مجلة جامعة تشرين للبحوث والدراسات العلمية _ سلسلة العلوم الهندسية المجلد (37) العدد (6) 2015
Tishreen University Journal for Research and Scientific Studies - Engineering Sciences Series Vol. (37) No. (6) 2015

تدعيم الأعمدة البيتونية المسلّحة باستخدام الشبكات المعدنية الملحومة المتوافرة محلياً

الدكتور عبد الحميد كيخيا*
يامن علي**

(تاريخ الإيداع 24 / 5 / 2015. قُبِل للنشر في 30/ 12 / 2015)

□ ملخّص □

يهدف هذا البحث إلى دراسة تدعيم الأعمدة البيتونية المسلحة الخاضعة لحمولة ضغط محورية باستخدام قمصان من الفيروسمنت (الملاط المسلح بشبك حديدي) Ferrocement والمحتوية على طبقتين من شبكات الأسلاك الملحومة Welded Wire Meshes المتوضعة ضمن طبقة من الملاط الإسمنتي العالي المقاومة. أجريت التجارب في مخبر البيتون ومواد البناء في كلية الهندسة المدنية بجامعة دمشق، وتمّ تحليل النتائج لمعرفة أثر طريقة التدعيم على كل من مقاومة الضغط القصوى للعمود ، مطاوعة العمود ، أشكال الانهيار . حيث بيّنت النتائج التجريبية فعالية استخدام شبكات الأسلاك الملحومة المتوافرة محلياً لتدعيم الأعمدة البيتونية المسلحة.

الكلمات المفتاحية: تدعيم، ضغط محوري، عمود، بيتون مسلح، شبكات الأسلاك الملحومة، الفيروسمنت.

*أستاذ مساعد – قسم الهندسة الإنشائية – كلية الهندسة المدنية – جامعة دمشق–سورية.
**ماجستير– قسم الهندسة الإنشائية – كلية الهندسة المدنية – جامعة دمشق – سورية .

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

مجلة جامعة تشرين للبحوث والدراسات العلمية _ سلسلة العلوم الهندسية المجلد (37) العدد (6) 2015
Tishreen University Journal for Research and Scientific Studies - Engineering Sciences Series Vol. (37) No. (6) 2015

Retrofitting Of Reinforced Concrete Columns Using Locally Available Welded Wire Meshes (WWMs)

Dr. Abd Al Hamid Kikhia*
Yamen Ali**

(Received 24 / 5 / 2015. Accepted 30 / 12 / 2015)

□ ABSTRACT □

This research paper revolves around studding the repairing of reinforced concrete columns which are subjected to an axial compression load, by using ferrocement jackets containing two layers of Welded Wire Meshes (WWMs), which are in turn encapsulated in high strength mortar.

The experiments were carried out at the concrete lab in the faculty of civil engineering, Damascus University. The results were analyzed in order to determine the effects of repairing technique on Ultimate Compressive Strength, Ductility of the Column and Failure Modes. Empirical results confirmed the efficiency of using locally available welded wire meshes in repairing of reinforced concrete columns.

Keywords: Retrofitting, axial compression, column, reinforced concrete, Welded Wire Meshes, ferrocement.

* **Assistant Professor, Department of Structural Engineering, Faculty of Civil Engineering, Damascus University, Damascus, Syria.**
** **Department of Structural Engineering, Faculty of Civil Engineering, Damascus University, Damascus, Syria.**

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

مقدمة:

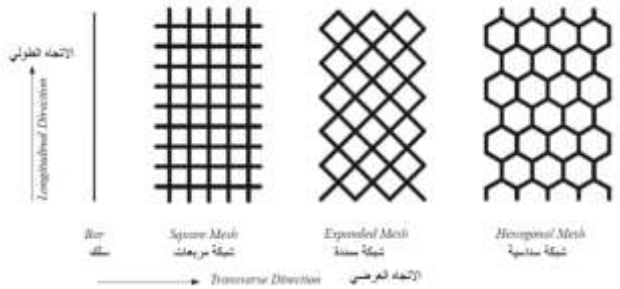
تتعرّض المنشآت الهندسية بشكل عام إلى التصدّع والعيوب الناتجة عن أسباب متعددة منها خارجية (ظروف الوسط المحيط، كوارث، حمولات غير متوقعة ...الخ) أو داخلية ناتجة عن تغيّر المواصفات الفيزيائية والميكانيكية لمواد البناء مع الزمن.

يتم تقوية المنشآت الخرسانية بغرض زيادة كفاءة العناصر الخرسانية بسبب تعرضها لأحمال أكبر من الأحمال التي تتحملها هذه العناصر بأمان كاف وليس بسبب وجود عيوب ظاهرة بهذه العناصر مثل الشروخ أو صدأ الحديد وغيرها. ويتم تقوية العناصر الخرسانية في حالة اكتشاف وجود أخطاء في التصميم الإنشائي بعد تمام التنفيذ، واكتشاف وجود عيوب في المواد المستعملة تؤثر على نوعية الخرسانة، والرغبة في زيادة كفاءة العناصر الإنشائية بعد تمام التنفيذ بغرض إجراء تعديلات بالمبنى مثل زيادة الارتفاع أو التغيير في استعمالاته، واكتشاف احتمال تعرّض المبنى لأحمال لم تؤخذ في الاعتبار عند التصميم [1].

