = 0.75(\frac{1}{3}) \times 0.12 \times 0.285 \times 10^3 = 8.55kN$

$\Phi Vs_{\min} \ge \frac{1}{16} \times \sqrt{\text{fc}'} \times bw \times d$

$\Phi Vs_{\min} = \frac{1}{16} \times \sqrt{24} \times 0.12 \times 0.285 \times 10^3 = 10.47\ KN$ control

$\Phi Vc + \Phi Vs_{\min} = 20.94 + 10.47 = 31.41kN$

Vu = 25.53kN < $\Phi Vc + \Phi Vs_{\min}$ = 31.4kN control

Minimum shear reinforcement is required

$$\frac{Av}{S_{req}} \geq \frac{1}{3}\frac{bw}{fy}$$

$$\frac{Av}{S_{req}} \geq \frac{1}{16}\frac{\sqrt{fc'}}{fy} \times bw$$

$$S_{max} \leq \frac{d}{2} \leq 600$$

$$\frac{Av}{S_{req}} \geq \frac{1}{3}\frac{bw}{fy} \Rightarrow S_{req} = \frac{3 \times 2 \times 50 \times 10^{-6} \times 420}{0.12} = 1.05m$$

$$\frac{Av}{S_{req}} \geq \frac{1}{16}\frac{\sqrt{fc'}}{fy} \times bw \Rightarrow S_{req} = \frac{2 \times 50 \times 10^{-6} \times 16 \times 420}{\sqrt{24} \times 0.12} = 1.14m$$

$$S_{max} \leq \frac{d}{2} \leq 600 \Rightarrow S_{max} = \frac{285}{2} = 14.25cm$$

Then Select $S = 12.5\text{cm} < \frac{d}{2}$.....*ok*

leg Φ 8 / 12.5 cm c/c Select 2

4-8 Design of Two way Solid slab (S.S.6):-

4-8-1 Determination of Loads :-

Plaster = 0.02* 23 = 0.46 kN/m^2

Slab = 0.15* 25 = 3.75 kN/m^2

D.L = $4.21 kN/m^2$

From TANK L.L = $10\ kN/m^2$

q_{uD} =1.2 D.L =1.2*4.21= 5 kN/m^2

q_{uL} = 1.6 L.L = 1.6*10 =16 KN/m^2

$qu = 21KN/m^2$

For 1m Strip in X & Y direction $qu = 21\ KN/m$

$Lb = 6.15m$

$La = 3.9m$

$\frac{Lb}{La} = \frac{6.15}{3.9} = 1.58 < 2.0$

$\therefore$ *Tow way*

h_{min} = 125 mm

select h = 150 mm > h_{min} = 125 mm

$b = 100cm, h = 15cm$

$d = 150 - 20 - 12 = 118mm$

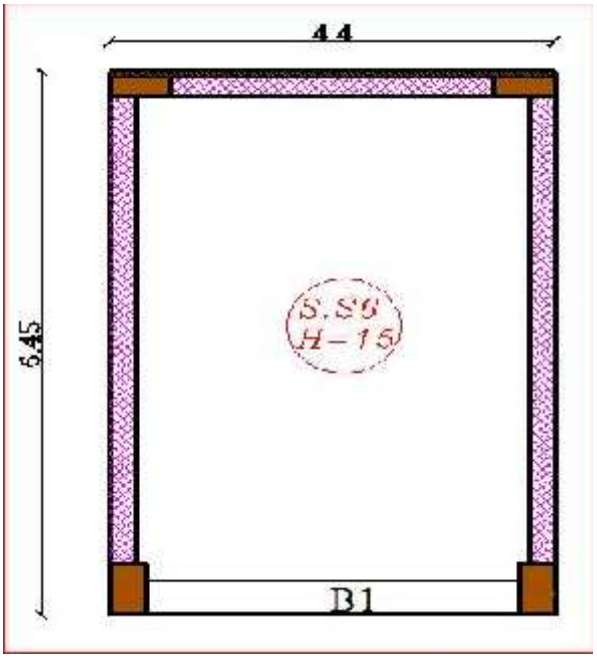


Figure (4-9): two way solid slab.

4-8-2 Designs of moment:-

⇒ **Design of positive moment:**

La/ Lb = 3.9/6.15 = 0.63

From table (12-4)

Case (1)

$C_{a,dL}$ =0.0768

$C_{b,dL}$ =0.0118

$M_{a,dL} = C_{a,dL} * q_{uD} * (La)^2$

$M_{b,dL} = C_{b,dL} * q_{uD} * (Lb)^2$

From table (12-5)

$C_{a,LL}$ =0.0768

$C_{b,LL}$ =0.0118

$M_{a,LL} = C_{a,LL} * q_{uL} * (La)^2$

$M_{b,LL} = C_{b,LL} * q_{uL} * (Lb)^2$

$M_{a,pos} = (M_{a,dL} + M_{a,LL}) =$

$\{(0.0768*5*(3.9)^2) + (0.068*16*(3.9)^2)\} = 24.53$ KN.m / rib

$M_{b,pos} = (M_{b,dL} + M_{b,LL}) =$

$\{(0.0118*5*(6.15)^2) + (0.018*16*(6.15)^2)\} *0.52 = 9.37$ KN.m / rib

$M_{a,pos} = 24.53$ KN .m

$$Mn = \frac{M_{a,pos}}{\Phi} = \frac{24.53}{0.9} = 27.26 \text{ KN .m}$$

$$As_{\min} = 0.0018 * b * h$$

$$As_{\min} = 0.0018 * 1000 * 150 = 270 mm^2$$

$$\text{Kn} = \frac{Mn}{b * d^2}$$

$$\text{Kn} = \frac{27.26 * 10^{-3}}{1 * (0.118)^2} = 1.96 \text{ Mpa}$$

$$m = \frac{fy}{0.85 * fc'} = \frac{420}{0.85 * 24} = 20.6$$

$$\rho = \frac{1}{m}\left(1 - \sqrt{1 - \frac{2mKn}{fy}}\right)$$

$$\rho = \frac{1}{20.6}\left(1 - \sqrt{1 - \frac{2(20.6)(1.96)}{420}}\right) = 4.92 * 10^{-3}$$

As req = ρ * b * d = $4.92 * 10^{-3}$ * 1000 * 118 = 580.03 mm²

$5.803\ cm^2 > As_{\min} = 2.7 cm^2$

Use Φ 12 >>> 580.03/113.1 = 5.13 * Note $A_{\Phi 12}$ = 1.13cm²

Use 1Φ 12 @ 15 cm c/c …….. with As =(100 / 15)*1.13 = 7.53 cm².

As provided = 7.53 > As req……..**OK.**

- **Check for strain**

Tension = compression

As * fy = 0.85 * f_c * b * a

$$753 * 420 = 0.85 * 24 * 1000 * a$$

$$a = 15.5mm$$

$$x = \frac{a}{1} = \frac{15.5}{0.85} = 18.24mm$$

$$£_s = \frac{118 - 18.24}{18.24} X0.003$$

$$£_s = 0.016 > 0.005$$

$\Rightarrow$ Ok

Use 1Φ 12 @ 15 cm c/c …….. in x direction

Use 1Φ 10 @ 17.5 cm c/c …….. in y direction

$\Rightarrow$ **Design of negative moment:**

$$As_{Shrinkage} = 0.0018 \times b \times h = 0.0018 \times 100 \times 15 = 2.7cm^2$$

Use 1Φ8 @ 17.5 cm …….. With As = (100 / 17.5)*0.5024 = 2.87 cm².

4.8.3 Design of shear:-

La/ Lb = 3.9/6.15 = 0.63

From Table (12-6) :

Case (1)

