

## **CARACTÉRISATION EXPÉRIMENTALE DE L'ENDOMMAGEMENT EN FATIGUE D'UN BÉTON BITUMINEUX RENFORCÉ À L'AIDE DE GÉO-GRILLES**

Ioana ARSENIE, Cyrille CHAZALLON, Jean-Louis DUCHEZ

L'objectif de ce travail consiste à caractériser expérimentalement le comportement en fatigue d'un béton bitumineux renforcé à l'aide des grilles en fibre de verre (géo-grilles). Le travail est basé sur une campagne expérimentale de 38 essais de fatigue alternée en flexion en quatre points (4PB), respectivement : 18 essais sur des éprouvettes en béton bitumineux non-renforcée (NR) et 20 essais sur des éprouvettes en béton bitumineux renforcé (R) à l'aide de deux géo-grilles. Toutes les éprouvettes sont fabriquées en trois couches. Les essais sont réalisés à 10°C avec une fréquence de 25Hz, conformément à EN 12697-24, 2012. Cette étude a permis de montrer que la présence des géo-grilles retarde la propagation des fissures et augmente la durée de vie en fatigue conventionnelle du béton bitumineux.

## **EXPERIMENTAL CHARACTERISATION OF THE FATIGUE DAMAGE OF A GEOGRID REINFORCED ASPHALT CONCRETE**

*The objective of the presented study is to characterise experimentally the fatigue behaviour of an asphalt concrete reinforced with coated glass fibre grids or geogrids. This study is based on an experimental campaign made of 38 four point bending (4PB) fatigue tests, performed with fully reverse loading, at 10°C with a frequency of 25Hz, according to the European standard EN 12697-24, 2012. The 38 fatigue tests contain 18 tests performed on asphalt concrete specimens and 20 tests performed on geogrid reinforced asphalt concrete specimens. Both non-reinforced and reinforced asphalt specimens are tri-layered beams. This study permitted to show that the presence of geogrids retards fatigue crack propagation and increases the conventional fatigue life of the asphalt concrete.*

## **INFLUENCE DES PARAMÈTRES RHÉOLOGIQUES DES BÉTONS AUTOPLAÇANTS SUR LEUR DURABILITÉ**

B. AÏSSOUN, K. KHAYAT, J.-L. GALLIAS, A. KACI

Les paramètres de formulation et les conditions de consolidation sont des facteurs déterminants pour la durabilité des bétons conventionnels vibrés. Dans le cas des bétons autoplaçants (BAP), grâce à leur grande fluidité, la mise en place dans les coffrages a lieu par écoulement libre sous l'effet de leur poids propre. Leur consolidation dans les coffrages se fait sans vibration. Il est donc légitime de penser que, les paramètres rhéologiques des BAP ont une influence importante sur les propriétés qui déterminent la durabilité. Cet article étudie les liens possibles entre les paramètres rhéologiques des BAP et leur durabilité. Les résultats montrent qu'il existe une corrélation forte entre l'indice de viscosité du modèle d'Herschel Bulkley et la sorptivité mesurée à différents intervalles. Très probablement, la viscosité agit sur le volume relatif des pores capillaires de gros diamètres.

## **INFLUENCE OF RHEOLOGICAL PARAMETERS ON DURABILITY OF SELF CONSOLIDATED CONCRETE**

*Mix design and consolidation are key factors for durability of conventional vibrated concrete. Due their fluidity self-consolidating concrete (SCC) casting is done by free flow under the effect of their own weight and consolidation is done without vibration. It is reasonable to expect that the rheological parameters of the SCC have a significant influence on the properties that determine durability. This paper investigates the possible links between the rheological parameters and durability of SCC. The results show that there is a strong correlation between viscosity with Herschel Bulkley model and sorptivity measured at different intervals. Most likely, viscosity influence relative volume of capillary pores of large diameters.*

## **ÉVALUATION DU DEGRÉ D'ACTIVATION D'UNE ARGILE TRAITÉE THERMIQUEMENT UTILISÉE COMME ADDITION POUR LA FABRICATION D'UN ÉCO-CIMENT**

Mohammed SILINE, Elhem GHORBEL, Mekki BIBI

L'activité pouzzolanique est le processus chimique qui génère, au cours de l'hydratation du ciment, la naissance des nouveaux silicates de calcium hydratés (CSH). Ce travail vise à activer thermiquement une argile pour fabriquer une pouzzolane artificielle qui mélangée avec le clinker permettra d'obtenir un ciment conforme aux normes. L'optimisation du cycle de traitement thermique est obtenue en faisant varier les températures, les temps de maintien, et à travers les changements structuraux par DSC, ATG, IRTF de suivre l'évolution des résistances mécaniques. On montre que la pouzzolanité optimale est obtenue si l'argile est calcinée à 700°C pendant 5 heures.

