

التصميم الأمثل للهياكل العنكبوتية المنفذة في مجمع جامعة كركوك

حماد ضاري مرعي قوباد صباح حسيب
كلية الهندسة - جامعة كركوك

الخلاصة

يتضمن البحث دراسة نظرية تحليلية عن المشاكل والمعوقات المرافقة لتنفيذ الهياكل العنكبوتية المنفذ في مجمع جامعة كركوك من الناحيتين الإنشائية والمعمارية وضع الحلول المناسبة لها والمستندة على أسس علمية مبنية على المدونات والمحددات العالمية (ACI/2003&ASTM) كذلك تم إجراء إعادة تحليل وتصميم هذه الهياكل باستعمال برنامج STAAD PRO 2006 لمقارنة النتائج التصميمية مع التصاميم المنفذة. يهدف البحث لتكوين صورة واضحة لدى المصمم مبنية على واقع تنفيذي قبل تصميم مثل هذه الأنواع من السقوف المعقدة و أخذها بنظر الاعتبار عند التصميم . حيث وجد استعمال كميات حديد تسليح مبالغ فيه واستعمال اقطار كبير نوعما سببت صعوبات اثناء التنفيذ كذلك وجد ان هذه الهياكل ذات كلف اقتصادية عالية جدا" كذلك وجد ان الناحية الصوتية والضوضاء لم تؤخذ بنظر الاعتبار عند التصميم ولم توضع طريقة محددة لمعالجة وإنهاء هذه الهياكل.

المقدمة

العمارة أو المنشأ هي فن إنتاج البيئة الإنسانية المادية، وهي تعنى بالفضاء والشكل (space & form) في جانبيها الوظيفي والجمالي، والمعمار لأجل أن يصمم في الوقت الحاضر فهو في معضلة لأنه يحتاج أن يستوعب التطور الكبير الذي شمل جوانب الإنشاء للمباني. ومن هذه الجوانب المختلفة الهيكل الإنشائي فرغم كونه لوحده لا يكون العمارة فأنه من أهم الوسائل للوصول للعمارة الجيدة(بشار، ١٩٩٠) وبدورها تستند هذه السقوف إلى أعمدة كبيرة الحجم مؤلفا "فضاء" يتمثل بقاعة مدرجة تتسع لأكثر من ١٥٠ طالبا" شكل(١) إن السقف العنكبوتي اتخذ طابعا" تصميميا" معقدا" تمثلت بفكرة تصميمية جديدة لم تعتمد على التكرار التصميمي لأشكال(forms)معروفة في الوسط المعماري(ThimasE.Burton،1975) ومن هنا برز دور هذا السقف معماريا لتمييزه بدرجة عالية من الجمال الحسي والتعبيري وجمعه بين الشكل الخارجي والفضاء الداخلي وبين الهيكل الإنشائي والمواد الإنشائية من اجل إطفاء

الروح أو التعبير إلى مجموعة هذه الماديات. ورغم ان النظم الإنشائية الكبيرة تخضع لقواعد إنشائية دقيقة يجب التزام المعمار بها إلا ان هذا لا يعني إنتاج وتكرار عدد معين فقط من الأشكال. وان القيود الإنشائية قد تتلاش لان مجرد التفكير في هذه المنشآت يعني التعامل المباشر مع الشكل الثلاثي الإبعاد وحيث نسبة الخلق والإبداع لها تكون اكبر مما لسواها من المنشآت الأخرى ، إضافة الى ان الشكل الإنشائي (Structural Form) وتعبيره لا يتوصل إليه بالحسابات الرياضية فقط بل ان للجانب الذاتي في هذه العملية أهمية كبيرة إضافة الى العوامل الموضوعية ، حيث أنها تبقى مرتبطة وعلى درجة كبيرة بالجانب الاقتصادي من العمل (الصابونجي، ١٩٩٢) أما من الناحية الإنشائية فقد استنطاع المصمم نقل الحمل الوسطي عن طريق الجسور المائلة إلى الجسر الكبير (B12) الذي يحيط بالسقف العنكبوتي ناقلاً وزنه إلى ثلاثة أعمدة (50X50) في جهة وجداران في الجهة الأخرى (2.5X0.25)م وعمودان جانبيين (50X50). وتم إجراء تحليل إنشائي للسقف العنكبوتي وإجراء إعادة تصميم معتمدين على برنامج STAAD PRO 2006 وكذلك دراسة المشاكل والمعوقات التي ظهرت في مرحلة التنفيذ. للوصول لرؤيا واقعي مسبقا يمكن الاخذ بها عند تصميم مثل هذه السقوف.

