بسم الله الرحمن الرحيم

جامعة بوليتكنك فلسطين

كلية الهندسة والتكنولوجيا

دائرة الهندسة المدنية والمعمارية

درجة البكالوريوس في الهندسة المدنية تخصص هندسة المباني

مشروع التخرج

التصميم الإنشائي لمستشفى محلي في مدينة دورا

فريق العمل

نور الدين أنور نصار　　مراد علي إرجوب　　خليل محمد الدراويش

إشراف

د. ماهر عمرو

جامعة بوليتكنك فلسطين

فلسطين - الخليل

٢٠١١م ©

بسم الله الرحمن الرحيم

التصميم الإنشائي لمستشفى محلي في

مدينة دورا

فريق العمل

نور الدين أنور نصار **مراد علي ارجوب** **خليل محمد الدراويش**

إشراف

د. ماهر عمرو

تقرير مشروع التخرج

مقدم إلى دائرة الهندسة المدنية والمعمارية في كلية الهندسة والتكنولوجيا

جامعـــة بوليتكنك فلسطيـــن

استكمالا لمتطلبات الحصول على

درجة البكالوريوس في الهندسة تخصص هندسة المباني

كلية الهندسة و التكنولوجيا

دائرة الهندسة المدنية و المعمارية

جامعة بوليتكنك فلسطين

الخليل- فلسطين ٢٠١١م ©

بسم الله الرحمن الرحيم

شهادة تقييم مشروع التخرج

جامعة بوليتكنك فلسطين

الخليل – فلسطين

التصميم الإنشائي لمستشفى محلي
في مدينة دورا

فريق العمل

مراد ارجوب **خليل الدراويش** **نور الدين نصار**

بناء على توجيهات الأستاذ المشرف على المشروع، وبموافقة جميع أعضاء اللجنة الممتحنة، تم تقديم هذا المشروع لدائرة الهندسة المدنية والمعمارية في كلية الهندسة والتكنولوجيا استكمالا لمتطلبات الدائرة لدرجة البكالوريوس تخصص هندسة المباني.

توقيع المشرف
د. ماهر عمرو

.....

توقيع رئيس الدائرة
م. خليل كرامة

.....

© ٢٠١١م

الإهداء

بسم الله الرحمن الرحيم

(وقل اعملوا فسيرى الله عملكم ورسوله والمؤمنون) صدق الله العظيم[التوبة:١٠٥]

إلهي لا يطيب الليل إلا بشكرك ولا يطيب النهار إلا بطاعتك .. ولا تطيب اللحظات إلا بذكرك .. ولا تطيب الآخرة إلا بعفوك .. ولا تطيب الجنة إلا برؤيتك

الله جل جلاله

إلى من بلغ الرسالة وأدى الأمانة ... ونصح الأمة ... إلى نبي الرحمة ونور العالمين ...

سيدنا محمد صلى الله عليه وسلم

إلى الذين رووا بدمائهم ارض فلسطين الحبيبة

شهداء فلسطين

الذين أفنوا زهرة شبابهم في سبيل الله و في سبيل حرية شعبنا الفلسطيني الصابر الصامد

الأسرى الأبطال

إلى من كلله الله بالهيبة والوقار .. إلى من علمني العطاء بدون انتظار .. إلى من أحمل اسمه بكل افتخار .. أرجو من الله أن يمد في عمرك لترى ثماراً قد حان قطافها بعد طول انتظار وستبقى كلماتك نجوم أهتدي بها في حاضري ومستقبلي وفي كل سكنات هذه الحياة ومحطاتها

والدي العزيز

إلى ملاكي في الحياة .. إلى معنى الحب وإلى معنى الحنان والتفاني .. إلى بسمة الحياة وسر الوجود

إلى من كان دعائها سر نجاحي وحنانها بلسم جراحي إلى أغلى الأحباب

أمي الحبيبة

و لا أنسى

جامعتي التي تركتُ مذكراتي على مقاعدها

إلى كل هؤلاء نهدي هذا الجهد

فريق العمل

كلمةشكر

لابد لنا ونحن نخطو خطواتنا الأخيرة في الحياة الجامعية من وقفة نعود إلى أعوام قضيناها في رحاب الجامعة مع أساتذتنا الكرام الذين قدموا لنا الكثير باذلين بذلك جهودا كبيرة في بناء جيل الغد لتبعث الأمة من جديد ...

وقبل أن نمضي نقدم أسمى آيات الشكر والامتنان والتقدير والمحبة إلى الذين حملوا أقدس رسالة في الحياة ...

إلى الذين مهدوا لنا طريق العلم والمعرفة ...

إلى جميع أساتذتنا الأفاضل.....

"كن عالما .. فإن لم تستطع فكن متعلما ، فإن لم تستطع فأحب العلماء ،فإن لم تستطع فلا تبغضهم"

وأخص بالتقدير والشكر:
جامعتنا العزيزة ..... جامعة بوليتكنك فلسطين
كلية الهندسة والتكنولوجيا
دائرة الهندسة المدنية والمعمارية.....بطاقمها التدريسي والإداري
مشرفنا العزيز ..... د. ماهر عمرو

فريق العمل

ملخص المشروع:

التصميم الإنشائي لمستشفى محلي في مدينة دورا

فريق العمل

نور الدين أنور نصار مراد علي ارجوب خليل محمد الدراويش

إشراف

د. ماهر عمرو

يتلخص هذا البحث في التصميم الإنشائي لمشروع مستشفى محلي، وذلك انطلاقا من الحاجة الماسة لوجود مثل هذه المشاريع في فلسطين ، وسيتم إتباع المنهج الوصفي التحليلي في البحث العلمي كمنهجية لإنجاز هذا العمل .

من خلال الاطلاع على بعض الأبحاث السابقة في نطاق المشاريع الخدماتية كمشاريع المستشفيات ، كان من الواضح أن أهمية المشروع تكمن في الخدمة التي سيعود بها على الأفراد والمجتمع .

ويتكون المشروع من جزئيات تتمثل بداية في التحليل المعماري للمشروع ، وإعادة توزيع الأعمدة ،وربط الاحتياجات المعمارية بالمتطلبات الإنشائية ، وطرق التحليل ، ومن ثم الانتقال إلى مرحلة التصميم التي تقسم إلى تصميم العينات والتصميم الكلي باستخدام البرامج التصميمية الإنشائية ونهاية بتحليل النتائج وعرضها للتأكد من منطقيتها.

وقد تم استخدام الكود الأردني لتحديد الأحمال الحية ،ولتحديد أحمال الزلازل تم استخدام (U.B.C- 97) ،أما بالنسبة للتحليل الإنشائي وتصميم المقاطع فقد تم استخدام الكود الأمريكي (ACI_318- 02) ،أما من ناحية البرامج التصميمية فقد تم استخدام البرامج الحاسوبية مثل : Atir 11.5، Autocad2007, STAAD Pro2006, Office2007, Safe12.3 وغيرها.

تمثلت مخرجات بحثنا الإنشائي في حسابات التصميم والمخططات التنفيذية التي سيتم الاعتماد عليها في المشروع بجميع تفاصيلها، حيث ينتقل المشروع من الأوراق والمخططات إلى أرض الواقع كمنشأ خدماتي يمثل دعما ورصا للبنات مجتمعنا الفلسطيني.

Abstract

Structural designs for a local hospital in City Dura

Prepared by

Noor Al-Den Nasar Murad Irjoub Khalil Al-Drawesh

Palestine Polytechnic University -2010

Supervisor

This project represented in the structural design of local hospital , proceeding from the need for the existence of such projects in Palestine, This project will rely on the analytical descriptive method in scientific research as a methodology to accomplish this work, using all the available tools of scientific research .

Through brief initiation on some previous researches in the scope of service projects as hospital's projects, it was obvious that the importance of the project lies in the service that will return them to individuals and society .

The project consists of integrated parts represented in the beginning, in the architectural analysis for the project, and linking the needs of the architect with the structural requirements, and methods of analysis, and then move to the design stage which is divided into samples design and overall design using structural design software's, and at the end; the analysis and presentation of results to check it and ensure it's logic..

For structural design of this project, Jordanian Construction Code was used for determining live loads, where ACI_318- 02 code is to be used for structural analysis and design for all structural elements, and some of computer softwares will be used, such as Autocad2007, Atir 11.5, and Office2007, Staad-Pro2006, Safe 12.3 …etc.

The outputs of this structural project are represented in calculations and drawings that will be relied upon in executing using all its details, as the project moves from the papers and drawings to the ground, as a services construction that represents a support and compacting of Palestinian society bricks .

الفهرس

العنوان **الصفحة**

صفحة الغلاف----------(ii).
شهادة تقييم مشروع التخرج----------(iii).
الإهداء----------(iv).
كلمة شكر ----------(v).
ملخص المشروع----------(vi).
Abstract----------(vii).

الفصل الأول----------(١).
١-١- مقدمة البحث----------(٢).
١-٢- نظرة عامة----------(٣).
١-٣- مشكلة مشروع البحث----------(٤).
١-٤- الأهداف----------(٤).
١-٥- دوافع اختيار المشروع----------(٥).
١-٦- تسلسل خطوات العمل في المشروع----------(٦).
١-٧- الجدول الزمني----------(٦).
١-٨- محتويات المشروع----------(٧).

الفصل الثاني----------(٨).
٢-الوصف المعماري----------(٨).
٢-١- المقدمة----------(٩).
٢-٢-نبذة عن المشروع----------(١٠).
٢-٣- موقع المشروع ----------(١١).
٢-٤-أهمية الموقع----------(١٣).
٢-٥-التعديلات التي أجريت على المخططات المعمارية----------(١٣).
٢-٦-تقسيمات المشروع----------(١٥).
٢-٧-العناصر المعمارية ذات الطابع الوظيفي----------(١٩).
٢-٨-عناصر الحركة في المبنى----------(٢٠).
٢-٩-الواجهات----------(٢٢).

الفصل الثالث----------(٢٧).
٣-الوصف الإنشائي----------(٢٧).
٣-١-تمهيد----------(٢٨).
٣-٢-الغاية المرجوة من التصميم الإنشائي للمشروع----------(٢٨).
٣-٣-الأحمال الواقعة على العناصر الإنشائية----------(٢٩).
٣-٣-١- الأحمال الميتة----------(٢٩).
٣-٣-٢- الأحمال الحية----------(٣٠).
٣-٣-٣-أحمال الثلوج----------(٣٠).
٣-٣-٤-أحمال الرياح----------(٣١).
٣-٣-٥-أحمال ناتجة من الزلازل و الاهتزازات----------(٣٢).
٣-٤- العناصر و المكونات الإنشائية للمبنى----------(٣٢).

٣-٤-١- الأساسات----------(٣٣).
٣-٤-٢- الأعمدة----------(٣٤).
٣-٤-٣- العقدات----------(٣٥).
٣-٤-٤- الجسور----------(٣٧).
٣-٤-٥- الأدراج----------(٣٨).

4-Chapter Four---------- (40).

4-1-Introduction---------- (42).

4-2- Determination of thickness of ribbed slabs ---------- (43).

4-3- Load Calculation ---------- (43).

4.4 Design Of flexure for beam---------- (44).

4.5 Design of shear for Beam ---------- (48).

4.6 Design of Rib (R01) for flexure ---------- (50).

4.6.1 Design of Positive Moment for Rib (R01)---------- (50).
4.6.2 Design of negative moment for rib (R01) ---------- (52).

4.7 Design of shear for rib (R01)---------- (54).

4.8 Design of One way solid slab ----------(55)

4.9 Design of Long column ---------- (60).

4.9.1 Load Calculation ---------- (60).
4.9.2 Check Slenderness Effect ---------- (60).
4.9.3 Design of Tie the Reinforcement ---------- (63).

4.10.Design of Short Column ---------- (64)

4.11 Design of Isolated Footing (F01)---------- (65).

4.11.1 Load Calculation ---------- (65).
4.11.2 Design of Footing Area ---------- (65).
4.11.3 Check the Depth of Footing Based on Shear Streng---------- (66).
4.11.4 Design for Bending Moment ---------- (68).
4.11.5 Check for Strain ---------- (69).
4.11.6 Check transfer of load at base of column ---------- (70).
4.11.7 Development Length (Ld) ---------- (70).

4.12 Design of Basement wall ---------- (71) .

4.12.1 Load Calculation ---------- (71).
4.12.3 Design of flexure ---------- (72) .
4.12.2 Check thickness due to shear ---------- (72) .

4.13 Design of one Way Solid Slab for stairs ---------- (73) .

4.13.1 Determination of Loads ---------- (74).
4.13.2 Design of Shear ---------- (74).
4.13.3 Design of Reinforcement ---------- (74).
4.13.4 Design of Top Reinforcement ---------- (74).

4.14 Design of Stairs ---------- (75) .

4.14.2 Load Calculations at section (A-A) ---------- (75).
4.14.1 Determination of Slab Thickness ---------- (75).
4.14.3 Design of Shear ---------- (76).
4.14.4 Design of Bending Moment : ---------- (77).
4.14.4.1 Development length of the bars----------(78).
4.14.4.2 Secondary reinforcement----------(79)
4.14.5 Stairs at section (A-A) Details:- ----------(79)

4.15 Design of shear wall----------(81)

المصادر و المراجع----------(86)

الملاح ----------(87)

فهرس الجداول

العنوان	الصفحة

1-الجدول الزمني----------(٦).

٢- جدول الأحمال الميتة ----------(٢٩).

٣- جدول الأحمال الناتجة عن الثلوج----------(٣٠).

Table	Page

Table (4 – 1) Calculation of the total dead load for one way rib slab---------(43).

Table (4 – 2) Calculation of the total dead load for two way rib slab.----------(44).

فهرس الأشكال

العنوان	الصفحة

١- الموقع المقترح للمشروع----------(١٢).

٢- الموقع العام----------(١٢).

٣- جزء من الطابق الأرضي قبل التعديل ----------(١٤).

٤- جزء من الطابق الأرضي بعد التعديل----------(١٤).

٥- الطابق الأرضي----------(١٥).

٦- الطابق الأول----------(١٦).

٧- الطابق الثاني----------(١٧).

٨- الطابق الثالث----------(١٨).

٩- الدرج----------(٢٠).

١٠- شكل توضيحي للمصعد الكهربائي----------(٢١).

١١- الواجهة الشمالية الشرقية----------(٢٢).

١٢- الواجهةالشمالية الغربية----------(٢٣).

١٣- الواجهة الجنوبية الشرقية ----------(٢٤).

١٤- الواجهة الجنوبية الغربية ----------(٢٥).

١٥ – رسم توضيحي لأساس سطحي ----------(٣٤).

١٦ – الأجزاء الإنشائية في المباني ----------(٣٥).

١٧ – عقدة مصمتة في اتجاه واحد ----------(٣٥).

١٨ – عقدة مصمتة في اتجاهين ----------(٣٦).

١٩ – عقدة مفرغة في اتجاه واحد ----------(٣٦).

٢٠ – عقدة مفرغة في اتجاهين ----------(٣٧).

٢١ – تفصيلة جسر ----------(٣٨).

٢٢ – مقطع تفصيلي في الدرج ----------(٣٨).

٢٣ – جدار استنادي ----------(٣٩).

Figure page

(24) One way ribed slab ----------(43).

(25) Two way ribed slab ----------(44).

(26) **Details of Column** ----------(62).

(27) **Geometry of Footing** ----------(62).

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 , other wise 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.*

الفصل الأول

1 المقدمـة

1.1مقدمة البحث.

1.2 نظرة عامة .

1.3 مشكلة مشروع البحث.

1.4 الأهداف المرجوة من المشروع.

1.5 دوافع اختيار المشروع.

1.6 تسلسل خطوات العمل في المشروع.

1.7 الجدول الزمني .

1.8 محتويات المشروع.

الفصل الأول

1.1مقدمة البحث:

لقد بدأت معركة الإنسان مع الطبيعة منذ أن وجد على هذه الأرض، فهو يسعى بهمة قوية وإرادة لا يعتريها كلل أو ملل من أجل تحصيل أفضل الظروف المعيشية لنفسه ولمن هم شركاؤه في هذه الحياة. ولقد سارت نتائج هذه الجهود في سلسلة متعاقبة متطورة وبأبعاد مختلفة لتشمل جميع نواحي هذا الإنسان . وهنا اخص بالذكر الجانب العمراني الذي ظهر فيه التطور جليا في حياة الإنسان وخصوصا في أيامه هذه .

ولعل أبرز القطاعات التي اهتم الإنسان بتطويرها وتحقيق الانجازات فيها المجال الصحي ، فقد حرص الإنسان على السير بخطا حثيثة من اجل إحداث تقدم في هذا المجال ، ولقد تطورت حاجة الإنسان إلى المراكز الصحية مع تطور الأمراض وتنوع الإصابات وكثرة الأخطار التي تحيط بحياة الإنسان ، وتلبي رغباته ، لكن زيادة توافد المراجعين والمرضى إلى المراكز الصحية تدفع باتجاه إنشاء وحدات صحية متكاملة لتشكل فيما بينها مركزا طبيا شاملا يسمى المستشفى .

لقد أصبح المستشفى بما تشمله هذه الكلمة من مكونات مادية وبشرية حاجة ملحة لكل مدينة من المدن ، وهذا البحث هنا بصدد دراسة لجزء من المكونات المادية للمستشفى وهو المبنى الهيكل الإنشائي للمستشفى الذي سيكون محور الدراسة في هذا المشروع ، فبناء المباني الصحية وخاصة المستشفيات يعد مؤشرا على مدى التقدم الذي نحققه في المجال الصحي والخدمات الصحية .

إن الحاجة الملحة لإيجاد مراكز صحية مناسبة تؤدي الخدمة المنوطة بها في كل الأحوال والظروف. منحت هذا المشروع طابعا خاصا ، فبنظر إليه من هذه الزاوية يكتسب المشروع أهمية بالغة ، لأنه يعتبر من المتطلبات الأساسية لتوفير الحياة الكريمة للإنسان ، كما انه يحتاج إلى جهد خاص لكي يكون مناسبا من حيث التصميم الإنشائي والمعماري لكي يتحمل كافة المؤثرات التي تقع عليه وكافة الاستخدامات التي يفترض أن يقوم بها .

لقد وقع الاختيار على هذا المشروع للأهمية البالغة والحاجة الماسة له في منطقة دورا التي تعاني من ضعف حاد في الخدمات الصحية بشكل عام ، كما يكتسب هذا المشروع أبعادا عديدة من حيث الموقع والتصميم المعماري بما يكسب القدرة على تلبية التطلعات المرجوة من خلال العمل به وانجازه من الناحية الإنشائية . والتي تشمل التحليل الإنشائي وتصميم العناصر المختلفة للمبنى للوصول بتلك التصاميم

المعمارية إلى مستشفى قادر على تحمل كافة القوى والأحمال الواقعة عليه بحيث يصبح قابلا للتنفيذ والإيجاد على أرض الواقع .

1.2 نظرة عامة :

المستشفيات هي تلك الأماكن التي تجتمع فيها الخدمات الطبية بمستويات مختلفة ، وهي تضم مجموعة من الأقسام المختلفة التي يختص كل منها بعلاج مجموعة من الأوجاع و الأمراض ، والمستشفى يتكون من مركبتين أساسيتين وهما الموارد البشرية والخبرات التي يحويها بين جنباته من أطباء ومتخصصين وممرضين وغيرهم . والمركب الأخر هو الجانب المادي للمستشفى والذي يعتبر مهما أيضا بما يحويه من مباني وتجهيزات ومعدات وأجهزة ضرورية لعمل ذلك المستشفى ، والمستشفى أيضا مركز صحي ضخم يضم جميع أنواع الخدمات الطبية ، بما فيها الطوارئ والعمليات والعيادات بجميع أنوعها وهذه المميزات التي يتمتع بها المريض بحيث يجد كل احتياجاته الطبية في مكان واحد . كما أن المستشفى يتميز عن غيره في أنه قادر على تلقي جميع الحالات المرضية والإصابات المختلفة .

المبنى عبارة عن مستشفى متعدد الأقسام ومتقدم يواكب التقدم العلمي في مجالات الطب والصحة في الوطن والخارج . حيث تم الحصول على التصميم المعماري للمشروع من دائرة الهندسة المدنية والمعمارية في جامعة بوليتكنيك فلسطين.

يتكون المبنى من ٤ طوابق بمساحة إجمالية ٦٨٠٠ م٢ وتحتوي هذه المساحة على أقسام المستشفى المتنوعة ومرافقه .

1.3 مشكلة مشروع البحث:

تتمثل هذه الدراسة أو المشروع في توزيع الأحمال الحية والميتة في هذا المبنى وتحليله إنشائيا وإيجاد التصميم المناسب للمكونات الإنشائية له ، وبالتالي فان هذا المشروع يعد ميدانا لهذا العمل الهندسي التصميمي وهو مشروع مستشفى محلي في مدينة دورا جنوبي محافظة الخليل ، وفي هذا النطاق فقد تم التحليل الكامل لكل العناصر الإنشائية بما فيها العقدات والأعمدة والأعصاب والجسور وغيرها من العناصر الإنشائية المكونة للمبنى ، وكان ذلك بتحديد الأحمال الواقعة على كل عنصر إنشائي في المبنى وتحديد أبعاد تلك العناصر والتسليح اللازم لها ، أضف إلى ذلك الأخذ بعامل الأمان في عين الاعتبار مع الربط بالتكلفة الاقتصادية ، كي تستطيع الحصول على أفضل تصميم واعلي درجة من الأمان اللازم تنفيذه مرسومة بشكل مناسب ليتعامل معها المشرفين والمقاولين والطواقم القائمة على نقل هذا المشروع إلى أرض الواقع .

1.4 الأهداف المرجوة من المشروع :

هنالك جملة من الأهداف يراد لها ان تتحقق من خلال هذا المشروع وهي تتفرع إلى عدة نقاط أهمها :

أولا : البعد الإنساني لهذا المشروع فهو مشروع خدمة يعتني بصحة الانسان ويحاول أن يبدد مصدر آلامه وجروحه .

ثانيا : الضخامة والفخامة التي يتمتع بها هذا المشروع فهو في حال انجازه سيكون معلما معماريا فريدا. وهذا يؤدي إلى إضافة نوعية في التطور المعماري في هذا الوطن الحبيب .

ثالثا: يظهر هذا المبنى الطابع المعماري الخاص بالمستشفى الذي يدلل على تطور الذوق المعماري .

رابعا: تبرز القدرة على تحقيق هذا المشروع من خلال عمل التصاميم الإنشائية للمستشفى ووضعها على مخططات إنشائية تنفيذية ليكون جاهز للتنفيذ ولعل تحضير كل ذلك يعطي كل الدعم لفكرة المعماري التي أصبحت قابلة للتنفيذ .

خامسا: تحقيق الجانب الجمالي للمبنى وإيجاده ، وإظهار قوة الجانب الإنشائي في المبنى مع الحفاظ على الطابع المعماري للمبنى .

1.5 دوافع اختيار المشروع:

إن الأسباب الدافعة للقيام بهذا المشروع متعددة وكثيرة ولكن أبرزها اكتساب المهارة والخبرة الكافية في تصميم العناصر الإنشائية لمبنى معين وبشكل متكامل ، إذ إن الأساس اللازم لذلك تم تلقيه في مجموعة من المسافات وعلى شكل أجزاء متفرقة ، وهنا تبرز أهمية الإلمام بكل تلك المعلومات لامتلاك القدرة على التعامل مع المشروع كوحدة متكاملة .

أيضا فانه يتضح للإنسان جليا انه بحاجة إلى محاكاة الواقع العملي بواسطة قواعده العلمية التي تعلمها على مقاعد الدراسة لكي يصبح أكثر ثقة واطمئنانا إليها وهو يرى تلك المعلومات والمساقات تتناسق فيما بينها لتنتج عملا حقيقا على ارض الواقع يكون قابلا للتنفيذ والانجاز .

فوق كل هذا فان من أهم البواعث على انجاز هذا المشروع هو استكمال متطلبات درجة البكالوريوس في الهندسة المدنية لتخصص هندسة مباني .

كما تتضح جملة من الأسباب والدوافع ترتبط بطبيعة المشروع ويمكن أن نجمل أبرزها فيما يلي :

أولا : حاجة المنطقة لمثل هذا المشروع ؛ فهي تعاني من شح حاد في مرافق الخدمات الصحية

ثانيا : دعم القطاع الصحي بشكل عام الذي يعتبر من أهم الاحتياجات في فلسطين.

ثالثا : الرقي بالمستوى الصحي في منطقة دورا بشكل خاص ومحافظة الخليل بشكل عام.

1.6 تسلسل خطوات العمل في المشروع:

١. فهم المخططات المعمارية ودراستها وتدقيقها ومحاولة مطابقتها مع الواجهات والمحاور للتأكد من صحتها .

٢. معالجة بعض الأخطاء والتعديلات المعمارية وخاصة التقسيمات والفتحات .

٣. البدء في تحديد العناصر الإنشائية التي نحتاجها في المشروع كالأعمدة والأعصاب والجسور وغيرها والبدء في رسم مساراتها وتوزيعها بحيث لا تتعارض مع المخطط المعماري للمبنى ,وتحقق الأمان اللازم وتحافظ على التوازن في الجانب الاقتصادي .

٤. تحديد الأحمال الواقعة على العناصر الإنشائية وتحليل العناصر تلك لتحديد النظام الإنشائي المناسب .

٥. الانطلاق في عملية التصميم لتلك العناصر الإنشائية بناء على النتائج التي تم التوصل إليها.

