Kirkuk University Journal /Scientific Studies (KUJSS)
Volume 11, Issue 2, June 2016 , p.p(250-277)
ISSN 1992 - 0849

تصرف البلاطات الخرسانية ذاتية الرص المعرضة الى درجات الحرارة العالية تحت تأثير الأحمال الساكنة والصدمية

مازن برهان الدين عبد الرحمن[1] ، عبدالله صائب طايس[2]

[1,2]جامعة تكريت / كلية الهندسة / قسم الهندسة المدنية

mazin_tikrit@yahoo.com[1] , Abdalla.saab90@yahoo.com[2]

تاريخ استلام البحث: ١٦ / ٢ / ٢٠١٥ تاريخ قبول البحث: ١٤ / ٩ / ٢٠١٥

الملخص

تهدف هذه الدراسة الى تقيم سلوك الخرسانة الذاتية الرص في البلاطات المعرضة الى درجات الحرارة العالية في فرن الحرق تحت تأثير الاحمال الساكنة والحركية، يتضمن البحث دراسة تأثير التعرض لدرجات الحرارة العالية على بعض خواص الخرسانة لبيان تأثير التدرج الحراري (700,500,300,100) درجة مئوية على سلوك البلاطات الخرسانية ذاتية الرص تحت تأثير الأحمال الساكنة والصدمية مقارنة مع قيم البلاطات المرجعية المفحوصة في درجة الحرارة الاعتيادية بدون الحرق ، وبأتباع أسلوبين لتبريد النماذج بعد الحرق(تدريجي بالهواء، فجائي بالماء). تم صب (54) بلاطة بأبعاد (50mm×500mm×500mm)، تم معالجتها في المختبر لمدة 28 يوماً وسخنت بالفرن لمدة (2) ساعة وفحصت بعد مرور 24 ساعة.

أظهرت النتائج نقصان في مقاومة الانثناء والمتانة للبلاطات الخرسانية المعرضة للحرارة مقارنة بالبلاطات المرجعية غير المحروقة , حيث قللت الحرارة من قيمة الحمل الاقصى للبلاطات بنسبة (29%,15.27%,7.56%,0.398%) مقارنة مع البلاطات المرجعية بعد تعرضها للتدرج الحراري (700,500,300,100) درجة مئوية وتبريدها تدريجياً بالهواء، وبنسبة (39.97%24.3%,10.76%,2.12%) للبلاطات المبردة فجائياً بالماء . كما تمت دراسة ومقارنة سلوك البلاطات الخرسانية المسلحة والمعرضة للحرارة تحت تأثير تسليط حمل ديناميكي صدمي ومقارنة هذه

Kirkuk University Journal /Scientific Studies (KUJSS)
Volume 11, Issue 2, June 2016 , p.p(250-277)
ISSN 1992 - 0849

النتائج مع البلاطات الخرسانية المرجعية غير المحروقة، حيث تم الفحص باستخدام هيكل حديدي خاص بالأحمال الديناميكية وتم تزويد هذا الهيكل بمتحسس لقياس الأود الديناميكي أسفل البلاطة هذه البيانات تم تسجيلها لفترات زمنية تبدأ منذ لحظة تسليط الحمل وتنتهي بحصول الاخماد في البلاطات حيث تم رسم منحنيات (الإزاحة تحت مركز البلاطة–الوقت)، وأظهرت النتائج نقصان في مقاومة الصدم للبلاطات (عدد الضربات الازمة للاختراق) بزيادة درجة الحرارة ، كما زادت الحرارة من مقدار الاود الاعظم وزمن الاخماد للبلاطات الخرسانية ، كما تبين من النتائج أن البلاطات المبردة تدريجياً بعد الحرق لها قابلية مقاومة الحمل الصدمي أفضل من البلاطات المبردة فجائياً بالماء.

الكلمات الدالة: خرسانة ذاتية الرص، بلاطات خرسانية، تأثير درجات الحرارة العالية ، لهب النار.

The Performance of Self Compacting Concrete Slab Exposed to High Temperature Under Static and Dynamic Loading

Mazin B. Al-Deen Abdul Rahman[1] , Abdalla S. Tause[٢]

[1,2] Tikrit University/College Of Engineering/Civil Depart.

mazin_tikrit@yahoo.com[1] , Abdalla.saab90@yahoo.com[2]

Received date: 16 / 2 / 2015 **Accepted date: ١4 / 9 / 2015**

ABSTRACT

The aim of this study to Evaluate the effect of high temperatures on specimens of Self-compacted concrete in slabs under static and impact loads . The study contents the experimental work to investigate the effect of high temperatures on some properties of self-Compacted concrete. Fifty four concrete slab samples has been casted with dimensions of (500*500*50mm), the specimens were exposed to high temperature by using furnace manufactured for this purpose for (2hrs) then cooled by two methods, gradually by lefting them in the air, and suddenly by using water , After that the specimens were tested to study the effect of different temperature levels(100,300,500,700)°C and cooling rate (gradually and sudden cooling conditions) on the behavior of reinforced concrete slabs under static and dynamic loads, and comparing the results with specimens without burning (reference specimens).

Kirkuk University Journal /Scientific Studies (KUJSS)
Volume 11, Issue 2, June 2016 , p.p(250-277)
ISSN 1992 - 0849

The results showed decreasing in bending strength and Toughness of the slabs reinforced after exposure to high temperatures compared with the reference slabs . High temperatures decreased the value of the maximum load for slabs in percentage (0.398%,7.56%,15.27%,29%) compared with the reference slab after exposure to temperature change (100,300,500,700)°C and cooled gradually in air after heating, while the decreasing reached (2.12%,10.76%,24.3%,39.97%) compared with the reference slab at the same temperatures when cooled suddenly by water. This study also has been investigated the behavior of reinforced concrete slabs Exposed to high temperatures under the influence of dynamic impact load and comparing these results with concrete reference slab , Where the tests using the steel structure used in dynamic loads which provided with Linear Variable displacement transducers under the slab. These data was recorded for a period of time begins at the moment Damping in slab occur , Curves were drawn to show (displacement – time relation of slab), The results showed decreasing of slabs impact resistance (the number of blows needed to penetrate) with the increasing of temperatures. As well as the temperature increased the max displacement and time extinguishing of concrete slabs. where in used the results showed that the reinforced slabs cooled gradually by the air after heating has a dynamic properties better than those which cooled suddenly by water.

Keywords: *Self Compacted concrete, Concrete Slabs, Elevated temperature ,Fire flume.*

١. المقدمة (Introduction)

أن لدرجات الحرارة العالية الناتجة على الحرائق تأثير كبير على قوة وتشوه مختلفة الأعضاء الإنشائية مثل الأعمدة (Columns)،العتبات(Beams) والسقوف(Slabs)....الخ. لكن أعضاء السقوف الخرسانية تعتبر العضو الأكثر تأثراً بالحرارة وذلك بسبب كبر مساحتها السطحية المعرضة للحرارة بالمقارنة مع السمك و أيضاً قد تؤثر الحرارة في جانب واحد من البلاطة مما يؤدي الى تدرج في درجة الحرارة في عمق البلاطات الخرسانة **[1]**.

عندما تتعرض الخرسانة إلى مستويات عالية من درجات الحرارة، فإن ذلك سيؤدي حتماً إلى تردٍ واضح في نوعية الخرسانة والذي يلاحظ بشكل ملموس في الخصائص الميكانيكية لها، فنتيجة للتعرض لدرجات الحرارة العالية، يحدث تناقص ملحوظ في كل من المقاومة، معامل المرونة، الجساءة، جهد الشد لحديد التسليح إضافة إلى فقدان التماسك مع قضبان حديد التسليح **[2]**هنالك من يعزي ذلك إلى سبب رئيس هو أن المحتوى الرطوبي للخرسانة العامل الأكثر أهمية في تحديد التصرف الانشائي للخرسانة عند تعرضها للحرارة العالية ،لكن السؤال المطروح هو ما الذي يقود إلى هذا المستوى المتردي في نوعية الخرسانة ؟ أو بصيغة أخرى ماذا

Kirkuk University Journal /Scientific Studies (KUJSS)
Volume 11, Issue 2, June 2016 , p.p(250-277)
ISSN 1992 - 0849

يحدث في الخرسانة عندما تتعرض إلى درجات حرارية عالية ؟ لقد بينت الدراسات المختصة بهذا المجال أن هناك سلسلة من التغيرات الحاصلة في العمليات الاساسية المتمثلة بتميؤ الاسمنت وتصلب المادة الرابطة في عجينة الاسمنت في الخرسانة إثر تعرضها لدرجات الحرارة العالية، فقد لوحظ أن لعجينة الاسمنت المتصلبة دوراً رئيساً في إحداث الضرر في الخرسانة وتلفها وتدني نوعيتها، إذ أن عجينة الاسمنت عندما تتعرض إلى درجات حرارة عالية سيكون لها بنية مجهرية متغايرة الخواص وهيكلاً مسامياً خشناً وبالتالي سيزداد معامل النفاذية للخرسانة**[2]**،إلى جانب ذلك هناك تغيرات فيزيائية وكيميائية تحدث أيضاً كتحلل هيدروكسيد الكالسيوم إلى الكلس والماء، تمدد الكلس من خلال إعادة التميؤ، هدم البنية التكوينية للمادة (Gel) ، إضافة إلى فقدان الرطوبة الحرة ، الماء المتحد والماء الملتصق سطحياً (Adsorbed Water)، إن جملة هذه التغيرات تؤدي بدورها إلى فقدان مقاومة الخرسانة من جهة، وزيادة التشوهات المرنة والزحف فيها من جهة أخرى ، إضافة إلى ظهور التشققات الشعرية الدقيقة في الخرسانة نتيجة لعدم التوافق الحراري ما بين عجينة الاسمنت والركام**[3]**، إذ ستحدث حركة توافقية من الانكماش الحاصل في عجينة الاسمنت أو المونة نتيجة لفقدان الرطوبة، كما سيحدث تمدد في الركام وبالتالي تظهر هذه التشققات على سطح الخرسانة ويبدأ التلف بشكل متدرج.

