

مقاومة الألواح الخرسانية المسلحة بالألياف للقوى الديناميكية

د.سعد فرحان صالح ماجد

مدرس

قسم الهندسة الميكانيكية - جامعة كركوك

الخلاصة

يهدف البحث إلى دراسة تأثير الأحمال الديناميكية بنوعيتها (الصدمة والعصف) على ألواح الخرسانة المسلحة بحديد التسليح الاعتيادي والألياف (الحديدية والزجاجية). لدراسة تأثير النسب الوزنية والحجمية للأنواع المختلفة من حديد وألياف التسليح لمقاومة قوى الصدمة والعصف ولتحقيق أهداف البحث تم إعداد برنامج عملي يتضمن تصنيع (24) لوح و (24) موشور بمتغيرات مختلفة.

فحص الصدمة ذو السرعة العالية تم إجرائه على ثمانية نماذج منها ومن خلال اطلاق عيار (14.7) مم ومن مسافة (63) متر. وقد أبدت ألواح ذات المحتوى 1.5% من الألياف الحديدية والطبقتان من (حديد قطر 8 مم كل 75 مم) مقاومة لمنع الخرق التام للاطلاق. وقد أدت إضافة الألياف والمشبكات الحديدية من تقليل التشطي و التقشر ونمو التشققات بالاضافة إلى مقاومتها لأحمال الصدمة. أما فحص العصف الحقلي الذي تم أجرأه على ثمانية نماذج أخرى ومن خلال استخدام شحنة زنة (100 غم) أبدت جميع الألواح وبالحدود الدنيا من محتواها من مشبكات حديد التسليح والألياف مقاومة للخرق التام بالاضافة إلى تقييدها لعدد وعرض وانتشار التشققات.

أما النماذج الثمانية المتبقية فقد تم إجراء فحص الصدمة المختبري عليها ذو السرعة الواطئة ممثلاً بكرة حديدية ساقطة من خلال هيكل حديدي اعد لهذا الغرض. النتائج أظهرت بوضوح ان استخدام الألياف بنوعيتها ومشبكات حديد التسليح تعزيز مقاومة الصدمة والمطيلية وسعة امتصاص الطاقة بنسب تصل إلى 400%, 600%, 1000% على التوالي وذلك باستعمال نسبة الياف حديدية 1.5%. أما تأثير الألياف على بعض الخواص الفيزيائية مثل مقاومة الانضغاط ومقاومة الشد (معامل التصدع) فلم يكن واضحاً, فمن خلال فحوصات معامل التصدع للمواشير وبالتحميل الوسطي لها فقد وجد ان مقدار التحسن في مقاومة الشد وباستخدام 1.5% نسبة حجمية من الألياف الحديدية و 0.75% من الألياف الزجاجية احدث زيادة على مقاومة الشد بمقدار 200%, 70% على التوالي.

وأما مقاومة الانضغاط التي تم قياسها على الأجزاء المتبقية من المواشير فقد وجد أنها تزداد وتنقص عند مقارنتها بالخرسانة العادية وبنسبة $\pm 6\%$ ، $\pm (20-30)\%$ من الألياف وباستخدام 1.5% نسبة حجمية من الألياف الحديدية و 0.75% من الألياف الزجاجية على التوالي.

الكلمات الدالة

خرسانة الألياف، احمال الصدم، احمال العصف، الاحمال الديناميكية

المقدمة

لقد برع أجدادنا قبل غيرهم في تسليح وتقوية وبناء منازلهم عندما استعملوا ألياف القصب والبردي^[1,2] وما رموزنا الحضارية إلا شواهد شاخصة مدى التاريخ تثبت للأجيال مدى تماسك وتفاعل سكان هذه الأرض مع العوامل المحيطة بهم. وفي عالمنا اليوم نجد إن هنالك العديد من الأبحاث التي تتناول استعمال الألياف بمختلف أنواعها في تحسين العديد من خواص الخرسانة المسلحة، ومنها زيادة تحمل الشد وزيادة قوة التماسك والمطيلية بالإضافة إلى زيادة قابلية الخرسانة لامتصاص الطاقة مع الحفاظ على قابلية تشغيل ملائمة وخرسانة متجانسة^[3,4].

إن جميع البحوث التي أجريت على الخرسانة المسلحة أعطت أكثر من دليل على مدى تحمل هذا النوع من الخرسانة لاستقبال وامتصاص الطاقة للجزء الأكبر من القوى الاستاتيكية المسلطة عليها^[5,6,7]. قد وجد الباحثون إن معرفة تصرف هذا النوع من الخرسانة المركبة تحت الأحمال الديناميكية (الصدم والعصف) سوف يرفد المسيرة العلمية بالمعلومة المختبرية و الحقلية. إن بحثنا هذا هو استمرار للمسار العلمي الذي يتناول استعمال الياف التسليح بنوعية الحديدي والزجاجي عندما يتم تعريض النموذج المصنع (ألواح من الخرسانة بإبعاد $75*75$ سم وبسمك 16 سم و 8 سم إلى موجات عصف^[8,9] من خلال شحنة زنة 100 غم يتم وضعها على مركز اللوح. أما اختبار الصدم فقد تم أجرأئه من خلال فحوصات مختبرية وحقلية، المختبرية أجريت على ألواح من الخرسانة المسلحة بإبعاد $75*75*8$ سم ومن خلال كرة حديدية ساقطة من ارتفاع 3 متر وذات وزن 10 كغم إما فحوصات الصدم الحقلية فقد تم أجرأئها لنماذج من الألواح الخرسانية المسلحة $75*75*8$ سم ومن خلال إطلاقه ذات قطر 14.7 مم تم إطلاقها بمسافة رمي 63 متر حيث إن كتلة الرصاصة 63 غم وسرعتها عند

الاصطدام هي (975)متر/ثانية (من جداول خاصة تعتمد على مواصفات الاطلاق وسلاح الإطلاق ومسافة الرمي) وهي تمثل اختبار لمقاومة الصدم ذوالسرع العالية^[10,11,12,13].