W_a = 0.866

W_b =0.134

$V_{ua} = q_u * La * W_a$

$V_{ua} = 21 * 3.9 * 0.866 = 70.93$ KN control

$V_{ub} = 21 * 6.15 * 0.134 = 17.31$ KN

$Vc = \frac{\sqrt{24}}{6} * 1000 * 0.118 = 99.34$ KN

$\Phi Vc = 0.75 * 99.34 = 74.5$ KN

$\Phi Vc \geq Vu$

$\therefore$ No Shear Reiforcement Required

4.9 Design of Beam (86 87 88 89):-

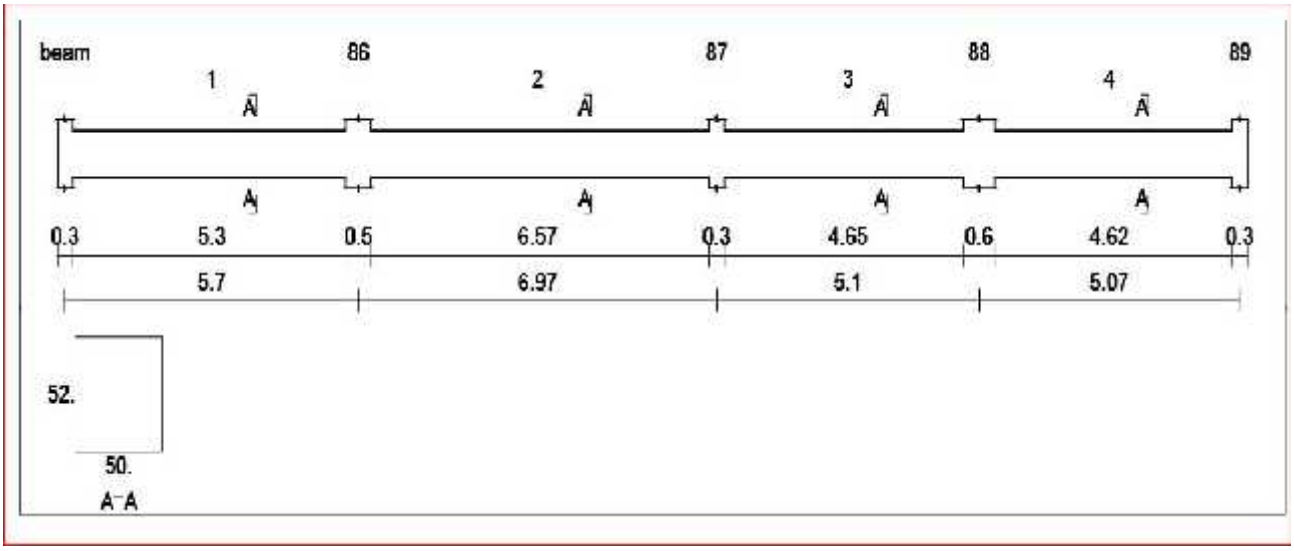


Figure (4-10) : Beam Geometry

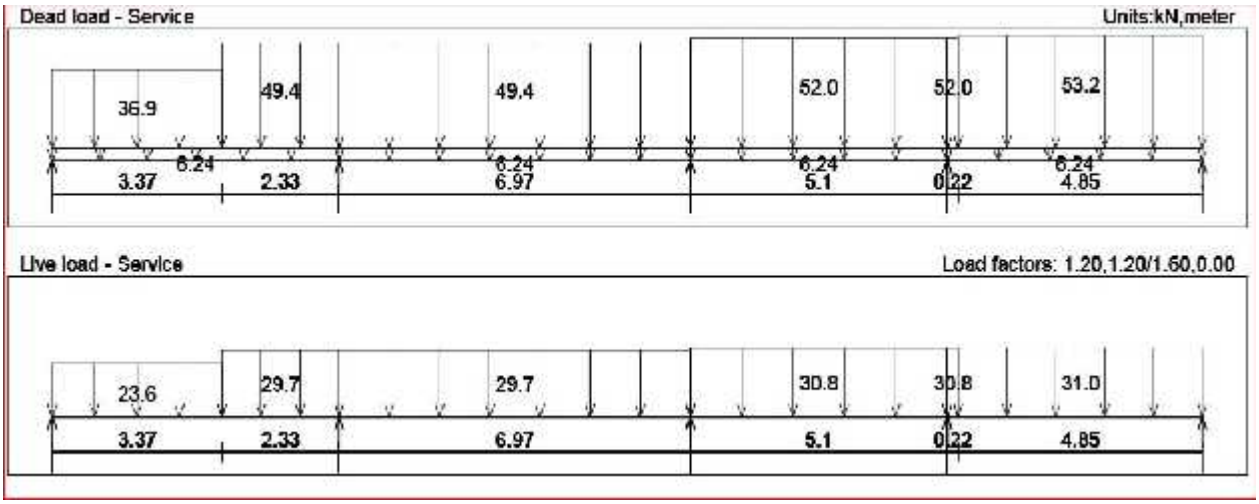


Figure (4-11) : Load of beam

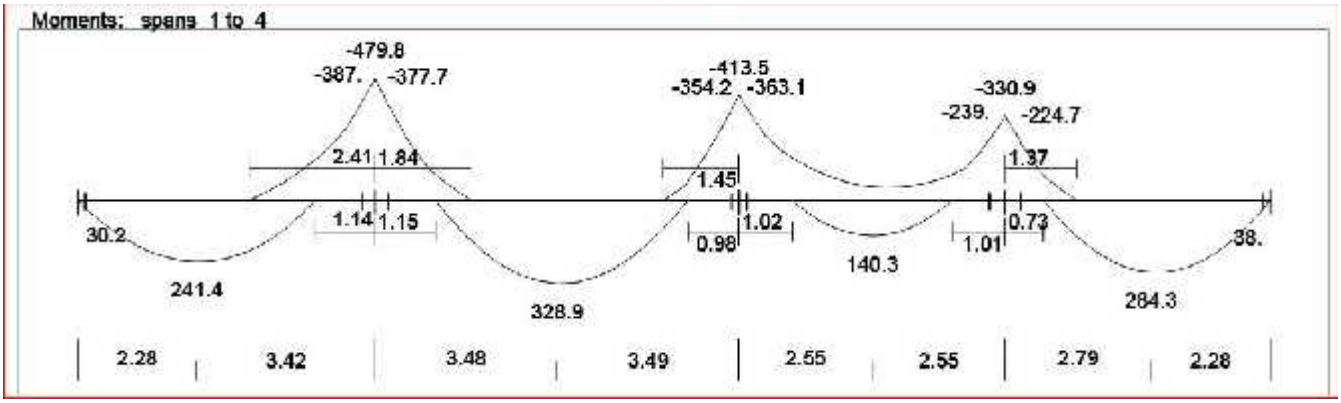


Figure (4-12) : Moment Envelop for Beam

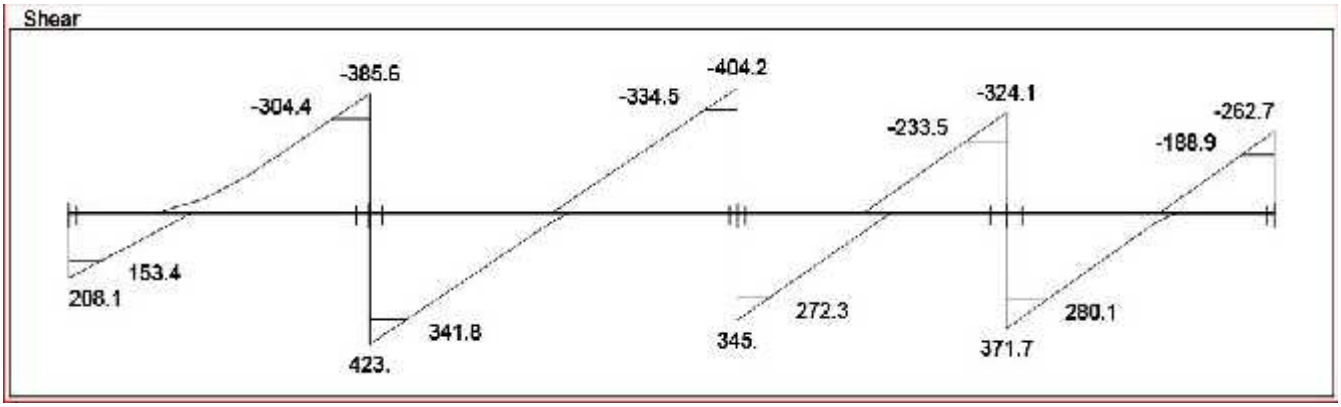


Figure (4-13) : Shear Envelop for Beam

4.9.1 Design of flexure:-

4.9.1.1 Design of Positive moment:-

$b_w = 50cm, h = 52cm$

$d = 520 - 40 - 8 - 10 = 462mm$

Mu= 328.9

$$Mn = \frac{Mu}{\Phi} = \frac{328.9}{0.9} = 365.44 \text{ KN .m}$$

$$m = \frac{fy}{0.85 * fc'} = \frac{420}{0.85 * 24} = 20.6$$

$\delta = (0.4 - .06)\delta_b$

$$\delta_b = 0.85 \frac{fc'}{Fy} \beta \left(\frac{600}{600 + Fy}\right)$$

$$= 0.85 \frac{24}{420} \beta \left(\frac{600}{600 + 420}\right) = 0.02429$$

$\delta = 0.4 * .02429 = 0.009714$

$$Rn = \delta.fy.\left(1 - \frac{¢ * m}{2}\right)$$

$$= 0.009714 * 420 * \left(1 - \frac{0.009714 * 20.6}{2}\right)$$

=3.67Mpa

$$b.d^2 = \frac{M_n}{Rn}$$

$$b * 462^2 = \frac{365.44}{3.67} * 10^3 ss$$

b=0.47 m

take b = 50 cm

C=(3/7)*462= 198 mm

a= 198*0.85=168.30 mm

Mn=(0.85*24*168.63*500)*(462- (168.30/2))*10^{-6}= 648.64 KN.M

φMn = 0.82*648.64= 531.88 KN.M > Mu =328.9

design singly

$$Rn = \frac{Mn}{b * d^2} = \frac{(365.44) * 10^{-3}}{0.5 * (0.462)^2} = 3.42 \text{ Mpa}$$

$$\rho = \frac{1}{m}\left(1 - \sqrt{1-\frac{2mKn}{fy}}\right)$$

$$\rho = \frac{1}{20.6}\left(1 - \sqrt{1-\frac{2(20.6)(3.42)}{420}}\right) = 0.00898$$

As= ρ.b.d

$=0.00898*500*462=2075.4\ mm^2$

$$As_{min} = \frac{\sqrt{fc'}}{4(fy)}(bw)(d) \geq \frac{1.4}{fy}(bw)(d) \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (ACI-10.5.1)$$

$$As_{min} = \frac{\sqrt{24}}{4(420)}(500)(462) \geq \frac{1.4}{420}(500)(462))$$

$As_{min} = 673.6 < 770$ …….the larger is control

$As_{min} = 770 mm^2$

$2075.4\ mm^2 > As_{min} = 770 mm^2$

Use Φ 20 >> # of bar = $\frac{2075.4}{314.2}$ = 6.61 bas

select (7) bars Φ 20

- **Check for strain**

Tension = compression

As * fy = 0.85 * f_c * b * a

$$7*314.2*420 = 0.85*500*24*a$$

$$a = 90.6mm$$

$$c = \frac{a}{1} = \frac{90.6}{0.85} = 106.55mm$$

$$£_s = \frac{462-106.55}{106.55} X0.003$$

$£_s = 0.01 > 0.005$ OK

Design of positive moment

Mu= 140.3

$$Mn = \frac{Mu}{\Phi} = \frac{140.3}{0.9} = 155.9 \text{ KN .m}$$

$$m = \frac{fy}{0.85 * fc'} = \frac{420}{0.85*24} = 20.6$$

$$Rn = \frac{Mn}{b*d^2} = \frac{(155.9)*10^{-3}}{0.5*(0.462)^2} = 1.46 \text{ Mpa}$$

$$\rho = \frac{1}{m}\left(1 - \sqrt{1-\frac{2mKn}{fy}}\right)$$

$$\rho = \frac{1}{20.6}\left(1 - \sqrt{1-\frac{2(20.6)(1.46)}{420}}\right) = 0.00361$$

As= ρ.b.d

$=0.00361*500*462=834.5 \text{ mm}^2$

$$As_{\min} = \frac{\sqrt{fc'}}{4(fy)}(bw)(d) \geq \frac{1.4}{fy}(bw)(d) \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (ACI-10.5.1)$$

$$As_{\min} = \frac{\sqrt{24}}{4(420)}(500)(462) \geq \frac{1.4}{420}(500)(462))$$

$As_{\min} = 673.6 < 770$ …….the larger is control

$As_{\min} = 770mm^2$

$834.5\,mm^2 > As_{\min} = 770mm^2$

Use Φ 18 >> # of bar = $\frac{834.5}{254.07}$ = 3.3 bars

select (4) bars Φ 18

- **Check for strain**

Tension = compression

As * fy = 0.85 * f_c * b * a

$$4*254.07*420 = 0.85*500*24*a$$

$$a = 41.85mm$$

$$c = \frac{a}{1} = \frac{41.85}{0.85} = 49.23mm$$

$$£_s = \frac{462-49.23}{49.23}\text{X}0.003$$

$£_s = 0.025 > 0.005$ OK

4.9.1.2 Design of negative moment

Mu **= 387 KN .m**

Φ Mn = Mu

$$Mn = \frac{387}{0.9} = 430 \text{ KN.m}$$

$$m = \frac{fy}{0.85 * fc'} = \frac{420}{0.85 * 24} = 20.6$$

$$Rn = \frac{Mn}{b * d^2} = \frac{(430) * 10^{-3}}{0.5 * (0.462)^2} = 4.03 \text{ Mpa}$$

$$\rho = \frac{1}{m}\left(1 - \sqrt{1 - \frac{2mKn}{fy}}\right)$$

$$\rho = \frac{1}{20.6}\left(1 - \sqrt{1 - \frac{2(4.03)(20.6)}{420}}\right) = 0.0108$$

$$As = 0.0108(500)\,(462) = 2493.2\, mm^2$$

$$As_{\min} = \frac{\sqrt{fc'}}{4(fy)}(bw)(d) \geq \frac{1.4}{fy}(bw)(d) \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (ACI - 10.5.1)$$

$$As_{\min} = 770 \geq 637.6$$

$$As_{\min} = 770 mm^2$$

$$2493.2\, mm^2 > As_{\min} = 770 mm^2$$

Use Φ 20 >> # of bar = $\frac{2493.2}{314.2} = 7.94$

select (8) bars Φ 20

• **Chick for strain**

Tension = compression

As * fy = 0.85 * b * a

$$8*314.2*420 = 0.85*500*24*a$$

$$a = 103.5mm$$

$$c = \frac{a}{_1} = \frac{103.5}{0.85} = 121.8mm$$

$$£_s = \frac{462-121.8}{121.8} X 0.003$$

$$£_s = 0.0084 > 0.005$$

OK

Design negative moment :

Mu **= 239 KN .m**

Φ Mn > Mu

$$Mn = \frac{239}{0.9} = 265.6 \text{ KN.m}$$

$$m = \frac{fy}{0.85*fc'} = \frac{420}{0.85*24} = 20.6$$

$$Rn = \frac{Mn}{b*d^2} = \frac{(265.6)*10^{-3}}{0.5*(0.462)^2} = 2.49 \text{ Mpa}$$

$$\rho = \frac{1}{m}(1 - \sqrt{1-\frac{2mKn}{fy}})$$

$$\rho = \frac{1}{20.6}(1 - \sqrt{1-\frac{2(2.62)(20.6)}{420}}) = 0.00634$$

As = (0.0067)(500) (462) = 1464.15 mm^2

$$As_{\min} = \frac{\sqrt{fc'}}{4(fy)}(bw)(d) \geq \frac{1.4}{fy}(bw)(d).....(ACI-10.5.1)$$

$$As_{\min} = 770 \geq 673.6$$

$$As_{\min} = 770mm^2$$

$1464.15\,mm^2 > As_{\min} = 770mm^2$

Use Φ 20 >> # of bar = $\frac{1464.15}{314.2}$ = 4.66 bars

select (5) bars Φ 20 A_s=1579

•Chick for strain

Tension = compression

As * fy = 0.85 * b * a

$$5*314.2*420 = 0.85*500*24*a$$
$$a = 64.7mm$$
$$c = \frac{a}{1} = \frac{64.7}{0.85} = 76.1mm$$
$$£_s = \frac{462-76.1}{76.1}X0.003$$
$$£_s = 0.015 > 0.005$$

Ok

4.9.2 Design of shear:-

Vu = 341.8 KN

$$Vc = \frac{\sqrt{fc'}}{6} bw * d$$

$$Vc = \frac{\sqrt{24}}{6} 0.5* 0.462*1000$$

Vc = 188.6 KN

Φ Vc= 0.75*188.6= 141.5 KN

Vs= (Vu/ Φ) – Vc

Vs = (341.8/0.75) – 188.6 = 267.13KN

$$Vs,max= (2/3) * \frac{\sqrt{fc'}}{6} bw * d = 754.44 \text{ KN} .$$

Vs = 267.13 < Vs,max = 754.44 → the section is enough .

Check for items:-

1/ Vu ≤ Φ Vc/2 (X)

2/ Φ Vc/2 ≤ Vu ≤ Φ Vc (X)

3/ Φ Vc ≤ Vu ≤ Φ Vc + Φ Vsmin (X)

$$\Phi Vsmin \geq 0.75 (\frac{1}{3}) * bw * d = 0.75*(\frac{1}{3})*0.5 *0.462 *1000= \textbf{57.75 KN.} \quad \textbf{(control)}$$

$$\geq 0.75 \frac{\sqrt{fc'}}{16} * bw * d = 0.75 * \frac{\sqrt{24}}{16} * 0.5 * 0.462 * 1000 = 53.05 \text{ KN}.$$

ΦV_{smin} = 57.75 KN.

$$\Phi Vc + \Phi Vsmin \le Vu \le \Phi Vc + \Phi \frac{\sqrt{fc'}}{3} * bw * d$$

$$141.5 + 57.75 \le 341.8 \le 141.5 + 282.92 \quad (\surd)$$

So item (4) satisfy

Take Av = 4 Φ 10 = 4* 78.54

Av/ s = Vs/fy * d

4*78.54/ s = 267.13 /462*420 → s = 228.2mm

S ≤ d/2 =231 mm

≤ 600 mm.