2. الهدف من البحث

دراسة عملية لبحث تأثير درجات الحرارة العالية على نماذج من البلاطات المسلحة ذات الاتجاهين والمصبوبة باستخدام الخرسانة ذاتية الرص بعد حرقها في الفرن المصنع لهذا الغرض تحت درجات حرارة (700,500,300,100) مئوية ، كما تم اعتماد أسلوبين لتبريد البلاطات بعد الحرق، تبريد فجائي بالماء وكذلك التبريد التدريجي بالهواء وبيان سلوك هذه البلاطات تحت تأثير الحمل الساكن والحمل الصدمي ومقارنتها مع نماذج البلاطات غير محروقة.

Kirkuk University Journal /Scientific Studies (KUJSS)
Volume 11, Issue 2, June 2016 , p.p(250-277)
ISSN 1992 - 0849

3. البرنامج العملي (Practical)

1.3. المواد المستخدمة

1.1.3. الاسمنت

في هذا البحث تم استخدام سمنت عراقي محلي نوع (كرسته) وهو سمنت بورتلاندي اعتيادي، نتائج فحصهُ كانت مطابقة للمواصفات القياسية العراقية (IQS No.5/1984)**[4]** ، الخواص الكيميائية والفيزيائية لهذا الاسمنت موضحة في الجدول (1).

جدول(1): الخواص الكيميائية والفيزيائية للإسمنت.

تركيب الأكاسيد	المحتوى	حدود المواصفة العراقية No. 5/1984
الألومينا	3.06%	8% حد أقصى
السيليكا	14.2%	21% حد أقصى
السولفات	3.25%	2.8% حد أقصى
الفقدان بالحرارة	0.93%	4% حد أقصى
المواد غير الذائبة	0.89%	1.5% حد أقصى
الخصائص الفيزيائية	نتائج الفحص	حدود المواصفة العراقية No. 5/1984
المساحة السطحية النوعية Kg/m^2	301.5	الحد الأدنى ٣٠١.٥

Kirkuk University Journal /Scientific Studies (KUJSS)
Volume 11, Issue 2, June 2016 , p.p(250-277)
ISSN 1992 - 0849

2.1.3. الركام الخشن

تم استخدام حصى نهري مدور ناعم متوفر في منطقة تكريت وأُستخدم الحصى بمقاس أقصى يبلغ(M.A.S=12.5mm)، تم غسل الركام الخشن للتخلص من المواد الطينية، تدرج الحصى كما موضح في الجدول (2) مطابق للمواصفات الأمريكية (ASTM C33-01)**[5]** ، الوزن النوعي والكثافة الاجمالية المرصوصة ونسبة الاملاح الكبريتية والامتصاص للركام الخشن هي 2.6% و 1593كغم/م^3 و 0.08% و 0.68% على التوالي.

جدول(2): تدرج الركام الخشن .

مقاس المنخل(mm)	المار (%)	المار حسب حدود المواصفة ASTM C33-01 (%)
١٢.٥	١٠٠	١٠٠-٩٠
٩.٥	٩٠	١٠٠-٨٥
٤.٧٥	١٥	٣٠-١٠
٢.٣٦	٠	١٠-٠

3.1.3. الركام الناعم

الركام الناعم المستخدم هو رمل نهري من منطقة الطوز وقد أجريت له عملية الغربلة، وتم استخدام الرمل المار من منخل رقم(4.75mm)، تدرج الرمل كما موضح في الجدول(3) مطابق للمواصفات القياسية العراقية (IQS No. 45/1984)**[6]** ضمن منطقة التدرج الثالثة ، علما ان الوزن النوعي والكثافة الاجمالية المرصوصة ونسبة الاملاح الكبريتية ونسبة المواد الطينية والامتصاص للركام الناعم هي 2.6، 1590 kg/m^3، 0.08%، 1.3%و 2.2% على التوالي.

Kirkuk University Journal /Scientific Studies (KUJSS)
Volume 11, Issue 2, June 2016 , p.p(250-277)
ISSN 1992 - 0849

جدول (3): تدرج الركام الناعم.

مقاس المنخل	المتجمع المتبقي (%)	المار (%)	المار حسب حدود المواصفة IQS No. 45/1984- zone No. 3 (%)
4.75mm (No.4)	0	100	90-100
2.36mm (No.8)	8.5	91.5	85-100
1.18mm (No.16)	19.75	80.25	75-100
600µm (No.30)	39.25	60.75	60-79
300µm (No.50)	78.75	21.25	12-40
150µm (No.100)	95.75	4.25	0-10
معامل النعومة ٢.٤٢			

Kirkuk University Journal /Scientific Studies (KUJSS)
Volume 11, Issue 2, June 2016 , p.p(250-277)
ISSN 1992 - 0849

4.1.3.الماء

أُستخدم ماء الشرب الاعتيادي في الأعمال الخرسانية للبحث الحالي، كما تم استخدامه في معالجة النماذج.

5.1.3.غبار السليكا

غبار السليكا المستخدم في هذا البحث هو سليكا فيوم (silica fume) نوع (Sika-fume), تنتج السليكا كناتج عرضي من صناعة السليكون، وهي انعم بمائة مرة من السمنت البورتلاندي، وعندما تستخدم في الخرسانة تستخدم كمادة مالئة رابطة ، حيث ان الدقائق الصغيرة للسليكا تملأ الفراغات بين دقائق الاسمنت وبين الاسمنت والركام، وتتفاعل السيليكا كذلك مع هيدروكسيد الكالسيوم الناتج من عملية اماهة الاسمنت لتشكل سيليكات كالسيوم اضافية خلال التفاعل، وبالتالي تنتج خرسانة اكثف واقوى واقل نفاذية **[7]**. السليكا نوع خاص من غبار السليكا ذو جودة عالية ، ومصادق عليه كمضاف للخرسانة حسب المواصفة الاميركية (ASTM C1240-03) **[8]**.

6.1.3. الملدن الفائق

المضاف (SikaViscoCrete-5930) أُستخدم في هذا البحث كمضاف مقلل للماء بدرجة عالية(HAWRA) لتعزيز المقاومة المبكرة والنهائية، و كملدن فائق ذو تأثير فعال لإنتاج خرسانة سهلة الانسياب ذات قابلية تشغيل جيدة . لا يحتوي المضاف (SikaViscoCrete-5930) على الكلوريدات او اي مركبات تساعد على تآكل حديد التسليح .

7.1.3. حديد التسليح

تم استخدام قضبان حديد التسليح الرئيسي للبلاطات بقطر (6mm) في تشكيل الهيكل الحديدي المطلوب وبالاتجاهين ، الجدول (4) يبين خصائص حديد التسليح المستخدم المتطابقة مع مواصفات *ASTM A615/A615M* **[9]** .

Kirkuk University Journal /Scientific Studies (KUJSS)
Volume 11, Issue 2, June 2016 , p.p(250-277)
ISSN 1992 - 0849

جدول(4): نتائج فحص حديد التسليح المستخدم.

