الارضيات والسقوف

(Floors and Roofs)

الارضيات عبارة عن الاجزاء الافقية من البناء تقسم البناية الى مستويات تسمى بالطوابق منها الطابق الارضي والنصفي (mezzanine) والاول وهكذا يستمر الى الطابق الاخير الذي سقفه يسمى السطح .

توجد انواع من السقوف غير الافقية منها السقوف المائلة والمقوسة والمطوية والمنحنية وغيرها .

تعمل الارضيات من مواد عديدة منها الخشب والخرسانة المسلحة والعقادة من الطابوق والشلمان والسقوف من الالواح المعدنية المغلونة والالمنيومية والاسبستية والبلاستيكية المركبة المستوية منها والمضلعة .

يتم اختيار نوعية الارضيات والسقوف حسب عوامل اهمها مايلي : ـ

١ ـ نوعية الاحمال ومقاديرها .
٢ ـ المظهر الخارجي والناحية المعمارية في حالة وجود سقف ثانوي او بدونه .
٣ ـ مقاومة الحريق .
٤ ـ سهولة الادامة عند الحاجة .
٥ ـ التسهيلات الممكن توفيرها بالنسبة الى تأسيس المرافق الخدمية الكهربائية والصحية والتكييف .
٦ ـ العزل الصوتي والحراري .
٧ ـ البساطة في التفاصيل وسرعة الانشاء .
٨ ـ الناحية الاقتصادية ومدى توفر المواد الانشائية .

الاحمال (loads) : ـ

تصمم الارضيات لتحمل بعض أو كل الاحمال التالية : ـ

١ ـ الحمل الساكن (dead load)
٢ ـ الحمل الحي (live load)
٣ ـ الحمل الصدمي (impact load)
٤ ـ حمل الريح (wind load)

١ ـ الحمل الساكن :

الحمل الساكن عبارة عن وزن مادة بناء الارضية وكذلك اوزان الاجزاء البنائية اللازمة لختم الارضية كالكاشي والبياض والسقف المعلق وغيرها . يسمى هذا الحمل بالحمل الساكن لانه ثابت في موقعه وغير قابل للتحريك .

حدد الكود العربي لتصميم وتنفيذ المنشآت بالخرسانة المسلحة في بابه الخامس الفقرة (٥ ـ ٢ ـ ٢) منه الاوزان النوعية لبعض المواد الاكثر استعمالا كما مبين بالجدول رقم (١٠ ـ ١) .

جدول رقم (١٠ ـ ١) يبين أوزان بعض المواد الاكثر استعمالاً

المادة	الكثافة طن / متر مكعب
خرسانة عادية دون تسليح	٢.٤٠
فولاذ	٧.٨٥
خرسانة مسلحة (تسليح ١ ٪)	٢.٥٠
الحجر البازلتي (حجم مالىء)	٣.٠٠
الحجر الكرنيتي (حجم مالىء)	٢.٨٠
الحجر الكلسي (حجم مالىء)	٢.٧٠
الحجر الرملي (حجم مالىء)	٢.٣٠
الطابوق المجوف	١.٤٠ ـ ١.٩٠
الحصى والحجر المكسر (حجم فل)	١.٥٠ ـ ١.٨٠
الرمل (حجم فل)	١.٥٠ ـ ١.٨٠
الاسمنت (فل)	١.٤٠ ـ ١.٦٠
بناء عادي بالمونة	١.٨٠ ـ ٢.٠٠
خرسانة خفيفة الوزن	١.٢٠ ـ ٢.٠٠
بناء بالكتل الخرسانية المجوفة	١.٤٠
بناء بالطابوق المجوف	١.٤٠
بلاط الرخام أو السيراميك	٢.٤٠ ـ ٢.٥٠

٢ ـ الحمل الحي :

الحمل الحي عبارة عن الحمل المتحرك أو القابل للتحريك فالناس والاثاث مثلا يعتبران من الاحمال الحية . لقد حددت المداون الهندسية مقدار الاحمال الحية بانواعها المختلفة على الارضيات كل حسب نوع استعمال الارضية .

حدد الكود العربي لتصميم وتنفيذ المنشآت بالخرسانة المسلحة في بابه الخامس الفقرة (٥ ـ ٣ ـ ٢) منه الاحمال الحية كأحمال اضافية وكما مبين ذلك في الجدول رقم (١٠ ـ ٢) .

جدول رقم (١٠ ـ ٢) يبين الاحمال الحية التي حددتها المداون كاحمال اضافية

نوع المنشأ	الحمل الحي كغم / م٢
سطوح لا يوصل اليها ـ مائلة	٥٠
سطوح لا يوصل اليها ـ افقية	١٠٠
سطوح يوصل اليها	٢٠٠
ـ غرف السكن والمكاتب ، الابنية الخاصة	٢٠٠
الابنية العامة	٣٠٠
ـ السلالم أو الممرات ، الابنية الخاصة	٣٠٠
الابنية العامة	٤٠٠
الشرفات	٤٠٠
ـ القاعات والصالات ، ذات المقاعد الثابتة	٥٠٠
ذات المقاعد غير الثابتة	٦٠٠
الدكاكين ومحلات البيع حسب المواد المخزونة	٥٠٠ أو أكثر
مستودعات التخزين والمصانع (حسب المواد المخزونة ونوع الالآت)	١٠٠٠ أو أكثر
مرائب السيارات السياحية (كراجات ،	٦٠٠

اجازت بعض المداون الهندسية تخفيض الاحمال الحية بنسب معينة على الطوابق المتعددة مما يستوجب التقيد بها عند التصميم .

ان الكود العربي لتصميم وتنفيذ المنشآت الخرسانية قد حدد في بابه الخامس الفقرة (٥ ـ ٣ ـ ٣) منه تخفيض الاحمال الحية في الابنية المعدة للسكن ذات الطوابق االمتعددة (أكثر من خمسة طوابق) وذلك بتخفيض (١٠ ٪) لكل طابق باستثناء السطح والارضية ماتحت السطح . يستمر التخفيض لكل من الطوابق الباقية لغاية بلوغ مجموع التخفيض ٥٠ ٪ من الحمل الحي . علماً بان التخفيض هو لغرض تصميم الاسس والاعمدة فقط .

لا يسمح بأخذ أي عامل تخفيض للابنية غير السكنية اذا كان عدد الطوابق أقل من خمسة طوابق .

تعتبر الثلوج من الاحمال الحية وتقدر بمائة كيلو غرام للمتر المربع الواحد وقد حدد الكود العربي في بابه الخامس الفقرة (٢) منه احمال الثلوج حسب علو المنشأ عن سطح البحر بالامتار . وتخفض احمال الثلوج بالنسبة للسقوف المائلة بنسب مختلفة حسب قيمة زاوية الانحدار وكما مبين في الجدول ادناه .

جدول (١٠ ـ ٣) يبين نسبة تخفيض احمال الثلوج بالنسبة للسقوف المائلة

قيمة زاوية الانحدار على الافق	نسبة التخفيض
٢٥°	—
٣٠°	٪ ١٠
٣٥°	٪ ٢٠
٤٠°	٪ ٣٠
٤٥°	٪ ٤٠

وهناك بعض المدون التي تهمل نهائيا احمال الثلوج على السقوف المائلة التي يزيد انحدارها عن ٤٥° على الافق وكما تستعمل وسائل حرارية لاذابة الثلوج فوق السقوف الشبكية والسقوف السنامية ذات الفضاءات الواسعة لمحافظة هذه السقوف من تأثير الاحمال الحية اكثر من قابليتها التصميمية .

٣ ـ الحمل الصدمي :

تؤثر على بعض الارضيات احمال صدمية ناتجة عن حركة مصعد أو اهتزازات تشغيل مكائن أو حركة ناقلات وغيرها . تحسب الاحمال الصدمية على الارضيات

كنسب من الاحمال الحية كمصدر للحمل الصدمي وكما مبين في الجدول رقم (١٠ ـ ٤) .

جدول رقم (١٠ ـ ٤) الاحمال الصدمية لبعض المكائن

المكائن الخفيفة	٢٠ ٪ من الحمل الحي
الناقلات المتحركة	٢٥ ٪ من الحمل الحي
المكائن دون الثقيلة	٣٣ ٪ من الحمل الحي
المكائن الثقيلة	٥٠ ٪ من الحمل الحي
المصاعد	١٠٠ ٪ من الحمل الحي

تحدد الاحمال الصدمية لبعض المكائن من قبل المنتج وفي مثل هذه الحالة تستعمل هذه الاحمال بدلا من التقدير بالنسب المبينة في الجدول اعلاه .

٤ ـ حمل الريح :

تؤثر الرياح على واجهة الابنية والسقوف المستوية والمائلة بمقدار يتراوح بين ١٢ ـ ١٥٠ كيلو غرام للمتر المربع الواحد .

تستعمل معادلات خاصة لحساب مقدار حمل الريح حسب علو المنشأ بالنسبة لمستوى الارض وسرعة الريح وميل السقف على الافق وموقع المنشأ من فعل الريح أو من تعرضه له . وللرياح تأثير سحب امتصاصي (suction) بالنسبة الى السقوف المستوية والمساحة غير المواجهة للريح للسقوف المائلة .

حدد الكود العربي لتصميم وتنفيذ المنشآت الخرسانية في بابه الخامس الفقرة (٥ ـ ٤ ـ ١) منه احمال الرياح وكيفية احتسابها حسب العوامل المؤثرة وكذلك مقدار الضغط والشد الناجم على بعض المساحة المواجهة وغير المواجهة للريح وحسب ميل السقف وعلوه عن سطح الارض .

يستوجب دراسة الرياح القوية التي تؤثر على المنشآت في مواسم معينة من السنة وتحديد احمالها بصورة دقيقة ولاسيما بالنسبة الى الابنية العالية والسقوف ذات الفضاءات الواسعة .