٦. تفريغ كل المعلومات ونتائج الحسابات على المخططات التنفيذية لتلك العناصر الإنشائية التي تم تصميمها ليتم إخراج المشروع بالشكل النهائي بحيث يكون متكاملا.

1.7 الجدول الزمني:

لقد تم تمثيل المخطط الزمني للمشروع في مخطط بياني يربط بين الزمن اللازم وفعاليات المشروع وكل فعالية وزمنها الخاص لكي يتم انجازها كما يلي :

الفعاليات / الأسابيع	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
اختيار المشروع														
دراسة المخططات المعمارية														
توزيع الأعمدة														
دراسة المبنى إنشائياً														
التحليل الإنشائي														تسليم مقدمة المشروع
التصميم الإنشائي														

1.8 محتويات المشروع:

يتمثل هذا المشروع في خطوات عدة ممنهجة علميا بعناوين بارزة تتفرع حسب متطلبات المشروع إلى فصول وهي كما يلي :

الفصل الأول :

يضم بين جنباته مقدمة عن المشروع تتضمن أهمية المشروع والدافع لاختياره والمشاكل فيه وتقسيماته .

الفصل الثاني :

ويحوي هذا الفصل وصفا معماريا دقيقا للمشروع من حيث موقعه ومساحته وواجهاته ومخططاته وتقسيماته .

الفصل الثالث:

يشمل هذا الفصل الوصف الإنشائي لعناصر المشروع المكونة له .

الفصل الرابع:

يضم التحليل والتصميم الإنشائي لعناصر المشروع .

الفصل الخامس :

ويتناول هذا الفصل حصيلة ما تم التوصل إليه من نتائج وتوصيات نابعة من الأعمال التي تم القيام بها على مدى هذا المشروع .

الفصل السادس:

يحتوي هذا الفصل على الملاحق التي تعتبر ركيزة أساسية في مثل هذه المشاريع والتي تضم مجموعة من المخططات المعمارية والتنفيذية الخاصة بالمشروع كما ويضم أيضا المصادر والمراجع التي استخدمت في المشروع .

الفصل الثالث

الوصف الإنشائي

3.1 تمهيد .

3.2 الغاية المرجوة من التصميم الإنشائي للمشروع .

3.3 الأحمال الواقعة على العناصر الإنشائية.

3.4 العناصر والمكونات الإنشائية للمبنى.

الفصل الثالث

3.1 تمهيد :-

يتكون أي مشروع على اختلاف مساحته من بعدين الأول البعد المعماري للمشروع والثاني البعد الإنشائي ، ولعل البعد المعماري في المشروع تم إعطاؤه حقه من خلال الفصل السابق في وصف كامل له ، وهنا يأتي دور البعد الثاني الذي لا يقل أهمية عن المعماري وهو البعد الإنشائي .

إن تكوينه المشروع الإنشائية تحتل منزلة بالغة الأهمية بالنسبة للمشروع ككل، وعلى مر العصور والأزمنة حرص الإنسان على تحصين مسكنه والحصول على متانة عالية لذلك المسكن ليس ذلك فحسب، لقد حرص أيضا على تطوير ذلك المسكن والارتقاء به إلى عدة ادوار وارتفاعات مختلفة ، كل ذلك لم يكن ليحدث لولا إيجاد النظام الإنشائي الذي يتكفل حمل كل تلك الأحمال والذي يحدث الأمان في الاستخدام للمنشأ كما أنه يتمتع بتكلفة اقتصادية متزنة يمكن قبولها .

وسيكون هذا الفصل ساحة لشرح وتفصيل جميع العناصر الإنشائية للمبنى في هذا المشروع ودراسة العناصر على اختلاف أنواعها وما سنستخدمه من تلك الأنواع من أجل الوصول إلى التصميم الأفضل والأجود.

3.2 الغاية المرجوة من التصميم الإنشائي للمشروع :-

يهدف التصميم الإنشائي وبشكل رئيسي إلى الحصول على منشأ متماسك وقوي يمكن أن يودي الخدمة المرجوة منه بجودة عالية ، بدون أن يعرض حياة أحد إلى الخطر ، ولعل أبرز الأمور التي ستساعد في اختيار العناصر الإنشائية الملائمة هو عامل الأمان بالدرجة الأولى ، فالمشروع بحاجة إلى رفع درجة الأمان إلى أفضل مستوياتها ، أيضا فإن هنالك ضابطا أخر هو التكلفة التي يحتاجها هذا المبنى حتى يحقق الدرجة المرجوة من الأمان ، وبالتالي تكون لدينا معادلة بمتغيرين وهي الأمان والتكلفة ، وهذا يدفع إلى اختيار النظام الذي يوفر الأمان المطلوب بالتكلفة المناسبة والأقل .

بالإضافة إلى هذين العاملين فانه يبرز لنا عامل أخر يجب العناية به وهو المدة الزمنية التي يفترض في المبنى أن ينجز خلالها وهنات نحتاج إلى أكبر مدة زمنية يمكن أن نستفيد فيها من هذا المشروع وهذا البعد أيضا محكوم بالتكلفة .

3.3 الأحمال الواقعة على العناصر الإنشائية :

وهي عبارة عن تلك القوى التي تحملها العناصر الإنشائية وتقاومها ويجب أن تكون أقل من أعلي حمل يمكن أن يحمله العنصر الإنشائي ، وهي تتكون من عدة أنواع فمنها الحية والميتة وأحمال الزلازل والرياح وغيرها من الأحمال التي يتحملها المبنى .

وهنا يجب تناول كل من هذه الأحمال منفردة كما يلي :

3.3.1 الأحمال الميتة :

وهي تلك الأحمال الناتجة عن وزن المبنى الفعلي ممثلا بوزن العناصر الإنشائية والكسوة الخاصة بأعمال التشطيب من بطانة وبلاط ورمل وغيرها من المواد الزجاجية والنوافذ على اختلاف أنواعها .

يتم تحديد هذه الأحمال مسبقا من خلال حسابها وذلك بمعرفة أبعاد تلك العناصر الإنشائية وكثافاتها المختلفة كي نحصل في النهاية على أوزانها الفعلية التي تمثل الأحمال الميتة .

تشمل المواد المستخدمة في تركيبة العناصر الإنشائية الخرسانة والقصارة ومواد التشطيب على اختلاف أنواعها ، وكذلك حجارة البناء وغيرها من المواد وكثافتها وهي كما يلي:-

رقم البند	المادة (Material)	الكثافة النوعية(KN/m^3) S. Weight
1	البلاط (Tile)	24
2	المونة الأسمنتية (Mortar)	22
3	الرمل (Sand)	18
4	الطوب الأسمنتي الفرغ (Hollow Block)	١٠
5	طوب الأيتونغ (Yetong Block)	5
6	الخرسانة المسلحة (Reinforced Concrete)	25
7	القصارة (Plaster)	22
8	الأتربة (الطم) (Backfill)	20
9	الحديد المُصنع(الهيكلي) (Mild Steel)	78.5
10	السقف المستعارة (Ceiling)	0.10 KN/m^2
11	التمديدات (Installation)	0.20 KN/m^2

جدول(١-٣) الأحمال الميتة من الكود الأردني

3.3.2 الأحمال الحية :

هي تلك الأحمال التي يتغير موقعها ومقدرها مع الزمن ، وهي تشمل أوزان الأشخاص الذين يستخدمون المبنى والأثاث و الأدوات والأجهزة وغيرها من الأحمال التي لا تكون ثابتة طول عمر المبنى .

يختص كل استخدام للمبنى بقيمة خاصة من الأحمال الحية ، وهذا أمر طبيعي إلا أنه لا يعقل أن تكون الاستخدامات متماثلة ، والأثاث أيضا يختلف فأثاث المشفى يختلف كليا عن أثاث المطعم وهكذا ، ويتبين ذلك من خلال استخدام الكود الأردني الذي يعرض الأحمال الحية لمجموعة من الاستخدامات والأماكن،وسيتم اعتماد الأحمال الحية كما نص عليها الكود الأردني للمشافي وهي(KN/m^2)**5**.

3.3.3 أحمل الثلوج :

إن أهم العوامل المؤثرة في تحديد حمل الثلوج الذي يجب أخذه بعين الاعتبار في المبنى هو مقدار ارتفاع أو انخفاض تلك المنطقة التي يقوم فيها المشروع عن مستوى سطح البحر .

كما أنه لكل منطقة من العالم كود مطبق ومعتمد يجب الرجوع إليه ، وفي هذا المشروع سنستخدم الكود الأردني وهو يعرض الأحمال الناتجة عن الثلوج كما هو مبين في الجدول (٣-٣)

رقم البند	أحمل الثلوج (Snow Loads)(KN/m^2)	ارتفاع المنشأ عن سطح البحر (h) بالمتر (m)
1	0	250>h
2	(h-250) /1000	500 > h > 250
3	(h-400) / 400	1500 > h > 500
4	(h – 812.5)/ 250	2500 > h > 1500

جدول (٣-٣) الأحمال الناتجة عن الثلوج من الكود الأردني

ولتحديد منسوب المنطقة التي سيقام عليها المشروع نقوم باستخدام الكود في إيجاد الحمل الذي يجب أن يؤخذ بعين الاعتبار نتيجة الثلوج وهو كما يلي :

H=850m

1500 > h > 500 ➔(h-400) / 400

(850 -400)/400 =1.125KN/m2

3.3.4 أحمال الرياح :

تشكل الرياح أحمالا أفقية على جدران المبنى ، وهي تتغير من مكان إلى آخر نظرا لارتفاع المبنى ، وكذلك تتأثر سرعة الرياح التي تصدم المبنى بما يحيط بالمبنى من أبنية عالية أو أشجار أو غيرها من العوارض التي تمنع الرياح، أيضا فان مدى ارتفاع المبنى من حيث عدد الطوابق يؤثر بشكل كبير في مدى تأثر المبنى بالرياح.

ويتم حسابها حسب توصيات الكود الأردني بناءا على المعادلة التالية:-

$$q = 0.613(vz)^2$$

$$Vz = V. S1. S2. S3$$

حيث:-

- (q) الضغط الديناميكي للرياح على ارتفاع محدد من منسوب سطح الأرض المحيطة والوحدة (N/m^2) .
- (Vz): السرعة التصميمية للرياح(m/s).
- S1: معامل طبوغرافية الأرض وتساوي من الكود الأردني = ٠.٩ من خلال جدول رقم ١٣.
- S2: معامل وعورة الأرض وتساوي من الكود الأردني = 1.02.من خلال جدول ١٤.
- S3: معامل إحصائي وتساوي من الكود الأردني =1 من خلال جدول رقم ١٥.
- V: سرعة الرياح الأساسية خلال فترة (50) سنة في تلك المنطقة ومقدارها 35م/ث.

Vz = V. S1. S2. S3

Vz = 35*0.9*1.02*1= 32.13 m/s.

واعتمادا على هذه القيم تم حساب الضغط الديناميكي للرياح =

$$q = 0.613\ (32.13)^2 = 632.82\ N/m^2 = 0.63282\ KN/m^2$$

3.3.5 أحمال الناتجة من الزلازل والاهتزازات :

هنالك العديد من الأحمال التي يمكن قياسها والتأكد من كمياتها والسيطرة عليها كالأحمال الحية والميتة للمبنى ، لكن بالمقابل فإن هنالك أحمالا يجب أخذها بعين الاعتبار من باب التوقع والحرص على تحقيق درجة عالية من الأمان في المبنى ، ومن أبرز هذه الأحمال الزلازل والاهتزازات .

تنشأ هذه الاهتزازات نتيجة انزلاق للطبقات الصخرية فوق بعضها البعض ، ومن خلال تصادمات تحدث بين الطبقات والصفائح المختلفة وعادة ما تختلف في شدتها وشكل تأثيرها على المنشآت وبالتالي فإنه يتوجب أخذها بعين الاعتبار حتى تتحقق المقاومة الأفضل للمبنى أمام الزلازل وبالتالي الخروج بأقل الخسائر المحتملة نتيجة حدوث الزلزال .

إن الزلازل تقوم بإحداث حركة أفقية ناتجة عن قوى وعزوم ، ويتم مقاومتها بواسطة جدران القص التي تكون متوزعة على أجزاء المبنى .

3.4 العناصر والمكونات الإنشائية للمبنى :

يتكون المبنى من مجموعة من العناصر الإنشائية التي تتكامل فيما بينها لتعمل على نقل الأحمال التي تتوزع في المنشأ إلى الأرض بطريقة أمنة ومناسبة بحيث لا تحدث أي أضرار . أيضا فأنها تساعد على إعطاء المبنى الشكل الذي صمم عليه معماريا ، وبالتالي تحقق للمبنى الأداء الوظيفي الأمثل في جميع أجزائه.

3.4.1 الأساسات :

يعتبر هذا العنصر الإنشائي من أشد العناصر أهمية وأدقها حسابيا ، إذا إنه هو العنصر الذي يعمل على ترجمة الأحمال الناتجة عن المنشأ ككل إلى ضغوط توزع على التربة بشكل يمكن تلك التربة على استيعابها وتحملها .

وبالتالي ولأن الأساس يتعامل مع الحمل الناتج عن كل المبنى فإنه يصمم بعد الانتهاء من كل ما يعلوه في أي مشروع من المشاريع ، وهنا ومن خلال الرقم الذي يصل إليه الحمل الواقع على الأساس ومن خلال فحص قوة تحمل التربة التي يقع عليها المشروع والتي تم اعتمادها في هذا المشروع من خلال زيارة استكشافية للموقع ومن خلال استشارة الدكتور نبيل الجولاني فانه استقر الأمر على اتخاذها ٤كغم/سم٢ ونظرا لتنوع التربة في العديد من الأماكن التي تقام عليها المشاريع وتنوع الأحمال أيضا فقد كان لزاما على المصممين إيجاد أنواع مختلفة من الأساسات التي يمكن أن تعالج هذه الاختلاف في قوة التربة والأحمال من مكان إلى آخر.

تقسم الأساسات إلى نوعين :

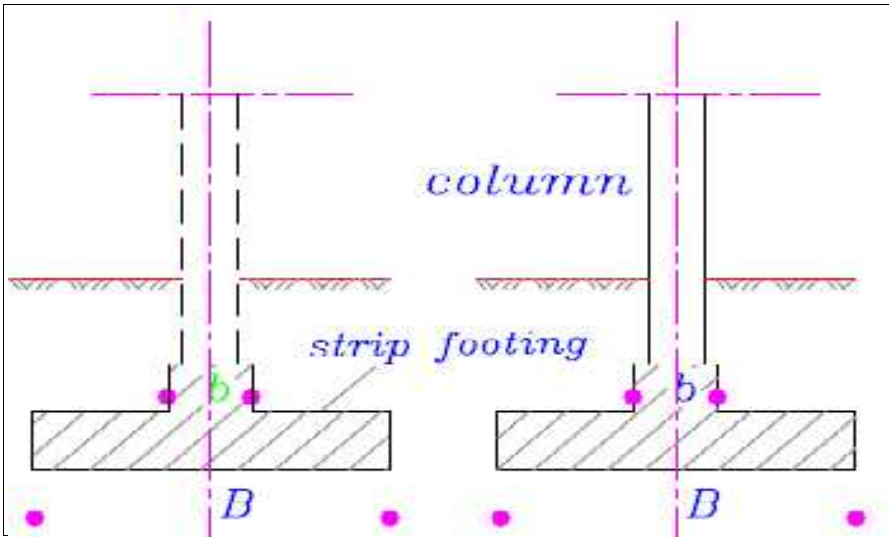
الأساسات السطحية :

وهي الأساسات التي لا تكون على أعماق كبيرة تحت سطح الأرض ويتم عملها عند الحصول على طبقات من التربة يمكن التحميل عليها على أعماق قريبة .

الأساسات العميقة :

وهي تلك الأساسات التي تستخدم عندما لا يتوفر طبقات من التربة قريبة من سطح الأرض يمكن الاعتماد عليها في تحمل الأحمال الناتجة عن المبنى .

بما أن نوع الأساسات يعتمد على قوة عمل التربة وكمية الأحمال التي سيتم تحميلها لتلك الأساسات فإنه يتوقع أن يظهر أكثر من نوع واحد في هذا المشروع نظرا لاختلاف الأحمال وتنوعها من مكان إلى آخر وأيضا لان هذا المشروع يقوم على منسوبين مختلفين من الأرض.



الشكل (٤-٣) رسم توضيحي لأساس سطحي

3.4.2 الأعمدة :

يعد هذا العنصر الإنشائي حلقة الوصل بين بقية أجزاء المبنى والأساس فهو يقوم بنقل جميع أحمال المبنى بشكل مباشر إلى الأساسات ، وبالتالي فانه لا يقل أهمية عن الأساسات .

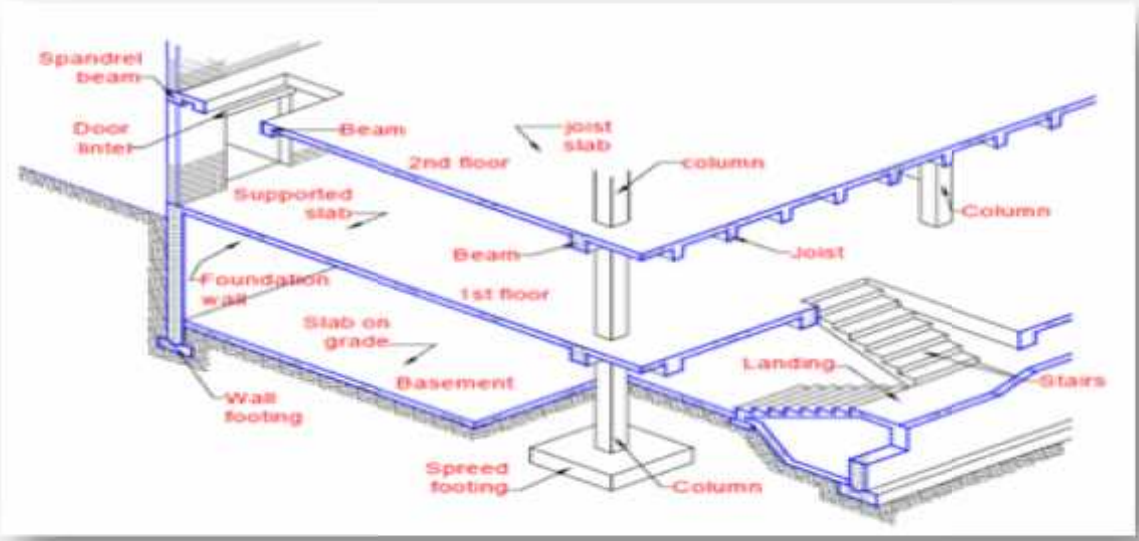
ينقل هذا العنصر الإنشائي الأحمال من العقدات والجسور المختلفة إلى الأساسات على شكل قوى ضغوط في أغلب الأحيان ، مع بعض العزوم التي قد تظهر في المبنى .

تنقسم الأعمدة حسب شكل مقطعها إلى :

- الدائري
- المربع
- المستطيل
- المضلع

ويضم هذا المشروع نوعين من الأعمدة الدائري والمستطيل الشكل .

كما يتم تصنيف الأعمدة إلى طويلة وقصيرة وكل من هذين النوعين يأخذ منحىً مختلفا في تصميمه إنشائي



الشكل (٥-٣) الأجزاء الإنشائية في المباني

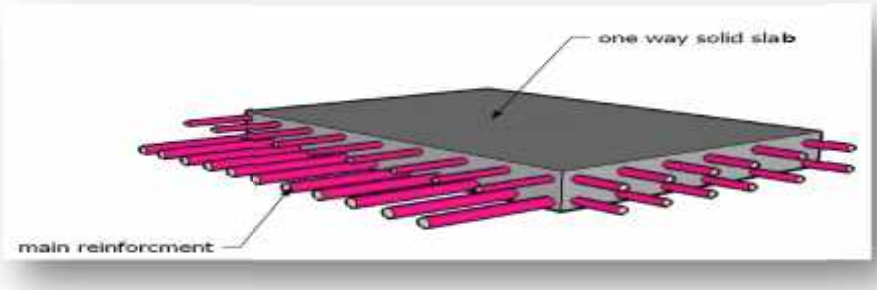
3.4.3 العقدات :

وهي العنصر الذي يتعامل بشكل مباشر مع الأحمال التي تقع على المبنى باختلاف أنواعها ، وبالتالي فهي تنقل الأحمال التي تقع عليها إلى الجسور والأعمدة والجدران الحاملة في المبنى .

تنقسم العقدات إلى نوعين رئيسيين هما :

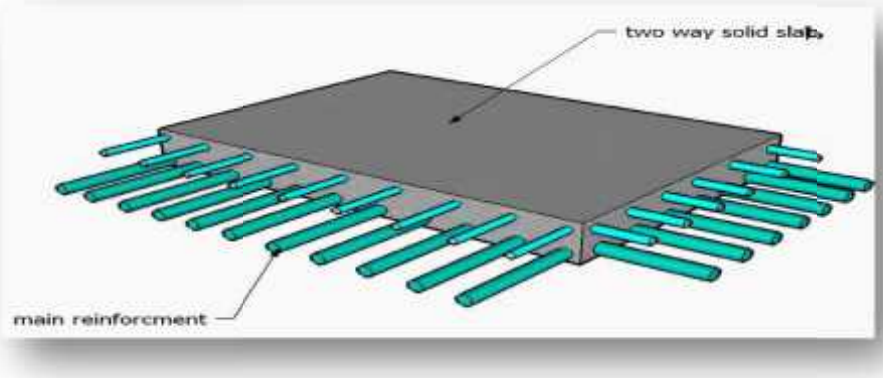
العقدة المصمتة : وهي تتكون من صبة خرسانية تحتوي شبكة كامل من تسليح الحديد وعادة ما تستخدم هذه العقدات في الأماكن التي تتعرض لأحمال عالية كمواقف السيارات والجسور وهي تنقسم إلى نوعين :

- العقدات المصمتة في اتجاه واحد One Way Solid Slabs



الشكل (٦-٣) عقدة مصمتة في اتجاه واحد

- العقدات المصمتة في اتجاهين Tow Way Solid Slabs .



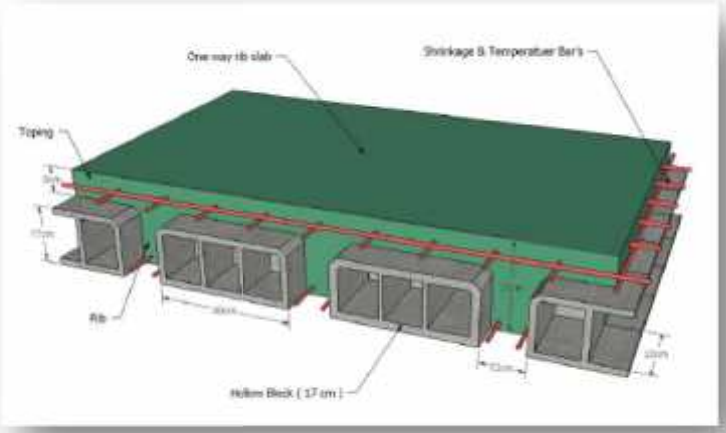
الشكل (٣-٧) عقدة مصمتة في اتجاهين

- العقدات المفرغة Ribbed Slabs

أما العقدات المفرغة فتقسم إلى قسمين هما :-

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

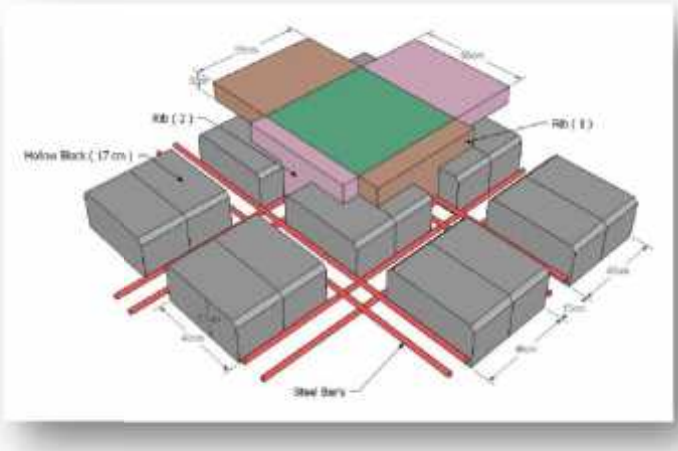
تستخدم هذه العقدات عندما يراد تغطية مساحات بدون جسور ساقطة ، وتستخدم لبحور طويلة، ويتم استخدام هذه البلاطات في جميع طوابق هذا المشروع وعقدات بيت الدرج ومطالع الدرج ، وذلك لخفة وزنها و فعاليتها .



الشكل (٣-٨) عقدة مفرغة في اتجاه واحد

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 .



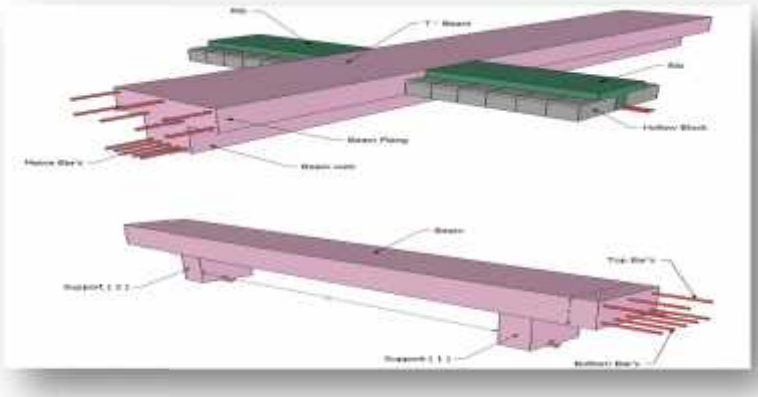
الشكل (٩-٣) عقدة مفرغة في اتجاهين

3.4.4 الجسور :

وهي عناصر إنشائية أساسية في نقل الأحمال من الأعصاب والعقدات المصمتة ، وهي نوعان ، خرسانية ومعدنية ، أما الخرسانية فهي:-

- الجسور المسحورة : - عبارة عن الجسور المخفية داخل العقدة بحيث يكون ارتفاعها يساوي ارتفاع العقدة .
- 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 التقوس(الانحناء) (Limitation of Deflection).

