

NRC Publications Archive Archives des publications du CNRC

Le béton de résine

Blaga, A.; Beaudoin, J. J.

For the publisher's version, please access the DOI link below./ Pour consulter la version de l'éditeur, utilisez le lien DOI ci-dessous.

Publisher's version / Version de l'éditeur:

<https://doi.org/10.4224/40001070>

Digeste de la construction au Canada, 1986-02-01

NRC Publications Archive Record / Notice des Archives des publications du CNRC :

<https://nrc-publications.canada.ca/eng/view/object/?id=badffc1b-8cf9-453f-b387-74997e868540>

<https://publications-cnrc.canada.ca/fra/voir/objet/?id=badffc1b-8cf9-453f-b387-74997e868540>

Access and use of this website and the material on it are subject to the Terms and Conditions set forth at

<https://nrc-publications.canada.ca/eng/copyright>

READ THESE TERMS AND CONDITIONS CAREFULLY BEFORE USING THIS WEBSITE.

L'accès à ce site Web et l'utilisation de son contenu sont assujettis aux conditions présentées dans le site

<https://publications-cnrc.canada.ca/fra/droits>

LISEZ CES CONDITIONS ATTENTIVEMENT AVANT D'UTILISER CE SITE WEB.

Questions? Contact the NRC Publications Archive team at

PublicationsArchive-ArchivesPublications@nrc-cnrc.gc.ca. If you wish to email the authors directly, please see the first page of the publication for their contact information.

Vous avez des questions? Nous pouvons vous aider. Pour communiquer directement avec un auteur, consultez la première page de la revue dans laquelle son article a été publié afin de trouver ses coordonnées. Si vous n'arrivez pas à les repérer, communiquez avec nous à PublicationsArchive-ArchivesPublications@nrc-cnrc.gc.ca.

Digeste de la construction au Canada

Division des recherches en construction, Conseil national de recherches Canada

CBD-242-F

Le béton de résine

Veillez noter

Cette publication fait partie d'une série qui a cessé de paraître et qui est archivée en tant que référence historique. Pour savoir si l'information contenue est toujours applicable aux pratiques de construction actuelles, les lecteurs doivent prendre conseil auprès d'experts techniques et juridiques.

Publié à l'origine en février 1986.

A. Blaga et J.J. Beaudoin

Résumé

Le béton de résine est constitué d'un liant de polymère, parfois thermoplastique mais généralement thermodurcissable, et d'une charge minérale comme le gravier ou la pierre concassée. Comparativement au béton de ciment Portland, le béton de résine possède une plus grande résistance mécanique, résiste mieux aux produits chimiques et aux agents corrosifs, absorbe moins l'eau et présente une plus grande stabilité aux cycles gel-dégel.

Introduction

Le béton de résine est un matériau composite dont le liant est constitué entièrement d'un polymère organique synthétique. On l'appelle aussi béton de résine synthétique ou béton de résine plastique. Comme le remplacement du ciment Portland par un polymère entraîne une augmentation sensible du coût du béton, il ne faudrait le faire que si l'on recherche des caractéristiques supérieures, si le coût de la main-d'oeuvre est moins élevé ou si les besoins en énergie lors de la fabrication et de la mise en oeuvre sont moindres. Il importe donc qu'architectes et ingénieurs aient une idée des possibilités et des limitations des bétons de résine pour être en mesure de choisir le plus approprié et le plus économique pour une utilisation donnée. Le digest précédent portait sur les bétons modifiés aux résines, c'est-à-dire le béton imprégné de résine et le béton additionné de résine¹. Ce numéro indique la nature et les propriétés générales des bétons de résine les plus connus, ainsi que leurs principales applications.

Nature et propriétés générales

Le béton de résine est constitué d'une charge minérale (granulat) et d'un liant de polymère, parfois thermoplastique^{2,3} mais généralement thermodurcissable^{2,4}. Lorsque la charge est du sable, le composite obtenu est appelé mortier de résine. Parmi les autres matériaux de charge, on trouve la pierre concassée, le gravier, le calcaire, la craie, le condensat de silice (poudre de silice, poussière de silice), le granit, le quartz, l'argile, le verre expansé et les fines métalliques. De façon générale, n'importe quel matériau solide, non absorbant et sec peut servir de matériau de remplissage.