تُعتبر الأعمدة من أهم وأخطر العناصر الإنشائية في المنشآت الهندسية، لذلك فإنّ دراسة سبل تقويتها ورفع كفاءتها يعتبر من إحدى المتطلبات الأساسية لتقوية ورفع كفاءة المنشآت البيتونية المسلّحة القائمة. توجد تقنيات مختلفة لتقوية الأعمدة وذلك بتطويقها بمواد مختلفة (بيتونية، معدنية، بوليميرات). ويتم اختيار الطريقة المناسبة وفق معايير وظروف مختلفة.

استُخدمت طبقة الفيروسمنت منذ زمن طويل للتقوية وإعادة التأهيل بسبب خصائصها المقاومة للتشقق crack resisting properties. تمتلك هذه المادة كلف منخفضة للتصنيع والتنفيذ ولا تحتاج إلى أي حماية ضد التآكل والحريق Fire and corrosion protection مما يجعل من هذه المادة الرخيصة الثمن بديل عن التطويق باستخدام الفولاذ ومركبات FRP [2]. ويمكن تعريف الفيروسمنت كما ورد في [3]: بأنها شكل من البيتون المسلّح ويستخدم فيها طبقات متعددة وبتباعدات متقاربة من الشبكات ومغطاة بشكل كامل بالمونة الاسمنتية.

يوجد شكلان لشبكات الأسلاك المتداولة فيمكن أن تكون الفتحات مربعة الشكل square opening أو سداسية الشكل hexagonal opening (الشكل1).



الشكل(1) أشكال مختلفة من شبكات الأسلاك الملحومة WWMs [3]

وقد أجريت العديد من الأبحاث حول استخدام طبقة الفيروسمنت في تدعيم الأعمدة البيتونية المسلحة، فقام الباحثان B. Kondraivendhan and Bulu Pradhan [4] باستخدام الفيروسمنت كتطويق خارجي للعينات البيتونية (غير المسلّحة). وتمّ التحقق من فعالية التطويق بمقارنة سلوك العينات المدعّمة مع العينات الأساسية غير المدعّمة، واعتبر الباحثان أنّ متغيّرات الدراسة هي مقاومة الضغط للبيتون فقط concrete compressive strength أمّا باقي العوامل فهي ثابتة لكافة العينات وقد لوحظ أن تطويق البيتون باستعمال طبقة الفيروسمنت أدّى إلى زيادة في المقاومة بالمقارنة مع العينات الأساسية وفق نسب مختلفة بحسب صنف البيتون المستخدم [4].

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

وتمّ دراسة التدعيم من قبل S.M. Mourad and M.J. Shannag [5] حيث قام الباحثان بدراسة تدعيم وتقوية الأعمدة البيتونية المسلحة والمربعة الشكل باستخدام طبقة من الفيروسمنت وتم تحميل العينات مسبقا" بحمولة ضغط محورية axial compression بنسب مختلفة (0%-60%-80%-100%) من الحمولة الحدية. وقد لوحظ زيادة في طاقة تحمّل الحمولة المحورية والصلابة للعينات المقواة والمدعمة بالمقارنة مع العينات الأساسية كما لوحظ أنه تنهار العينات المدعّمة والمقواة بشكل انهيار مطاوع Ductile Failure [5].

وقام الباحثون G.J. Xiong et al. [6] بدراسة المطاوعة وقدرة التحمل لحالة الأعمدة البيتونية الدائرية والمطوقة باستخدام الفيروسمنت بالإضافة لوجود قضبان تسليح معها واصطلح على تسمية هذا النوع من التطويق FS (Ferrocement including steel bars)، بهدف زيادة قدرة التحمل وأيضا" المطاوعة للأعمدة البيتونية الدائرية، حيث لوحظ تحسّن في المقاومة، المطاوعة، امتصاص الطاقة للأعمدة البيتونية القائمة بتنفيذ طبقة تقوية مؤلفة من شبكات الأسلاك الملحومة محتوية على قضبان التسليح FS [6].

تمّ دراسة سلوك الأعمدة البيتونية المسلحة بمقطع عرضي مربع الشكل والمقواة باستخدام طبقة من الفيروسمنت تحت تأثير التحميل اللامركزي من قبل Md. Abdul Wahed et al.[2] حيث استُخدمت ثلاث طرق مختلفة لتقوية الأعمدة البيتونية المسلحة باستخدام الشبكات، وأظهرت النتائج أنّ الأعمدة المرجعية الغير مقواة أظهرت نمط انهيار هش على عكس الأعمدة المقواة التي أظهرت نمط انهيار مطاوع مهما كانت طريقة التقوية المستخدمة وأيضا لوحظ زيادة في الحمولة الحدية بحالة الأعمدة المقواة عن مثيلاتها في حالة الأعمدة المرجعية غير المقواة. وقد تناولت الدراسة الحالية تدعيم الأعمدة البيتونية المسلحة الخاضعة إلى حمولة ضغط محورية وبمقطع عرضي مربع الشكل وباستخدام طبقتين من شبكات الأسلاك الملحومة ذات الفتحات المربعة الشكل بأبعاد 2.5x2.5 cm.