انواع الارضيات :

تصنف الارضيات والسقوف حسب مواد عملها وطريقة انشائها الى الانواع الاساسية التالية : ـ

١ ـ العقادة (طابوق وشلمان) (jack arching)
٢ ـ الارضيات الخشبية والسقوف الخشبية المائلة (timber floors and roofs)
٣ ـ الارضيات الخرسانية المسلحة (reinforced concrete floors)
٤ ـ ارضيات رفع مسبقة الصب (lift slab)
٥ ـ السقوف المطوية (folded plates)
٦ ـ السقوف المنحنية (curved roofs)
٧ ـ السقوف الهيكلية او الحدوية (inclined roofs)
٨ ـ السقوف ذات الهيكل الفضائي (space framed roofs)

١ ـ العقادة : ـ

تعمل ارضية العقادة من حديد الشلمان بمقطع (I) يستند على جدران حاملة او على اعتاب وباتجاه الفضاء القصير وبمسافات تتراوح مراكزها من ٧٥ سم الى ٩٠ سم . تعقد المسافات ما بين الشلمان بالطابوق وبالجص وبتقوس يتراوح ارتفاعه من سنتيمتر واحد الى ثلاث سنتيمترات حسب مسافات الشلمان من بعضها . يبلغ سمك العقادة ١٢ سم لان الطابوق يوضع في البناء على شكل كاز (كما هو المصطلح عليه محلياً في بناء الطابوق) .

اهم الامور التي يجب اخذها بنظر الاعتبار في عمل العقادة ما يلي : ـ

ا ـ طلاء الشلمان جيداً بصبغ ضد الصدأ كالاصباغ الدهنية او محاليل الاسفلت الخالية من الكبريت . قد تظهر احياناً بقع ومساحات تأكسد الشلمان عندما يكون الطلاء بطبقة خفيفة او باصباغ غير ملائمة .

ب ـ اختيار الشلمان بمقطع مناسب لتحمل الاحمال وان يكون سهم انحنائه ضمن سهم الانحناء المسموح به والذي يساوي ١ / ٣٦٠ من الفضاء . ان هذا التحديد ضروري لكي لا تظهر الشقوق في طبقة البياض ما تحت الشلمان او على حافتيه .

جـ ـ استعمال وسادة خرسانية تحت مساند الشلمان ومن الافضل استعمال رباط مستمر من الخرسانة المسلحة فوق الجدران الحاملة حتى يتوزع الحمل المركز من

نهايتي الشلمان على الجدران الحاملة توزيعاً منتظماً . ويتوقع حدوث شقوق مائلة تسير مع حلول بناء الطابوق في حالة عدم استعمال الوسادة او الرباط .

د ـ التأكد من جلوس الشلمان على المساند بوضع افقي حيث في حالة وجود ميلان تتولد قوى عزم انحناء قد تسبب ظهور الشقوق في اطراف الشلمان القريب من المساند .

هـ ـ ان اقل مسافة لجلوس الشلمان على الجدار تساوي ثلثي عرض الجدار لكي يقع مسار الحمل المركز في نهاية جلوس الشلمان ضمن مساحة لب مقطع الجدار . ان هذا التحديد ضروري لتجنب احداث قوى شدية او انحنائية التي تتولد منهما شقوق افقية في فواصل بناء الجدار الحامل .

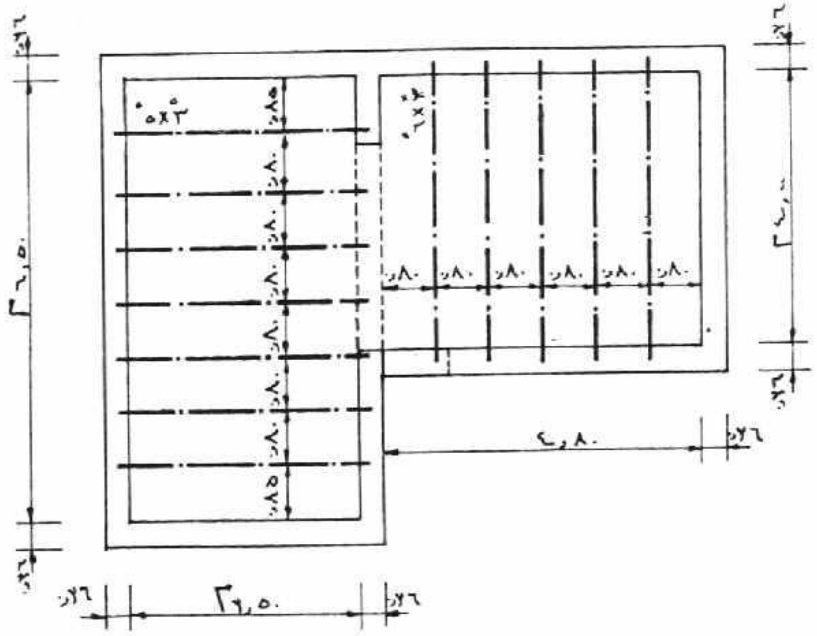
و ـ تهيئة مخطط يبين توزيع شلمان الارضيات مع ذكر مسافاتها ومقاطعها وكذلك تنظيم جدول ملحق لبيان ابعاد ومقاطع الشلمان مع العدد والطول والوزن لكل مقطع ومجموع اوزان المقاطع بالاطنان . يتم جلب الشلمان الى موقع العمل وتوزيعه على الارضيات بموجب معلومات المخطط والجدول رقم (١٠ ـ ٥) وكما مبين في الشكل (١٠ ـ ١) .

جدول رقم (١٠ ـ ٥) تفاصيل شلمان العقادة .

مقطع الشلمان	العدد	الطول م	الوزن كغم / م	الوزن الكلي كغم
٠,٣٠ × ٠,٥٠ أو (١٢٧ × ٧٦ ملم)	٧	٤,٠٠	١٠,٤	٤٦,٦
٠,٣٠ × ٠,٦٠ أو (١٥٢ × ٨٩ ملم)	٥	٤,٥٠	١٥,٨	٧١,١
				١١٧,٧

ز ـ شربتة العقادة بالجص وذلك لسد الفراغات وتسوية الوجه العلوي وتهيئته لفرش الطبقات الختامية الاخرى للارضية .

ح ـ يختم الوجه الداخلي للعقادة عادة بالبياض . وبسبب تباين معامل التمدد الحراري بين معدن الشلمان والطابوق تظهر شقوق شعرية يصعب معالجتها معالجة جذرية ولاسيما بالنسبة الى السقوف التي تكون معرضة الى التأثيرات الجوية اكثر من ارضيات الطوابق الاخرى وعندما تكون طبقات العزل الحراري فوق العقادة لا تكفي لحمايتها من هذه التأثيرات .



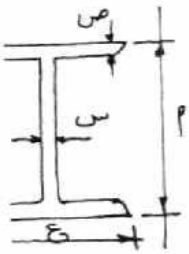
شكل (١٠ ـ ١) مخطط توزيع الشلمان

توجد معالجات عديدة لمنع حدوث الشقوق بتاثير التمدد المتباين ومن الطرق المفضلة استعمال شريط مشبك من السلك الناعم والافضل من نوعية تقاوم الصدأ بعرض ثلاث مرات عرض الشلمان وتثبيته على العقادة من الطرفين بمسامير مغلونة حيث ان هذا المشبك يعمل كتسليح داخلي لطبقة بياض الجص وتزيد من تماسكه ومقاومته للتأثيرات الحرارية . يمكن ترك العقادة بدون بياض واظهار الطابوق من الاسفل بتشكيلات ونقوش متميزة . توجد دور بغدادية قديمة تحتوي على نماذج من بناء العقادة من هذا النوع مما يؤمل العودة اليها واحياء هذا الطراز البنائي القديم كتراث جميل وذو فائدة بالنسبة الى ظروفنا المناخية في اعمال العقادة .

الجدول رقم (١٠ ـ ٦) مقترح لابعاد الشلمان مقطع (I) للاحمال الاعتيادية وللفضاءات المبينة ازاء كل منها .

جدول رقم (١٠ ـ ٦) تفاصيل مقاطع تلمان

الفضاء الصافي	القطع بالملمترات		مساحة القطع الوزن	
بالامتار	ا × ع	س × ص	سم²	كغم / م
١ ـ ١,٥	٨٠ × ٤٦	٣,٨ × ٥,٢	٧,٦٤	٦,٠٠
١,٥ ـ ٢	١٠٠ × ٥٥	٤,١ × ٥,٧	١٠,٣	٨,١٠
٢ ـ ٣	١٣٠ × ٦٤	٤,٤ × ٦,٣	١٣,٢	١٠,٤٠
٣ ـ ٣,٥	١٤٠ × ٧٣	٤,٧ × ٦,٩	١٦,٤	١٢,٩٠
٣,٥ ـ ٤	١٦٠ × ٨٢	٥ × ٧,٤	٢٠,١	١٥,٨٠
٤ ـ ٤,٥	١٨٠ × ٩١	٥,٣ × ٨	٢٣,٩	١٨,٨٠
٤,٥ ـ ٥	٢٠٠ × ١٠٠	٥,٦ × ٨,٥	٢٨,٥	٢٢,٤٠
٥ ـ ٥,٥	٢٢٠ × ١١٠	٥,٩ × ٨,٢٥	٣٣,٤	٢٦,٢٠
٥,٥ ـ ٦	٢٤٠ × ١٢٠	٦,٢ × ٩,٨٥	٣٩,١	٣٠,٧٠
٦ ـ ٧	٢٧٠ × ١٣٥	٦,٦ × ١٠,٢٦	٤٥,٩	٣٦,١٠



٢ ـ الارضيات الخشبية : ـ

تعمل الارضيات الخشبية من الاخشاب الرخوة او الاخشاب الصلدة وتكون على ثلاثة انواع وهي : ـ

آ ـ ارضيات احادية (single floors)

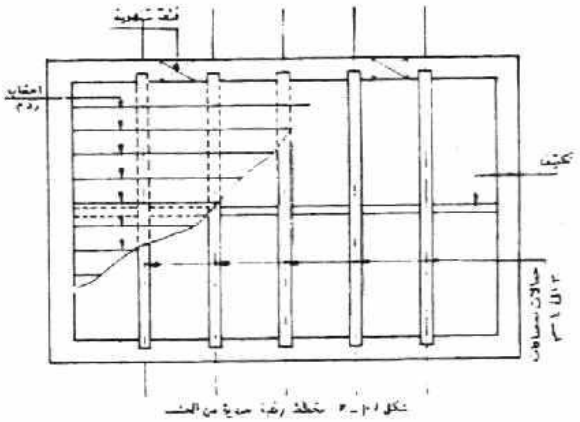
ب ـ ارضيات مزدوجة (double floors)