الجانب العملي

لقد تضمن الجانب العملي تصنيع ألواح خرسانية مسلحة بأبعاد (75*75)سم بسمك (8)سم و(16)سم، وقد استعملت ألياف حديدية مثنية (معدة) (cramped) ذات طول (30)مم وقطر (0.31)مم ونسبة خلط (1.5%) من حجم الخرسانة وكذلك ألياف زجاجية مشطورة (chopped fiber) class ذات طول (15)مم ونسبة خلط 0.75% من وزن الخرسانة والجدول (1) يوضح أنواع النماذج ورموزها وتفاصيلها ونسبة احتوائها على الألياف وحديد التسليح ذو القطر (8)مم. تم إجراء ثلاثة أنواع من الاختبارات اثنان حقلية أحدهما للصدم (impact) وباستخدام اطلاقه قطرها (14.7)مم وبمسافة إطلاق (63)متر عن اللوح وان هذا الفحص تم إجرائه على ثمانية من الألواح أعلاه وذات السمك (8)سم والشكل (1) يوضح شكل الاطلاق وهيكل الفحص الذي تم تثبيت الألواح الخرسانية عليه، إما الفحص الحقلي الآخر والذي هو فحص العصف فقد تم إجرائه على ثمانية أخرى من الألواح أعلاه أيضا والتي نصفها بسمك (8)سم والنصف الآخر بسمك (16)سم وباستخدام شحنة ذات زنة (100)غم تم وضعها على وجه اللوح وكما موضحة في الشكل (2). لم يتم نصب أي من الأجهزة الخاصة بالانحراف أو الانفصال (ناقل البيانات الخطي) أو قياس قوة العصف أو الصدم (خلايا التحميل) وذلك لعدم وجود ضمان لسلامتها عند الاختبار والتي جميعها يجب ان توصل بمسجل بيانات يتم برمجته لتسجيل جميع البيانات المطلوبة وبفترات زمنية منتخبة.

إما فحوصات الصدم المختبرية فقد تم إجرائها على ثمانية من ألواح أعلاه ذات السمك (8)سم حيث تم عمل هيكل حديدي اعد لهذا الغرض تم من خلاله إسقاط كرة حديدية بزنة (10)كغم ومن ارتفاع (3)متر وكما موضح في الشكل (3).

تم اخذ نماذج سيطرة تشمل مواشير بأبعاد (100*100*500)مم وبعدد أربعة وعشرون مؤشر (لكل نموذج فحص) وذلك لدراسة خواص الخرسانة المصنعة ومقارنتها مع الاعتيادية الداخلة في صناعة الألواح جميعها فحصت بعمر 28يوم وكانت معدل مقاومة الانضغاط بحدود 33نيوتن/سم² ولنسب خلط (2.3:1.7:1) و نسبة ماء/اسمنت بحدود 0.45، إما تفاصيل الركاب الناعم والخشن فهي

موضحة في جدول (2). مقاومة الشد لحديد التسليح الاعتيادي بقطر (8) مم فهي بحدود (420) نيوتن/مم².

النتائج العملية

لقد تم تدوين واخذ النتائج لكل نوع من الفحوصات الثلاثة التي تم إجرائها وكما يلي :

أ- فحص الصدم الحقلي: impact field test

تم تسجيل عمق التغلغل لكل نموذج وتحديد مساحة التقشر (scabbing) على الوجه المقابل للصدمة وكذلك مساحة التطاير لوجه اللوح وكما في الجدول (3).

ب- فحص العصف الحقلي: blast field test

تم دراسة عمق التطاير ومساحة التطاير بالإضافة إلى ظاهرة التقشر والتشققات وكما موضح في الجدول (4).

ت- فحص الصدم المختبري: impact laboratory test

تم قياس الهطول في نقطتين وباتجاهين متعامدين وذلك من خلال مقياس الهطول (LVDT) نوع CDP-50، وقوة الصدم المسلطة من خلال عدد الضربات المسببة لأنواع الفشل المختلفة والنتائج للنماذج الثمانية التي تم فحصها مختبريا موضحة في الجدول رقم (5).

مناقشة النتائج

(1)- فحوصات الصدم الحقلية

أ- من نتائج فحوصات الصدم الحقلية الموضحة في جدول (3) يمكن الاستدلال بوضوح إن نسبة الألياف الحديدية 1.5% من حجم الخرسانة مع استعمال طبقتي حديد تسليح بقطر (8) مم وبمسافة (75) مم هي كافية لمنع حدوث خرق تام لاطلاقه قطر (14.7) مم وبمسافة اطلاقه (63) م عن ألواح خرسانية سمكها 75 مم، وهذا ما أبدته النماذج (PL-2)، (PL-4) وهذا يظهر دور الالياف الحديدية في مقاومة قوى الخرق للاطلاقه حيث نجد حصول خرق تام للالواح الاخرى الغير مسلحه بالالياف الحديدية.

ب-ان الألياف الحديدية والزجاجية كان لها دور واضح في تقليل مساحة التدمير أي التطاير (spalling)، والتفشر (scabbing) عند مقارنتها بالنماذج الغير الحاوية على الألياف مثل (PL-6, PL-1) جدول (3).

ج-ان فعالية الألياف الحديدية هي أعلى من فعالية الألياف الزجاجية سواء في مقاومة قوى الصدم (تقليل مقدار التغلغل) أو تقليل مساحة الضرر.

د-ان دور جميع الألياف بنوعها هو واضح في تقليل عدد ومسافة تطاير الشظايا الخرسانية المنفصلة عند صدم الاطلاق للوح. والشكل (4) يوضح التشققات ومساحة التدمير لنماذج مختلفه من الالواح.

ه-ان لسرعة الاصطدام العالية للاطلاق والبالغة كمعدل (978) متر/ثانية دور ايجابي في تقليل مساحة التدمير لوجهي اللوح ولها دور سلبي في زيادة مقدار التغلغل في اللوح وهذا ما يؤكد المصدر [4].

(2) - فحوصات العصف الحقلية

أ-من النتائج الخاصة بفحوصات العصف الحقلية والموضحة في جدول (4) يمكن الاستدلال بوضوح بان دور الألياف بنوعها متقارب في مقاومة قوى الخرق لموجات العصف داخل الكتلة الخرسانية للالواح.

ب-لموجات العصف من سرع عالية تضاهي سرعة صدم الاطلاق ولكون الشحنة أو مصدر موجة العصف موضوع أصلا على وجه اللوح فان مساحة الضرر هي اقل عند مقارنتها بتأثيرات الصدم.