أهمية البحث وأهدافه:

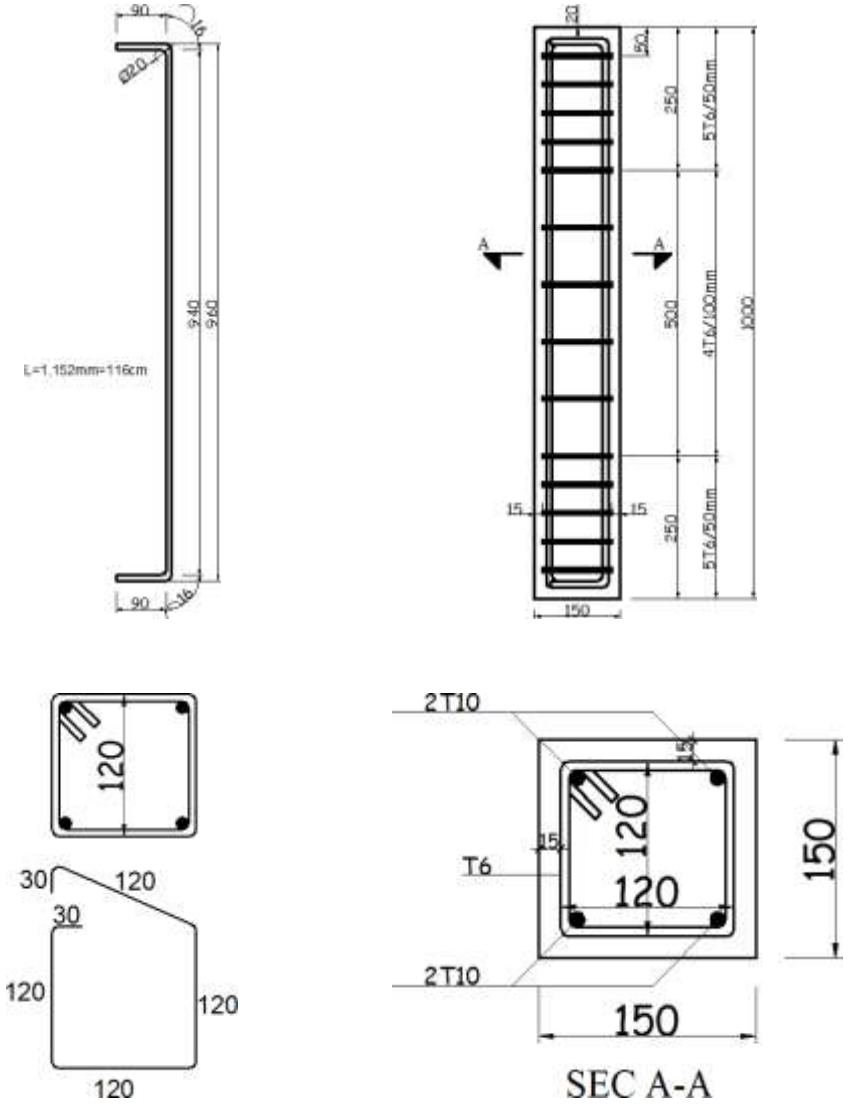
توجد تقنيات مختلفة لتقوية وتدعيم الأعمدة البيتونية المسلحة وذلك بتطويقها بمواد مختلفة (بيتونية، معدنية، بوليميرات) ويتم اختيار طريقة التدعيم الملائمة وفقاً لعوامل مختلفة من حيث سلوك الأعمدة تحت تأثير الأحمال المطبقة والجدوى الاقتصادية وسهولة التنفيذ وغيرها من العوامل. وتأتي أهمية هذا البحث بأن تغليف شبكة الأسلاك الملحومة بطبقة من المونة الاسمنتية عالية المقاومة تساعد في تأمين حماية مناسبة من التآكل لقضبان التسليح وحماية جيّدة من الحريق. وتعتبر الطريقة المقترحة ذات تكلفة اقتصادية مقبولة بالمقارنة مع طرق تدعيم أخرى وأيضاً لاتحتاج إلى مهارات عالية في التنفيذ ويمكن لشبكات الأسلاك أن تأخذ الشكل الهندسي (مربع-دائري-مستطيل..الخ) لأي مقطع عرضي من عمود مطلوب تدعيمه.

