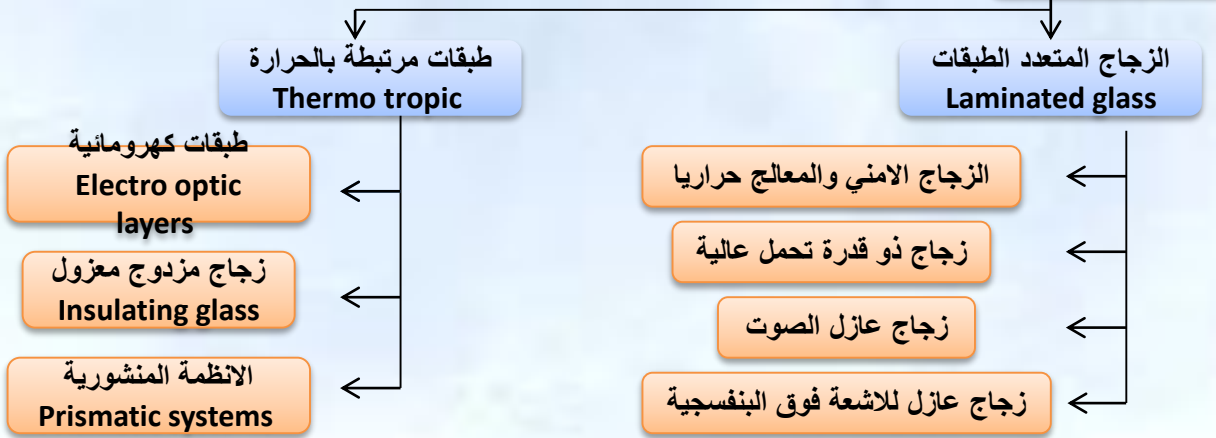
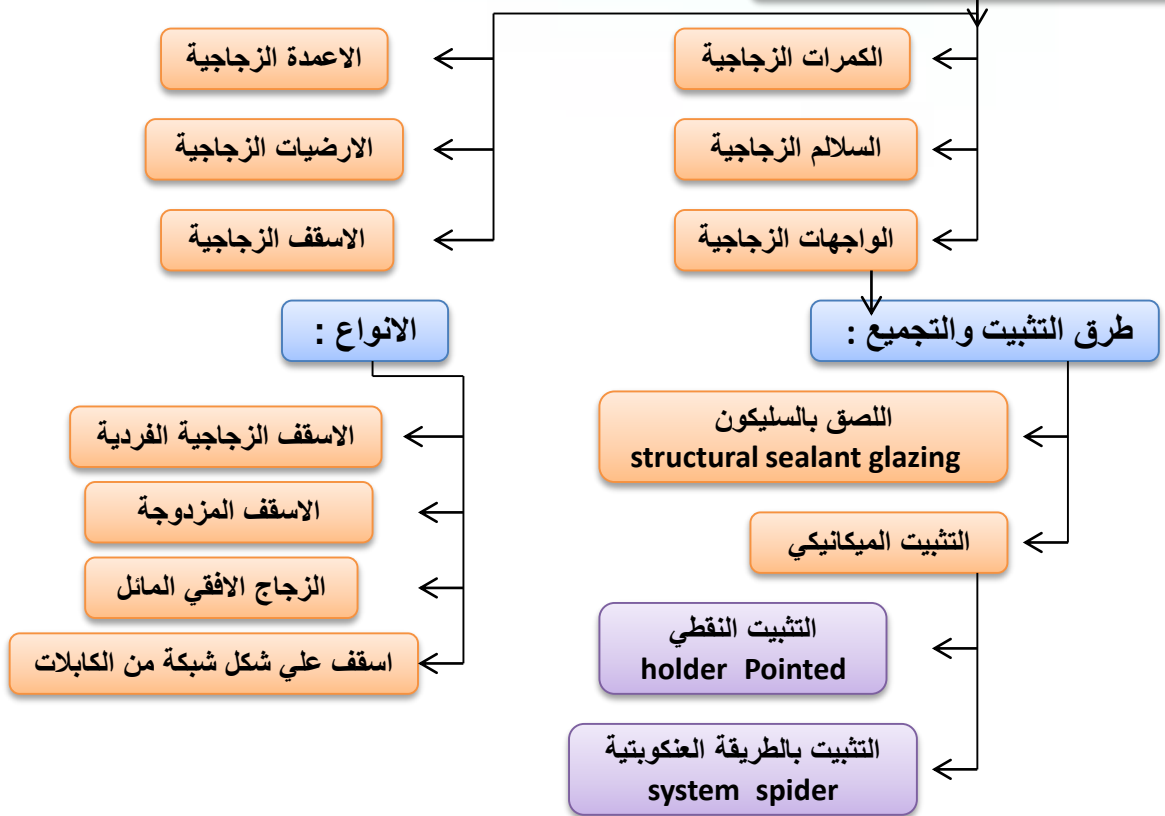