جـ ـ ارضيات ثلاثية أو اطارية (triple or framed floors)

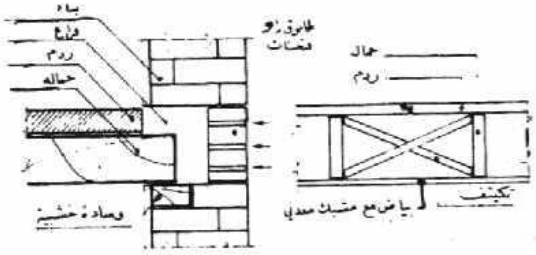
آ ـ الارضيات الاحادية :

تعمل الارضية الاحادية من حمالات خشبية (bridging joists) توزع باتجاه الفضاء القصير وبمسافات تتراوح من ٣٠ سم الى ٤٠ سم ثم تردم من الاعلى بالواح خشبية (floor- boards) ذات سمك ومفاصل معينة كما مبين في الشكل (١٠ ـ ٢

تكتف حمالات الفضاءات الكبيرة (cross- bracing or strutting) من الوسط لمنع الالتواء وتترك للارضيات الاحادية فتحات تهوية على الجدران لعدم حصر الهواء وتعفنه عندما تغلق الارضية من الاسفل بطبقة ختامية كالبياض مثلاً وكما مبين في الشكل (١٠ ـ ٣) .

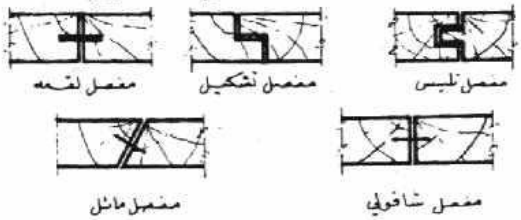


شكل ٢١ - ٢ مخطط رضة حديدية من العقد



(أ) مقطع في الأرضية لبيان التكشيف (ب) مقطع في الأرضية مع الجدار

لبيان فتحة التهوية



(د) أنواع مفاصل رسم الأرضيات الخشبية

شكل ٢١ - ٣ تفاصيل متفرقة لبعض الأرضيات الخشبية

٣ ـ الارضيات الخرسانية المسلحة : ـ

تعمل الارضيات الخرسانية المسلحة من الخرسانة وقضبان التسليح . تصمم وتنفذ بموجب متطلبات ومواصفات خاصة محددة في المدونة الهندسية (الكود العربي)

تصنف الارضيات الخرسانية المسلحة حسب تصميمها وانشائها الى الانواع الاساسية التالية : ـ

أ ـ الصب الموقعي (cast in situ)

ب ـ مسبقة الصب (precast)

جـ ـ مسبقة الجهد (prestressed) بنوعيها الصب الموقعي ومسبقة الصب .

أ ـ ارضيات الصب الموقعي :

اهم انواع الارضيات الخرسانية المسلحة ذات الصب الموقعي كما يلي : ـ

١ ـ ارضية ذات تسليح رئيسي باتجاه واحد (one way slab)

٢ ـ ارضية ذات تسليح رئيسي باتجاهين (two way slab)

٣ ـ ارضية مسطحة (flat slab)

٤ ـ ارضية مضلعة باتجاه واحد (ribbed slab)

٥ ـ ارضية مضلعة باتجاهين (waffle slab)

٦ ـ ارضية خرسانية باعتاب معدنية (concrete joist floor)

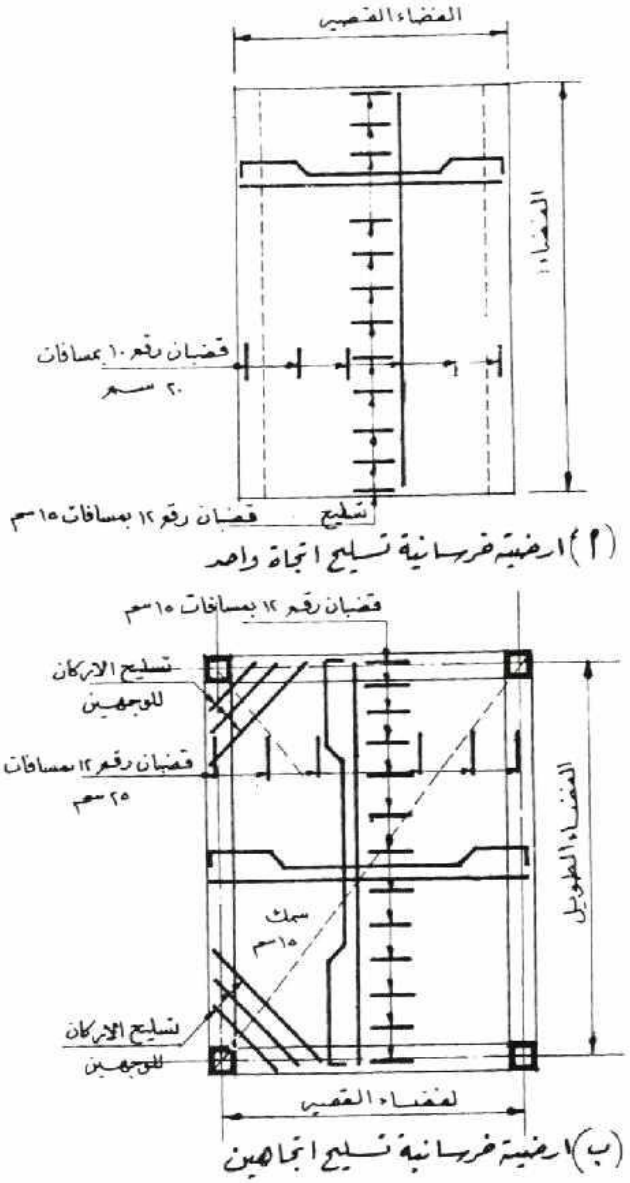
٧ ـ ارضية خلوية (cellular steel floors)

١ ـ ارضية ذات تسليح رئيسي باتجاه واحد :

تستعمل هذه الارضية عندما تكون نسبة الفضاء الطويل الى الفضاء القصير اكثر من اثنين . تسلح الارضية بتسليح رئيسي باتجاه الفضاء القصير وتسليح ثانوي للتمدد الحراري (temperature steel) باتجاه الفضاء الطويل . يتراوح سمك الارضية للحالات الاعتيادية من ١٢ سم ـ ٢٠ سم كما مبين في الشكل (١٠ ـ ٧ أ) .

٢ ـ ارضية ذات تسليح رئيسي باتجاهين :

تستعمل هذه الارضية عندما تكون نسبة الفضاء الطويل الى الفضاء القصير اقل من اثنين اي ان شكل الارضية اقرب الى المربع تسلح الارضية بتسليح باتجاه الفضائين ليتحملا احمال الارضية حسب معامل نسب الفضاء القصير الى الفضاء الطويل . يتراوح سمك الارضية للحالات الاعتيادية من ١٢ سم الى ٢٥ سم وكما مبين في الشكل (١٠ ـ ٧ ب) .



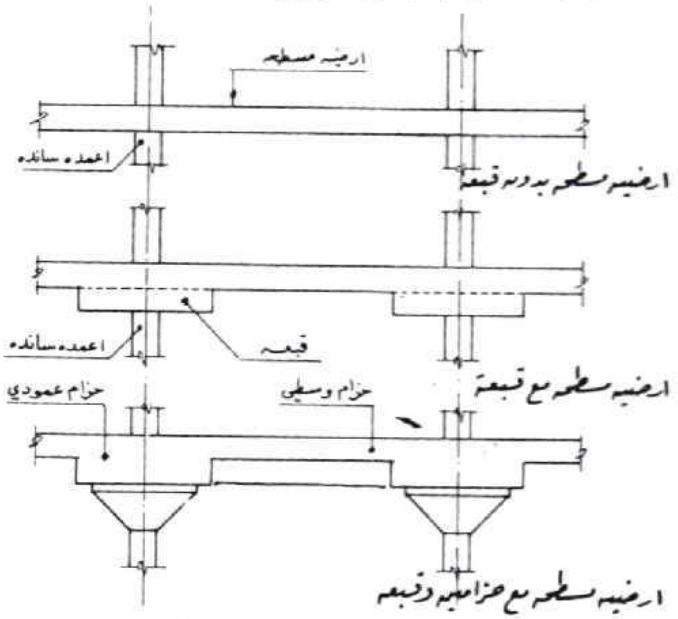
شكل (١٠ ـ ٧) أرضيات خرسانية مسلحة باتجاه رئيس واحد وباتجاهين

٣ ـ ارضية خرسانية مسطحة : ـ

تستعمل الارضية المسطحة في حالة وجود احمال حية كبيرة وعندما يمكن ان تستمر الارضية لثلاث فضاءات بالاتجاهين .

تعمل هذه الارضية اما بقبعات ـ(caps) في منطقة الاعمدة او بدونها وتكون اما بسمك واحد لجميع اجزاء الارضية او بسمك اكثر لحزامين في منطقة الاعمدة تسمى بالحزام العمودي (column strip) . يتقاطعان في منطقة الاعمدة ويعملان كاعتاب حاملة للارضية الوسطية المسماة بالحزام الوسطي (middle strip) ذات السمك القليل . تحدد كميات التسليح وتوزيعه وكذلك سمك الصبات للحزامين حسب مواصفات وبنود المدونة . يتراوح سمك الارضية المسطحة للحالات الاعتيادية من ١٥ سم الى ٢٥ سم يحدد حسب متطلبات التصميم الهندسي .

ان مظهر الوجه السفلي للارضية المسطحة مقبول من الناحية المعمارية ولاسيما عندما تعمل بقوالب صقيلة منتظمة الاشكال وكذلك لها ميزة كسب ارتفاع بين الطوابق وحذف الاعتاب السائدة وهذا مفيد من ناحية الاقتصاد في المواد البنائية والسرعة في الانشاء . كما ان لها فائدة تأسيس المرافق الخدمية وتوزيعها بجميع الاتجاهات بدون وجود حواجز من الاعتاب بين الارضيات وكما مبين في الشكل (١٠ ـ ٨ أ) . (١٠ ـ ٨ ب) . (١٠ ـ ٨ جـ) .

