CANQ
TR
1481
17
Broch.

Recherches transport

REÇU
CENTRE DE DOCUMENTATION
MAI 10 1983
TRANSPORTS QUÉBEC

17

Comportement des bétons au gel et au dégel

Ministère des Transports
Centre de documentation
930, Chemin Ste-Foy
6e étage
Québec (Québec)
G1S 4X9

CANQ
TR
GE
LC
L20
17

Transports Québec

30271

No de codification: RTQ-83-03

Auteur du rapport: Daniel Vézina, ing.

Étude produite par le ministère des Transports du Québec

Comité de la recherche, président:
Jean-Réal LaHaye
Directeur des communications:
Jacques De Rome

Secrétaire de la rédaction:
Roland Charbonneau, 643-6860
700, boul. Saint-Cyrille est
18e étage, Place Hauteville
Québec (Québec) G1R 5H1

Centre de documentation, responsable:
Donald Blais, 643-3578
700, boul. Saint-Cyrille est
24e étage, Place Hauteville
Québec (Québec) G1R 5H1

Avec la prolifération des études et des recherches effectuées par le ministère des Transports du Québec ou pour son bénéfice, il devenait urgent de trouver un outil de consultation simple et rapide. *Recherches Transport* s'inscrit donc dans une politique d'accessibilité à l'information scientifique telle que préconisée dans un livre blanc intitulé **Un projet collectif: énoncé d'orientations et plan d'action pour la mise en œuvre d'une politique québécoise de la recherche scientifique.**

Ce document technique s'adresse à toute personne, entreprise ou institution dont les champs d'intérêt concernent les disciplines reliées au transport. L'auteur de l'étude ou de la recherche présente lui-même un résumé clair de son travail.

Dans tous les cas, un exemplaire du rapport peut être consulté au Centre de documentation du Ministère.

Recherches Transport est publié par la Direction des communications du ministère des Transports du Québec, pour le compte du Comité de la recherche.

Dépôt légal: 2e trimestre 1983
Bibliothèque nationale du Québec
ISSN 0228-5541
Composition: Composition Orléans inc.

QTRD

CANQ
TR
1481
17
Broch

1- *Durabilité des bétons de ciment en fonction de la durabilité au $MgSO_4$ des agrégats*

La corrélation entre la durabilité du béton et celle des agrégats est difficile à établir vu un manque de données et une étendue plutôt restreinte des résultats à l'essai de durabilité au sulfate de magnésium des agrégats (pertes égales ou inférieures à 8,2%). En général, les meilleurs comportements à l'essai de gel et dégel accéléré sont obtenus par les mélanges contenant des agrégats ayant les plus faibles pourcentages de perte à l'essai du durabilité au sulfate de magnésium ($MgSO_4$).

2- *Durabilité des bétons de ciment en fonction du Nombre pétrographique*

Les bétons contenant des agrégats, dont le Nombre pétrographique est inférieur à 120, ont tendance à avoir les meilleurs comportements à l'essai de gel et dégel accéléré. Cette tendance se manifeste par des écarts plus marqués pour des agrégats dont le Nombre pétrographique est supérieur à 125.

B) Résistance à la compression des bétons de ciment en fonction de la durabilité au $MgSO_4$ des agrégats

Malheureusement, les conditions reliées à cette phase de l'étude ne permettent pas de tirer une conclusion déterminante. Malgré tout, on a constaté que c'est avec les agrégats montrant les plus faibles pertes à l'essai de durabilité au sulfate de magnésium qu'on a obtenu les bétons donnant les plus hautes résitances à la compression.

Conclusion

L'étude fait surtout ressortir l'influence de la résistance à la compression des bétons, plutôt que celle de la nature des agrégats sur le comportement des bétons au gel et dégel. Cette conclusion, d'ailleurs prévisible, s'explique pour les raisons suivantes:

— la grande différence entre les résistances à la compression telles qu'obtenues par rapport à celles prévues;

— la présence de plusieurs variables incontrôlables dont le rapport eau-ciment, la teneur en ciment, la teneur en air, les adjuvants, etc., toutes des variables qui ont une influence importante sur le comportement des mélanges;

— le trop peu de différence dans la qualité des agrégats utilisés (des pertes à l'essai de durabilité au sulfate de magnésium, inférieures à 8,2% pour tous les échantillons analysés et des Nombres pétrographiques de 130 ou moins, à l'exception d'un résultat à 160).

Quant aux principales tendances qui ont été constatées relativement à l'influence des agrégats sur le comportement des bétons soumis à l'essai accéléré de gel et dégel, elles peuvent se définir ainsi:

a) un agrégat, avec un Nombre pétrographique voisin de 100, tend à donner un meilleur comportement qu'un autre de 125 et, au-delà de cette valeur, la tendance est encore plus marquée;

b) l'influence de la qualité et de la nature de l'agrégat diminue avec l'augmentation des résistances en compression des bétons;

valeur E_n indique la détérioration relative du béton face au gel et dégel. Cette détérioration est considérée complète dès que le module d'élasticité n'est plus que soixante pour cent (60%) de sa valeur originale.

$$E_n = \frac{U_n^2}{U_o^2} \times 100 \quad \text{où}$$

E_n = module d'élasticité à n cycles

U_o = fréquence de résonnance fondamentale longitudinale à O cycle

U_n = fréquence de résonnance fondamentale longitudinale à n cycles

L'essai accéléré de gel et dégel s'est prolongé jusqu'à cinq cents (500) cycles, même si la norme C-666 (71) de l'ASTM n'en exige que trois cents (300).