Select S= 20 cm

Use Φ 10 (4legs) @ 20 cm c/c

4.10 Design of Long Column (C20) :-

4.10.1 Design of Longitudinal Reinforcement :-

Select column (C20) for design

Pu = 3150KN

Pn = 3150/(0.65) = 4846.2 KN

$\rho g = 1.5\%$

$Pn = 0.8 * Ag\{0.85 * fc' + \rho g(fy - 0.85 fc')\}$

$4846.2 * 10^{-3} = 0.8 * Ag[0.85 * 24 + 0.015 * (420 - 0.85 * 24)]$

$Ag = 0.22 m^2$

X = $\sqrt{0.22}$ = 0.46 m

Use 50*50cm with Ag = 2500cm² > Ag_{req} = 2200 cm²

4.10.2 Check Slenderness Effect :-

$$\frac{klu}{r} < 34 - 12\frac{M1}{M2} \quad .....ACI-(10.12.2)$$

Lu: Actual unsupported (unbraced) length.

K: effective length factor (K= 1 for braced frame).

R: radius of gyration = 0.3 h = $\sqrt{\frac{I}{A}}$

Lu = 3.7 m

M1&M2 =1

K=1 , According to ACI 318-2002 (**10.10.6.3)** The effective length factor, ***k***, shall be permitted to be taken as 1.0.

$$\left(\frac{Klu}{r}\right) \le (34 - 12\left(\frac{M1}{M2}\right) \le 40..... \quad \text{ACI 10-12-2}$$

$$\frac{1*3.7}{0.3*0.5} = 24.67 > 22$$

$\therefore$ *long Coloumn*

$$EI = 0.4\frac{E_c I_g}{1+\beta_d} \quad .....[ACI318-2002\ (Eq.\ 10-15)]$$

$$E_c = 4750\sqrt{fc'} = 4750*\sqrt{24} = 23270.15Mpa$$

$$\beta_d = \frac{1.2DL}{Pu} = \frac{1392}{3150} = 0.44$$

$$I_g = \frac{b*h^3}{12} = \frac{0.5*0.5^3}{12} = 5.21*10^{-3}m^4$$

$$EI = \frac{0.4*23270.15*5.21*10^{-3}}{1+0.44} = 33.68MN.m^2$$

$$P_{cr} = \frac{®^2 EI}{(KLu)^2} \quad .....ACI318-2002(Eq.\ 10-13)$$

$$P_c = \frac{3.14^2*33.68}{(1.0*3.7)^2} = 24.28MN.$$

$$Cm = 0.6 + 0.4\left(\frac{M1}{M2}\right) \quad .....ACI\,318-2002(Eq.10-16)$$

$$Cm = 1 \quad .....According\ \ to\ \ ACI\,318-2002(10.10.6.4)$$

$$¢_{ns} = \frac{Cm}{1-(Pu/0.75P_c)} \geq 1.0 \quad .....ACI\,318-2002(Eq.\ 10-12)$$

$$¢_{ns} = \frac{1}{1-(3150/0.75*24.28*10^3)} = 1.21 > 1$$

$$e_{\min} = 15 + 0.03 * h = 15 + 0.03 * 500 = 30\,mm = 0.03\,m$$

$$e = e_{\min} \times ¢_{ns} = 0.03 * 1.21 = 0.0363\,m$$

$$\frac{e}{h} = \frac{0.0363}{0.5} = 0.073$$

From Interaction Diagram

$$\frac{¤P_n}{A_g} = \frac{3150}{0.5*0.5} * \frac{145}{1000} = 1827\ \ Psi$$

$$°_g = 0.01104$$

$A_s = \rho * Ag = 0.01104*50*50 = 27.60\ cm^2$

Use Φ 16 >> #of bar = 27.6/2.01 = 13.73 bars

Use 14 Φ 16 with As = 28.15 cm² >As $_{req}$ = 27.60 cm²

- **Check for spacing between the bar**

$$S = \frac{500-2*40-2*10-5*16}{4} = 80mm$$

$$S = 380\ \ mm \quad \geq 40\,mm$$

$$\geq 1.5db = 24\,mm$$

4.10.3 Design of the Tie Reinforcement :-

$S \leq 16$ db (longitudonal bar diameter).....ACI - 7.10.5.2

$S \leq 48$ dt (tie bar diameter).

$S \leq$ Least dimension.

$Spacing \le 16 \times d_b (Longitudinal.bar.diameter) = 16 \times 1.6 = 25.6cm.$

$Spacing \le 48 \times d_t (tie.bar.diameter) = 48 \times 1.0 = 48cm.$

$Spacing \le Least.\dim ension = 50cm$

$\therefore$ *Use* 1¤10@25*cm*

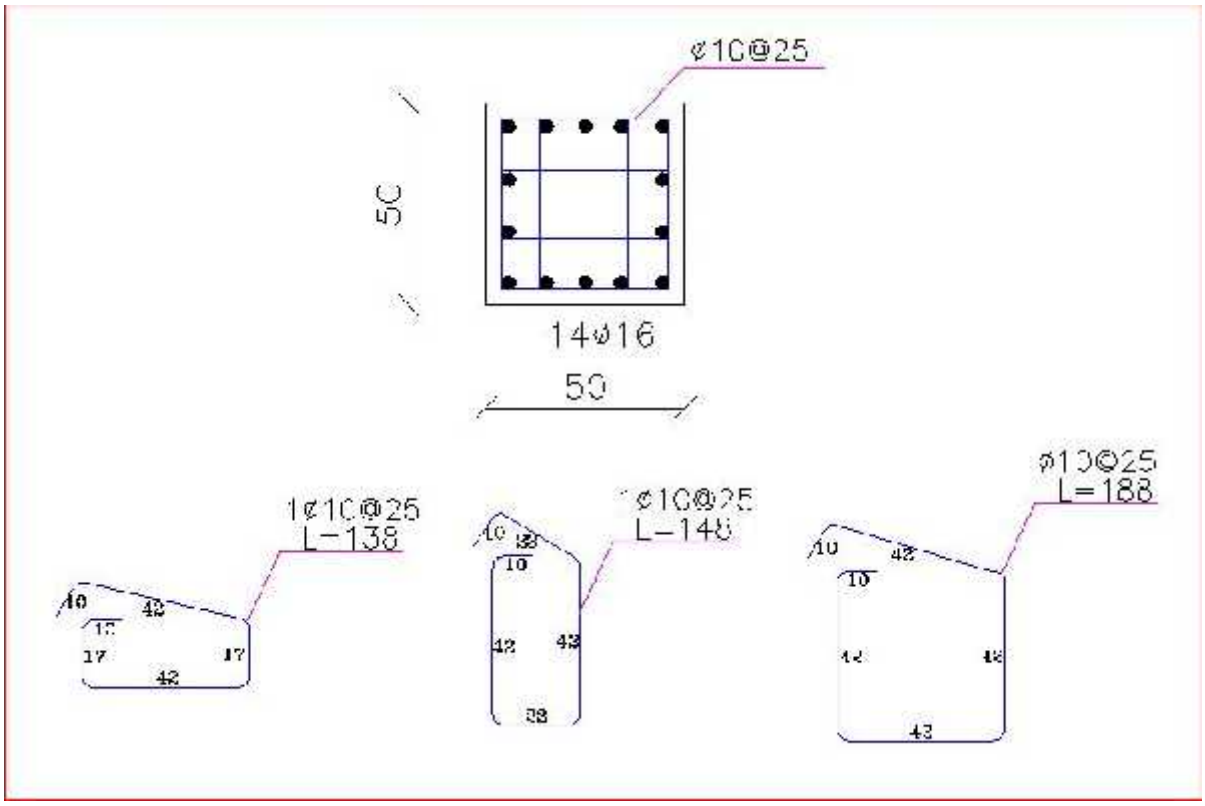


Figure (4-14) : Long Column Detail

4.11 Design of Isolated Footing (F5) :-

4.11.1 Load Calculation :-

Total factored load = 2700 KN.

Total services load = 1995KN.

Column Dimensions = 50*50 cm.

Soil density = 18 Kg/cm3.

Allowable soil Pressure = 400 KN/m2.

Assume footing to be about (60 cm) thick.

Service surcharge =5 KN/m2.

q_{allow} =400 - 5 - 0.4*18 - 0.60*25 = 384.8 kN/m^2

4.11.2 Determination of Footing Area :-

$$A = \frac{1995}{384.8} = 5.18\ m^2$$

➔ **L= 2.28 m**

Try 2.30 * 2.30 m with area = 5.29m^2 > A_{req} = 5.18m^2

Determinate q_u = 2700/5.29 = 510.4 KN/m^2

4.11.3 Determine the depth of footing based on shear strength:-

Assume h = 60 cm ….. d = 600-75-20 = 505 mm

- **Check for one way shear strength**

$$Critical\ \ Section\ \ at\ \ \frac{a}{2}+d$$

$$\frac{a}{2}+d=\frac{0.5}{2}+0.505=0.755m$$

$$Vu=510.4*(\frac{2.30}{2}-0.755)*2.30=469.75KN$$

$$¤.Vc=¤.(\frac{1}{6}*\sqrt{fc'}*b_w*d)$$

$$¤.Vc=0.75*\frac{1}{6}*\sqrt{24}*2300*0.505=711.3KN$$

$$¤.Vc=711.3KN>Vu=469.75KN$$

$$\therefore\ \ Safe$$

- **Check for two way shear action (punching)**

The punching shear strength is the smallest value of the following equations:

$$¤.V_c = ¤.\frac{1}{6}\left(1+\frac{2}{{}_c}\right)\sqrt{f_c'}\,b_o d$$

$$¤.V_c = ¤.\frac{1}{12}\left(\frac{\sim_s}{b_o/d}+2\right)\sqrt{f_c'}\,b_o d$$

$$¤.V_c = ¤.\frac{1}{3}\sqrt{f_c'}\,b_o d$$

Where:

$${}_C = \frac{Column\ \ Length\ \ (a)}{Column\ \ Width\ \ (b)} = \frac{50}{50} = 1.0$$

b_o = Perimeter of critical section taken at (d/2) from the loaded area

$$b_o = 4(d+a) = 4(50+50.5) = 402cm$$

$\sim_s$ = 40 for interior column

$$¤.V_C = ¤.\frac{1}{6}\left(1+\frac{2}{{}_c}\right)\sqrt{f_c'}\,b_o d = \frac{0.75}{6}*\left(1+\frac{2}{1.0}\right)*\sqrt{24}*4020*0.505 = 3729.5KN$$

$$¤.V_C = ¤.\frac{1}{12}\left(\frac{\sim_s}{b_o/d}+2\right)\sqrt{f_c'}\,b_o d = \frac{0.75}{12}*\left(\frac{40*0.505}{4.02}+2\right)*\sqrt{24}*4020*0.505 = 4366.6KN$$

$$¤.V_C = ¤.\frac{1}{3}\sqrt{f_c'}\,b_o d = \frac{0.75}{3}*\sqrt{24}*4020*0.505 = 2486.4KN$$

¤.$V_C = 2486.4KN$ ..... *Control*

$Vu_C = Pu - FR_b$

$FR_b = \pm_{bu} * area\ of\ critical\ section$

$Vu_C = 2700 - [510.4 * (0.5 + 0.505) * (0.5 + 0.505)] = 2184.5KN$

¤.$Vc = 2486.4KN > Vu_C = 2184.5KN$..... *satisfied*

4.11.4 Design for Bending Moment:-

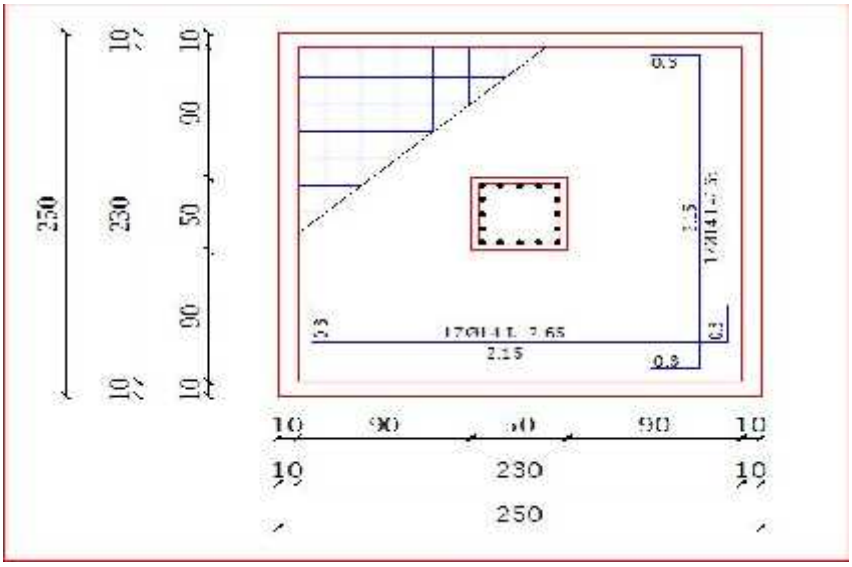


Figure (4-15): Isolated Footing

$$Mu = 510.4 * 2.30 * \frac{0.09^2}{2} = 475.44KN.m$$

Mu =475.44 KN.m for both side

Using Reinforced Concrete.