On obtient le béton de résine en mélangeant à la charge un monomère ou un prépolymère (c.-à-d. un produit résultant de la polymérisation partielle d'un monomère), un durcisseur (agent de réticulation et un catalyseur). On ajoute aussi d'autres ingrédients au mélange, par exemple des plastifiants ou des ignifugeants. Des agents de pontage à base de silane sont parfois utilisés pour augmenter la cohésion entre la matrice de polymère et la charge. Dans certaines

applications, pour rendre les bétons de résine encore plus performants, on les renforce à l'aide de divers types de fibres : fibre de verre, voile à base de fibre de verre, tissus et fibres métalliques. Il est facile de faire varier (de quelques minutes à plusieurs heures) le temps de prise et le délai d'obtention de la résistance maximale en choisissant la température et le type de catalyseur appropriés. La quantité de polymère utilisé comme liant, généralement faible, est habituellement fonction de l'importance de la charge. Normalement, la teneur en résine varie entre 5 et 15 pour cent de la masse totale, mais cette proportion peut atteindre 30 pour cent si le matériau de charge est fin.

De façon générale, les bétons de résine résistent bien à l'action des produits chimiques et autres agents corrosifs, absorbent très peu l'eau, résistent bien à l'abrasion et possèdent une grande stabilité aux cycles gel-dégel. En outre, comme ils ont une plus grande résistance mécanique que le béton de ciment Portland, ils peuvent faire économiser jusqu'à 50 pour cent de matériaux. Ainsi, pour certaines applications spéciales, ils concurrencent le béton conventionnel. La résistance aux agents chimiques et les caractéristiques mécaniques dépendent en général beaucoup plus de la nature du polymère utilisé que du type et de la quantité de charge. De même, les propriétés du polymère formant la matrice dépendent étroitement du facteur temps et de la température à laquelle il est exposé.

Les propriétés viscoélastiques du liant de polymère sont responsables du taux élevé de fluage du béton de résine⁵, ce qui restreint son utilisation dans la construction de charpentes. Son comportement en déformation varie beaucoup selon la formulation; le module d'élasticité peut varier entre 20 et environ 50 GPa, la déformation à la rupture sous traction étant habituellement de 1 pour cent. Le taux de déformation du béton de résine suite au retrait varie selon le type de polymère utilisé (important dans le cas du polyester et faible dans celui de l'époxy) et doit être pris en considération lors de son utilisation.

On utilise une grande variété de monomères et de prépolymères pour fabriquer le béton de résine. Les polymères les plus employés sont basés sur quatre types de monomères ou systèmes de prépolymères, à savoir le méthacrylate de méthyle (MMA), le prépolymère de polyester-styrène, le prépolymère époxyde durcisseur (monomère agissant comme agent de réticulation) et l'alcool fiarfulorique. Les propriétés types des bétons de résine basés sur ces quatre polymères sont indiquées au tableau I, tandis que leurs caractéristiques générales et leurs principaux domaines d'application sont mentionnés au tableau II.

Tableau I. Propriété types des bétons de résine courants et du béton de ciment Portland⁶

Type de liant	Masse volumique, kg/dm ³	Sorption d'eau, %	Résistance en compression, MPa	Résistance à la traction, MPa	Résistance en flexion, MPa	Module d'élasticité, GPa	Coefficient de Poisson	Coefficient de dilatation thermique, 10 ⁶ C ⁻¹
Poly(méthacrylate de méthyle)	2,0-2,4	0,05-0,60	70-210	9-11	30-35	35-40	0,22-0,33	10-19
Polyester	2,0-2,4	0,30-1,0	50-150	8-25	15-45	20-40	0,16-0,30	10-30
Époxy	2,0-2,4	0,02-1,0	50-150	8-25	15-50	20-40	0,30	10-35
Résine furanique	1,6-1,7	0,20	48-64	7-8	-	-	-	38*,61*

Béton**	1,9-2,5	5-8	13-35	1,5-3,5	2-8	20-30	0,15-0,20	10-12
---------	---------	-----	-------	---------	-----	-------	-----------	-------

*Mortiers au carbone et à la silice, respectivement

**Béton de ciment Portland

Tableau II. Caractéristiques générales* et applications des bétons de résine

Genre de liant utilisé dans le BR	Caractéristiques générales	Applications types
Poly(méthacrylate de méthyle)	Faible tendance à absorber l'eau, donc grande résistance au gel-dégel; faible retrait pendant et après la prise; excellente résistance aux produits chimiques et aux intempéries.	Sert à la d'escaliers, de plaques de parement, de produits sanitaires et de bordures de trottoir.
Polyester	Bonne résistance, bonne adhésion aux autres matériaux, bonne résistance aux produits chimiques et au gel-dégel, mais retrait considérable pendant et après la prise.	En raison de son coût plus faible, est utilisé couramment pour la fabrication de panneaux de parement d'édifice publics ou commerciaux, de carreaux de plancher, de tuyaux et d'escaliers; sert aussi souvent, coulé sur place ou en éléments préfabriqués, pour divers travaux de construction.
Époxy	Forte adhésion à la plupart des matériaux de construction; faible retrait; excellente résistance aux	Le béton d'époxy coûtant relativement cher, il est réservé à des usages spéciaux : fabrication de