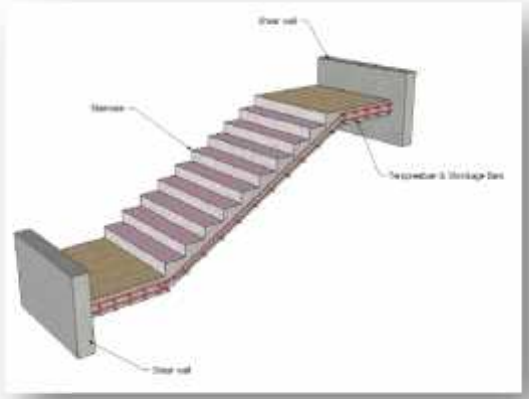


الشكل (١٠-٣) تفصيلة جسر

3.4.5 الأدراج :

وهو ذلك العنصر الذي يوفر الانتقال من مستوى إلى مستوى أعلى منه وبالتالي فإن الدرج يتعرض إلى أحمال حية في معظم الأحيان تكون متحركة كذلك ، وهو يقسم الارتفاع إلى مجموعة من الدرجات يمكن للإنسان صعودها بشكل مريح ودون عناء ، ويحتوي هذا المشروع على مجموعة من الأدراج التي تتشابه في مقاساتها وأبعادها .

وإضافة إلى كل ما تقدم من عناصر إنشائية فإنه يمكن أن نلجأ إلى بعض العناصر الأخرى وهي كما يلي :



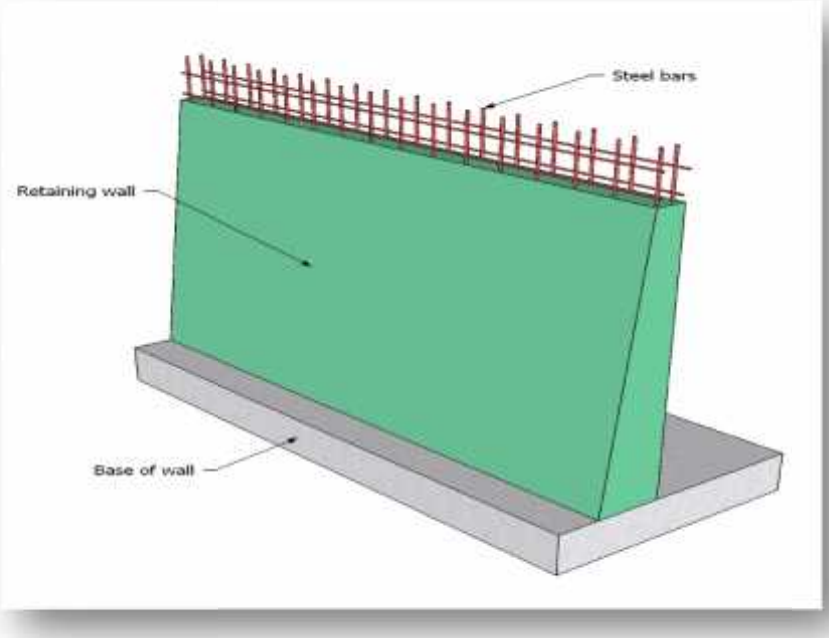
الشكل (١١-٣)مقطع تفصيلي في الدرج

جدران القص :

وهي تستخدم في مقاومة لقوى الأفقية والعمودية الناتجة عن الرياح والاهتزازات الأرضية .

الجدران الأستنادية :

وهي نوع من الجدران يستخدم من أجل مقاومة القوى الجاذبية التي تنتج عن التربة والمياه وهي بالتالي تمنع تلك التربة من الانهيار باتجاه المبنى . وبالتالي تستطيع من خلالها توفير فرق بين منسوبين دون حدوث انهيارات في التربة .



الشكل (١٢-٣) جدار استنادي

الفصل الرابع

4

التحليل و التصميم الإنشائي

Structural Analysis and Design

(4.1) Introduction

(4.2) Slab thickness calculation

(4.3) Load calculation

(4.4) Design of beam (B23)

(4.5) Design of shear for beam (B23)

(4.6) Design of shear for rib (R01)

(4.7) Design of flexure for rib (R01)

(4.8) Design of One-Way Solid Slab

(4.9) Design of long Column .

(4.10) Design of short Column .

(4.11) Design of Isolated footing

(4.12) Design of Basement Wall .

(4.13) Design of solid slab of stairs .

(4.14) Design of Stairs .

(4.15) Design of Shear Wall

4.1 Introduction:

The project consists of several structural elements that had designed according to the ACI code, and by using the finite element method using many computer software such as "ATIR" and to find the internal forces, deflections and moments for all the structural element in order to design the elements.

Concrete is the only major building material that can be delivered to the job site in a plastic state. This unique quality makes concrete desirable as a building material because it can be molded to virtually any form or shape.

Concrete used in most construction work is reinforced with steel. When concrete structure members must resist extreme tensile stresses, steel supplies the necessary strength. Steel is embedded in the concrete in the form of a mesh, or roughened or twisted bars. A bond forms between the steel and the concrete, and stresses can be transferred between both components.

In this project, all of design calculation for all structural members had been made upon the structural system which was chosen in the previous chapter.

So, in this project, there are Three types of slabs : One way solid slab, one way ribbed slab, and two way ribbed slab, They had been analyzed and designed by using finite element method of design, with aid of a computer program called "ATIR- Software " to find the internal forces, deflections and moments for the structural elements of the building, and by using the previous program and "STAAD PRO 2007", Etabs9.7, Safe12.3 programs to find the internal forces, deflections and moments, and then handle calculation had been made to find the required steel for all members.

The design strength provided by a member, it is connections to other members, and its cross – sections in terms of flexure, and load, shear, and torsion is taken as the nominal strength calculated in accordance with the requirements and assumptions of ACI-318-02 (9.5.a) - code.

.

4.2 Slabs thickness calculation:-

Determine The Required Depth Of The Joist (Rib) Based On The Deflection Criteria From Table 9.5(A) ,The Minimum Required Thickness Of Joist Is , For Fy =420 N/Mm2 Grad 60.

- ✓ L/18.5 = 5.11/18.5 =0.276 m , for one end continues .
- ✓ L/21 = 6.435/21 = 0.307 m , for two end continues .
- ✓ L/18.5 = 5.89/18.5 = 0.138m , for one end continues .

(Control)…….. ACI-318-02 (9.5.a) .

Select h = 35 cm

4.3 Load Calculation:

The factored loads on which the structural analysis and design is based for our project members, is determined as follows:

$qu = 1.2D.L + 1.6L.L$.

First: One - way ribbed slab :-

For the one-way ribbed slabs, the total dead load to be used in the analysis and design is calculated as follows:

(Tiles , mortar , sand , slab , partition)

Nominal Total Dead Load:

D.L. $_{total}$ = 0.3744 + 0.2288 + 0.936 + 1.04 + 0.81 + 1.08 + 0.2288 + 0.78 = 5.478KN/m of rib

* Total dead load = 5.478/ 0.52 = 10.53 KN/m^2 * Live load = 5 * 0.52 = 2.6 KN/m of rib .

* Factored dead Load = 1.2* 10.53 = 12.64KN/m * Factored live Load = 1.6 * 2.6 = 4.16 KN/m.

Second: Two-way ribbed slab :-

For the one-way ribbed slabs, the total dead load to be used in the analysis and design is calculated as follows:

(Tiles , mortar , sand , slab , partition)

- (0.52*0.52) units

Nominal Total Dead Load:

* D.L. $_{total}$ = 0.1947 + 0.119 + 0.487 + 0.5408 + 0.7452 + 0.402 + 0.119 = 3.043 KN/unit

* Dead load $_{total}$ = 3.043/(0.52*0.52) = 14.95 KN/ m^2. * Live load = 5 KN/m^2.

* Factored dead Load = 1.2* 13.05 = 17.94 KN/m^2. * Factored live Load = 1.6 * 5 =8 KN/m^2.

Wu = 17.94 + 8 = 25.94 KN/m^2

4.4 Design Of flexure for beam (B23) :-

Moment/Shear Envelope (Factored) Units:kN,meter

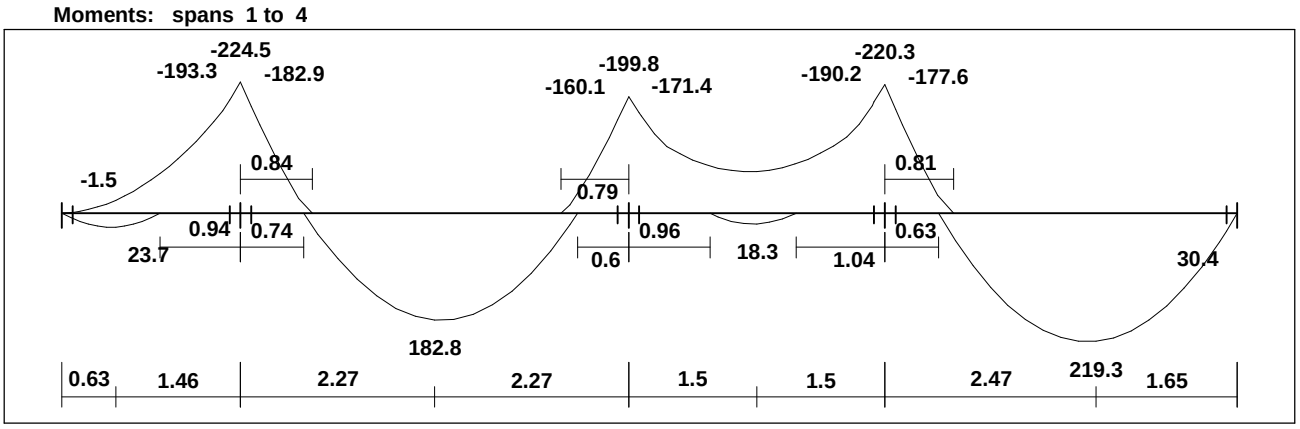


Fig. (4.1) Envelope moment diagram of Beam

$$C_{max} = \frac{3}{7} * d = \frac{3}{7} * 290 = 124.3mm$$

$$a_{max} = 0.85 \times C_{max} = 0.85 \times 124.3 = 105.66mm$$

$$Mn_{max} = 0.85 \times fc' \times 1000 \times 105.7 \times (290 - \frac{105.7}{2}) = 511.36kN.m$$

$$\Phi \ Mn_{max} = 0.9 \times 511.36 = 460 \ kN.m$$

.....

- **For the moments (-193.3 , -192.2 , +183.8 , -171.4) .....**

$$Mu = 193.3 \, kN.m$$

$$Mn = \frac{193.3}{0.9} = 214kN.m$$

$$Kn = \frac{Mn}{b \times d^2} = \frac{214 \times 10^6}{1000 \times (290)^2} = 2.544 \text{ Mpa}$$

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

$$\rho = \frac{1}{20.6}\left(1 - \sqrt{1 - \frac{2(20.6)(2.544)}{420}}\right) = 0.0065$$

$As = 0.0065 * (1000)(290) = 1883\, mm^2 > As_{\min} = 966.7 mm^2$.

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

$$As_{\min} = \frac{\sqrt{24}}{4(420)}(1000)(290) \geq \frac{1.4}{420}(1000)(290)$$

$As_{\min} = 845.7 < 966.7 \longrightarrow The\ l\arg est\ is\ control$.

$As_{\min} = 966.7 mm^2$

$$\#\ \text{Of bars} = \frac{As_{req}}{As_{bar}} = \frac{1883}{201} = 9.36$$

Note $A_{\Phi 16} = 201\ mm^2$

Select top bars 10 Φ 16 mm. Total As= $2010\, mm^2$

***Check for yielding:**

Tension = compression

As * fy = 0.85 * f_c * b * a

$$10 \times 201 \times 10^{-6} \times 420 = 0.85 \times 24 \times 1.0 \times a$$

$$a = 41.4\, mm$$

$$x = \frac{a}{1} = \frac{41.4}{0.85} = 48.69\ mm$$

$$£_s = \frac{290 - 48.69}{48.69} \times 0.003 = 0.014$$

$$£_s = 0.014 > 0.005 \longrightarrow Ok$$

- **For the moments (23.7 , 18.3) .....**

Mu = 23.7 $kN.m$

$$Mn = \frac{23.7}{0.9} = 26.33 kN.m$$

$$Kn = \frac{Mn}{b \times d^2} = \frac{26.33 \times 10^6}{1000 \times (290)^2} = 0.313 \text{ Mpa}$$

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

$$\rho = \frac{1}{20.6}\left(1 - \sqrt{1 - \frac{2(20.6)(0.313)}{420}}\right) = 0.00075$$

$As = 0.00075*(1000)\,(290) = 218\,mm^2 < As_{\min} = 966.7mm^2$.

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

$$As_{\min} = \frac{\sqrt{24}}{4(420)}(1000)(290) \geq \frac{1.4}{420}(1000)(290)$$

$As_{\min} = 845.7 < 966.7 \longrightarrow The\ l\arg est\ is\ control$.

$As_{\min} = 966.7mm^2$

Of bars = $\frac{As_{req}}{As_{bar}} = \frac{966.7}{113} = 8.6$ Note $A_{\Phi 12} = 113$ mm²

Select bottom bars 9 Φ 12 mm. Total As= $1017\,mm^2$

***Check for yielding:**

Tension = compression

As * fy = 0.85 * f_c * b *

$$9 \times 113 \times 10^{-6} \times 420 = 0.85 \times 24 \times 1.0 \times a$$

$$a = 20.9\ mm$$

$$x = \frac{a}{1} = \frac{20.9}{0.85} = 24.6\ mm$$

$$£_s = \frac{290 - 24.6}{24.6} \times 0.003 = 0.03$$

$$£_s = 0.03 > 0.005 \longrightarrow Ok$$

- **For the moment (219.3 kN.m) ……..**

Mu = 219.3 $kN.m$

$$Mn = \frac{219.3}{0.9} = 243.6kN.m$$

$$Kn = \frac{Mn}{b \times d^2} = \frac{243.6 \times 10^6}{1000 \times (290)^2} = 2.9 Mpa$$

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

$$\rho = \frac{1}{20.6}\left(1 - \sqrt{1 - \frac{2(20.6)(2.9)}{420}}\right) = 0.00748$$

$As = 0.00748\ (1000)\ (290) = 2169.6\, mm^2 > As_{min} = 966.7 mm^2$.

$$\#\ Of\ bars = \frac{As_{req}}{As_{bar}} = \frac{2169.6}{201} = 10.79$$

Note $A_{\Phi 16} = 201\ mm^2$

Select bottom bars 11 Φ 16 mm. Total As= $2211\, mm^2$

***Check for yielding:**

Tension = compression

As * fy = 0.85 * f_c * b * a

$$11 \times 201 \times 10^{-6} \times 420 = 0.85 \times 24 \times 1.0 \times a$$

$$a = 45.5\ mm$$

$$x = \frac{a}{1} = \frac{45.5}{0.85} = 53.6\ mm$$

$$£_s = \frac{290 - 53.6}{53.6} \times 0.003 = 0.0132$$

$$£_s = 0.0132 > 0.005$$

$O.K$

4.5 Design of shear for Beam :

shear

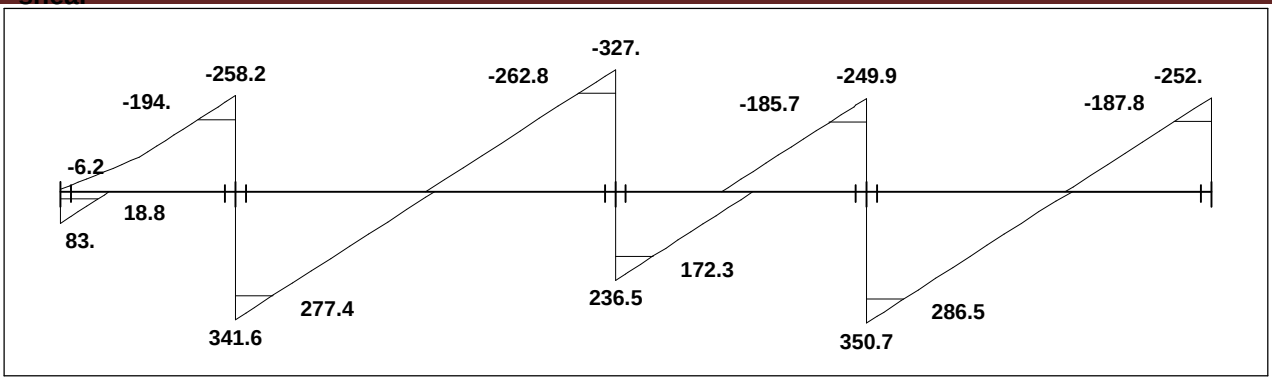


Fig. (4.2) Envelope Shear diagram of Beam (B23)

*ACI – 318 – Categories for shear design:

*Use Φ10 with two legs

* Av = $2 \times 79 = 158$ mm2

- Item (1) $\quad Vu \le \frac{1}{2}\Phi Vc$

$$\frac{1}{2}\Phi\ Vc = \frac{1}{2} \times \Phi \frac{\sqrt{fc'}}{6} \times b_w \times d$$

$$= \frac{1}{2}\Phi\ Vc = \frac{1}{2} \times 0.75 \times \frac{\sqrt{24}}{6} \times 1000 \times 290$$

= 88.8kN

- Item (2) $\quad \frac{1}{2}\Phi Vc \le Vu \le \Phi Vc$

$$\Phi\ Vc = 88.8 \times 2 = 177.6KN$$

- Item (3) $\quad \Phi Vc \le Vu \le \Phi Vc + \Phi Vs_{min}$

$$\Phi Vs_{min} \ge 0.75(\frac{1}{3}) \times bw \times d \ge \frac{0.75}{16}\sqrt{fc'} \times bw \times d$$

$$\Phi Vs_{min} \ge 0.75(\frac{1}{3}) \times 1 \times 0.29 \times 10^3 \ge \frac{0.75}{16}\sqrt{24} \times 1000 \times 0.29 \times 10^3$$

$$\Phi Vs_{min} \ge 72.5kN \ge 66.6kN$$

$$\Phi Vs_{min} = 72.5kN$$

$$\Phi Vc + \Phi Vs_{min} = 177.6 + 72.5 = 250kN$$

- Item (4) $\quad \Phi Vc + \Phi Vs_{min} \le Vu \le \Phi Vc + \Phi \times \frac{1}{3}\sqrt{fc'} \times bw \times d$

$$\Phi \frac{\sqrt{fc'}}{3} \times bw \times d = 0.75 \times \frac{\sqrt{24}}{3} \times 1000 \times 290 = 355.2KN$$

$$\Phi Vc + \Phi \times \frac{1}{3}\sqrt{fc'} \times bw \times d = 177.6 + 355.2 = 532.78 > Vu$$

❖ Values of Vud are (**18.8 , -194 , 277 , -262 , 172.3 , -185 , 286.5 , -187 KN**) respectively …. So :-

1. Vu = 18.8 kN are within item 1 , and no shear reinforcement is required
2. Vu = 172.3 , -194 , -185 , -187 KN. Are within items 2 and 3 , so that min shear reinforcement is required for beams :-

Use2Φ10 with two legs.

$Av = 2 \times 79 \times = 158 \quad mm^2$

$$S_{req.} = \frac{\Phi \times Av \times fy \times d}{\Phi Vs_{req.}} = \frac{0.75 \times 158 \times 10^{-6} \times 420 \times 10^{3} \times 0.29}{21.8} = 0.66m$$

$$S_{req.} < \frac{d}{2} = \frac{29}{2} = 14.5cm < 60cm$$

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

Then use 2Φ 10 @ 12.5 cm.

3. Vu = 262 , 286.5 , 277 kN are within item 4 , so

$\Phi Vs_{req.}$ = 145.2 kN

$$\Phi Vs_{req.} + \Phi Vc \geq Vu$$

$$\Rightarrow \Phi Vs_{req.} = Vu - \Phi Vc = 286.5 - 177.6 = 108.9kN$$

$$S_{req.} = \frac{\Phi \times Av \times fy \times d}{\Phi Vs_{req.}} = \frac{0.75 \times 158 \times 420 \times 290}{108.9 \times 10^{3}} = 14.4cm.....not..control.$$

$$S \leq \frac{d}{2} = \frac{29}{2} = 14.5cm.$$

Select Φ 10 @ 12.5 cm c /c ……(using stirrups Φ 10... 2 leg)

4.6 Design of Rib(R01) for flexure :-

4.6.1 Design of Positive Moment for Rib (R01):

Effective flange width (b_E) according to ACI-code 8.10.2:

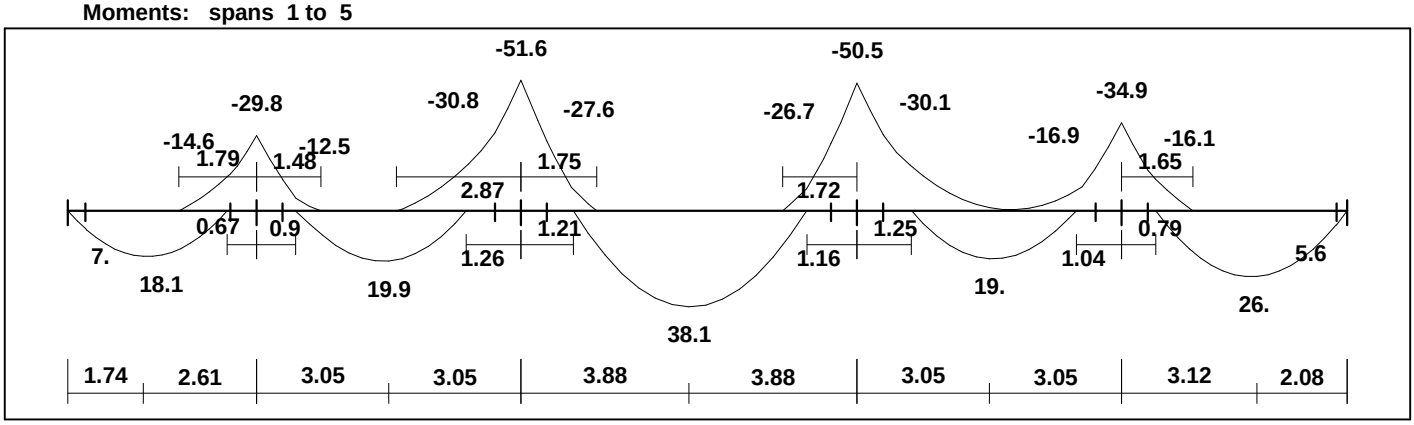
b_E for T-section is the smallest of the following:

b_E = L / 4 = 3.35 / 4 = 83.8 cm

b_E = 12 + 16 t = 12 + 16 (8) = 140cm

b_E = C / C spacing = 52 cm ……..controll.

Moments: spans 1 to 5



Mu Positive for all spans = (18.1 , 19.9 , 38.1 , 19 , 26) kN.m

For Mu (18.1 , 19.9 , 19) kN.m .

$$Mn = \frac{19.9}{0.9} = 22.11 kn.m$$

Determine whether the rib will act as rectangular or T-section:

For a = t = 8cm

C = 0.85 f_c * t * b_E

= 0.85 (24) (8) (52) = 848.64 KN

$$d = h - \text{cov}er - \Phi s - \frac{\Phi}{2}$$

$$d = 35 - 2 - 0.8 - \frac{14}{2} = 31.5 cm$$

Mn = T or C (d – 0.5a) = 848.6 (0.315 – 0.5 (0.08)) = 233.36 KN.m

Mn $_{\text{available}}$ = 233.36 KN.m > Mn required = 22.11 KN.m

Design as a rectangular with b_E = 52 cm

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

$$\text{Kn} = \frac{Mn}{b \times d^2} = \frac{22.11 \times 10^6}{520 \times (315)^2} = 0.428 \text{ Mpa}$$

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

$$\rho = \frac{1}{20.6}\left(1 - \sqrt{1 - \frac{2(20.6)(0.428)}{420}}\right) = 0.00103$$

As = 0.00103 (520) (315) = 168.9 mm^2 > $As_{\min} = 1.16 cm^2$.

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

$$As_{\min} = \frac{\sqrt{24}}{4(420)}(120)(315) \geq \frac{1.4}{420}(12)(315)$$

$As_{\min} = 110.2 < 126 \longrightarrow The\ l\text{arg}est\ is\ control$.

$As_{\min} = 126 mm^2$

Of bars = $\frac{As_{req}}{As_{bar}} = \frac{168.9}{113} = 1.5$ Note $A_{\Phi 12}$ = 113 mm²

Select bottom bars 2 Φ 12 mm. Total As= 226 mm^2

Check for yielding:

Tension = compression

As * fy = 0.85 * f_c * b * a

$$2 \times 113 \times 10^{-6} \times 420 = 0.85 \times 24 \times 0.52 \times a$$

$$a = 8.95\ mm$$

$$x = \frac{a}{1} = \frac{8.95}{0.85} = 10.5\ mm$$

$$£_s = \frac{315 - 10.5}{10.5} \times 0.003 = 0.087$$

$$£_s = 0.087 > 0.005 \longrightarrow Ok$$

For positive moments in spans 3 & 5

Span 3 with Mu 38.1 , select 2 Φ16 .