$$Mn = \frac{475.44}{0.9} = 528.3KN.m$$

$$Kn = \frac{Mn}{bd^2} = \frac{528.3 \times 10^{-3}}{2.3 \times 0.505^2} = 0.9Mpa$$

$$m = \frac{fy}{0.85 * fc'} = \frac{420}{0.85 * 24} = 20.60$$

$$\rho = \frac{1}{m}\left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times m \times Rn}{f_y}}\right)$$

$$\rho = \frac{1}{20.60}\left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 20.60 \times 0.90}{420}}\right) = 2.2 * 10^{-3}$$

$As_{Req.} = \rho * b * d = 2.2 * 10^{-3} * 2300 * 505 = 2546.4 \ mm^2$

$As_{Shrinkage} = 0.0018 * b * h = 0.0018 * 2300 * 600 = 2484 cm^2$

$As_{Req.} = 2546.6 > As_{Shrinkage} = 2484 mm^2$

$Select \ 17¤14 .... As_{Provided} = 2616.95 mm^2 > 2546.6 mm^2 .....ok$

$Select \ 17¤14 .... As_{Provided} = 2616.95 mm^2 > 2546.6 mm^2 .....oK$

Check of strain:

As * fy = 0.85 * f_c * b * a

$2616.95 * 420 = 0.85 * 24 * 2300 * a$

$a = 23.43 mm$

$x = \frac{a}{1} = \frac{23.43}{0.85} = 27.56 mm$

$£_s = \frac{505 - 27.56}{27.56} X0.003$

$£_s = 0.058 > 0.005$

$\Rightarrow$ OK

4.11.5 Development Length of main Reinforcement for Mu1 :-

$$ld_{req} = \frac{9}{10} * \frac{F_y}{\lambda\sqrt{f_c}} * \frac{\psi_e \psi_s \psi_t}{\frac{ktr + cb}{db}} * db$$

$Ktr = 0 \ (No stripes)$ $cb = 75 + 14 = 89 cm$

$$\frac{ktr+cb}{db}=\frac{0+89}{14}=6.36>2.5$$

$$\frac{ktr+cb}{db}=2.5$$

$$ld_{req}=\frac{9}{10}*\frac{420}{1*\sqrt{24}}*\frac{1*1*0.8}{2.5}*14=345.7mm$$

Ld $_{available}$ = 900-75= 825mm

Ld $_{available}$= 825 mm > $ld_{req}=345.7mm$

- not required hook

4.11.6 Design of dowels :-

P_u = 3150KN

$$¤.Pn=¤.(0.85\,fc'Ag)$$
$$¤.Pn=0.65*[0.85*24*(500*500)]/1000=3315KN$$
$$But\ \ Pu=3150<¤.Pn=3315KN$$

Dowels are not required for load transfer.

But use the minimum reinforcement of dowels:

$$As_{\min}=0.005*Ag=0.005*50*50=12.5cm^2$$

Use the column bars as a dowels

Select 14Φ16

$$As_{Provided}=28.14cm^2>As_{Req.}=12.5cm^2$$

$$Ld_{(1)req}=\frac{0.24\,fy}{\sqrt{fc}}db=\frac{0.24*420}{\sqrt{24}}1.4=28.81\text{cm}.$$

$Ld_{(2)req}$ = 0.043 ×fy ×db = 0.043 ×420 ×1.4 = 25.3cm

$Ld_{(2)req}$ = 25.3cm < $Ld_{(1)req}$=28.81cm ➔ control

Ls = 0.071×fy ×db = 0.071×420 ×1.4 = 41.75 cm >28.81cm

Ls = 41.75cm

Available Ld = 60 – 7.5 – 2 *1.4 = 49.7 cm.

Available Ld = 49.7 cm > Ls = 41.7cm

Using hook ≥16*¤

Required length of hook ≥16*¤ ≥16*1.6 = 25.6cm

Use Hooks= 30cm > 25.6cm

4.11.7 Isolated Footing Detail :-

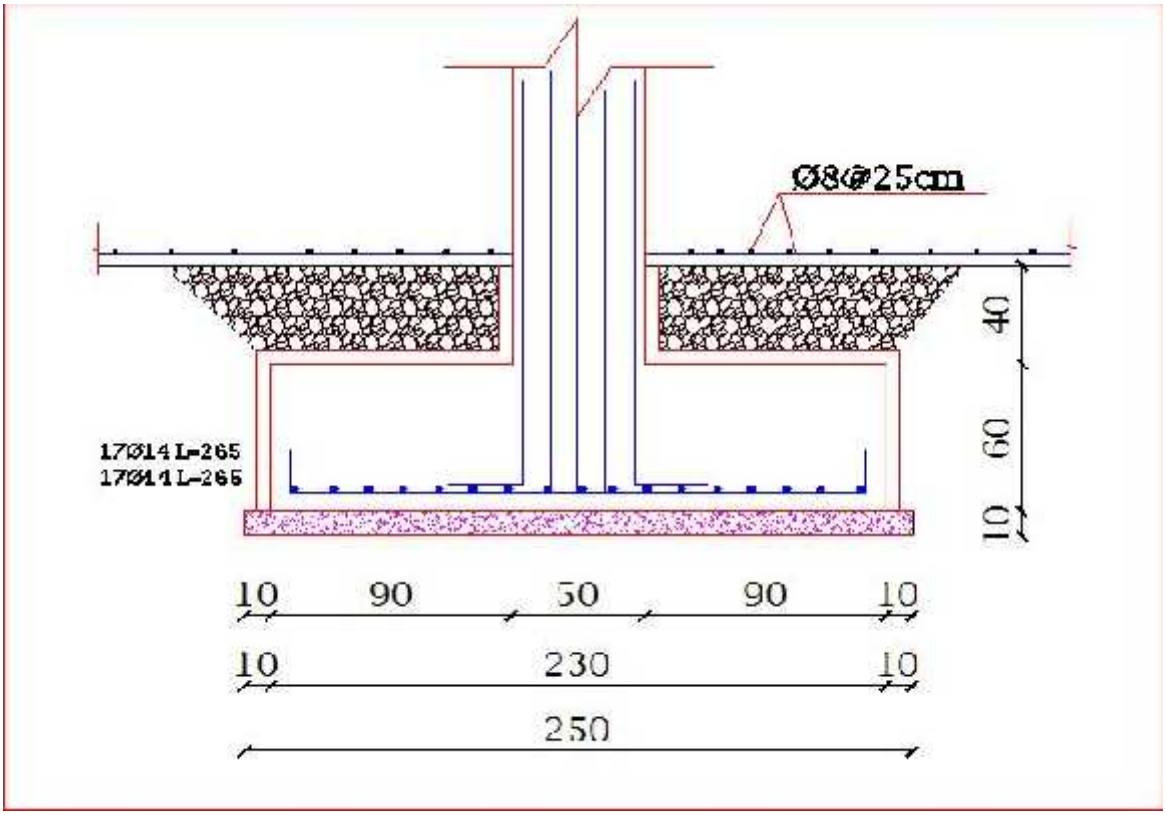


Figure (4-16): Isolated Footing Detail

4.12 Design of Mat Foundation For Well:-

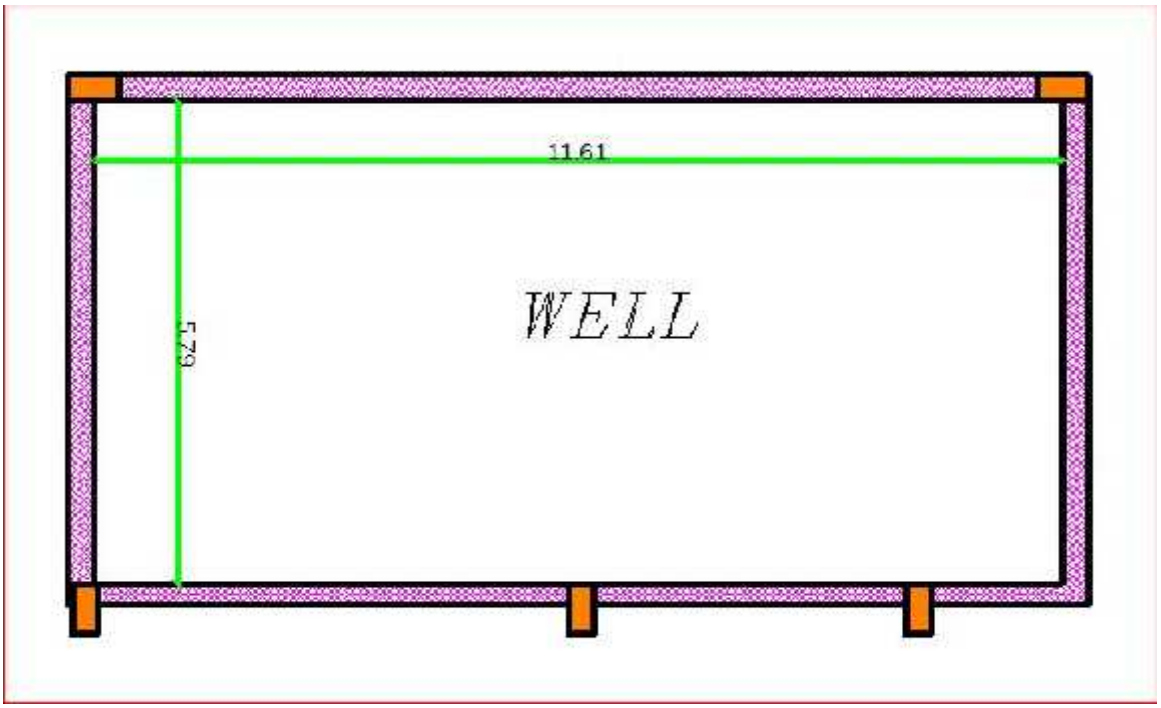


Fig.(4.17) Mat foundation

4.12.1 Design of shear :-

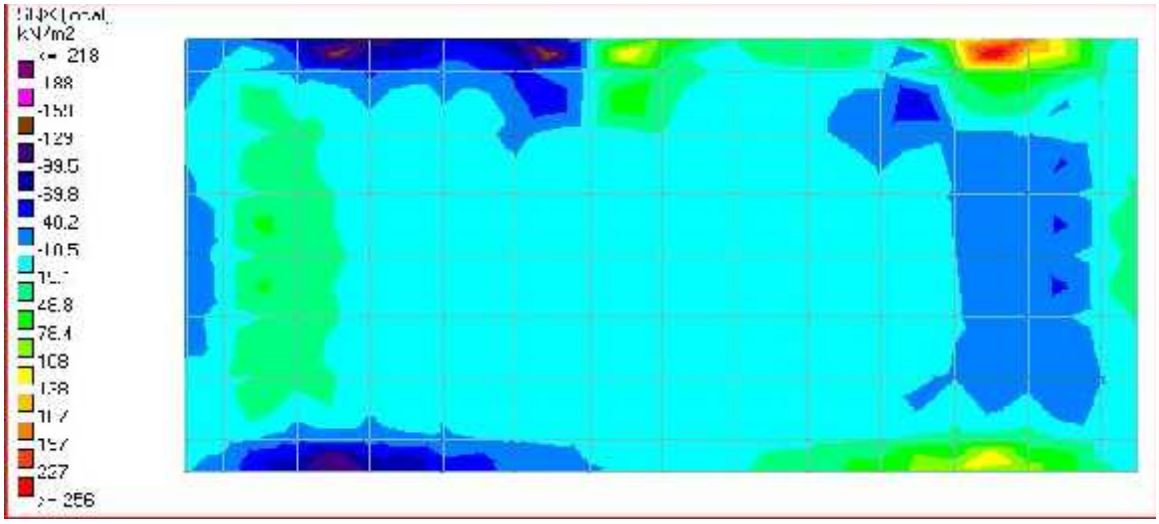


Fig.(4.18) shear in X-direction

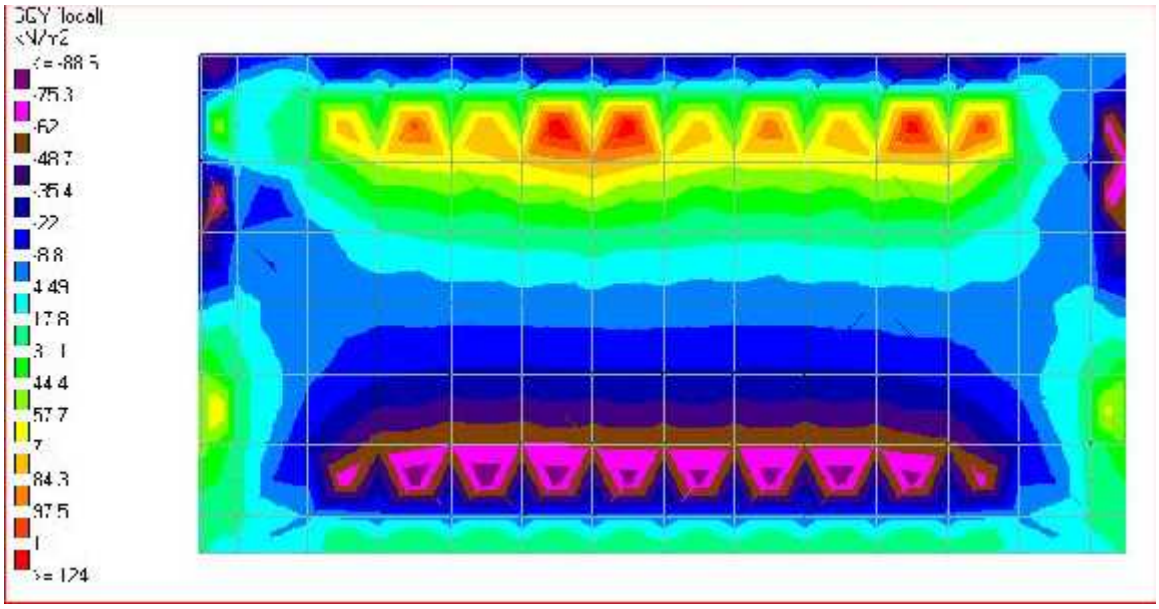


Fig.(4.19) shear in Y-direction

$$d = 50 - 7.5 - 1.4 = 41.1cm$$

$$\text{¤}.Vc = 0.75 * \frac{1}{6} * \sqrt{fc'} * bw * d$$

$$\text{¤}.Vc = 0.75 * \frac{1}{6} * \sqrt{24} * 1000 * 411 * 10^{-3} = 251.7KN$$

$$Pu_{max} = 256\ KN/m^2 = 235 * 1 * 0.5 = 128\ KN$$

$$\text{¤}.Vc = 251.7KN > Pu = 128\ KN \text{ ..... } .OK$$

4.12.2 Design of bending moment :-

By using the StaadPro.2007 software to analyze the foundation, the moment result is as in the following chart:-

