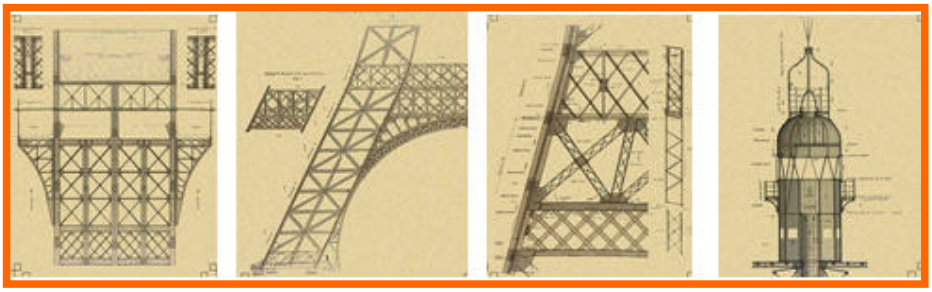
التسلسل التاريخي لاستخدام الحديد في المباني:

1- نجد أنه من أوائل الأمثلة التي تمثل استخدام الحديد في الفن المعماري قد ظهرت في نهاية القرن التاسع عشر ومنها القصر البللوري الذي أقيم في حديقة هايدمارك بوسط مدينة لندن سنة 1851 .

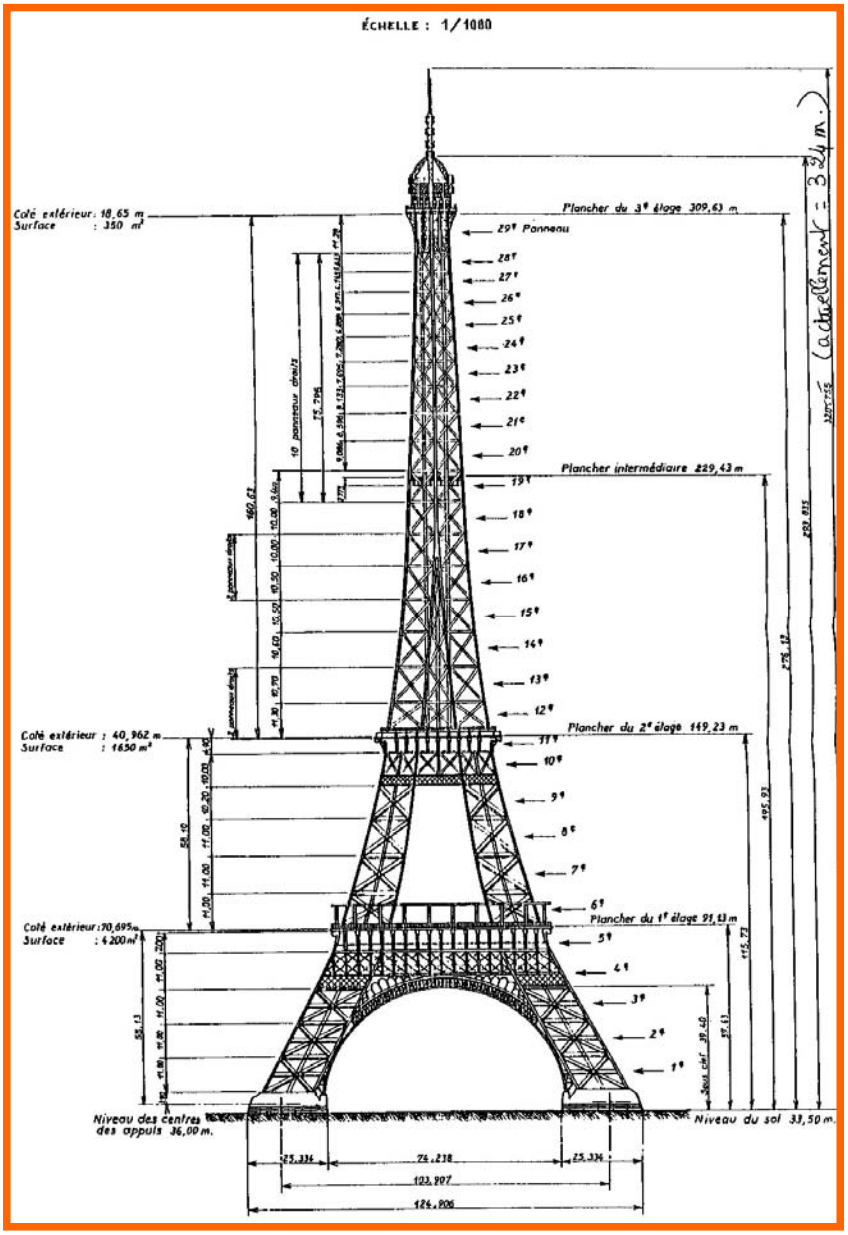
القصر البللوري – لندن
من تصميم جوزيف باكستون
في عام 1851 م

2- برج _ Eiffel tower _ في باريس سنة 1818 من تصميم المهندسGustave.

البرج أثناء التشييد



تفاصيل البرج

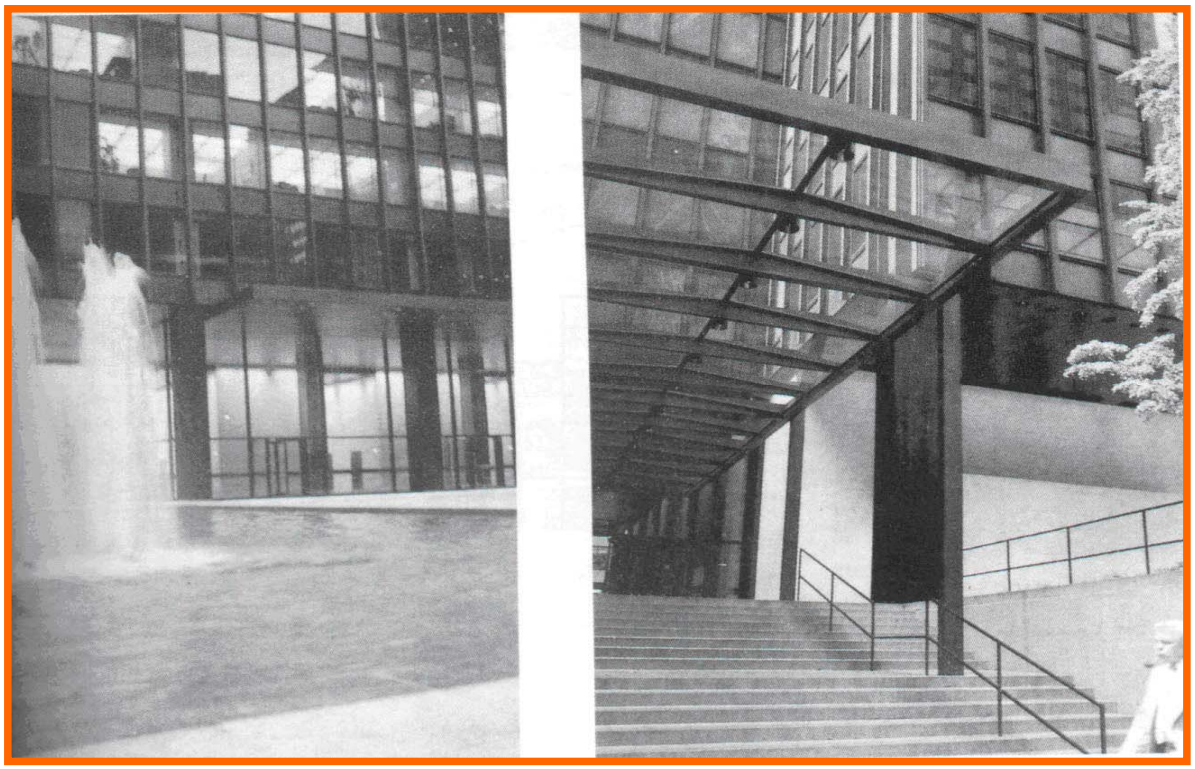


أبعاد البرج وارتفاعاته

3- صالة الآلات في باريس سنة 1889 تصميم المهندسين (Dutert ، Ttanein)وتكونت من صالة واحدة كبيرة واعتبرت عملا إنشائيا فذا حيث بلغ بحرها حوالي 11 م وطولها 410 م.

