

خُلاصة البحث

يقدم البحث دراسة نظرية وعملية لتصرف العتبات المركبة المكونة من مقاطع فولاذية (I-section) والمطمورة كلياً في الخرسانة المسلحة. يهدف البحث الى دراسة التصرف الإنشائي للعتبات المركبة تحت تأثير عزوم الانحناء وتأثير استخدام رباطات القص (shear connectors) المستعملة غالباً لنقل قوى القص الافقية بين الخرسانة و مقاطع الفولاذ. إضافة الى ذلك تم اجراء مقارنة بين عدة طرق مستخدمة لحساب مقدار مقاومة إجهادات القص الافقي في العتبات المطمورة.

في الجزء العملي تم إنشاء اربعة عشر نموذجاً لعتبات بسيطة الأسناد بأبعاد mm (180x280) وفحصها بأستخدام حمل مركزٍ مسلط في منتصف الفضاء، اثنا عشر نموذجاً بدون رباطات قص، حيث تم الاعتماد على قوة الاحتكاك الداخلي بين الخرسانة و مقاطع الحديد اضافة الى الترابط الطبيعي لنقل قوى القص الأفقية. تم استخدام اربعة مقاطع فولاذية مختلفة الاحجام (I-100x50, I-120x64, I-140x73, I-160x82) مع ثلاث مستويات مختلفة من قوة تحمل الخرسانة (27,34,41) MPa. تم اختبار وجود رباطات القص عن طريق فحص نموذجين مجهزين بالرباطات أحدهما باستخدام مقطع (I 100x50) والاخر باستخدام مقطع (I160x82).

تم دراسة عدد من المتغيرات في هذه الدراسة منها نسبة عمق المقطع الفولاذي/عمق العتبة الكلي (d_3/D)، نسبة عرض المقطع الفولاذي/عرض العتبة الكلي (b_f/B)، تأثير مقاومة الخرسانة (f'_c)، تأثير وجود رباطات القص و مقدار مطاوعة العتبة المركبة.

أظهر الجانب العملي للبحث إن الأنزلاق الداخلي بين المقطع الفولاذي والخرسانة المحيطة به قليل وليس تأثير يذكر على التحمل الأقصى للعتبة المركبة ، كما وأن التحمل الفعلي للعتبات كان أكبر من التحمل الاقصى المحسوب بنسبة 1.25 ، 1.20 ، 1.10 ، 1.20 للمجاميع الاربعة من العتبات المركبة وأن زيادة قوة الخرسانة من 25 الى 40 MPa أدى الى زيادة تحمل العتبات بنسبة 10% . أثبت التجارب العملية إن تأثير رباطات القص على التصرف الإنشائي قليل حيث كان التحمل الاقصى للعتبات المجهزة وتلك غير المجهزة بالرباطات تقريبا متساوٍ ، كما أظهرت جميع العتبات فشلاً من النوع الانحنائي

حيث ظهرت التشققات في منطقة العزم الاكبر في اسفل العتبات ونمت الى الاعلى بزيادة الحمل الى ان حدث تهشم في الخرسانة في الجزء الاعلى تحت الحمل في المراحل النهائية من التحميل .

في الجانب النظري تم تحليل العتبات بصورةٍ لا خطيةٍ بطريقة العناصر المحددة وباستخدام الاصدار الثامن من البرنامج التحليل الانشائي المسمى (ANSYS) لدراسة التصرف الحقيقي للعتبات المطمورة وأيجاد الاجهادات في حديد التسليح و المقاطع الفولاذية بالاضافة الى الخرسانة وحساب الهطول. حيث اخذ بنظرالاعتبار التصرف اللاخطي للخرسانة عن طريق ادخال منحنى الاجهاد-الانفعال وكذلك تشقق وتهشم الخرسانة تحت تاثير الاحمال في مستويات مختلفة. تم استخدام العنصر solid65 لتمثيل الخرسانة والذي يحوي على ثمان عقد في كل عنصر.

تم استخدام العنصر shell43 لتمثيل مقاطع الحديد ؛ حيث يتميز هذا العنصر بتقبل التصرف الاخطي عن طريق ادخال معامل المرونة وأجهاد خضوع الحديد بالاضافة معامل اللدونة بعد الخضوع. أما قضبان التسليح فتم تمثيله باستخدام العنصر link8 والذي يقبل التصرف الانشائي اللاخطي وبشكل مشابه الى مقاطع الحديد. مقارنة النتائج العملية والنظرية اظهر تقاربا مقبولا في منحنى الاحمال-الهطول وتم ايجاد الاجهادات في حديد التسايح و مقاطع الحديد والخرسانة.