



CONFÉDÉRATION SUISSE
INSTITUT FÉDÉRAL DE LA PROPRIÉTÉ INTELLECTUELLE

(11) **CH** **696 237 A5**

(19)

Brevet d'invention délivré pour la Suisse et le Liechtenstein
Traité sur les brevets, du 22 décembre 1978, entre la Suisse et le Liechtenstein

(51) Int. Cl.: **C04B 41/46** (2006.01)
C04B 41/49 (2006.01)
C04B 41/64 (2006.01)
C23F 11/167 (2006.01)

(12) **FASCICULE DU BREVET**

(21) Numéro de la demande: 00640/03	(73) Titulaire(s): Arts Technology S.A., 38, route du Bois-de-Bay 1242 Satigny (CH)
(22) Date de dépôt: 09.04.2003	(72) Inventeur(s): Theophil Markus Lutz, 1110 Morges (CH) Christian Chevret, 74380 Cranves Sales (FR)
(24) Brevet délivré: 28.02.2007	
(45) Fascicule du brevet publié: 28.02.2007	(74) Mandataire: Bugnion S.A., Case postale 375 1211 Genève 12 - Champel (CH)

(54) **Procédé de traitement de structures en béton armé.**

(57) L'invention concerne l'utilisation du glycérophosphate de lithium pour le traitement de structures réalisées en produit à base de ciment et présentant des armatures en acier, permettant d'inhiber la corrosion des armatures, de prévenir l'alcali réaction et d'éviter la présence d'alcalis et de sulfates dans la structure.

Description

[0001] La présente invention concerne le domaine de la construction. Elle concerne en particulier le traitement de structures réalisées en produit à base de ciment et présentant des armatures en acier, permettant d'inhiber la corrosion des armatures, de prévenir l'alcali réaction et d'éviter la présence d'alcalis et de sulfates dans la structure.

[0002] Les armatures en acier des structures réalisées en béton sont sujettes à la corrosion. Le béton peut quant à lui subir une dégradation par éclatement dû à un gonflement suite aux alcali réactions et à la présence de sulfates ou d'alcalis. Cet éclatement engendre des fissures qui permettent la pénétration de l'eau dans la structure et favorise ainsi la corrosion des armatures. Ce phénomène se perpétue jusqu'à la destruction complète du béton.

[0003] La corrosion des armatures est favorisée par des éléments contaminants, tels que les chlorures présents en particulier dans le sable d'origine marine utilisé depuis la pénurie de sable de rivière ou apportés par les sels de déverglaçage des chaussées. Ces contaminants peuvent encore être trouvés dans des agrégats de carrière ou de recyclage de démolition souillés ou dans produits utilisés naguère comme adjuvant au béton.

[0004] La carbonatation du béton diminue le pH des structures bétonnées. Les armatures, entourées de béton, ne sont alors plus protégées par son pH élevé et deviennent sensibles à la corrosion. La fissuration du béton due aux réactions décrites précédemment favorise la pénétration de l'eau dans la structure et par conséquent la corrosion des armatures.

[0005] L'invention a pour but de traiter de manière préventive ou curative des structures contre ces phénomènes. L'invention propose en particulier d'inhiber la corrosion des armatures en acier corrodées ou non encore corrodées, de renforcer le mélange cimentaire en prévenant l'alcali réaction et en évitant la présence d'alcalis et de sulfates dans les structures.

[0006] Ces buts sont atteints par l'utilisation du glycérophosphate de lithium pour le traitement de structures réalisées en produit à base de ciment et présentant des armatures en acier.

[0007] Un premier procédé de traitement d'une structure réalisée en produit à base de ciment est caractérisé en ce qu'il comprend l'étape suivante:

- imprégner la structure d'une composition comprenant du glycérophosphate de lithium.

[0008] Cette composition peut être une solution aqueuse.

[0009] L'imprégnation de la structure par la composition peut se faire par application à sa surface.

[0010] La quantité de glycérophosphate de lithium appliquée peut être comprise entre 0.003 à 3 mol/m².

[0011] La composition peut être appliquée au pinceau, au rouleau ou au pulvérisateur.

[0012] Un second procédé permettant d'inhiber la corrosion sur des armatures en acier d'une structure étant exposées à l'air libre est caractérisé en ce qu'il comprend l'étape suivante:

- recouvrir les armatures d'une peinture comprenant du glycérophosphate de lithium.

[0013] La peinture peut être à base aqueuse.