انواع الزجاج



التطبيقات الانشائية الخاصة بالزجاج :



الطرق الانشائية :



الزجاج كمادة بناء متعددة الوظائف

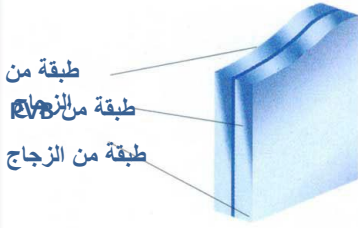
الزجاج مادة تمتاز بالشفافية والجمال ... هذه المادة التي استوحى منها الفنان مجالا خصبا يستلهم منه قطعاً فنية كانت ولا زالت تثري وجدان العالم منذ أقدم العصور وحتى الآن .

الزجاج ذلك التاريخ الحافل والذي تطور ليتحرر في النهاية من محدودية دوره كمادة للزخرفة و الديكور فقط ليصبح بعد مشوار طويل من التطوير مادة بناء متكاملة بكل ما يحمله الوصف من معنى، ففي الفترة الأخيرة أصبح حجم استخدام الزجاج كبيراً في مجالات متعددة، ولأغراض مختلفة، ويرجع التنوع الكبير في استخدامات الزجاج إلى اكتسابه الصلابة في المقام الأول مما جعله يتبوأ مكانة جديدة لم تكن مألوفة عنه من قبل.. فأصبح استخدامه ليس لأغراض الجمالية فقط وإنما اتسع ليشمل الأغراض الانشائية والوظيفية أيضاً ..

أنواع الزجاج :

أولاً : الزجاج المتعدد الطبقات Laminated glass:

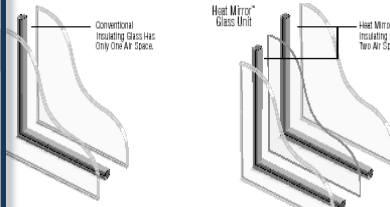
يتكون الزجاج المتعدد الطبقات من طبقتين أو أكثر من الزجاج، يتم لصقهما معا و تتوسطهما طبقة من البلاستيك مثل (PVB) أو (PMMA). وفي حالة الكسر، لا تتناثر قطع الزجاج بل تظل متماسكة كقطعة واحدة حتى يتم إستبدالها وبالتالي تقلل خطورة الإصابة . ومن منتجات الزجاج متعدد الطبقات الرئيسية :



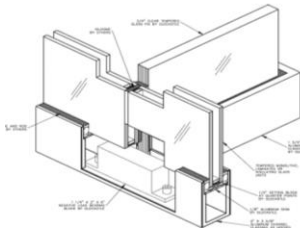
سمك طبقة PVB 0.76 or 0.38



صورة توضح طبقات الزجاج المتعدد الطبقات

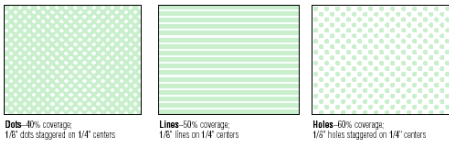


طبقات الزجاج العازل للصوت

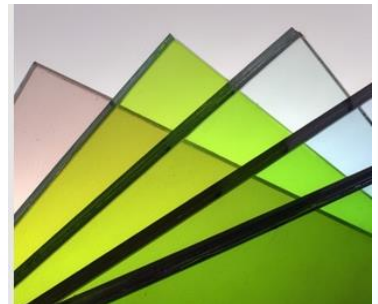
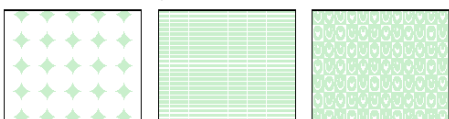