يهدف البحث إلى دراسة هذه التقنية في التدعيم ضمن واقع منشآتنا الهندسية، ومدى اقتصادية هذه التقنية والجدوى من استخدامها، وتمّ التركيز على تدعيم عينات من الأعمدة البيتونية المسلحة بمقطع عرضي مربع الشكل 150X150mm وبارتفاع 1000mm وخاضعة بشكل أساسي إلى حمولة ضغط محورية متزايدة حتى حدوث الانهيار. وتمّ تدعيم أعمدة متصدعة بنسب تصدّع مختلفة ناتجة عن التحميل المسبق. وأيضاً تمّ دراسة أثر طريقة التدعيم على كل من مقاومة الضغط القصوى للعمود، مطاوعة العمود، نمط الانهيار. تمّ إجراء التجارب في مخبر البيتون ومواد البناء في كلية الهندسة المدنية بجامعة دمشق.

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

طرائق البحث ومواده:

تمّ صب 15 عينة من الأعمدة البيتونية المسلحة المربعة الشكل بمقطع عرضي 150X150mm وبارتفاع 1000mm باستخدام المواد المحلية. وسلحت بتسليح طولي بقطر 10mm عالي المقاومة بحد خضوع Fy=491 MPa وتسليح عرضي بقطر 6mm من النوع الأملس بحد خضوع Fy=420 Mpa. ومقاومة البيتون المستخدم F`c=15 Mpa (الشكل 2). وتعتبر عينات الأعمدة قصيرة بحسب ماورد في الكود العربي السوري (نسبة النحافة=23.09<40) [7]. ومن الجدير ذكره أنه تمّ تحديد حد الخضوع للفولاذ المستخدم في التسليح الطولي والعرضي وأيضا المقاومة المميزة للبيتون بأخذ عينات نظامية وإجراء التجارب عليها.



الشكل (2) مخطط أبعاد وتفاصيل التسليح لعينات الأعمدة البيتونية المسلحة (الأبعاد بـ mm)

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

ولقياس التشوهات الطولية تم استخدام مقياسين رقميين للانتقالات الطولية من النوع Digital Dial Gauge، وأيضاً تمّ وضع مقياسين رقميين للانتقالات الجانبية بشكل معامد لأوجه العمود. (دقة مقياس الانتقال المتوفر 1/100).(الشكل3)

الشكل (3) توضّع مقاييس الانتقالات الطولية والجانبية للعينة SJ-0-1

تمّ تقسيم التجارب المخبرية إلى ثلاث مراحل:

المرحلة الأولى:

وتهدف لتعيين مقاومة الضغط الحدية Ultimate Compressive Strength الوسطية تجريبياً للأعمدة البيتونية المسلحة المتماثلة. أرقام العينات لهذه المرحلة هي (SC-1،SC-2،SC-3).

P0: القيمة الوسطية لحمولة الانهيار للعينات غير المدعّمة.(P0=44.5 Ton)

تمّ وضع زوايا معدنية بأطراف كل عينة عمود أثناء التحميل منعاً لحدوث انهيارات موضعية مفاجئة في الأطراف [5] (الشكل4).

الشكل (4) العينة SC1 أثناء الاختبار

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

المرحلة الثانية:

تشمل تقوية العمود (دون تحميل مسبق) بطبقة خارجية من الفيروسمنت.

أرقام العينات لهذه المرحلة هي (SJ-0-1،SJ-0-2،SJ-0-3).

Pmax: قيمة حمولة الانهيار في نهاية هذه المرحلة (Pmax> P0).(عدد العينات لهذه المرحلة 3 عينات).

حيث استُخدمت طبقتين من الشبكات متوضعة في منتصف طبقة التقوية (الشكل5-6)

الجدير بالملاحظة أنّ جميع العينات المدعّمة والمقواة حمّلت بحمولة ضغط محورية متزايدة حتى حدوث الانهيار وتمّ التحميل على مساحة العمود الأساسي فقط، وتمّ تسوية سطحي العينة قبل التحميل (الشكل7).

تمّ الاعتماد بشكل مبدئي على النسب الموصى بها والواردة في المرجع [8] حيث أعطى الباحث مجالات النسب المقترحة لطبقة الفيروسمنت وهي بالشكل التالي:

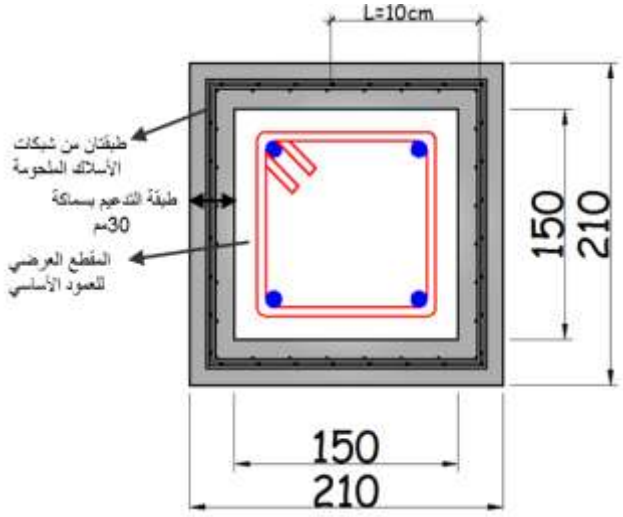
sand-cement ratio by weight 1.5 To 2.5

water-cement ratio by weight 0.35 To 0.5

ويفضّل استخدام الخلطة ذات القوام الجامد stiff mix، ولتحسين قابليّة التشغيل للخلطة يجب استعمال ملدّنات superplasticizers [8].

