

Abstract

In our times, energy has become essential for the welfare and the survival of humans and its availability is crucial for the national economy and growth. The social, geopolitical, and ecological, crises reflected respectively in the lack of thermal comfort in homes combined with expensive energy bills of the low-income households, the energy dependency especially in terms of fossil fuels, and the global warming demand for the reduction of the energy consumption. In France, the heating systems of buildings represent 45% of the total energy consumption and are responsible for 27% of greenhouse gas emissions. Thermal insulation including the External Thermal Insulation Composite System (ETICS) has a big impact on the energy consumption and CO₂ emissions increasing, at the same time, the thermal comfort of the residents and decreasing their energy bills. The fiberglass mesh reinforced rendering mortar is used as the external protective layer of ETICS. Many defects may attain the ETICS including the cracking of the rendering mortar. These defects may impair the thermo-mechanical performance of the ETICS. The cement-based mortar undergoes chemical, thermal, and hygral strain which, when restrained, cause stress that may attain the tensile strength of the material and cause the mortar cracking. The fiberglass mesh is proposed as a reinforcing solution for cracking. The behavior of the composite reinforced mortar is a combination of the behavior of each of its components, the mortar and the fiberglass mesh. The former is a chemically evolving material that may also be affected by other conditions such as its hygral conditions. The behavior of the rendering mortar is thus investigated with respect to its age and its curing conditions among other parameters. In a second part, going further in the comprehension of the reinforced mortar mechanical behavior, this study focuses on the fundamental understanding of the reinforcement mechanisms of the fiberglass mesh within the mortar with respect to cracking. X-ray tomography in-situ 3-point and 4-point bending tests are carried out and several reinforcement parameters are considered. The tomography scans enable unveiling the role of the glass fiber mesh on crack localization and crack propagation in reinforced mortar. This work provides physical insights into the reinforcement mechanisms of fiberglass mesh on mortars contributing to the optimization of the cement-based reinforced composites, especially in ETICS.

Résumé

De nos jours, l'énergie est devenue un besoin fondamental dont la demande ne cesse de croître. Elle est essentielle pour le bien-être et la survie des humains et sa disponibilité est cruciale pour l'économie et la croissance nationales. Les crises sociales, géopolitiques et écologiques se traduisant respectivement par un manque de confort thermique dans les habitations, combiné à des factures d'énergie coûteuses pour les ménages à faible revenu, la dépendance énergétique notamment en termes d'énergies fossiles, et le réchauffement climatique, exigent une réduction importante de la consommation d'énergie. En France, les systèmes de chauffage des bâtiments représentent 45% de la consommation totale d'énergie et sont responsables de 27% des émissions de gaz à effet de serre. L'isolation thermique dans laquelle s'inscrit l'Isolation Thermique par l'Extérieur (ITE) permet de réduire considérablement la consommation d'énergie ainsi que les émissions de CO₂ tout en augmentant le confort thermique des habitants et en réduisant leur facture d'énergie. Le mortier de façade renforcé par la grille de fibre de verre est utilisé comme couche de protection externe des ITEs. Cependant, de nombreux défauts peuvent compromettre la performance des ITEs, en particulier la fissuration du mortier de façade. Le mortier à base cimentaire subit des déformations chimiques, thermiques et hydriques qui, lorsqu'elles sont restreintes, induisent des contraintes qui peuvent atteindre la résistance en traction du matériau conduisant à la fissuration du mortier. La grille de fibre de verre est proposée comme une solution pour la fissuration. Le comportement du mortier composite renforcé est une combinaison du comportement de chacun de ses composants, le mortier et la grille de fibre de verre. Le premier est un matériau qui évolue chimiquement et qui peut être affecté par son environnement tel que son état hydrique. Le comportement du mortier de façade est donc étudié en fonction de son âge et ses conditions de conservation parmi d'autres paramètres. D'autre part, cette étude vise à comprendre les mécanismes de renfort de la grille de fibre de verre dans le mortier vis-à-vis de la fissuration. Des essais de flexion 3 et 4 points sont réalisés in-situ dans le tomographe à rayons X et plusieurs paramètres de renforcement sont considérés. La tomographie permet de dévoiler le rôle de la grille de fibre de verre sur la localisation et la propagation des fissures dans le mortier renforcé.