

جامعة دمشق

المعهد العالي للدراسات والبحوث الزلزالية

قسم الهندسة الإنشائية الزلزالية



رسالة ماجستير في الهندسة الإنشائية الزلزالية

بعنوان

دراسة حساسية المواد الرابطة في الأبنية الحجرية لسرعة التشوه

بتأثير أحمال ضاغطة

إعداد: المهندسة ريم حافظ

دبلوم في الهندسة الإنشائية

إشراف

الأستاذ الدكتور المهندس

ادوارد شديد

كانون الثاني ٢٠١١

الملخص Abstract

تخضع المنشآت بشكل عام لحمولات ستاتيكية على مدى زمني طويل بالإضافة إلى حمولات ديناميكية بتأثير زمني قصير وترتبط الحمولات الديناميكية بصدم الأجسام أو الرياح الشديدة أو الهزات الأرضية وبأنواع أخرى من الصدمات.

تأخذ هذه الرسالة بعين الاعتبار حساسية الملاط على الضغط من أجل سرعات تشوه توافق حمولات الصدم. تختلف معدلات التشوهات باختلاف طبيعة الأحمال التي يتعرض لها المنشأ ويختلف سلوك المواد الميكانيكية والديناميكية تبعاً لطبيعة الأحمال. كما تختلف طرائق الاختبار من دراسة لأخرى باستخدام الحمولة الديناميكية مثل جهاز النواس الثقلي أو جهاز صدم الكتلة والأجهزة الهيدروليكية أو جهاز قضبان هوبكنسون.

إن استخدام قضبان هوبكنسون يعطي تقديرات جيدة تبين مدى موافقتها للدراسات النظرية المقترحة لسلوك العينة وظروف التجربة وخاصة شكل الانهيار والمقاومة العظمى للمادة المختبرة الذي تلعبه شروط الاتصال بين العينة وقضبان هوبكنسون.

الهدف من البحث هو تحديد معامل يونغ للملاط الاسمطي في الحالة الديناميكية و تحليل آلية استجابة الملاط عند تعرضه لأحمال ضاغطة بسرعات تشوه مختلفة واقترح نموذج لوصف آليات هذه الاستجابة وحساب معامل الزيادة الديناميكي.

تناول البحث دراسة تحليلية لتحديد آليات استجابة الملاط لسرعات التشوه المختلفة مع الأخذ بعين الاعتبار تأثير التحطم الداخلي له، وتم وضع النموذج الرياضي الذي يصف هذه الاستجابة. دلت الدراسة التحليلية أن سلوك الملاط يعتمد على سرعات التشوه، وان استجابة الملاط تختلف باختلاف سرعات التشوه فمن أجل السرعات العالية تكون زيادة الاجهادات كبيرة مقارنة مع مثيلاتها من أجل السرعات المنخفضة كما يبينه ميل منحنى الإجهاد مع سرعة التشوه. هذا يعني أنه من أجل سرعات تشوه محددة فان استجابة الملاط الخاضع لحمولات ضاغطة تتم وفق عدة آليات (ميكانيزمات) مختلفة. ففي حالة التحميل شبه الستاتيكي فان سلوك الملاط يخضع لقانون هوك وفي حالة التحميل بسرعات تشوه كبيرة يظهر الملاط سلوكاً مرناً لزجاً مماثل لسلوك البوليميرات.

يمكن التعبير عن السلوك المرن اللزج اللاخطي للملاط حسب النموذج المقترح الذي يتألف من نابض مرن بالإضافة إلى عنصري ماكسويل (نابض ومحمد مربوطين على التسلسل). وتم تبسيط النموذج السابق إلى عنصر ماكسويل واحد بالإضافة إلى عنصر هوك مكافئ.

إن نسبة مساهمة σ_0 التي تمثل استجابة الملاط في الحالة المرنة تساوي حوالي ٥٠% وذلك من أجل سرعات التشوه المنخفضة وشبه الستاتيكية ثم تتناقص في مجال سرعات التشوه المرتفعة حتى تصل إلى ٢٥% عند سرعة تشوه $1000S^{-1}$.