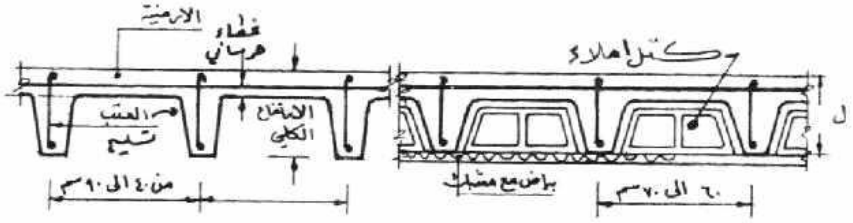


شكل (١٠ ـ ٨) ارضيات خرسانية مسطحة

٤ ـ ارضية خرسانية مضلعة باتجاه واحد :

تستعمل هذه الارضية للفضاءات الكبيرة ذات التحمل العالي للاحمال الحية . تعمل هذه الارضية من اعتاب صغيرة ارتفاع كل منها ثلاث مرات عرضها وتبعد مراكزها وهي باتجاه الفضاء القصير من ٤٠ الى ٩٠ سم وتحمل فوقها الارضية الخرسانية بسمك يتراوح بين خمس الى عشرة سنتمترات . تحدد الابعاد والتسليح والتفاصيل بموجب المواصفات الهندسية والتصميم الهندسي . يستفاد من الفراغات الموجودة بين اعتاب الارضية المضلعة لامرار انابيب ومجاري وقنوات الخدمات .

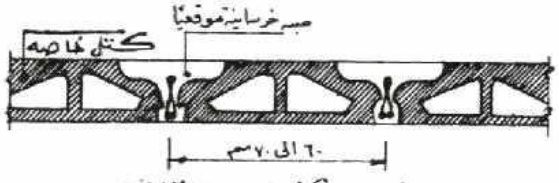
تكون الارضية في اكثر الاحيان مكشوفة باعتبار ان مظهرها مقبول من الناحية المعمارية وعندما يراد اخفاء الارضية من الاسفل يستعمل لذلك سقف ثانوي مناسب أو تملاء الفراغات بين الاعتاب بكتل قياسية من الفخار او الخرسانة المجوفة توضع في مواقعها بين الاعتاب قبل صب الخرسانة وعند الانتهاء من عمل الارضية يختم الوجه السفلي بالبياض او النثر او اية مادة اخرى حسب مواصفات العمل المطلوب وكما مبين في الشكل (١٠ ـ ٩ ، ١٠) . يتطلب تقوية الاعتاب لمنع الالتواء في وسط فضاء الاعتاب الحاملة او في ثلث الفضاء من الطرفين عندما يزيد طول فضاء الاعتاب المضلعة مقدار معين حسب تحديد بعض المواصفات .



مقطع ارضية خرسانية مضلعة مع املاء الفراغات بكتل خاصة

مقطع ارضية خرسانية مضلعة بفراغات

شكل (١٠ ـ ٩) نموذجان لارضية خرسانية مضلعة مع غطاء خرساني

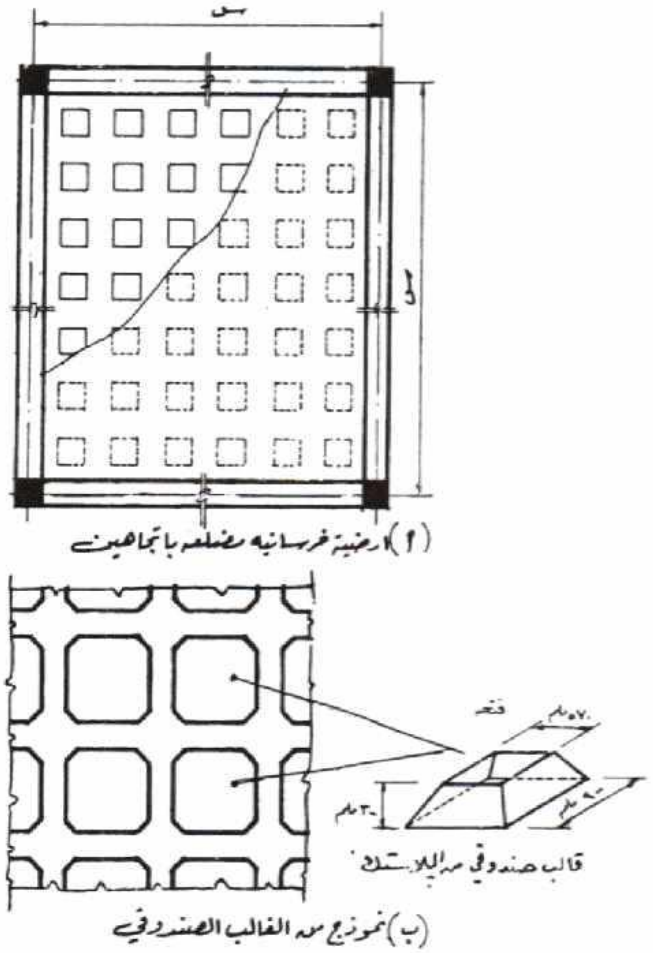


مقطع ارضية خرسانية مع كتل للاحمال الخفيفة

شكل (١٠ ـ ١٠) مقاطع من نماذج ارضية خرسانية مضلعة باتجاه واحد

٥ ـ ارضية خرسانية مضلعة باتجاهين : ـ

تستعمل الارضية المضلعة باتجاهين لمساحات مربعة الشكل ذات الفضاءات والاحمال الحية الكبيرة . تعمل هذه الارضية بسمك يتراوح من خمسة الى عشر سنتمترات تحملها اعتاب باتجاهين متعامدين تحصر بينها فراغات باحجام واشكال صندوقية مفتوحة من الاسفل كما مبين في الشكل (١٠ ـ ١١ آ) .

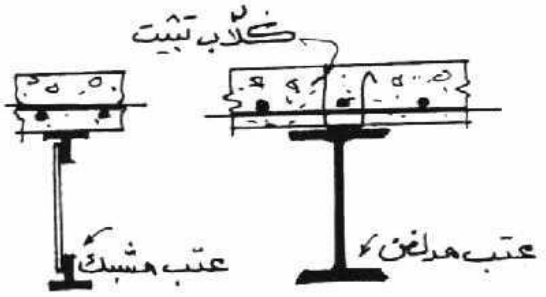


شكل (١٠ ـ ١١) ارضية خرسانية مسلحة مضلعة باتجاهين مع نموذج القالب

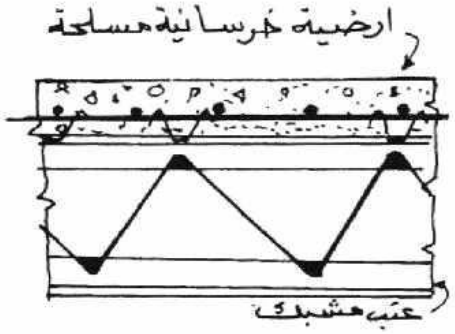
تستعمل قوالب صندوقية من البلاستك ذات الابعاد القياسية والجوانب المنحدرة قليلاً لامكان رفعها بعد صب الارضية بسهولة كما مبين في الشكل (١٠ ـ ١١ ب) .

تمتاز هذه القوالب بفائدتها الاقتصادية والسرعة في انجاز العمل وكذلك انهاء الاوجه الخرسانية بنوعية جيدة يمكن ترك هذه الارضية مكشوفة وبدون ثمة حاجة الى عمل سقف ثانوي لظهرها المقبول معمارياً .

تحدد ابعاد وتسليح وتفاصيل هذه الارضية بموجب متطلبات ومواصفات التصميم الهندسي .



(أ) ارضية خرسانية مسلحة مع عتب مدلفن



(ب) ارضية خرسانية مسلحة مع عتب مشبك

شكل (١٠ ـ ١٢) ارضية خرسانية مسلحة مع اعتاب مدلفنة او اعتاب مشبكة

٦ ـ ارضية خرسانية مسلحة باعتاب معدنية :

تتكون هذه الارضية من صبة خرسانية مسلحة بسمك يتراوح من ١٢ سم الى ١٥ سم تحملها اعتاب معدنية مدلفنة بمقطع ـ(I) وبمسافات تتراوح من ٧٠ سم الى ٩٠ سم وتحتوي على قضبان معدنية تسمى بـ (shear connectors) تعمل على تماسك الارضية مع أعتابها تماسكاً محكماً وتمنع الانزلاق والحركة الجانبية التي تتولد نتيجة الى الاجهادات القصية او عزم انحناء الاعتاب كما في الشكل (١٠ ـ ١٢ آ) وتشبه هذه الارضية العقادة كثيراً ومن المفيد توفير نفس التفاصيل بالنسبة الى مساند الاعتاب الحاملة . يمكن استعمال عتب مشبك كما مبين في الشكل (١٠ ـ ١٢ ب) بدلاً من العتب المدلفن ولكن بمسافات ٦٠ سم كمعدل مقبول وبمساند خاصة لمنع الالتواء .