الغاية من البحث

يهدف البحث الى إعادة تحليل و تصميم لهذا الهيكل معتمدين على برنامج STAAD PRO 2006 ومقارنة النتائج مع التصاميم التي اعتمدت ثناء التنفيذ. كذلك تكوين صورة مسبقة واقعية لدى المصمم عن كيفية تنفيذ مثل هذه الأنواع من السقوف وعن المشاكل المرافقة لعملية التنفيذ ووضع الحلول العلمية لها معتمدين على المدونات العلمية . حيث تمت هذه الدراسة إثناء مراحل التنفيذ وكذلك تم توثيق مراحل التنفيذ بالصور الفوتوغرافية والشرح لكي تكتمل الصورة التنفيذية لدى المصمم المعماري والإنشائي والاستفادة منها مسبقا لدى تصميم مثل هذه الأنواع من السقوف أو حتى السقوف المشابهة.

التفاصيل والمخططات المعمارية والإنشائية

١- التفاصيل المعمارية:

يتألف الهيكل العنكبوتي من جسور مشبكه تحمل السقف وبدورها تتصل هذه السقوف المستوية بأسطح مائلة محيطة بالسقوف المستوية المؤلفة من الجسور ذات النظام الشبكي متخذاً

إشكال عنكبوتيه والهيكل العنكبوتية المنفذة في أبنية جامعة كركوك تصنف ضمن نظم البلاطات والعتبات المشبكة (beam grid & slab systems) فهي عبارة عن مشبك من الجسور وسقف بفضاء (15x 15م) محاطة بجسر كبير (B12) (40x90) سم يحمل هذا الجسر مجموعة من الجسور المائلة المقلوبة ترتبط من الأعلى بجسر آخر (B14) (25X75) سم يرتكز عليه مشبك من الجسور و سقف (Two way Ribbed slab). عند النظر لهذا الهيكل من الخارج فسوف تظهر الجسور المائلة المقلوبة متخذاً "شكلاً" عنكبوتياً" وعند النظر من الداخل فسوف تظهر السطوح المائلة والجسور الوسطية العلوية الاعتيادية.

٢ - التفاصيل الإنشائية:

تبين التفاصيل الإنشائية للسقف العنكبوتية والموضحة في الشكل رقم (٢) حيث يظهر توزيع الجسور وأرقامها ومواقع القطع في كل جسر حيث بينت بالتفصيل في الشكل رقم (٣) فالجسر الحامل للسقف العنكبوتي (B12) هو جسر مستطيل المقطع بإبعاد (40x90) سم وبتسليح كما مبين في المخططات. يحمل هذا الجسر مجموعة من الجسور المائلة (B13) بإبعاد (40X75) سم و (B14 & B15) بإبعاد (25X75) سم تسند سقف مائل بسمك (15) سم كذلك المشبك العلوي (two way ribbed slab). يستند السقف العنكبوتي على خمسة أعمدة (ثلاثة منها باتجاه الجزء الداخلي واثنان جانبيين) ذات مقطع مربع بإبعاد (50X50) سم كما يستند على جدران في الجهة الخارجية بأبعاد (250X30) سم. وجزء من السقف العنكبوتي يبرز بشكل طليق (Cantilever).