	produits chimiques; bonne résistance au fluage; bonne endurance; faible sorption d'eau.	mortiers pour sols industriels, revêtement antidérapant pour routes, enduit pour murs extérieurs et réfection de surfaces endommagées.
Résine à base de furanne	Matériaux composites résistant bien aux produits chimiques (la plupart des solutions aqueuses acides ou basiques), ainsi qu'aux liquides organiques polaires comme les cétones, les hydrocarbures aromatiques et les composés chlorés.	Les mortiers et coulis de résines furaniques servent aux revêtements de sols ou autres en brique(p. ex. de carbone ou de schiste rouge) qui doivent résister aux produits chimiques, aux températures élevées et aux chocs thermiques.

*Les bétons de résine résistent beaucoup mieux que les bétons conventionnels aux produits chimiques présents dans les environnements industriels : acide hypochlorique et solutions alcalines et sulfatées. Le béton de polyester résiste mieux aux acides, mais moins bien aux alcalis, que le béton d'époxy.⁸

Le béton d'acrylique

La résine acrylique la plus répandue est le poly(méthacrylate de méthyle) (PMMA), produit par polymérisation du méthacrylate de méthyle (MMA)³. Le béton de résine acrylique est un matériau polyvalent qui résiste très bien aux intempéries, est relativement imperméable, résiste bien aux produits chimiques et rétrécit relativement peu (de 0,01 à 0,1 %) pendant la prise; son coefficient de dilatation thermique se compare à celui du béton de ciment Portland (voir tableau I). En raison de sa faible perméabilité, le béton d'acrylique résiste très bien aux cycles gel-dégel. Par contre, le point d'éclair peu élevé (11°C) du MMA pose un problème de sécurité.

Le MMA coûte plus cher que le prépolymère-monomère utilisé dans le béton de polyester, d'emploi plus courant, mais les propriétés exceptionnelles du béton d'acrylique expliquent ses applications très nombreuses et variées: fabrication d'escaliers, de produits sanitaires, de bordures de trottoir et de plaques de parement. On s'en sert beaucoup, en raison de son temps de prise court, pour la réparation des gros trous dans les tabliers de ponts. Le béton utilisé à cette fin est constitué d'un granulat qualité route et d'une matrice obtenue par réticulation du MMA au moyen du triméthacrylate de triméthylolpropane (TMATMP).

Le béton de polyester

En raison de leur faible coût, les liants de résine les plus utilisés sont ceux à base de polymère de polyester insaturé. Dans la plupart des applications, le liant de polyester est une formulation de prépolymère de polyester insaturé d'usage général. Ces formulations existent sous forme de solutions consistant en 60 à 80 pour cent de prépolymère dissous dans des monomères copolymérisables comme le styrène et le styrène-méthacrylate de méthyle. Pendant le durcissement, le prépolymère de polyester et le monomère réagissent par l'intermédiaire de leurs groupes insaturés (doubles liaisons). La réaction chimique s'appelle réticulation, le procédé employé est la cure, et le liant ainsi obtenu est un polymère thermodurcissable.⁴

Le béton de polyester possède une bonne résistance mécanique, adhère assez bien aux autres matériaux et résiste bien aux produits chimiques et aux cycles gel-dégel. Cependant, il rétrécit beaucoup pendant et après la prise (jusqu'à dix fois plus que le béton de ciment Portland), ce qui constitue un grave inconvénient pour certaines utilisations. Ce type de béton est employé, coulé sur place ou en éléments préfabriqués, dans les travaux de construction, notamment d'édifices publics ou commerciaux, ainsi que pour la fabrication de carreaux de plancher, de tuyaux d'égout et d'escaliers.

Le béton d'époxy

Comme le polyester, l'époxy utilisé comme liant est une résine thermodurcissable⁴. On peut employer divers agents de cure pour faire durcir la résine d'époxy, mais on se sert le plus souvent des polyamines (p. ex. les polyamines tertiaires)⁷. L'emploi de durcisseurs aux polyamines permet d'obtenir les bétons de résine les plus résistants aux produits chimiques. On utilise aussi, comme agents de cure, les polysulfures et les polyamides. Le béton d'époxy traité aux polyamides est plus flexible que celui durci aux polyamines, il résiste mieux à la chaleur et sa tendance au farinage à l'extérieur est moins marquée; par contre, il résiste moins bien aux solvants et autres produits chimiques. Quant aux polysulfures, ils donnent un béton d'époxy doté d'une flexibilité supérieure.