الزجاج المقسى (السيكيوريت)
Bent Tempered Glass

أيزومري يوضح تفصيلاً في تركيب الزجاج العازل للصوت والحرارة



Custom Silk-screened Pattern Examples



الواح الزجاج المتعدد الطبقات بالوان مختلفة

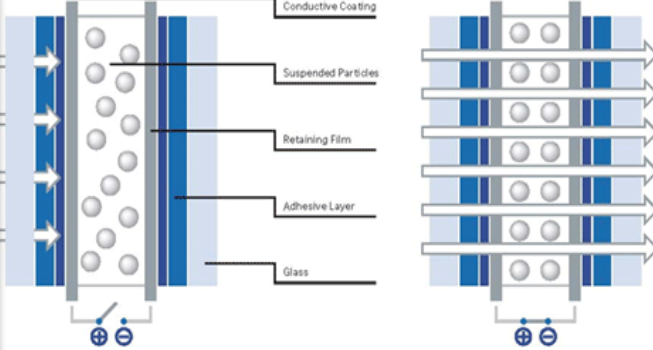
ثانيا : طبقات مرتبطة بالحرارة :Thermo tropic

يعمل هذا النوع من الطبقات بشكل أساسي على الطيف الشمسي الداخل، حيث تتغير حالته بزيادة درجة الحرارة من الشفافية ، والمواد المكونة عبارة عن مكونين مختلفين في معاملات انكسار الأشعة، فعلى سبيل المثال الماء والبوليمرات (hydro gel) ، أو مدنتين مختلفتين من البوليمرات (polymer blend).

1-طبقات الكهرومائية : Electro optic layers

يتميز بسهولة ضبط خصائصه يدوياً للتحكم بدقة في كمية ضوء الشمس الذي ينفذ من خلاله ودرجة سطوعه وحتى شدة حرارته. ويعتبر الزجاج من أكثر المنتجات تفضيلاً للاستخدام في واجهات المباني فإن من مزايا استخدامه في الواجهات فيفضل خصائص هذا الزجاج المتطور الفريدة، يستطيع أن يتغير بضغط زر بسيطة للسماح بنفاذ أكبر قدر ممكن من أشعة الشمس حين تكون الحاجة إليها، ثم التحول فوراً مرة أخرى إلى خصائص التظليل حين تكون قوة أشعة الشمس في ذروتها.

فكرة العمل:



عند وصل ألواح الزجاج بالتيار الكهربائي، تصطف الجزيئات المعلقة في شكل قضبان مستقيمة، ما يسمح بنفاذ الضوء فيما بينها، ويصبح لوح زجاج شفافاً يسمح بالرؤية. حيث يتم التحكم في نفاذية الضوء وأشعة الشمس بواسطة قوة التيار الكهربائي لهذه الطبقات بالتناسب مع الظروف المحيطة ..

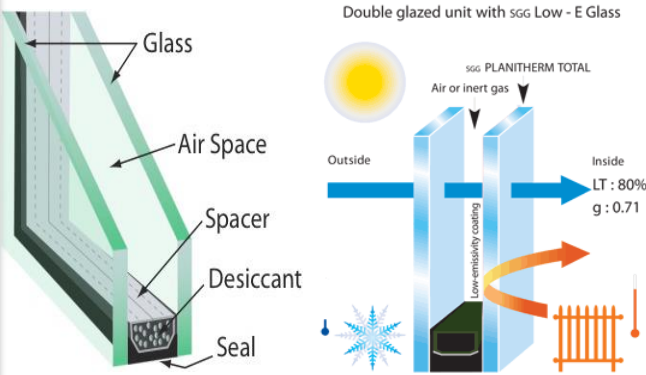
طريقة التركيب :

يمكن تركيبه في شكل ألواح أحادية أو ثنائية أو ثلاثية الطبقات، مزودة بتقنية Low-E ذات نسب النفاذ المنخفضة للحرارة الخارجية وتقنية ملاء الفراغ بين الطبقات بالغاز، مما يعزز أداء العزل الحراري ويقلل من نفاذ حرارة أشعة الشمس ويعطي نسب ثبات حراري لا مثيل لها..

2-الزجاج المزدوج المعزول insulating glass

• زجاج يشتمل على لوحين أو أكثر بينهما فراغات ببنية مختلفة الأبعاد و فيها يتم احكام التجويف او الفراغ ينتج من ذلك تجويفات من 8مم :20مم ما بين الالواح و ممكن ملئها بهواء جاف dehydrate او غاز خامل inert gas او تجهيزات ميكانيكية .