ج-لقد وجد ان بلاطه بسمك (160) مم من الخرسانة المسلحة بطبقتي حديد تسليح قطر (8) مم لكل (75) مم وباتجاهين وبطبقتين يكفي لمنع حدوث خرق تام لموجات العصف الناتجة من شحنة زنة (100) غم وكذلك كافي لمنع حدوث تقشر على الوجه الآخر من اللوح وهذا ما يمكن ملاحظته من النتائج المدونة في جدول (4) وللنماذج (PL-14, PL-11, PL-12, PL-13).

د-من دراسة ظاهرة التشقق بفعل قوى العصف فقد وجد بان التشققات على الوجه الخلفي لبلاطة أكثر عددا وانتشارا للنموذج (PL-16) غير الحاوي على الألياف الحديدية عند مقارنته مع النموذج (PL-15) الحاوي على نسبة 1.5% من الألياف الحديدية كما موضح في الشكل (5).

(3)-فحوصات الصدم المختبرية

أ- أظهرت نتائج فحوصات الصدم المختبرية والمشار إليها في جدول (5) بوضوح أن استخدام الألياف الحديدية و بنسبة 1.5% من حجم الخرسانة وكما نلاحظه للنموذج (PL-19) قد أعطت أحسن النتائج بما يتعلق من مقاومة تحمل عالية للصدم من خلال عدد ضربات المسببة للفشل أو التهشم للوح والبالغة (58)ضربة والمسببة للتقشر الابتدائي على الوجه الخلفي للوح والبالغة (16)ضربة للكرة الساقطة. أما تأثير حديد التسليح المحرز على قوة تحمل اللوح فنجد به بشكل واضح من خلال النتائج المتعلقة بالنماذج (PL-23,PL-24) حيث أبدت تحمل واطئ وذلك من خلال عدد الضربات المسببة للانهيال والبالغة 7 ضربات للكرة الساقطة.

ب- ان المساحة المتضررة على وجهي اللوح هي متقاربة بالنسبة للألواح الحاوية على نوعي الألياف (الحديدية والزجاجية).

ج- ان تحمل جميع الألواح للتشقق الابتدائي هو مقياس لمدى تحمل الخرسانة ومقاومتها للتشققات فقد وجد ان نتائج مقاومة التشقق الابتدائي متقاربة للنماذج (PL-19,PL-21) التي لا تحتوي على ألياف حديدية وان مدى تأثير استعمال الألياف الحديدية في تأخير ظاهرة التشقق الابتدائي واضحة وذلك من خلال عدد الضربات المسببة لهذا التشقق.

د- ان قطر التشققات المستمرة أو غير المستمرة يتجلى لنا بوضوح في الألواح التي لا تحتوي على الألياف الحديدية وكذلك كل ما يتعلق بالتقشر على الوجه الخلفي للوح نجده في الشكل (6) الخاص بالنماذج PL-17 الخالي من الألياف والنموذج PL-19 الحاوي 1.5% من الألياف الحديدية.

هـ- ان نتائج الهطول المشار إليها في الجدول (5) والتي تم أخذها عند مركز اللوح ومن خلال ناقل البيانات المتغير الخطي تظهر تأثير الألياف الحديدية على تقليص الانحراف الكلي في جميع مراحل الصدم، وان أحسن نتائج الهطول قد تم الحصول عليها عند استعمال الألياف الحديدية مع الحديد المحرز.

و- ان مدى تحسن المطيلية والتي تم حسابها على أساس نسبة الانحراف عند التقشر الابتدائي والانحراف المشاهد عند التشقق الأولي أصبح جلياً عند استعمال الألياف الحديدية مع الحديد المحرز، بينما نجد ان التحسن كان قليلا جدا عند استعمال الألياف الزجاجية كما موضح في الجدول (5) الخاص بالمطيلية للنماذج (PL-19,PL-18) .

ز-إن سعة امتصاص الطاقة الذي تم حسابه على أساس المساحة المحصورة تحت منحنى قوة الارتطام مع الانحراف في مرحلة التقشر الابتدائي، تحسن بوضوح عند استعمال الألياف الحديدية مع الحديد المحرز مقارنة باستعمال الألياف الزجاجية مع الحديد المحرز للنماذج (PL-19,PL-18).

ح-إن مقاومة الصدم للسرع الواطئة والممثلة بعدد الضربات وعلاقتها بالهطول يمكن إيجادها في الأشكال (7-14) حيث الألواح المعززة بمحتوى عالي من الحديد المحرز والألياف الحديدية يبدي مقاومة صدم أعلى وهطول أقل مقارنة بالألواح ذات المحتوى المماثل من الألياف الزجاجية حيث يبدي هطول أعلى مع مقاومة صدم أقل.

ط-إن المراحل الأربعة (التشقق الابتدائي والتقشر الابتدائي والتقشر النهائي والخرق التام) التي تظهر في الألواح المعرضة لقوى الصدم الممثلة بعدد الكرات الحديدية الساقطة تبدو واضحة في الشكل (15). حيث يلاحظ التحسن في الخواص أعلاه باستخدام الألياف الحديدية في النموذج (PL-19) حيث بلغ التحسن 5 مرات، 4مرات، 4مرات عند مرحلة التقشر الابتدائي والتقشر النهائي والخرق التام على التوالي.

(4)- فحوصات السيطرة النوعية

أ-إن التحسن في نتائج معامل التصدع (modulus of rupture) عند استعمال الألياف الحديدية في المواشير المعدة لتلك الخاصية والتي تم تسليط الحمل في منتصفها. كان واضحاً عند مقارنة مع النماذج المسلحة بالألياف الزجاجية.

ب-إن مقاومة الانضغاط التي تم حسابها على أساس فحص الانضغاط لأجزاء الموشور المتبقية من فحص معامل التصدع كان لها مدى تغيير (تحسن وتناقص) قليل باستخدام الألياف الحديدية لكن هذا المدى من التغيير كان كبيراً عند استخدام الألياف الزجاجية.

ج-بالرغم من أن نتائج معامل التصدع والمقاومة للانضغاط لنماذج السيطرة النوعية المأخوذة للألواح الخرسانية المسلحة والتي أبدت ارتفاعاً وانخفاضاً لخطات بنفس المواصفات إلا أن المصدر^[7] يؤكد أن هذه الخواص تزداد انخفاضاً مرور الزمن.