Span 5 with Mu 26 , select 2 Φ 12 .

4.6.2 Design of negative moment for rib (R01):

Negative moments over all supports is $Mu = (-14.6, -30.8, -30.1, -16.9)$ kN.m

For (-30.1 , 30.8) moments :

Mn = 30.8 / 0.9 = 34.22 kN.m

d = h – cover – Φ_s – Φ/2 = 35 – 2 –١ – 2/2 = 29 cm

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

$$kn = \frac{Mn}{b \times d^2} = \frac{34.22 \times 10^6}{120 \times (315)^2} = 2.87 \text{ Mpa}$$

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

$$\rho = \frac{1}{20.6}\left(1 - \sqrt{1 - \frac{2(20.6)(2.87)}{420}}\right) = 0.0074$$

$As_{req.} = 0.0074\ (120)\ (315) = 280\ mm^2$

$$As_{\min} = 0.25\frac{\sqrt{fc'}}{(fy)}(bw)(d) \geq \frac{1.4}{fy}(bw)(d) \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (ACI - 10.5.1)$$

$$As_{\min} = 0.25\frac{\sqrt{24}}{(420)}(120)(315) \geq \frac{1.4}{420}(120)(315)$$

$As_{\min} = 110.2mm^2 < 126.0mm^2$ ……the larger is control

$As_{\min} = 126.0mm^2$

$As_{req.} = 280mm^2 > As_{\min} = 126.0mm^2$ ……..controls

No. of bars = As/ As_{bar} = 280 /154 = 1.82 bars * Note $A_{\Phi 14}$ = 154 mm²

Select 2 Φ 14 mm …… Total $As_{provided}$ = 308 mm².

- **Check for strain**

Tension = compression

As × fy = 0.85 × f_c × b × a

$$5\times113\ \times420=0.85\times24\times120\times a$$

$$a=10.3mm$$

$$c=\frac{a}{_1}=\frac{10.3}{0.85}=12.14mm$$

$$£_s=\frac{315-12.14}{12.14}\times0.003$$

$$£_s=0.0748>0.005$$

$\Rightarrow$ O.K

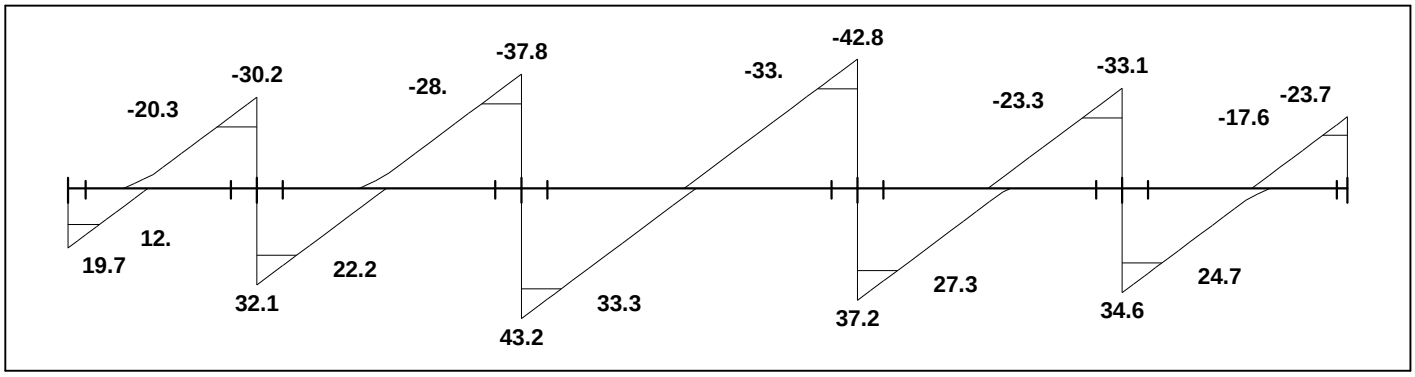
$\Rightarrow$ For the moment -14.6 on the second support .. ρ = 0.0031 , selecting 2 Φ 10 , with As = 158 mm^2 .

$\Rightarrow$ For the moment -16.9 on the fifth support .. ρ = 0.0039 , selecting 2 Φ 10 , with As = 158 mm^2 .

4.7 Design of shear for rib (R01):

ACI – 318 – Categories for shear design:

Shear



Values of Vu = (12 , -20.3 , 22.2 , -28.0 , 33.3 , -33.0 , 27.3 , -23.3 , 24.7 , -17.6) kN

Use Φ 8 with two legs

Av = 2 × 50 = 100 mm2

1. $Vu \le \frac{1}{2}\Phi Vc$

$$\frac{1}{2}\Phi\ Vc = \frac{1}{2}\times\Phi\frac{\sqrt{fc'}}{6}\times b_w \times d$$

$$=\frac{1}{2}\Phi\ Vc = \frac{1}{2}\times 0.75\times\frac{\sqrt{24}}{6}\times 120\times 315$$

= ١٦.٥٧ kN

$Vu > \frac{1}{2}\Phi\ Vc$…….not control

2. $\frac{1}{2}\Phi Vc \le Vu \le \Phi Vc$

$$\Phi\ Vc = 11.57\times 2 = 23.15KN$$

$$1.1\Phi\ Vc = 1.1\times 11.57\times 2 = 25.46KN$$

For Vu = 12 , 20.3 , 17.6 , 22.2 , 23.3 , 24.7 kN ……. $Vu < 1.1*\Phi\ Vc$…….controll

Minimum shear reinforcement is required

$$\frac{Av}{S_{req.}} \ge \frac{1}{3}\times\frac{bw}{fyt} \ge \frac{1}{16}\frac{\sqrt{fc'}}{fyt}\times bw$$

$$\frac{Av}{S_{req.}} \ge \frac{1}{3}\times\frac{120}{420} \ge \frac{1}{16}\frac{\sqrt{24}}{420}\times 120$$

$$\frac{Av}{S_{req.}} \ge 0.0952 \ge 0.00073$$

$$\frac{Av}{S_{req.}} = 0.0952$$

$$\frac{2*50}{S_{req.}} = 0.0952 \Rightarrow S_{req.} = 1050mm = 105cm$$

$$S_{req.} < \frac{d}{2} = \frac{31.5}{2} = 15.75cm \quad , \quad \text{Then Select } S = 12.5\text{cm} < \frac{d}{2} \ldots\ldots\ldots\ldots ok$$

Select Φ8 @ 1∘ cm c/c.

- Item (3) $\Phi Vc \le Vu \le \Phi Vc + \Phi Vs_{\min}$

$$\Phi Vs_{\min} \ge 0.75(\frac{1}{3}) \times bw \times d \ge \frac{0.75}{16}\sqrt{fc'} \times bw \times d$$

$$\Phi Vs_{\min} \ge 0.75(\frac{1}{3}) \times 0.12 \times 0.315 \times 10^3 \ge \frac{0.75}{16}\sqrt{24} \times 0.12 \times 0.315 \times 10^3$$

$$\Phi Vs_{\min} \ge 9.45kN \ge 8.68kN$$

$$\Phi Vs_{\min} = 8.68kN$$

$1.1\Phi Vc + \Phi Vs_{\min} = 25.46 + 8.68 = 34.14kN$ …… control

For Vu = -28.0 , 33.3 , - 33.0 , 27.3 kN.

Min. shear reinforcement is required :

$$\frac{Av}{S_{req.}} \ge \frac{1}{3} \times \frac{bw}{fyt} \ge \frac{1}{16}\frac{\sqrt{fc'}}{fyt} \times bw$$

$$\frac{Av}{S_{req.}} \ge \frac{1}{3} \times \frac{120}{420} \ge \frac{1}{16}\frac{\sqrt{24}}{420} \times 120$$

$$\frac{Av}{S_{req.}} \ge 0.0952 \ge 0.00073$$

$$\frac{Av}{S_{req.}} = 0.0952$$

$$\frac{2*50}{S_{req.}} = 0.0952 \Rightarrow S_{req.} = 1050mm = 105cm$$

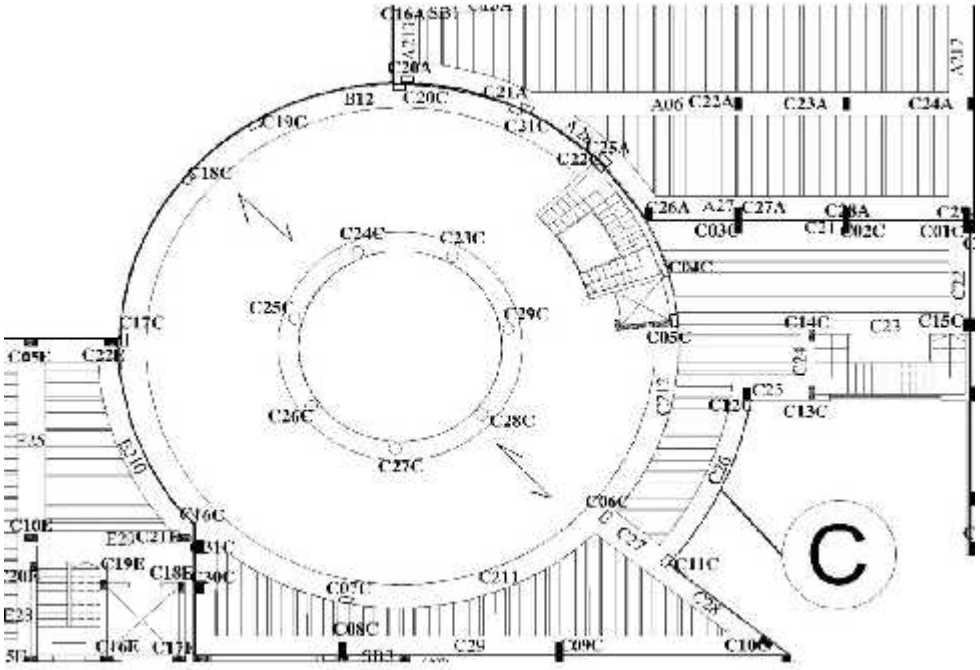
$$S_{req.} < \frac{d}{2} = \frac{31.5}{2} = 15.75cm$$

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

Select Φ8 @ 1∘ cm c/c.

4.8 Design of One way solid slab :-

(part C)



Figure(4-3) : One way solid slab of First Floor.

❖ **Material :-**

concrete B300 $Fc' = 24\ N/mm^2$

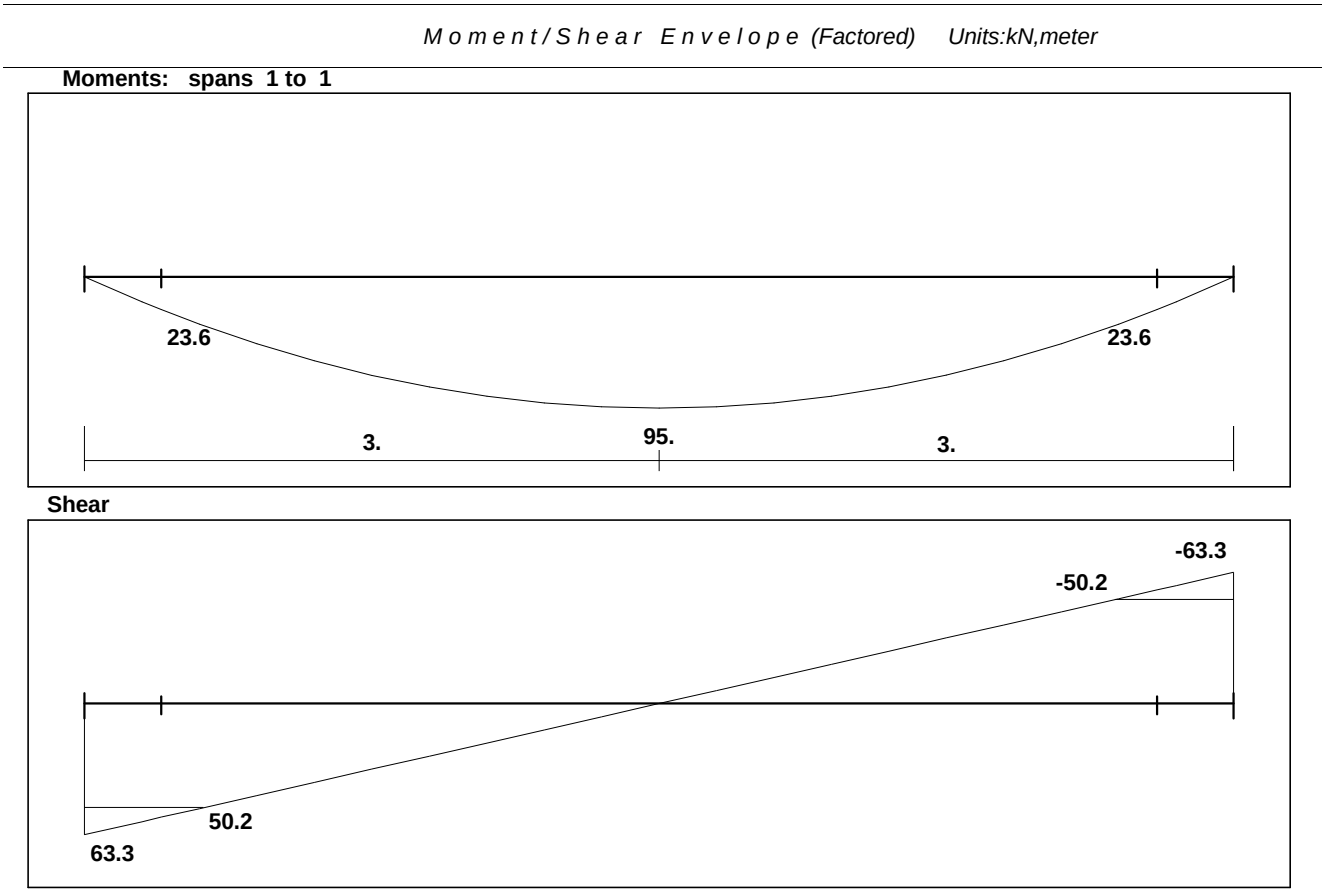
Reinforcement Steel $fy = 420\ N/mm^2$

❖ **Section :-**

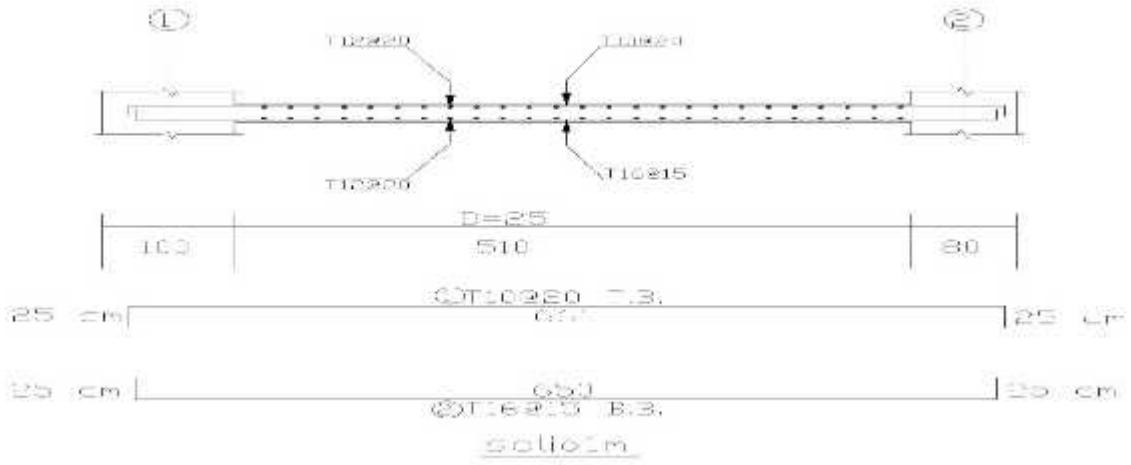
✓ L/20 = 4.9/20 = 0.245 m , for simply supported .
(Control) …….. ACI-318-02 (9.5.a)

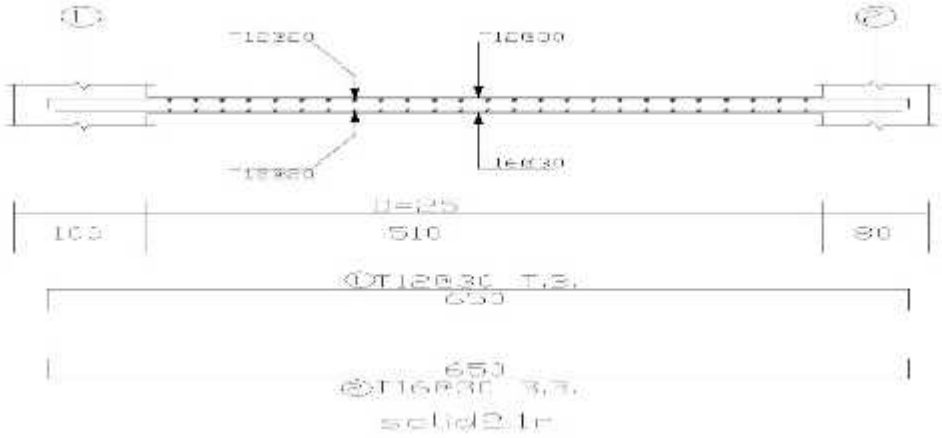
⇒ **Select h = 25cm**

❖ **System :-**

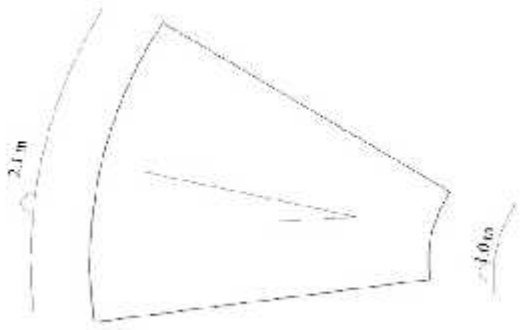


Figure(4-4) :
For 1m strip width at the face of the inner beam
and 2.1 m strip width at face of the outer beam





Figure(4-5) : Spans , Length of Solid Slab (S1)
Two sections diagonal had been made



❖ **Loading :-**

✓ Live Load :-

L.L =5 KN/m^{2*}1m =5 KN/m

✓ Dead Load :-

Weight Of Solid =0.25*25=6.25 *KN* /m^2

Weight Of Plastering =0.02*22 = 0.44 *KN* /m^2

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

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

Sand = 0.1 * 16 = 1.6 *KN* /m^2

Partitions = 1.5 *KN* /m^2

D.L= 10.92 KN/m^2

d= 250-20-12=218 mm .

❖ **Design :-**

It considered to be simply supported solid structure :

a) Design of shear:-

Vu =50.2 KN

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

$= 0.75 * \frac{\sqrt{24}}{6} * 1 * 0.218*10^3 = 144.2$ KN

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

$= 0.75 * \frac{\sqrt{24}}{6} * 2.1 * 0.218*10^3 = 280.3$ KN

Φ Vc= 144.2 > Vu=50.2 kN .

No shear reinforcements is required

b) Design of moment:-

For 1m strip :-

Mu= 95 KN.m

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

$Rn = \frac{Mu/¤}{b*d^2} = \frac{95*10^{-3}/0.9}{1*(0.218)^2} = 2.22$ N/mm^2

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

$\rho = \frac{1}{20.6}(1 - \sqrt{1-\frac{2(20.6)(2.22)}{420}}) = 0.00561$

ρ=0.00561

As_{req} = 0.00561 (1000) (218) = 1223.6 mm^2/m.

As_{req} =1223.6 mm^2/m

# of bars = As/ As_{bar} = 1223.6/201 = 6.1

⇒ Note $A_{Φ16}$ = 201 mm²

⇒ **Select bottom Diagonal bars Φ 16 @ 15 cm c/c .**

For 2.1m strip :-

Mu= 95 KN.m

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

$Rn = \frac{Mu/¤}{b*d^2} = \frac{95*10^{-3}/0.9}{2.1*(0.218)^2} = 1.06$ N/mm^2

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

$\rho = \frac{1}{20.6}(1 - \sqrt{1-\frac{2(20.6)(1.06)}{420}}) = 0.00259$

ρ=0.00259

As_{req} = 0.00259 *(2100)* (218) = 1184.4 mm^2/2.1m.

As_{req} =1184.4 mm^2/m

# of bars = As/ As_{bar} = 1184.4/201 = 5.9

⇒ Note $A_{Φ16}$ = 201 mm²

Spacing = 2.1/5.9 = 0.356

⇒ **Select bottom Diagonal bars Φ 16 @ 30 cm c/c .**

c) Design of Top reinforcement .

No negative moments , so we use min. reinforcement for shrinkage and temperature effect purpose :-

As = 0.0018 * 1000*250 = 450 mm / m

Use **Φ12 .**

⇒ **Select Diagonal Top bars Φ 12@15cm spacing at the inner face and Φ 12@15cm at the outer face (like shown in the sections provided in the previous papers)** .

d) In the other direction:-

Top and bottom :-

Shrinkage & temperature reinforcement

As = 0.0018 (1000) (250) = 450 mm^2 /m.

⇒ **use Φ 12@25cm. in bottom & top**

4.9 Design of long column C22A :-

4.9.1 Load Calculation:

$$Pu = 1.2*(Rd1+Rd2+Rd3+(2*0.3*0.6*4*25)+(0.3*0.6*3.75*25))+1.6*(Rl1+Rl2+Rl3)$$
$$= 1.2*(235.03+281.76+281.76+36+16.875)+1.6*(92.79+97.62+97.62)$$
$$= 1550.64KN$$

where :

Rd1,2,3 are service dead loads from Atir program .

Rl1,2,3 are service live loads from Atir program .

$$p_u = 1550.64KN$$

$$p_{n\,req} = \frac{1550.64}{0.65} = 2385.6KN$$

$$Use° = °g = 1.5\%$$

$$Pn = 0.8*Ag\{0.85*fc'+°g(fy-0.85fc')\}$$
$$2385.6 = 0.8*Ag[0.85*24+0.015*(420-0.85*24)]$$
$$Ag = 1129.8cm^2$$

Use 30×50 cm with Ag = 1500cm² > Agreq = 1129.8cm²

4.9.2 Check Slenderness Effect:

- **In 50cm-Dirction**

$I = \frac{bh^3}{12} \ldots. for \ \ rec\tan gular \ \ sec tion$

$A = b \times h$

$r = \sqrt{\frac{I}{A}} = \sqrt{\frac{bh^3}{12 \times b \times h}} = \sqrt{\frac{h^2}{12}} = 0.3 \times h$

$r = 0.3 \times 0.5 = 0.15 m^2$

$k = 1.0$

$\frac{k.L_u}{r} = \frac{1 \times 3.65}{0.15} = 24.33 > 22$

$\therefore long \ \ Column$

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

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 = 3.65 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.

$EI = 0.4\frac{E_c I_g}{1 + {}_d} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots [ACI\ 318 - 2002 \ \ (Eq.\ 10 - 15)]$

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

${}_d = \frac{1.2DL}{Pu} = \frac{1.2 * (851.4)}{1550.64} = 0.66$

$I_g = \frac{b \times h^3}{12} = \frac{0.3 \times 0.5^3}{12} = 0.003125\, m^4$

$EI = \frac{0.4 \times 23270.15 \times 10^6 \times 0.003125}{1 + 0.66} = 17.52 MN.m^2$

$P_{cr} = \frac{®^2 EI}{(KLu)^2} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots ACI 318 - 2002 (Eq.\ 10 - 13)$

$P_c = \frac{3.14^2 \times 17.52}{(1.0 \times 3.65)^2} = 12.98 MN.$

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

$Cm = 1 \ \ldots\ldots\ \ According \ \ to \ \ ACI\ 318 - 2002\ (10.10.6.4)$

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

$¢_{ns} = \frac{1}{1 - \frac{1550.64}{0.75 \times 12.98 \times 10^3}} = 1.18 > 1$

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

$e = e_{\min} \times ¢_{ns} = 0.03 \times 1.18 = 0.0356$

$\frac{e}{h} = \frac{0.0356}{0.3} = 0.119$

From Interactio n Diagram

$\frac{¤P_n}{A_g} = \frac{1550.6}{0.5 * 0.3} \times \frac{145}{1000} = 1.5 \;\; Ksi$

$°_g = 0.006$

$A_s = ° \times A_g = 0.006 \times 500 \times 300 = 900\ mm^{2}`$

$A_{s\min} = °_{\min} \times A_g = 0.01 \times 500 \times 300 = 1500 mm^{2}`$

$\therefore use 10¤14$

- **In 30cm-Dirction**

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

Lu: Actual unsupported (un braced) length.

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

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

Lu = 3.65 m
M1/M2 =1
K=1 , According to ACI 318-02 (10.10.6.3) The effective length factor, k, shall be permitted to be taken as 1.0.