• توضع اجهزة التظليل الشمسي بهدف حجب اشعة الشمس المباشرة في الصيف و منع اللعان مع عدم خفض مستويات الاضاءة في الحجرة او كمية الطاقة المكتسبة في الشتاء rolled blinds الستائر الدائرية او الريش الستائرية .



صور توضح اشكال الزجاج المزدوج المعزول

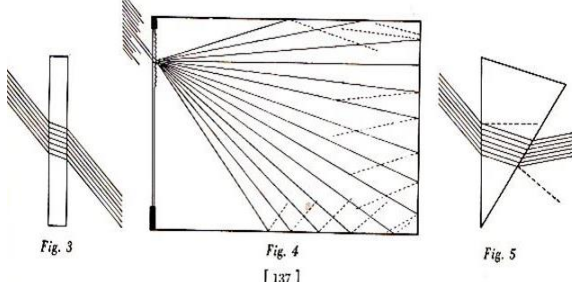
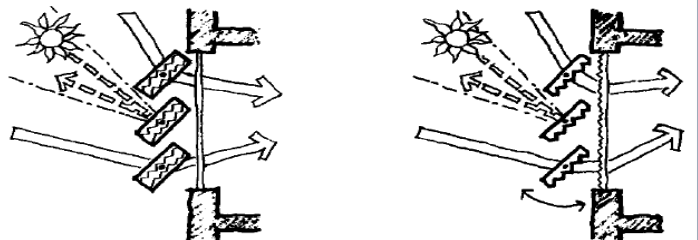


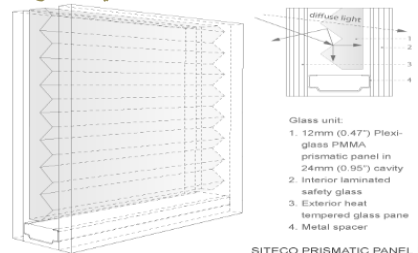
Fig. 3
Fig. 4
Fig. 5

3-الانظمة المنشورية prismatic systems

تصنع هذه الوحدات من الواح إكريليك و لها امكانيات للتحكم في ضوء النهار يعمل هذا النظام من خلال الانعكاس الكامل لاشعة الشمس لمباشرة الساقطة من اعلي من خلال زوايا السقوط المحددة



زوايا سقوط الاشعة الشمسية علي الزجاج



Glass unit:
1. 12mm (0.47") Plexi-glass PMMA
prismatic panel in 24mm (0.95") cavity
2. Interior laminated safety glass
3. Exterior heat tempered glass pane
4. Metal spacer

SITECO PRISMATIC PANEL

احد الالواح التي تعمل بالانظمة المنشورية

التطبيقات الانشائية للزجاج :

1-الكمرات الزجاجية:

تتنوع انواع الكمرات الزجاجية وفقا لنوع الزجاج المستخدم وطريقة التثبيت ،فهناك الكمرات بالزجاج العادى او الجاسئ او التثبيت باستخدام الكابلات المانعة للاحتكاك .
أنواع الكمرات الزجاجية :

1-الكمرات الزجاجية المبردة: كان Mather Rick أول من أستخدم

الكمرات الزجاجية الانشائية ، وقد استخدم الدعامة الزجاجية لمقاومة أحمال الرياح ،ووصل طول الكمرات المستخدمة الى 3.8م من زجاج ذو ثلاث طبقات بسمك 10مم .

2-الكمرات الزجاجية الجاسئة: ظهر فى مشروع Glass Canopy

Roofing of a Subway Station تطور قدرة الزجاج الجاسئ على تحمل الاحمال بمتانة، وسقف المشروع عبارة عن كابولى بعرض 5.0م وبطول 11م ; وبعد نجاح ذلك صنع كمرات بطول 10م لواجهة ابعادها 50x50م مثل مبنى Samsung JONG Ro

3- الكمرات بوصلات كابلات الاحتكاك: استخدمت فى مشروع the glass

reading room of Arab urban على شكل مكعب بأبعاد 8مx8مx8م ولا يوجد به عناصر انشائية داخلية

2-الاعمدة الزجاجية:

الاستخدام الامثل للأعمدة الزجاجية فى السقف الزجاجى للساحة الداخلية بمشروع the local authority offices حيث ان السقف الزجاجى بأبعاد 24x24 ومثبتة على أعمدة زجاجية متقاطعة الشكل وتتكون من شرائح طبقي بثلاث طبقات من الزجاج الجاسئ، عند رأس العمود وقاعدته توجد زوايا معدنية لنقل الاحمال الرأسية والأعمدة المتقاطعة الشكل تحمل أحمال تصل الى 6 طن.