كذلك الأمر فيما يتعلق بنسبة مساهمة σ_1 التي تمثل استجابة الملاط لسرعات التشوه المنخفضة وشبه الستاتيكية فإن مساهمتها تساوي حوالي ٥٠% وذلك من أجل سرعات التشوه المنخفضة وشبه الستاتيكية ثم تتناقص في مجال سرعات التشوه المرتفعة حتى تصل إلى ٢٥% عند سرعة تشوه $1000S^{-1}$.

ان نسبة مساهمة الاجهادات الناتجة عن الاستجابة لسرعات التشوه العالية σ_2 تكون مهملة في الحالة شبه الستاتيكية، وتزايد مع سرعات التشوه فتصل مساهمتها الى ٥٠% .

في النموذج المعدل لسلوك الملاط الاسمطي فان نسبة مساهمة σ_a التي تمثل استجابة الملاط المكافئة ل σ_0 و σ_1 تكون ثابتة من أجل مختلف سرعات التشوه ولا توجد فوارق تذكر بين نتائج الحساب بين النموذجين العام والمعدل.

كما تم حساب معامل الزيادة الديناميكي والذي بلغ حوالي الضعف عند التحميل بسرعات تشوه عالية.

ABSTRACT

The Buildings are generally subjected to static loads over a long time in addition to dynamic loads for short time. The dynamic loads are such as Impacts, winds or earthquakes and other types of shocks.

This paper deals with the sensitivity of the mortar under pressure loads for strain rate in order to impact loads. The strain rates variety depending upon the nature of the loads, and the mechanical and dynamical behavior of materials varies according to nature of the loads. The test methods also differ from one study to another according to the dynamic load such as a pendulum or hammer striking on specimen and hydraulic devices or Hopkinson pressure bars. The use of the Hopkinson bars gives good estimates, that shows the approval of the proposed theoretical studies about the behavior of the specimen and experimental conditions, especially the form of collapse and the maximum strength of the tested material. Maximum strength is related to the conditions of contact between the sample and the Hopkinson bars.

The objective of this research is to determine the Dynamic Young's Modulus of the cement mortar and to analyze the mechanisms of the dynamic response of mortar when exposed to pressure loads with different strain rates and to propose a model that describes the mechanisms of this response and to calculate the dynamic increase factor.

Studying of the mechanical behavior of cement mortar depends on the strain rates, and the response of mortar vary according to the strain rates too. This means that in the range at high strain rates the response of mortar will be bigger than of that at low strain rates .That is clear in the stress-strain rate curve which shows mechanical behavior of cement mortar. This means , there are different mechanisms for each interval of strain–rate studied. In the case of quasi-static loading, the behavior of mortar will be calculated according to Hooke's law, and in the case of load at high strain rates the mortar shows a different behavior. The non-linear visco-elastic behavior for mortar can be expressed in proposed model, which consists of a flexible spring in addition to two Maxwell elements. Each Maxwell element consists of a spring and a damper (piston) tied to the sequence.

The previous model can be simplified to a single Maxwell element in addition to an equivalent spring.

The results indicated that the response of mortar vary according to strain rate. For high strain rate the increase in stresses is higher compared with those for low strain rate and quasistatic load.

The percentage of σ_0 , which represents the response of mortar in the elastic phase, is equal about 50% for low and quasistatic strain rates. It

decreases until 25% for high strain rate 1000 s^{-1} .

Similarly the percentage of σ_1 , which represents the response of mortar for low strain rates, is equal about 50% at low and quasistatic strain rates. It decreases until 25% at high strain rate $=1000 \text{ s}^{-1}$.

The percentage of σ_2 , which represents the response of mortar at high strain rate, is neglected at quasistatic Load and low strain rates, but it increases at high strain rates and reaches until 50%.

For the modified model of the behavior of cement mortar, the percentage of σ_a , which is equivalent to σ_0 and σ_1 , is constant for the different strain rate. There was a little difference between the general and the modified model. So the difference between the two models are neglected.

The dynamic increase factor is calculated, which gave similar results to the results of reference studies.

Finally it will be recommend, that the local materials should be tested by laboratories, which are created for studying their behavior under impact loads.

Keywords: Mortar, Masonry, high strain-rate, Impact Load, Hopkinson bar, Young's Model, visco-elastic.