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

$\frac{1 \times 3.65}{0.3 \times 0.3} = 40.56 > 22$

$\therefore long \;\; Coloumn \;\; in \;\; 30\,cm : dirction$

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

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

$$_d = \frac{1.2DL}{Pu} = \frac{1.2*(851..4)}{1550.6} = 0.66$$

$$I_g = \frac{b\times h^3}{12} = \frac{0.5\times 0.3^3}{12} = 0.001125m^4$$

$$EI = \frac{0.4\times 23270.15\times 10^6\times 0.001125}{1+0.66} = 6.31MN.m^2$$

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

$$P_c = \frac{3.14^2\times 6.31}{(1.0\times 3.65)^2} = 4.67MN.$$

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

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

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

$$¢_{ns} = \frac{1}{1-\frac{1550\ .6}{0.75\times 4.67\times 10^{\ 3}}} = 1.79\ > 1$$

$$e_{\min} = 15+0.03\times h = 15+0.03\times 300 = 24mm = 0.024m$$

$$e = e_{\min}\times ¢_{ns} = 0.024\times 1.79 = 0.0429$$

$$\frac{e}{h} = \frac{0.0429}{0.3} = 0.143$$

$$From \quad Interactio\ n \quad Diagram$$

$$\frac{¤P_n}{A_g} = \frac{1550.6}{0.5\times 0.3}\times\frac{145}{1000} = 1.5 \ \ Ksi$$

$$°_{\ g} = 0.0085$$

$$A_s = °\times A_g = 0.0085\times 500\times 250 = 1275\ mm^{2}`$$

$$A_{s\min} = °_{\min}\times A_g = 0.01\times 500\times 300 = 1500\ mm^{2}`$$

$$\therefore use10¤14$$

4.9.3 Design of the Tie Reinforcement:

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

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

$S \le$ Least dimension.

$spacing \le 16 \times d_b = 16 \times 2.2 = 35.2\ cm$

$spacing \le 48 \times d_t = 48 \times 1.0 = 48\ cm$

$spacing \le least\ .\dim . = 25\ cm$

$Use¤10@20\ cm$

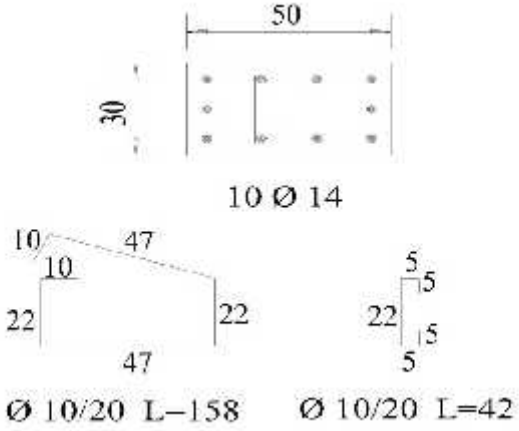


Fig . (4-6.a) Details of Column .(Col-22A)

4.10.Design of Short Column :-

- **Pos. (C07 Part D) : Column in First Floor .**
  - ❖ **Loading :-**

Pu = 1.2*3363.65 + 1.6*1346.2= 6190.3 KN

Pu = 6190.3 KN

Pn = 4366 /(0.65) =9523.5 KN

$°g = 0.015$

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

$9523.5 * 10^{-3} = 0.8 * Ag[0.85 * 28(1 - 0.015) + 0.015 * 420]$

$Ag = 0.4510 m^2 = 4510 cm^2$

Try 70*70 cm with Ag = 4900cm^2

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

$95235 * 10^{-3} = 0.8 * 0.4510\ [0.85 * 24\ (1 - °g) + °g * 420\ ]$

$°g = 0.015$

Lu = 3.65 m

M1&M2 =1

K=1

$\frac{klu}{r} < 34 - 12\ \frac{M\ 1}{M\ 2}$ .... $ACI - (10.12.2)$

$\frac{1 * 3.65}{0.3 * 0.7} = 17.38 < 22$

$\therefore\ short\ \ Coloumn$

$A_s = \circ * A_g = 0.015 * 4900 = 73.5cm^2 \quad \therefore \; Select \;\; 20¤22 \Rightarrow As_{\Pr ovided} = 76cm^2 > As_{req.} = 73.5cm^2$

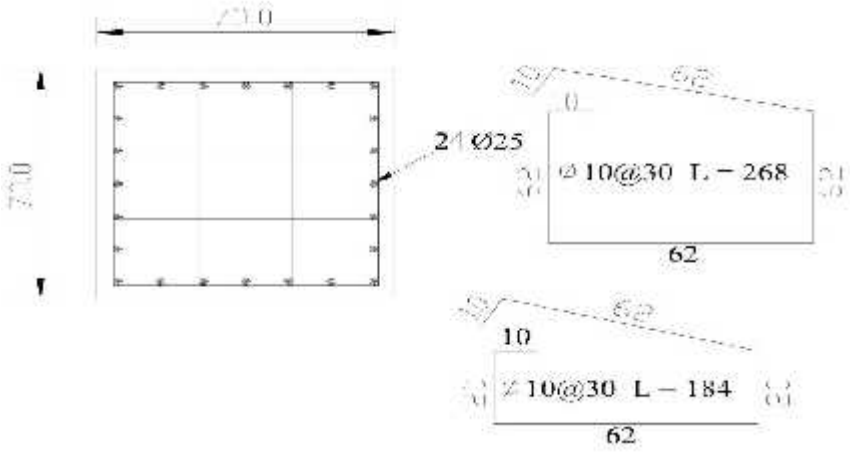


Fig . (4-6.b) Details of Column .(Col-22A)

4.11 Design of Isolated Footing (F01):

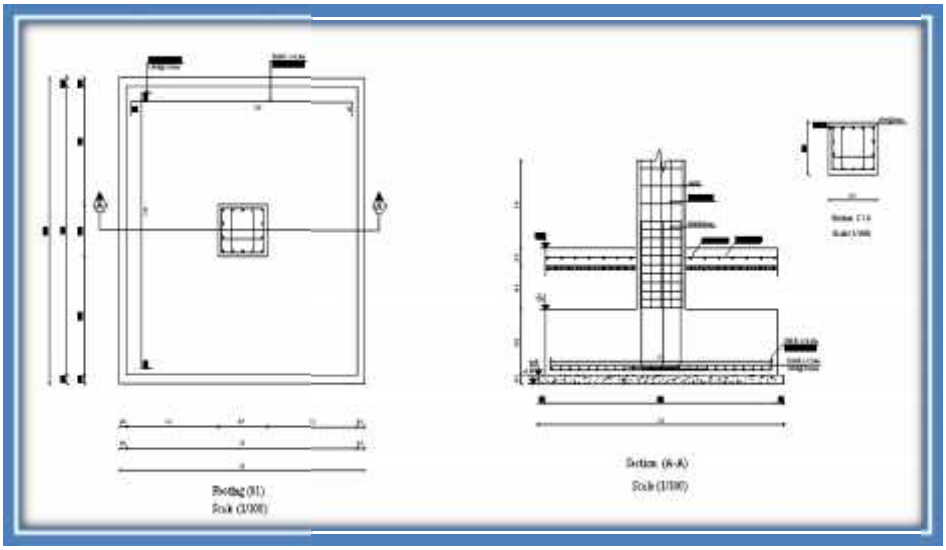


Fig. (4-7) Geometry of Footing (F01)

Once the ultimate column or load is determined, the proper footing can be designed. The following subsections describe the analysis and design of footing (F01) :

4.11.1 Load Calculation:

From Column 27 Part B :

Factored Load = 2433.7 kN.

Soil Weight = 18 kN/m^3.

Soil Depth = 0.2 m.

Column geometry 60×30 cm.

Allowable Soil Pressure = 400 kN/m^2.

4.11.2 Design of Footing Area:

Assume footing to be about (75 cm) thick.

$$A = \frac{Force(service)}{q_{all.net}}$$

$$q_{all.net} = 400 - 5 - 0.2 \times 18 - 0.75 \times 24$$

$$q_{all.net} = 373.4 kN/m^2$$

$$A = \frac{1833.2}{373.4}$$

$$A = 4.91 m^2$$

$$A = W \times L = 4.91 m^2$$

$$L = W = \sqrt{4.91} = 2.216 m \cong 2.3 m$$

$$q_u = \frac{Force(Factored)}{A} = \frac{2433.7}{5.29} = 460.0 kN/m^2$$

Where :

A: Area of footing.

W: Width of footing.

L: Lenth of footing.

4.11.3 Determine the Depth of Footing Based on Shear Strength:

Assume h = 75 cm ……d = 750-75-20 = 655 mm

- **Check For One Way Action:-**

$$V_u = (\frac{(L-a)}{2} - d) \times q_u \times W$$

$$V_u = (\frac{(2.3-0.6)}{2} - 0.655) \times 460 \times 2.3$$

$$V_u = 206.3kN$$

For X - direction $\Phi V_c = \frac{0.75}{6}\sqrt{fc'} \times L \times d$

$$\Phi V_c = \frac{0.75}{6}\sqrt{24} \times 2.3 \times 0.655 \times 10^3$$

$$\Phi V_c = 922.5kN$$

$$\Phi V_c > V_u .....O.K$$

For Y- direction

Surely it will be satisfied since 0.3< 0.6 ...

- **Check for Two Way Action :-**

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

$$V_c = \frac{1}{12}\left(2 + \frac{4}{c}\right)\sqrt{f_{c'}}.b_o.d$$

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

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

Where:

$$_C = \frac{Column\ Length\ (a)}{Column\ Width\ (b)} = \frac{60}{30} = 2$$

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

= 2×{(a+d) + (b+d)} = 2×{(0.60+0.655) + (0.30+0.655)} = 4.42 m.

$\sim_s$ = 40 for interior column

$$V_c = \frac{1}{12}\left(2+\frac{4}{2}\right)\sqrt{f_{c'}}.b_o.d = 0.33\sqrt{f_{c'}}.b_o.d$$

$$V_c = \frac{1}{12}\left(\frac{40\times 0.655}{4.42}+2\right)\sqrt{f_c'}.b_o.d = 0.66\sqrt{f_c'}.b_o.d$$

$$V_c = \frac{1}{3}\sqrt{f_c'}.b_o.d = 0.333\sqrt{f_c'}.b_o.d.....Control$$

Vu = 460* ((2.3*2.3)-(0.955*1.255)) = 1882.32 kN

$$V_c = \frac{1}{3}\sqrt{f_c'}.b_o.d = 0.333\sqrt{24}\times 4.42\times 0.655\times 10^3$$

$$Vc = 4723.0kN.....¤ = 0.75$$

$$¤Vc = 0.75\times 4723.0 = 3542.25kN$$

$$¤Vc > Vu.....OK.$$

4.11.4 Design for Bending Moment:

At X- Direction

$$Mu = 460\times 2.3\times 0.85\times\frac{0.85}{2} = 382.2kN.m$$

Using Reinforced Concrete.

$$Mn = \frac{3822}{0.9} = 424.67\ \ kN.m$$

$$\text{Kn} = \frac{Mn}{bd^2} = \frac{424.67}{2.3\times(0.655)^2} = 0.43Mpa$$

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

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

$$\rho = \frac{1}{20.6}\left(1-\sqrt{1-\frac{2\times 20.6\times 0.43}{420}}\right) = 0.001036$$

$$As_{Req.} = \rho \times b \times d = 0.001036\times 2300\times 655 = 1560.3\ \ mm^2$$

$$As_{Shrinkage(\min.)} = 0.0018\times b\times h = 0.0018\times 2300\times 750 = 3105\ \ mm^2$$

$$As\min = Asreq = 3105 mm^2 .....control$$

$$select\ \ 13\text{¤}18\ \ with As = 3302\ \ mm^2 > Asreq. = 3105\ \ mm^2$$

At Y- Direction

$$Mu = 460\times 2.3\times 1.0\times \frac{1.0}{2} = 1058.0 kN.m$$

Using Reinforced Concrete.

$$Mn = \frac{1058}{0.9} = 1175.56\ \ kN.m$$

$$\text{Kn} = \frac{Mn}{bd^2} = \frac{1.1756}{2.3\times (0.655)^2} = 1.19 Mpa$$

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

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

$$\rho = \frac{1}{20.6}\left(1-\sqrt{1-\frac{2\times 20.6\times 1.19}{420}}\right) = 0.00293$$

$$As_{Req.} = \rho \times b \times d = 0.00293\times 2300\times 655 = 4409.8\ \ mm^2$$

$$As_{Shrinkage(\min.)} = 0.0018\times b\times h = 0.0018\times 2300\times 750 = 3105\ \ mm^2$$

$$As = Asreq = 4409.8 mm^2 .....control$$

$$select\ \ 18\text{¤}18\ \ with As = 4572\ \ mm^2 > Asreq. = 4409.8\ \ mm^2$$

4.11.5 Check for Strain:

At X- Direction

Tension = Compression

$As \times fy = 0.85 \times fc' \times b \times a$

$3140 \times 420 = 0.85 \times 24 \times 2300 \times a$

$a = 28.1 \ mm$

$x = \frac{a}{1} = \frac{28.1}{0.85} = 33.1 \ mm$

$£_s = \frac{655 - 33}{33} \times 0.003$

$£_s = 0.056 > 0.005$ .....OK

At Y- Direction

Tension = Compression

$As \times fy = 0.85 \times fc' \times b \times a$

$4572 \times 420 = 0.85 \times 24 \times 2300 \times a$

$a = 40.93 \ mm$

$x = \frac{a}{1} = \frac{40.93}{0.85} = 48.2 \ mm$

$£_s = \frac{655 - 48.2}{48.2} \times 0.003$

$£_s = 0.0378 > 0.005$ .....OK

4.11.6 Check transfer of load at base of column:

$\Phi Pn = \Phi(0.85 \, fc' Ag)$

$\Phi Pn = 0.65(0.85)(24)(0.3 * 0.6) * 10^3 = 2386.8kN \ > \ 2433.7$KN.

Since ΦPn<Pu.

∴ **Dowels are required for load transfer.**

$As = \frac{(Pu/¤) - Pnb}{fy} = \frac{(2.433/0.65) - 3.67}{420} = 174 \cdots mm^2$

As $_{min}$ = 0.005* (0.3 * 0.6) = 900 mm^2 ….. controll

$¤Pnb_{footing} = ¤ * 0.85 * fc' * A_1 * \sqrt{A_2 / A_1}$

$\sqrt{A_2/A_1} = \sqrt{\frac{4.6}{0.6 * 0.3}} = 5.05 > 2.0$ …….. using $\sqrt{A_2/A_1} = 2.0$.

$¤Pnb_{footing} = 0.65 * 0.85 * 24 * 0.6 * 0.3 * 2.0 = 4.77 >$ Pu =2.433 …… O.K

Use 8 Φ 16 dowels As Provided = 1608cm2

4.11.7 Development Length (L_d):-

Ldb= $\frac{fy}{4\sqrt{fc'}} \times d_b$

Ldb= $\frac{420}{4\sqrt{24}} \times 16 = 385.8mm$ control

But not less than:

Ldb = 0.04(fy) d_b=0.04(420)*18 =325.08 mm

Available Ld =h-cover-db=75-7.5-1.8=65.7 cm

65.7 > 38.6 ……. OK

$\angle_s$ = *0.071*fy *db = 0.071 * 420 * 18 = 53.7 m …..… use lap splices length 60 cm*

.

4.12 Design of Basement wall:

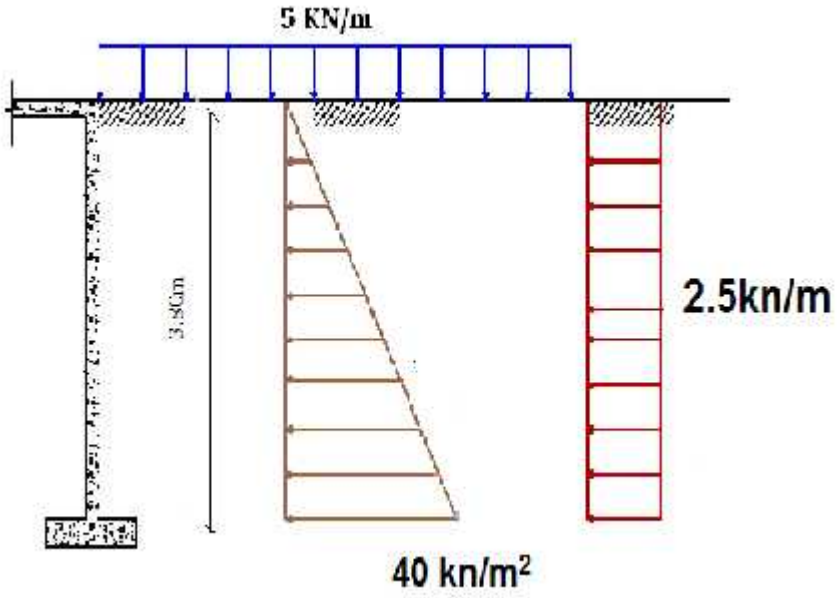


Fig . (4-8) Loads On the Basement wall .(Col-22A)

4.12.1 LOAD CALCULATION:

$\theta = 30^o$ $\gamma = 20KN/m3$

$k_o = 1\text{-}\sin 30^o = 0.5$

$q_1 = 20*0.5*4 = 40\ KN/m^2$

$q_1 = 5*0.5 = 2.5\ KN/m^2$

factor load:

$q_u = 1.6*40 + 1.6*2.5 = 68\ KN/m^2$

Assume h =30 cm

$$49.34 - \frac{(4+4+(\frac{68-4}{4})x)x}{2*8} = 0$$

$$x = 2.246m$$

$$Mu = \frac{4*(2.246^2}{2} + 49.43*2.246 - 32.1$$

$$= 68.62KN.m$$

4.12.2 Check thickness due to shear :

d= 300 – 20 - 14/2 = 273 mm

V_u@d = 50 KN

$$\Phi Vc = \frac{0.75\sqrt{24} * 1 * 0.0273 * 10^3}{6}$$

$$= 167\,KN$$

$\Phi\, Vc > Vu$ …..

4.12.3 DESIGN OF FLEXURE :

$$Kn = \frac{\frac{68.62}{0.9}}{1 * 0.273^2} = 1.023$$

M =20.6

$$\circ = \frac{1}{20.6}\left(1 - \sqrt{\frac{1 - 2 * 1.023 * 20.6}{420}}\right)$$

$$= 0.0025$$

A_s = 0.0025 *1000*273 =682.53mm^2

FOR VERTICAL

$A_{s\,min}$ =0.0012 * 1000 *273 =327.6 mm^2 **Use Φ 14 @ 20 cm c/c by one layer**

For horizontal

$A_{s\,min}$ =0.002*1000 *300 = 600 mm^2 **Use Φ 10 @ 20 cm c/c by two layer**

4.13 Design of one Way Solid Slab for stairs :

4.13.1 Determination of Loads:

h_{min} for one way solid slab = L/20

h_{min} = 4/20 = 0.2 m .

Take h=h_{min} =20 cm .

$D.L = 0.20 * 25 = 5kN/m^2$

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

D.L = $5kN/m^2$

$L..L = 10KN/m^2$

$qu = 1.2*5 + 1.6*10 = 22KN/m^2$

$qu = 22KN/m^2$

For 1m Strip in X direction $qu = 22KN/m$

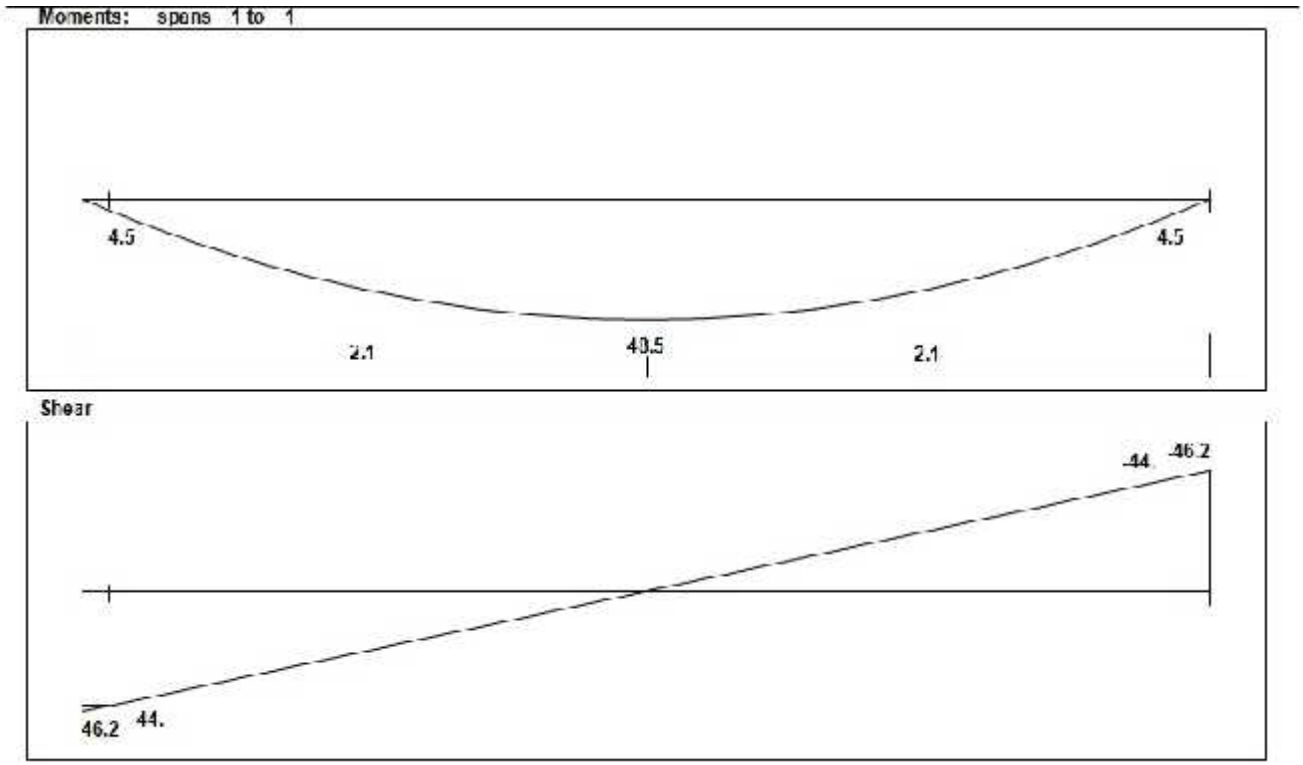


Fig . (4-9). moment and shear diagram from Atir (BEAMD)

4.13.2 Design of Shear:

d = 20 – 2 – 0.12/2 =17.4 cm

¤ $*Vc \geq Vn$

¤ $*Vc = \frac{1}{6} * 0.75 * \sqrt{fc'} * b * d = \frac{1}{6} * 0.75 * \sqrt{24} * 1 * 0.174 * 1000 = 106.5$

¤ $.Vc = 106.55 >> Vu = 44.0KN$

$\therefore No\ \ Shear\ \ \text{Re}iforcement\ \ \text{Re}quired$

4.13.3 Design of Reinforcement:

d=20-2-1.2/2=17.4cm.

Mu = 48.5 KN.m

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

$$Mnx = \frac{48.5}{0.9} = 53.89KN.m$$

$$Kn = \frac{Mnx}{b * d^2} = \frac{53.89 * 10^6}{1000 * 174^2} = 1.78Mpa$$

° $= \frac{1}{m}(1 - \sqrt{1 - \frac{2mkn}{fy}})$

° $= \frac{1}{20.6} * (1 - \sqrt{1 - \frac{2 * 20.6 * 1.78}{420}}) = 0.00424)$

$As_{req} = 0.00424 * 100 * 174 = 737.4mm^2 / m$

$As_{\min} = 0.0018 * 100 * 17.4 = 3.132cm^2 / m$

$As_{reg} > As_{min}$

Select Φ 12@15cm with AS prov. = 7.91 mm²/m > 737.4 mm²/m.

4.13.4 Design of Top Reinforcement

Use for shrinkage and temperature Φ 8@25cm c/c .

4.14 Design of Stairs :

4.14.1 Determination of Slab Thickness:

- L = 3.6+0.75 = 4.35 m.

- h_{req} = L/ 20.

-h_{req} = 435 / 20 = 21.75 cm ……take h= 25 cm.

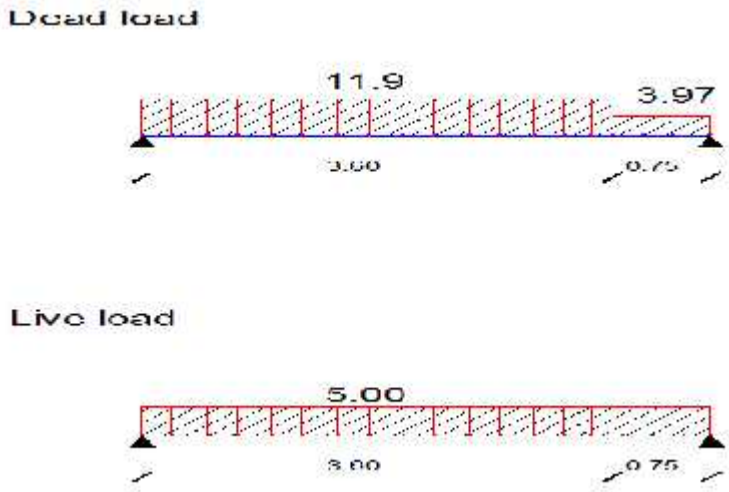
⇒ **Use h = 20cm**.

-θ = $\tan^{-1}$(191 / 330) = 30^{o}

-Cos θ = 0.866

➢ **The stairs at section (A-A) will be carried on the shear wall.**

4.14.2 Load Calculations at section (A-A):



➢ **Fig.(4-10) Structural system of stairs at section (A-A)**

Dead Load:

slab = 0.25*25*1/cos30 = 7.22 KN/m^2.

plastering = 0.02*22*1/cos30 = 0.51 KN/ m^2.

stair = $\frac{(0.17*0.3)*25*1}{2*0.3}$ = 2.125 KN/ m^2.

tiles = (0.33+0.17)*0.03*27/0.3 = 1.35 KN/ m^2.

mortar = (0.17+0.3)*.02*22/0.3=0.69 KN/ m^2.