نتائج تحليل السقف العنكبوتي

نظراً لكميات التسليح الكبيرة في السقف العنكبوتي والتي تسبب عرقلة في العمل ومن أجل التأكد من هذه الكميات هي كميات فعلية أو هذه الكميات مبالغ فيها أي ان المصمم استعمل معامل أمان عالي وافترض أحمال كبيرة عند التصميم حيث تم إعادة تحليل وتصميم هذه الهيكل باستعمال برنامج STAAD PRO 2006 للحصول على تصاميم حقيقية عن طريق معرفة كميات التسليح التي يتطلبها انشاء الهيكل العنكبوتي والمقارنة بينها وبين الكميات التي استعملها المصمم. فقد تم تمثيل الهيكل العنكبوتي في برنامج STAAD PRO 2006 معتمدين على المخططات شكل رقم (٢) واعتبار مقاومة الانضغاط للخرسانة (25 MPa) حسب المخططات. والجدول رقم (١) يبين مقارنة بين كميات التسليح في المخططات والكميات التي تم حسابها.

مراحل التنفيذ

١- مرحلة القالب الخشبي:

وهي اول واهم مراحل تنفيذ السقف العنكبوتي حيث تتطلب هذه المرحلة وجود مهندس مدني مشرف ذو خبرة جيدة يستطيع تحويل المخططات المعقدة الى واقع كما تحتاج الى تخطيط مسبق وكذلك وجود نجار كفء يستطيع تنفيذ هذه المرحلة. تبدأ هذه المرحلة بإنشاء قالب اسناد أولي (سكلة) تكون قوية تستطيع حمل القالب الرئيسي ووزن السقف العنكبوتي (بسبب منسوب السقف العنكبوتي +7 عن أرضية الإسناد). ثم يقوم المهندس بتحديد زوايا الميلان للسقوف والجسور الجانبية ونقاط الالتقاء والتقاطع وتكون هذه المرحلة دقيقة فأى خطأ في تحديد الزوايا ونقاط التقاطع سوف يآثر على السقف بكامله ويجب استعمال قالب خشبي نظيف وجيد ولا يحبذ استعمال قالب ذو أوجه صقيلة (Fair Face) بسبب ميلان الأوجه الجانبية وصعوبة التصاق الخرسانة مع القالب . الإشكل (٧-٨-٩) تبين القالب الخشبي لسقف العنكبوتي. تستغرق عملية نصب وتركيب قالب خشبي لسقف عنكبوتي واحد ما بين ٢ - ٣ شهر حيث تم تنفيذ اربعة سقوف عنكبوتية لثلاث نجارين مختلفين وكانت هذه الفترة معدل تنفيذه، كم يجب الاخذ بنظر الاعتبار ان وزن الهيكل العنكبوتي بعد الصب يبلغ تقريبا ٢٧٥ طنا.

٢- مرحلة التسليح:

وهي مرحلة معقدة وصعبة لعدة أسباب أهمها استعمال اقطار حديد كبيرة نسبيا" (& #20 #25) مما يصعب ثنيها وتشكيلها عند الانتقال من الجسور الجانبية المائلة إلى جسور السقف المستقيمة لعمل وصلات تداخل (Overlap) حسب متطلبات (ACI Code) شكل (٩-١٠) كذلك عند الاخذ بنظر الاعتبار ان بعض الجسور تتغير من جسور اعتيادية إلى جسور مقلوبة وان بعض الجسور مستمرة تكون مائلة في الجزء الجانبي ومستقيمة في الجزء العلوي. كذلك كثافة التسليح مقارنة بمساحة مقطع الجسر خاصة جسور السقف العلوية (25x75) سم. تتطلب هذه المرحلة استعمال آلات ثني الحديد ذات الأقطار العالية. لم توضح عملية تداخل التسليح في المخططات التصميمية حيث وضحت المخططات كل جسر لوحده. وهذا غير صحيح لوجود استمرارية في بعض الجسور ويفضل رسم مخطط تفصيلي مستمر.