## **THERMAL ACTIVATION DEGREE OF CLAY USED AS ADDITION FOR THE ELABORATION OF AN ECO-CEMENT**

*The pozzolanic activity is the chemical process which generates, during the hydration of cement, new calcium silicate hydrates (CSH). This work aims to activate thermally clay in order to obtain an artificial pozzolan which can be incorporated to manufacture cement obeying to standards. The optimization of the calcinations is achieved by varying the temperature and holding time and through monitoring structural changes by DSC, TGA, FTIR as well as by assessing the evolution of mechanical strengths. It is shown that the optimal pozzolanicity is obtained if the clay is calcined at 700 ° C for 5 hours.*

## **MODÉLISATION ANALYTIQUE DES PHÉNOMÈNES D'INTERACTION SOL-STRUCTURE**

Bakri BASMAJI, Olivier DECK, Marwan AL HEIB

Cet article a pour objectif de développer un modèle analytique permettant de prévoir la flèche maximale d'un bâtiment induite par un mouvement de terrain en prenant en compte les phénomènes d'interaction sol-structure. Un objectif spécifique est d'étudier l'influence de la prise en compte du cisaillement

dans le sol pour le calcul de la flèche maximale du bâtiment. Le sol est modélisé avec un modèle à un paramètre (modèle de Winkler) ou deux paramètres (modèle de Pasternak). Le bâtiment est modélisé par une poutre d'Euler-Bernoulli avec une charge uniforme reposant sur un sol qui subit une courbure qui reproduit les déplacements en champ libre du terrain. Une section est dédiée au calcul des paramètres des modèles de sol en fonction des propriétés élastiques.

#### **ANALYTICAL MODEL OF THE SOIL-STRUCTURE INTERACTION**

*This paper aims to develop an analytical model which can predict the building-relevant deflections induced by a subsidence by taking into account the phenomena of soil-structure interaction. A specific objective is to study the influence of shear deformations in the ground over the final building deflection. The soil is then alternatively modelled with the Winkler one-parameter model or the Pasternak two parameters model and the building is modelled with a Euler-Bernoulli beam with uniform load and lying upon an initial ground curvature equivalent to the free field ground movements. A section is dedicated to the determination of the parameters values of the soil model in relation to the elastic mechanical properties of the ground.*

#### **RÉPARATION DE MOLASSE PAR UNE PIERRE ARTIFICIELLE : MESURE SUR SITE DES CONDITIONS ENVIRONNEMENTALES ET DE LEURS IMPLICATIONS DANS LA PIERRE**

Thibault DEMOULIN, Fred GIRARDET, Robert J. FLATT

Des pierres artificielles produites à partir de poudre de pierre et de résine acrylique ont été utilisées lors de la restauration de l'église catholique Notre-Dame de Vevey (Suisse) pour le reprofilage de molasse, un grès largement utilisé dans les monuments suisses. Une campagne de mesure sur ce site a débuté en juillet 2013 pour quantifier les conditions environnementales auxquelles sont exposées les pierres artificielles et naturelles. Des mesures de température et d'humidité relative sont effectuées depuis la surface jusqu'à une profondeur de 6.7 cm dans le mur, sur une façade ouest exposée à des cycles de mouillage et séchage. Les quantités de pluie battante, ruisselante et absorbée dans la pierre sont également mesurées. Cette communication présente le dispositif de mesure utilisé et les premiers résultats obtenus pendant les mois d'été et d'hiver 2013. Leur implication en termes de durabilité dans les pierres naturelle et artificielle est considérée.

#### **RE-PROFILING OF ALTERED BUILDING SANDSTONES: ON-SITE MEASUREMENT OF THE ENVIRONMENTAL CONDITIONS AND THEIR EVOLUTION IN THE STONE**

*Artificial stones produced from stone powder and acrylic resin have been used during the restoration of the catholic church Notre-Dame de Vevey (Switzerland) for the reprofiling of molasse, a sandstone widely used in the Swiss built heritage. A measurement campaign began in July 2013 to quantify the environmental conditions to which the artificial and natural stones are exposed. The temperature and relative humidity are measured from the surface to a depth of 6.7 cm in the wall, on a West façade exposed to wetting and drying cycles. The amounts of wind-driven rain, run-off and absorbed water are also measured. This communication presents the instrumentation and the first results obtained from July 2013 to January 2014. Their implication in terms of durability in the natural and artificial stones is considered.*