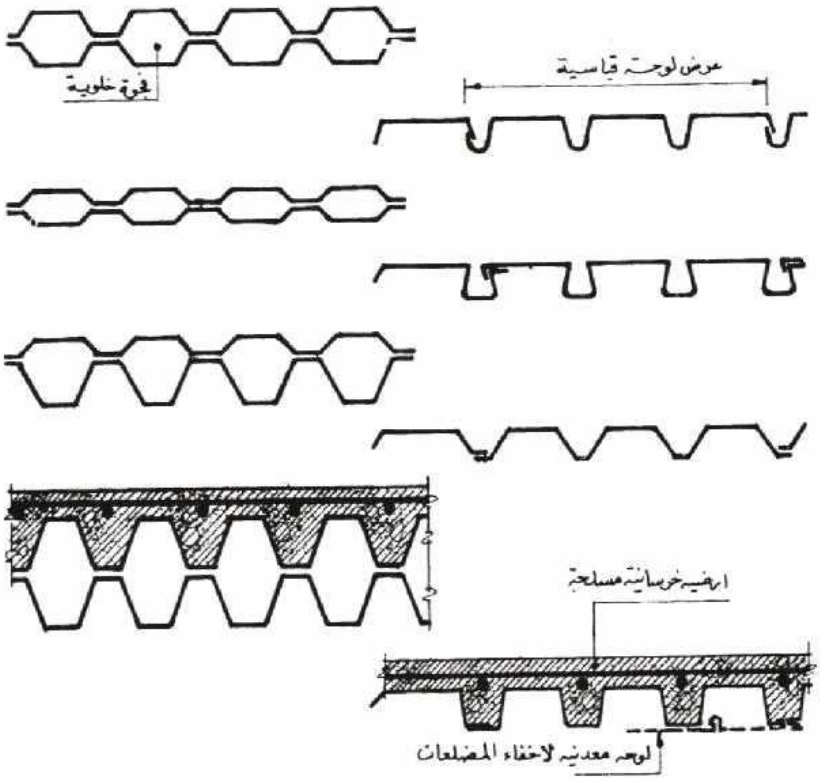
٧ ـ الارضية الخلوية :

تعمل الارضية الخلوية من الواح معدنية مضلعة فردية كما في الشكل (١٠ـ ١٣ آ) او الواح مضلعة مزدوجة كما في الشكل (١٠ ـ ١٣ ب) تحصر بينها فجوات خلوية باشكال مختلفة حسب تضلع الالواح وتحمل فوقها ارضية خرسانية مسلحة بتسليح مناسب تثبت احياناً مع الالواح باللحام . تضاف احياناً الواح معدنية خاصة لاخفاء المضلعات من الاسفل تستند هذه الارضية على اعتاب معدنية مدلفنة او جدران حاملة بفضاء يعتمد على متانة الارضية الخلوية حسب سمك معدن الالواح وعمق التضلع والخرسانة المسلحة والاحمال الحية على الارضية . توجد جداول خاصة لتفاصيل الالواح المعدنية يمكن الرجوع اليها عند التصميم .

تستعمل هذه الارضية في الابنية التجارية وابنية الدوائر وتمتاز بانها لا تحتاج الى قوالب وينجز العمل فيها بسرعة فائقة . وكما انها تمتاز بامكانية امرار التسليك والقنوات والانابيب في الفجوات الخلوية للارضية .

ب ـ ارضيات خرسانية مسلحة مسبقة الصب :

تعمل هذه الارضية من حمالات خرسانية مسلحة بمقاطع قياسية وباشكال معينة منها المستطيل أو بشكل الحرف (I) وغيرها حيث تصف الحمالات أما بوضع متلاصق مع بعضها أو متباعد بمسافات من ٤٠ سم الى ٦٠ سم بين المراكز .



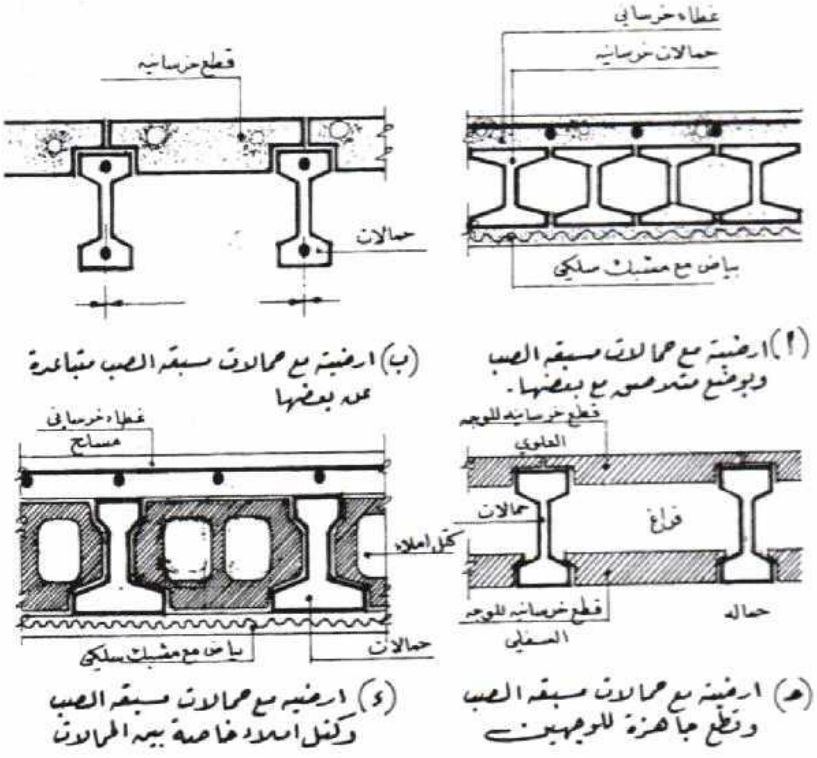
(ا) أرضية خلوية مع نماذج معدة الالواح المضلعة الفردية (ب) أرضية خلوية مع نماذج معدة الالواح المضلعة الزوجية

شكل (١٠ ـ ١٣) ارضية خلوية بالواح مضلعة فردية وزوجية

تضاف صبة خرسانية ومسلحة احيانا بتسليح خفيف وبسمك معدل ٥ سم لسد الفراغات بين الحمالات المتلاصقة وثم يختم الوجه السفلي بطبقة من البياض مع مشبك سلكي مغلون لمنع ظهور الشقوق الشعرية بسبب تباين التمدد الحراري كما مبين في الشكل (١٠ ـ ١٤ آ) .

تضاف الى الحمالات المتباعدة قطع خرسانية للقسم العلوي كما مبين في الشكل (١٠ ـ ١٤ ب) أو للقسمين العلوي والسفلي كما في الشكل (١٠ ـ ١٤ ج) وتعمل الحمالات بتفاصيل معينة يمكن جلوس هذه القطع عليها بسهولة وامان . يختم الوجه السفلي للحمالة (ج) بالبياض والمشبك السلكي المغلون كما في السابق .

تستعمل كتل مجوفة خاصة لاملاء الفراغ بين الحمالات المتباعدة كما في الشكل (١٠ ـ ١٤ د) ويختم الوجه السفلي بالبياض والمشبك السلكي المغلون وغطاء خرساني من الاعلى كالسابق .

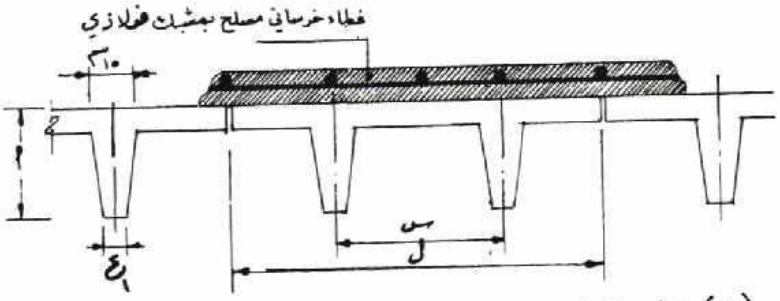


شكل (١٠ ـ ١٤) ارضيات خرسانية مسلحة مسبقة الصب

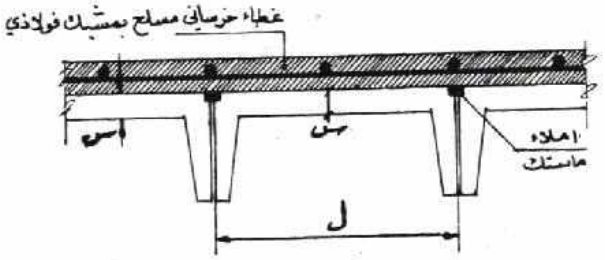
جـ ـ ارضيات خرسانية مسلحة مسبقة الجهد بصب موقعي او مسبقة الصب : ـ

تستعمل الارضيات الخرسانية المسلحة المسبقة الصب والجهد للفضاءات الكبيرة . تعمل هذه الارضية من قطع قياسية ذات تفاصيل وتسليح معين حسب طول فضاء واحمال الارضية وتكون باحدى الاشكال التالية :

١ ـ ارضية بقطع ذو مقطع حرف (T) مزدوج (double tee) وكما مبين في الشكل (١٠ ـ ١٥ أ) مع غطاء خرساني مسلح بمشبك .



(أ) مقطع (T) مزدوج من القطع الخرسانية المسلحة مسبقة الصب والجهد



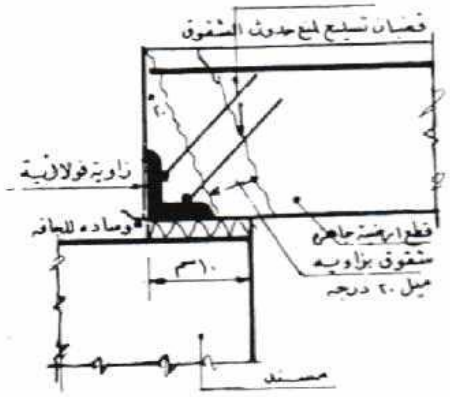
(ب) مقطع (U) مقلوب من القطع الخرسانية المسلحة مسبقة الصب والجهد

شكل (١٠ ـ ١٥) مقاطع قياسية لارضيات خرسانية مسلحة مسبقة الصب ومسبقة الجهد

٢ ـ ارضية بقطع ذو مقطع حرف(U) مقلوب (U- section) وكما مبين في الشكل (١٠ ـ ١٥ ب) مع غطاء خرساني مسلح بمشبك خاص .

يتطلب تقوية نهايتي قطع الارضية ولا سيما للفضاءات الكبيرة باضافة زاوية فولاذية تثبت اثناء الصب مع قضبان تسليح تمنع حدوث الشقوق والكسور كما مبين

في الشكل (١٠ ـ ١٦) ويتطلب ان تكون مسافة جلوس كل نهاية على المسند لمسافة لا تقل عن ١٠ سم لكي توزع الاحمال المركزة على مسافة المسند بحدود تحمل مقبول .