في البحث الحالي تمّ اعتماد النسب التالية للخلطة الخاصّة بالمونة الاسمنتية. C:S:W=1:2:0.55

الملدن المستخدم محلول مائي ذي لون بني داكن ونسبته 1.5% من وزن الإسمنت. تم استخدام إسمنت بورتلاندي في كافة التجارب ومن الصنف CLASS 32.5 N.



الشكل (5) مخطط تفصيلي لتوضع الشبكات وأبعاد طبقة التدعيم (الأبعاد بـ mm)

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

الشكل (6) الأعمدة البيتونية المسلحة بعد تغليفها بشبكات الأسلاك الملحومة

الشكل (7) تجربة التحميل على العينة SJ-0-1

المرحلة الثالثة:

تشمل تدعيم عينات من الأعمدة المتصدّعة بنسب مختلفة ناتجة عن التحميل المسبق وهذا يتضمّن مراحل العمل التالية:

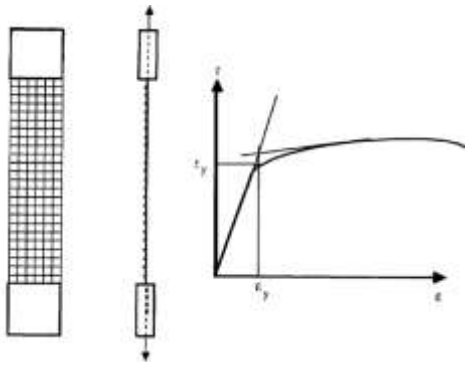
اعتماداً على قيمة P0 =44.5 Ton المعلومة (من المرحلة الأولى) نحمّل مجموعة من العينات الأساسية (غير المدعمة) بقيم تحميل أعظمية كنسبة من الحمولة P0. ولقد اخترنا نسب التحميل المسبق %(90-70-50). فنتجت عيّنات بنسب تصدّع مختلفة تبعاً لقيمة نسبة التحميل كما في (الجدول 1). وبعدها قمنا بتدعيم العينات المتصدّعة الناتجة بطبقة خارجية من الفيروسمنت، وأعيد اختبارها حتى حدوث الانهيار لرسم منحنيات إجهاد-تشوه.

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

الجدول (1) أرقام عينات المرحلة الثالثة وقيم التحميل المسبق

التحميل المسبق كنسبة من الحمولة الحديةP0 %	أرقام العينات			قيمة التحميل المسبق Tons
50	SJ-50-3	SJ-50-2	SJ-50-1	22.25
70	SJ-70-3	SJ-70-2	SJ-70-1	31.15
90	SJ-90-3	SJ-90-2	SJ-90-1	40

تمّ إجراء الاختبارات لتحديد المواصفات الميكانيكية mechanical properties لشبكات الأسلاك الملحومة WWMs، وذلك بإجراء اختبار الشد tensile test على ثلاث عينات وأيضاً بالاعتماد على ماورد في [3] و [9]. ويوضّح (الشكل8) رسم تخطيطي لعينات الاختبار على الشد.



الشكل (8) رسم تخطيطي لعينة الاختبار على الشد ومنحني تشوه-إجهاد [3]

تمّ تحضير ثلاث عينات كما ورد في [3] (الشكل9). حيث نلاحظ أنه تمّ صب كتلتين من البيتون على طرفي العينة بأبعاد مناسبة وفق ماورد في [3] تجنباً لحدوث انهيار مفاجئ في الكتلة البيتونية قبل حدوث انقطاع للأسلاك المعدنية أثناء الاختبار. ويوضّح (الشكل10) تجربة الشد للعينة المختبرة(1).

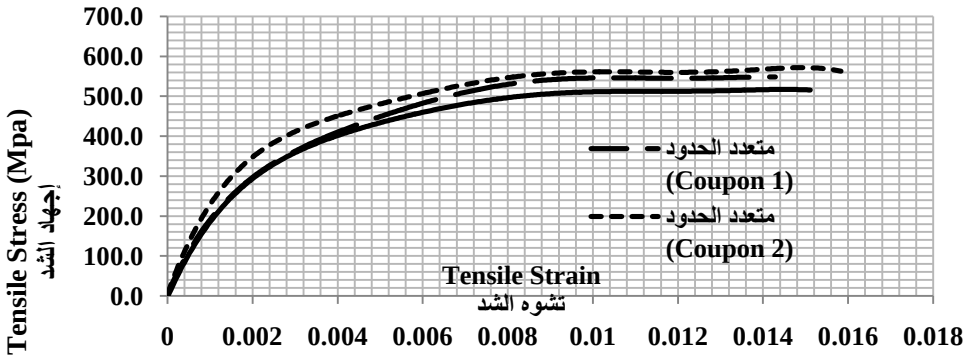
الشكل (9) عينات شبكات الأسلاك الملحومة المعدّة للاختبار

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

الشكل (10) اختبار الشد على العينة رقم (1)

النتائج والمناقشة:

بعد إجراء تجربة الشد لعينات الشبكات تمّ رسم المنحنيات إجهاد–تشوه لكل عينة من عينات شبكات الأسلاك الملحومة (الشكل11).