حديد تسليح بقطر(mm)	إجهاد الخضوع (MPa)	إجهاد الفشل (MPa)	الإستطالة (%)
6	626	736	7.5

2.3.تصميم الخلطة الخرسانية

يعد تصميم الخلطات الخرسانية ذاتية الرص من الامور التي تتطلب دقة عالية حيث يجب أن تتمتع الخرسانة في حالتها الطرية بدرجة عالية من الانسيابية تمكنها من ملء جوانب القالب الخرساني جميعاً والمرور بين حديد التسليح من دون حصول انفصال حبيبي ، لذا يجب عند تصميم خلطة الخرسانة ذاتية الرص الأخذ بنظر الاعتبار زيادة محتوى العجينة الاسمنتية نسبياً مقارنة بالخرسانة التقليدية، ويجب مراعاة أن خواص الخرسانة ذاتية الرص تتأثر بشدة بخواص المواد المكونة لها لذا يجب العناية في اختيار المكونات نظراً لتباين المواد المتوفرة في السوق المحلي ، صممت الخلطات حسب المواصفات الاوروبية (EFNARC) **[10]**، إذ تم أنتاج عدد من الخلطات التجريبية في المختبر وإجراء فحوصات الخرسانة ذاتية الرص عليها ، في ما يخص نسب المواد الاولية الاساسية للخرسانة (السمنت، الركام الخشن، الركام الناعم)وكذلك نسبة الماء(W/p) فكانت ثابتة لجميع الخلطات بحيث تطابق متطلبات المواصفة الاوربية (EFNARC) **[10]** واعتماداً على اخر ما توصلت اليه الدراسات السابقة، أما المتغيرات في نسب الخلط هي المواد البوزولانية المالئة والملدن الفائق، في ما يخص الخلطة المرجعية المستخدمة في البحث فكان مقاومة الانضغاط للخلطة الخرسانية هي المعيار الرئيسي للاختيار بشرط أن الخلطة المنتخبة تكون ملبية لجميع متطلبات الخرسانة الذاتية الرص بعد أجراء الفحوصات المطلوبة واستخدمت مكعبات قياسية بأبعاد (150mm×150mm×150mm)أذ تم فحص المكعبات بعمر (7) أيام ، الجدول (5) يبين النسب المستخدمة (نسب المواد الأساسية) في تحضير الخلطات لكل خلطة ، في حين الجدول (6) يبين نسب المادة المالئة والخواص الطرية للخلطات المختبرية ومقاومة الانضغاط لكل خلطة.

Kirkuk University Journal /Scientific Studies (KUJSS)
Volume 11, Issue 2, June 2016 , p.p(250-277)
ISSN 1992 - 0849

جدول (5): مكونات الخلطة الخرسانية المعتمدة.

المكون	الركام الخشن	الركام الناعم	السمنت	w/c	الملدن الفائق%
الكمية(kg/m^3)	٧٥٠	٩٠٠	٤٥٠	0.34	3.3

جدول (6): نسب المادة المالئة والخواص الطرية للخلطات المختبرية ومقاومة الانضغاط لكل خلطة.

الخلطة رقم	غبار السيليكا (%)	الملدن الفائق (%)	w/c	الهطول (mm)	زمن الهطول(Sec)	V-box (Sec)	l-box (H2/H1)	مقاومة الإنضغاط للمكعبات بعمر7 أيام (MPa)
١	8	3.3	0.34	775	2.5	7.38	0.974	٣٩.١١
٢	10	3.3	0.34	770	2.37	7.72	0.969	٤٢.٥٤
٣	11	3.3	0.34	760	2.53	6.95	0.973	٤٩.٦٢
٤	12	3.3	0.34	755	2.92	7.92	0.965	٤٩.٤٣

3.3. الخلط والصب والمعالجة

أن خطوات عملية الخلط مهمة للحصول على الانسيابية المطلوبة وتجانس الخلطة حيث تم خلط المواد باستخدام خباطة ذات حوض بسعة ($0.07m^3$)، وتم إضافة الركام الخشن (الحصى) ونسبة قليلة من الماء إلى وعاء الخباطة أولاً , ثم إضافة الركام الناعم و المواد الاسمنتية (يخلط الاسمنت وغبار السليكا قبل بدء عملية الخلط) وتستمر عملية الخلط لمدة دقيقة واحدة ، بعدها تضاف نصف كمية الماء وكل كمية الملدن الفائق للخباطة ويستمر الخلط لمدة دقيقتين ، بعدها تضاف كمية الماء المتبقية وتستمر عملية الخلط لمدة ثلاث دقائق أخرى، استخدمت القوالب الحديدية لصب النماذج ، وملئت القوالب بالخرسانة وبطبقة واحدة بدون استخدام أي هزاز ، بعد صب النماذج تم تسوية سطح الخرسانة مع تغطية النماذج مباشرة لتجنب تبخر الماء

Kirkuk University Journal /Scientific Studies (KUJSS)
Volume 11, Issue 2, June 2016 , p.p(250-277)
ISSN 1992 - 0849

من سطح الخرسانة غير المتصلبة وتركت مغطاة بطبقة من النايلون ولمدة 48 ساعة، بعدها فتح القوالب و وضع النماذج لمدة 26 يوماً في الماء داخل أحواض المعالجة.

تم صب (54) بلاطة في المختبر مقسمة الى مجموعتين(27) خاصة بفحوصات الحمل الساكن و(27) خاصة بفحوصات الحمل الصدمي ،جميع النماذج لها نفس الأبعاد،mm(٥٠٠*٥٠٠) وسمكmm(٥٠) ،وحديد التسليح ثابت ايضاً لجميع النماذج ب(Ø6mm@95mmc/c) بالاتجاهين.

4.3. تسخين الخرسانة الى درجات الحرارة العالية وتبريدها

تم تصنيع فرن غازي لحرق النماذج يتكون من هيكل حديدي مع الواح الحديد السميك (3mm) التي تقاوم درجات الحرق العالية, الشكل(1) ،الفرن الغازي المصنع يحتوي على حجره داخلية واسعة ، تسليط الحرارة عن طريق لهب النار بواسطة مصادر الحرارة موزعة على طول الفرن والتي تصل فيها لهب النار المباشر الى أكثر من (1400) درجة مئوية والتي تحتوي عل مفتاح للتحكم بمقدار اللهب المنبعث بالإضافة الى مفتاح التحكم المزود بالقنينة الغازية و السيطرة على الحرارة داخل الفرن فيكون باستخدام متحسسين(k Thermocouple–type) يتحمل درجة حرارة لحد (1200) درجة مئوية في كل جانب من الحجرة للسيطرة الى أقصى حد ممكن على الحرارة يتصل كل متحسس بقارئ الكتروني يعرض درجات الحرارة على الشاشة. تتم عملية الحرق بوضع النماذج في داخل حجرة الفرن ويغلق الباب بأحكام ويفتح لهب النار عن طريق مصادر اللهب الموزعة بانتظام على فتحات الفرن ، يتم وضع المتحسسات في جوانب الفرن داخل الحجرة لضمان انتظام الحرارة المسلطة على النماذج لأقصى حد ممكن ، بعد بدء تشغيل مصادر الحرارة والتحكم في مقدار اللهب المسلط عن طريق المفاتيح المزودة في بواعث الحرارة، يتم الوصول لدرجة الحرارة المطلوبة ويتم تشغيل عداد الوقت من لحظة الوصول للحرارة المطلوبة حيث ان وقت الحرق لمدة ساعتين من لحظة الوصول للحرارة المطلوبة مع ملاحظة ان درجة الحرارة تذبذبت ب(±15) عن درجة الحرارة المطلوبة، حيث يتم تنظيم الحرارة عن طريق مفاتيح التحكم لإبقاء الحرارة ضمن الدرجة المطلوبة وذلك عن طريق المتابعة المستمرة طيلة فترة الحرق ومراقبة عدادات الحرارة التي يتم تشغيلها ايضاً طيلة فترة الحرق . بعد اتمام

Kirkuk University Journal /Scientific Studies (KUJSS)
Volume 11, Issue 2, June 2016 , p.p(250-277)
ISSN 1992 - 0849

فترة الحرق يتم اخراج النماذج وتبريدها بأحدى الطريقتين ، الاولى عن طريق وضعها لتبرد بالهواء لمدة (24 ساعة) وبعدها يتم فحصها أو عن طريق تبريدها فجائياً بواسطة الماء حيث يتم وضعها في حوض تبريد لمدة (24ساعة) وبعدها يتم فحص النماذج .

الشكل (1): الفرن الغازي المصنع والمستخدم لحرق النماذج.

4. الفحوصات (Tests)

1.4. فحوصات الحمل الساكن

تم فحص مقاومة الانثناء لبلاطات بأبعاد (50mm× 500mm× 500mm) ،حيث اسندت البلاطات المفحوصة جميعا اسناداً بسيطاً من جميع الجهات ،و تم الفحص باستخدام جهاز (Universal Testing Machine) ذو سعه (1000kN) وبسرعة تحميل (1.39mm في الدقيقة)، كل بلاطة تم تسليط حمل مركز عليها (patch load) وهو عبارة عن قرص حديدي قطرة (50mm) ،القراءات (الحمل–الأود) تؤخذ من جهاز الكومبيوتر المربوط مع جهاز الفحص والشكل (2) يبين تفاصيل طريقه اسناد وتسليط الحمل للبلاطات.