[0014] Un troisième procédé de traitement d'une pâte à base de ciment destiné à emprisonner des armatures en acier pour constituer une structure est caractérisé en ce qu'il comprend l'étape suivante:

- incorporer à la pâte de produit à base de ciment non encore solidifiée, une composition comprenant du glycérophosphate de lithium.

[0015] On incorpore de préférence entre 0.001% et 1% de glycérophosphate de lithium dans la pâte.

[0016] La composition peut être une solution aqueuse.

[0017] Les fig. 1 à 4 présentent des résultats d'essais prouvant l'efficacité du glycérophosphate de lithium pour le traitement de structures réalisées en produit à base de ciment et présentant des armatures en acier.

[0018] Il a été trouvé que le glycérophosphate de lithium a, en plus d'un rôle d'inhibiteur de corrosion des aciers emprisonnés dans des produits à base de ciment tels que le béton et le mortier, la faculté de protéger le béton d'une dégradation due aux alcali réactions et possède un pouvoir de pénétration du béton largement supérieur à celui des inhibiteurs connus.

[0019] La capacité d'un glycérophosphate de lithium à inhiber la corrosion sur de l'acier déjà corrodé ou non peut être observée en imprégnant d'une composition de glycérophosphate de lithium une structure réalisée en un produit à base de ciment contenant l'acier. La capacité du glycérophosphate de lithium à prévenir les alcali réactions peut être observée simultanément.

[0020] Le traitement d'une structure bétonnée qui a subi par exemple une dégradation due aux sulfates et une corrosion des aciers exposés de ce fait ou dans un béton fissuré jusqu'à ses armatures, est décrit ci-après.

[0021] Du fait de l'alcali réaction, les armatures sont sujettes à la corrosion. Selon l'invention, on utilise pour traiter de telles structures une solution aqueuse de glycérophosphate de lithium contenant 0.1 à 0.5% en masse de glycérophosphate de lithium. On applique cette solution aqueuse directement sur la structure par exemple au pinceau, au rouleau ou encore

par pulvérisation grâce à un pulvérisateur basse pression. Cette solution imprègne rapidement la structure du fait de la porosité du béton et de la faculté du glycérophosphate à pénétrer le béton. L'application se fait en une seule couche ou en plusieurs couches permettant de répandre sur la surface de la structure entre 0.003 mol et 3 mol de glycérophosphate de lithium par m² de béton à traiter.

[0022] Cette application a pour but d'obtenir, dans une zone s'enfonçant dans le béton d'environ 50 mm depuis la surface où est répandue la solution, une concentration en glycérophosphate de lithium dans le béton comprise entre 0.001% et 0.5% en masse. Les armatures dont il faut inhiber la corrosion et le béton dont il faut prévenir les alcali réactions se trouvent dans cette zone. On imprègne de préférence 0.3 mol de glycérophosphate de lithium par m² de béton à traiter afin de réaliser une concentration en glycérophosphate de lithium dans le béton de 0.1% en masse. On peut appliquer d'autres quantités de glycérophosphate sur la structure. La quantité à imprégner par unité de surface de structure à traiter dépend en particulier de la localisation des armatures à traiter par rapport à la surface d'application de la porosité du béton et de la concentration des contaminants. On comprend que si le béton est peu poreux ou si les armatures sont situées relativement loin de la surface d'application du produit ou si le béton est très contaminé, il est nécessaire d'augmenter la quantité de glycérophosphate de lithium de manière à obtenir au voisinage des armatures une concentration en glycérophosphate de lithium suffisante pour inhiber la corrosion sur l'acier et éviter les alcali réactions. Des tests qui seront détaillés plus loin dans la présente demande montrent qu'à partir d'une concentration massique de 0.001% de glycérophosphate de lithium dans le béton on obtient déjà un effet inhibiteur de corrosion très important et une stabilisation des alcalis et des sulfates. Cependant, une concentration massique de 0.1% de glycérophosphate dans le béton est préférée compte tenu de la grande hétérogénéité des bétons dans une même structure.

[0023] Le traitement précédent peut aussi être appliqué, à titre préventif, à une structure n'ayant pas subi ni de carbonatation, ni d'alcali réaction, ni d'autre contamination. On peut en particulier l'appliquer de manière préventive sur des structures saines dont les armatures n'ont pas été corrodées et/ou qui ne révèlent pas encore de fissuration visible.

[0024] La solution de glycérophosphate de lithium utilisée peut comprendre d'autres composants ayant également une fonction d'inhibition de la corrosion ou des fonctions différentes. On peut en particulier utiliser une solution comprenant des composants qui en plus d'inhiber la corrosion, de renforcer les structures et d'empêcher les alcali réactions et la présence de sulfates, permettent de colorer ou de pigmenter la solution pour des raisons décoratives. De plus, le glycérophosphate de lithium peut être incorporé à des peintures, par exemple des peintures à base d'eau destinées à être appliquées sur des structures constituées de produit à base de ciment.