Total dead load = 7.22+0.51+2.125+1.35+0.69

= 11.9 KN/ m^2.

Live load:

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

Factored load

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

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

Load on landing :-

Dead Load:

- **Tiles** = 0.03*27= 0.81 KN/m2
- **Slab** = 0.25*25 = 6.25 KN/m^2.
- **Plaster** = 0.02*22 = 0.44 KN/m^2.
- **Mortar** = 0.02*22=0.44 KN/m^2.

Total dead load = 0.81+6.25+0.44+0.44

= 7.94 KN/m^2.

Live load:

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

Factored load

qu =1.2*7.94+ 1.6*5 = 17.53 KN/ m^2.

For one meter Strip, qu = 17.53 KN/ m .

4.14.3 Design of Shear :

- Assume Ø 14 for main reinforcement:-

So, d = 200-20-14 = 166 mm..

Take d= 166 mm

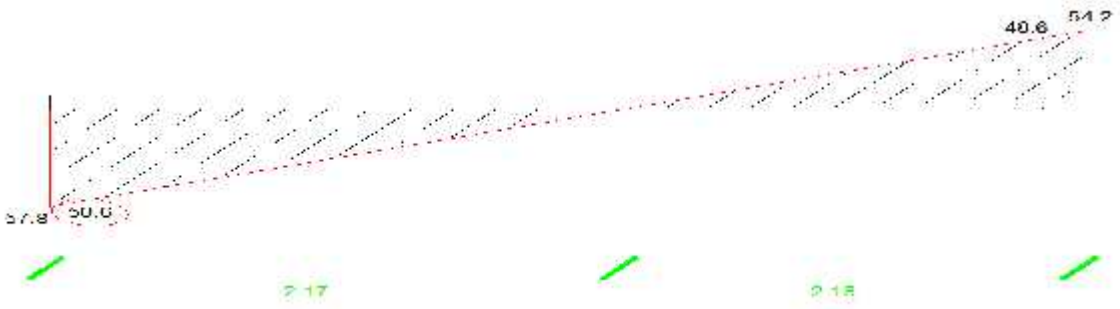


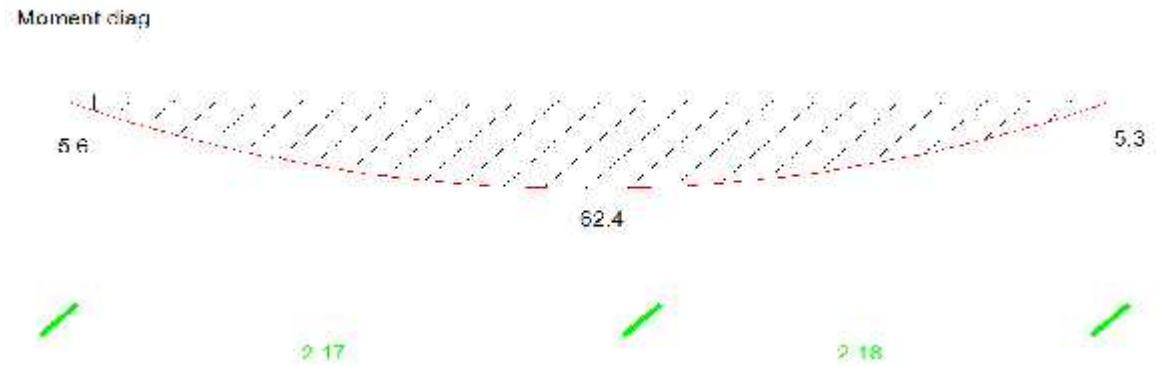
Fig.(4-11) Shear envelope of stairs

- Vu = 50.6 KN .
- $¤Vc = \frac{¤\sqrt{f_c'} * b_w * d}{6}$
- $¤Vc = \frac{0.75 * \sqrt{24} * 1000 * 166}{6} = 101.66 KN$
- Vu = 53.6 KN < Ø.Vc = 101.66 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



Mu = 62.4 KN.m.

Mn req = Mu / 0.9 = 62.4 / 0.9 = 69.33 KN.m.

d = 166 mm.

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

$k_n = \frac{69.33 * 10^{-3}}{1 * 0.166^2} = 2.52 MPa$.

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

$m = \frac{420}{0.85 \times 24} = 20.588$

$° = \frac{1}{m}\left(1 - \sqrt{1 - \frac{2mk_n}{f_y}}\right) = \frac{1}{20.588}\left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 * 20.588 * 2.52}{420}}\right) = 0.0064.$

As req = 0.0064*1000*166 = 1066.54 $mm^{2.}$

$$\mathbf{A}s\ \min = \frac{\sqrt{fc'}}{4(fy)}(bw)(d) \geq \frac{1.4}{fy}(bw)(d)$$

$$A s\ \min = \frac{\sqrt{24}}{4(420)}(1000)(166) \geq \frac{1.4}{420}(1000)(166)$$

$$A s\ \min = 484 \quad \leq \quad 553.3$$

A s min ***= 553.3 mm*** ^{2} ***.....***Control. المقطع ١.٠١

Use 1Φ 14@ 15 cm. …….. with As =(100 / 15)*154 = 1078 mm².

- **As provided=1078 > As req……..OK.**

Check for strain:

Tension = Compression

$$A_s * fy = 0.85 * fc^{\backslash} * b * a$$

$$1078 * 420 = 0.85 * 24 * 1000 * a$$

$$a = 22.2mm$$

$$x = \frac{a}{1} = \frac{22.2}{0.85} = 26.1mm$$

$$£_s = \frac{166 - 26.1}{26.1} * 0.003$$

$$£_s = 0.016 > 0.005 \longrightarrow ok$$

4.14.4.1 Development length of the bars:

$$L_d = \frac{f_y}{2\sqrt{f'_c}} \times \sim \times \quad \times ¥ \times d_b$$

$$L_d = \frac{420}{2\sqrt{24}} \times 1 \times 1 \times 1 \times 14 = 600mm$$

L_d available > $L_{d\ req}$ = 60cm

4.14.4.2 Secondary reinforcement:

$$As = \frac{1}{5} \times As_{req} = \frac{1}{5} \times 1078 = 215.6mm^2$$

$$As_{Shrinkage} = 0.0018 \times b \times h = 0.0018 \times 1000 \times 200 = 360mm^2$$

- **Use Φ10 @ 20 cm …….. With As = (1000 / 200)* 79 = 395 mm².**

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

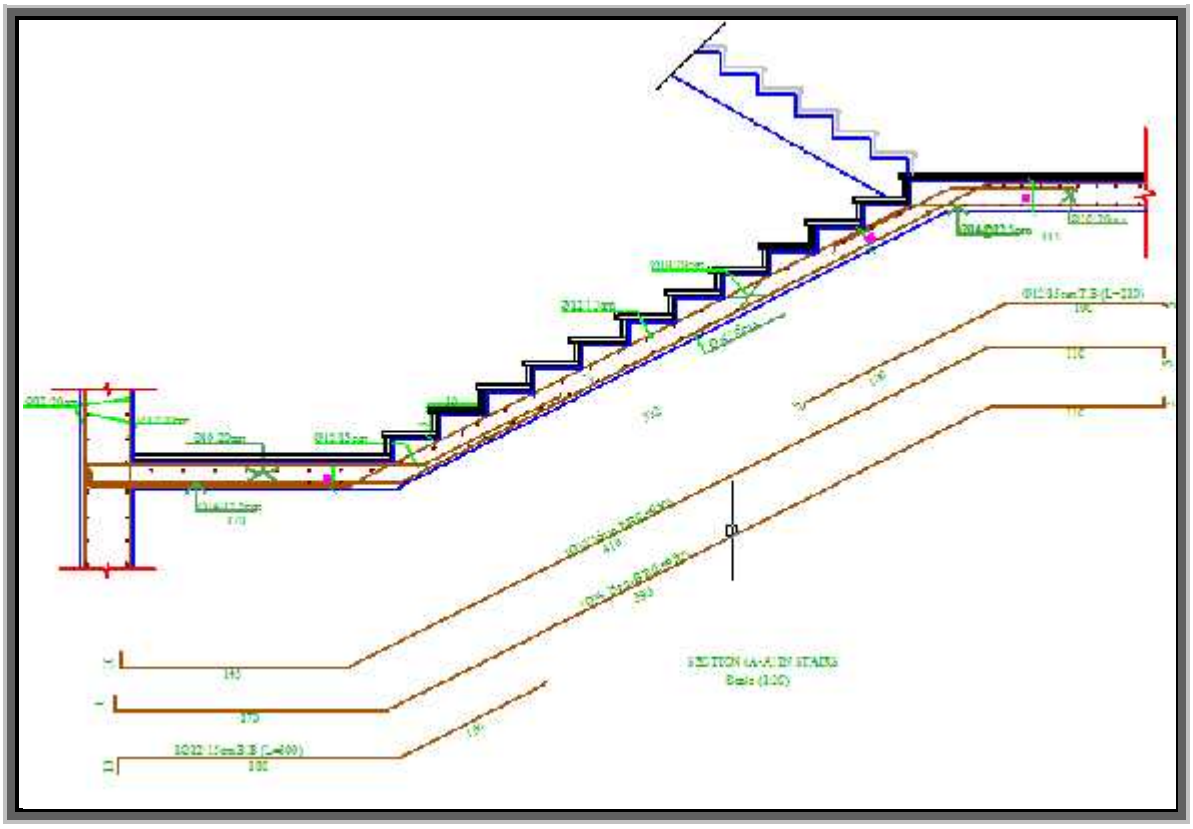


Fig.(4-12) Section A-A of stairs

Design of landing:-

Dead load = 17.53 KN/ m .

Live load = 5.0 KN/ m .

- Vu = 78 KN .
- $\phi Vc = \dfrac{\phi \sqrt{f_c'} * b_w * d}{6}$
- $\phi Vc = \dfrac{0.75 * \sqrt{24} * 1000 * 166}{6} = 101.66 KN$
- Vu = 78 KN < Ø.Vc = 101.66 KN .

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

Design of moment :-

Mu = 100.5 KN.m.

Mn req = Mu / 0.9 = 64.3/ 0.9 = 71.4 KN.m.

d = 166 mm.

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

$$k_n = \frac{71.4 * 10^{-3}}{1 * 0.166^2} = 2.6 MPa \ .$$

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

$$m = \frac{420}{0.85 \times 24} = 20.588$$

$$\circ = \frac{1}{m}\left(1 - \sqrt{1 - \frac{2mk_n}{f_y}}\right) = \frac{1}{20.588}\left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 * 20.588 * 2.6}{420}}\right) = 0.0066.$$

As req = 0.0066*1000*166 = 1095 $mm^{2.}$

$$\mathbf{A}s \text{ min} = \frac{\sqrt{fc'}}{4(fy)}(bw)(d) \geq \frac{1.4}{fy}(bw)(d)$$

$$A s \text{ min} = \frac{\sqrt{24}}{4(420)}(1000)(166) \geq \frac{1.4}{420}(1000)(166)$$

$A s$ min = 484 $\leq$ 553.3

➢ **$\mathbf{A}s$ min = 553.3 mm^2 …….Control.**

Use 1Φ 14@ 12.5cm. …….. with As =(100 / 12.5)*154 = 1230 mm^2.

As provided=1230 > As req.……..**OK.**

Check for strain:

Tension = Compression

$$A_s * fy = 0.85 * fc' * b * a$$

$$1230 * 420 = 0.85 * 24 * 1000 * a$$

$$a = 25.3\ mm$$

$$x = \frac{a}{1} = \frac{25.3}{0.85} = 29.7\ mm$$

$$\varepsilon_s = \frac{166 - 29.7}{29.7} * 0.003$$

$$\varepsilon_s = 0.014 > 0.005 \longrightarrow ok$$

➢ **For shrinkage and temperature use Φ 10@ 20 cm .**

4.15 Design of shear wall :-

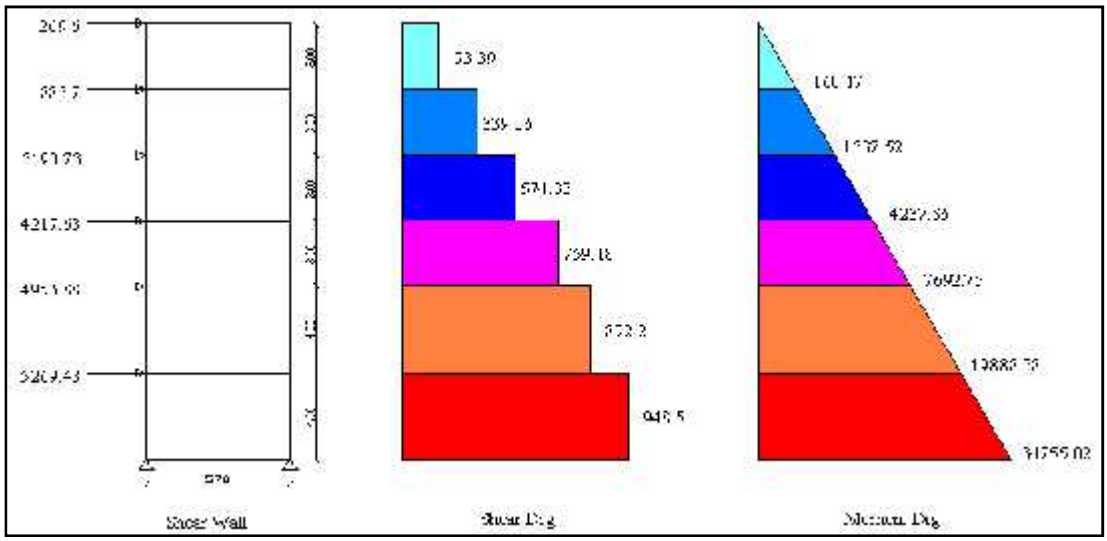


Fig.(4.13) Moment and Shear Diagrams

Fc = 24 MPa

Fy = 420 MPa

t=25 cm .shear wall thickness

Lw = 5.50 m .shear wall width

Hw for one wall = 4 m story height

Design of the Horizontal reinforcement:

Internal forces & moments:

$$\sum Fx = Vu = 948.48KN$$

Design it by using Reinforced concrete:

$$Vu = 234.74\,KN$$
$$Vn = Vu / 0.75 = 312.93\,KN$$

Design of shear

$$\frac{lw}{2} = \frac{5.5}{2} = 2.75\,m \ldots\ldots \quad control$$
$$\frac{hw}{2} = \frac{17.5}{2} = 8.75\,m$$
$$d = 0.8 \times lw = 0.8 \times 5.5 = 4.4\,m$$

$$V_{C1} = \frac{\sqrt{fc'}}{6} \times b \times d$$

$$V_{c1} = \frac{\sqrt{24}}{6} \times 0.25 \times 4.4 * 10^{3} = 898.15\ KN$$

$$V_{c2} = \frac{\sqrt{fc'} \times b \times d}{4} + \frac{N_u \times d}{4 \times L_w}$$

$$Assume \quad N_u = 0$$

$$V_{c2} = \frac{\sqrt{24} \times 0.25 \times 4.4 * 10^{3}}{4} + \frac{0 \times 4.32}{4 \times 5.4} = 1347.2\ KN$$

$$V_{c3} = \left[\frac{\sqrt{fc'}}{2} + \frac{l_w \left(\sqrt{fc'} + \frac{2 \times N_u}{l_w \times h} \right)}{\left\langle \frac{M_u}{V_u} - \frac{l_w}{2} \right\rangle} \right] \times \frac{h \times d}{10}$$

$$\left\langle \frac{M_u}{V_u} - \frac{l_w}{2} \right\rangle = 3.894 > 0$$
$$\therefore V_{c3} = Will \ \ apply$$

$$V_{c3} = \left[\frac{\sqrt{24}}{2} + \frac{5.5\left(\sqrt{24} + \frac{2 \times 0}{4.8 \times 0.45} \right)}{\left\langle \frac{1559.5}{234.74} - \frac{5.5}{2} \right\rangle} \right] \times \frac{0.25 \times 4.4}{10} \times 10^{3} = 1030.6KN$$

$d = 0.8 * Lw = 0.8 * 5.5 = 4.4\,m$

$Vc = \frac{1}{6} * \sqrt{fc'} * h * d = \frac{1}{6}\sqrt{24} * 250 * 4400 = 898.15\ KN$

$Vs = Vn - Vc\ 1$

$\therefore = 312.93 - 234.74 = 78.19\ KN$

$\left(\frac{Av}{S\ 2}\right) = \frac{Vs}{Fy * d} = \frac{78.19}{420 * 4400} = 0.0000423\ m$

$\left(\frac{Avh}{S\ 2}\right) = 0.0025 * h = 0.0025 * 250 = 0.625\ mm$

$S\ 2 = \frac{Lw}{5} = 5500000 / 5 = 1100\ mm$

$S\ 2 = 3 * h = 3 * 250 = 750\ mm$

$select \longrightarrow 2¤10 \longrightarrow As = 158\ cm\ 2$

$\frac{Av}{S\ 2} = 0.625\ mm > 0.178$

$\frac{158}{S\ 2} = 0.625 \rightarrow S\ 2 = 252.8\,mm$

$Select \longrightarrow S\ 2 = 25\ cm < Sreq = 25.2\,cm$

$S\ 2\ selected = 25\ cm < 75\ cm < 110\ cm$

$use \longrightarrow 2¤10\ @\ 25\ cm\ (c/c)\ in\ 2\ layer$

select 2Φ 10 / 25cm In tow layer

$\therefore Use¤12@20cm \quad c/c$ *For* the reinforcement in two layers (*horizental*)

Design of the Vertical reinforcement :-

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

$$\frac{h_w}{L_w} = \frac{17.5}{5.5} = 3.18 > 2.5$$

$$Avn = 0.0025 \times S_1 \times h_1$$

$$S_1 = \frac{1}{3}L_w = \frac{1}{3} \times 5.5 = 1833.3mm$$

$$S_1 = 3 \times h = 3 \times 250 = 750mm$$

$Select\ \ 2¤10\ \ With\ \ area\ \ As = 158mm^2$

$$158 = 0.0025 \times S_1 \times 250$$

$$\therefore S_1 = 252.8mm$$

$$Select\, S_1 = 25cm < 25.2cm$$

$$S = 25cm < 75cm < 183.3cm$$

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

Select 2Φ 10 / 25cm. In tow layer

Design of bending moment:

Mn = 10780.4 KN.m

$$C > \left(\frac{Lw}{4.5}\right) = \frac{5.5}{4.5} = 1.222m$$

$$C = C - 0.1 \times L_w$$

$$C = 1.22 - 0.1 \times 5.5 = 0.6722m$$

$$C_w = \frac{C}{2.0} = \frac{1.222}{2.0} = 0.611$$

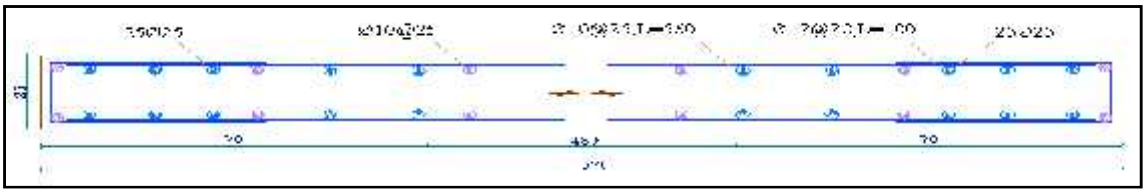


Fig.(4.14): Section in shear wall

$$Select\ The\ boundary\ element = 70cm > 67.2cm$$

$$\text{Asv= } As_v = \frac{Lw}{s1} \times As_v \longrightarrow = \frac{5.5}{0.25} \times 158 = 3476mm^2$$

$$\frac{Z}{Lw} = \frac{1}{2 + 0.85 * \quad * fc * Lw * h/(As * Fy)} = 0.06$$

$$\frac{Z}{Lw} = \frac{1}{2 + 0.85 \times 0.85 \times 24 \times 5.5 \times 0.25/(3476 \times 10^{-6} \times 420)} = 0.0546$$

$$Mu = 0.9 \times Fy \times 0.5 \times As \times Lw \times \left(1 - \left(\frac{Z}{Lw}/2\right)\right) =$$

$$0.9 * 420 * 0.5 * 3476 \times 10^{-6} \times 5.5 * (1 - \frac{0.0546}{2}) = 3515.75\,kn.m$$

$$Mu_{Design} = 18990.04 - 2320 = 16670.04\,kn.m$$

$$Ast = \frac{Mu/¤}{fy \times (Lw - Cw)} = \frac{16670.04 \times 10^6 / 0.9}{420 \times (5500 - 700)} = 9187.8mm^2$$

$$As = 9187.8 + (6 \times 79) = 9661.8mm^2$$

$$\therefore Use ¤25 \longrightarrow Select\ 20¤25$$

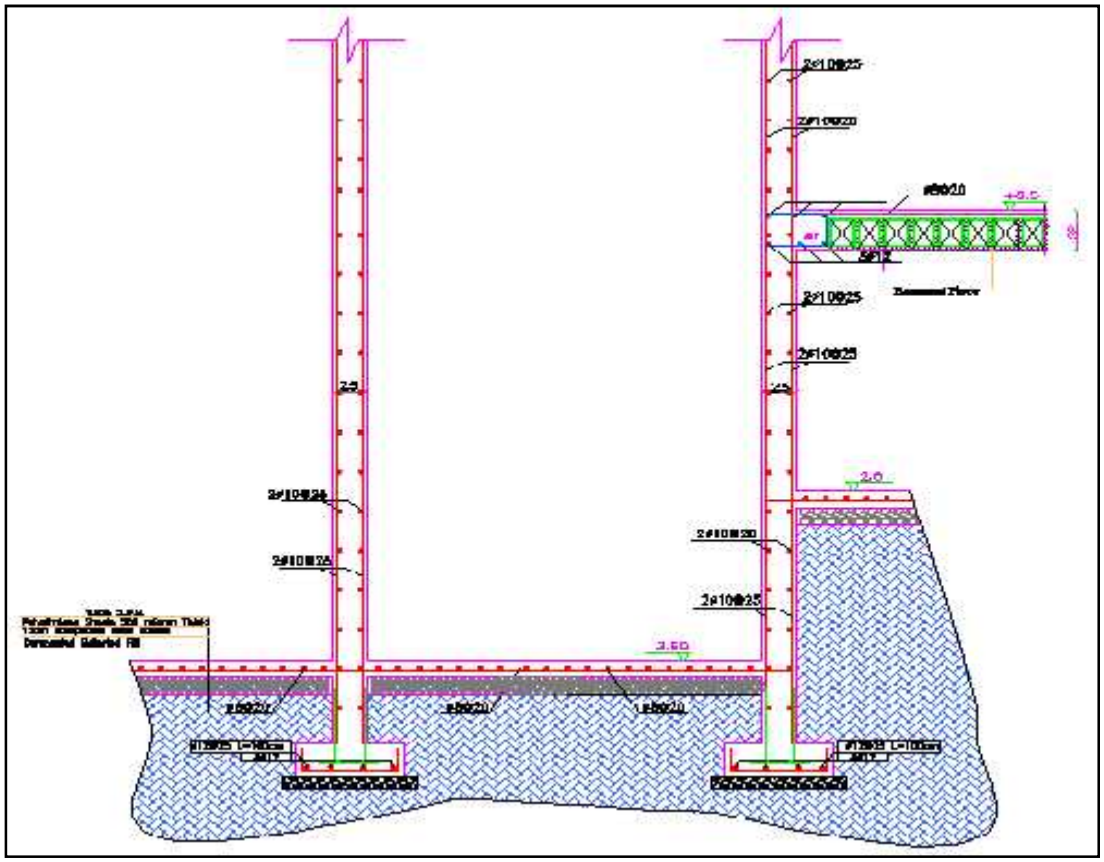


Fig.(4.15): Details of shear wall

المصادر والمراجع

1. BUILDING CODE REQUIREMENTS FOR STRUCTURAL CONCRETE (ACI 318M-08) AND COMMENTARY CODE (ACI 318M-02).

٢. كودات البناء الوطني الأردني، كودة الأحمال والقوى، مجلس البناء الوطني الأردني، عمان، الأردن، ١٩٩٠م.

3-Uniform building Code (UBC), (1997).

٤- تلخيص وملاحظات الدكتور المشرف.

الملاحق

1)الملحق A
ويضم هذا الملحق جميع المخططات والرسومات المعمارية الخاصة بالمشروع

2)الملحق B
ويشمل هذا الملحق جميع المخططات الإنشائية من أعمدة وعقدات وغيرها

3)الملحق C
وهو عبارة عن أجزاء من الكودات التي تم استخدامها في تصميم المشروع.

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 $(0.4 + f_y/700)$.