الشكل (11) منحنيات تشوه–إجهاد للعينات الثلاثة

تمّ الحصول على قيم إجهاد الخضوع yield stress، الإجهاد الحدي ultimate stress، معامل المرونة modulus of elasticity للعينات المختبرة كما في (الجدول2) من المنحنيات السابقة ووفق ماورد في [3].

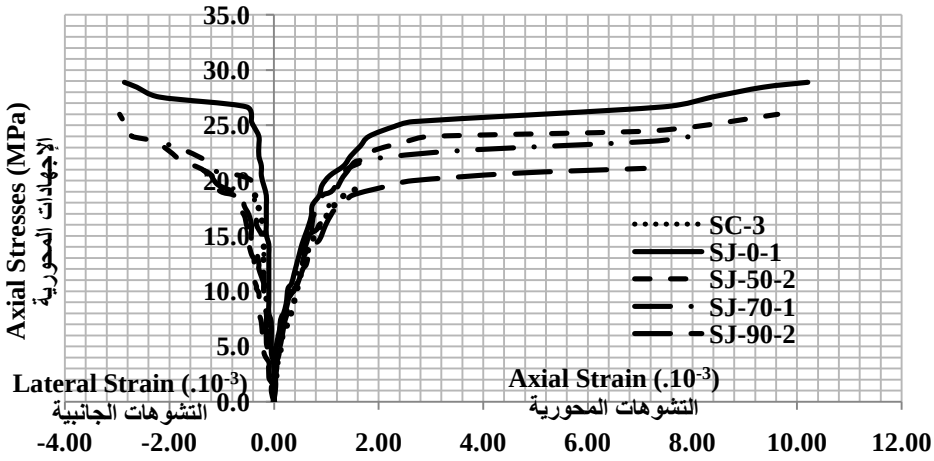
المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

الجدول (2) نتائج اختبار الشد على عينات شبكات الأسلاك الملحومة

Coupon رقم العينة	Yield Stress إجهاد الخضوع (Mpa)	Yield Strain التشوه عند حد الخضوع	Modulus of Elasticity معامل المرونة (Mpa).10^3	Ultimate Stress الإجهاد الحدي (Mpa)
Coupon 1 العينة (1)	350	0.0028	125	550
Coupon 2 العينة (2)	362	0.0022	165	564
Coupon 3 العينة (3)	346	0.0026	133	515
Average القيم الوسطية	353	0.0025	141	543

من الجدول السابق نجد أن معامل المرونة الوسطي لمادة شبكات الأسلاك 141.10^3 Mpa وقيمة إجهاد حد الخضوع الوسطي 353Mpa.

تمّ تحميل العينات المدعّمة الناتجة بحمولة ضغط محورية متزايدة حتى حدوث الانهيار لكل عينة من عينات الأعمدة وفي نهاية التجارب تمّ رسم منحنيات التحميل. ويبين (الشكل12) منحنيات التحميل لبعض العينات المختبرة.



الشكل (12) مقارنة نتائج التحميل لبعض العينات

تمّ حساب الزيادة الحاصلة في حمولة الانهيار بالنسبة للعينات الأساسية (غير المدعمة).(الجدول3)

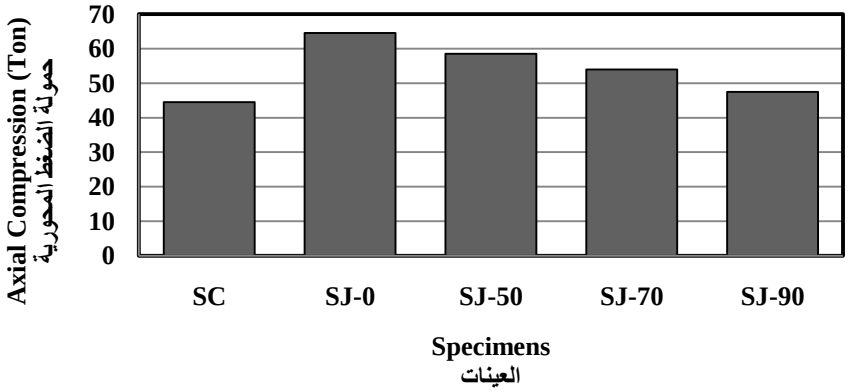
الجدول (3) الزيادة في قيمة حمولة الانهيار بالنسبة للعينة الأساسية

العينة	وسطي حمولة الانهيار Ton	الزيادة الحاصلة بحمولة الانهيار بالنسبة للعينة الأساسية %
SC	44.5	
SJ−0	64.5	45

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

31	58.5	SJ-50
21	54	SJ-70
7	47.5	SJ-90

تمّ عرض نتائج الجدول السابق بشكل مخطط بياني كما في (الشكل13).