٣- مرحلة الصب:

وهي آخر مرحلة من مراحل تنفيذ الهيكل العنكبوتي. يجب التحضير لها ودراسة المخططات جيدا والخذ بنظر الاعتبار عدة نقاط منها أولا ميلان السقوف مما يتطلب استعمال مضافات لتسريع تصلب الخلطة الخرسانية ومحتوى مائي قليل (مع المحافظة على المقاومة) لتسريع عملية تماسكها مع السقوف المائلة. ثانيا كثافة التسليح وقلة مسافات التباعد بين اقطار حديد التسليح في المقطع مما يتطلب استعمال مقاس أقصى للحصى مناسب وحسب متطلبات (ACI Code). من هذا كله يفضل اجراء تصميم خلطة خرسانية (Mix Design) خاصة للهيكل العنكبوتية واستعمال مضافات (Add Mix) مثل (Accelerator Super Plasticizers) لتسريع عملية التصلب وتقليل المحتوى المائي وزيادة قابلية التشغيل واعطاء مقاومة مناسبة وحسب المتطلبات التصميمية. كذلك يجب استعمال خباطات مركزية ومضخات كونكريتية (Concrete Pump) للسيطرة على تجانس الخلطة الخرسانية. تستغرق عملية صب سقف عنكبوتي واحد من ٨-٩ ساعات كمعدل.

المشاكل والمعوقات

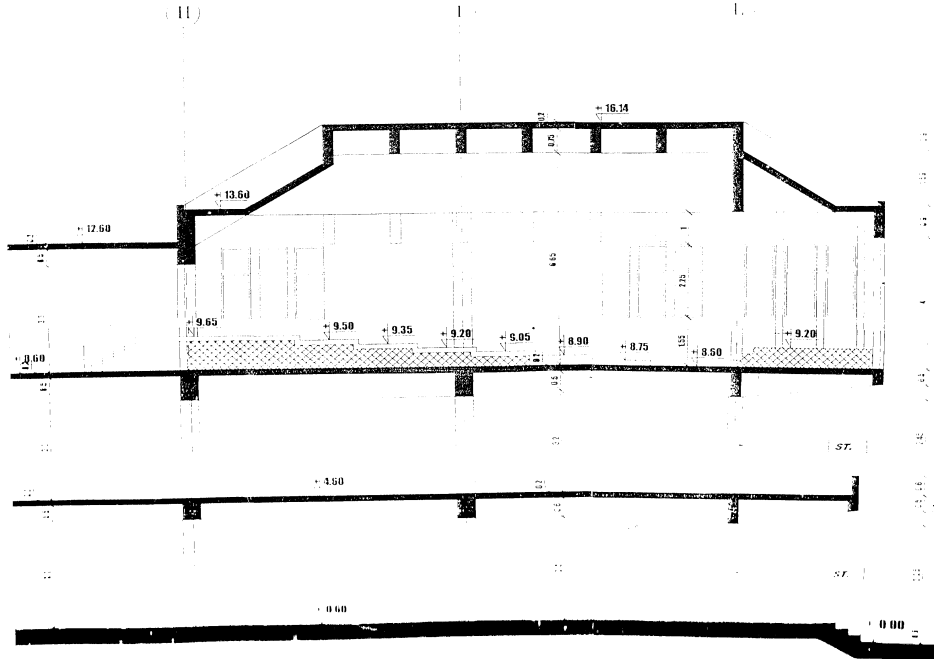
- يمكن تلخيص المشاكل والمعوقات التي واجهت المنفذ أثناء إنشاء سقف عنكبوتي واحد وهي تقريبا تكررت في تنفيذ أربعة سقوف عنكبوتيه تم تنفيذها لحد الآن. ومن هذه المشاكل:
- ١- إن تكلفة تنفيذ سقف عنكبوتي واحد تقدر بما يقارب ٥٤ مليون دينار وتستغرق فترة زمنية ما يقارب ٤ أشهر لذا فهي غير اقتصادية.
 - ٢- صعوبة تنفيذ القالب الخشبي بسبب وجود زوايا ميلان مختلفة ونقاط النقاء وتقاطع.
 - ٣- استعمال أقطار تسليح كبيرة يصعب ثبيتها.
 - ٤- صعوبة عملية إنهاء السقوف ومعالجة التصريف والتي لم توضح أصلا في المخططات.

