Comportement au feu des voussoirs en béton de tunnel - Maîtrise de l'écaillage du béton

Mai 2020

Lorsque le béton du revêtement monte en température, lors d'un incendie, l'eau qu'il contient se transforme en vapeur, ce qui génère des pressions interstitielles.

Le phénomène d'écaillage du béton

Le béton sous l'effet de la température se dilate (dilatation thermique).

Des contraintes thermiques (gradient thermique) se développent ainsi au sein du béton.

La combinaison des 2 phénomènes va générer des tractions dans les premiers centimètres de la surface exposée à la chaleur (coté intrados) qui se traduisent par des fissurations dès que ces tractions sont supérieures à la résistance en traction du béton.

En cas d'incendie le béton du revêtement des tunnels peut ainsi être soumis à un phénomène appelé : écaillage.

Dans le cas de revêtement de tunnel constitués de voussoirs préfabriqués en béton, l'écaillage du béton peut menacer l'intégrité structurelle et donc la stabilité structurelle de l'ouvrage.

L'écaillage du béton correspond à une perte de morceaux de béton à la surface exposée à un incendie (intrados du voussoir) sur une profondeur plus ou moins importante (quelques centimètres).

L'écaillage (éclatement) du béton est un phénomène complexe résultat de processus couplés :

- thermique : transfert de chaleur, variations dimensionnelles, évolution de la porosité…
- chimique : déshydratation, changement de phases de la microstructure …
- hydrique : transfert de l'eau sous forme de vapeur, pressions interstitielles…
- mécanique : gradient thermique, déformations empêchées…

Les paramètres qui influent sur l'écaillage du béton sont :

- la porosité du béton : plus un béton est dense (moins il est poreux) plus il est sensible au phénomène d'écaillage : les pressions interstitielles crées sont plus élevées dans un réseau peu important
- la teneur en eau du béton
- la résistance du béton
- la vitesse de montée en température
- la température maximale atteinte dans le béton
- la durée de maintien de la température
- l'état de contraintes au sein du béton lié aux chargements de la structure
- la présence éventuelle de fibres polypropylène

La perte de béton liée à l'écaillage qui affecte la zone d'enrobage a trois principales conséquences :

- mise à nu des premiers lits d'armatures
- diminution de l'épaisseur des voussoirs et donc de la résistance mécanique du revêtement
- diminution de la protection thermique des armatures, dont la résistance mécanique décroit avec l'élévation de température.

Particularité des bétons à hautes performances

La montée en température du béton provoque une vaporisation de l'eau contenue dans le béton. Dans le cas des bétons à hautes performances (BHP) la vapeur d'eau s'échappe difficilement en raison de la très faible perméabilité de ces bétons. Le BHP est donc plus sensible à l'écaillage que des bétons de résistance plus faible.

Intérêt des fibres polypropylène dans le béton

Dans un béton formulé avec des fibres polypropylène se crée un réseau très dense de fibres parfaitement réparties dans la masse du béton.

Lorsque la température du béton augmente et dépasse les 160°C (température de fusion des fibres polypropylène), les fibres fondent en créant un réseau connecté poreux dans lequel la pression de la vapeur d'eau va pouvoir se diffuser, ce qui permet d'éviter la fissuration du béton et de maitriser le phénomène d'écaillage.

Le dosage en fibre généralement préconisé est de l'ordre de 2 à 3 kg/m3 de béton.

La formulation de béton intégrant des fibres polypropylène (dosage 2 à 3 kg/m3) permet de maitriser le risque d'écaillage lors d'un incendie dans un tunnel ou un espace souterrain.

Auteur

Patrick Guiraud



Article imprimé le 28/11/2026 © infociments.fr