الاستنتاجات

1. إن فعالية الألياف الحديدية لمقاومة قوى الصدم ذات السرعة العالية (اطلاقاً 14.7م) هي أعلى من فاعلية الألياف الزجاجية لنفس القوى وهذا ربما يكون بسبب الترابط العالي ما بين مونة السمنت مع الألياف الحديدية الذي يبدأ أولاً من خلال التلاصق الفيزيائي ما بين مركبات الاسمنت ومكونات الألياف ثم يتبعه التداخل الميكانيكي الذي يبيده شكل الألياف الحديدية المنحنية وإن هذا الترابط يمنع انزلاق الخرسانة من الألياف وبالتالي يمنع تغلغل الاطلاقاة ويقلل مساحة التدمير.
2. إن سرعة الصدم العالية للاطلاقاة لها دوران ايجابي وسلبي هما تقليل مساحة التدمير وزيادة التغلغل في الهدف.
3. إن قوة العصف المسلطة على الألواح الخرسانية المسلحة بالألياف مهما كان نوعها لها تأثير متقارب لجميع الألواح اما الألياف فلها دور ايجابي في تقليل التشققات عدداً وقطراً واستمراراً وتقليل مساحة التدمير وكمية الأجزاء المتطايرة من وجهي اللوح الخرساني.
4. إن التحسن في المطيلية وسعة امتصاص الطاقة عند استعمال الألياف الزجاجية مع حديد التسليح المحرز كان قليلاً عند مقارنته بالتحسن الحاصل لتلك الخاصيتين عند استعمال الألياف الحديدية مع الحديد المحرز وكان هذا واضحاً بالنسبة للنموذج (PL-19) أبدى تحسن لخاصية المطيلية بحدود 1000%.
5. لقد بينت النتائج إن مساحة التدمير لقوى الصدم ذات السرعة الواطئة (كرة حديدية ساقطة) هي اكبر من مساحة التدمير لقوى الصدم ذات السرعة العالية وهذه هي إحدى ايجابيات السرعة العالية لقوى الصدم وتفسيرها إن قوى الصدم ذات السرعة العالية لا تترك الوقت الكافي لنمو التشققات الداخلية في بدن الخرسانة وبذلك تبدي تماسك داخلي ينعكس على مقاومة الخرسانة لقوى الصدم.
6. لقد أظهرت الفحوصات المختبرية بان النماذج المسلحة بالألياف الحديدية تحوي على تشققات ضيقة غير مستمرة وكثيرة وتتشقق جزئي بينما النماذج التي لها نفس المواصفات عند فحصها حقلياً ومن خلال قوى الصدم عالية السرعة تحوي على تشققات اقل عدداً وانتشاراً. وإن النماذج غير الحاوية على ألياف وتحت قوى الصدم العالية السرعة تحوي على تشققات أكثر عدداً وانتشاراً وأبدت تحت قوى الصدم الواطئة السرعة (كرة حديدية ساقطة) تشققات واسعة ومستمرة وقليلة العدد والتشقق كان كلياً.

7. إن تحمل قوى الصدم الواطئة السرعة قد تحسنت باستعمال (1.5% ألياف حديدية مع استعمال حديد محرز) بمقدار أكبر من 400%. أما عند استعمال (الألياف الزجاجية) قد تحسن بمقدار أكثر من 20% وهذا دليل يثبت ما تؤكدته اغلب المصادر^[5,9,12,13] عن فاعلية الألياف الحديدية في مقاومة قوى الصدم.

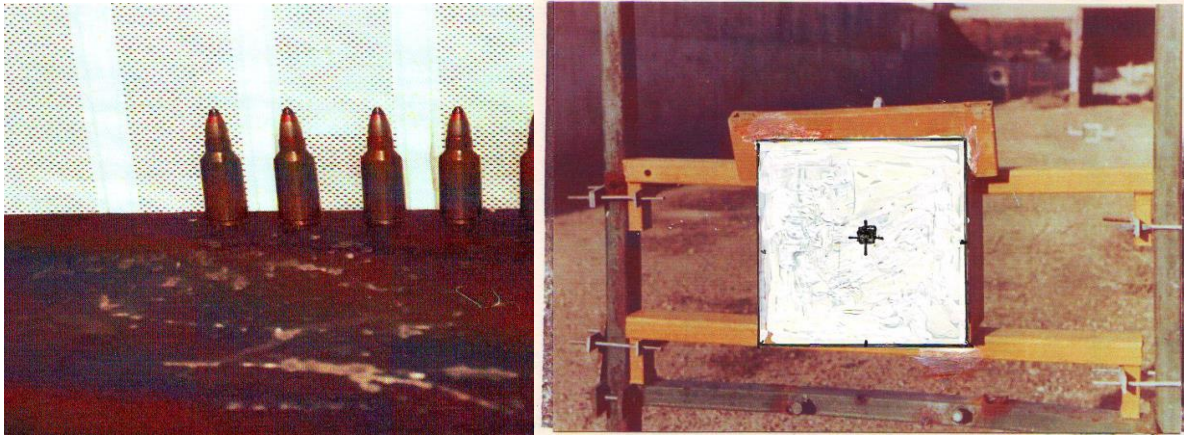
8. من نتائج فحص مقاومة الانضغاط على المواشير المصنوعة والممثلة لكل نموذج نجد أنها ازدادت وانخفضت باستعمال الألياف الحديدية بنسبة تتراوح $\pm 6\%$, أما باستعمال الألياف الزجاجية فان مقاومة الانضغاط ازدادت وانخفضت بنسبه تتراوح $\pm (20-30)\%$.

9. إن التحسن في خاصية الشد للخرسانة ممثلة بقياس معامل التصدع كان واضحا ووصل إلى نسبة تقريبا (200%) باستعمال الألياف الحديدية وبحدود (70%) عند استعمال الألياف الزجاجية.