Kirkuk University Journal /Scientific Studies (KUJSS)
Volume 11, Issue 2, June 2016 , p.p(250-277)
ISSN 1992 - 0849

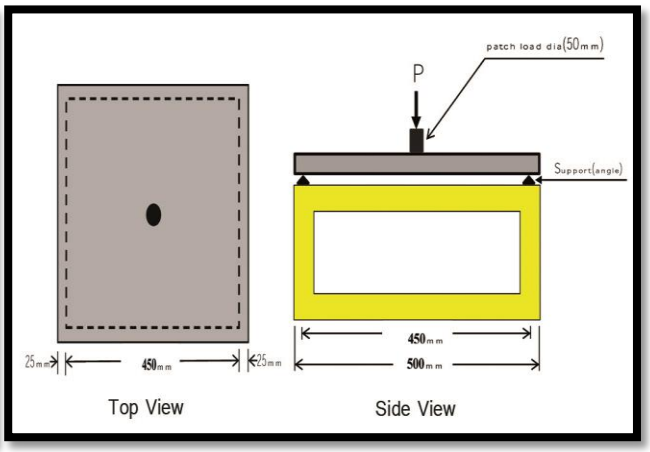
2.4. فحوصات الحمل الصدمي

تم فحص البلاطات تحت الحمل الصدمي وبسرعه واطئة باستخدام جهاز فحص الحمل الصدم**[11]** ، وهو جهاز يتكون من هيكل معدني يقوم بإسقاط جسم معدني (معلوم الوزن) سقوط حر من ارتفاع معلوم على العينة الخرسانية، الثقل عبارة عن مطرقة من الحديد ذات رأس شبه كروي تزن(1.5kg) تسقط من ارتفاع (1m)،الجهاز مصنوع من زوايا حديديه إذ يتم اسناد البلاطات في الجهاز إسناداً بسيطاً ويتم تثبيتها باستخدام مثبتات(C–clamps)عند زوايا وذلك لمنع ارتداد البلاطة بعد تسليط الحمل يبين الشكل(3) تفاصيل وابعاد الجهاز المستخدم في الفحص.

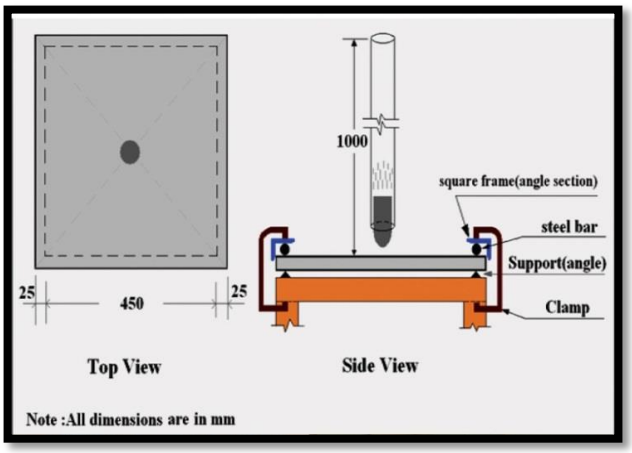
كما تم إضافة بعض الأجهزة اليه وتشمل ما يأتي:

1–متحسس قياس الأود الديناميكي (LVDT) (Linear Variable Displacement Transducers) المثبت في أسفل البلاطة الخرسانية عند منتصفها لقياس الأود الحاصل عند تسليط الحمل الصدمي على البلاطة ،الأزاحة القصوى التي يقيسها الجهاز هي(mm±50) .

2–جهاز جمع البيانات (Data Acquisition) وهو مسؤول عن استِلام البياناتَ مِنْ متحسس قياس الأود الديناميكي(LVDT)، الناتج النهائي من هذه الأداة يعطي منحني (الإزاحة– الزمن).



شكل(2): تفاصيل طريقه اسناد وتسليط الحمل الساكن للبلاطات .



شكل(3): تفاصيل طريقه اسناد وتسليط الحمل الصدمي للبلاطات.

Kirkuk University Journal /Scientific Studies (KUJSS)
Volume 11, Issue 2, June 2016 , p.p(250-277)
ISSN 1992 - 0849

5. النتائج والمناقشة (Results And Discussions)

1.5 نتائج فحوصات الحمل الساكن

1.1.5 الحمل الاقصى (Ultimate loading)

زيادة درجة حرارة الحرق لها تأثير سلبي على الحمل الأقصى للبلاطات ، بالرغم من أن هذا التأثير يكون طفيف في حدود درجة الحرارة الابتدائية، في حين يكون أكثر وضوحاً في درجات الحرارة العالية ،فعند تسخين نماذج البلاطات الخرسانية في فرن الحرق عند التدرج الحراري (100،300،500،700) درجة مئوية ، لا يحدث نقصان يذكر في قيم الحمل الاقصى في الانثناء في درجة حرارة (100) مئوية ،ثم يحدث نقصان متزايد في قيمة الحمل عند درجات (700,500,300) مئوية حيث كان النقصان في قيمة الحمل الاقصى بنسبة (29%,15.27,7.56%)على التوالي مقارنة مع البلاطات التي تم فحصها بدرجة الحرارة الاعتيادية (27) مئوية وكما هو مبين في الجدول(٧)،هذا فيما يخص البلاطات التي تم تبريدها تدريجياً بالهواء بعد حرقها. إما البلاطات التي يتم تبريدها فجائياً باستخدام مصدر ماء فان زيادة درجة حرارة الحرق أدت الى تقليل قيم الحمل الاقصى للبلاطات الخرسانية بنسبة (2.12%) في درجة حرارة (100) مئوية في حين كان النقصان بنسبة (39.97%,24.3%,10.76%) في درجات حرارة (700,500,300)مئوية. أن سبب النقصان بصورة عامة في مقدار الحمل الاقصى في البلاطات المحروقة مقارنة مع البلاطات المفحوصة بدرجة الحرارة الاعتيادية يمكن أن يعزو الى الترابط ما بين حديد التسليح والخرسانة المتضررة بالحرارة نتيجة الاختلاف في معامل التمدد لكل منها ،بالإضافة الى النقصان الحاصل في كل من قيم مقاومة الانضغاط ومقاومة الشد للخرسانة نتيجة تأثير الحرارة والذي يمكن أن يؤدي الى أضعاف الترابط بين مكونات الخرسانة المسلحة, من ناحية أخرى فان زيادة درجة حرارة الحرق للبلاطات يؤدي الى نمو الشقوق على سطح البلاطات الخرسانية والتي يمكن ملاحظتها بصرياً حيث أن هذه الشقوق تزداد وتتسع في درجات الحرارة العالية.

Kirkuk University Journal /Scientific Studies (KUJSS)
Volume 11, Issue 2, June 2016 , p.p(250-277)
ISSN 1992 - 0849

2.1.5. المطيلية (Ductility)

تتحمل البلاطات الخرسانية المسلحة احمالاً اضافية في مرحلة اللدونة (plastic state) قبل الفشل وذلك نتيجة لخضوع حديد التسليح قبل حدوث الفشل,لذلك تبدي هذه البلاطات سلوكاً مطيلياً, يمكن تعريف مؤشر المطيلية (Ductility index)(μ_Δ) على إنه النسبة بين الأود عند الحمل الأقصى الى الأود عند حمل خضوع حديد التسليح والذي يمكن أيجاده من منحني الحمل–الاود للبلاطة عندما ينتقل المنحني من مرحلة المرونة الى مرحلة اللدونة, تؤثر درجات الحرارة على قيمة المطيلية (Ductility) في البلاطات الخرسانية المسلحة الذاتية الرص,الجدول (٧) يوضح قيم المطيليه للبلاطات التي تم إيجادها من خلال قسمة قيمة الأود الأقصى المسجل في منتصف البلاطات على قيم الأود الحاصل عند خضوع الحديد باستخدام المعادلة أدناه :[12]

$$\mu_\Delta=\Delta u/\Delta y \quad \text{.....(1)}$$

أن زيادة درجة الحرارة تؤدي بصورة عامة الى تقليل مؤشر المطيلية ($\mu\Delta$)في البلاطات الخرسانية ألمسلحة ، ففي درجة حرارة (100) مئوية حدث نقصان في قيمة المطيلية بنسبة (2.25%)،أما في درجات الحرق العالية فحدث نقصان في قيم المطيلية بنسبة (10.427%,9.227%,7.126%) نتيجة حرق النماذج بدرجة حرارة (700,500,300) مئوية على التوالي، وذلك بالنسبة للبلاطات المبردة تدريجياً بالهواء ، أما فيما يخص البلاطات التي تم تبريدها فجائياً باستخدام الماء فإن درجة حرارة (100) مئوية أدت الى تقليل قيمة مؤشر المطيلية بنسبة (6%) إما زيادة درجة حرارة الحرق الى (700,500,300) مئوية أدت الى تقليل قيم المطيلية بنسبة (10.27%,9.527%,8.07%) على التوالي ، أن النقصان الحاصل في قيم المطيلية يعود الى النقصان الحاصل في قيم الأود الناتج من الحمل الاقصى مع نقصان طفيف في الأود الناتج من حمل الخضوع.