3-الزجاج القابل للسير عليه:

يتكون الزجاج القابل للسير عليه من زجاج طبقي بثلاث طبقات زجاج وبطقتين وسطيتين من PVB Foil ،يجب ان يتوفر فى الزجاج نفس المتطلبات الارضيات العادية ويفرض الحمل 5كيلو نيوتن على المتر المسطح حتى يوفر الأمان الكامل ضد السقوط .

1-السلالم الزجاجية: أول استخدام للسلالم الزجاجية استخدم زجاج جاسئ بسمك

25مم مزود بأربع دعامة جانبية كعنصر امان فى حالة حدوث شروخ فى الزجاج فتمنعة من السقوط وفى حالة السلم الكابولى يستخدم زجاج بسمك 19مم .

اشكال تركيب السلالم الزجاجية:

1-سلم زجاجى الدائرى (نائمة فقط) مثبت على جانبي السلم.

2-سلم زجاجى ذو مخرجين .

3- سلم زجاجى مثبت على كمرة مركزية وسط السلم.

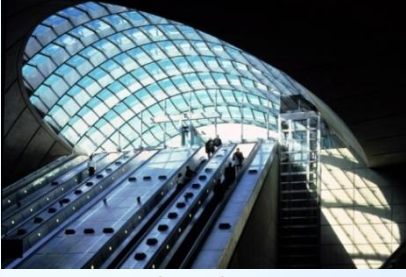
4- سلم زجاجى مثبت من جهة واحدة.

2-الارضيات الزجاجية: اول استخدام للزجاج فى الارضيات كان فى مشروع

The Now and Zen Restaurant ويتكون من طبقتين من الزجاج الجاسئ بسمك 19 مم ومزودة بأربع دعامة جانبية ،ويجب عند استخدام الزجاج التأكد من الامان فى حالة الشروخ.

3-كبارى المشاه: تتكون الكبارى من ألواح زجاجية طبقية مرتبطة مع بعضها

بواسطة نقاط تثبيت من ستانلس ستيل وبلاطة أرضية عبارة عن بلاطة من الزجاج الطبقي بسمك 15x2 مم ومركزة على كمرتين من الزجاج بسمك 10x3مموالحواط الجانبية والسقف من الزجاج الطبقي (10مم من الزجاج الجاسئ +6مم من الزجاج الحرارى)



glass canopy roofing of a subway station



Samsung JONG Ro



local authority offices



الواجهات الزجاجية :

طغت الواجهات الزجاجية بشكل كبير على التصميمات الحديثة وأصبحت عنصراً أساسياً في المباني يلجأ إليها المصممون حيث أنها تعطي الفرصة لإنشاء واجهة قيمة وأنيقة للمباني الإدارية والسكنية وغيرها غير أن استخدام الزجاج يسمح بحرية خلقة في التصميم، مع السماح لأكبر كمية من الضوء للوصول لداخل المبنى وإضافة لجمالها فهي عنصر إنشائي هام يجب إعطاؤه كما كبيرا من الجهد لتصميمه. سواء من خلال الحسابات الخاصة بالأحمال والتي بناء عليها يتم اختيار القطاعات المناسبة أو دراسة إكسوسورات النظام ومدى ملاءمتها لمقاومة مجموعة من المؤثرات المهمة التي تتعرض لها المباني .

طرق تجميع و تثبيت الالواح الزجاجية:

اولا : اللصق بالسيليكون structural sealant glazing :

- هي مادة لاصقة مانعة للرطوبة و بها يمكن لصق الواح الزجاج من ناحية واحدة حتي اربع نواحي .
- عند اللصق بالسيليكون فهو يتعرض لحمل وزن الزجاج بالإضافة إلي حمل مقاومة الرياح و امتصاص الاهتزازات .