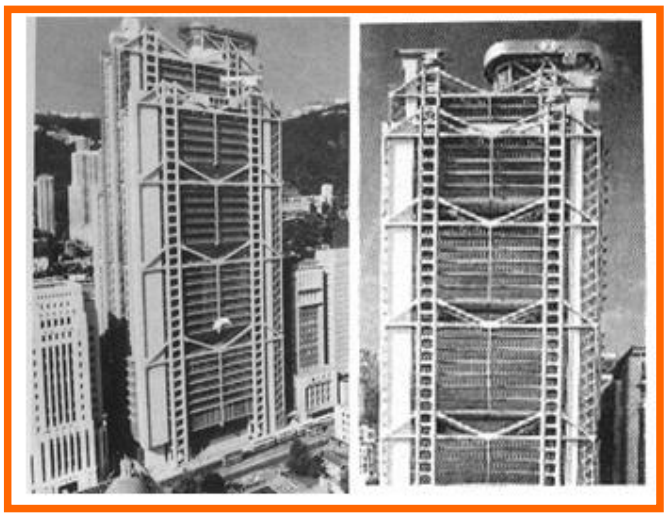
صالة الآلات بمعرض باريس الدولي عام 1889م

4- منذ أوائل القرن العشرين بدأ ميس فان دروه وهو أحد رواد عمارة القرن العشرين وكان يسعى إلى الوضوح وقد أثر ذلك على تصميماته ، وقد تدرب في مكتب المعماري _ peter Behrens _ وكان أول من استخدم الهيكل المعدني في التصميم المعماري والذي مبدأه _ Less is more _ .



عمارة Seagram من أهم الأعمال المميزة للمعماري ميس فان دروه والتي أصبحت شكلا تقليديا اتبعه الكثير من المعماريين في أمريكا وأوروبا

5- وفي الستينات من القرن ظهر المعماري (نورمان فوستر) الذي انتهج فلسفة ميس فان دروه وكان يفضل استخدام الهياكل المعدنية عن الخرسانة المسلحة لما تنتجه من خفة ورشاقة وسرعة في التشييد .



بنك هونج كونج بشنغهاي

صلب الإنشاء structure steel:

يجب ملاحظة إن القطاعات المستخدمة من الصلب سواء الاعمدة أو الكمرات أو الشكالات الخاصة بالقوى الأفقية تخضع بصفة اساسية من حيث نوعها ومقاساتها وطرق وصلاتها المناسبة لعدة عوامل أساسية لاتخاذ القرار المناسب لها ولعل أهم هذه العوامل:

-نوع الإنشاء المستخدم وحسابات الاحمال الإنشائية المختلفة.
-طبيعة المبنى المصمم وارتفاعه ومواصفاته و الخاصة به.
-الخدمات المختلفة المطلوب توافرها بالمبنى.

1-الحديد والصلبsteel :

توصف أنواع الحديد الصلب حسب مكوناتها الكيميائية كما يلي:

1-الصلب القابل للطرق mild steel.
2-السبيكة الصلب المنخفضه low alloy steel.
3-السبيكة الصلب المرتفعة high alloy steel.

وتحتوي كل أنواع الصلب على خليط من العناصر الغير حديدية والتي تحدد كمياتها في الحديد صفات ومواصفات الصلب كمنتج نهائي ولكن يبقى الكربون كأهم عنصر يدخل في صناعته حيث انه في النهاية العنصر الاساسي الذي يميز الصلب عن الحديد الخام ن نوعين :
-صلب st.37 mild steel 37
-صلب st.52 low alloy steel52

وهناك أنواع خاصة من الصلب تنتج لتستخدم في احوال خاصة ولمتطلبات معينة يحكمها كمحدد رئيسي في الاستخدام اقتصاديات المبنى وحاجة الإنشاء الملحة في استخدامها وهي:

-الصلب المعرض للاحوال الجوية weathering steels
-الصلب الغير قابل للصدأ stainless steel
-الصلب الانشائي المعرض لقوى شد عالية(high –tensile structural steels (fine –grained steels

2- منتجات الصلب الإنشائية structural steel products

1-2 القطاعات المسحوبة على الساخنhot –rolled sections

هي القطاعات التي تستخدم غالبا لاغراض الإنشاء بالصلب وبصفة عامة وفي المباني متعددة الطوابق بصفة خاصة.

1- قطاعات حرف IPE & IPB sections (I)
2- قطاعات مجرى channel sections (U)
3- القطاعات الصغيرة smaller rolled sections

1-3 الزوايا المتساوية equal angles
2-3 الزوايا الغير متساوية unequal angles
3-3 قطاعات حرف T.sections (T)
4-3 القضبان المستديرة والمربعة واللوحيةround, square and plate bars

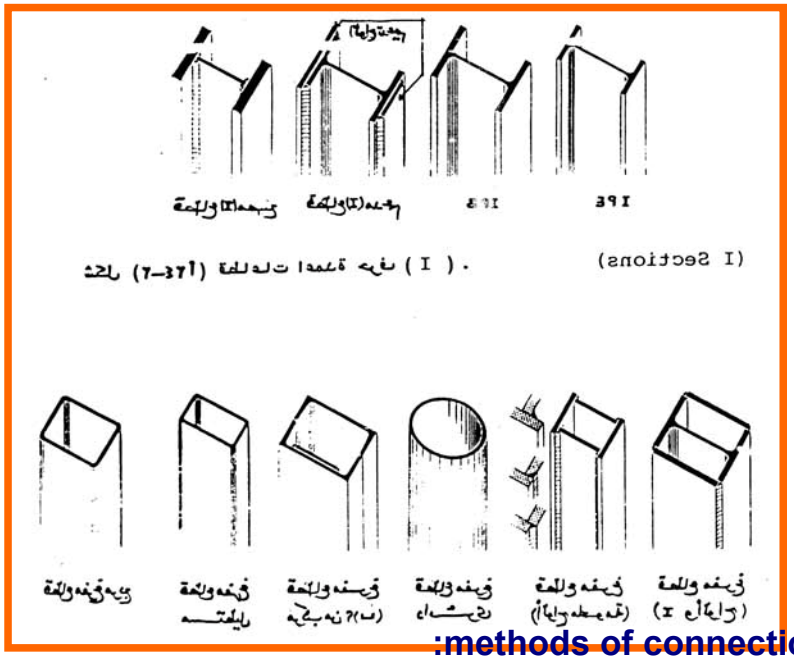
4- الالواح والصفائح plates & sheets
5- القطاعات المسلوبة strips
6- القطاعات المفرغة hollow sections

القطاعات المسحوبة على الساخن

2-2 القطاعات المشكلة على البارد cold-formed sections

وهذه القطاعات تعطي حرية اكبر في تشكيلها بالمقارنة بالقطاعات المسحوبة على الساخن مما يعطيها خاصية التكيف مع المتطلبات الإنشائية ثم أنها خفيفة الوزن وتحتوي على كمية اقل من الصلب بالمقارنة بمثيلاتها من القطاعات الأخرى.

لا تستخدم هذه القطاعات عادة في إنشاء المباني متعددة الطوابق نظرا لأنها ليست بالقوة الكافية لتحمل القوى المؤثرة عليها كعناصر انشائية حاملة وتستخدم بكثرة في عمل الاسطح الخفيفة وكذلك في عمل الشدات الصلب المستخدمة في عمل بلاطات الأدوار.



3- طرق الربط methods of connections:

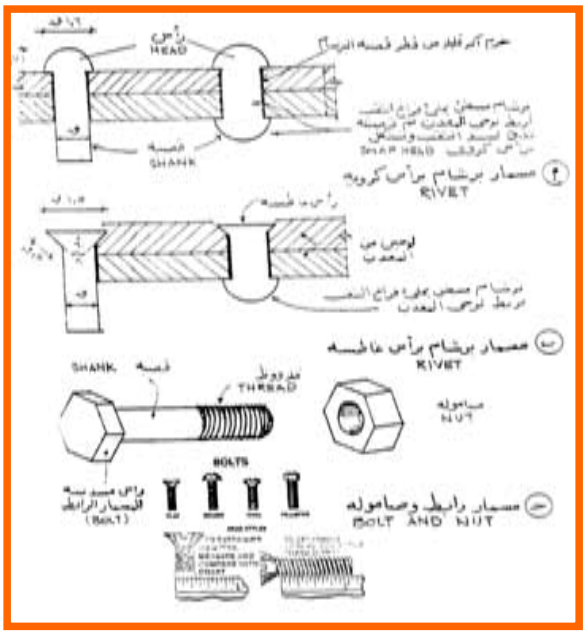
تصنع معظم قطاعات حديد المنشآت بمواصفات وأشكال ومقاسات نمطية دولية حيث تقوم كل شركة منتجة لهذه القطاعات بعمل كتالوج خاص بها كما يوجد ثلاث طرق رئيسية لربط هذه القطاعات الحديدية مع بعضها بالاتي :

1- مسامير البرشام Rivets

تستعمل مسامير البرشام لربط قطاعات الحديد ببعضها , ونوع البرشام الشائع الاستعمال هو ذات القصبة والرأس الكروية (Snap Head) .
وطريقة ربط لوحين حديد بالبرشام يتم بتسخين البرشام حتى يحمر معدنه ثم يدخل في الثقب المجهز في لوحي الحديد قصبة البرشام كذلك يمكن الحصول على عمل رأس غاطسة بدلا من الرأس الكروية في بعض الحالات الخاصة .