الاستنتاجات والتوصيات

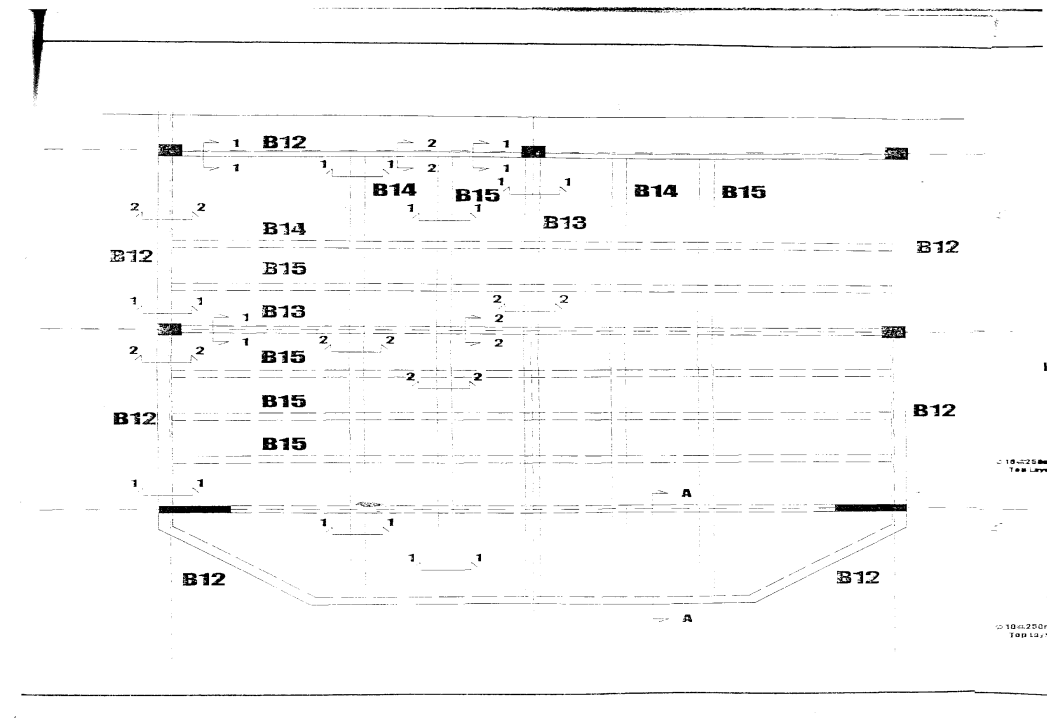
- ١- الأخذ بنظر الاعتبار الناحية الإنشائية والتنفيذية أثناء تصميم مثل هذه السقوف معماریا والتوجه نحو تصاميم أكثر اقتصادية.

- ٢- محاولة استعمال أقطار تسليح مكافئة أقل قطر وحسب المواصفات والأخذ بنظر الاعتبار النتائج التي حصلنا عليها من إعادة التصميم
- ٣- الأخذ بنظر الاعتبار الاعتبارات التنفيذية ومحاولة التنسيق بين مساحة المقطع وكمية حديد التسليح.
- ٤- الأخذ بنظر الاعتبار الناحية الصوتية داخل فضاء القاعة من ناحية الأبعاد ومدى تأثيرها بالمشاكل الضوئية.
- ٥- استخدام طريقة إنهاء ومعالجة التصريف مناسبة بحيث لا تؤثر على جمالية الواجهة الخارجية للسقف العنكبوتي كاستعمال مادة اللباد القيري المغلف (Iso com).
- جدول (١): مقارنة بين كمية التسليح في المخططات وبين كمية التسليح التي تم حسابها من التحليل