2- *Résistance en compression des cylindres de béton*

La résistance à la compression a été déterminée à vingt-huit (28) jours, en conformité avec la norme BNQ 2622-912.

3- *Essais sur les agrégats*

Les caractéristiques des agrégats ont été évaluées à partir des essais qualitatifs spécifiés au Cahier des charges et devis généraux du ministère des Transports. Les essais de détermination du Nombre pétrographique et de la Durabilité au sulfate de magnésium ($MgSO_4$) ont été exécutés en concordance technique avec les normes BNQ 2560-900 et BNQ 2622-908, respectivement.

Classification des bétons

Suite à une trop grande étendue des résultats, il a été nécessaire de reclassifier les bétons en quatre (4) classes selon leur résistance à la compression (R) à vingt-huit (28) jours.

Classe I — $< R < 26$ MPa
Classe II — 26,0 MPa $< R <$ 32 MPa
Classe III — 32,0 MPa $< R <$ 38,5 MPa
Classe IV — 38,5 MPa $< R$

Interprétation des résultats

L'interprétation des résultats en fonction de la résistance à la compression ne tient pas compte des différents paramètres qui peuvent grandement influencer le comportement des bétons durcis au gel et dégel. Parmi ces paramètres, notons: le rapport eau-ciment (E / C), la teneur en air, la nature des agrégats, les adjuvants, les caractéristiques des vides, etc.

Cette limitation dans l'interprétation des résultats est nécessaire, étant donné que les échantillons de béton soumis aux essais provenaient de centrales utilisant des constituants différents dans des proportions appropriées.

A) Module d'élasticité relatif (E) en fonction du temps

Le module d'élasticité relatif du comportement des bétons à l'essai accéléré de gel et dégel nous a permis de constater que les trois cents (300) cycles spécifiés dans la norme C-666 (71) de l'ASTM sont insuffisants dans le cas de cycles rapides. L'exigence devrait être portée à cinq cents (500) cycles pour permettre une meilleure évaluation du comportement face au gel et dégel.

Comportement des bétons au gel et au dégel

Introduction

La relation entre les essais en laboratoire et le comportement réel en chantier est souvent remise en question et, à plus forte raison, s'il s'agit de mesurer le comportement d'un matériau à partir de ses éléments.

Cette étude, divisée en deux phases, a pour but de déterminer une corrélation entre le nombre pétrographique ou la durabilité au sulfate de magnésium ($MgSO_4$) des granulats et le comportement des bétons dont ils sont en grande partie constitués. L'évaluation qualitative du béton est basée sur la résistance à la compression et sur le comportement au test accéléré de gel et de dégel.

Échantillonnage

La première phase a porté sur l'analyse des agrégats et des mélanges de béton de ciment de treize (13) centrales réparties ici et là à travers la province.

A) Agrégats

Dans toutes ces centrales, on a prélevé, pour chacun des calibres d'agrégats, un (1) échantillon d'une masse minimale de 6,5 kg.

B) Mélanges de béton de ciment

De chaque centrale participante on a exigé trois mélanges de béton répondant aux normes 20, 28 et 35 MPa et aux exigences suivantes: ciment de type 10; teneur en air comprise entre 5 et 7%; affaissement de 75 mm. À partir de chacun des mélanges échantillonnés, furent confectionnés quatre (4) cylindres de 150 par 300 mm et six (6) prismes de 76 par 102 par 406 mm.

Essais exécutés à l'usine et en laboratoire

A) À l'usine

Lors du prélèvement des échantillons aux centrales, les tests de teneur en air et d'affaissement ont été effectués sur chacun des trois (3) mélanges de béton.

B) En laboratoire

1- Essai accéléré de gel et dégel

L'essai de gel et dégel, exécuté sur les trois (3) prismes de 76 par 102 par 406 mm de chacun des mélanges, était conforme à la norme d'essai C-666 (71), méthode B, de l'ASTM.

Les conditions climatiques simulées par l'appareil sont:

— gel dans l'air d'une durée de une heure et quinze minutes (1h15) à $-17,8 \pm 1,7°$ C;
— dégel dans l'eau d'une durée de quarante-cinq (45) minutes à $4,4 \pm 1,2°$ C;
— soit, douze (12) cycles complets accélérés de gel et dégel par vingt-quatre (24) heures.

Le comportement du béton de ciment à l'essai de gel et dégel accéléré est basé sur la variation du module d'élasticité de chacun des prismes préparés. C'est ainsi qu'à tous les trente-six (36) cycles, chaque prisme a été pesé, mesuré et son état évalué en fonction du module d'élasticité dynamique (E_n). La

c) pour une même classe, telle qu'établie auparavant, la résistance des bétons à l'essai accélété de gel et dégel diminue lorsque les pertes d'un granulat à l'essai de durabilité au sulfate de magnésium augmente.

Cette première phase nous porte donc à penser qu'il sera très difficile d'établir des exigences qualitatives sur les agrégats en rapport avec leur comportement dans un mélange de béton de ciment soumis aux cycles accélérés de gel et dégel.

La deuxième phase prévoit donc la reprise des essais, mais sur des mélanges fabriqués en laboratoire avec, comme seule variable, le gros agrégat dont la nature et la qualité générale seront beaucoup plus étalées. Il serait alors peut-être possible d'obtenir de meilleures corrélations entre la qualité des agrégats et le comportement du béton, surtout pour les échantillons de faibles résistances à la compression.

MINISTERE DES TRANSPORTS
QTR A 153 578