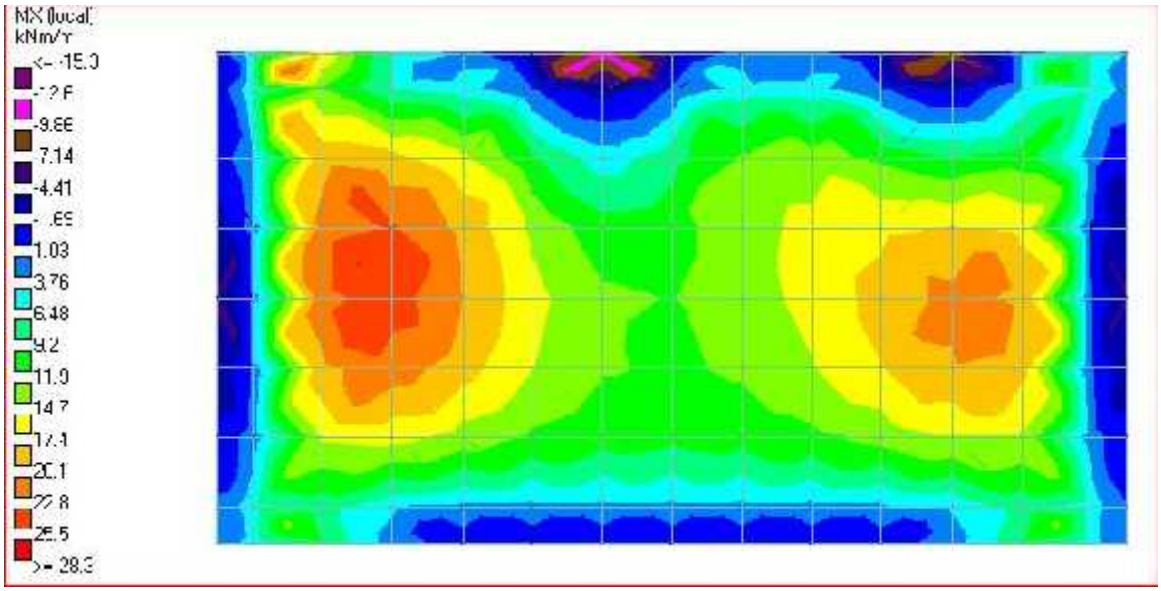


Fig.(4.20) Moment in X-direction

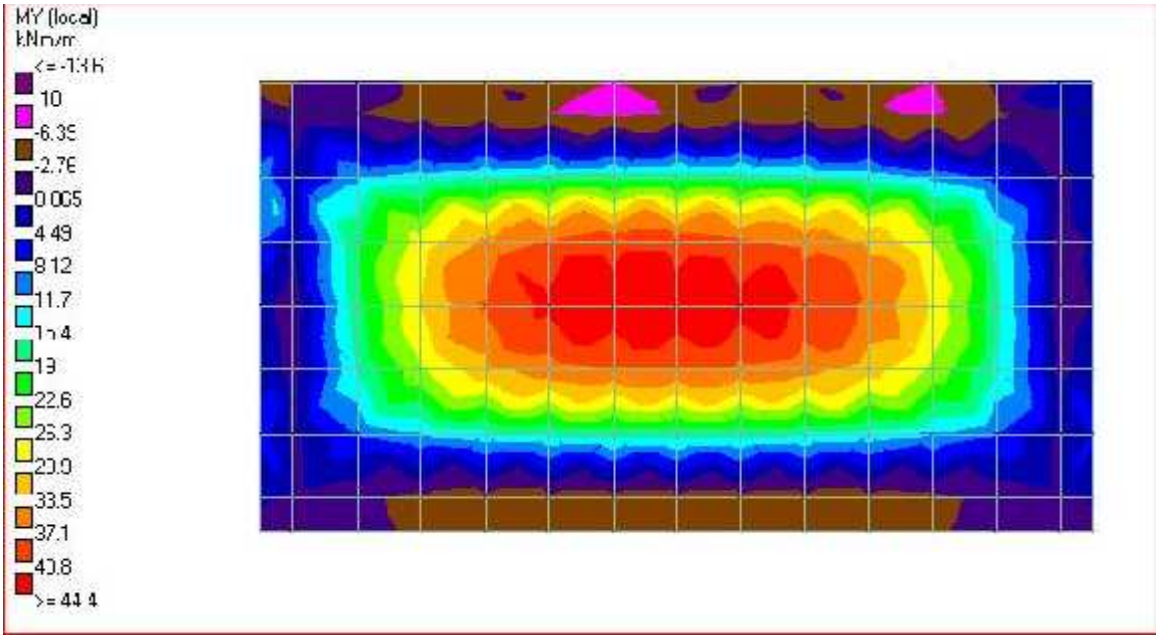


Fig.(4.21) Moment in Y-direction

Design In Y-directions:-

h = 50 cm

$d = 50 - 7.5 - 1.4 = 41.1cm$.

Fy = 420 Mpa.

Fc' = 24 Mpa

Design of Positive Moment

$+ ve \quad Mu_{y} = 44.4KN.m$

$$Mn = \frac{Mu}{¤} = \frac{44.4}{0.9} = 49.33KN.m$$

$$Rn = \frac{Mn}{b.d^{2}} = \frac{49.33 * 10^{6}}{1000 * 411^{2}} = 0.29Mpa$$

$$m = \frac{fy}{0.85\ fc'} = 20.6$$

$$° = \frac{1}{m}\left(1 - \sqrt{1 - \frac{2.m.Kn}{fy}}\right) = \frac{1}{20.6}\left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 * 20.6 * 0.29}{420}}\right) = 7.004 * 10^{-4}$$

$$As_{req} = ° * b * d = 7.004 * 10^{-4} * 100 * 41.1 = 2.88 \quad cm^{2}$$

$$Shrinkage \quad \& \quad temperatur \quad e \quad = 0.0018 * b * h = 0.0018 * 100 * 50 = 9cm^{2}$$

$$As_{\min} = 9cm^{2} ..... Control$$

$$Select\ ¤14\ @\ 15cm \Rightarrow As = \frac{100}{15} * \left(\frac{® * 1.4^{2}}{4}\right) = 10.26cm^{2} > As_{\min} = 9cm^{2}$$

Design of Negative moment

$$Select¤14@15cm \Rightarrow As = \frac{100}{15} * \left(\frac{® * 1.4^{2}}{4}\right) = 10.26cm^{2} > As_{\min} = 9cm^{2}$$

Design In X-directions:-

Design of negative moment

$$Select¤14@15cm \Rightarrow As = \frac{100}{15} * \left(\frac{® * 1.4^{2}}{4}\right) = 10.26cm^{2} > As_{\min} = 9cm^{2}$$

Design of positive moment

$$Select¤14@15cm \Rightarrow As = \frac{100}{15} * \left(\frac{® * 1.4^{2}}{4}\right) = 10.26cm^{2} > As_{\min} = 9cm^{2}$$

4.13 Design of Basement Wall :-

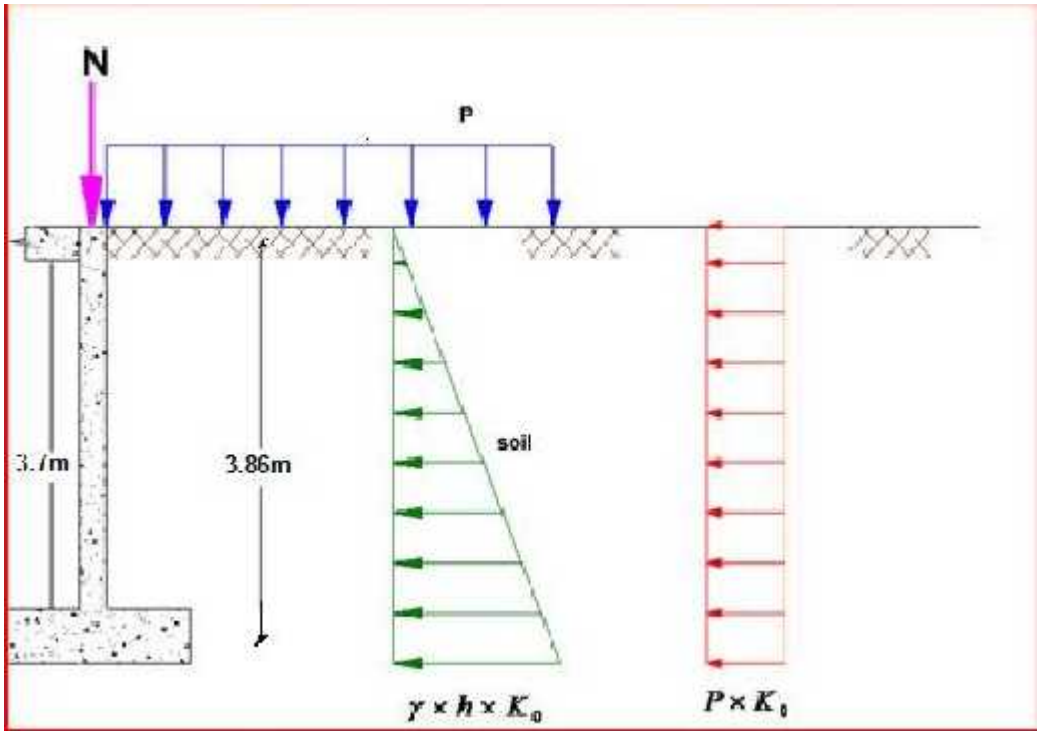


Figure (4-22) : Load on Basement Wall

⇒ **Loading :-**

- **Self weight of earth :**

$q_1 = ¥ \times h \times K_0$

Assume that :

$¥_{soil} = 18\ Kn/m^3$

$¯ = 30^{-}$

$K = 0.5$

$q_1 = 18 \times 3.86 \times 0.5 = 34.74\ \text{KN/m}^2$

- **Load from surcharge load:**

$q_2 = P \times K_0$

$q_2 = 5 \times 0.5 = 2.5\ \text{KN/m}^2$

- **Normal Load :**

Is very small , it will be neglected (safe side) .