المصادر

1. R.N.swamy,S.AL-taan,A.R.Ali “ steel fibers for controlling cracking and deflection ” , concrete international and construction ,Vol.1, No.8, PP.41-49,Aug.1979.
2. R.N.swamy “ , New building materials and components ” SYM POSIUM ,Baghdad-Iraq 22-25, Oct,1979.
3. Jaf, D.K.S, ” improvement of properties of steel fiber reinforced cementations composite ” , PhD. Thesis University of Baghdad, Baghdad, Iraq 2000.
4. Ganj ,M.S.J. , ” cement and concrete ” , Chapman and Hall , first edition , 1997.
5. ACI committee 544-4 R, ” Design consideration for steel fiber reinforced concrete ” , ACI structural Journal , Sep –oct .1988.
6. Neville, A.M., properties of concrete ” , person prentice hall, England, 2005 ,pp.109 -180.

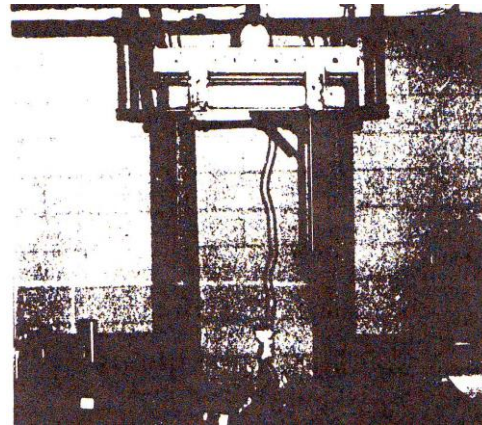
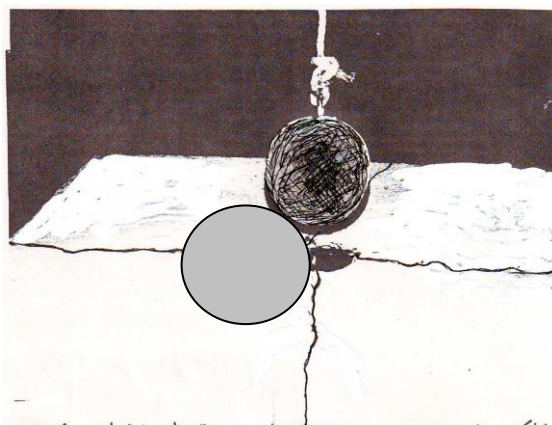
7. Mindess, s. , "High performance concrete and application " ,Edward Arnold, London ,1994 ,p.p. 1-23
8. Dede ,M., Dobbs ,N. , " structures to resist the effects of accidental explosions " , 1989 .
9. Haider, A.I., " strengthing of reinforced concrete structures subjected internal explosion " M.Sc. thesis , AL- Rasheed College (Military Engineering College), 2001 .
10. Zukus,J.a.,etal , " Impact Dynamics" ,proceeding of the first international conference ,Cambridge USA, 1989 .
11. AL-saigh,H.A. " affect of solid missiles on reinforced concrete targets " , M.Sc. thesis , AL-Rasheed college University of Technology , Sep , 1990 .
12. Pery, S.H." formation of full depth cracks in concrete slabs subjected to hard impact, proceeding of the first international conference, Cambridge USA, 1989.
13. Degan , p.p, " perforation of the reinforced concrete slabs by rigid missiles " , Journal of the structural division , ASCE , vol . 106 , ST7. P.P 1623 – 1642. July 1980



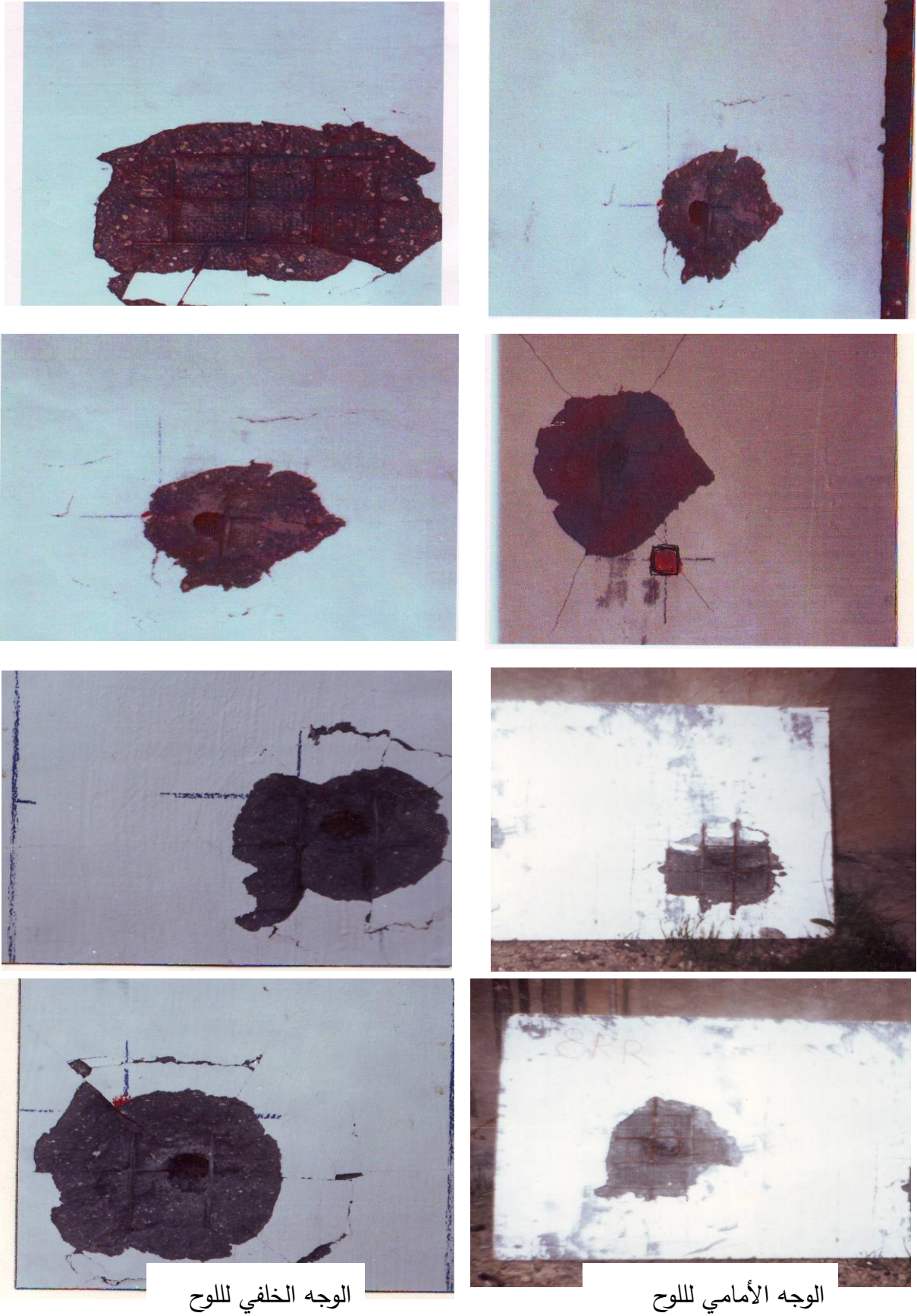
شكل (1) : هيكل فحص الصدم الحقلي مع اطلاقات