ثانيا: التثبيت الميكانيكي و له نوعان:

أ- (التثبيت النقطي) point holder : وذلك بواسطة المسامير الركنية.

ب- التثبيت بالطريقة العنكبوتية spider systems : ومن مميزاته

- القدرة علي مواجهة الأعاصير و الزلازل و الاهتزازات بشكل عام.
- يعطي سطح املس تماما و غير معاق uninterrupted .
- يمكن استخدامها كوحدة زجاج مفرغة او مزدوجة .
- يمكن استخدامها دون ثقب الزجاج الخارجي مع الزجاج متعدد الطبقات و بالتالي الحفاظ علي شكل الواجهة.

تنوعت الطرق الانشائية لتثبيت الزجاج و فيما يلي ابرز الطرق:

1- الدعامات الزجاجية : تمتاز بالشفافية و الخفة و الاستعمال الاساسي لها كدعامات للرياح wind bracing، نتج عن استخدامها كنقاط دعامية و او كمرات رأسية ومن اهم مميزاتها إعطاء الشفافية و النقاء في الواجهة

2- الدعامات الرأسية vertical carriers : عند زيادة البحر الأفقي للواجهة الزجاجية ينقل الحمل إلي الاتجاه الرأسي.

3- الدعامات الأفقية : إذا كان البحر الأفقي للواجهة اكبر من اللوح الزجاجي نفسه فلا بد من تقسيمه، ولا يتم الحمل علي العوارض الأفقية أو الكمرات الأفقية بل علي حوامل أفقية .

4- الشبكات الزجاجية : تتكون الشبكة الرئيسية التي تؤدي وظيفة التحميل الرئيسية من كابلات الصلب التي تحمل شبكة زجاجية ولا تحمل اي وظيفة اساسية في التحميل، بينما تكون وظيفة الزجاج الاساسية في تغطية الفراغ بالكامل .-عند تغطية الشبكة المعدنية بوحدة زجاجية فإن كل لوح زجاجي يتم استخدامه يكون لة شكل مختلف , و لذا يلزم استخدام اجهزة الحاسبات في تصميم هذه الوحدات.

5- الحوائط الزجاجية ذات الشبكات أو الحبال :

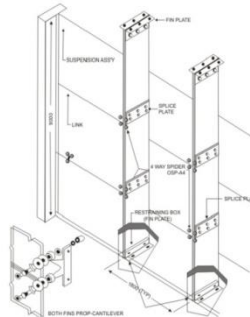
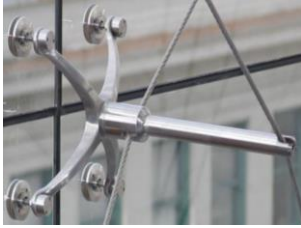
هي حالة خاصة من الشبكات الزجاجية و يطلق عليها الحبال المستوية او شبكة الكابلات الحائطية ,و تخص عناصر التحميل المستوية , و لديها القدرة علي تحمل الاحمال العمودية علي مستوي وحدة التحميل و يتم معالجة الالواح الزجاجية عند اتصالها بالشبكة بنقاط تثبيت مفصلية عند عقد الشبكة.



مثال لواجهة كاملة بالزجاج



وضع مادة السيليكون تمهيدا لتركيب الزجاج الالواح المثبتة بالسيليكون



المبنى الاولمبي بمدينة ميونيخ



شكل التثبيت بالكابلات



واجهة زجاجية مثبتة بالكابلات



الاسقف الزجاجية (الزجاج الأفقى) Glazing Roofs

الزجاج الأفقى هو المنشأ الزجاجى القادر على تحمل حمل الثنى , ومن أشكال ارتكاز الزجاج الأفقى الارتكاز من جانبين أو ثلاث أو أربع جوانب بشكل خطيا , ولا يكون مثبت على نقاط تثبيت منفصلة .
الشروط التى يجب توافرها أثناء التنفيذ :

واجهه زجاجية مثبتة بالكابلات

1- إستخدام زجاج طبقى آمن ببحر 1.2 م على الأكثر ومثبت من الأربعة جوانب.

2- عند إستخدام الألواح الزجاجية فى الأماكن التى تتعرض لسحب الرياح ويكون التثبيت بشكل نقطى فقط ولا يصلح معها الارتكاز الخطى

3- لا يزيد البحر عن 0.7 م عند استخدام الزجاج ذو الأسلاك.