W_{min}= 2.5*1= 2.5 kN/m

W_{max}= 2.5*1 + 34.74*1= 37.24 kN/m

$W_{min(factored)}$ =1.6*2.5= 4 kN/m

$W_{max(factored)}$ = 1.6*37.24= 59.584 kN/$_m$

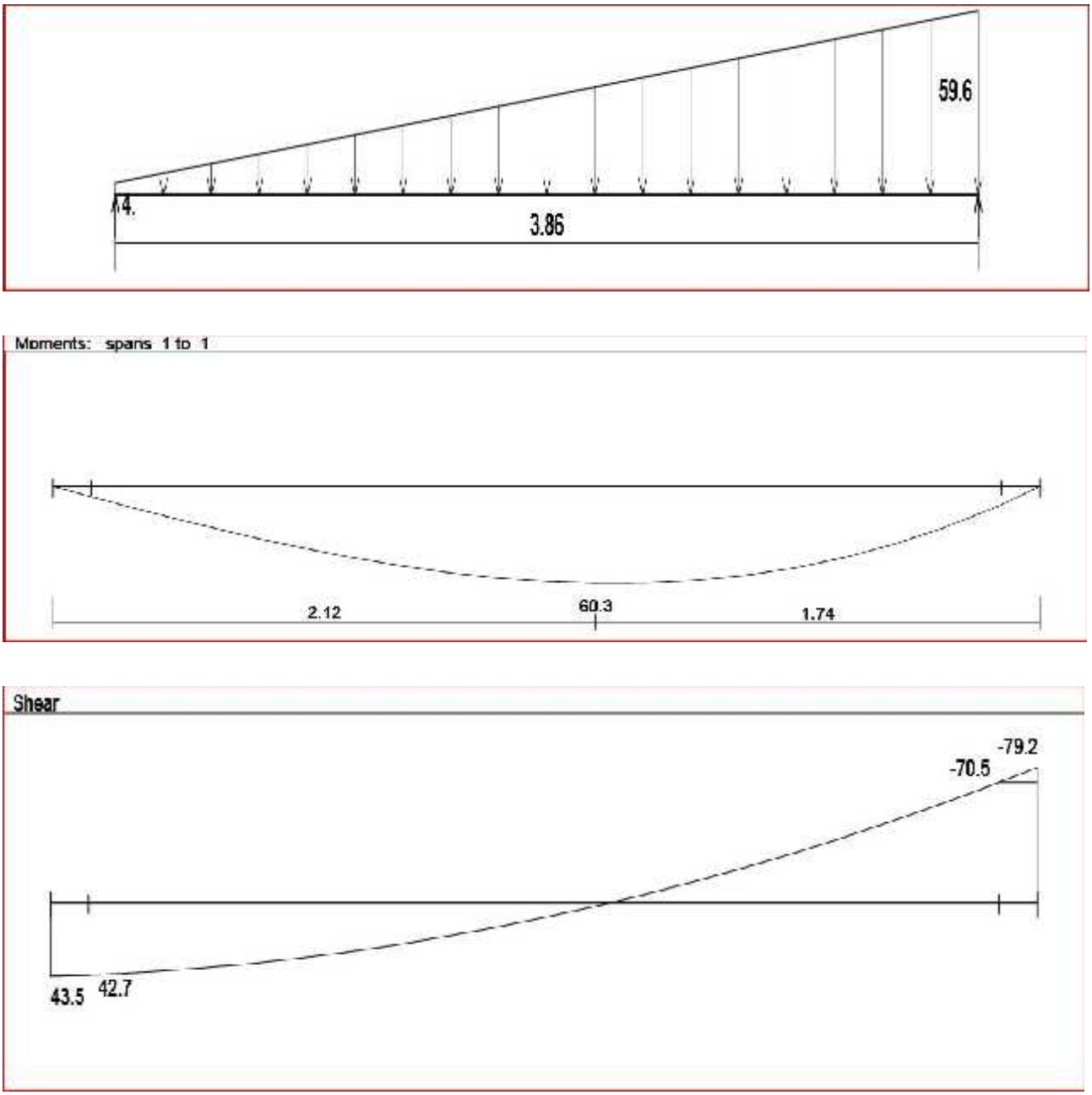


Figure (4-23) : Loads & Shear/Moment envelope for basement wall

⇒ **Design :-**

Thickness Calculation :

Assume ρ =0.01

Mu =60.3 kN.m

Mn =60.3 /0.9 =67 kN.m

$$m = \frac{Fy}{0.85\,fc'} = \frac{420}{0.85\times 24} = 20.6$$

$$K_n = \circ \times fy \times (1 - 0.5m\circ) = 0.01\times 420\times(1-0.5\times 20.6\times 0.01) = 3.78Mpa$$

$$K_n = \frac{Mn}{bd^2} \Rightarrow d = \sqrt{\frac{67\times 10^6}{1000\times 3.78}} = 133.13\ mm$$

$$h = 133.13 + 20 + 7 = 160.13\ mm$$

$$select \quad h = 250\,mm$$

Design of the Vertical reinforcement:-

$$d = 250 - 20 - 14/2 = 223\,mm$$

$$Kn = \frac{Mn}{b*d^2} = \frac{67\times 10^6}{1000\times 223^2} = 1.35Mpa$$

$$\circ = \frac{1}{m}\left(1 - \sqrt{1 - \frac{2mKn}{fy}}\right)$$

$$\circ = \frac{1}{20.6}\left(1 - \sqrt{1 - \frac{2\times 20.6\times 1.35}{420}}\right) = 3.32\times 10^{-3}$$

$$As_{req} = 3.332\times 10^{-3}\times 1000\times 223 = 740.7\,mm^2/m$$

$$As_{\min} = 0.0012*1000*250 = 300mm^2/m$$

$$As_{\min} = 300mm^2/m < As_{req} = 740.7mm^2/m$$

$$\#of\ bar\ in\ on\ meter = \frac{740.7}{154} = 4.8$$

Select Φ14@20cm c/c

Design of the Horizontal reinforcement:-

Select the greater of:

$As_{horezantal} = 0.002 * 1000 * 250 = 500 mm^2 / m$

$\#\, of\ bar\ in\ on\ meter = \frac{500}{50.24} = 9.95$

Select Φ8@20cm c/c , In tow layer

Check for Shear :-

$Vu =$ 70.5

$\text{¤} \times Vc \geq Vu$

$\text{¤} \times Vc = \frac{0.75}{6}\sqrt{fc'} \times b \times d = \frac{0.75}{6}\sqrt{24} \times 1000 \times 223$

$\text{¤}.Vc = 136.56 >> Vu = 70.5kN$

$\therefore$ *No Shear* Re*iforcement* Re*quired*

4.14 Design of Stair(4) :-

4.14.1 Determination of Slab Thickness:-

L = 0.89+3.3 +1.025 = 5.22 m.

h_{req} = L/ 20

h_{req} = 522 / 20 = 26.1 cm

h_{req} = 522 / 28 = 18.6 cm

$\Rightarrow$ **Use h = 25cm**.

θ = $\tan^{-1}(1.65 / 3) = 28.8^{o}$

Cos θ = 0.88

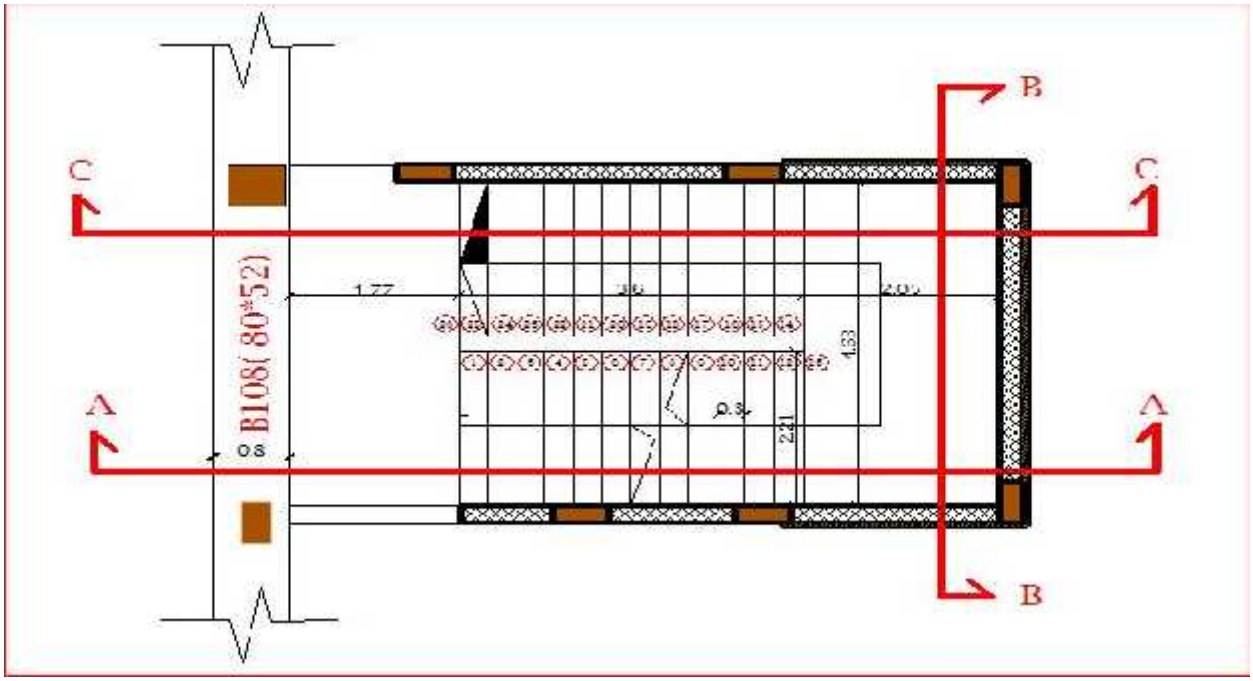


Figure (4-24) : Stairs plan

4.14.2 Load Calculations at section (A-A):-

4.14.2.1 Load on Stringer:-

Dead Load:

Tiles = 0.03*23*((0.35+0.165)/0.30) = **1.185 KN/m**.

mortar = 0.02*22 *((0.165+0.35)/0.3) = **0.755 KN/ m**.

Plaster = (0.03*22)/ (Cos 28.8) = **0.753 KN/ m**.

Steps = ((0.165*0.3)/2) * 25/0.3 = **2.063 KN / m**.

Slab = 0.25 *25/ Cos 28.8 = **7.132 KN/ m**.

Total dead load = **11.9 KN/ m**.

Live load:

Live load for stairs =5 KN/ m^2.

Factored load

qu =1.2*11.9 + 1.6*5 = 22.28 KN/ m^2.

For one meter Strip, qu = 22.28 KN/ m .

4.14.2.2 Load on landing :-

Dead Load:

Tiles = 0.03*23 = 0.69 kN/m^2

Mortar =0.02*22 = 0.44 kN/m^2

Slab = 0.25*25 = 6.25 KN/m².

Plaster = 0.03*22 = 0.66 KN/m².

Total dead load = 8.04 KN/m².

Live load:

Live load for stairs = 5 KN/ m^2.

Factored load

qu =1.2*8.04+ 1.6 *5 = 17.64KN/ m^2.

For one meter Strip, *qu* = 17.65 KN/ m .

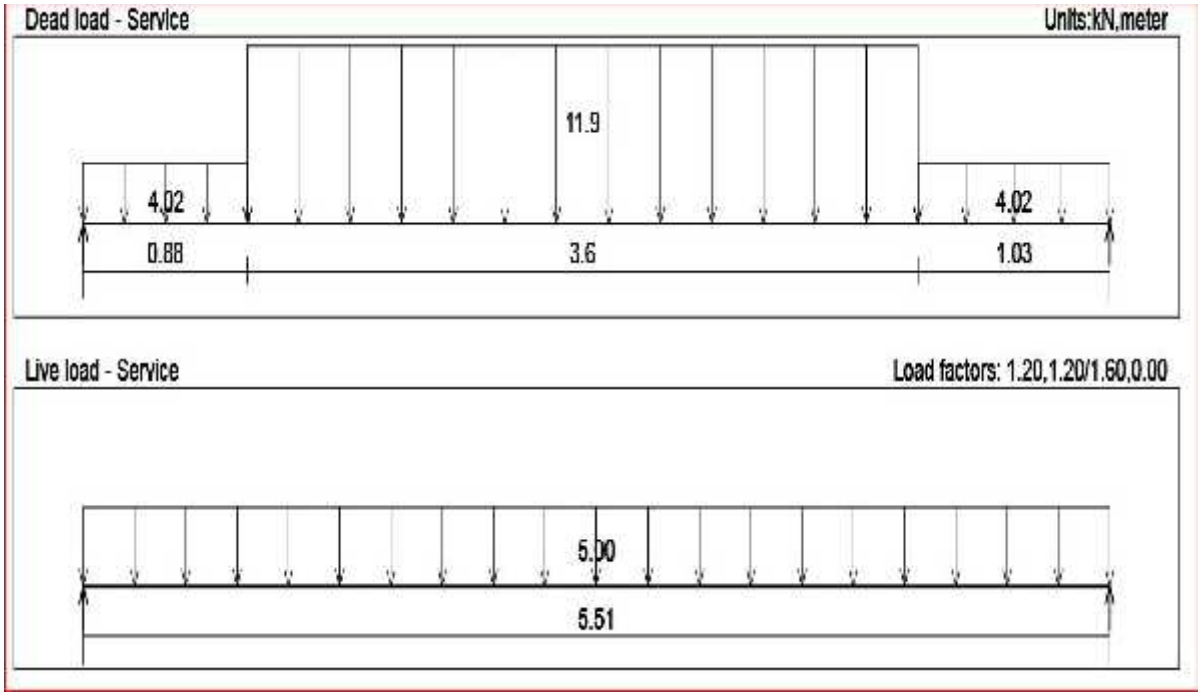


Figure (4-25) : Loads on stairs

4.14.3 Design of Shear :-

- Assume Ø 14 for main reinforcement:-

So, d = 250-20 -14/2 = 223 mm = 22.3 cm

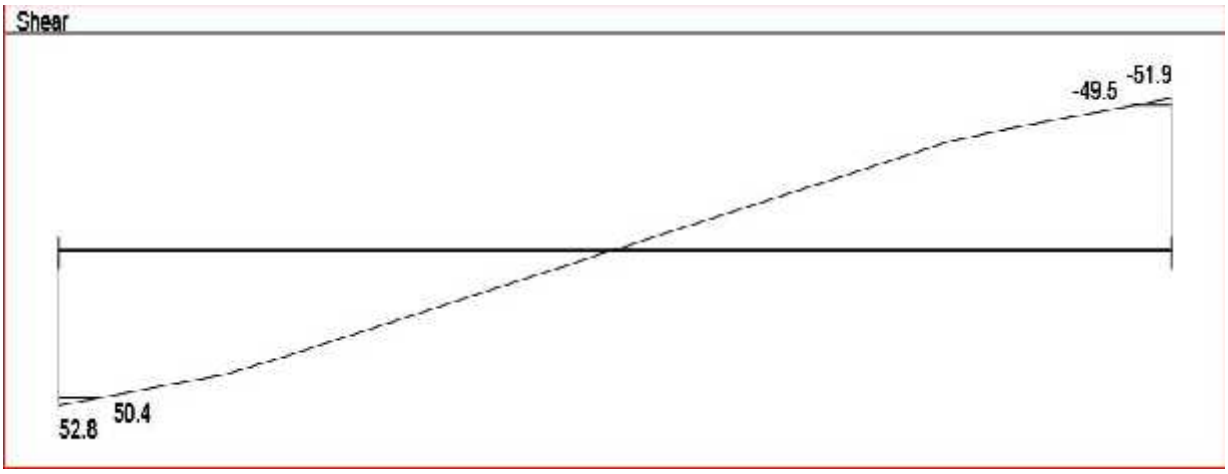


Figure (4-26) : Shear Envelope

Vu = 50.4 KN .