2- مسامير الربط وصواميلها Bolts and Nuts

تصنع مسامير الربط من الحديد الأسود المطاوع (Mild steel Black Bolts) وتستعمل في ربط قطاعات الحديد بالموقع , حيث يدخل قصبة المسمار في الثقوب المجهزة بقطاعات الحديد المراد ربطها ثم تربط نهاية قصبة المسمار الرابط بالصامولة الخاصة به ثم يحكم الربط عليها وبعدها يدق على نهاية طرف قصبته لعدم خروج الصامولة منه .
ولعدم أمكان الربط المحكم لقطاعات الحديد بالمسمار الرابط في التشييد لذلك تتحرك وصلابتها غالبا. وعلى ذلك يعتبر وصل قطاعات الحديد بالمسامير الرابطة اقل من ربطها بالبرشام.



3- اللحامات Welding

تعتبر اللحامات أكثر الطرق استعمالات لربط حديد المنشآت مع بعضه في الوقت الحاضر ويستعمل بشروط ومواصفات خاصة كمثل المتبعة في مواصفات هيئة اللحام الأمريكية (American Welding Society) .

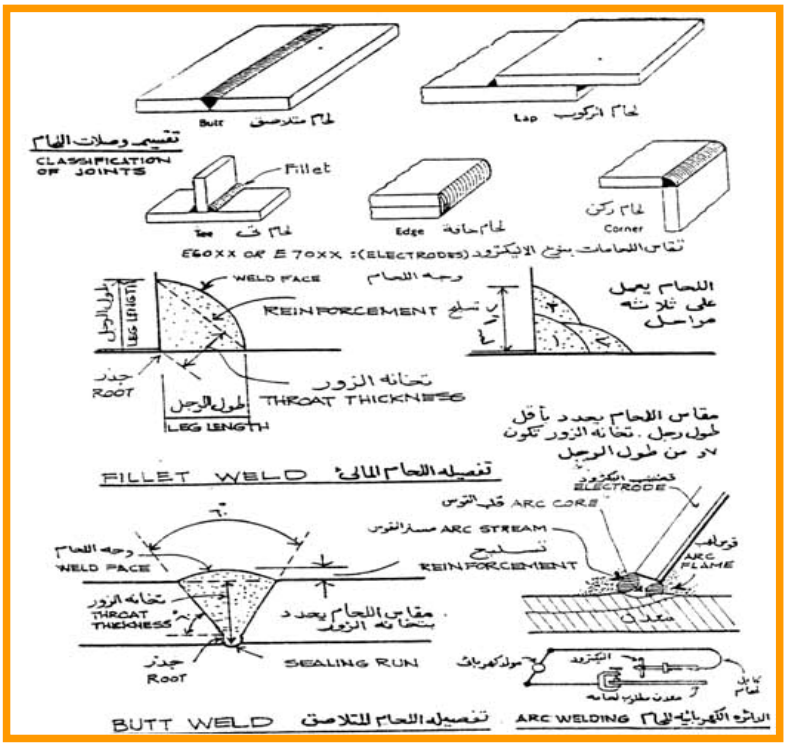
طريقة لحام حديد المنشآت عالي 1-

طريقة اللحام بقوس غاطس (Submerged –Arc)

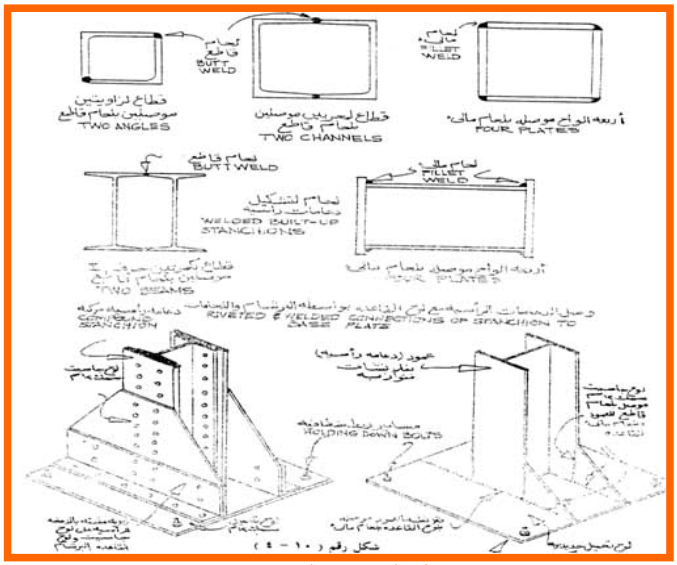
2- طريقة اللحام بقوس معدني بالغاز(Gas Meta –Arc)

3- طريقة اللحام بالقوس المتحرك (Flux Cored –Arc)

ويستعمل عادة في هذه اللحامات باراليكترودز (Bare Electrodes) أو جرانيولار فلكس (Granular Flux) ولا يسمح على الإطلاق باستخدام لحام الأوكسجين .



أنواع من اللحامات المستعملة في لحام حديد المنشآت



اشكال المنشات الحديدية

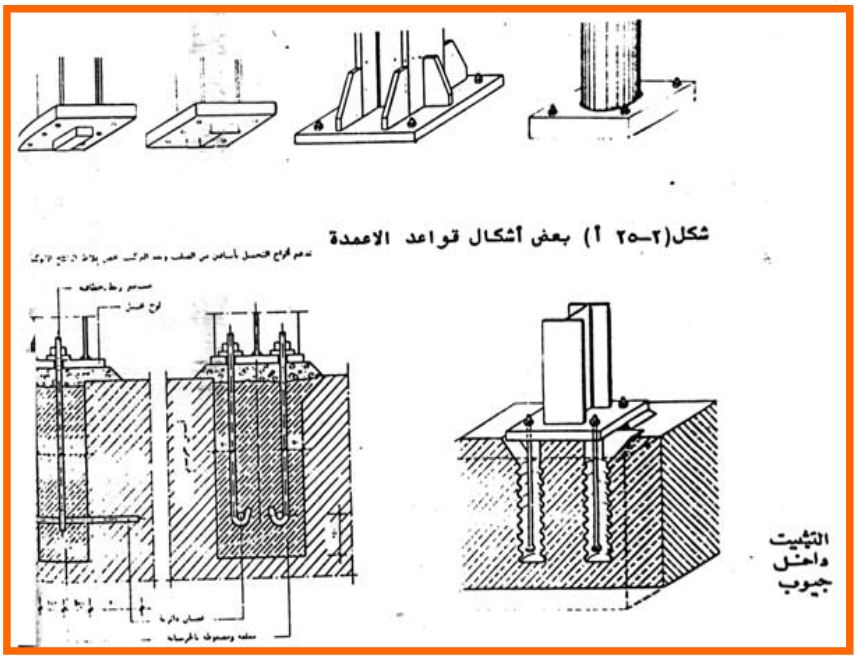
4- الاعمدة columns :

انواع قطاعات الاعمدة types of sections

يقدم الإنشاء الهيكلي بالصلب انواعا واشكالا مختلفة لقطاعات الاعمدة التي يمكن استعمالها وفقا لمختلف متطلبات المباني والتصميمات والانشاء.

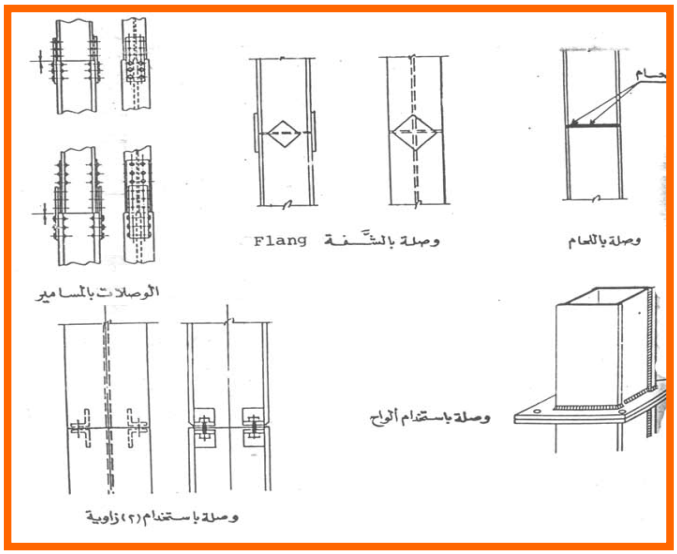
- ألواح قواعد الأعمدة و طرق تثبيتها (Base plates & anchorage of column bases) :

نظرا لان الاجهادات المسموح بها في الصلب , اكثر بكثير من تلك المسموح بها في الخرسانة , لذلك وجب توزيع هذه القوى و الاجهادات التي تتركز عند قدم العامود عن طريق قاعدة من الصلب إلى الأساسات الخرسانية , و يثبت العمود باللحام عادة في هذه القاعدة .