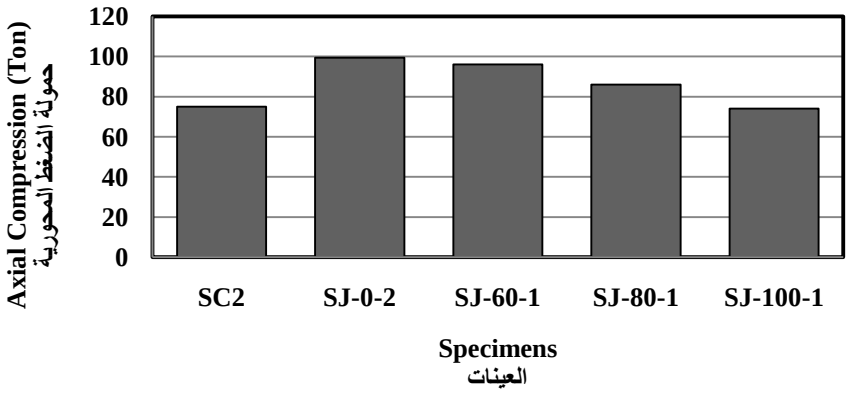
الشكل (13) مقارنة نتائج التحميل للعينات المختبرة

ويوضّح (الشكل14) شكل انهيار العينة المدعمة SJ-70-1.

الشكل (14) شكل انهيار العينة SJ-70-1

من أجل المقارنة مع الدراسة المرجعية [5] تمّ وضع نتائج الدراسة المرجعية لبعض العينات بشكل مخطط بياني (الشكل15).

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com



الشكل (15) مقارنة نتائج التحميل للعينات المختبرة [5]

المطاوعة:

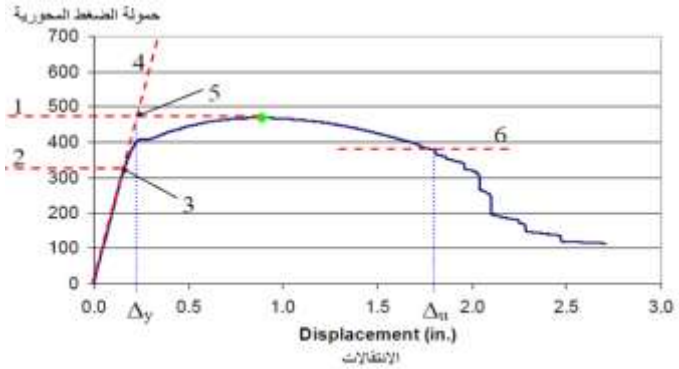
يمكن للعناصر الإنشائية بمطاوعة كبيرة أن تتحمّل تشوهات غير مرنة inelastic deformations كبيرة قبل حدوث الانهيار. بالإضافة لذلك فإنّ العناصر المطاوعة تكون قادرة على امتصاص طاقة وأيضاً تُظهر تشوه كبير قبل حدوث الانهيار في حال حمّلت بشكل زائد. ولا تُلاحظ مثل هذه الخاصية في حالة الأعمدة المدعّمة باستخدام قمصان من البوليمرات المسلحة بالألياف FRP وتنهار بشكل مفاجئ عند زيادة التحميل [10].

تُعطى نسبة مطاوعة الإزاحة وفق المعادلة التالية:

$$\mu = \frac{\Delta_u}{\Delta_y}$$

Δ_y : الانتقال عند حد الخضوع، Δ_u : الانتقال الحدّي.

لايمكن تحديد الانتقال عند حد الخضوع بشكل قاطع للعينات المؤلفة من طبقات متعددة من البيتون والفولاذ وبخصائص مختلفة. لذلك سيتم استخدام طريقة هندسية مقترحة [10] كماهو موضّح وفق (الشكل 16) لتحديد Δ_y ، Δ_u.



الشكل (16) طريقة تعيين الانتقالات عند حد الخضوع والانهيار [10]

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

يتم تحديد قيمة الانتقال الموافق لحد الخضوع وفق الخطوات التالية:

1.نرسم مستقيم أفقي عند القيمة الحدية القصوى.

2.نرسم مستقيم أفقي عند قيمة للحمولة تعادل 0.7 من الحمولة الحدية القصوى فيتقاطع هذا المستقيم مع المنحني بنقطة رقم 3.

3.نصل بين النقطة 3 ونقطة الاصل بمستقيم ونمدد هذا المستقيم إلى مابعد المستقيم الافقي 1 فيتقاطع معه بنقطة5.

4.ننزل عمود من النقطة5 على المحور الافقي فتكون هي قيمة الانتقال الموافق لحد الخضوع Δ_y .

أمّا الانتقال الموافق لحد الانهيار Δ_u فيتم تعيينه من منحني الانتقال–حمولة عند تقاطع المستقيم الافقي (6) الموافق للقيمة 0.8 من حمولة الانهيار مع الجزء المنحدر من منحني حمولة–انتقال.