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

TABLE 9.5(b) — MAXIMUM PERMISSIBLE COMPUTED DEFLECTIONS

Type of member	Deflection to be considered	Deflection limitation
Flat roofs not supporting or attached to nonstructural elements likely to be damaged by large deflections	Immediate deflection due to live load L	$\ell/180^*$
Floors not supporting or attached to nonstructural elements likely to be damaged by large deflections	Immediate deflection due to live load L	$\ell/360$
Roof or floor construction supporting or attached to nonstructural elements likely to be damaged by large deflections	That part of the total deflection occurring after attachment of nonstructural elements (sum of the long-term deflection due to all sustained loads and the immediate deflection due to any additional live load)†	$\ell/480^{\ddagger}$
Roof or floor construction supporting or attached to nonstructural elements not likely to be damaged by large deflections		$\ell/240^{\ddagger}$

* Limit not intended to safeguard against ponding. Ponding should be checked by suitable calculations of deflection, including added deflections due to ponded water, and considering long-term effects of all sustained loads, camber, construction tolerances, and reliability of provisions for drainage.
† Long-term deflection shall be determined in accordance with 9.5.2.5 or 9.5.4.3, but may be reduced by amount of deflection calculated to occur before attachment of nonstructural elements. This amount shall be determined on basis of accepted engineering data relating to time-deflection characteristics of members similar to those being considered.
‡ Limit may be exceeded if adequate measures are taken to prevent damage to supported or attached elements.
§ Limit shall not be greater than tolerance provided for nonstructural elements. Limit may be exceeded if camber is provided so that total deflection minus camber does not exceed limit.

(MAXIMUM PERMISSIBLE COMPUTED DEFLECTIONS)

الأحمال الحية للأرضيات و العقدات

نـوع المبـنى		الاستعمال (الاشغال)	الحمل الموزع	الحمل المركز البديل
عـام	خـاص		KN/م٢	KN
المباني السكنية والخاصة	المنـازل والبيـوت والشـقق السكنيـة والأبنية ذات الطـابق الواحـد.	جميع الغرف بما في ذلك غـرف النـوم والمطابـخ وغرف الغسيل ومـا شـابه ذلك	2.000	1.400
	الفنـادق والموتيـلات والمستشفيات	غـرف النـوم	2.000	1.800
	منـازل الطلبـة ومـا شابهـا	غرف وقاعات النوم	2.000	1.800
المباني العامة	القاعـات العامـة وقاعـات التجمـع والمسـاجد والكنـائس وقاعـات التـدريس والمسـارح ودور السـينما وقاعـات التجمـع فـي المـدارس والكليـات والنـوادي والمـدرجات المسـقوفة والقاعـات الرياضـية المغلقة	مقاعد ثابتة مقاعد غير ثابتة	4.000 5.000	- 3.600
	المكتبات	مستودعات الكتب	6.000	-
	غرف المطالعة في المكتبات	من دون مستودع كتب مع مستودع كتب	2.500 4.000	4.500 4.500

الفصل الثاني

الوصف المعماري

2.1 المقدمة .

2.2 نبذة عن المشروع .

2.3 موقع المشروع .

2.4 أهمية الموقع.

2.5 التعديلات التي جرت على المخططات المعمارية.

2.6 تقسيمات المشروع .

2.8 عناصر الحركة في المبنى .

2.9 الواجهات .

الفصل الثاني

2.1 المقدمة .

يعد الفن المعماري من العلوم الإنسانية التي تكتسب التطور والنماء بتطور الإنسان وتقدمه ، فهي علم ولد بولادة الإنسان على هذه الأرض ويتطور بتطور هذا الإنسان ومواهبه وقدراته وخبراته ، لكي تنقل ذلك الإنسان من حياة بالكهوف عبر طريق طويل إلى حياة تصل اليوم إلى ناطحات السحاب ولا ندري إلى ماذا ستوصله في الغد في ظل هذا التسارع المحموم الذي يشهده العالم في كل مجالاته وخاصة هذا المجال .

لقد بلغت العمارة مركزا مرموقا في التركيبة الحضارية للحضارات الإنسانية على مرّ العصور ، وبالتي فإنها تصبح مؤشرا ومعيارا لتقييم تلك الحضارة القديمة والحديثة منها ، كما أنها تعطي صورة جيدة عن ذلك الإنسان الذي أنشئ هذه العمارة قديما أو ينشؤها حديثا ، وبذلك نستطيع فهم أفكار الإنسان وتطلعاته ومواهبه وقدراته ، تلك المواهب و القدرات التي أعطته نقلة نوعية من مساكن في جوف الصخر " الكهوف " إلى مساكن في عنان السماء.

إن بساطة المبنى ليست دليلا على بساطة العمل المعماري ، بل إن المبنى على الرغم من البساطة قد يخبئ لنا بين ثناياه من الجمال والفن المعماري في أجزاءه الداخلية ما يجعله يتفوق على الكثير من الأبنية الأخرى ، فالمبنى مهما كانت وظيفته يكون قد حقق الشروط المعمارية تماما عندما يمزج بين الجمال الحقيقي في واجهات وشكل المبنى والوظيفة التي سيؤديها ذلك المبنى وبذلك يكون قد نجح معماريا ، لان المفهوم المعماري لا يقتصر على الشكل فحسب كما يظن البعض ؛ وإنما يحقق الوظيفة أيضا .

تمر عملية التصميم لأي مبنى في مجموعة من المراحل المتتالية التي تتكامل فيما بينها من أجل إنتاج مبنى كامل على أحسن وجه ، وإلى هذه المراحل هي مرحلة وضع الفكرة العامة للتصميم المعماري ، ففي هذه المرحلة يتم وضع الشكل العام للمنشأ ويتم تلبية المتطلبات المختلفة المرجوة من المنشأ لكي يحقق الوظيفة المرجوة منه بعد انجازه ، وبالتالي فإنه حتى تتخذ الوظيفة والأداء للمبنى لابد من تقسيم الفراغات الداخلية له إلى مرافق تفي بتلك الوظيفة ، وبعد ذلك نتمكن من تحديد مواقع الأعمدة والمحاور الخاصة بالمبنى ، ويتم أيضا دراسة كل الأمور المتعلقة بالحركة والتنقل داخل المبنى وما يتبعها من تهوية وغيرها من الأمور الواجب توفرها في ذلك التصميم .

ثم ننتقل بعد التصميم المعماري إلى مرحلة التصميم الإنشائي والتي من خلالها يمكن تثبيت مواضع الأعمدة والمحاور والتعديل عليها ، كما ويتم إيجاد الأبعاد المناسبة لتلك الأعمدة والجسور وسماكة العقدة وغيرها من كميات الحديد اللازم للتسليح وكل هذا يكون استنادا إلى الأحمال الحية والميتة التي تحمل على تلك العناصر الإنشائية لكي يتم نقلها إلى الأساس وفي نهاية المطاف إلى التربة .

إن فكرة تصميم مستشفى في مدينة دورا كانت وليدة الواقع الصحي السيئ الذي تحياه هذه المدينة في جانب الخدمات الصحية ، كل ذلك وغيره من الأسباب دفع إلى التفكير الفعلي في هذا التصميم لهذا المستشفى في مدينة دورا التي هي في أمسّ الحاجة إليه .

2.2 نبذة عن المشروع .

تتلخص فكرة المشروع في إنشاء مبنى لمستشفى محلي في مدينة دورا يتمتع بجميع المرافق والأقسام اللازمة ، كما أنه يتمتع بشكل معماري جميل جدا ، أضف إلى ذلك كله أنه يحافظ على أداء الوظيفة المرجوة منه بالموازاة مع كل ما يحويه من اللمسات المعمارية لإبرازها في كثير من المنشات، وهو أيضا يقع في مكان يعطيه إطلالة رائعة على المدينة .

لقد حصلنا على المخططات المعمارية للمشروع من دائرة الهندسة المدنية والمعمارية في جامعة بوليتكنك فلسطين ، وذلك كي نشرع في أعمال التصميم الإنشائي بعد دراسة موجزة لتلك المخططات المعمارية ، ومن ثم انتقلنا إلى المخططات التنفيذية بجميع مكونات المبنى الإنشائية .

2.3 موقع المشروع

عند البدء بتصميم أي مشروع فانه يجب أخذ جملة من الأمور بعين الاعتبار حتى نحصل في النهاية على مشروع جيد يلبي كل الاحتياجات التي أنشئ من اجلها، وأيضا لا يعاني من أي مشكلات أخرى ، وبالتالي نحصل على تناسق بين التصميم المقترح للموقع والعناصر المكونة لذلك الموقع المؤثرة فيه .

لذلك فإنه يجب إعطاء فكرة جيدة عن عناصر الموقع من طبيعة الأرض المقترحة للبناء وارتباطها بالشوارع الرئيسية لتلك المنطقة ، وأيضا فانه يجب الأخذ بعين الاعتبار وضع المبنى بالنسبة لحركة الشمس من الشروق إلى الغروب وطبيعة الرياح واتجاهها ، أضف إلى ذلك طبيعة المباني المحيطة بالمنشأ نفسه ومدى ارتفاعها .

يقع هذا المشروع على قمة جبلية سهلة المعالم والتضاريس إلى الشمال الشرقي من مركز المدينة، وهو إلى الجنوب المباشر من مدينة خليل الرحمن في منطقة تسمى جبل أبو هلال، ويجب القول إن البنية التحتية من طرق وكهرباء واتصالات تصل إلى ذلك الموقع وتلبي ما يحتاج إليه مع حاجة إلى بعض التطوير

تجدر الإشارة هنا انه تم اختيار المشروع ومعاينته قبل البدء في التصميم المعماري ، وقد تم مراعاة تحقق الوظيفة الفعلية للمبنى وكل العوامل الجمالية أيضا ، كما تم توجيه المبنى بحيث يلبي أغراض التهوية والإنارة ويظهر ذلك جليا في كل من الشكلين (١-٢) و (٢-٢)

الشكل (١-٢): الموقع المقترح للمشروع

الشكل (٢-٢) الموقع العام

2.4 أهمية الموقع :-

إن السبب الأبرز الذي دفع إلى اختيار هذا الموقع هو الحاجة الملحة لمثل هذا المشروع في ذلك الموقع كي يستطيع هذا المستشفى تغطية أكبر مساحة من المنطقة بخدماته الصحية التي ستكون متميزة في حال انجازه على الوجه الذي خطط له , أضف إلى ذلك جملة من الأسباب الأخرى أهمها :

١- الوضع الصحي للموقع حيث إن الموقع في منطقة جبلية مرتفعة تتميز بهوائها النقي وبيئتها النظيفة الخالية من الأدخنة والجراثيم الضارة وبعيدة عن أي مكاره صحية قد تؤذي الجو المناسب للمستشفى .

٢- سهولة الوصول إلى تلك المنطقة مع وجود البنية التحتية لتلك المنطقة .

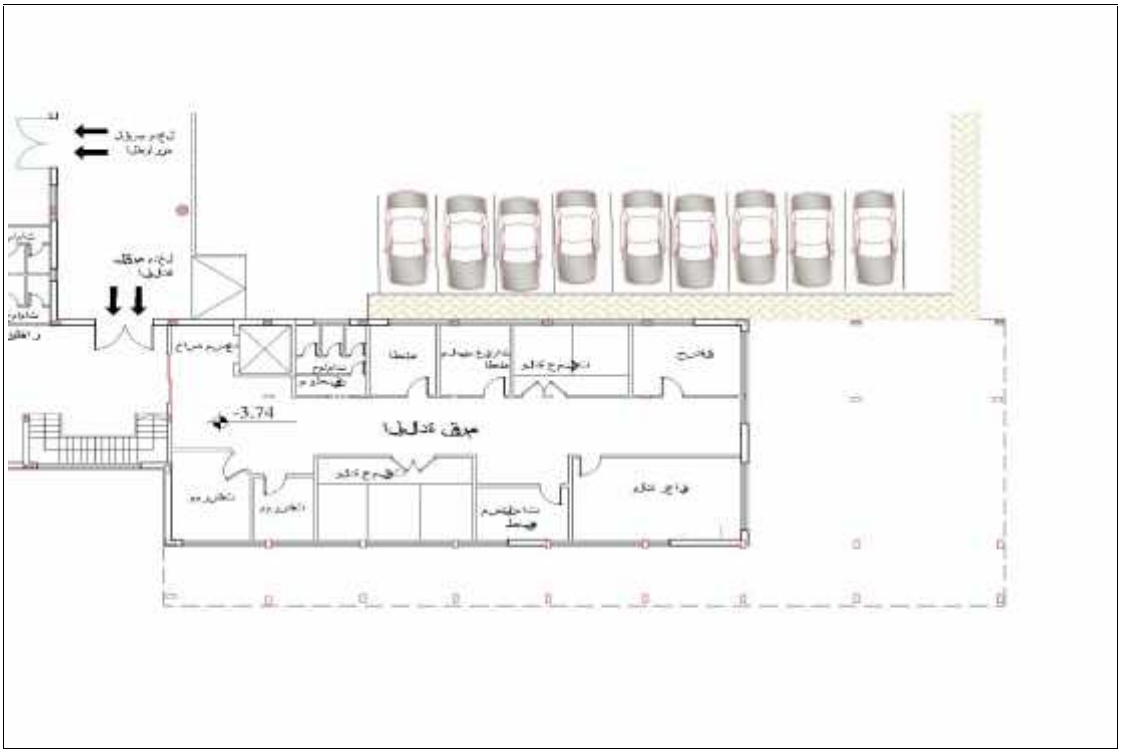
٣- توسط الموقع بالنسبة للمنطقة المستهدفة بالخدمة وحيويته .

٤- بعد الموقع عن كل مصادر الضوضاء والأحياء السكانية والبيئات التي قد تسبب إزعاجا لنزلاء المستشفى من مرضى ومراجعين وطواقم طبية.

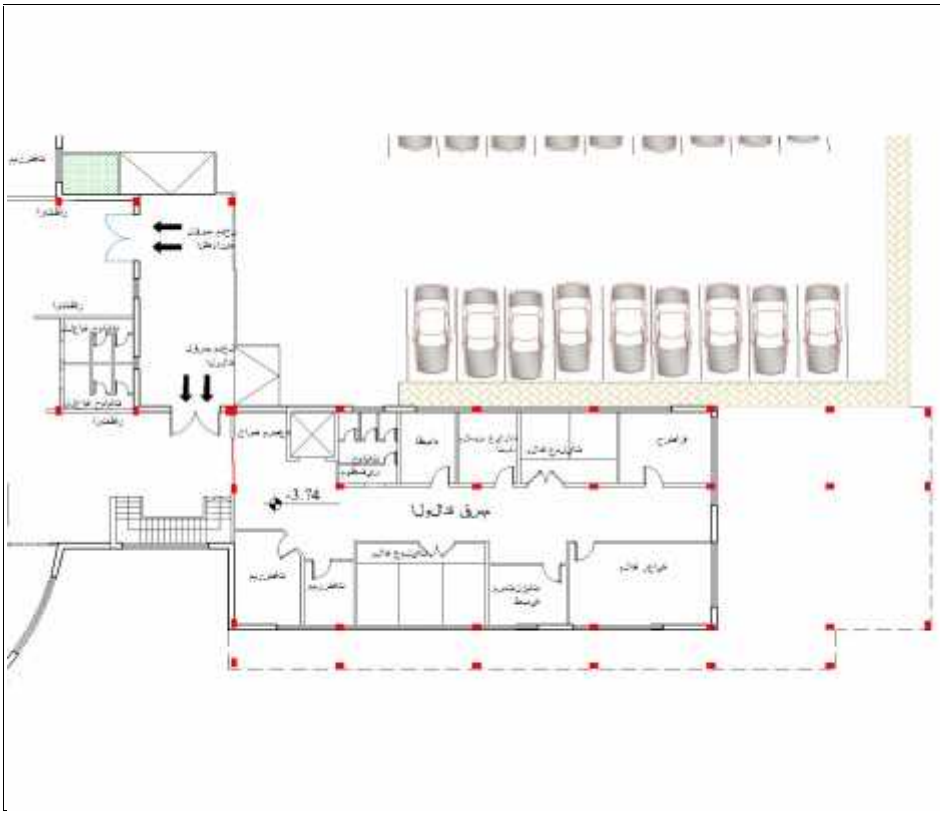
2.5 التعديلات التي جرت على المخططات المعمارية.

يُلجأ إلى التعديل المعماري على المخططات في حالات قليلة وذلك لأغراض إنشائية مع الحفاظ على الغرض المعماري عند إجراء التعديل , ولقد تم التعديل على المخططات في التقسيمات الداخلية للمبنى وفراغاته من أجل الحفاظ على الاتزان الإنشائي في توزيع محاور الأعمدة الحاملة للمبنى , أيضا فقد كان هنالك بعض التعديلات التي ترتبت على الأعمدة الداخلية من أجل الحفاظ على التركيبة المعمارية والوظيفية التي يؤديها كل جزء من تلك الأجزاء.

ولابد هنا من الإشارة إلى أمثلة توضيحية لتلك التعديلات وذلك من خلال صور للمخططات قبل وبعد التعديل في بعض المواقع من المبنى وهي كما يلي :



الشكل (٣-٢) جزء من الطابق الأرضي قبل التعديل

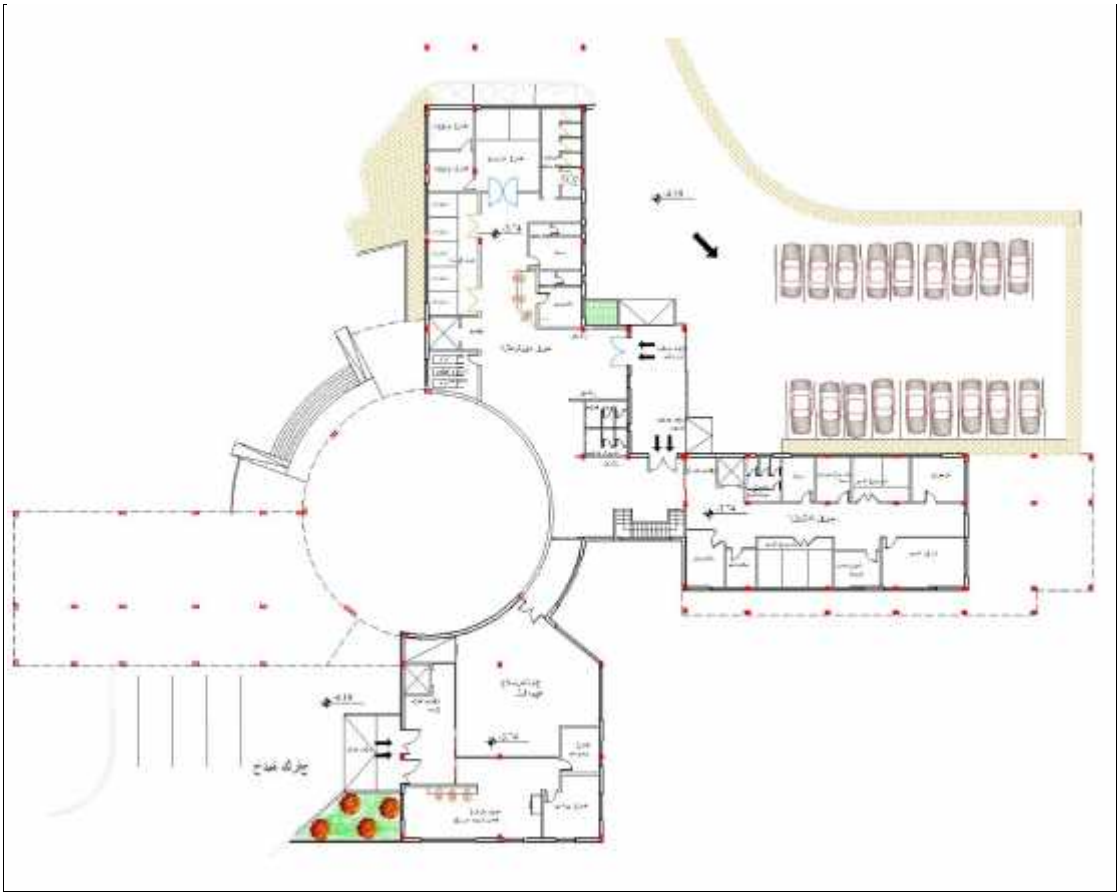


الشكل (٤-٢) جزء من الطابق الأرضي بعد التعديل

2.6 تقسيمات المشروع .

المبنى في تقسيماته الهندسية يحتوي على أربع طوابق حيث ينقسم كل طابق من ثلاثة إلى خمسة أجزاء مختلفة بمساحة إجمالية تقريبية للمبنى ٦٨٠٠م٢ حيث يظهر الاختلاف الواضح من طابق لآخر في عدد الأقسام التي يتكون منها كل طابق.

2.6.1 الطابق الأرضي:



الشكل (٥-٢) الطابق الأرضي

يعتبر هذا الطابق الجزء الرئيسي لقسم الطوارئ في المبنى بمساحة مقدارها ١٢٦٠ م٢ بمنسوب ٣.٧٤ أسفل مستوى الشارع ، حيث انه تم تقسيم الفعاليات فيه إلى أربعة أقسام هي : قسم الطوارئ وقسم الولادة وقسم مستودع الأدوية وقسم الخدمات.

ويحتوي هذا الطابق أيضا على مدخلين رئيسين الأول المدخل الخاص بقسم الطوارئ الذي يقابله كراج واسع للسيارة الطوارئ والسيارات العامة . والمدخل الثاني الخاص بقسم الخدمات وقسم مستودع الأدوية الذي أيضا تقابله ساحة خاصة بسيارات المستشفى والخدمة .

ويتم من خلال الأدراج والمصاعد التنقل من هذا الطابق إلى مختلف طوابق المستشفى . ويحتوي هذا الطابق على الفعاليات التالية :

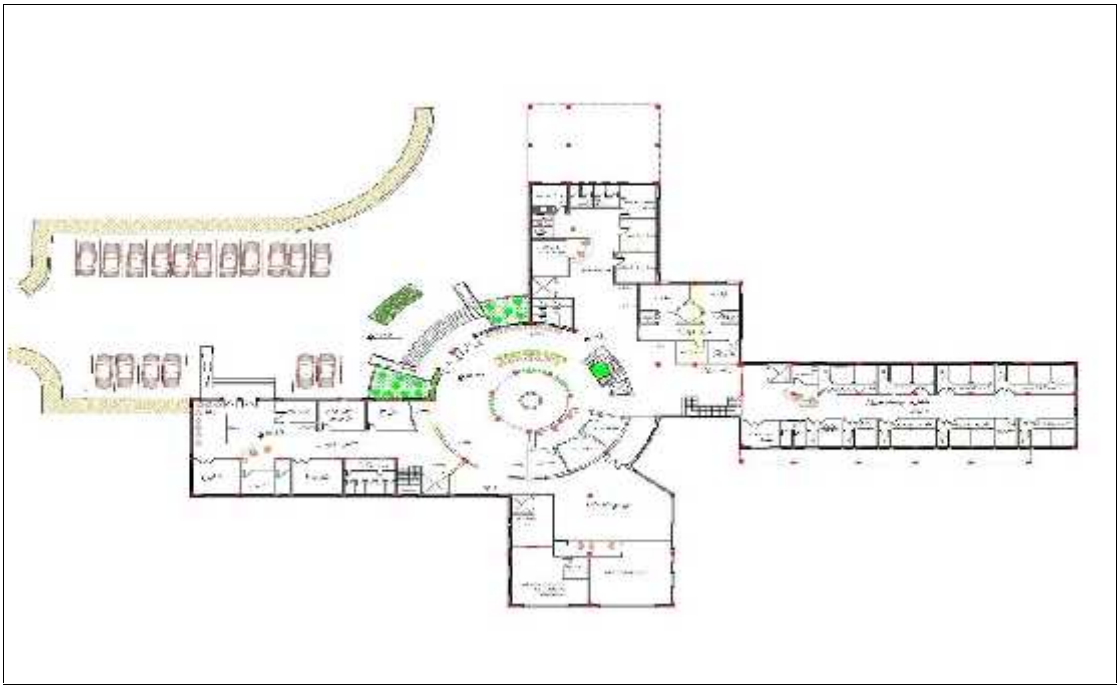
قسم الطوارئ: يحتوي على قاعة الاستقبال و أسرّة التشخيص للمرضى و غرف الممرضين والأطباء و غرف العمليات بما تحتويه من غرف التعقيم ، والحمامات العامة والخاصة بالأطباء.

قسم الولادة: الذي يشمل غرف عمليات الولادة و الحضانة و غرف الموظفين وغرفة المستلزمات الطبية .

مستودع الأدوية : يحتوي على مستودع حفظ الأدوية .

قسم الخدمات : يحتوي هذا القسم على غرف الغسيل وغرف الصيانة وغرفة البويلر والمواتير .

2.6.2 الطابق الأول :



الشكل (٦-٢) الطابق الأول

يعتبر هذا الطابق المدخل الرئيسي إلى المستشفى بمساحة مقدارها ٢٠٠٠م٢ بمنسوب ٠.٥ متر عن مستوى الشارع .

ويحتوي هذا الطابق على الفعاليات التالية :

قسم الاستقبال :ويحتوي على مكاتب الإداريين وساحة الانتظار والاستقبال .

وقسم الأشعة : يحتوي على غرف التحكم وغرف التصوير بأشعة X والفوق صوتية.

تابع لقسم الولادة : حيث أنه يشمل غرف المرضى التي تحوي كل منها على حمام خاص وأيضا يحوي هذا القسم على السنترال وغرف الموظفين.

قسم المختبرات : يوجد في هذا القسم مختبرات فحص الدم والبول والأنسجة والبكتيريا ويحتوي أيضا على غرفة تسجيل العينات والأرشيف اليومي .

وقسم العيادات الخارجية : إن هذا القسم يحتوي على اختصاصات طبية مختلفة حيث يوجد به غرف فحص الجلد والجهاز الهضمي و العيون يحتوي أيضا على صيدلية وغرفة انتظار مراجعين .