$$¤Vc = \frac{¤\sqrt{f_c'} * b_w * d}{6}$$

$$¤Vc = \frac{0.75 * \sqrt{24} * 1000 * .223}{6} = 136.6KN$$

Vu = 50.4 KN < ¤*Vc* = 136.6 KN .

>>>>**No shear Reinforcement is required. So the depth of the stair is OK.**

4.14.4 Design of Bending Moment :-

The Following figure shows the Moment Envelope acting on the stair

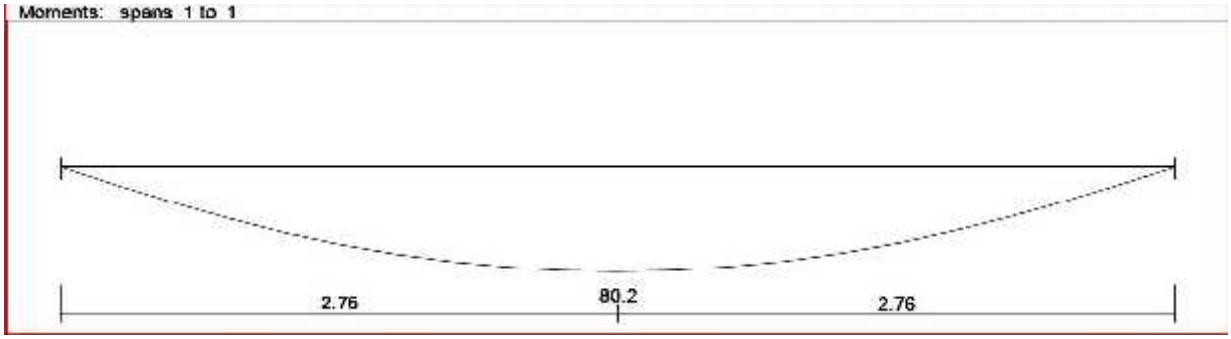


Figure (4-27) : Moment Envelope

Mu = 80.2 kN.m

Mn = Mu / 0.9 = 80.2 / 0.9 = 89.11 KN.m.

d = 22.3 cm.

$$K_n = \frac{Mn}{b \cdot d^2}$$

$$K_n = \frac{89.11*10^6}{1000*223^2} = 1.8MPa \ .$$

$$m = \frac{fy}{0.85 \times fc'}$$

$$m = \frac{420}{0.85 \times 24} = 20.6$$

$$\circ = \frac{1}{m}\left(1 - \sqrt{1 - \frac{2mK_n}{f_y}}\right) = \frac{1}{20.6}\left(1 - \sqrt{1 - \frac{2*20.6*1.8}{420}}\right) = 4.47*10^{-3}$$

As_{req} = $4.47*10^{-3}*1000*223 = 997.4$ mm$^{2.}$

$As_{\min} = 0.0018*b*h = 0.0018*1000*250 = 450mm^2$

$As_{\min}$ = 4.5 cm^2 ≤ As_{req} = 9.974 cm^2

Use Φ 14 >>> 997.4/154 = 6.5

Use 1Φ 14 @ 15 cm c/c …….. with As =(100 / 15)*1.54 = 10.26 cm².

As provided = 10.26 > As req.……..**OK.**

Check for strain:

Tension = Compression

$$A_s * fy = 0.85 * fc' * b * a$$
$$1026.67 * 420 = 0.85 * 24 * 1000 * a$$
$$a = 21.14mm$$
$$x = \frac{a}{1} = \frac{21.14}{0.85} = 24.87mm$$
$$£_s = \frac{223 - 24.87}{24.87} * 0.003$$
$$£_s = 0.0239 > 0.005 \longrightarrow ok$$

4.14.5 Secondary reinforcement:-

$$As_{Shrinkage} = 0.0018 \times b \times h = 0.0018 \times 100 \times 25 = 4.5cm^2$$

Use Φ10 @ 15 cm …….. With As = (100 / 15)*0.79 = 5.27 cm².

Design of landing :-

Mu = 36.5 kN.m

Mn = Mu / 0.9 = 36.5 / 0.9 = 40.56 KN.m.

d = 250 20-14-14/2 = 209 mm.

$$K_n = \frac{Mn}{b \cdot d^2}$$

$$K_n = \frac{40.56 * 10^6}{1000 * 209^2} = 0.93MPa \ .$$

$$m = \frac{fy}{0.85 \times fc'}$$

$$m = \frac{420}{0.85 \times 24} = 20.6$$

$$\circ = \frac{1}{m}\left(1-\sqrt{1-\frac{2mK_n}{f_y}}\right) = \frac{1}{20.6}\left(1-\sqrt{1-\frac{2*20.6*0.93}{420}}\right) = 2.264*10^{-3}$$

$As_{req} = 2.264*10^{-3}*1000*209 = 473.1\ mm^{2.}$

$As_{\min} = 0.0018*b*h = 0.0018*1000*250 = 450mm^2$

$As_{\min} = 4.5\ cm^2 \leq As_{req} = 4.731\ cm^2$

Use Φ 10 >>> 473.1/78.5 = 6

Use 1Φ 10 @ 15 cm c/c …….. with As =(100 / 15)*1.54 = 5.233 cm².

As provided = 5.233 > As req.……..**OK.**

4.14.6 Secondary reinforcement:-

$As_{Shrinkage} = 0.0018\times b\times h = 0.0018\times 100\times 25 = 4.5cm^2$

Use Φ10 @ 15 cm …….. With As = (100 / 15)*0.79 = 5.27 cm².

4.14.7 Stairs at section (A-A) Details:-

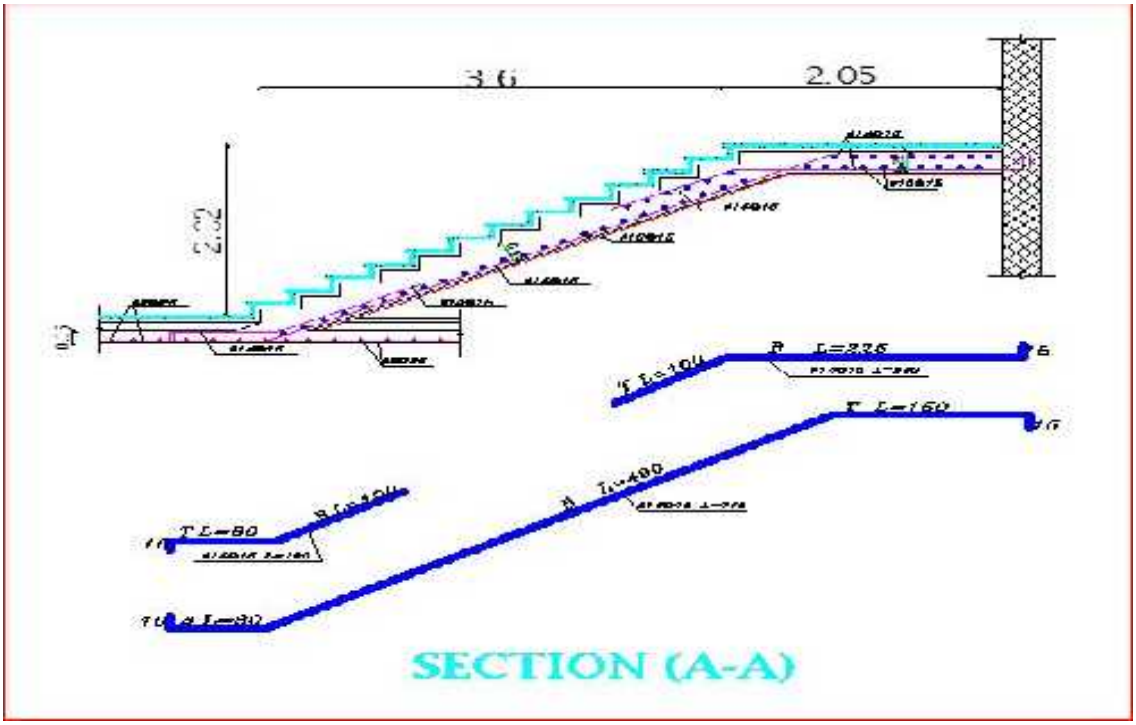


Figure (4-28) : Stair Section

4.15 Design of Shear wall:-

Design of shear

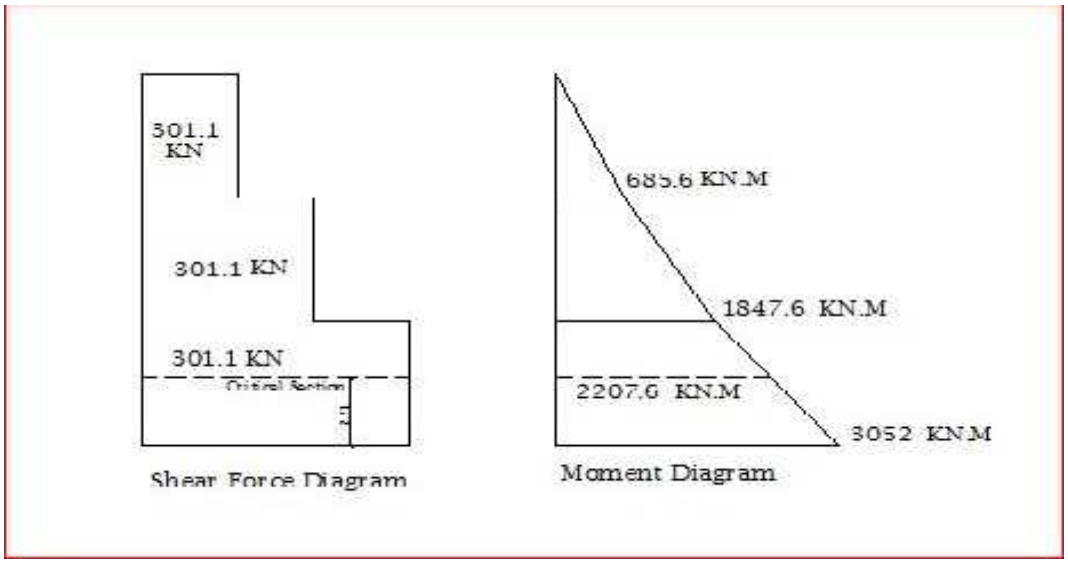


Figure (4-29) : Shear Wall Forces

From Uniform Building Code 1997 (UBC):

Z=0.3 zone "3"

R= 5.5

I=1

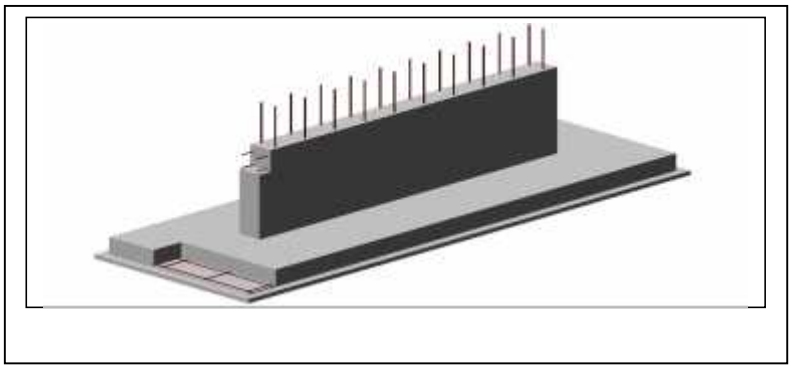
Ca = 0.24

Cv = 0.24

h_n = 12 m , Lw = 4.42 m ,

t=0.25m

Ct = 0.0488



Where:

Z=Seismic zone factor as given in table 16-1.