4- لا يقل سمك طبقات تثبيت الاسقف من اسفل ومن اعلى.

5- يجب استخدام الزجاج الآمن ذو شبكة داخلية لنقاط التحميل للزجاج الأفقى (الاسقف) والزجاج الطبقي السابق الإجهاد , ولا يسمح باستخدام الزجاج الآمن فقط , وعند استخدام المسامير فى نقاط التثبيت فالزجاج المثقوب يجب أن يكون زجاج سابق الإجهاد .

الاسقف الزجاجية الفردية :

قام المعمارين **R.G.Richards , AntennaDesign**

بإنجلترا عام 1994 ببناء جناح مدخل مشروع **Broadfeld House glass museum , kingwin** بطول 11 م وعرض 5.7 م وارتفاع 3.5 م , وتكونت أنصاف الإطارات للهيكل والكمرات الزجاجية التى بارتفاع 30سم من دعامات من الزجاج الطبقي تكون متصلة بالأعمدة الزجاجية بعمق 28سم عن طريق وصلات تفر ولسان ومثبتة فى الموقع بصمغ أو لاصق مصبوب .

الاسقف المزدوجة : تستخدم الاسقف الانشائية المزدوجة الطبقات غالبا لأسقف المتاحف لتعطى إضاءة طبيعية للأعمال الفنية والحماية ضد التقلبات الجوية والرطوبة ودرجة الحرارة وقد استخدم ذلك فى مشروع متحف **Foudation Beyler** على يد المعمارى **رينز بيانو** فى عام 1997 ففجد ان السقف الزجاجى يشبه فى شكله سقف التظليل حيث تبرز للخارج أربعة جوانب طويلة ومتوازية

أسقف على شكل شبكة من الكابلات : مثل مشروع **Norddeutsche Landesbank** للمعماري

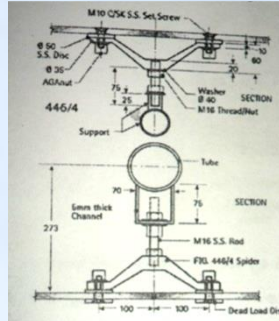
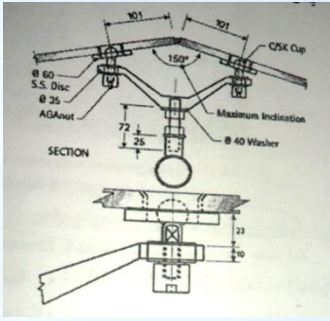
Pysall, stahrenberg & partners, والهيكل الانشائي الحامل للسقف عبارة عن شبكة من كابلات ستاليس ويتم تثبيت الزجاج بها.

الاسقف من الزجاج المائل :

هو زجاج مائل باكثر من 15 درجة على الراسى ويستخدم زجاج من الدرجة الاولى ليستطيع مقاومة الاحمال المؤثرة عليه و من طرق تثبيت الزجاج الأفقى : 1- يثبت الزجاج على الحافة الطولية للوح بواسطة زوايا من الالمونيوم وقضبان من ستانلس ستيل لتربط الزوايا الامامية بالمبنى

2- يثبت الزجاج على أذرع من ستانلس ستيل أو من الزجاج بواسطة أربع مسامير تثبيت

3- يتم ربط الزجاج بالمبنى بواسطة أربع مسامير تثبيت لنقوم بتدعيم القضبان المعدنية والأذرع



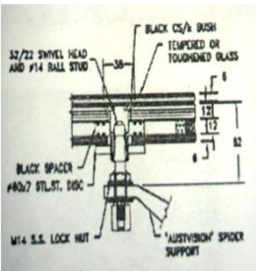
تثبيت الاسقف الزجاجية بالنظام المفصلى



الواح الزجاج والكمرات



الاسقف المزدوجة



كيفية وضع المسامير الغاطس فى الزجاج المزدوج



انواع الزجاج المختلفة التى من الممكن استخدامها فى الزجاج المائل

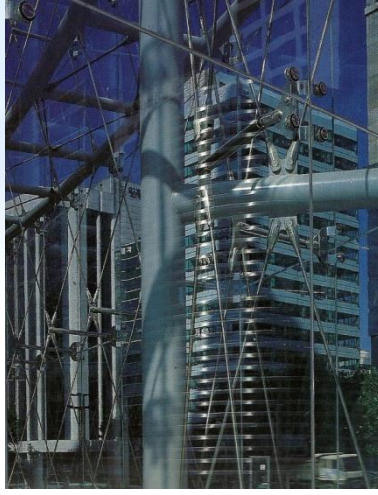
مثال علي الواجهات والاسقف الزجاج

مشروع مبنى إداري (بوسكو)

