

Physico-Chimie des matériaux du génie civil

Introduction

Optimisation des propriétés des différents matériaux utilisés :

- isolant acoustique par absorption : mousse d'aluminium, laine de roche perforée
- transparent : meilleure gestion de la lumière

liens composition chimique – comportement mécanique

Les grandes classes de matériaux

Les matériaux composites

composite = matrice (phase continue) + renforts (hétérogénéités).

Assemblage d'au moins deux matériaux : matériau plus performant

Matrice : organique (bois), minérale (verre) ou métallique (acier, tungstène)

Mélange : granulats + liant + adjuvant

- les enrobés bitumeux
 - o bitume : ensemble des produits organiques (carbone et hydrogène)

Exemple de liants hydrauliques

- l'argile séchée
- le plâtre (CaSO_4) issu de la gypse cuite à 200°C ($\text{CaSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$)
- la chaux :
 - o terme générique : produit obtenu par calcination de pierre calcaire
 - o chaux aérienne : à partir de calcaire pur
 - synthèse :
 1. cuisson (CaO) dans un four
 2. extinction (Ca(OH)_2) par ajout d'eau. poudre
 3. carbonation (CaCO_3). solide. Prise longue  mortier
 - utilisation :
 - industrie : traitement des eaux (permet la floculation)
 - route (sous forme de chaux vive)
 - bâtiment
 - o chaux magnésienne : utilisé en agriculture
 - o chaux hydraulique : même synthèse que chaux aérienne mais à partir de calcaire contenant des silicates (Al ou Mg)
 - plus courant car calcaire pur rare !!
 - prise plus rapide
- le ciment CaO, SiO_2 ou $\text{CaO}, \text{Al}_2\text{O}_3$
 - o matière première : calcaire (80%), argiles ($\text{SiO}_2, \text{Al}_2\text{O}_3, \dots$ 20 %) et ajouts (pyrite, bauxite).
 - o fabrication du Ciment artificiel de Portland :
 1. préhomogénéisation : mélange des différents constituants broyés en phase solide
 2. cuisson à haute température (1450°C) dans un four en forme de tube (avec flamme à 2000°C)

3. trempe : obtention d'un produit vitrifié : le clinker
 4. ajout de gypse et éventuellement d'autres substances (cendres volcaniques, laitons, pouzzolanes...). But : réguler la prise
 5. broyage : ciment
- le ciment dépend de sa composition en matières premières, de la finesse de la matière crue, de la cuisson (T, trempe) et des ajouts : dénomination particulière :
 - CEM II : catégorie
 - A B C : quantité des constituants autres que clinker
 - M (S-V) : ajout
 - 42,5 : classe de résistance (28 jours)
 - N : sous-classe de résistance (à court terme)
 - prise et durcissement
 - hydratation : adsorption + hydrolyse + dissolution + cristallisation
 - prise : passage de l'état de suspension en phase aqueuse à un solide : qq minutes à qq heures
 - durcissement : évolution des caractéristiques physique et méca du matériau
 - réactions peu exothermiques ($T = 70^{\circ}\text{C}$)
 - peu d'eau : 25L pour 100 kg

Les Granulats :

- matériaux d'origine minérale : gravillon, sable, filler)
- rôle : squelette
- module de finesse : caractère plus ou moins fin d'un sable
 - mesure du % qui passe à travers les différents tamis.courbe sigmoïde.
 - Idéal : 2,2 à 2,8
- rapport Gravillon/Sable : % gravillon
 -

Le béton : liant hydraulique

- matériau composite le plus utilisé dans le monde : coulé sur place, façonnable à volonté...
- **béton = ciment (7 à 14 % du volume) + granulats (60 à 70 %) + eau (14 à 22 %) + adjuvant (moins de 2 %) + air (1 à 6 %)**
 - ciment + eau = pâte de ciment
 - pâte + sable = mortier
 - mortier + granulats = béton
- insuffisances : résistance en traction (qq MPa), fissuration, liaison entre élément
- historique : béton armé (1850) et béton précontraint (1928 : Freyssinet. Mis en compression préalable afin d'être plus résistant en traction.)
- les différents bétons :
 - bétons courants : travaux publiques, bâtiment
 - bétons lourds : (protection radiation)
 - bétons de granulats légers :
 - bétons cellulaires : problèmes d'isolation dans le bâtiment
 - bétons de fibre : dallage, mobilier urbain

- problème : compromis entre résistance mécanique et ouvrabilité
- cinétique