- وصلات الأعمدة column splices :

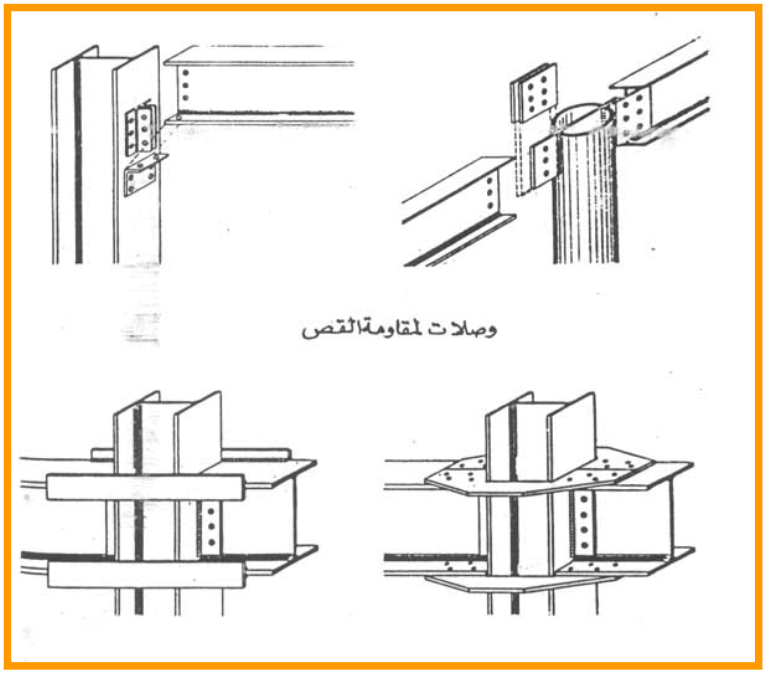
تورد الأجزاء (الحطط) المكونة للأعمدة إلى الموقع بأطوال طول يمكن ان - يصل في بعض الأحيان حتى 20 متر – لتسهيل عملية الإنشاء و يتم هذا التوريد وفقا لنوع الانتاج , و ظروف التنفيذ و ارتفاع المبنى .... و الشكل يوضح بعض طرق عمل الوصلات حطط الأعمدة .



بعض طرق وصلات الاعمدة

- وصلات الأعمدة بالكمرات beam-to-column connection :

و تختلف نوع الوصلة , و طرق تثبيتها المختلفة وفقا لحسابات الأحمال و نوعية القوى المختلفة (قص , شد , عزوم , ...) التي تتعرض لها .



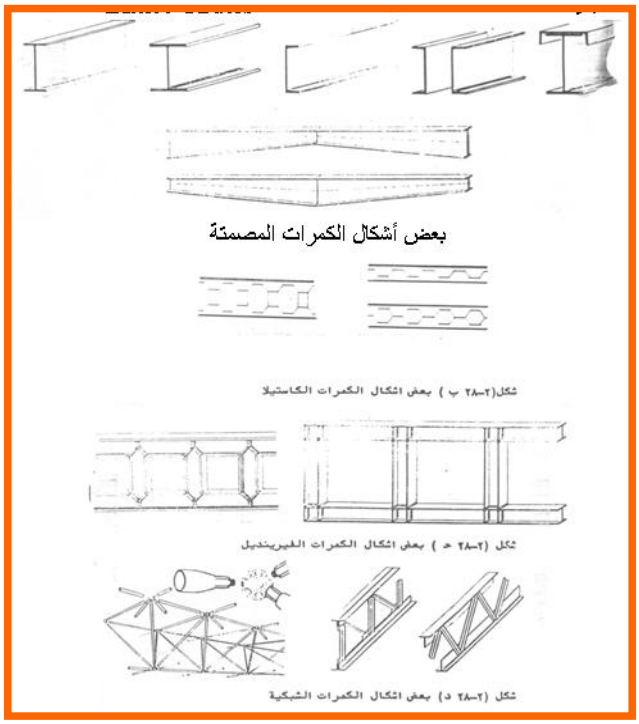
بعض طرق وصلات الأعمدة بالكمرات

- الكمرات Beams and Girders :

أنواع قطاعات الكمرات Types of Beams , Girders , section :

يمكن القول ان قطاعات الكمرات الصلب تندرج تحت هذه الأنواع:

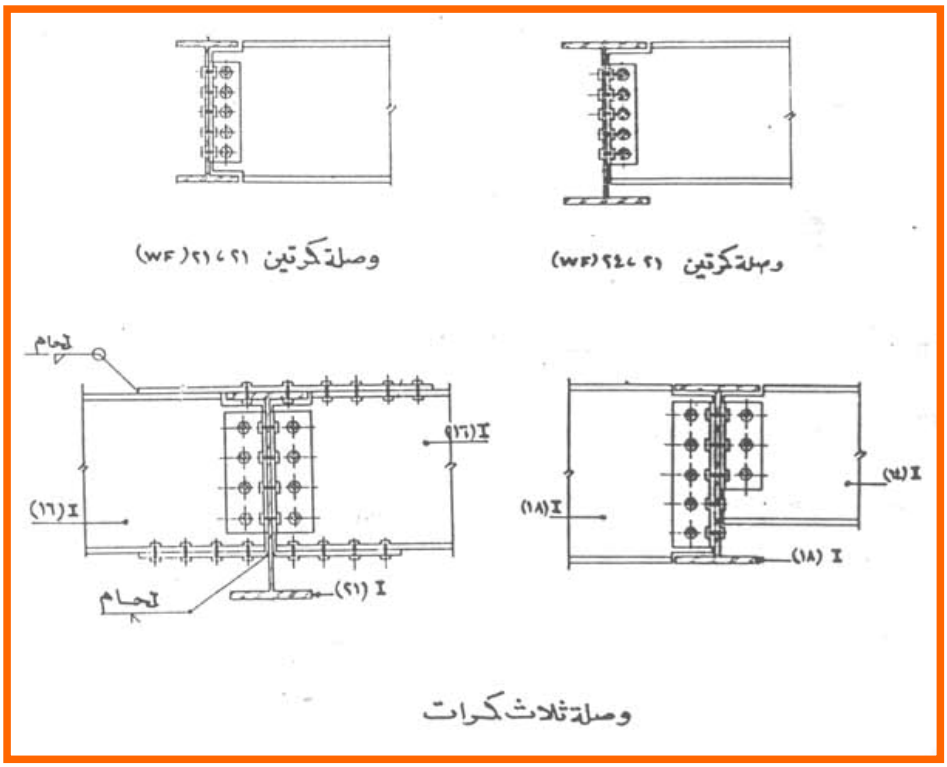
1- الكمرات المصمتة Solid Web Beams & Girders
2- الكمرات الكاستيلا Castellated Beams
3- الكمرات الفيرينديل Vierendeel Girders
4- الكمرات الشبكية Lattice Girders



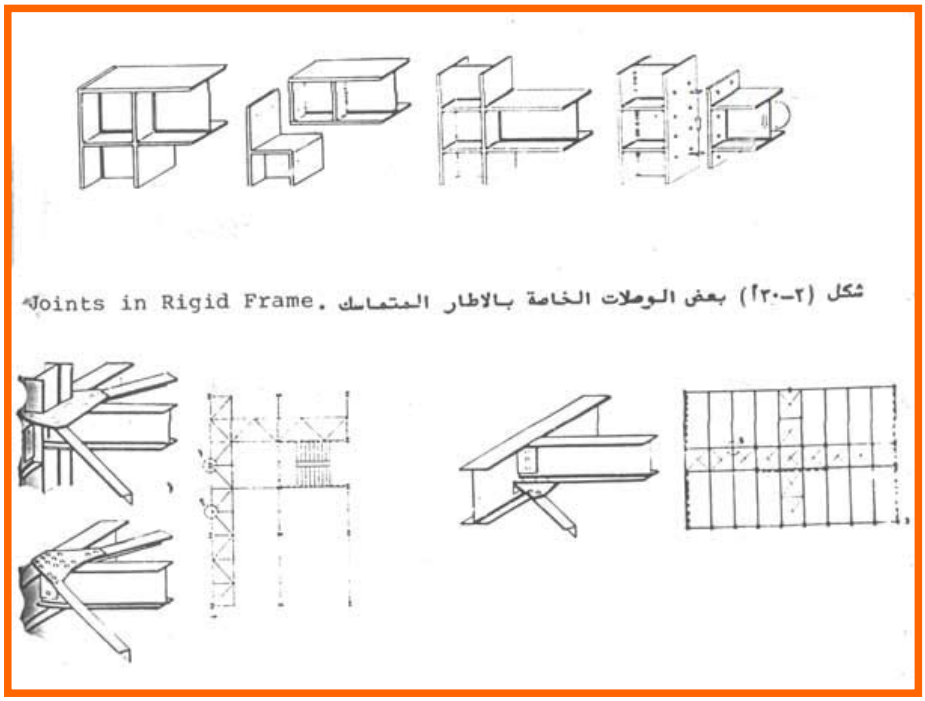
اشكال الكمرات

- وصلات الكمرات بالكمرات Beam To Beam connection :

