

FORMATION DES LIAISONS DANS LES CIMENTS A CARACTÈRE HYDRAULIQUE

1. Introduction

Un liant est défini comme un composant d'un mélange agglutiné, principal responsable des forces d'addition qui lient deux corps [1].

Dans les ciments, la qualité qui permet à un liant d'exercer cette propriété est également responsable de la formation d'une structure cohésive et, parce que c'est habituellement un système à composants multiples, il n'est pas toujours évident de déterminer lequel des composants est le liant.

Il est naturellement possible que le même composant ou la même combinaison de composants serve aussi bien de structure (grain ou micro-élément) que de liant (matière intergranulaire).

La mesure de la résistance ne peut pas être à la seule mesure de la force de cohésion sans mesurer la surface liée ce qui est un paramètre difficile à déterminer.

C'est la structure poreuse des liants hydrauliques associés à la répartition complexe des contraintes qui présente indéniablement la difficulté la plus grande pour définir et mesurer la nature du liant.

Pour fournir une base d'évaluation des structures, on est forcé de rassembler un ensemble de preuves expérimentales pour une grande variété de matières liantes similaires ou dissimilaires y compris pour les matières poreuses compactes, en montrant les similitudes et différences physiques et mécaniques.

2. La nature des liaisons dans un liant

il est utile d'utiliser le terme "liant" car il souligne l'importance de la nature des liaisons dans un matériau à base de ciment. La question de savoir quels types de liaisons sont présentes dans la pâte de ciment a été discutée pendant longtemps sans beaucoup de progrès parce que l'essentiel pour les applications pratiques a toujours été la résistance, la mesure de la force de liaison étant très difficile.

REHIBINDER [2] a suggéré qu'il y avait un équilibre entre le niveau de sursaturation dans

le milieu environnant et l'effort mécanique nécessaire pour maintenir les cristaux en position relative fixe les uns par rapport aux autres.

Une étude a montré que les cristaux de $\text{Ca}(\text{OH})_2$ subissent une contrainte considérable pendant le processus d'hydratation. Ceci a été prouvé par les photographies par transmission LAUE de diffraction X des cristaux de $\text{Ca}(\text{OH})_2$ [3].

UBELHACK et WITTMAN [4] ont conclu que de fines pellicules d'eau occupent la zone de liaison entre particules.

Ces pellicules d'eau présentent un degré élevé d'ordre dû aux forces d'interaction entre surfaces, créant la dite pression de dissociation.

Ces théories ne semblent pas avoir pris en considération la théorie de formation des liaisons qui suppose la consolidation d'un système dispersé par mise au contact de solide à solide suivi d'une polymérisation des groupes SiOH par interaction de $\text{SiOH}+\text{HO-Si}$.

Différentes idées concernant la formation de la structure et des liaisons, admettent que la nature des liaisons peut être aussi bien physique que chimique, elles ne font aucune distinction claire entre la nature des liaisons intra-particules et inter-particules.

3. Résistance des liaisons et résistance du matériau

Du point de vue pratique, la résistance de la liaison proprement dite n'a pas de signification. C'est la résistance du matériau, valeur mesurée au cours des essais, qui peut être utilisée dans tous les calculs prévisionnels.

S'il était possible d'obtenir, par mesure, la totalité de la surface de contact inter-particules, il serait facile d'établir un rapport entre la résistance du matériau et de la force de liaison. Bien que ceci soit impossible pour l'instant quelques mesures indirectes telles que le changement de la surface spécifique ont été réalisées par COLLEPARDI [5].

Lorsqu'on prend en considération la zone de contact (liaison), il convient de se rappeler que la dimension des particules joue un rôle très important. Par exemple lorsqu'on considère un

R. CHAID
INMC Centre Universitaire
de Boumèdes, Algérie

RÉSUMÉ

La formation de la structure est un processus très complexe et il est difficile de différencier les limites du grain, du micro-élément ou particule, du produit.

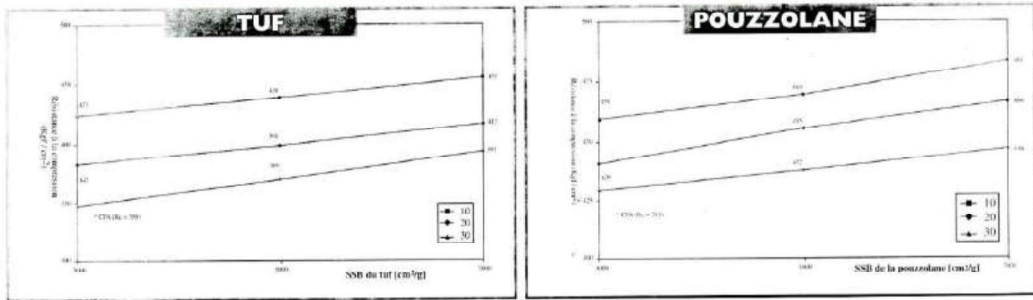
Des théories sur le durcissement des liants ont affirmé que les contacts cristallins sont associés au processus de coalescence des cristaux contrôlés par un niveau donné de sursaturation.

