

الخلاصة

يعتبر استخدام النانو سليكا (كمادة مضافة في صناعة الخرسانة) تكنولوجيا حديثة . فقد أثبتت الفحوصات أهمية هذه المادة في تحسين الخواص الميكانيكية للخرسانة المتصلبة . وتلاقي هذه المادة في الوقت الحاضر رواجاً في الاستخدام بفضل هذه الميزات . تقدم الدراسة الحالية بحثاً حول سلوكية القص وإيجاد حملي التشقق والقص الأقصى لعروضات مصنوعة من خرسانة المساحيق الفعالة المطعمة بنانو السليكا (Nanosilica Reactive Powder Concrete NSRPC) .

تناولت الأطروحة أربعة أجزاء:

يتضمن الجزء الأول دراسة عملية لإيجاد تأثير نسب مواد الخلط على الخواص الميكانيكية لهذه الخرسانة مقاومة الانضغاط (f'_{cf}) وإجهاد الشد الانفلاقي (f_{spf}) و معايير الكسر (f_{rf}) ومعايير المرونة (E_{cf}) حيث شملت المتغيرات نسبة محتوى النانو سليكا (NS) (٠ و ١% و ٢% و ٣%) ومحتوى رغوة السليكا SF (٥% و ١٠% و ١٥%) والنسبة الحجمية للألياف الفولاذية (Vf) (٠ و ١% و ٢%) .

يتضمن الجزء الثاني صب وفحص ستة عشر عارضة من الخرسانة الجديدة NSRPC . وضعت العارضات على مرتكزات بسيطة وفحصت تحت تأثير قوتين مركزيتين لغاية الفشل . استبعد استخدام حديد قص في كل العتبات (ما عدا واحدة) وتم تسليح جميع العارضات بقضبان فولاذ طولية ذات مساحة مقطع كافية لضمان فشل هذه العارضات بالقص . تم دراسة سلوكية القص لهذه العارضات تحت تأثير نوعين من المتغيرات ، النوع الأول هو متغيرات مواد الخلط الأنفة الذكر (Vf, SF, NS) والنوع الثاني هو متغيرات العارضة التي شملت نسبة التسليح الفولاذ الطولي ρ ونسبة فضاء القص إلى العمق الفعال (a/d) وكذلك تأثير استخدام حديد القص (stirrups) .

تم في كل فحص قياس وتسجيل سعة القص (V_{cr}) (عند ظهور أول تشقق) ومقاومة القص القصوى (V_u) (عند الفشل) وبعض القياسات الأخرى مثل الأود عند الحمل الأقصى وعرض التشقق الأقصى وانفعالات الشد القصوى الطولية والقطرية.

أعطت متغيرات مواد الخلط النتائج العملية الآتية:

- ١- عندما زيد (NS) من ٠% إلى ٣% كانت النسب المئوية للزيادات كما يلي :
 f'_{cf} في ٣١.٣% و f_{spf} في ٤٥.٣% و f_{rf} في ٥٠% و E_{cf} في ١٣.٤% و V_u في ٢٥.١% .
- ٢- عندما زيدت (SF) من ٥% إلى ١٥% كانت النسب المئوية للزيادات كما يلي :
 f'_{cf} في ١٢.١% و f_{spf} في ٧.٨% و f_{rf} في ١٢.٢% و E_{cf} في ٥.٤% و V_u في ١٠.٧% .
- ٣- عندما زيدت (Vf) من ٠% إلى ٢% كانت النسب المئوية للزيادات كما يلي: ٦٠.٨% في f'_{cf} و ٢٤.٥% في f_{spf} و ٢٧% في f_{rf} و ٢٤.٤% في E_{cf} و ١٩.٩% في V_u .

٤- في حالة الغياب المشترك ل (NS) و (Vf) من الخلطة فان النسبة المئوية للنقصان هي كما يلي :

٥٢.٤% في f'_{cf} و ٧٨.٨% في f_{spf} و ٨١.١% في f_{rf} و ٢٨.٨% في E_{cf} و ٧٤% في V_u .

اعطت متغيرات العارضة النتائج العملية الآتية:

١- عندما زيدت (ρ) من ٠.٠٧٤٢ الى ٠.٠٩١١ زادت سعة القص القصوى V_u للعتبة بنسبة ٢١.٩%.

٢- عندما قلت النسبة (a/d) من 3.5 الى 2.5 زادت V_u بنسبة ٥٤.٦% (لحالة $Vf=2\%$) ونسبة ٤٨.٦% (لحالة $Vf=1\%$).

٣- عندما استخدم حديد قص قطر ٦ ملم على مسافات ٨٥ ملم مركز لمركز في فضائي القص للعتبة ، زادت V_u بنسبة ٩٤.٩% .

في الجزء الثالث من البحث ،اجري تحليل العناصر المحددة اللاخطي (من خلال برنامج ANSYS ، إصدار ١١) للحصول على حل عددي للأداء الإنشائي لعارضات (NSRPC) الستة عشر . لقد وجد ان الحل العددي لبرنامج (ANSYS) كان متطابقا بشكل معقول مع النتائج العملية.

اما في الجزء الرابع من البحث فقد تم استخدام البرنامج الإحصائي (SPSS) إصدار ١٨ لإجراء

التحليلات التطابقية للنتائج العملية. وعلية فقد تم الحصول على معادلات تجريبية لاحتساب f'_{cf} و f_{spf} و E_{cf} و V_u . لقد وجد ان المعادلات التجريبية المقترحة هذه تعطي تطابقا جيدا مع نتائج الفحوصات وكذلك مع طرق سابقة.