R= numerical coefficient representative of the inherent over strength and global ductility capacity of lateral force resisting systems, as set in Table 16-N or 16-P.

I= importance factor given in table 16-K.

Ca = seismic coefficient, as set forth in Table 16-Q.

Ct = numerical coefficient given in section 1630.2.2.

Cv = seismic coefficient, as set forth in Table 16-R.

hi, hn, hx = height in feet (m) above the base to level *i* , *n or x*, respectively.

$T = C_t (h_n)^{3/4}$ Eq…. 30-8 (UBC)

- **By Using of Etabs Program we Obtain the shear and Moment diagram for Design**

$d = 0.8 * Lw = 0.8 * 4.42 = 3.536m$

$Vc_1 = \frac{1}{6} * \sqrt{fc'} * h * d = \frac{1}{6}\sqrt{24} * 0.25 * 3.536 = 721.8KN(Control)$

$Vc_2 = \frac{\sqrt{fc'} * h * d}{4} + \frac{N_u * d}{4 * l_w} = \frac{\sqrt{24} * 0.25 * 3.536}{4} + \frac{375 * 3.536}{4 * 4.42} = 1082.75KN$

$Vc_3 = \left(\frac{0.05\sqrt{fc'}}{2} + \frac{l_w\left(0.1\sqrt{fc'} + \frac{0.2 * N_u}{l_w * h}\right)}{\frac{M_u}{V_u} - \frac{l_w}{2}} \right) * \frac{h * d}{} = \left(\frac{0.05\sqrt{24}}{2} + \frac{4.42\left(0.1\sqrt{24} + \frac{375 * 0.2}{4.42 * 0.25}\right)}{\frac{2207.6}{301.1} - \frac{4.42}{2}} \right) * \frac{0.25 * 3.536}{} = 522.79KN$

$Vu = 301.1 \leq ¤Vc = 541.35$

USE

MINIMUM

STEEL

$° = 0.0025$

Assume¤10

$S2 = 2 * 78.5 / 250 * 0.0025 = 251.2mm$

$select \longrightarrow 2¤10 \longrightarrow As = 1.58cm2$

$S = 250 < 450 < 750 < 884$

$use...2¤10@25cm(c/c)in\ 2layer$

Select 2Φ 10 / 25cm. In tow layer

Design of the Vertical reinforcement:-

$°_{min} = (0.0025 + 05(2.5 - \frac{hw}{lw})(\frac{Avh}{S_2 h} - 0.0025))S_1 h_1$

$S = 25cm$

$S = 250 < 450 < 750 < 1473$

$\longrightarrow Select\ 2¤10 / 25cm\ c/c$

Select 2Φ 10 / 25cm. In tow layer

Design of bending moment:-

Mu = 3052 KN.m Pu = 375 KN

Ast = (4420/250)*2*78.5 = 3999.12 mm^2

$$\emptyset Mn = \emptyset\left[0.5Astfylw(1+\frac{Pu}{Astfy})(1-\frac{c}{lw})\right]$$ = 3036.8 KNm

$$\omega = (\frac{Ast}{lwh})\frac{fy}{fc'} \quad \alpha = (\frac{Pu}{lwh})\frac{1}{fc'} \qquad \omega = 0.0633 \quad \alpha = 0.0141$$

$$\frac{c}{lw} = \frac{\omega+\alpha}{2\omega+.85\beta1}$$ = 0.0912

Try $\emptyset 12@200\ Ast = 4999.02mm2$

$\emptyset Mn$ =3669.8 KNm > 3052 OK

الفصل الخامس

النتائج والتوصيات

٥.١ مقدمة.

٥.٢ النتائج .

٥.٣ التوصيات .

٥-١ المقدمه :

في هذا المشروع تم الحصول على مخططات معمارية تفتقد الى الكثير من الامور، بعد دراسة جميع المتطلبات تم اعداد المخططات المعمارية والمخططات الإنشائية الشاملة **لمبنى مستشفى** .

وتم اعداد المخططات الانشائية بشكل مفصل ودقيق وواضح لتسهيل عملية **البناء**، ويقدم هذا التقرير شرحا لجميع خطوات التصميم المعمارية والانشائية للمبنى.

٥-٢ النتائج:

1. يجب على كل طالب أو مصمم إنشائي أن يكون قادرا على التصميم بشكل يدوي حتى يستطيع امتلاك الخبرة والمعرفة في استخدام البرامج التصميمية المحوسبة.

2. من العوامل التي يجب أخذها بعين الاعتبار، العوامل الطبيعية المحيطة بالمبنى وطبيعة الموقع وتأثير القوى الطبيعية على الموقع.

3. من أهم خطوات التصميم الإنشائي، كيفية الربط بين العناصر الإنشائية المختلفة من خلال النظرة الشمولية للمبنى، ومن ثم تجزئة هذه العناصر لتصميمها بشكل منفرد ومعرفة كيفية التصميم، مع أخذ الظروف المحيطة بالمبنى بعين الاعتبار.

4. القيمة الخاصة بقوة تحمل التربة هي ٤ كغم/سم^{٢} .

5. لقد تم استخدام نظام عقدات (One-Way Ribbed Slab) في جميع العقدات نظرا لطبيعة وشكل المنشأ. كما تم استخدام نظام عقدات (Two-Way Ribbed Slab) في اجزاء معينة من الطوابق، كما تم استخدام نظام العقدات المصمتة (Solid Slab) لبيوت الدرج والمصاعد، نظرا لكونها أكثر فاعلية من عقدات الأعصاب في تحمل ومقاومة الأحمال المركزة.

6. برامج الحاسوب المستخدمة :

هناك عدة برامج حاسوب تم استخدمها في هذا المشروع وهي:

a) AUTOCAD 2010/2007 : و ذلك لعمل الرسومات المفصلة للعناصر الإنشائية.
b) STAAD PRO: وذلك لإجراء التحاليل الإنشائية لبعض العناصر الإنشائية.
c) ATIR: للتصميم والتحليل الإنشائي للعناصر الإنشائية.

d) Prokon: لتصميم بعض العناصر الإنشائية.

e) (Office XP) : تم استخدامه في أجزاء مختلفة من المشروع مثل الكتابة النصوص والتنسيق وإخراج المشروع.

7. الأحمال الحية المستخدمة في هذا المشروع كانت من كود الأحمال الأردني.

8. من الصفات التي يجب أن يتصف بها المصمم، صفة الحس الهندسي التي يقوم من خلالها بتجاوز أيــة مشــكلة ممكــن أن تعترضه في المشروع وبشكل مقنع ومدروس.

٥-٣ التوصيات :

لقد كان لهذا المشروع دور كبير في توسيع وتعميق فهمنا لطبيعة المشاريع الإنشائية بكل ما فيها من تفاصيل وتحاليل وتصاميم. حيث نود هنا ــ من خلال هذه التجربة ــ أن نقدم مجموعة من التوصيات، نأمل بأن تعود بالفائدة والنصح لمن يخطط لاختيار مشاريع ذات طابع إنشائي.

ففي البداية، يجب أن يتم تنسيق وتجهيز كافة المخططات المعمارية، بحيث يتم إختيار مواد البناء مع تحديد النظام الإنشائي للمبنى. ولابد في هذه المرحلة من توفر معلومات شاملة عن الموقع وتربته وقوة تحمل تربة الموقع، من خلال تقرير جيوتقني خاص بتلك المنطقة، بعد ذلك يتم تحديد مواقع الجدران الحاملة والأعمدة بالتوافق والتنسيق التام مع الفريق الهندسي المعماري. ويحاول المهندس الإنشائي في هذه المرحلة الحصول على أكبر قدر ممكن من الجدران الخرسانية المسلحة، بحيث تكون موزعة بشكل منتظم أو شبه منتظم في كافة أنحاء المبنى؛ ليتم استخدامها فيما بعد في مقاومة أحمال الزلازل وغيرها من القوى الأفقية.

تم بحمد الله

الملاحق

قائمة المصادر والمراجع

١. كودات البناء الوطني الأردني، كود الأحمال والقوى، مجلس البناء الوطني الأردني، عمان، الأردن، ١٩٩٠م.

٢. تلخيص الأستاذ المشرف.

3. Building Code Requirements for Structural Concrete)ACI 318M-05 (and Commentary, USA, 2005.

4. Uniform Building Code (UBC).

Appendix (A)

Architectural Drawings

This appendix is an attachment with this project

Appendix (A-1)

The coordinates of building corner

Y	X	رقم القطة
158408.7559	100917.7804	٣
158404.1502	100917.7749	٤
158404.1538	100914.7759	٥
158388.6351	100914.7572	٦
158388.6315	100917.7562	٧
158381.7860	100917.7479	٨
158381.7896	100914.7479	٩
158372.3731	100914.7376	١٠
158363.5988	100922.5553	١١
158365.5939	100924.7944	١٢
158353.1593	100935.8734	١٣
158351.1643	100933.6342	١٤
158345.4487	100938.7267	١٥
158343.7270	100936.7943	١٦
158340.2823	100929.6513	١٧
158333.0320	100926.4385	١٨
158332.7305	100926.7071	١٩
158331.7327	100925.5872	٢٠
158342.6927	100915.8220	٢١
158330.3193	100901.9346	٢٢
158326.4188	100905.4099	٢٣
158328.4145	100907.6498	٢٤
158313.6565	100920.7988	٢٥
158311.6608	100918.5589	٢٦
158307.8459	100921.9580	٢٧
158320.2193	100935.8454	٢٨
158323.6201	100932.8153	٢٩
158328.1792	100937.9323	٣٠
158326.2548	100939.6469	٣١
158329.7327	100943.5503	٣٢
158331.6571	100941.8357	٣٣
158336.2162	100946.9527	٣٤
158323.6653	100958.1353	٣٥
158325.6603	100960.3744	٣٦
158321.1526	100964.3907	٣٧
158331.5303	100976.0382	٣٨
158336.0380	100972.0219	٣٩
158338.0330	100974.2610	٤٠
158365.5320	100949.7600	٤١

٤٢	100947.5208	158363.5370
٤٣	100933.0455	158379.7835
٤٤	100933.0562	158388.6130
٤٥	100934.2562	158388.6116
٤٦	100934.2607	158392.3438
٤٧	100933.0607	158392.3452
٤٨	100933.0704	158400.3995
٤٩	100934.2704	158400.3981
٥٠	100934.2749	158404.1303
٥٢	100930.6756	158408.7404

Appendix (s)

Structural Drawings

This appendix is an attachment with this project

APPENDIX (C)

TABLE 9.5(a)—MINIMUM THICKNESS OF NONPRESTRESSED BEAMS OR ONE-WAY SLABS UNLESS DEFLECTIONS ARE CALCULATED

	Minimum thickness, *h*			
	Simply supported	One end continuous	Both ends continuous	Cantilever
Member	Members not supporting or attached to partitions or other construction likely to be damaged by large deflections.			
Solid one-way slabs	$\ell/20$	$\ell/24$	$\ell/28$	$\ell/10$
Beams or ribbed one-way slabs	$\ell/16$	$\ell/18.5$	$\ell/21$	$\ell/8$

Notes:
Values given shall be used directly for members with normalweight concrete (density w_c = 2320 kg/m^3) and Grade 420 reinforcement. For other conditions, the values shall be modified as follows:
a) For structural lightweight concrete having unit density, w_c, in the range 1440-1920 kg/m^3, the values shall be multiplied by $(1.65 - 0.003w_c)$ but not less than 1.09.
b) For f_y other than 420 MPa, the values shall be multiplied by $(0.4 + f_y/700)$.

Table (MINIMUM THICKNESS OF NONPRESTRESSED BEAMS OR ONE-WAY SLABS UNLESS DEFLECTIONS ARE CALCULATED

جدول

الأحمال الحية للأرضيات و العقدات

نـوع المبـنى		الاستعمال (الاشغال)	الحمل الموزع	الحمل المركز البديل
عـام	خـاص		كن/م٢	كـن
المباني السكنية والخاصة	المنـازل والبيـوت والشـقق السكنيـة والأبنية ذات الطـابق الواحـد.	جميع الغرف بما في ذلك غـرف النـوم والمطابـخ وغرف الغسيل وما شابه ذلك	2.000	1.400
	الفنـادق والموتيلات والمستشفيات	غرف النوم	2.000	1.800
	منـازل الطلبـة ومـا شابهها	غرف وقاعات النوم	2.000	1.800
المباني العامة	القاعـات العامـة وقاعـات التجمـع والمسـاجد والكنـائس وقاعـات التـدريس والمسارح ودور السينما وقاعـات التجمـع فـي المـدارس والكليـات والنـوادي والمـدرجات المسـقوفة والقاعـات الرياضـية المغلقة	مقاعد ثابتة مقاعد غير ثابتة	4.000 5.000	- 3.600
	نادي رياضي	-	5.000	-
	غرف المطالعة في المكتبات	من دون مستودع كتب مع مستودع كتب	2.500 4.000	4.500 4.500