Dans ce présent rapport introductif, on essaiera d'établir l'information disponible compte tenu de ces critères. On mentionnera également les parties du champ des connaissances de ce domaine restées inconnues jusqu'ici.

MOTS CLÉS

SSB • Liant • Hydrates • Liaisons
• Porosité.

Figure 2 et 3 : Influence de la SSB du tuf et de la pouzzolane sur la contrainte de compression des CPJ (à 28 j)



BIBLIOGRAPHIE

[1] I.SKEIST "Handbook of adhesives",
 [2] PA REHBINDER "Physico-chemical aspects of hydration hardening of binders".
 [3] J.E GILLOT and P.S. SEREDA : "Strain in crystal detected by X-rays",
 [4] H.J.WWITMAN and H. UNBELHACK : "Properties of colloidal particles in hardened cement paste and the relation of mechanical behaviour".
 [5] M. COLLEPARDI "Pore structure of hydrated tricalcium silicate",
 [6] P.N.WINSLOW and S. DIAMOND : "Specific surface of hardened cement paste determined by small-angle X-ray scattering".
 [7] R. GRUDEMO "Microcracks, fracture mechanics and strength of the cement paste matrix".

modèle de particules de diamètre uniforme dans un arrangement hexagonal serré, la surface spécifique par masse unitaire (en supposant une densité de 2,4 g/cm³) est liée au diamètre des particules (figure 1). Pour une même porosité, il est évident qu'au fur et à mesure que le diamètre des particules diminue et que la surface spécifique augmente, la zone de contact effectif augmente (zone où les surfaces sont à l'intérieur du champ d'influence des forces à longues portées). Ceci est le cas du gel de ciment qui est initialement produit sous forme de particules sub-microscopique de différentes formes et qui comprend des feuillets de silicate d'une surface spécifique de plus de 700 m²/g [6].

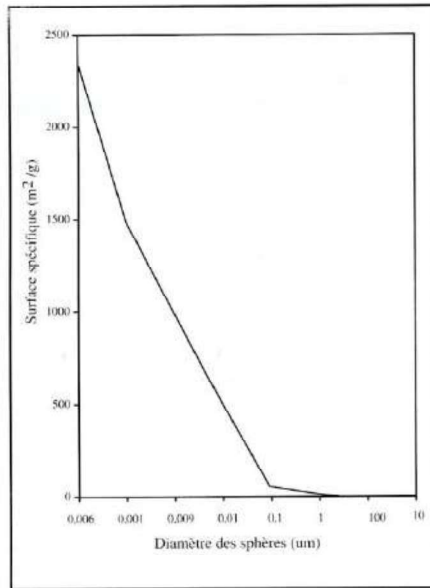


Figure 1 : Relation entre diamètre et surface spécifique d'un empilement de sphères hexagonales

Le calcul théorique de la relation entre résistance et structure d'un système contenant plusieurs phases solides dans un arrangement non aléatoire et des pores de différents types à des proportions indéterminées, est certainement très complexe sinon impossible.

GRUDEMO [7] a cependant établi des équations donnant une relation entre les propriétés physiques et la porosité. Dans cette analyse, il n'inclut pas l'influence des concentrations de tension ou de la variation des facteurs d'intensité de tension due à des différences dans la forme des pores ou à la distribution hétérogène de la matière en phase solide comprenant des arrangements microstructurels internes.

Des essais effectués sur un ciment d'une activité de 388 Kg/cm² ont confirmé le fait qu'il existe une relation étroite entre les propriétés mécaniques et la porosité, laquelle dans notre cas on la fait varier par changement du CPA de tuf (figure 2) et de pouzzolane (figure 3) à différentes SSB. Cette relation peut être présentée comme la force de la liaison ou le type de liaison dans la matrice.

4. Conclusion

Les résistances basses sont associées à la formation d'hydrates de C₂S ou d'hydrogénants de porosités moyennes ou élevées, et les résistances élevées sont associées à la formation de tobermorite accompagnée de CSH (I) et CSH (II) peu cristallisés.

Par conséquent, une étude de la porosité devrait comprendre :

- La relation entre la structure des pores et la formation de liaison entre cristallines et à l'intérieur de celle-ci.
- L'effet de la taille ou de la forme des pores et de la porosité totale sur les propriétés mécaniques.
- L'effet sur la relation entre porosité et propriétés mécaniques de la nature du solide, de sa composition minéralogique et chimique, de la taille et de la densité de ses cristaux. ■