الكافيتريا بكل ما يلزمها من محلات ومطاعم لخدمة زوار ومرضى وأطباء المستشفى.

2.6.3 الطابق الثاني :

الشكل (٧-٢) الطابق الثاني

تبلغ مساحة هذا الطابق ٢٢٠٠م٢ بمنسوب مقداره ٤.٥٠م عن مستوى الشارع.

ويحتوي هذا الطابق على الفعاليات التالية :

قسم الجراحة :ويحتوي هذا القسم غرف المرضى وغرف الموظفين بالإضافة إلى غرفة المستلزمات الطبية .

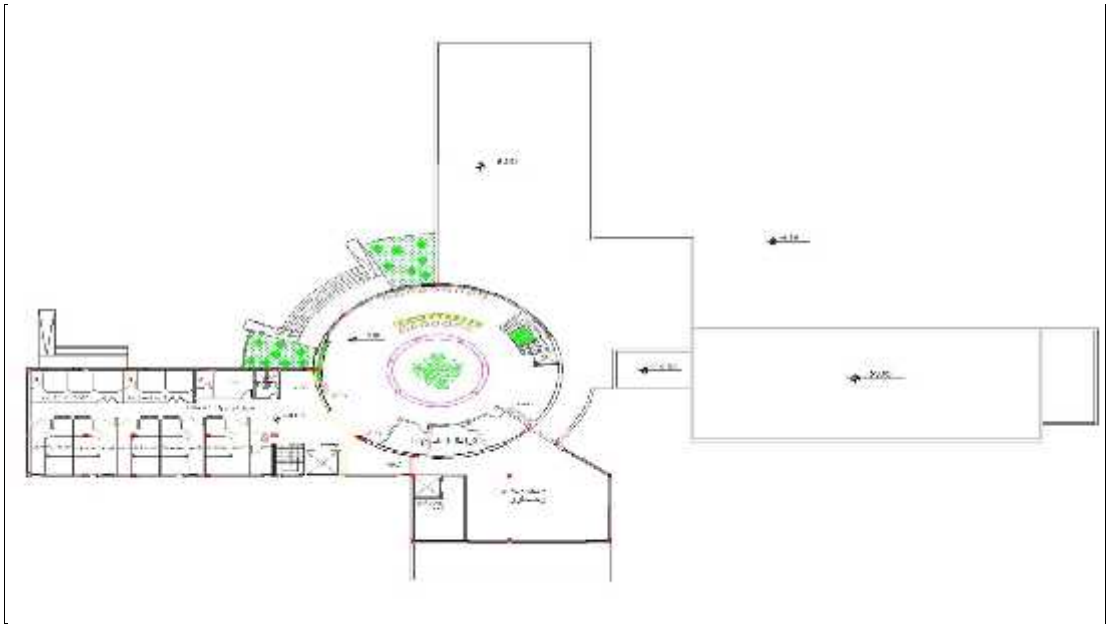
قسم العناية المكثفة : يعتبر هذا القسم من أهم أقسام المستشفى بما يحتويه من غرف معقمة لنوم المرضى وغرف التحكم وغرفة المستلزمات الطبية .

قسم العمليات : يضم هذا القسم غرف العمليات وغرف التعقيم وغرفة المستلزمات الطبية .

قسم الموظفين : يوجد في هذا القسم غرف لموظفين وصالة إفطار واستراحة لهم ، وغرف المناوبين في المستشفى .

قسم الباطني : يحتوي هذا القسم على السنترال وغرف المرضى وغرفة الأطباء .

2.6.4 الطابق الثالث :



الشكل (٨-٢) الطابق الثالث

يعتبر هذا الطابق الأقل مساحة في المستشفى حيث تقدر مساحته ١٠٠٠م٢ ويحتوي على قسم خاص بالأطفال بما يحتويه من غرف لنوم المرضى وغرف الموظفين بالإضافة إلى صالة الترفيه للأطفال . ويحتوي الطابق أيضا على قسم الإدارة العامة.

2.7 العناصر المعمارية ذات الطابع الوظيفي .

إن الهدف الأسمى للتصميم المعماري للمشروع يكمن في تحقيق الشكل المناسب للمبنى على تلك القطعة من الأرض، وأن يحقق دورا وظيفيا متميزا ، وهنا لابد من الإشارة إلى بعض المكونات المعمارية الوظيفية والتي تنسجم مع وظيفة محددة لها من خلال طابعها المعماري الذي تبدو به ، كذلك فإن المبنى يحوي ملامح معمارية أخرى تلبي الحاجة إلى طابع معماري يخص هذا المبنى دون غيره من المباني .

العناصر المعمارية ذات الطابع الوظيفي :

يهدف تصميم أي جزء من مبنى معين إلى تحقيق وظيفة معينة ، ويمكن أن يبرز في هذا المشروع بعض التكوينات ذات الطابع الوظيفي وأبرزها :

غرف العمليات :

وهذه الغرف تحتاج إلى عناية فائقة ومواصفات معمارية خاصة يجب أن تتوفر فيها ، ومن أهمها موقعها والوصول إليها ، إضافة إلى المساحة اللازمة لها وآلية تهويتها وإضاءتها ،و كل شيء فيها يجب أن يكون محكما ومأخوذا بعين الاعتبار.

غرف التصوير والأشعة :

وهذه الغرف أيضا تحتاج إلى دراسة جيدة من حيث الموقع الذي يحدد لها بالنسبة للمستشفى بشكل عام وبالنسبة للأقسام الأخرى على وجه الخصوص ، كقربها من قسم العظام مثلا وطريقة تزويدها بالإضاءة وتهوية وطريقة عزل الغرفة بمادة الرصاص العازلة لأشعة X ، وآلية الوصول إليها وغيرها من الاعتبارات المهمة .

مختبرات التحليل والفحوصات :

وهي أجزاء من المستشفى بالغة الأهمية و تحتاج إلى عناية في تصميمها ، فهي مضبوطة بجملة من الاعتبارات التي يجب توفرها واخذها بعين الاعتبار في عملية التصميم ، كذلك هذه الغرف تحتاج إلى مساحة خاصة بالحركة البشرية أو حركة الأجهزة الطبية التي يكون بعضها ضخما في حجمه .

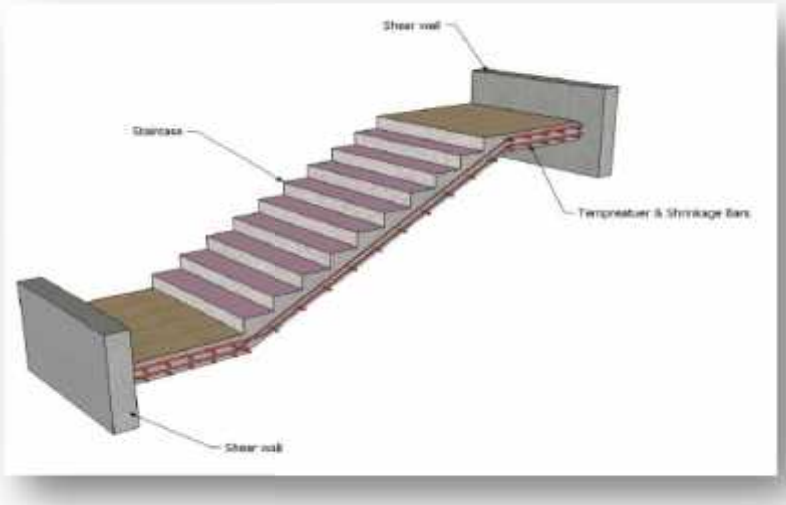
كما يضم المستشفى العديد من العناصر الإنشائية ذات الوظيفة الحيوية في جنباته، إضافة إلى ما سلف ذكره من بعض العناصر المهمة والتي تستدعي تصميما مضبوطا بالمعايير الصحية وشروط الأمان الموصى بها .

2.8 عناصر الحركةفي المبنى .

يمكن أن تضم عناصر الحركة في المبنى إلى صياغة العناصر المعمارية لما لها من الأهمية في مثل هذه المشاريع نظرا لتنوعها والاهتمام بها ، ولقد برز لدينا في هذا المشروع مجموعة من تلك العناصر أهمها :

- الأدراج:

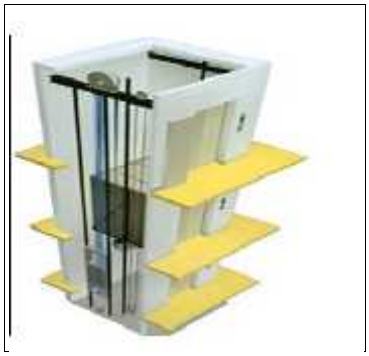
لقد تم تزويد هذا المبنى بثلاثة أدراج تتوزع على مساحة هذا المبنى لكي يخدم كل منها كتلة من المبنى ، وتتميز هذه الأدراج بموقعها المتوسط بين المساحات التي ستخدمها، إضافة إلى وقوعها خارج بوابات الأقسام الطبية لكي لا تكون مصدرا لإزعاج المرضى في الأقسام ، أضف إلى ذلك أنها مرئية لجميع المراجعين والمرضى والزوار ولا تحتاج إلى الإرشاد حتى تستدل عليها .



الشكل(٩-٢)
مقطع تفصيلي في درج.

المصاعد الكهربائية :

يضم المشروع أربعة مصاعد كهربائية وهي تنقسم إلى قسمين الأول للاستخدام العام وهي تلك التي تكون بجوار الأدراج وهي لعامة المرضى والمراجعين والزوار والموظفين ، والقسم الثاني مصعد خاص وهو يستخدم لنقل الحالات الصحية المستعجلة بين الأقسام وتتمتع المصاعد بمنزله بالغة الأهمية ، لما توفر من عناية بالمرضى في الحركة بين أقسام المستشفى المختلفة لأغراض التصوير وغيرها من الأغراض المهمة . كما أنها تخفف العبء الملقى على الأدراج في خدمة الأقسام .



الشكل (١٠-٢) شكل توضيحي لمصعد كهربائي

الممرات :

يتمتع مشروع هذا المستشفى بمساحات جيدة لأغراض الممرات بين الأقسام والغرف المختلفة ، كما أن شكل المبنى يعطي فرصة جيدة لتوفر مثل هذه الممرات التي توفر الحركة الأفقية في المبنى وصولا إلى الأدراج والمصاعد .

وتتميز هذه الممرات بأنها تغطي كل مساحات المستشفى وهي أيضا تلتقي في تقاطع دائري يجمع بينها ويضم عناصر الحركة الرئيسية من أدراج و مصاعد ، إن الممر المناسب يجب أن يتمتع بالسهولة والراحة وهذا ما يتوفر في المشروعنا حيث جميع ممرات هذا المشروع تحافظ على مسافات متوسطة في طولها وكذلك فإنها تحافظ على مسافة قليلة من عناصر الحركة الرئيسية .

2.9 الواجهات .

تبدو العناية الفائقة ظاهرة على واجهات هذا المشروع ، وذلك من خلال تداخلات في استخدام عدة مواد في واجهة واحدة مما يضفي على المبنى لمسة جمالية تعطي انطباعا رائعا للناظر، إذ إن المصمم حرص على توظيف تكنولوجيا عصرية في رسم تلك الصورة ، ويظهر ذلك جليا في الواجهات الزجاجي وأنواع مختلفة من الحجر والجرانيت وغيرها من المواد التي تمنح المبنى رونقا يميزه عن غيره المباني .

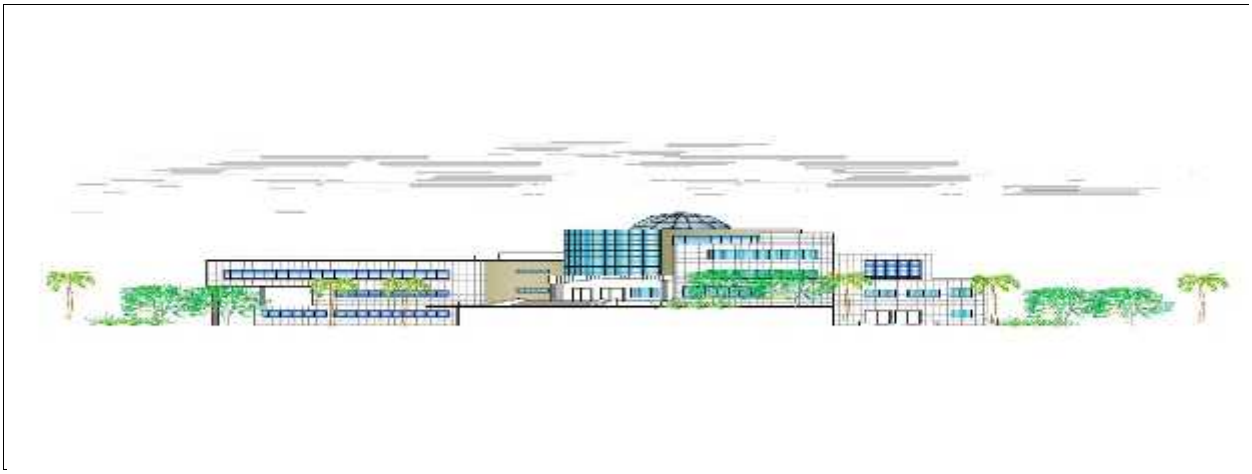
2.9.1 الواجهة الشمالية الشرقية (الواجهة الرئيسية)

الشكل (١١-٢) الواجهة الشمالية الشرقية

تعتبر هذه الواجهة الواجهة الرئيسية للمشروع وهي تمتلك هذا الوصف لأنها تمتلك الإطلالة الكاملة للمبنى ومدخله الرئيسي وهي تمتلك هذا الوصف لأنها تمتلك الإطلالة الكاملة للمبنى ومدخله الرئيسي، وتضم هذه الواجهة تصورا جيدا عن حجم المشروع للناظر كما أنها تبرز المدخل الرئيسي الذي يدفع المقبل على المبنى إلى التوجه إليه دون الحاجة إلى إشارة أو دليل ، وهي تتمتع أيضا بواجهات زجاجية كبيرة ، وبروزات جميلة والأبرز من هذا كله ظهور تلك القبة المزججة من فوق ذلك المبنى وإطلالتها على هذه الواجهة.

إضافة إلى ذلك فإن هذه الواجهة تحتوي على مجموعة من النوافذ المتناسقة مع بعضها البعض في منظر متوازن ومتماثل يعطي الواجهة نسقا معماريا فريدا, أيضا فان هذه الواجهة تدمج بين الحداثة بما تحتويه من واجهة زجاجية وجدران مغطاة ببلاط مصنع وبين الأصالة المستمدة من البروزات التي تبدو على هيئة الكرانيش القديمة وما تقوم عليها من أعمدة فوق كل ذلك قبة تعلو المبنى لتوفر الإضاءة والتهوية ، فضلا عن الشكل الذي يستحضر الماضي بشكل معماري ذا طابع اسلامي ممزوج بلمسات عصرية رائعة تتجلى في المواد المستخدمة في التنفيذ.

2.9.2 الواجهة الشمالية الغربية

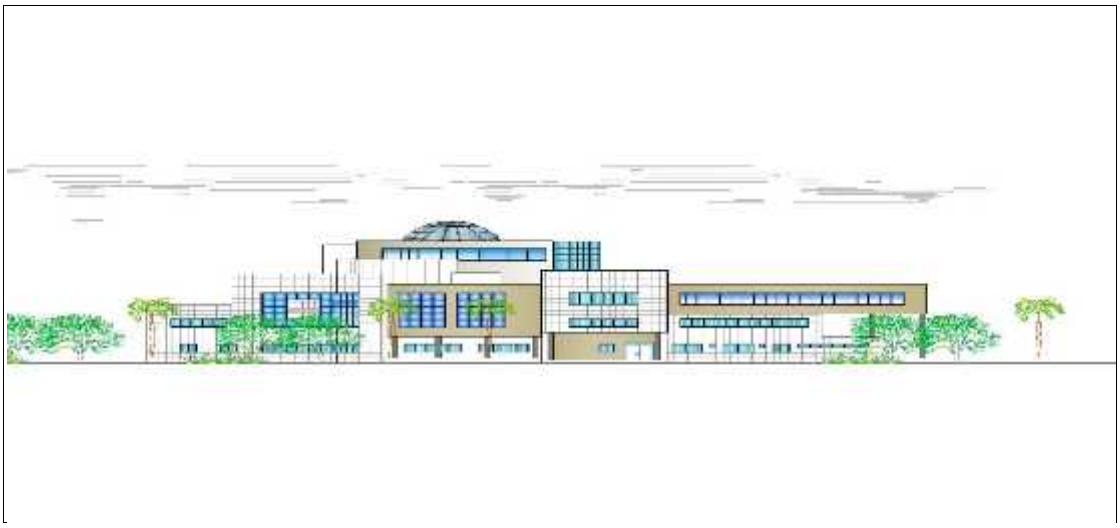


الشكل (٢-١٢) الواجهة الشمالية الغربية

يبدو للناظر وللوهلة الأولى أنها الواجهة الرئيسة للمبنى ، وذلك لأنها تقتطع جزء من مدخل المستشفى الرئيسي كما أنها تبرز فيها عناصر جمالية لا تقل عن الواجهة الرئيسية .

وتضم هذه الواجهة جزء من الواجهة الزجاجية الدائرية للمبنى ، وكذلك يظهر فيها أيضا جزء من البروزات التي تبرز على أعمدة مكشوفة على هيئة الطوابق الرخوة ، إضافة إلى كل هذا فإنها تبرز جزء من الكورنيش الذي يعمل كمظلة على مداخل المستشفى والذي يحاط بصف حجرى جميل ، أيضا تضم هذه الواجهة اتزانا في توزيع النوافذ وتناسقا فيها ، كما أنها تعطي فكرة ولو جزئية عن التكوينات العامة للمبنى ككل .

2.9.3 الواجهة الجنوبية الشرقية:



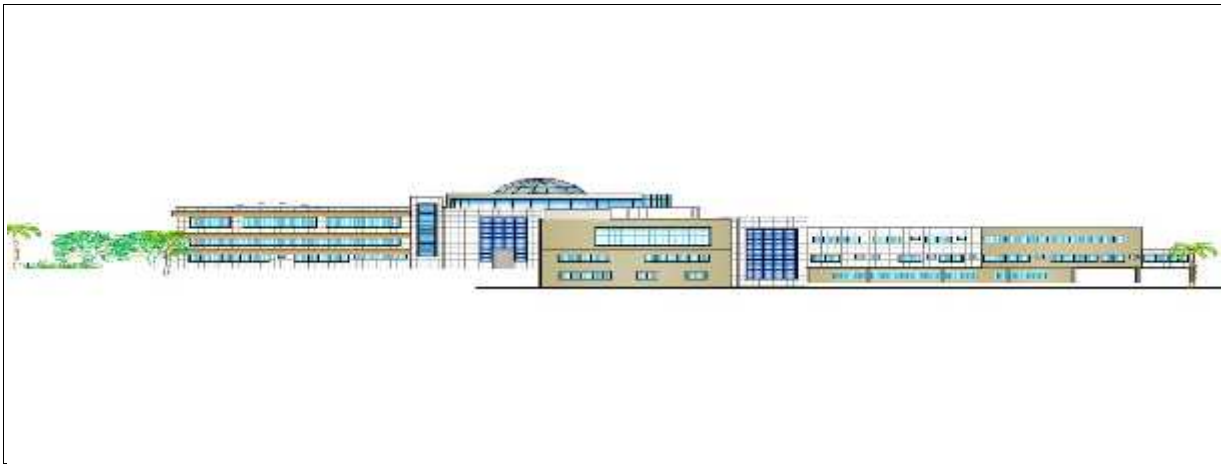
الشكل (١٣-٢) الواجهة الجنوبية الشرقية

قد يحتاج الناظر إلى واجهة أو واجهتان من أي مبنى حتى يستطيع تكوين فكرة كاملة عن ذلك المبنى ، ولكن في مثل هذا المشروع وما يحتويه من البروزات وتراجعات فهو بحاجة إلى نظرة وافية لكل واجهة حتى يستطيع ترسيم معالم هذا المشروع في مخيلته .

يمكن من خلال هذه الواجهة أن يلحظ الإنسان تداخلا فريدا بين أنواع متفرقة من المواد الإنشائية التي دمجت لتعطي لوحة فنية رائعة ، فهذه الواجهة تحتفظ بنسق النوافذ التي برزت في الواجهة السابقة إلا أنها تضيف واجهة ذات طابع أخر وهي إلى اليسار في الصورة التصميمية المقترحة ،حيث أن من المعهود أن تحتوي واجهة حجرية نافذة زجاجية أما إن تحتوي نافذة زجاجية مقطعا من واجهة حجرية فانه أمر غير معهود وبالإضافة إلى ذلك فهي تضم مدخلا خلفيا تتقدمه مجموعة من الأعمدة التي تحمل البروز الواضح في المبنى .

إضافة إلى ذلك فإن هذه الواجهة تأخذ حصتها من إطلالة الجزء الزجاجي الدائري والتقبية التي تعلوها ، أيضا فإنه يبرز فيها حالة من التناسق والتكامل في توزيع النوافذ على جميع أجزائها ، وهي تضم مساحات حجرية أكثر من سابقاتها مع الخلط بمساحات أخرى زجاجية تضم الإضاءة المناسبة للمبنى .

2.9.4 الواجهة الجنوبية الغربية :



الشكل (١٤-٢)الواجهة الجنوبية الغربية

إن أبرز ما تظهره هذه الواجهة أنها تضم المنسوبين المختلفين اللذين يقوم عليهما المبنى أكثر من بقية الواجهات في المبنى وهي لا تبدو خلفية للمبنى نظرا لعدم احتوائها على أي من عناصر الحركة والاستخدام الفعلي للمبنى ، فهي تحتوي أجزاء مكررة من الواجهات السابقة ، سواء في تفصيلة نوافذها أو المواد المستخدمة لتغطية جدرانها ، وكذلك الواجهات الدائرية وما يعلوها من قبة زجاجية .

إلا أن هذه الواجهة وفي الجهة اليسرى لصورتها تبرز نسقا جديدا لامتداد النوافذ وما يعلو تلك النوافذ من بروزات ، وهذا النظام الجديد في توزيع النوافذ على أشكال مستطيلة تحتل جزءا كبيرا من الواجهة لم يبرز في بقية الواجهات الأخرى بشكل جلي ، كما أن هذه الواجهات تحافظ على خط سير الواجهات الأخرى بما تضمه من توازن ولو جزئي حول محور المبنى الذي يتمثل في القبة وما تحتها .

الفصل الخامس

النتائج والتوصيات

٥-١ النتائج

١. يجب على كل طالب أو مصمم إنشائي أن يكون قادراً على التصميم بشكل يدوي حتى يستطيع امتلاك الخبرة والمعرفة في استخدام البرامج التصميمية المحوسبة.
٢. من العوامل التي يجب أخذها بعين الاعتبار، العوامل الطبيعية المحيطة بالمبنى وطبيعة الموقع وتأثير القوى الطبيعية على الموقع.
٣. يجب اختيار النظام الإنشائي الأنسب من حيث الأمان والتكلفة الاقتصادية.
٤. على المهندس المصمم أن يكون ملماً بطرق تنفيذ العناصر الإنشائية حتى يتمكن من تصميم المنشأ بطريقة قابلة للتنفيذ.
٥. القيمة الخاصة بقوة تحمل التربة هي 4 كغم/سم^{٢} .
٦. 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) للكتلة الوسطية C و لبيوت الدرج والمصاعد ، نظرا لكونها أكثر فاعلية من عقدات الأعصاب في تحمل ومقاومة الأحمال المركزة .
٧. الأحمال الحية المستخدمة في المشروع تم الحصول عليها من الكود الأردني.
٨. برامج الحاسوب المستخدمة :

هناك عدة برامج حاسوب سيتم استخدمها في هذا المشروع وهي:

a) AUTOCAD 2007 : و ذلك لعمل الرسومات المفصلة للعناصر الإنشائية.
b) Safe: وذلك لإجراء التحاليل والتصاميم الإنشائية لبعض العناصر الإنشائية.
c) ATIR: للتصميم والتحليل الإنشائي للعناصر الإنشائية.
d) (Office 2007) : تم استخدامه في أجزاء مختلفة من المشروع مثل الكتابة النصوص والتنسيق وإخراج المشروع.

٩. من الصفات التي يجب أن يتصف بها المصمم هي الحس الهندسي الذي يقوم من خلاله بتجاوز أية مشكلة ممكن أن تعترضه في المشروع وبشكل مقنع ومدروس.

٥-٢ التوصيات

١. يجب أن يكون هنالك تنسيق بين المصمم المعماري والإنشائي خلال عملية التصميم حتى ينتج مبنى متكاملاً إنشائياً ومعمارياً.

٢. يوصى بتنفيذ المشروع حسب المخططات المرفقة بالمشروع بأقل تغييرات ممكنة.

٣. ينصح بوجود مهندس مشرف للإشراف على التنفيذ وأن يلتزم بالمخططات والشروط لضمان التنفيذ الأفضل للمشروع.

٤. إذا تبين أن قوة تحمل التربة أقل من القوة التي تم تصميم المشروع بناءً عليها؛ فإنه يجب إعادة تصميم الأساسات وفقاً للقيمة الجديدة.

٥. بعد المراجعة الشاملة للمخططات التنفيذية فإن هذا المشروع يعتبر جاهزاً للتنفيذ إنشائياً ومعمارياً.

٦. يجب استكمال التصميم الكهربائي و الميكانيكي للمشروع قبل المباشرة في التنفيذ لإدخال أي تعديلات محتملة عليه من الناحية الإنشائية.