شكل (١٠ ـ ١٦) تقوية نهاية القطع بزاوية فولاذية وتسليح

تعتمد مسافة جلوس نهايتي القطع الجاهزة على نوعية مادة المسند واجهاداته ومن الضروري استعمال الوسادة في النهايات لتسمح بالحركة الافقية عند التمدد الحراري او انحناء الارضية اذ بدون اخذ هذه الامور بنظر الاعتبار تظهر الشقوق أو الكسور في المساند مما يصعب معالجتها .

يمكن عمل قطع هذه الارضيات بتفاصيل خاصة حسب طلبات اهمها ما يلي :

١ ـ قطع ذات تسليح اضافي لتحمل اثقال معينة تزيد عن الاحمال التي تتحملها القطع القياسية .
٢ ـ اضافة مقاطع معدنية او علاقات لحمل السقف الثانوي .
٣ ـ الغطاء الخرساني مع تثبيت السمك والتسليح .
٤ ـ الفضاءات غير القياسية او وجود نهايات ناتئة او متدلية .
٥ ـ تقوية النهايتين بزوايا فولاذية وتسليح اضافي كما سبق ذكره .
٦ ـ طبقات مانع الرطوبة والمواد العازلة للسطوح .
٧ ـ الوسادة عند المساند .
٨ ـ الفحص الموقعي بالتحميل ان تطلب الامر ذلك .

هنالك حالات خاصة تستوجب عمل قطع من الارضية الخرسانية المسلحة نوع مسبقة الجهد في موقع العمل عندما تكون القطع كبيرة الحجم وثقيلة الوزن ويكون نقلها صعب وغير اقتصادي .

يمكن نصب معمل وقتي في مثل هذه الحالة في موقع المشروع لتجهيز قطع الارضية بعد فحصها والتأكد من خلوها من الشقوق والعيوب الاخرى .

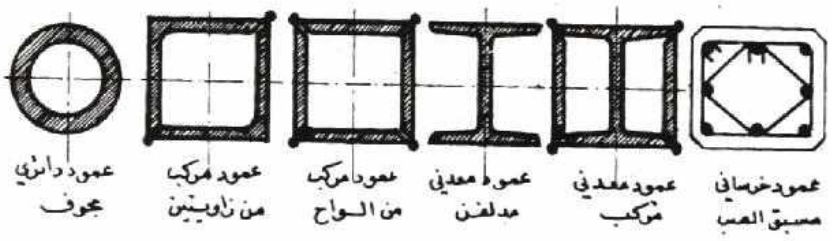
٤ ـ ارضيات رفع مسبقة الصب :

يتطلب قبل المباشرة بعمل ارضيات رفع مسبقة الصب تهيئة اعمدة جميع طوابق المبنى مع اسسها كاملة . تكون الاعمدة اما خرسانية مسلحة أو معدنية ومن النوعيات المبينة في الشكل (١٠ ـ ١٧) . يتم صب ارضيات الطوابق من الخرسانة المسلحة مع التفاصيل اللازمة لسحبها وتثبيتها مع الاعمدة الواحدة فوق الاخرى وهكذا تكون مكدسة على بعضها في مستوى الطابق الارضي كما مبين في الشكل (١٠ ـ ١٨ آ) تفصلها فرشات من الورق السميك أو الواح من الخشب الرقيق المضغوط أو النايلون .

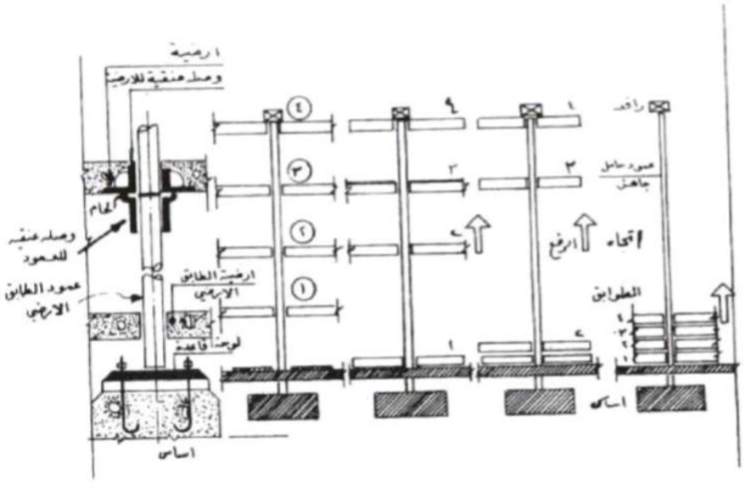
تبدأ عملية تركيب الارضيات بسحبها تباعاً بواسطة حبال معدنية ومكائن رافعة خاصة تستند على الاعمدة والسحب يكون بسرعة منتظمة وبمعدل ١,٣ متر في الساعة الواحدة . يتطلب ان تبقى الارضية مستوية اثناء عملية الرفع لتجنب مشاكل احداث اجهادات وقوى تُسبب ظهور الشقوق واحياناً حتى الانهيار .

تثبت الارضيات في مستوى الطوابق المطلوبة بواسطة لحام وصلاتها العنقية مع وصلات اعمدة الطوابق وكما مبين في الشكل (١٠ ـ ١٨ ب) .

يفضل ان تكون الاعمدة معدنية وان لا يتجاوز عددها ١٢ عمود للارضية الواحدة . والمسافة بين مراكزها من ٦ الى ٨ أمتار .



شكل (١٠ ـ ١٧) انواع الاعمدة التي تستعمل مع ارضيات الرفع المسبقة



شكل (١٠ ـ ١٨) مراحل رفع الارضيات المسبقة الصب وتثبيتها بالوصلات العنقية

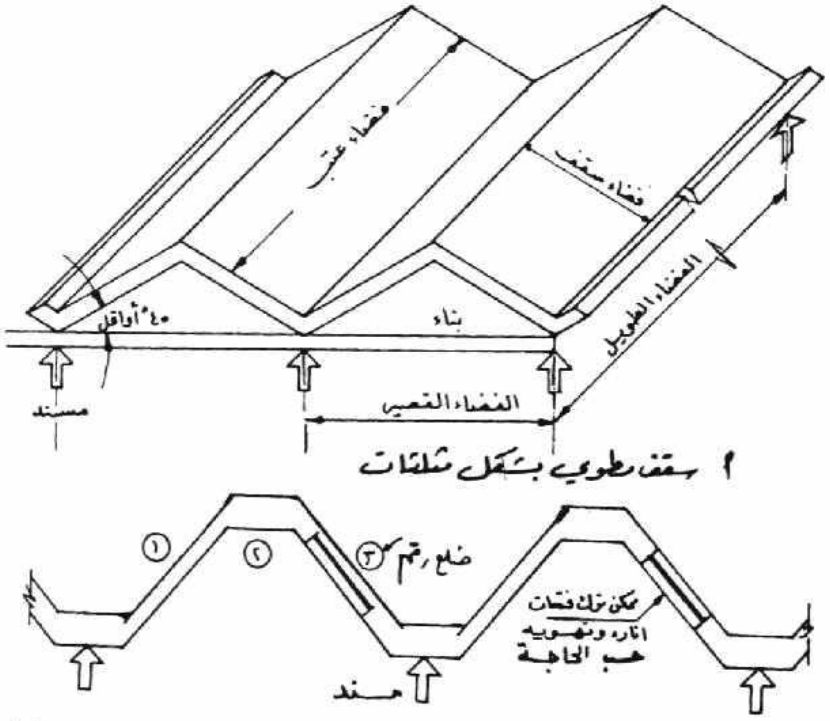
يمكن انجاز الطابق الواحد بمراحل عندما تزيد مساحة الارضية على قابلية سحب المكائن وعندئذ يتطلب ترك مفصل انشائي بين الارضيات المتجاورة وهذا مقبول من الناحية الهندسية .

يمتاز عمل الارضيات بهذه الطريقة بسرعة التنفيذ وامكانية الحصول على الجودة المطلوبة لاوجه الارضيات . واخيراً الاقتصاد في عمل القوالب .

تستعمل هذه الارضية في انشاء المعامل والابنية التجارية ذات الطوابق المتعددة .

٥ ـ السقوف المطوية : ـ

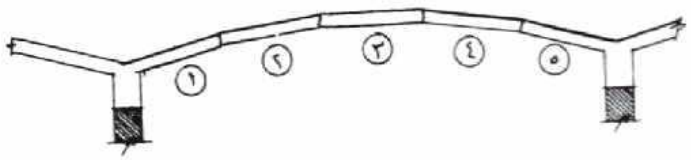
تتكون السقوف المطوية من صبات خرسانية مسلحة شبه قشرية ذات سمك يتراوح بين ٨ سم الى ١٥ سم بنسبة ١ / ١٢ الى ١ / ١٥ من الفضاء القصير . تتلاقى الصبات مع بعضها بزوايا لا تزيد عن ٤٥° ولها اشكال مختلفة كما مبين في الشكل (١٠ ـ ١٩) . تستعمل السقوف المطوية لتسقيف الفضاءات الكبيرة التي تزيد احياناً عن ٣٠ متراً .



أ سقف مطوي بشكل مثلثات

ب سقف مطوي بثلاثة اضلع

شكل (١٠ ـ ١٩) نماذج من اشكال السقوف المطوية



(هـ) سقف مطوي بخمسة اضلاع

شكل (١٠ ـ ٢٠) انواع السقوف القبيبة .

هناك عدة نظريات تصميمية للسقوف المطوية منها ما تعتبر السقف المطوي عتباً اعتيادياً باتجاه الفضاء الطويل (plate action) يحمل السقف المطوي ومنها وكارضية باتجاه الفضاء القصير (slab action) . تستند السقوف المطوية اما على جدران حاملة او اعمدة ذات قوة كافية لتحمل الاثقال العمودية والقوى الجانبية الدافعة من السقف المطوي . يستعمل رباط افقي او بناء (end diaphram) لشد المساند مع بعضها ولمعادلة القوى المؤثرة عليها .

٦ ـ السقوف المنحنية ـ

تعمل السقوف المنحنية من الخرسانة المسلحة وبعضها من الهياكل الخشبية أو المعدنية فهي تصمم كسقوف قشرية ولها اشكال عديدة اهمها ما يلي : ـ

أ ـ السقوف القوسية (arched roofs) : ولها انحناء باتجاه واحد كما في الشكل (١٠ ـ ٢٠ أ) .