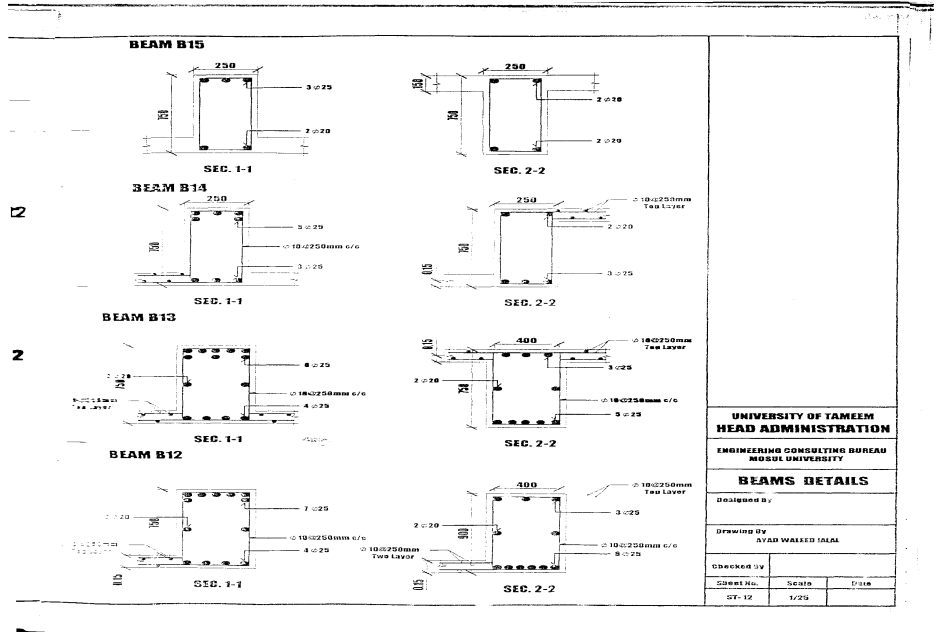
رقم الجسر حسب المخططات	كميات التسليح في المخططات	كميات التسليح التي تم حسابها من التحليل
B12	7#25 top(sec1-1) 6#25 bottom(sec2-2)	5#20 top(sec1-1) 6#20 bottom(sec2-2)
B13	8#25 top(sec1-1) 5#25 bottom(sec2-2)	6#20 top(sec1-1) 4#20 bottom(sec2-2)
B14	5#25 top(sec1-1) 3#25 bottom(sec2-2)	5#16 top(sec1-1) 2#16 bottom(sec2-2)
B15	3#25 top(sec1-1) 2#20bottom(sec2-2)	4#16 top(sec1-1) 2#16 bottom(sec2-2)



شكل (١): يبين مقطع عرضي للسقف العنكبوتي



شكل (٢): يبين المخطط الإنشائي للسقف العنكبوتي



شكل (٣): يبين مقاطع الجسور وتفاصيل التسليح



شكل (٤): يوضح الشكل الخارجي للهيكل العنكبوتي



شكل (٥): يوضح الجسور المائلة الجانبية للهيكل العنكبوتي



شكل (٦): يوضح منظر داخلي للهيكل ألعنكبوتي



شكل (٧): يوضح القالب الخشبي والتسليح



شكل (٨): القالب والتسليح الجانبي المائل



شكل (٩): تسليح الجسر الحمل B12



شكل (١٠): عملية ثنية حديد التسليح للجسور



شكل (١١): القالب والتسليح العلوي للمشبك العلوي

References

- American concrete institute, ACI 318-.,(2003): building code requirement for reinforced concrete
- STAAD Pro handbook
- Thimas E -,Burton.,(1975) :Structure and Form, IN MODREN ARCHITECTURE.
- Winter and Nilson.,(1981): design of concrete structure, Mc grow for hill Book Company.

المصادر

- بشار سامي ميخائيل ، (١٩٩٠) : التأثير المتبادل بين التكامل والمكونات البنائية وعملية التداخل بين مراحل التصميم والتنفيذ.رسالة ماجستير،جامعة بغداد.
- الصابونجي،محمد مصطفى ، (١٩٩٢) : العمارة والنظم الإنشائية ذات الجسور الطويلة ، رسالة ماجستير،جامعة بغداد.

Optimal design for Spider frame in the Compound of the University of Kirkuk

Hammad D. AL-Azzawi Qubad Sabah H. Abdullah
College of Engineering - University of Kirkuk

Abstract

The research includes scientific analyses of the problems and difficulties that companies making the (spider frame s) in kirkuk University. This research these to put the suitable solution based on scientific bases on international limits (ACI/2003and ASTM)and also these slabs had been reanalysis &redesigned by using (STAAD Pro) computer programs to compares the designing results . in order to make a clear view by the designer before designing . such find used grater than of steel reinforcement and used bigger diameter of steel reinforcement cussed difficulties during making , and find this frames are height cost and the sound and finishing are not study at the design.