[0025] Pour permettre l'inhibition de la corrosion sur de l'acier constituant des armatures exposées à l'air libre, on se propose d'utiliser une peinture ou barbotine à base de ciment à laquelle on a ajouté un du glycérophosphate de lithium. Cette peinture ou barbotine est appliquée sur les armatures en acier par exemple à l'aide d'un pinceau, d'un rouleau, d'un pistolet à peinture ou d'un pistolet de pulvérisation sans air.

[0026] La capacité du glycérophosphate de lithium à inhiber la corrosion sur de l'acier peut encore être observée lorsqu'on l'incorpore à une pâte à base de ciment destinée à emprisonner l'acier après solidification et en présence de contaminants.

[0027] Pour permettre l'inhibition de la corrosion sur de l'acier qui sera contenu dans une structure réalisée en un produit à base de ciment, on se propose d'utiliser du glycérophosphate de lithium seul ou en combinaison avec du glycérophosphate de calcium.

[0028] Nous allons détailler le procédé permettant la réalisation d'une pâte de produit à base de ciment permettant de protéger les armatures qui y seront disposées et où un risque de dégradation existe du fait de la présence de contaminants tels que des sulfates, des alcalis et des chlorures. On prépare un béton à partir d'un ciment par exemple de type Portland, de sable, d'agrégats par exemple de taille inférieure à 15 mm et d'eau. On mélange ces produits jusqu'à obtenir une pâte homogène. On ajoute alors une solution aqueuse à 1% de glycérophosphate de lithium. On continue ensuite à mélanger ces produits jusqu'à obtenir un produit homogène. La quantité de solution ajoutée est telle que la concentration massique en glycérophosphate dans la pâte est comprise entre 0.001% et 0.5%. De préférence, la quantité de solution ajoutée est telle que la concentration massique en glycérophosphate dans la pâte est de 0.1%. La pâte de béton ainsi préparée peut ensuite être coulée en ayant au préalable mis en place les armatures en acier destinées à rigidifier la structure. Les armatures peuvent en particulier consister en des câbles de précontrainte très vulnérables aux alcalis.

[0029] Dans les deux procédés décrits précédemment, on utilise comme inhibiteur de corrosion et agent de protection et de renforcement contre la fissuration due aux sulfates et aux alcalis le glycérophosphate de lithium. Ce composé possède en effet une caractéristique intéressante: il est non toxique et est, par exemple, utilisé dans l'industrie pharmaceutique pour ses bienfaits sur le corps humain.

[0030] Nous allons maintenant détailler une série d'essais effectués en laboratoire et sur ouvrage. Ces essais permettent de mettre en évidence l'intérêt à utiliser le glycérophosphate de lithium pour traiter les structures.

Essai 1:

[0031] On utilise pour cet essai un barreau d'acier suisse type S500. On plonge ce barreau dans une solution à 0.1 mol/L de nitrate de sodium et on le laisse se corroder jusqu'à que de la rouille apparaisse à sa surface. Dès l'introduction du barreau dans la solution, on mesure le potentiel électrique de l'acier en utilisant comme référence une électrode d'argent plongée

dans une solution de chlorure d'argent. La corrosion de l'acier provoque la décroissance de son potentiel électrique. Après apparition de la rouille, on ajoute du glycérophosphate de lithium dans la solution jusqu'à obtenir une concentration de 0.1 mol/L en glycérophosphate de lithium. On observe alors une croissance du potentiel électrique de l'acier jusqu'aux environs de -160 mV, ce qui signifie que l'acier est devenu insensible à la corrosion. En effet, il est connu que les aciers dont le potentiel électrique est supérieur à -200 mV sont insensibles à la corrosion. La fig. 1 présente la courbe temporelle de mesure du potentiel électrique de l'acier constituant le barreau.

Essai 2:

[0032] On compare lors de cet essai les concentrations nécessaires en différents produits permettant un effet inhibiteur de corrosion. Les produits étudiés sont le glycérophosphate de lithium et d'autres produits utilisés dans l'art antérieur comme inhibiteurs de corrosion. Pour chaque produit, on prépare quatre solutions ayant des concentrations différentes 0.001, 0.01, 0.1, et 1 mol/L. Après avoir plongé des échantillons d'acier doux dans chacune des solutions précédentes pendant 28 jours, on observe à l'œil nu si les échantillons d'acier présentent ou non des traces de corrosion. On consigne dans le tableau 1 suivant, pour chaque produit, la concentration minimale permettant à l'acier de ne pas présenter de trace de corrosion.