ب ـ السقوف الاسطوانية (vaults) : ولها انحناء باتجاه واحد وتتكون من عدة اقواس نصف دائرية كما في الشكل (١٠ ـ ٢٠ ب) .

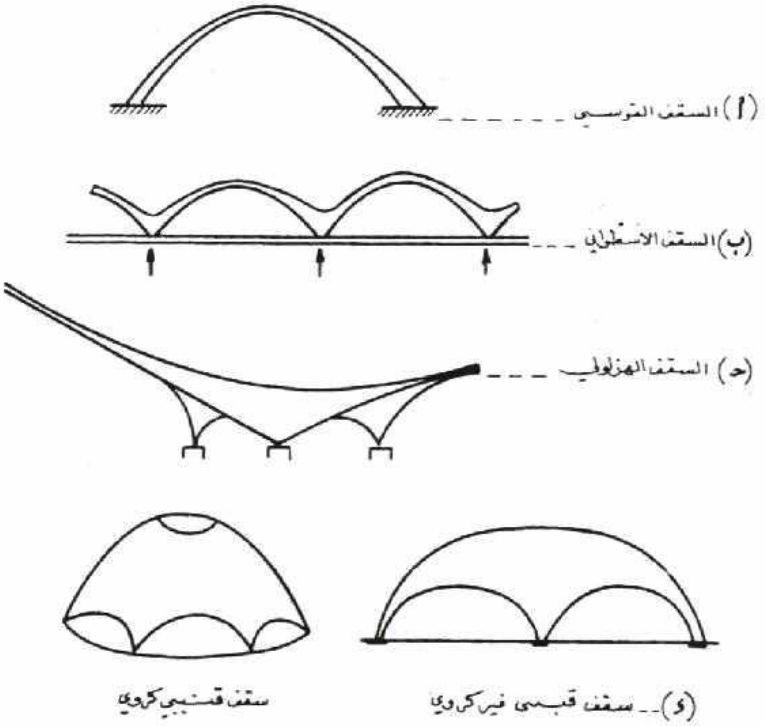
جـ ـ السقوف المخروطية (الهذلولية) hyperbolic paraboloid

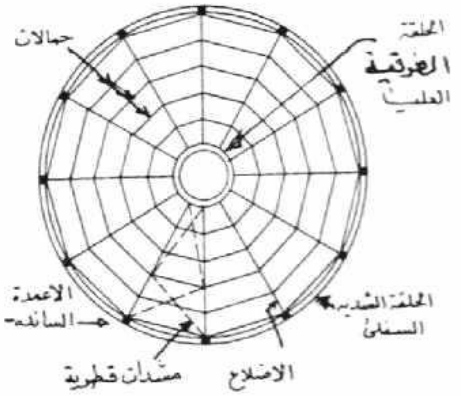
ولها انحناء مزدوج (doubly curved) باتجاهين ولها اشكال متعددة كما في الشكل (١٠ ـ ٢٠ جـ) .

د ـ السقوف القبيبة (domed roofs) : ومنها القبب الكروية (spherical domes) والقبب غير الكروية . جميع السقوف القبيبة لها انحناء بثلاث اتجاهات وتحتاج الى مساند ورباط لمعادلة قوى الدفع الجانبي للقبة .

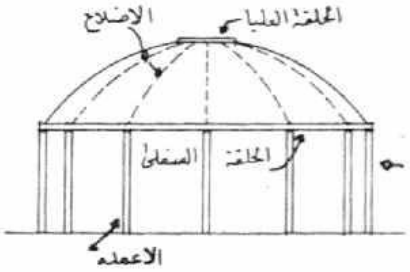
هناك سقوف قبيبة ذات هيكل من اضلاع خرسانية أو مقاطع فولاذية أو خشبية يتراوح عددها بين ١٢ الى ٤٨ ضلعاً حسب كبر قطر القبة وطريقة عملها . يسند هذه الاضلاع طوق شدي (tension ring) في قاعدة القبة وطوق ضغطي دائري

(compression ring) في قسمها العلوي وتربط الاضلاع حلقات دائرية ومشدات قطرية (diagonal bracing) كما في الشكل (١٠ ـ ٢١) تعمل كحاملات لغطاء السقف .





(أ) هيكل السقف القبي باضلاع



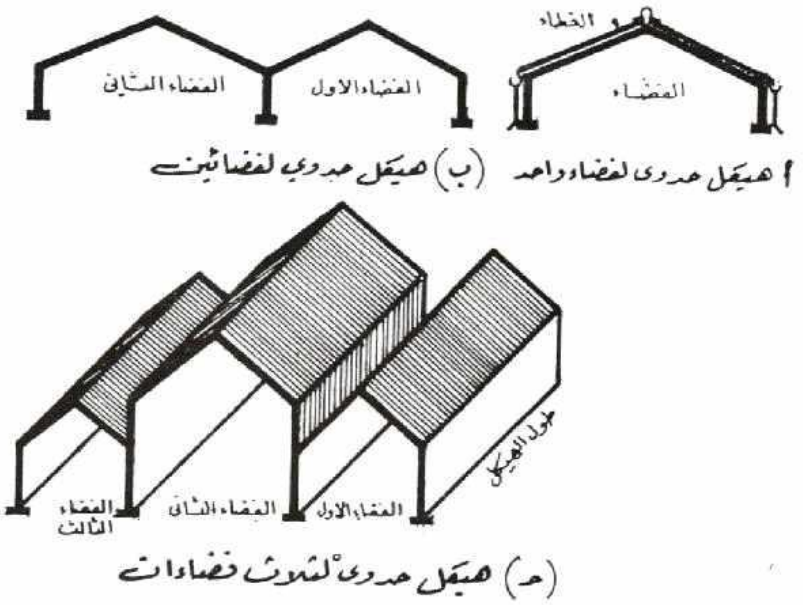
(ب) مخطط مجسم السقف القبي باضلاع

شكل (٢٠ ـ ٢١) السقف القبي ذو الهيكل باضلاع

٧ ـ السقوف الهيكلية الحدوية والمائلة : ـ

تعمل هياكل هذه السقوف من الخرسانة المسلحة مسبقة الصب أو المعدن أو الخشب في بعض الاحيان وتستعمل لتسقيف الابنية الصناعية والمخازن والورش ذات الفضاءات الواسعة التي تبلغ الستين متراً . تبعد الهياكل عن بعضها بمسافات معينة (bays) تعتمد بصورة رئيسية على الاحمال المسلطة عليها ومتانة الهيكل وتفاصيله تصنع هياكل السقوف الحدوية لفضاءات مختلفة وبابعاد وتحمل ومواصفات قياسية مما يتطلب الرجوع الى جداول مهيئة من قبل المنتج عند الحاجة لاختيار النوع المناسب تعتبر الهياكل المنتجة وفق ابعاد قياسية اكثر اقتصاداً ويمكن تحوير الهياكل أو انتاجها بابعاد وتفاصيل غير قياسية عند الطلب الا انها تكون اكثر كلفة عدا الحالات التي تكون الكميات المطلوبة منها كبيرة جداً .

هناك هياكل احادية لتسقيف فضاء واحد كما في الشكل (١٠ ـ ٢٢ آ) وهياكل ثنائية لتسقيف فضائين كما في الشكل (١٠ ـ ٢٢ ب) أو هياكل ثلاثية وبانحدارات متباينة احياناً لتسقيف ثلاث فضاءات كما مبين في الشكل (١٠ ـ ٢٢ جـ) .



شكل (١٠ ـ ٢٢) هياكل حدوية لفضاءات مختلفة

توجد اشكال خاصة للسقوف المائلة تستند على هياكل أو جدران حاملة وتحتوي على تموجات أو كسرات متكررة لها نوافذ تهوية واضاءة طبيعية كما مبين في الشكل (١٠ ـ ٢٣ آ) و (١٠ ـ ٢٣ ب) .

(أ) سقف مائل مسنن بانتظام (ب) سقف مائل متموج بانتظام

شكل (١٠ ـ ٢٣) نماذج م السقوف المائلة بنمط منتظم

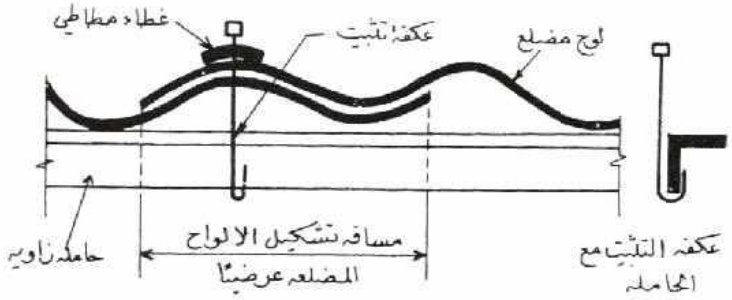
تسقف الهياكل الحديدية والمائلة بالواح مضلعة منها الحديد المغلون ومنها الاسبست أو الالمنيوم أو البلاستك أو الكالبستوس وهو مركب من البلاستك وصفيح معدني وطبقات اخرى بالوان جذابة . تتوفر الالواح المضلعة بابعاد وسمك (gauge) وتضلعات قياسية حيث تنتخب النوعية المناسبة بموجب الاحمال ومسافات حاملات الالواح بعد الرجوع الى جداول المعلومات الخاصة بهذه الالواح وهي مهيئة من قبل الجهة المنتجة . يفضل اسناد اللوحة الواحدة على ثلاث مدادات لغرض التثبيت الجيد ومقاومة الاهتزازات عند تعرضها الى الرياح القوية .

تثبت الالواح على المدادات الموزعة بين الهياكل بواسطة عكفات خاصة (hooks) ويتطلب تشكيل الالواح طولياً على بعضها بمسافة لا تقل عن ١٥ سم وعرضياً بتموجين من تموجات اللوحة المضلعة كما في الشكل (١٠ ـ ٢٤) و (١٢ ـ ٣) وان تكون العكفة في اعلى التموج وذات حلقة غطاء من المطاط أو البلاستك (rubber or plastic washers) لمنع تسرب مياه الامطار من خلال ثقوب العكفات .