3.1.5. الصلابة (Stiffness)

بينت النتائج أن لدرجة الحرارة تأثير سلبي على نتائج قيم الصلابة للبلاطات المحروقة بالفرن مقارنة مع البلاطات المفحوصة بدرجة حرارة الاعتيادية(27)مئوية، سواء كان أسلوب التبريد تدريجي أو فجائي، يلاحظ

Kirkuk University Journal /Scientific Studies (KUJSS)
Volume 11, Issue 2, June 2016 , p.p(250-277)
ISSN 1992 - 0849

من الجدول(٧) أن زيادة درجة حرارة الحرق للبلاطات الخرسانية بالتدرج الحراري (700,500,300,100) مئوية يؤدي الى تقليل قيم الصلابة بنسبة (38.83%,28.93%,24.54%,2.01%) على التوالي في حالة البلاطات المبردة تدريجياً بالهواء، أما فيما يخص البلاطات المبردة فجائياً بالماء فأن زيادة درجة الحرارة فان قيم الصلابة تقل بنسبة (54.58%,32.78%,23.07%,19.78%) مقارنة مع البلاطات التي يتم فحصها في درجة حرارة (27) مئوية.

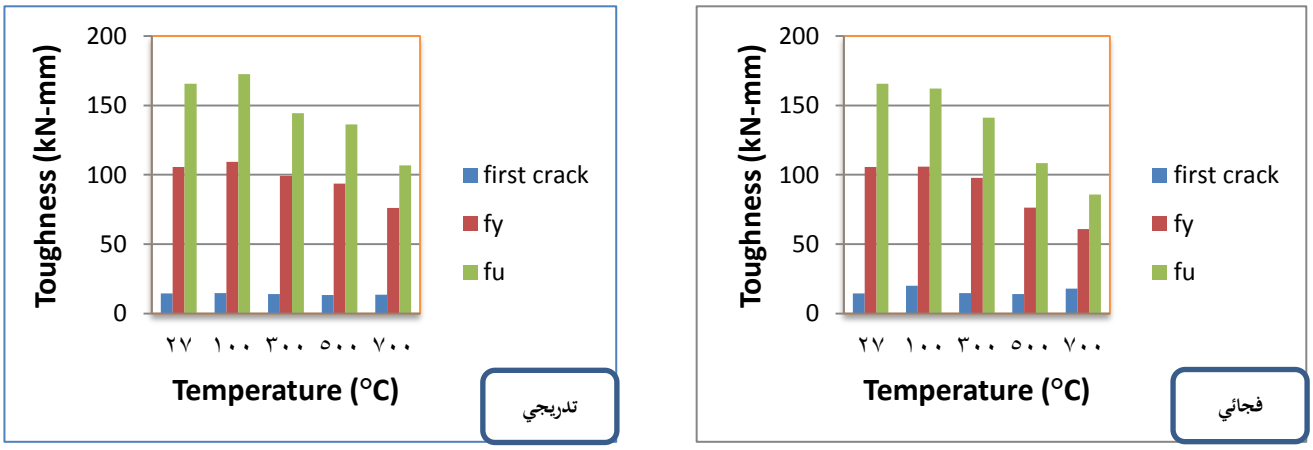
جدول (٧): قيم الحمل الأقصى المتانة والصلابة المحسوبة للبلاطات من الفحص بالحمل الساكن.

درجة الحرارة °C	أسلوب التبريد	الحمل الأقصى (Pu) (kN)	المطيلية Δu/Δy	الصلابة(Pu /Δu) (kN/mm)
*27	-	37.65	1.343	5.46
100	تدريجي بالهواء	36.85	1.303	5.35
300		32.32	1.238	4.12
500		31.9	1.21	3.88
700		26.72	1.194	3.34
100	فجائي بالماء	37.5	1.253	4.38
300		33.6	1.226	4.2
500		28.5	1.206	3.67
700		22.6	1.196	2.48

Kirkuk University Journal /Scientific Studies (KUJSS)
Volume 11, Issue 2, June 2016 , p.p(250-277)
ISSN 1992 - 0849

4.1.5. المتانة (Toughness)

يمكن تعريف المتانة على أنها الطاقة اللازمة لكسر النموذج حسب المواصفة القياسية الأمريكية (ASTMC1018) **[13]**، وتكافئ قيمتها قيمة المساحة تحت منحني الحمل–الاود تحت الأحمال الساكنة إلى حد معين من الاود ،وعلى هذا الأساس فهناك متانة إلى حدّ الشق الأول (وتسمى ايضاً الرجوعية) ومتانة إلى حدّ الخضوع ومتانة إلى حد الفشل وهو مؤشر لقابلية المادة أو العنصر الإنشائي على امتصاص الطاقة، وبالتالي هو مؤشر على مقاومة المنشأ للزلازل والأحمال الديناميكية ,الشكل(٤) يبين قيم المتانة للبلاطات الخرسانية المسلحة تحت تأثير الحرارة والبلاطات المرجعية , أن تأثير الحرارة على قيم المتانة يعتمد على درجة حرارة الحرق وطريقة تبريد النماذج، كما نلاحظ أن تأثير الحرارة على المتانة يكون كبيراً في مراحل حمل خضوع حديد التسليح والحمل الأقصى، في حين يكون طفيف في مرحلة حمل الفشل الأبتدائي .



شكل(٤): تأثير الزيادة في درجة الحرارة على قيم المتانة (Toughness) للبلاطات الخرسانية مقارنةً بالبلاطة المرجعية.

2.5 . نتائج فحوصات الحمل الصدمي

1.2.5. طريقة إجراء فحص الحمل الصدمي

لغرض معرفة تصرف البلاطات الخرسانية ذاتية الرص تحت تأثير الأحمال الصدمية ،تم إجراء دراسة تضمنت فحص هذه البلاطات بفحص الحمل الصدمي ،وإجراء فحص الحمل الصدمي للبلاطات وذلك بإسقاط مطرقة حديدية ذات رأس شبه كروي والبالغ وزنها(1.5kg) موجهة بوساطة أنبوب إلى أعلى البلاطة بحيث يتطابق مركزها مع منتصف البلاطة الخرسانية، ويكون صافي الارتفاع بين أسفل المطرقة وأعلى البلاطة (1000mm) وهو يمثل ارتفاع السقوط، يتم رفع المطرقة بوساطة سلك حديدي حتى يصبح أسفل المطرقة على ارتفاع (1000mm) من أعلى البلاطة ثم يترك ليسقط

Kirkuk University Journal /Scientific Studies (KUJSS)
Volume 11, Issue 2, June 2016 , p.p(250-277)
ISSN 1992 - 0849

سقوطا حراً على البلاطة، الجهاز مصمم بحيث أن الجسم الساقط يسقط بدون أن يمس الأنبوب أي يسقط سقوط حر. يتم تثبيت البلاطة من أطرافها على المساند بوساطة هيكل مصنوع من الزوايا الحديدية في أعلى البلاطة (علما أن الزوايا الحديدية حاوية على قضبان حديدية في نقاط التلامس لضمان الإسناد البسيط للبلاطات) ويربط على المساند بوساطة مثبتات (C–clamps) بإحكام لمنع ارتفاع البلاطة وانخفاضها تحت تأثير الحمل الساقط عليها.

جهاز فحص الحمل الصدمي الذي أستخدم في البحث مصمم ليسلط ثقل من ارتفاع (1m) ودراسة سلوك البلاطات تحت تأثير الصدمة الناتجة من سقوط الثقل من الارتفاع المحدد. استخدم جهاز قياس الأود الديناميكي الـ (LVDT) الذي تم تثبيته في جهاز الفحص عند منتصف البلاطة في أسفلها لقياس، الأود الأعظم (Max. Deflection) في منتصف البلاطة وقياس زمن الإخماد (Damping Time) للبلاطات الخرسانية المفحوصة إذ يقوم بتسجيل العلاقة بين الأود والزمن تحت تأثير الضربة الاولى.

تم حساب طاقة الصدمة للضربات وذلك باستخدام المعادلة التألية **[14]**:

$$U=N*m*g*h \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots(2)$$

إذ أن:

U– طاقة الضربة (kN.m)، N– عدد الضربات، m– كتلة المطرقة (kg)، **g**– التعجيل الأرضي (m/Sec^2) ، h– ارتفاع السقوط (m)

2.2.5. مقاومة الصدم (Impact resistance)

إن زيادة درجة حرارة الحرق للبلاطات الخرسانية قد قللت من مقاومة الصدم بصورة عامة، حيث يلاحظ أن هذا التقليل يكون طفيف في حدود درجة حرارة (100) مئوية في حين يكون التأثير أكثر وضوحاً في درجات (300&500&700) مئوية، ولدراسة هذا التأثير في الخرسانة ذاتية الرص تم أجراء هذا الفحص على البلاطات المحروقة في الفرن والبلاطات المفحوصة بدرجة الحرارة الاعتيادية(27)مئوية، وقد تم حساب عدد الضربات وطاقة الصدمة اللازمة للاختراق ، الجدول (8) يبين النتائج التي تم الحصول عليها في

Kirkuk University Journal /Scientific Studies (KUJSS)
Volume 11, Issue 2, June 2016 , p.p(250-277)
ISSN 1992 - 0849

فحص البلاطات المحروقة في الفرن والبلاطات المفحوصة بدرجة الحرارة الاعتيادية علما أنا النتيجة الواحدة تمثل معدل النتائج لثلاث بلاطات .