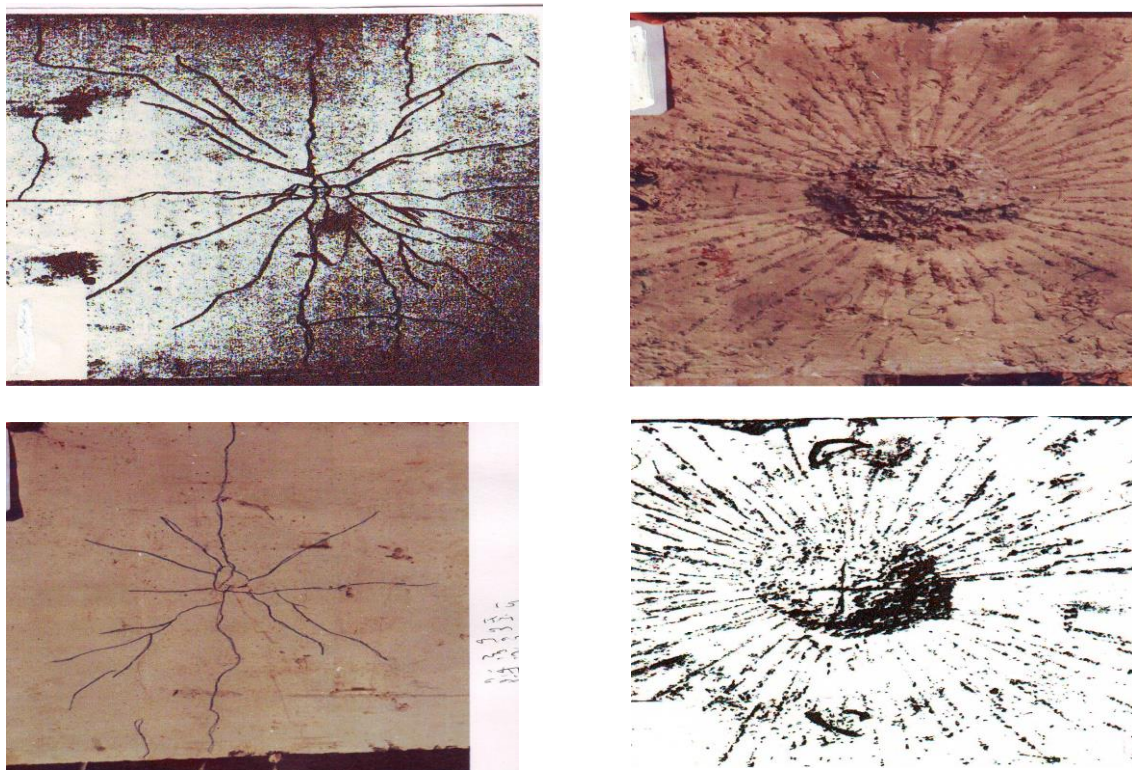
شكل (2): هيكل فحص العصف الحقلي مع شحنة الاختبار قبل وبعد التفجير للنموذج PL-10



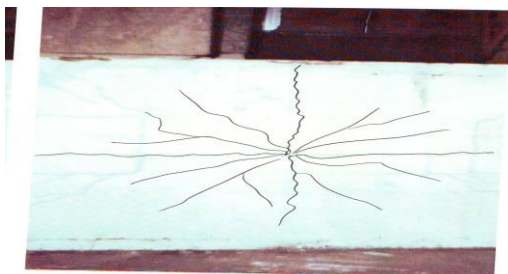
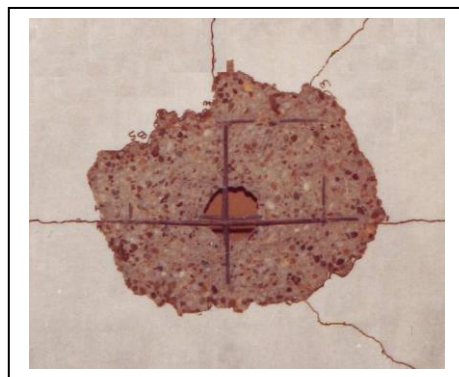
شكل (3): هيكل فحص الصدم المختبري مع الكرة الساقطة على النموذج PL-16