يوضّح (الجدول4) وسطي معامل مطاوعة الإزاحة. حيث نلاحظ أنّ العينات المقواة والمدعّمة أظهرت مطاوعة أكبر بالمقارنة مع حالة العينات الأساسية.

الجدول (4) وسطي معامل مطاوعة الإزاحة للعينات

رقم العينة	وسطي معامل مطاوعة الإزاحة $\mu = \frac{\Delta_u}{\Delta_y}$	الزيادة الحاصلة بمعامل المطاوعة بالنسبة للعينة الأساسية %
SC	1.64	
SJ–0	6.56	400
SJ–50	6.90	420
SJ–70	5.57	340
SJ–90	5.39	330

الاستنتاجات والتوصيات:

الاستنتاجات:

استناداً إلى الدراسة التجريبية التي تمّت نورد أهم النتائج الحاصلة بالنقاط التالية:

1 -أظهرت الدراسة الحالية فعالية استخدام شبكات الأسلاك الملحومة WWMs المتوافرة محلياً لتدعيم الأعمدة القصيرة من البيتون المسلح.

2 -تنهار العينات المقواة والمدعّمة بشكل انهيار مطاوع Ductile Failure ويتم تمييزه من خلال المساحة الكبيرة المحصورة بمنحني انتقال–حمولة عند نهاية الاختبار بالمقارنة مع شكل انهيار هش Brittle Failure لحالة العينات الأساسية.

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com

3 أظهرت النتائج أن تقوية الأعمدة البيتونية المسلحة وغير المحمّلة مسبقاً وباستعمال طبقتين من شبكات الأسلاك الملحومة WWMs زيادة مقدارها 45% على حمولة الضغط المحورية القصوى بالمقارنة مع العينات الأساسية.

4 أظهرت نتائج الاختبار أن تدعيم نفس الأعمدة البيتونية المسلحة بمقطع عرضي مربع الشكل ومحمّلة مسبقا" حتى 50% و 70% و 90% من طاقة الحمولة المحورية الحدية وباستخدام نفس القمصان، زيادة مقدارها 31% و 21% و 7% على الترتيب على حمولة الضغط المحورية القصوى بالمقارنة مع العينات الأساسية.

5 أسهم التدعيم بزيادة مطاوعة الأعمدة البيتونية المسلحة وتمّ إثبات ذلك من خلال الزيادة الحاصلة في معامل مطاوعة الإزاحة.

التوصيات:

أهمية متابعة البحث بإجراء دراسات تجريبية باستخدام مواصفات مختلفة لشبكات الأسلاك الملحومة (أبعاد وشكل الفتحات–أقطار الأسلاك–عدد الطبقات ...الخ)، دراسة التدعيم لحالة الأعمدة المعرضة لحمولة ضغط لامركزية وأيضا حالة تدعيم الأعمدة البيتونية المسلحة بمقاطع عرضية ذات أشكال مختلفة.

المراجع:

[1] مصطفى،كمال;شنوده،عزيز.*الطرق الحديثة لترميم وتقوية وحماية المنشآت الخرسانية*. 2000،109.

[2] AMRUL KAISH ,A.M.; ABDUL WAHED, Md; RABIUL ALAM ,Md. *BEHAVIOUR OF FERROCEMENT ENCASED SQUARE REINFORCED CONCRETE COLUMN UNDER ECCENTRIC LOADING*.in *ICSECM 2011*, Kandy - Sri Lanka, 2011.

[3] ACI Committee 549 (ACI 549.1R-93).*Guide for the Design, Construction,and Repair of Ferrocemen*.1993 .

[4] KONDRAIVENDHAN,B; PRADHAN,B.*Effect of ferrocement confinement on behavior of concrete*.Construction and Building Materials,vol. 23,NO. 3,2009,1218 - 1222.

[5] MOURAD, S.M; SHANNAG,M.J.*Repair and strengthening of reinforced concrete square columns using ferrocement jackets*.Cement and Concrete Composites,vol. 34, NO.2, 2012,288-294.

[6] XIONG,G.J.; WU,X.Y; LI,F.F; YAN.Z.*Load carrying capacity and ductility of circular concrete columns confined by ferrocement including steel bars.* Construction and Building Materials,vol. 25, NO.5,2011, 2263 - 2268.

[7] *الكود العربي السوري لتصميم وتنفيذ المنشآت بالخرسانة المسلحة*.الطبعة الثالثة، نقابة المهندسين،دمشق، 2004.

[8] YAQUB,M. *Axial compressive and seismic shear performance of post-heated columns repaired with composite materials*. Manchester University,2010,326 .

[9] MOURAD, S.M .*Performance of Plain Concrete Specimens Externally Confined with Welded Wire Fabric. King Saud University college of Engineering*,2006 ,58 .

[10] MILLER, E.A. *Experimental Research of Reinforced Concrete Column: Retrofit Methods*.The Ohio State University,2006 ,250.

المنارة للاستشارات
www.manaraa.com