أن زيادة درجة حرارة الحرق قللت من عدد الضربات اللازمة لحصول الفشل، ففي البلاطات التي تم تبريدها تدريجياً بالهواء بعد حرقها في الفرن، لوحظ أن زيادة درجة الحرارة الى(700,500,300,100) مئوية أدت الى تقليل عدد الضربات الأزمة لحصول الاختراق في البلاطة الخرسانية بنسبة (30.76%,23.07%,11.75%,1.92%) على التوالي مقارنة مع عدد الضربات المسببة للاختراق في البلاطات المفحوصة في درجة الحرارة الاعتيادية ، في حين قلت عدد الضربات في البلاطات التي تم تبريدها فجائياً بالماء بعد الحرق بنسبة (41.24%,38.03%,16.02%,4.06%) على التوالي مقارنة مع البلاطات الغير محروقة. أن سبب النقصان بصورة عامة في عدد الضربات بتأثير الزيادة في درجات الحرارة هو نتيجة لفقدان الخرسانة المسلحة القابلية على امتصاص كمية كبيرة نسبياً من الطاقة قبل الفشل من خلال تحولها من مادة مطيلية نسبياً الى مادة هشة بتأثير الحرارة العالية بالإضافة الى فقدان مقاومتها لانتشار الشق وقدرتها على مقاومة التشوهات ونقصان مرونتها ، وكذلك في قيم متانتها بتأثير الحرارة العالية كما تم ذكرة سابقاً.

Kirkuk University Journal /Scientific Studies (KUJSS)
Volume 11, Issue 2, June 2016 , p.p(250-277)
ISSN 1992 - 0849

جدول(8): عدد الضربات وطاقة الصدمة اللازمة لحصول الفشل الأبتدائي والنهائي في البلاطات المحروقة والمرجعية.

درجة الحرارة (مئوية)	أسلوب تبريد النماذج	عدد الضربات للفشل الابتدائي	عدد الضربات التي تسبب الأختراق	طاقة الصدمة (جول)التي تسبب الأختراق
27	–	36	468	6886.62
100	تدريجي بالهواء	39	459	6754.18
300		27	413	6077.29
500		17	360	5297.4
700		10	324	4767.66
100	فجائي بالماء	33	449	6607.03
300		24	393	5782.99
500		13	290	4267.35
700		8	275	4046.62

3.2.5. الأود الأقصى (Max. Deflection)

تم قياس الأود الديناميكي الأقصى للضربة الأولى باستخدام متحسس الأود الـ (LVDT)، وذلك بعد تسليط الضربة، يبين الشكل (5) العلاقة بين الأود في منتصف البلاطة ودرجة حرارة الحرق ، وأن زيادة درجة الحرارة كان لها دور في زيادة مقدار الأود الأعظم للبلاطات، ففي البلاطات التي تم تبريدها تدريجيًا بالهواء بعد الحرق لوحظ أن تسخين النماذج لدرجة حرارة (100)مئوية أدت الى حدوث نقصان طفيف في قيمة الأود بنسبة(1.59%) من قيم الأود في البلاطة غير المحروقة، في حين أدت زيادة درجة حرارة الحرق الى

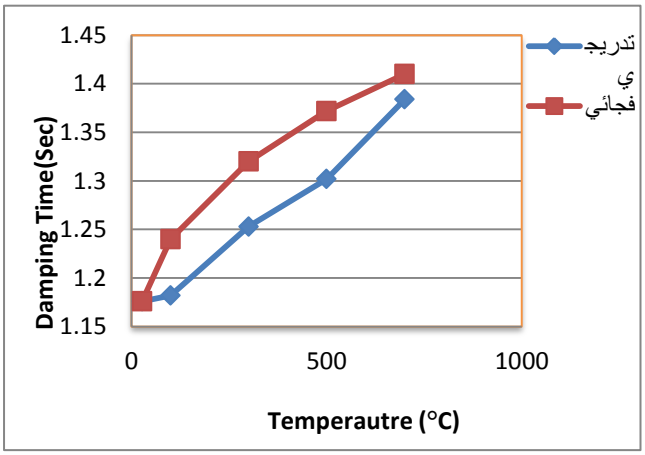
Kirkuk University Journal /Scientific Studies (KUJSS)
Volume 11, Issue 2, June 2016 , p.p(250-277)
ISSN 1992 - 0849

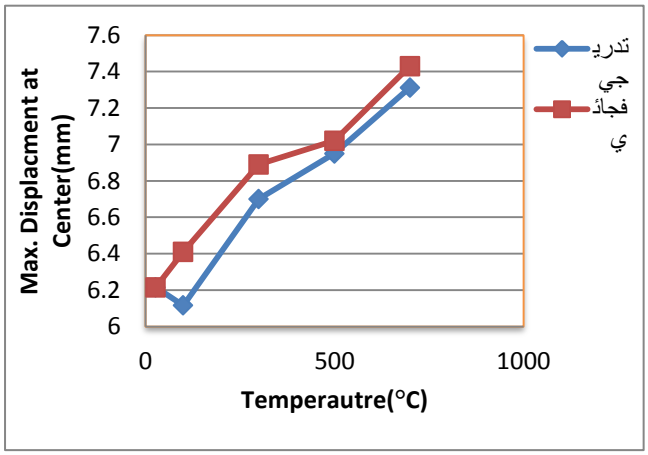
(700,500,300) مئوية الى حدوث زيادة في قيم الأود في البلاطات بنسبة (17.65%,11.83%,7.8%) على التوالي مقارنة مع قيم الأود للبلاطات الغير محروقة ، أما بالنسبة للبلاطات التي تم تبريدها فجائياً بالماء بعد الحرق فأن زيادة درجة الحرارة الى (700,500,300,100) مئوية أدت الى حدوث زيادة في قيم الأود بنسبة(19.54%,12.95%.10.86%,3.137%) على التوالي مقارنة مع قيم الأود للبلاطات الغير محروقة ،أن السبب في ذلك يعود إلى فقدان التماسك الجيد بين المادة لرابطة والركام بتأثير الحرارة العالية وكما تم ذكره سابقاً مؤديا إلى زيادة الهبوط الناتج عن تأثير الضربة.

4.2.5. زمن الإخماد (Damping Time)

تم قياس زمن الإخماد باستخدام جهاز الـ (LVDT) وهو الزمن اللازم للوصول إلى (10%)من الأود الأعظم**[15]**، يبين الشكل (6) العلاقة بين زمن الإخماد ودرجة حرارة الحرق، أن زيادة درجة حرارة الحرق الى(700,500,300,100) مئوية أدت الى حدوث زيادة في زمن الإخماد بنسبة (18.79%,10.71%,6.54%,0.51%)على التوالي للبلاطات التي تم تبريدها تدريجيًا بالهواء بعد الحرق. في حين كانت نسبة الزيادة في زمن الأخماد بنسبة (19.89%,16.67%,12.24%,5.44%)على التوالي نتيجة هذه الزيادة في درجة الحرارة بالنسبة للبلاطات التي تم تبريدها فجائيًا بالماء بعد حرقها بالفرن ومقارنة مع قيم زمن الاخماد للبلاطات الغير محروقة والمفحوصة بدرجة الحرارة الأعتيادية، أن سبب الزيادة في زمن الاخماد يعود إلى عدم قدرة البلاطات على امتصاص طاقه الصدمة وتشتيتها واخمادها وذلك بسبب النقصان الحاصل في قيم المتانة التي تقل بزيادة درجة حرارة الحرق .