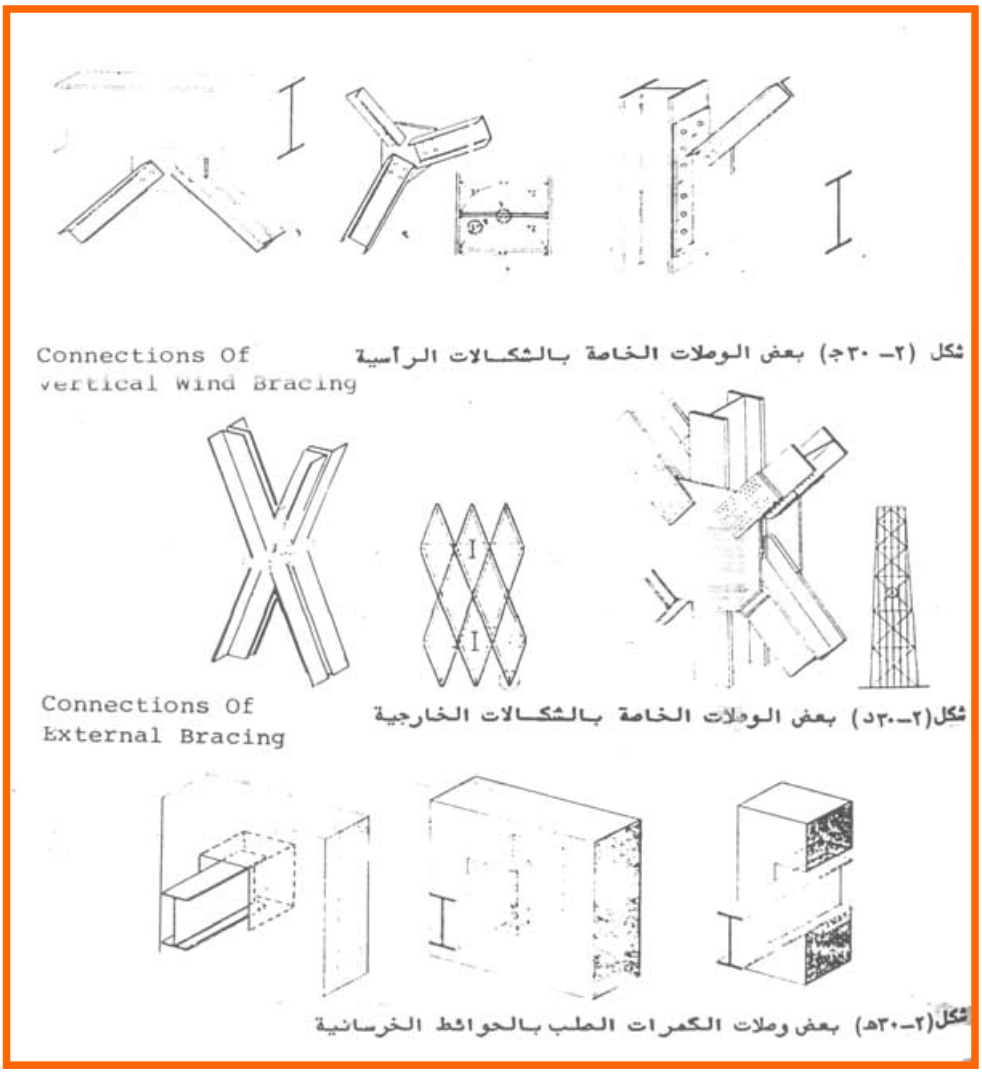
هذه الوصلات (Connections) يجب ان تفي بالغرض المصممة على اساسه , من حيث نوع الاجهادات و الأحمال المنقولة عن طريقها يستخدم في هذه الوصلات المسامير القلاووظ العادية , و يشترك معه اللحام كذلك في بعض الوصلات .



عناصر التقوية ضد القوى الأفقية (الشكالات Stiffening Elements)
و في هذا البند لن نعرض لما سبق عرضه من الطرق المستخدمة للتقوية أو طرق وضعها .... و إنما سنعرض بالرسومات بعض الوصلات الخاصة بطرق الشكالات المختلفة لتقوية المباني ضد القوى الأفقية.



بعض الوصلات الخاصة بالشكالات الأفقي (Connections of Horizontal Wind bracing)



بعض وصلات الكمرات الصلب بالحوائط الخرسانية

تصنيف المنشات الفراغية:

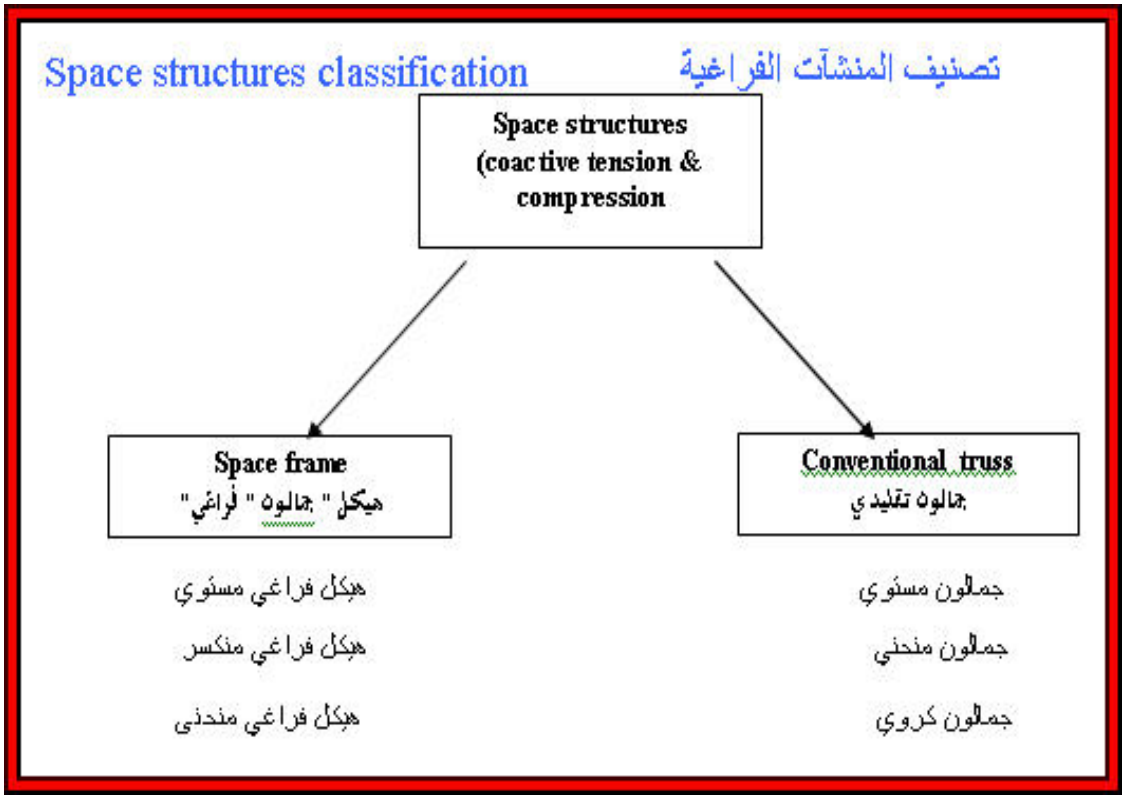
تقع المنشات الفراغية تحت نطاق المنشات التي تقاوم الاجتهادات الواقعة على القشرة المغلفة للفراغ بتحليلها فى اتجاه أعضائها إلى قوى الشد والضغط وتنقسم المنشات الفراغية الى منشات يكون التكوين الانشائى المشكل للفراغ باستخدام الجمالونات التقليديـــة او باستعمال هياكل فراغية وتنقسم كل من الجمالونات التقليدية والهيلفراغيه المستوية والمنكسرة والمنحنية فتنوعت وكثرة المسميات لكل منها .

يتكون التشكيل الانشائى للهيكل باستخدام عدة شبكات مجمعة مع بعضها بحيث يقـــوم الهيكـــل بتـــوزيع قوى الـــشد والضغـط Tension & Compression المعرض اليها التكوين الانشائى للفراغ وتشكيل الهياكل الفراغية بوحدة اساسية " موديولية " متكررة مثلثة أو مربعه أو مسدسه.

وتنقسم الهياكل الفراغية إلى :-

أ- هيكل فراغى مستوى .
ب- هيكل فراغى منكسر .
جـ - هيكل فراغى منحنى أو كروى.

ولقد تنوعت الاشكال الفراغية باستخدام الوحدة الموديولية المتكررة فظهر لها العديد من التصنيفات .