Le béton d'époxy adhère bien à la plupart des matériaux, il rétrécit peu pendant et après la prise, résiste bien aux produits chimiques et au fluage, et possède une bonne endurance. Les résines d'époxy coûtant relativement cher, on ne s'en sert guère pour fabriquer du béton sauf lorsque le surcoût peut se justifier aisément : confection de mortier pour sols industriels résistant aux agressions physiques ou chimiques, revêtement antidérapant (additionné de sable, d'émeri, de ponce ou de quartz) pour routes, enduit pour murs extérieurs (p. ex. panneaux de granulats apparents) et matériau de réparation de surfaces endommagées (p. ex. planchers). Le béton d'époxy armé de fibres de verre, de carbone ou de bore sert à la fabrication de panneaux translucides, de coques de bateau et de carrosseries d'automobile.

Le béton de résine furanique

Les résines furaniques sont basées sur l'alcool furfurolique, qui provient de résidus agricoles comme ceux d'épis de maïs, de riz ou d'avoine, ou comme la bagasse⁷. Pour fabriquer le béton de résine furanique, on ajoute habituellement au prépolymère furanique de l'alcool furfurolique, du furfuraldéhyde ou du formaldéhyde, ce qui donne, par réticulation, des polymères thermodurcissables résistant très bien à la plupart des solutions aqueuses acides ou basiques et aux solvants puissants comme les cétones et les composés aromatiques ou chlorés. On utilise les résines furaniques comme agent liant dans les mortiers et coulis pour réaliser des revêtements de sols ou autres en brique (p. ex. de carbone ou de schiste rouge) résistant à l'action des produits chimiques. Ces revêtements résistent aussi très bien aux températures élevées et aux chocs thermiques extrêmes.

Résistance à la chaleur et au feu

Les résines agissant comme liant dans les bétons de résine sont des substances organiques, lesquelles, on le sait bien, résistent beaucoup moins bien à la chaleur que les matières inorganiques comme la pierre, le ciment et les métaux. L'exposition prolongée à des températures élevées n'est donc pas recommandée, car elle entraîne la dégradation de la

résine, ce qui se traduit éventuellement par une perte de résistance mécanique. Le degré de résistance à la chaleur des pièces en béton de résine dépend du type de résine utilisé comme liant. Pour les bétons de polyester et d'époxy, la température d'utilisation maximum est d'environ 60°C en exposition continue et d'à peu près 100 à 120°C pour des expositions brèves (p. ex. pendant le nettoyage à la vapeur).

Le comportement au feu du béton de résine est très important lorsqu'on l'utilise comme matériau de parement ou pour la décoration intérieure. Bien que l'élément polymère soit inflammable, les produits en béton de résine ne brûlent pas facilement, car ils contiennent une forte charge minérale. On peut améliorer encore leur tenue au feu, sans surcoût excessif, en ajoutant des ignifugeants au mélange.

Références

1. A. Blaga et J.J. Beaudoin. «Le béton modifié aux résines», Division des recherches en bâtiment, Conseil national de recherches Canada, Digest de la construction au Canada **241F**, Ottawa, 1986.
2. A. Blaga. « Les matières plastiques », Division des recherches en bâtiment, Conseil national de recherches Canada, Digest de la construction au Canada **154F**, Ottawa, 1975.
3. A. Blaga. « Les thermoplastiques », Division des recherches en bâtiment, Conseil national de recherches Canada, Digest de la construction au Canada **158F**, Ottawa, 1975.
4. A. Blaga. « Les plastiques thermodurcissables », Division des recherches en bâtiment, Conseil national de recherches Canada, Digest de la construction au Canada **159F**, Ottawa, 1975.
5. A. Blaga. « Propriétés et comportement des matières plastiques ». Division des recherches en bâtiment, Conseil national de recherches Canada, Digest de la construction au Canada **157F**, Ottawa, 1975.
6. L. Czarniecki et T. Broniewski. « Resin Concrete and Polymer Impregnated Concrete: A Comparative Study ». Compte rendu du Third International Congress on Polymers in Concrete, Koriyama, Japon, vol. 1, mai 1981.
7. Plastics, Mortars, Sealants and Caulking Compounds. R. B. Seymour, éd., ACS Symposium, Series 113, American Chemical Society, Washington, D.C., 1979.
8. R.D. Browne, M. Adams et E.L. French. « Experience in the Use of Polymer Concrete in the Building and Construction Industry ». Compte rendu du First International Congress on Polymers in Concrete, Londres, 1975.