Kirkuk University Journal /Scientific Studies (KUJSS)
Volume 11, Issue 2, June 2016 , p.p(250-277)
ISSN 1992 - 0849



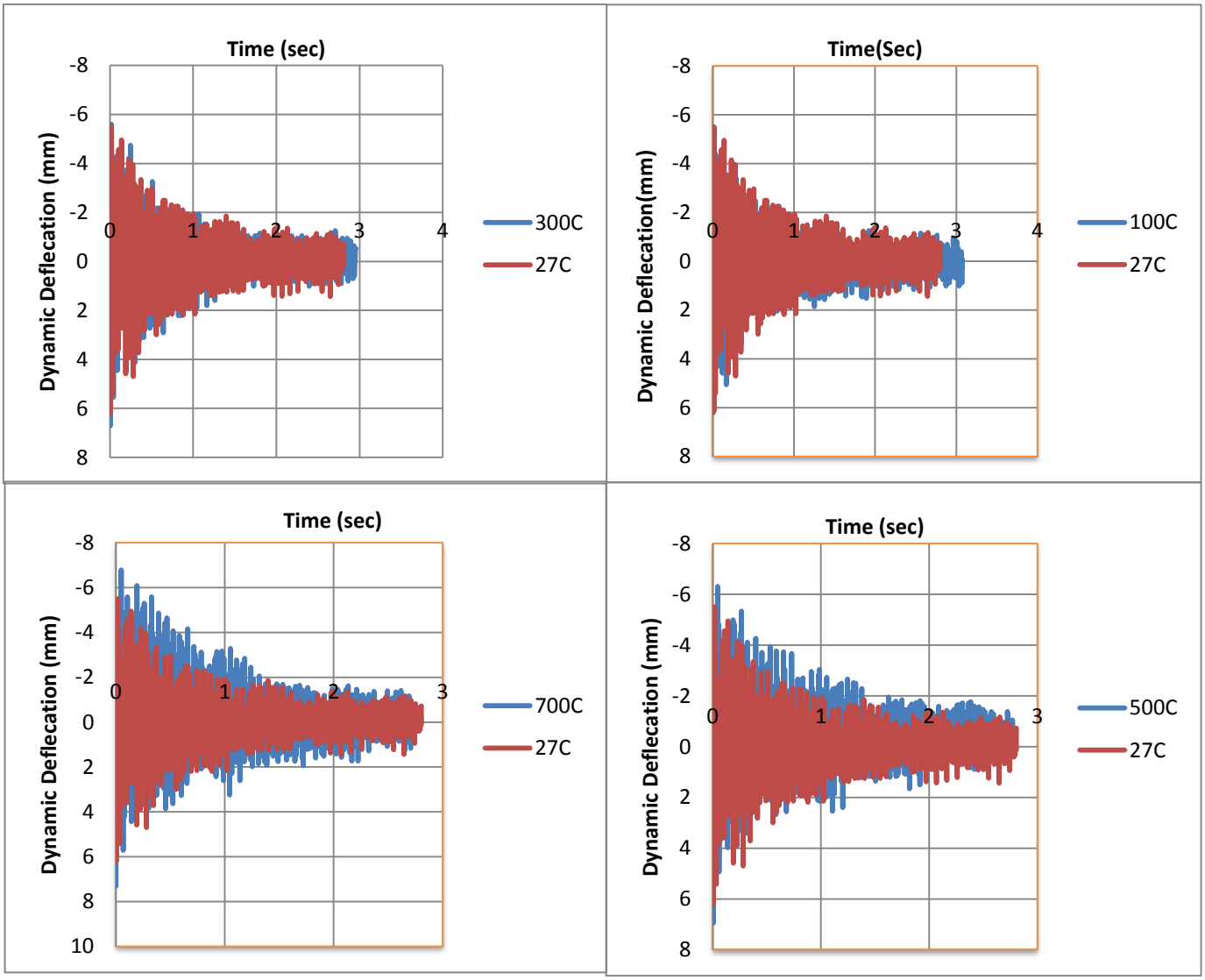


شكل (5): العلاقة بين الأود في منتصف البلاطة ودرجة الحرارة

شكل(6): العلاقة بين زمن الاخماد في البلاطات ودرجة الحرارة .

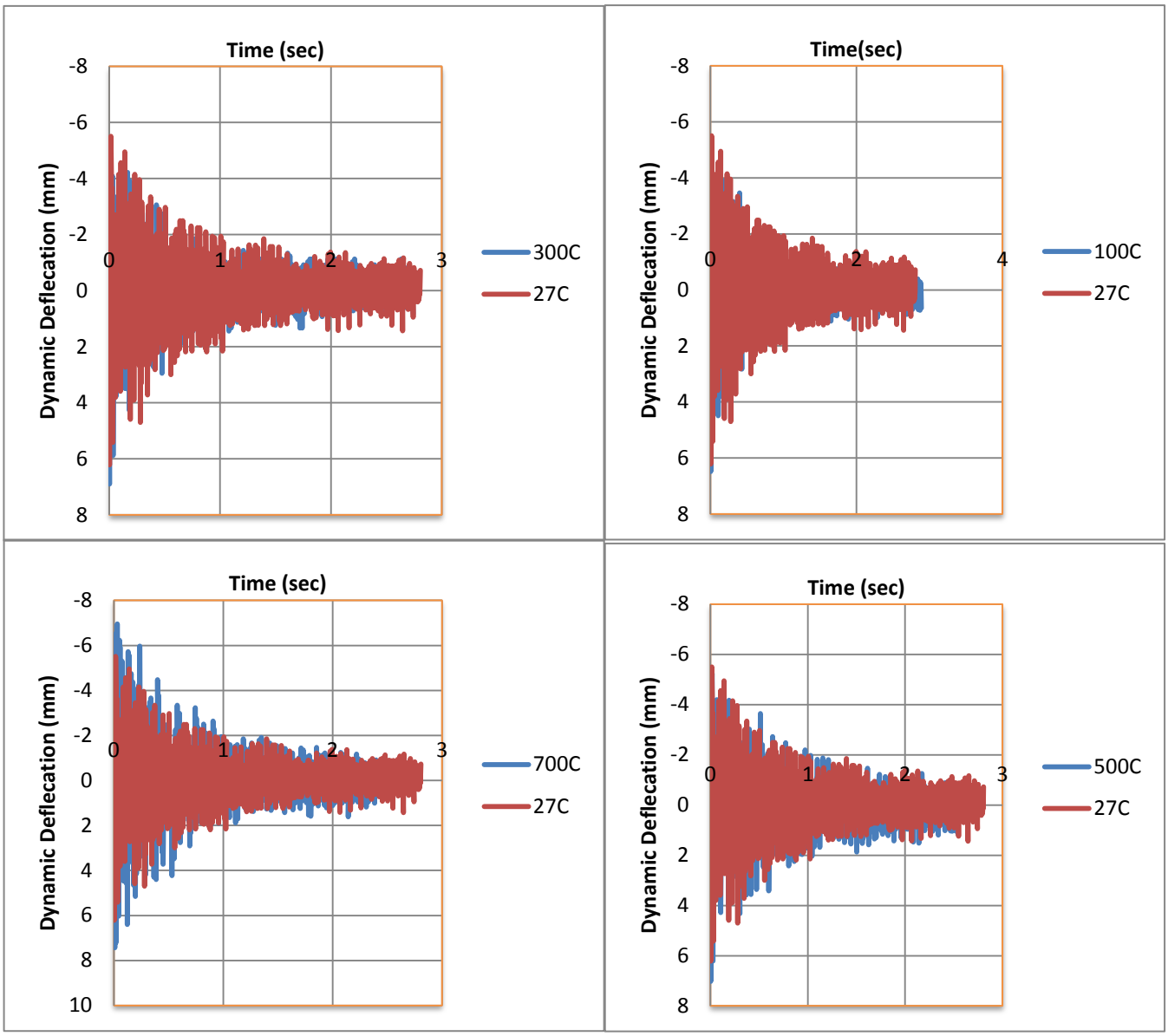
الأشكال (7)و (8) تبين العلاقة بين الأود زمن الأخماد الناتجة من تأثير الضربة الأولى بالمقارنة مع البلاطة المرجعية(لحالتي التبريد التدريجي والفجائي) و مقدار الزمن اللازم للوصول إلى زمن الإخماد إذ نلاحظ إن تأثير درجات الحرارة العالية (الحرق) له تأثير سلبي عليها حيث زادت قيم كل منهما.

Kirkuk University Journal /Scientific Studies (KUJSS)
Volume 11, Issue 2, June 2016 , p.p(250-277)
ISSN 1992 - 0849



شكل(7): العلاقة بين الاود وزمن الأخماد الناتجة من تأثير الضربة الاولى للبلاطات المحروقة والمبردة تدريجياً مقارنة مع البلاطات المفحوصة بدرجة الحرارة الاعتيادية.

Kirkuk University Journal /Scientific Studies (KUJSS)
Volume 11, Issue 2, June 2016 , p.p(250-277)
ISSN 1992 - 0849



شكل(8): العلاقة بين الاود وزمن الأخماد الناتجة من تأثير الضربة الاولى للبلاطات المحروقة والمبردة فجائياً مقارنة مع البلاطات المفحوصة بدرجة الحرارة الاعتيادية.