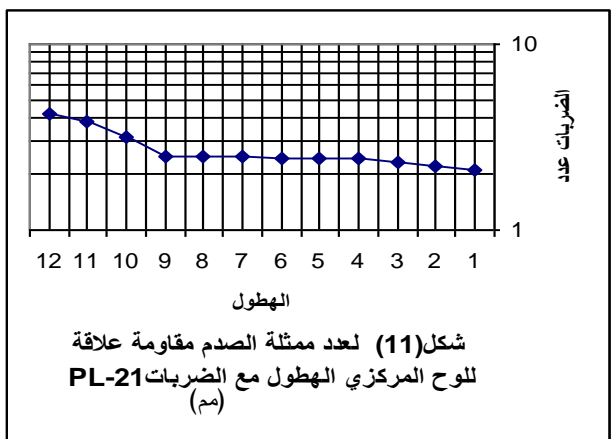
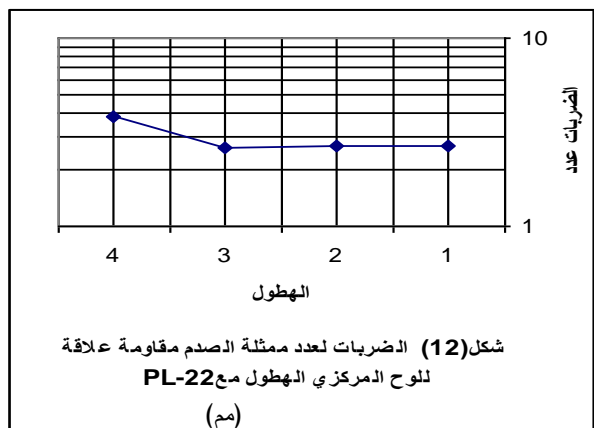
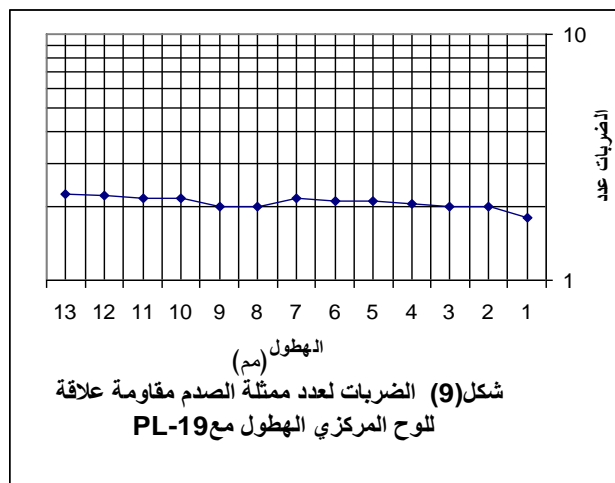
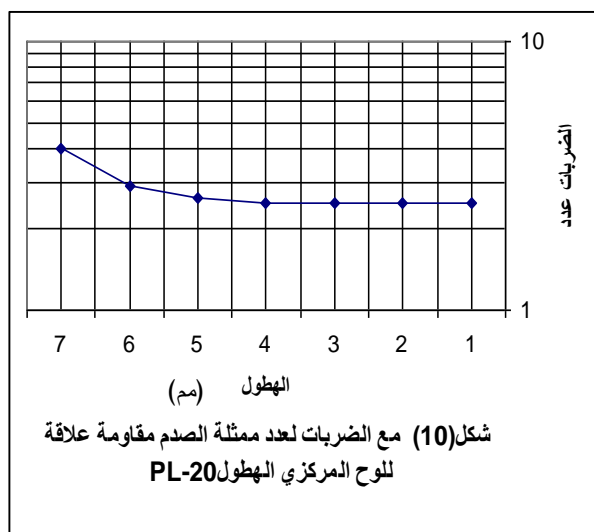
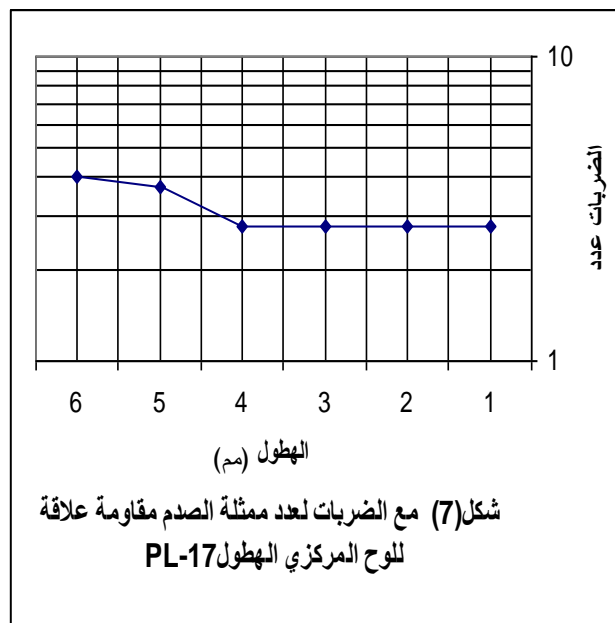
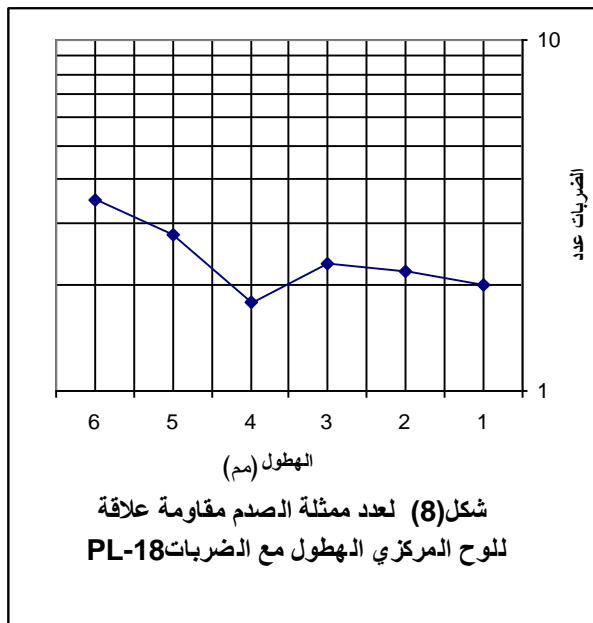
شكل (4) التشققات ومساحة التدمير لوجهي اللوح ولنماذج مختلفة من الألواح المعرضة لقوى الصدم