#### **ÉCOULEMENT DE BÉTON DANS UN V-FUNNEL COUPLÉ À UN CANAL HORIZONTAL EN PLEXIGLAS**

M. BENAICHA, O. JALBAUD, X. ROGUIEZ et Y. BURTSCHHELL

Le développement technologique des rhéomètres vise essentiellement une caractérisation rhéologique complète permettant une caractérisation d'ouvrabilité sans avoir recours aux tests empiriques. Par contre, l'utilisation d'un rhéomètre sur chantier est une opération très complexe. Outre les moyens empiriques classiques, dans notre étude nous avons développé un autre moyen de caractérisation rhéologique : c'est l'écoulement de béton dans un V-Funnel couplé à un canal horizontal en plexiglas.

L'objectif principal de cet article est de proposer, pour un mortier et un BAP, une corrélation entre la viscosité plastique et les propriétés d'ouvrabilité telles que le temps d'écoulement dans un V-Funnel et les paramètres géométriques du profil d'écoulement, tout en utilisant des abaques.

#### **CONCRETE FLOW IN A V-FUNNEL COUPLED TO A PLEXIGLAS HORIZONTAL CHANNEL**

*The rheometers technological development aimed, essentially, the complete rheological characterization allowing a characterization of workability without the need for empirical tests. On the other hand, the use of a rheometer on building site is a very complex operation. In addition to traditional empirical means, in our study we used another means of rheological characterization: it is the flow of the concrete in a V-Funnel coupled to a horizontal channel Plexiglas.*

*The main objective of this article is to propose, for a SCC, a correlation between plastic viscosity and properties of workability such as the flow time in a V-Funnel and the geometrical parameters of the flow profile, while using charts.*

#### **FLUAGE DES INTERFACES COLLÉES BÉTON/COMPOSITE COUPLÉ À UN VIEILLISSEMENT HYGROTHERMIQUE : ÉTUDES EXPÉRIMENTALES ET ANALYTIQUES**

Noureddine HOUHOU, Karim BENZARTI, Marc QUIERTANT, Sylvain CHATAIGNER, Georges YOUSSEF, Christophe AUBAGNAC, Marjorie RABASSE, André FLETY

Un dispositif expérimental innovant a été conçu pour étudier la durabilité de l'interface collée béton/composite soumise simultanément à une sollicitation de fluage et à un vieillissement hygrothermique. Plusieurs corps d'épreuve peuvent être mis en charge au moyen d'un système hydraulique centralisé. Les corps d'épreuve ont été conçus pour être compatibles avec un test destructif de cisaillement à simple recouvrement permettant d'évaluer la capacité résiduelle du joint collé après vieillissement. Pour valider ce concept, un prototype capable de solliciter simultanément trois corps d'épreuve à double recouvrement a été construit. Cet article se propose d'abord de décrire le dispositif de fluage, son instrumentation, les différentes phases de validation ainsi que le développement et la validation d'un modèle analytique permettant d'étudier le comportement en fluage de l'interface adhésive entre un substrat en béton et un composite de renforcement. Ensuite, nous décrivons le programme expérimental en cours de réalisation sur un banc de fluage comportant quatorze corps d'épreuve à double recouvrement et permettant de tester deux systèmes de renforts composites du commerce. Ce banc de fluage complet a été

installé dans une chambre climatique afin de coupler le vieillissement hygrothermique (40°C, 95% H.R.) à la charge mécanique.

***CREEP OF BONDED CONCRETE/COMPOSITE  
INTERFACES COUPLED WITH HYGROTHERMAL  
AGEING: EXPERIMENTAL AND ANALYTICAL  
INVESTIGATIONS***

*An innovative experimental device was designed for characterizing the creep behavior of the concrete/composite bonded interface, whilst this latter is simultaneously subjected to hydrothermal ageing. This test setup can load simultaneously*

*several double shear specimens by means of flat jacks connected to a hydro-pneumatic accumulator. Test bodies are compatible with an existing single shear test setup used for assessing the residual capacity of aged specimens. A prototype of the creep device involving three double-shear specimens was first designed and built in order to validate the concept. This paper aims at describing the proposed creep setup and its instrumentation, the validation stages, as well as the development and the validation of an analytical model for studying the creep behavior of bonded concrete/FRP interfaces. Then, we describe an ongoing experimental program involving fourteen test specimens reinforced with two different commercial FRP systems, installed in a climatic room (40°C, 95% R.H.) in order superimpose hygrothermal ageing to the creep load.*