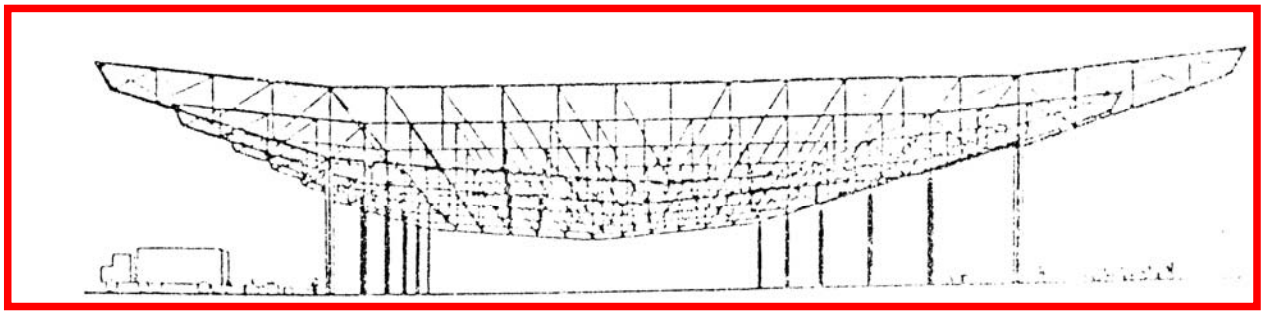


تصنيف المنشأت الفراغية

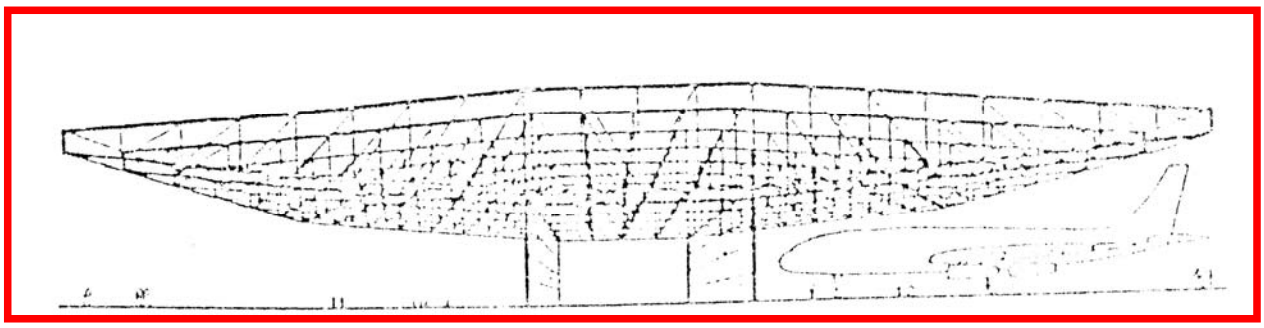
ا- جمالون مستوي:-

يكون التشكيل الانشائي للتكوين الفراغى باستخدام جملونات تقليدية تتخذ الشكل المستوي على المستوي الراسي او الافقي ومنها بحر حر اعمدة على الاطراف انشاء كابولى مفرد او مزدوج بحر حر وكابولى مزدوج.

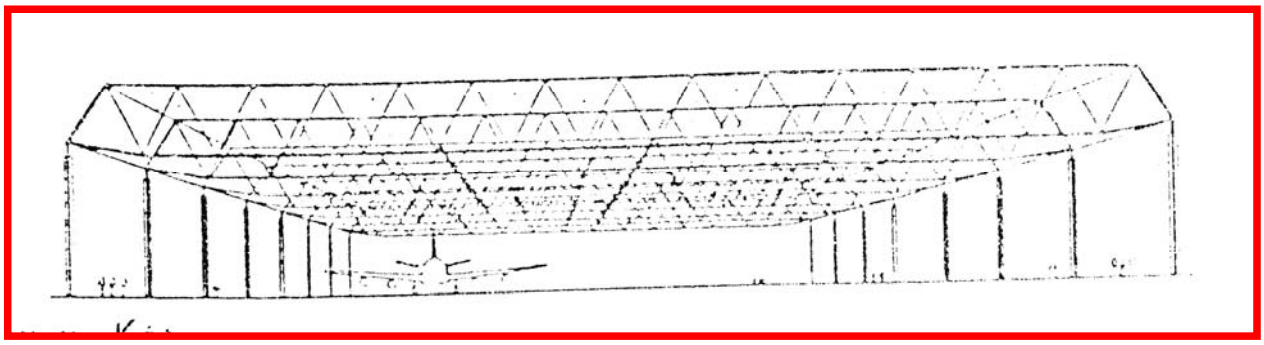
واستخدم الجمالون المستوي بنجاح فى التشكيل الانشائي لسقف مشروع محطة السكة الحديد وكذلك قاعات مركز القاهرة الدولـــــي للمؤتمرات ودار الابرا الجديدة ومضلت نادى الشمس فساهمت الجمالونات



باستخدام الجمالونات التقليدية المستوية والمرتكزة عند الاطراف بحر حر (Free Span) على اختلاف تصنـــيفاتها ، امكن تحقيق بحور انشائية متنوعة ما بين كبيرة وضخمة (Large &Megs large span).



وبالحراسة الانشائية للتكوين التشكيلي للفراغ الامتداد الافقي باستخدام الكابولى المزدوج لتكوين فراغـــات انتفاعية تفى بالمتطلبات الوظيفية للفراغ.

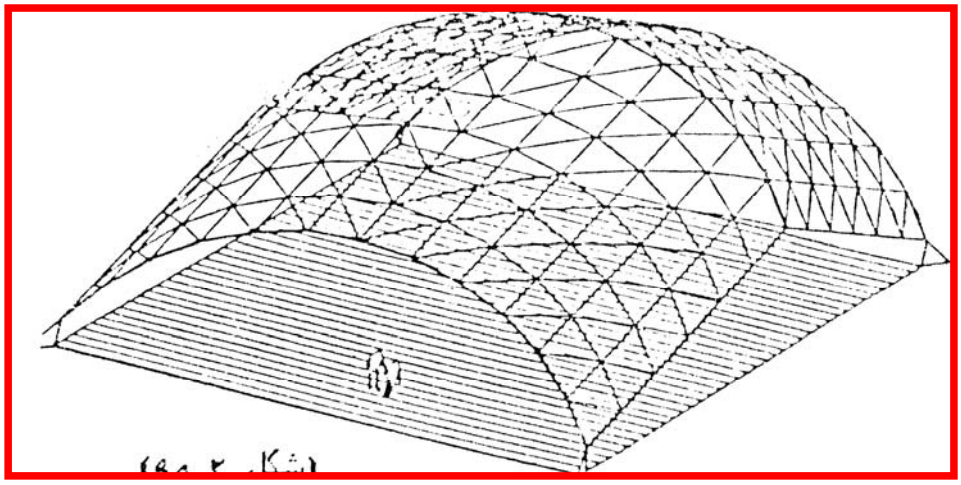


ومزيد من التطوير الانشائى للمادة امكن التشكيل المطلوب للفراغات المعمارية وبدراسة حركة الاجهادات للتكوين الانشائى باستخدام (بحر حر وكابولى مزدوج).

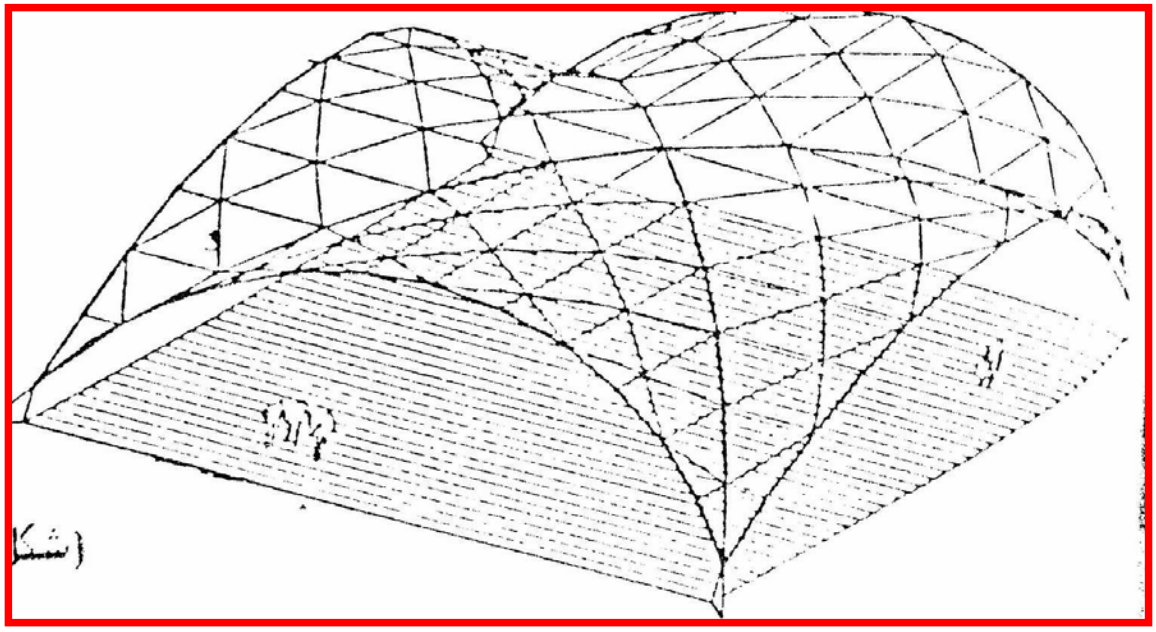
ب- جمالون منحني (Curved Truss (single curved Truss :-