POSCO PROJECT



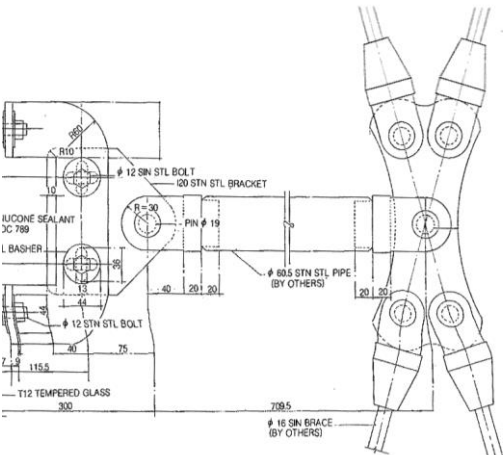
منظور خارجي لكتلة المشروع يوضح استخدام الزجاج في الواجهات



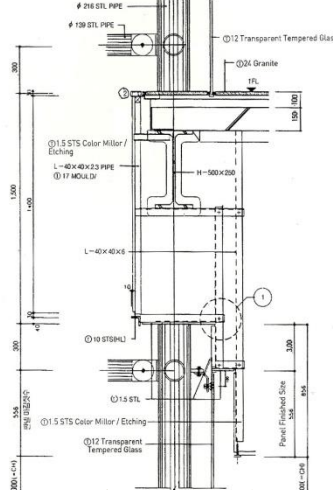
لقطة توضح الزجاج الخارجي وطريقة تثبيته وهي التثبيت العنكبوتي



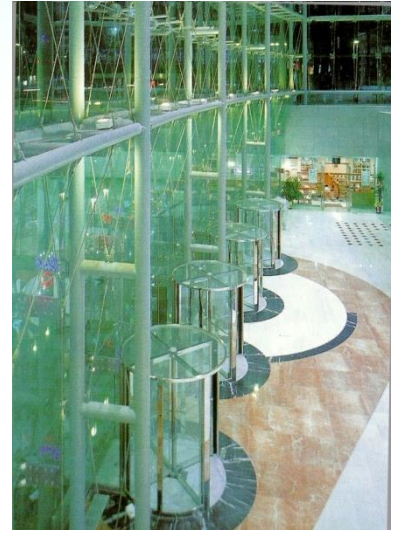
اما في الأسقف : تم استخدام جمالونات لإنشاء سقف مستوي و تثبيت الألواح بالنظام العنكبوتي spider system بالتالي إنشاء سطح أفقي أملس. شكل السقف حيث ألواح الزجاج مرفوعة علي جمالون و مثبتة بالنظام العنكبوتي



تفصيلة توضح النظام العنكبوتي المستخدم في التثبيت الخاص بالواجهات

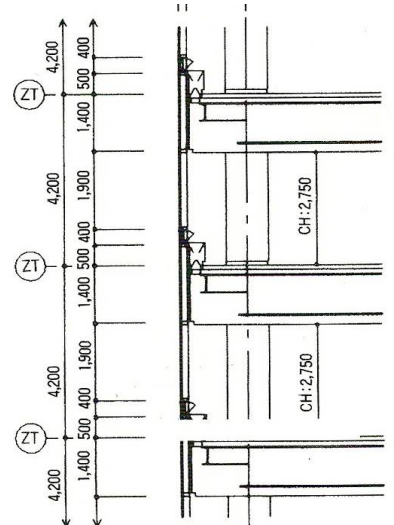


تفصيلة توضح تثبيت الألواح الزجاجية في السقف



العوارض الأفقية و الرأسية تحمل الواجهة

الهدف الذي تم تحقيقه من استخدام الزجاج :
كان الهدف الرئيسي تحقيق الشفافية الكاملة للمبنى و التي تتيح أيضا إدخال اقصى كم ممكن من الإضاءة الطبيعية .



تفصيلة توضح تركيب الواجهة في بلاطات المبنى