

Résumé

La résistance du béton est généralement mesurée sur des cubes ou cylindres dont les dimensions sont normalisées. La confection et la cure de ces échantillons sont réalisés dans les règles de l'art, puis leur résistance est déterminée en laboratoire sous des taux de chargement rapides. Cependant, la résistance in-situ d'un élément structural peut diverger considérablement par rapport à celle d'un échantillon normalisé de petites dimensions et cela pour plusieurs raisons.

En effet, des phénomènes liés au processus de consolidation du béton frais peuvent nuire à la résistance à la compression, mais aussi à l'adhérence des barres d'armature situées dans la partie supérieure d'un élément structural. En particulier, au cours de la consolidation du béton, l'eau a tendance à remonter vers la surface, alors que le béton se tasse progressivement, phénomènes nommés respectivement « ressuage » et « tassement plastique ». Cela conduit à une diminution des propriétés mécaniques du béton situé près de la surface supérieure ainsi qu'au développement de fissures et de vides autour des barres d'armature horizontales, provoquant des perturbations du champ de compression et du transfert d'efforts d'adhérence entre l'acier et le béton.

De plus, après durcissement, la réponse structurale du béton diffère également de celle d'un échantillon normalisé, du fait du développement de champs de contraintes non-uniformes, mais aussi de par la fragilité et le comportement rhéologique du béton, la présence de fissures ou d'éléments perturbateurs (tels que gaines de précontrainte par exemple). Par conséquent, la résistance mesurée sur échantillon doit être corrigée avec des facteurs de réduction, afin d'assurer une analyse structurale appropriée.

Dans la présente thèse, une étude approfondie a été menée sur ces phénomènes qui peuvent nuire à la résistance à la compression du béton et à l'adhérence acier-béton. Ces aspects sont caractérisés au travers de plusieurs campagnes expérimentales équipées de systèmes de mesure de haute précision, tels que la tomographie ou la corrélation d'images numériques.

Une vaste série d'essais a notamment été effectuée sur 76 colonnes et prismes en béton, afin d'évaluer l'influence sur la résistance à la compression de la position de bétonnage, de la direction de chargement et de la présence d'éléments perturbateurs. Des mesures détaillées ont été réalisées sur le béton à l'état frais et à l'état durci, ce qui a permis la définition de nouvelles règles de calcul pour les éléments structuraux.

Une attention particulière a par ailleurs été accordée au rôle joué par la fragilité du béton et les redistributions internes d'efforts sur la réponse structurale de colonnes en béton armé et des zones comprimées de poutres fléchies. La pertinence des résultats a été validée, pour ces cas, à partir de plus de 400 tests sur colonnes recueillies dans la littérature scientifique.

De plus, les implications de la position et orientation des barres d'armature sur l'adhérence et sur l'éclatement de l'enrobage ont été étudiées sur la base de 137 essais d'arrachement de barres d'armature. Les variables principales retenues ont été le diamètre des barres d'armature, l'épaisseur de l'enrobage, la hauteur des éléments et la longueur d'ancrage. De cette étude découle alors la proposition d'une approche mécanique qui permet l'évaluation de l'adhérence en fonction de la position des barres d'armature à l'intérieur d'un élément structural et des caractéristiques de leurs nervures.

Finally, the phenomenon of concrete spalling has been examined under the application of an internal radial pressure, as this appears for example during the volumetric expansion due to the corrosion of reinforcement bars or during the activation of the steel-concrete adhesion. The mechanisms that cause this mode of failure have been analyzed through an experimental campaign consisting of 56 specimens, which have been examined using the correlation of digital images. A mechanical model has been derived, allowing the characterization of adhesion in the case of concrete spalling.

Mots clés: résistance du béton structural, compression, adhérence, éclatement de l'enrobage, ressuage du béton, tassement plastique, position de bétonnage, facteurs de réduction de résistance, corrélation d'images numériques, tomographie.