ويكون التكوين الانشائي للتشكيل الفراغى باستخدام التقليدية متخذه التشكيل المنحني الفراغي سواء باستخدام جمالونات مفردة الانحناء أو مزدوجة الانحناء ومنها

Two cylindrical Surfaces Rising Toward center
Four cylindric



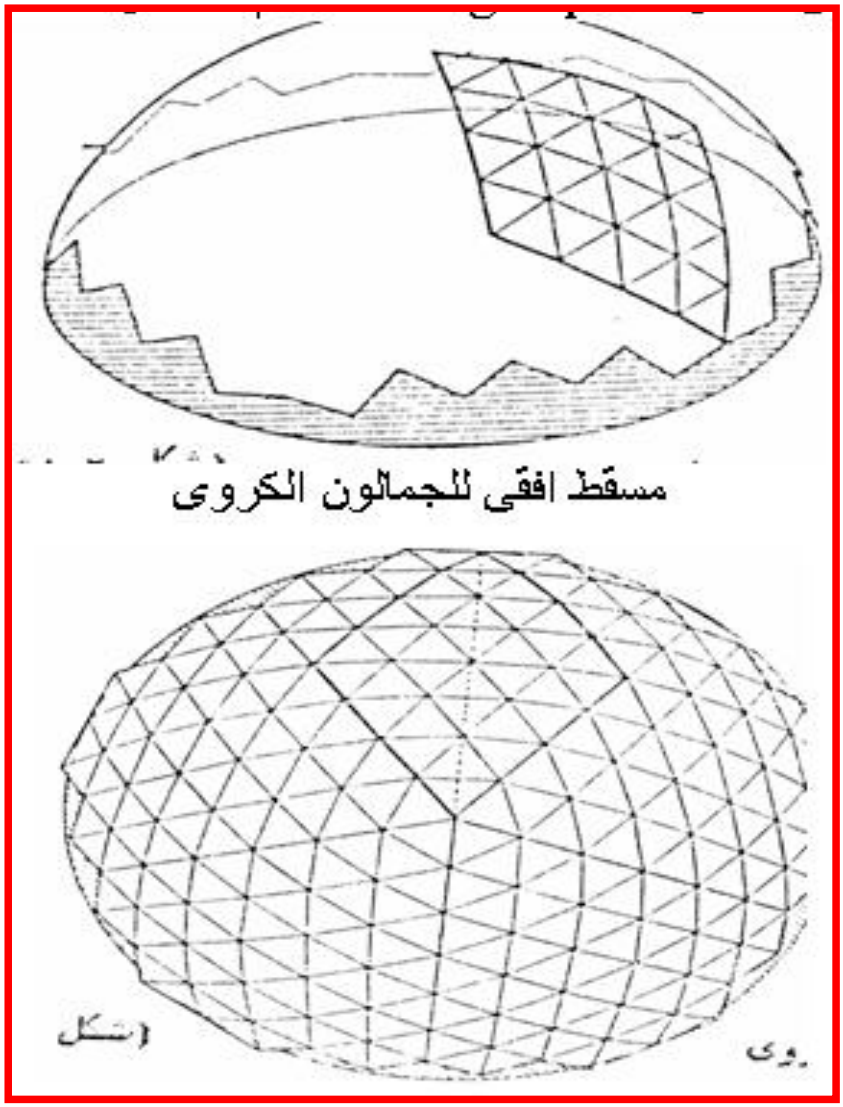
وبالدراسة الانشائية امكن استخدام الجمالونات التقليدية لتكوين فراغات انتفاعية تفى بالمتطلبات الوظيفية والاحتياجات المعمارية للفراغات المختلفة ' فاتسمت الجمالونات بالمرونة في التشكيل الفراغي.



ج- جمالون كروي Spherical

يكون التشكيل بالجمالونات التقليدية متخذا التشكيل الكروي للتكوين الفراغي كما في القبة الجيوديسية Geodesic Dome فقد استخدم الجمالون الكروى بنجاح كما في سقف جامع مطار الملك خالد – الرياض.

مرونة التشكيل المعماري للفراغات باستخدام وحدات موديولية متكررة (نظرية التوحد القياسي) امكانيات انشائية متطورة للتكوين الفراغى الكبيرة **Large Span** باستخدام الجمالونات الحديدية التقليدية.



أشكال هندسية مختلفة من الهياكل الفراغية في محاولة للوصول إلى التصميم الجمالي المطلوب فضـــلا عن الحصول على القـــــوة لمطلوبة .

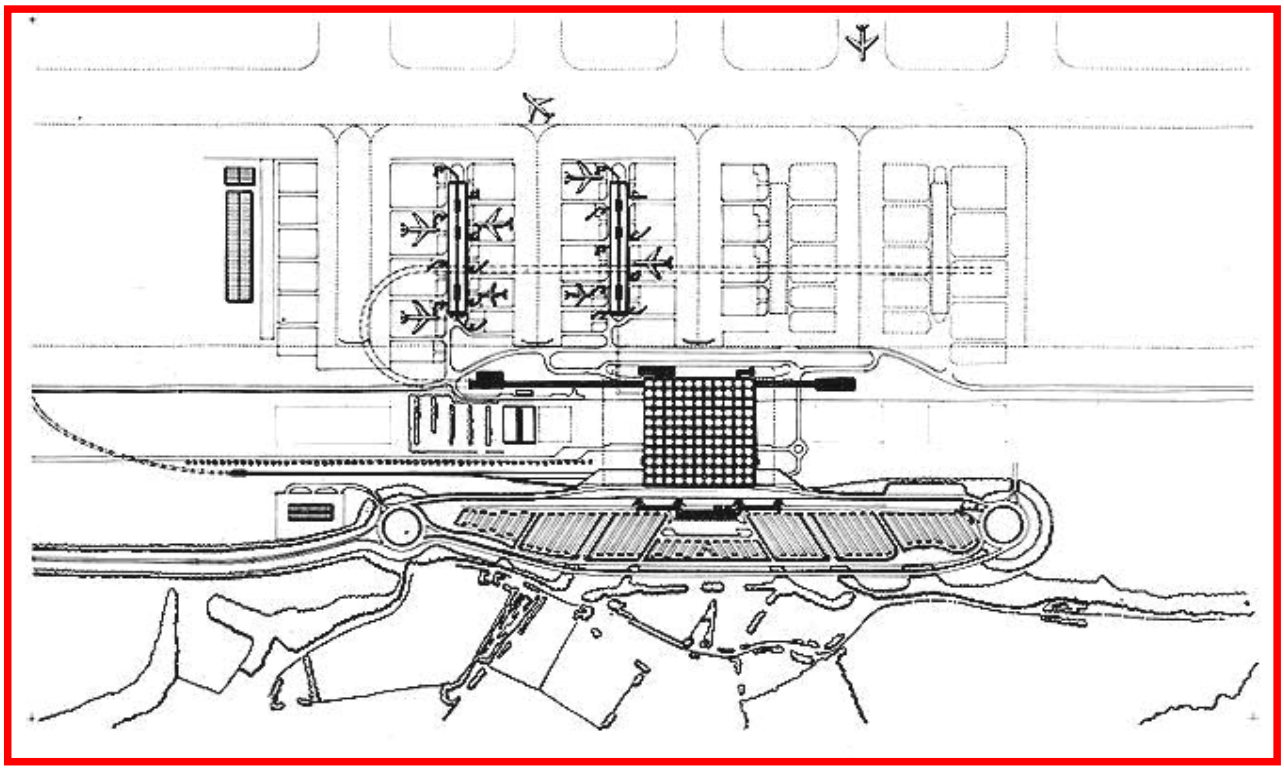
مشاريع عالمية :-

مطـار ستانستـيد : -

البلـد : انجلترا
الموقـع: المدينـة - لندن
المصمم: نـورمان فوستر
سنـة الإفتتاح: 1991م
فكرة المشروع: هي تصميم مبنى على هيئة قطعة ضخمة تتكون من خلايا نمطية متكررة لإعطاء أكبر قدر ممكن من المرونة ليواجه الأعداد المتزايدة المستخدمة للمطارات بدون الإخلال بالتصميم الأساسي.

الفكرة الرئيسية للمشروع :

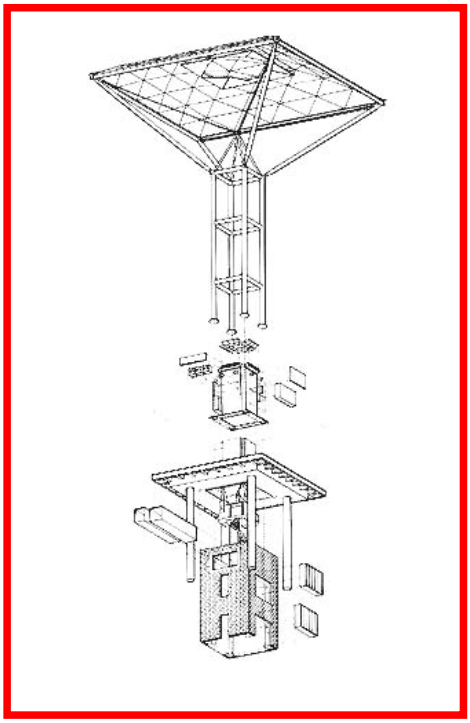
قام المعماري نورمان فوستر بتصميم مطار يتسم بأقصى درجة من المرونة لمواجهة التعديلات أو أي توسعات تحدث في المستقبل ومع ذلك فقد اتسم المبني بقدر كبير من البساطة حيث جاء المبني كمظلة ضخمة تتكون من خلايا نمطية متكررة بمقياس 36 × 36متر وبارتفاع 15 م ويحمل كل خلية عمود من مواسير الحديد الصلب علي شكل شجرة من أربعة أغصان تحمل في نهايتها قبة مفلطحة من ألواح معدنية خفيفة تتوسطها فتحات زجاجية ينساب منها الضوء الطبيعي لإنارة الأجزاء العميقة من المباني .