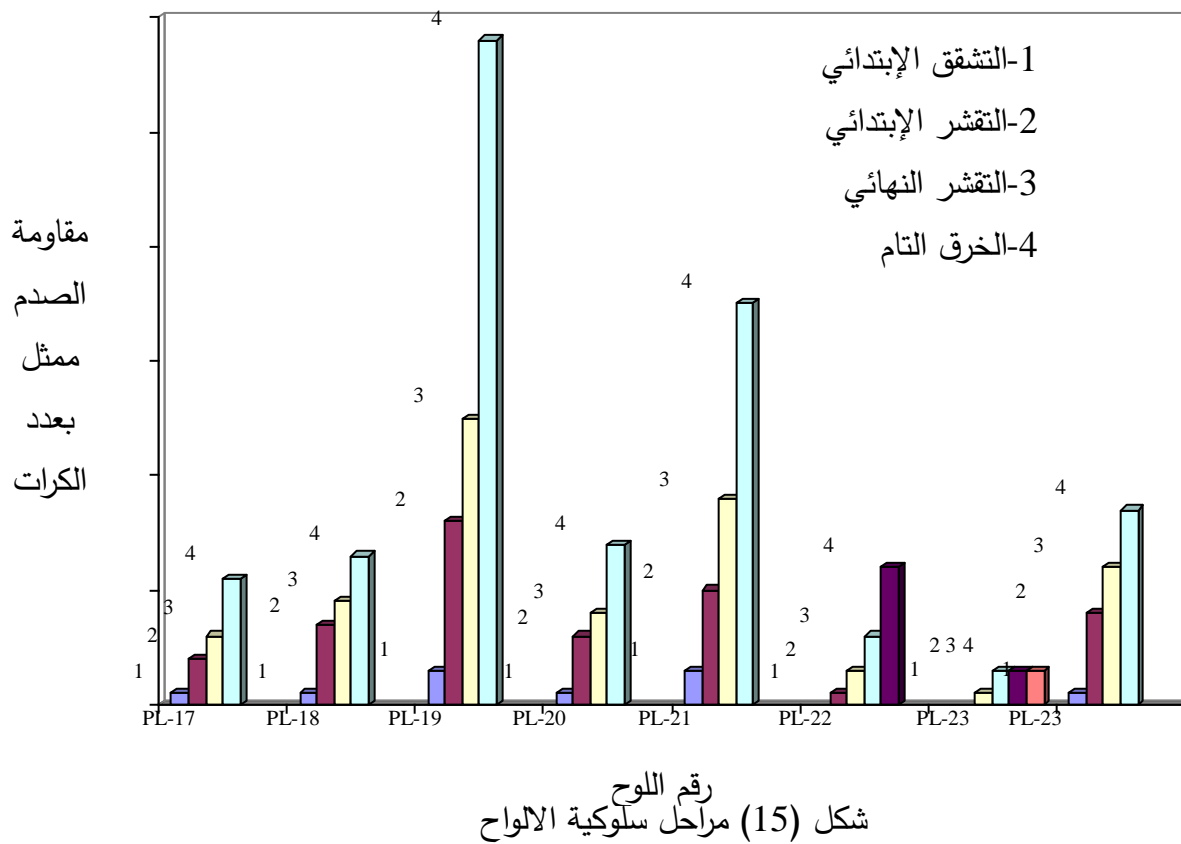
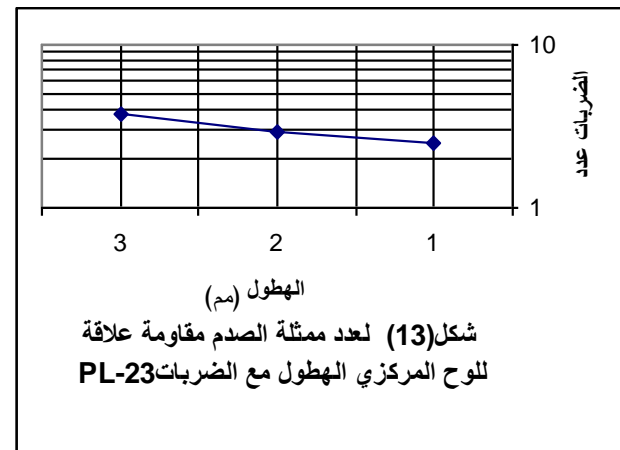
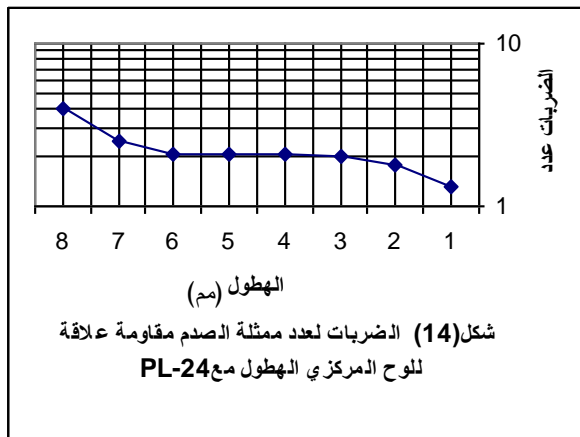


شكل (5) التشققات ومساحة التدمير لوجهي الألواح PL-16 و PL-15 المعرضة لموجات عصف وعلى التوالي



شكل (6): التطاير والتشقق لوجهي الألواح PL-17 و PL-19 المعرضة لقوى صدم ذات السرعة الواطئة (كرة حديدية ساقطة)





RESISTANCE OF FIBER REINFORCED CONCRETE PLATES TO DYNAMIC LOADS

Dr. Saad Frhan Salih Maged

Lecturer

Mech. Eng. Dept.-University of Kirkuk

ABSTRACT

The objective of this work is to study the effect of impact and blast dynamic loading upon concrete plates reinforced with normal deformed steel bars as well as steel or glass fibers. In order to examine the effect of using different volume and weight fractions of skeletal bars and steel or glass fiber reinforcements on the impact and blast resistance, 24 plates and 24 prisms were manufactured as test specimens.

A set consisting of 8 plates were tested under high velocity impact using 14.7 caliber bullets with a shooting distance of 63 m. The specimens with 1.5 % steel fiber and two layers of steel mesh (8 mm at 75 mm) have shown resistance to full perforation of the bullet. Improvements to the resistance to spalling, scabbing and crack growth have also been observed. Field blast testing was carried out on a second set of 8 specimens by using a charge of 100 gm located at the center of each specimen. All the plates were 160 mm thick and with had minimum reinforced of 0.75% glass fiber and a single layer of steel mesh (8 mm at 75 mm). Have shown resistance to full perforation of waves and have restricted the number, the width and the growth of cracks.

The last set of the remaining 8 plates was subjected to a low speed impact test performed by a falling steel ball. Test results clearly show the significant effect of using steel and glass fiber besides deformed bars to

enhance the impact resistance by 400 % and 20 % by using 1.5 % steel fiber and 0.75 % glass fiber resistance .Energy absorption capacity and ductility were also increased by 100 % and 600 % by using 1.5 steel fiber.

Chang in compressive strength of about ± 6 % and $\pm (20 - 30)$ % were observed by using 1.5% steel fibers and 0.75% glass fibers respectively.

The inclusion of 1.5% steel fibers and 0.75% glass fibers together with deformed steel bars have improved the tensile strength by 200% and 70% respectively.