اما المدادات فتكون بمقاطع فولاذية مختلفة منها الساقية أو الزاوية أو حرف (Z) أو (I) وغيرها وفي بعض الاحيان وبالنسبة الى الفضاءات الكبيرة يمكن عمل مداد بمقطع مشبك ويصمم كعتب بسيط لفضاء يساوي المسافة بين الهيكلين الساندين لهذا المداد .

تحتاج الهياكل والسقوف المائلة الى تكتيف (bracing) لمنع الميلان (side sway) ولا سيما بالنسبة الى الهياكل في الاطراف وعند المفاصل باعتبارها تواجه الرياح بصورة مباشرة . كما وانها تحتاج في بعض الاحيان الى اضافة طبقات من المواد

العازلة تحصرها بألواح الغطاء من الداخل مشبك سلكي او اطار ثانوي متصل مع الحاملات .



شكل (١٠ ـ ٢٤) كيفية تثبيت الالواح المضلعة مع الحاملة

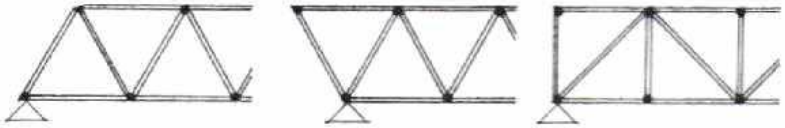
تترك السقوف المائلة عادة مكشوفة من الداخل ولحالات خاصة يضاف سقف ثانوي معلق من الهيكل الرئيسي ويتطلب ان يكون السقف الثانوي من مادة ذات مقاومة للاهتزازات ويسمح بالتمدد الحراري بالاضافة الى انه مفيد كعازل للصوت والحرارة معاً ويعطي للسقف من الداخل منظراً مقبولاً يخفي التراكيب والتأسيسات الخاصة بالخدمات وتستعمل هياكل السقوف المائلة والحدوية للرافعات المتحركة في الورش والمخازن العامة وهذا يتطلب تصميم الهياكل بمتانة كافية للاحمال الاهتزازية والصدمية والدفع الجانبي اثناء عمل الرافعة وحركتها بالاتجاهين .

٨ ـ السقوف ذات الهياكل الفضائية : ـ

يستعمل الهيكل الفضائي لحمل السقوف ذات غطاء من الالواح المضلعة ويتكون من مشبك علوي ومشبك سفلي على شكل مربعات المسافة بينهما تمثل ارتفاع الهيكل الفضائي الذي يقدر بـ ١ / ١٢ من الفضاء الطويل لمساحة التسقيف . تربط رؤوس مربعات المشبكين العلوي والسفلي اضلاع مائلة لا يزيد ميلها عن ٤٥°

تستعمل مفاصل تركيب خاصة لربط رؤوس المشبكين مع الاضلاع وتصنع مفاصل التركيب بموجب تفاصيل معينة يختص بها المنتج . تسهل هذه المفاصل وتعجل عملية تركيب اجزاء الهيكل الفضائي وتشييده في موقع العمل . تتم عملية تركيب الاجزاء اما على الارض لترفع بعدئذ الى المستوى المطلوب او يتم تركيبها في المستوى المطلوب مباشرة وهذا يتطلب عمل ارضية مؤقتة لبعض المساحات للاستفادة منها اثناء التركيب .

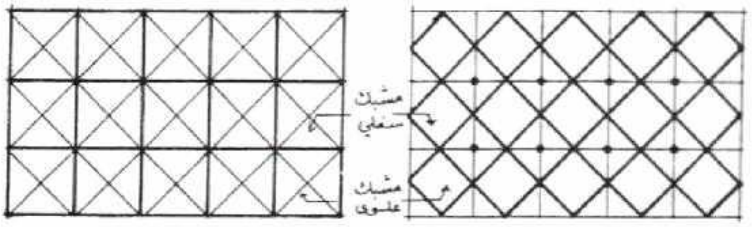
يستند الهيكل الفضائي اما على جدران حاملة أو اعمدة ذات مراكز متساوية بالاتجاه الواحد وموزعة على جميع محيط الهيكل الفضائي . والمسافة الخارجية للهيكل الفضائي تكون شاقولية أو بميل نحو الداخل أو الخارج كما في الشكل (١٠ ـ ٢٥) .



شكل (١٠ ـ ٢٥) ثلاث حالات انتهاء الحافة الخارجية للهيكل الفضائي

توجد تشكيلات مختلفة لمربعات المشبكين العلوي والسفلي وتكون اضلاعها أما متساوية أو متباينة وتكون اقطار مربعات المشبك العلوي أما بتناظر أو بتقاطع مع اقطار مربعات المشبك السفلي كما مبين في الشكل (١٠ ـ ٢٦) .

تستند الواح غطاء الهيكل الفضائي على اضلاع مربعات المشبك العلوي أن امكن حسب ملائمة ذلك بالنسبة الى ابعاد الالواح المستعملة أو تضاف حاملات فولاذية تثبت مع اضلاع المشبك العلوي بالصامولات أو اللحام أو وصلات خاصة لهذا الغرض . ان استعمال الحاملات ضروري عندما يراد عمل السقف بانحدار بسيط يتطلبه تصريف مياه الامطار وتكون من اعتاب مشبكة وبارتفاعات مختلفة توزع على الهيكل الفضائي حسب الاتجاه والانحدار المطلوبين .



شكل (١٠ ـ ٢٦) بعض حالات مشبك الهيكل الفضائي

تمتاز السقوف ذات الهيكل الفضائي بمميزات عديدة اهمها ما يلي : ـ

١ ـ امكانية توسيع السقف باتجاهين وذلك باضافة بعض الاعمدة والتفاصيل التي لا تؤثر على جوهر الهيكل وتكوينه .

٢ ـ السرعة في تركيب اجزاء الهيكل وتنفيذه .

٣ ـ تصنع بابعاد وتفاصيل قياسية يسهل نقلها والتعامل معها اثناء التركيب في موقع العمل

٤ ـ امكانية تسقيف فضاءات كبيرة وباشكال هندسية جذابة توفر للمهندس المعماري والانشائي حرية التعبير والتصرف .

٥ ـ اقتصادية في اكثر الاحيان مقارنة مع البدائل الاخرى لتسقيف نفس المساحات .

ـ وجود المجال الواسع لامرار مجاري التدفئة والتبريد والتراكيب الخاصة بالخدمات في فراغ الارتفاع بين المشبكين ولاكثر من اتجاه واحد .

من اهم الامور التي يجب اخذها بنظر الاعتبار عند اختيار وتحديد نوعية السقف ذو الهيكل الفضائي ما يلي :

١ ـ تحديد نوعية مفاصل الاسناد على الاعمدة وتوفير مجال التمدد الحراري والانحناء في بعضها . وعندما يستند الهيكل على جدران حاملة او عتب مستمر فوق الاعمدة فعندئذ لا تكون ثمة حاجة الى مثل هذه المفاصل .

٢ ـ بيان الاحمال المؤثرة على الهيكل الفضائي بصورة دقيقة ولاسيما بالنسبة الى احمال الريح وتأثيره الامتصاصي وكذلك قوى عزم الانحناء والاحمال المركزة على الاعمدة واعضاء الهيكل الفضائي . يفضل استعمال الحاسبة الالكترونية لاجراء التحليل الحسابي الهندسي اللازم للتصميم ولبيان القوى والعزوم والاجهادات والازاحات في اعضاء المشبك عندما يكون من الصعب حساب ذلك بالطرق التقليدية او اذا كان ذلك يستغرق وقتاً طويلاً .

٣ ـ مدى الحاجة الى استعمال جهاز وشبكة تدفئة تحت السقف لتذويب الثلوج بصورة مستمرة وعدم اعطاء مجال تراكمها وتجاوز الاحمال التصميمية للهيكل الفضائي حيث تصمم الهياكل لاحمال تتراوح بين ١.٥ ـ ٢.٥ كيلو نيوتن على المتر المربع الواحد يفضل عدم تجاوزها للحصول على مقاطع اقتصادية لتسقيف الفضاءات الواسعة .

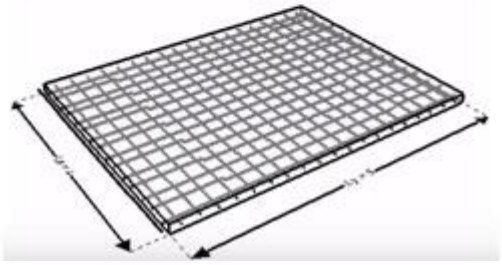
٤ ـ طريقة تصريف مياه الامطار واتجاهات التصريف والانحدارات اللازمة وتصميم الحمالات بموجبها .

One Way Slab

1 : One way Slab is Supported by beams in only 2 sides.

2: Main reinforcement is provided in only one direction for one way slabs.

3: The ration of longer span pannel (L) to shorter span panel (B) is equal or greater than 2. Thus L/B >= 2

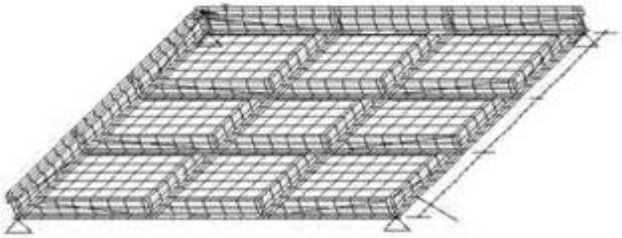


Two Way Slab

1 : Two way slab is supported by beams in all four sides.

2: Main reinforcment is provided in both the direction for two way slab.

3: The ration of longer span pannel (L) to shorter span (B) is less than 2. Thus L/B < 2.

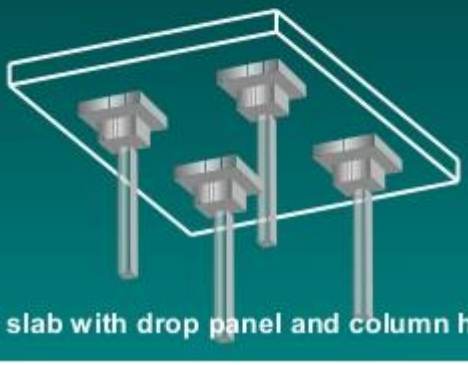


INTRODUCTION

Flat slab

Flat slab with drop panels

Flat slab with column head



Flat slab with drop panel and column head