صورة الموقع العام

بهذه الطريقة الإنشائية تم تحرير الواجهات الخارجية الأربعة من أي عوائق وتحولت بذلك إلى ستارة من الزجاج بارتفاع 12 م تملأ معظم مساحات المبنى بالضوء الطبيعي خاليا من أي وهج وبعيدا عن تساقط أشعة الشمس بفضل البروز الضخم للسقف أمام الواجهتين الشرقية والغربية.
ونجد أن البصر عتيد داخل الصالة بدون أي عوائق من حوائط أو قواطيعكن تحقيق أقصي درجات المرونة في استخدام الصالة لكل ما يحتاج إلية الجمهور من خدمات سواء للمسافرين أو القادمين أو الزوار أو العاملين.

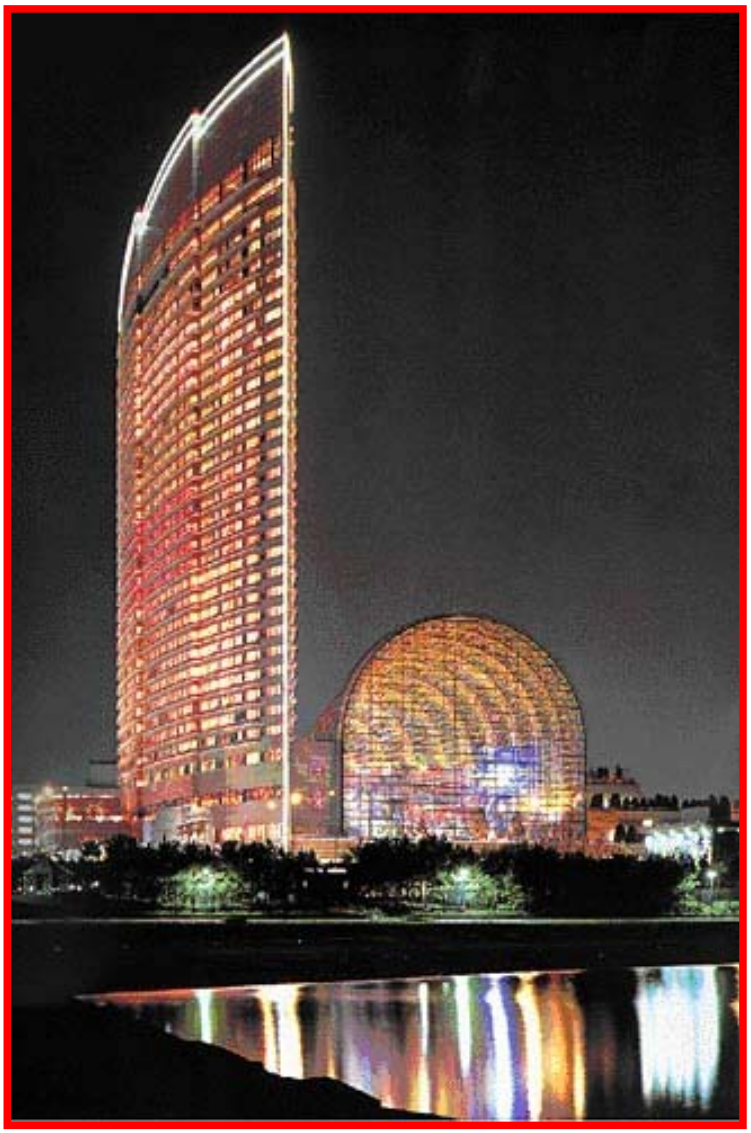
-أما التصميم الإنشائي الخفيف الرشيق صوره من صور الاستفادة القصوي من إمكانيات التقدم التكنولوجي وقد استغلت العناصر الإنشائية بصورة جيده في الحل المعماري حيث استخدمت المسافة التي تتوسط السيقان الأربعة لكل شجره وإبعادها 3.60×3.60 لتجميع الخدمات التي تحتاج إليها كل خلية من المرافق المختلفة وذلك علهروب وفي أعلاة جريليان تكييف الهواء وللتغذية والراجع ولوحات توزع الكهرباء وأجهزة الإنذار بالحريق ووسائل الإطفاء وميكروفنات النداء ونجدها من الخدمات الواجب توافرها في هذا النوع من المباني.



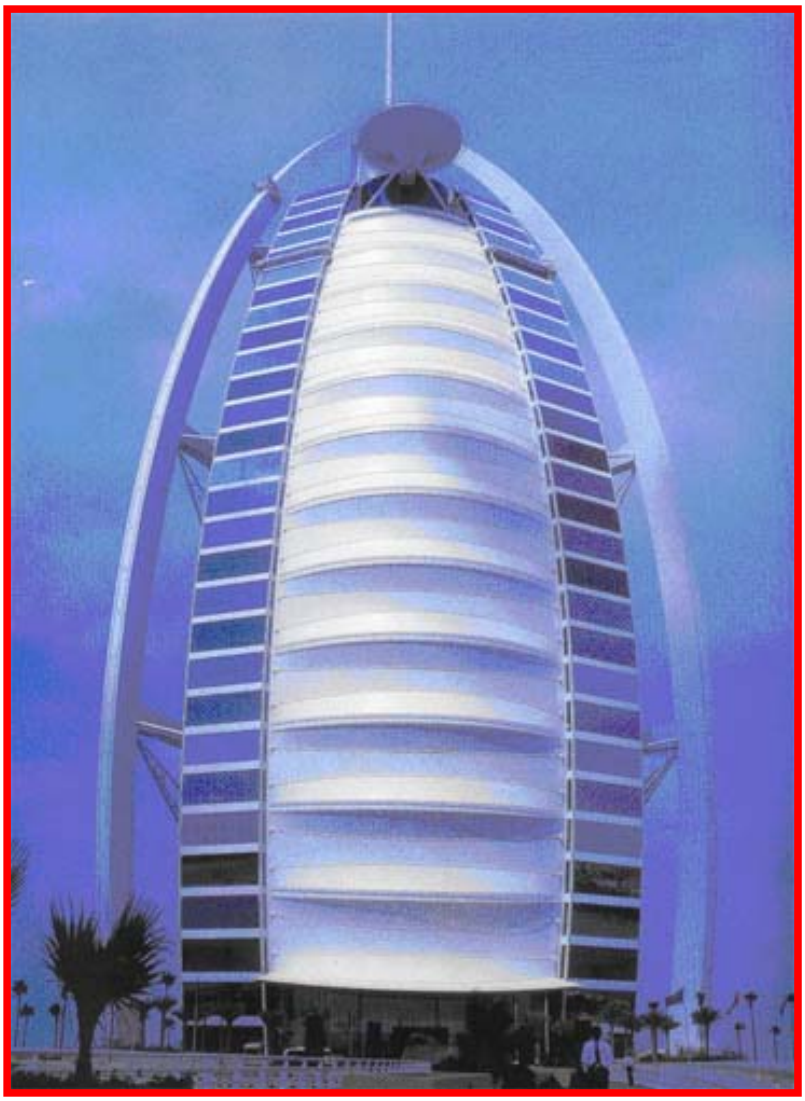
صورة التصميم الانشائي للعمود الذي يحمل كل خليه
و الخلايا النمطية والمكررة

بعض المبانى التى استخدمت الحديد كنظام انشائى:-

المبنى : فندق
المكـان : اليـابان
المصمم : Emilio Embaz
http://img508.imageshack.us/img508/853/b65yb.jpg



المبنى : برج العرب
المكان : الإمارات العربية المتحدة
المصمم:A.W.S Atkins
http://img508.imageshack.us/img508/5219/b74ah.jpg



المبنى : برج العرب
البلد : السعودية
المصمم : مكتب العمرانيةA & O
http://img508.imageshack.us/img508/7158/b95pp.jpg

المبنى : محطة قطار ليون
البلد : فرنسا
المعماري : سانتياجو كالترافا
http://img399.imageshack.us/img399/2549/c61qu.jpg

المبنى : متحف الأحياء المائيـة
البـلد : أمريكـا
المعماري :Emilio Ambaz
http://img399.imageshack.us/img399/3346/c88cf.jpg