Kirkuk University Journal /Scientific Studies (KUJSS)
Volume 11, Issue 2, June 2016 , p.p(250-277)
ISSN 1992 - 0849

5.2.5. نسبة الإخماد (Damping ratio)

وهي النسبة التي يقل بها الأود بين قمة وأخرى حتى الوصول إلى حالة السكون ويتم حسابها بالقانون الآتي[15]:

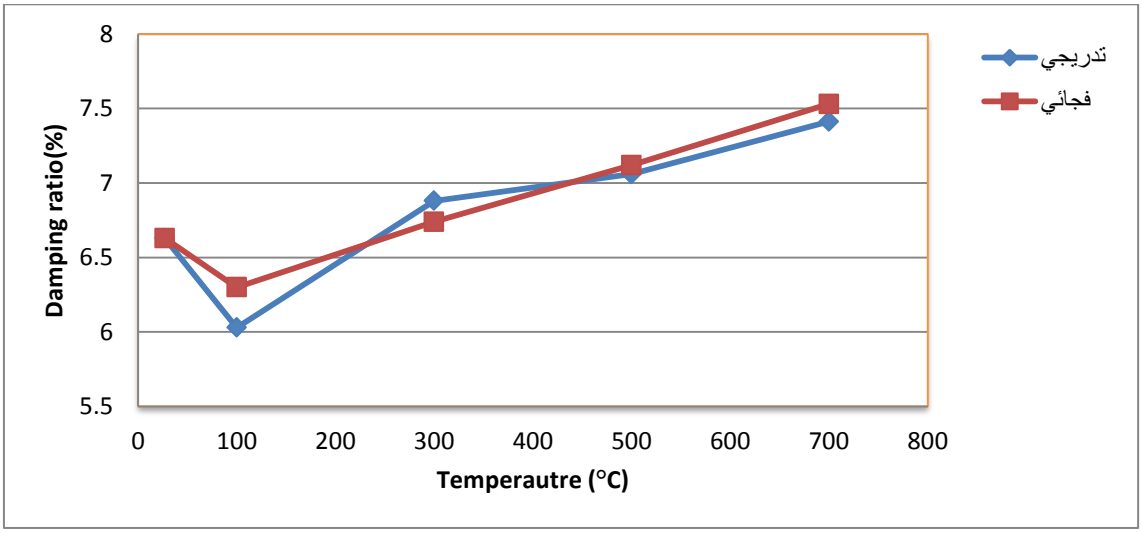
$$\delta = \frac{1}{n-m} ln\left(\frac{v_m}{v_n}\right)$$

$$\zeta = \sqrt{\frac{\delta^2}{4\pi^2+\delta^2}}$$

إذ إن:

الأود عند القمة (n) و (m): υ_n،υ_m نسبة الإخماد [ζ]

الشكل (٩) يبين العلاقة بين درجة الحرارة ونسبة الأخماد .



شكل (9): العلاقة بين درجة الحرارة ونسبة الاخماد لطرق تبريد مختلفة.

أن زيادة درجة الحرارة أسهمت بصورة واضحة في زيادة نسبة الإخماد في البلاطات وخصوصاً في درجات الحرارة العالية، فعند تسخين النماذج بدرجة حرارة (100) مئوية أدت الى تقليل نسبة الاخماد بنسبة (9.05%) للبلاطات المبردة تدريجيًا و(4.97%) بالنسبة للبلاطات المبردة بصورة فجائية، في حين زادت

Kirkuk University Journal /Scientific Studies (KUJSS)
Volume 11, Issue 2, June 2016 , p.p(250-277)
ISSN 1992 - 0849

نسبة الاخماد بصورة عامة عند تسخين النماذج الى درجة حرارة (700,500,300) مئوية بنسبة (11.79%,6.485%,3.77%)على التوالي لحالة التبريد التدريجي و(13.57%,7.39%,1.65%) لحالة التبريد الفجائي مقارنة مع نسب الاخماد للبلاطات المفحوصة بدرجة الحرارة الاعتيادية.

6 . الاستنتاجات (Conclusions)

١. زيادة درجة حرارة الحرق لها تأثير سلبي على الحمل الأقصى للبلاطات ولحالتي التبريد التدريجي والتبريد الفجائي مقارنة مع البلاطات المفحوصة بدرجة الحرارة الاعتيادية.

٢. زيادة درجة الحرارة يؤدي بصورة عامة الى تقليل مؤشر المطيلية (μΔ) وقيم الصلابة في البلاطات الخرسانية ألمسلحة ولحالتي التبريد التدريجي والتبريد الفجائي مقارنة مع البلاطات المفحوصة بدرجة الحرارة الاعتيادية.

٣. زيادة درجة حرارة الحرق قللت من عدد الضربات اللازمة لحصول الفشل ولحالتي التبريد التدريجي والتبريد الفجائي مقارنة مع البلاطات المفحوصة بدرجة الحرارة الاعتيادية.

٤. زيادة درجة الحرارة كان لها دور في زيادة مقدار الأود الأعظم للبلاطات.

٥. زيادة درجة حرارة الحرق الى(700,500,300,100) درجة مئوية أدت الى حدوث زيادة في زمن الإخماد ولحالتي التبريد التدريجي والتبريد الفجائي مقارنة مع البلاطات المفحوصة بدرجة الحرارة الاعتيادية.

٦. زيادة درجة الحرارة أسهمت بصورة واضحة في زيادة نسبة الإخماد وخصوصاً في درجات الحرارة العالية .

المصادر (References)

[1] A.H. Ammar, 2012 , "***Effect of fire flame (High temperature) on the self-compacted concrete (scc)one way slabs***", Msc Thesis presented to the Department of Building and Construction Engineering of the University of Anbar.

Kirkuk University Journal /Scientific Studies (KUJSS)
Volume 11, Issue 2, June 2016 , p.p(250-277)
ISSN 1992 - 0849

[2] I. Janotka, and T. Nürnbergerova, "***Effect of Temperature on Structural Quality of High-Strength Concrete with Silica Fume***", Institute of Construction and Architecture, Slovak Academy of Sciences, Bratislava, Slovak Republic, August, 2003, pp. 1 – 8.

[3] R. Ravindrarajah, R. Lopez, and H. Reslan, "***Effect of Elevated Temperature on the Properties of High Strength Concrete Containing Cement Supplementary Materials***", Center of Built Infrastructure Research, University of Technology, Sydney, Australia, March, 2002, pp. 1 – 9

[٤] المواصفات القياسية العراقية (رقم٥)، (١٩٨٤) "***خصائص السمنت البورتلاندي الاعتيادي***"، الجهاز المركزي للتقييس والسيطرة النوعية، العراق ١٩٨٤.

[٥] المواصفات القياسية العراقية (رقم٤٥)، (١٩٨٤) "***ركام المصادر الطبيعية المستعمل في الخرسانة والبناء***"، الجهاز المركزي للتقييس والسيطرة النوعية، العراق ١٩٨٤.

[6] ASTM C 33-01, "***Standard specification for concrete Aggregates***".

[7] A. Al- Khader, "***Evaluation of the Constructability & Performance of Micro-Silica Modified Concrete Bridge Deck Overlays*** "Wisconsin Department of Transportation,Report No.10, December2003.

[8] ASTM C1240-03, "***Standard Specification for Use of Silica Fume as a Mineral Admixture in Hydraulic-Cement Concrete, Mortar, and Grout***".

[9] ASTM A615/A615M -09,"***Standard Specification for Deformed and Plain Carbon-Steel Bars for Concrete Reinforcement***".

[10] The European Guidelines for selfcompacted concrete specification, production and use,2005.

Kirkuk University Journal /Scientific Studies (KUJSS)
Volume 11, Issue 2, June 2016 , p.p(250-277)
ISSN 1992 - 0849

[11] H. Y. S. Al-Samarraie ,"***Performance of Ferrocementusing Crushed Limestone as fineaggregate",*** M.SC. Thesis, Civil Engineering Department, University of Tikrit, 2012, VOL. 4 NO. 3,pp. 11-28.

[12] S. S. Elavenil, G.M. Knight; "***Behavior of Steel Fiber Reinforced Concrete Beams and Plates Under Static Load***",Journal of Research in Science, Computing, and Engineering 2007.

[13] ASTM C1018, (Re-approved 2003), "***Standard Test Method for Flexural Toughness and First-Crack Strength of Fiber-Reinforced Concrete***", Annual Book of ASTM Standards, Vol. 04.02, 2004; pp.1-8.

[14] M. I. Al-Jubory ,"***Experimental Study of Behavior of Reinforced Concrete Beams Strengthing Under Static and Impact Loads*** "M.SC. Thesis, Civil Engineering Department, University of Tikrit, 2012 ,pp.112

[15] W. R. Clough and J. Penzien,"***Dynamics Of Structures***" Computers & Structures, Inc., third edition, 2003.

المؤلف

مازن برهان الدين عبد الرحمن: استاذ مساعد في اختصاص هندسة الانشاءات – قسم الهندسة المدنية – كلية الهندسة – جامعة تكريت .حاصل على شهادة الماجستير من جامعة تكريت في اختصاص هندسة الانشاءات عام ١٩٩٨، و حاصل على شهادة الدكتوراه من الجامعة التكنولوجية في اختصاص هندسة الانشاءات عام ٢٠٠٧. عميد كلية الهندسة – جامعة تكريت للفترة ٢٠١١-٢٠١٤ وله العديد من البحوث المنشورة في مجلات محلية او عالمية.