Tableau 1

[0033]

Produit	Concentration (mol/L)
glycérophosphate de lithium	0.001
monofluorophosphate de sodium	1.000
diéthanolamine	0.100
triéthanolamine	0.100
diéthanolamine-phosphate	0.010
triéthanolamine-phosphate	0.010
triéthanolamine-borate	0.100

[0034] Il ressort de cet essai qu'une très faible concentration (0.001 mol/L) de glycérophosphate de lithium est suffisante pour inhiber la corrosion sur l'acier.

Essai 3:

[0035] Cet essai permet de mettre en évidence la stabilité du glycérophosphate de lithium dans une solution contenant 1% de poudre de béton et 0.2% de chaux vive. On compare au cours de cet essai la stabilité du glycérophosphate de lithium à celle du monofluorophosphate de sodium. La fig. 2 présente la courbe temporelle des concentrations de ces deux produits. La concentration en glycérophosphate de lithium reste quasiment stable et celle en monofluorophosphate décroît de manière très sensible au cours du temps.

Essai 4:

[0036] Cet essai permet de mettre en évidence la capacité du glycérophosphate de lithium à pénétrer une structure bétonnée. On compare en particulier au cours de cet essai le pouvoir de pénétration du glycérophosphate de lithium et celui du monofluorophosphate de sodium. On utilise, pour réaliser cet essai, des plaques de mortier fabriquées en laboratoire. On mesure la concentration en glycérophosphate de lithium en fonction de la profondeur par dosage par chromatographie ionique. La fig. 3 représente la concentration des produits dans les plaques en fonction de la profondeur. Les résultats mettent en évidence le bon pouvoir de pénétration du glycérophosphate de sodium.

Essai 5:

[0037] Cet essai permet de mettre en évidence la capacité de l'élément lithium à réduire significativement la mobilité des sulfates. Un échantillon d'un béton contaminé par un excès de sulfates a été traité avec du silicate de lithium et un autre non. Après séchage, les échantillons ont été placés sur du papier buvard contenant de l'eau distillée. Les concentrations en sulfates dans les buvards après différents temps d'extraction ont été mesurées et reportées sur le graphique de la fig. 4. Les résultats mettent en évidence la capacité du lithium à réduire la mobilité des sulfates dans le béton.

Revendications

1. Utilisation du glycérophosphate de lithium pour le traitement de structures réalisées en produit à base de ciment et présentant des armatures en acier, permettant d'inhiber la corrosion des armatures, de prévenir l'alcali réaction et d'éviter la présence d'alcalis et de sulfates dans la structure.
2. Procédé de traitement d'une structure réalisée en produit à base de ciment, caractérisé en ce qu'il comprend l'étape suivante:
 - imprégner la structure d'une composition comprenant du glycérophosphate de lithium.
3. Procédé selon la revendication 2, caractérisé en ce que la composition est une solution aqueuse.
4. Procédé selon l'une des revendications 2 à 3, caractérisé en ce que l'imprégnation de la structure par la composition se fait par application à sa surface.
5. Procédé selon l'une des revendications 2 à 4, caractérisé en ce que la quantité de glycérophosphate de lithium appliquée est de 0.003 à 3 mol/m².
6. Procédé selon l'une des revendications 2 à 5, caractérisé en ce que la composition est appliquée au pinceau, au rouleau ou au pulvérisateur.
7. Procédé permettant d'inhiber la corrosion sur des armatures en acier d'une structure en ciment étant exposées à l'air libre, caractérisé en ce qu'il comprend l'étape suivante:
 - recouvrir les armatures d'une peinture comprenant du glycérophosphate de lithium.
8. Procédé selon la revendication 7, caractérisé en ce que la peinture est une peinture à base aqueuse.
9. Procédé de traitement d'une pâte à base de ciment destiné à emprisonner des armatures en acier pour constituer une structure, caractérisé en ce qu'il comprend l'étape suivante:
 - incorporer à la pâte de produit à base de ciment non encore solidifiée, une composition comprenant du glycérophosphate de lithium.
10. Procédé selon la revendication 9, caractérisé en ce qu'on incorpore entre 0.001% et 1% de glycérophosphate de lithium dans la pâte.
11. Procédé selon l'une des revendications 9 ou 10, caractérisé en ce que la composition est une solution aqueuse.

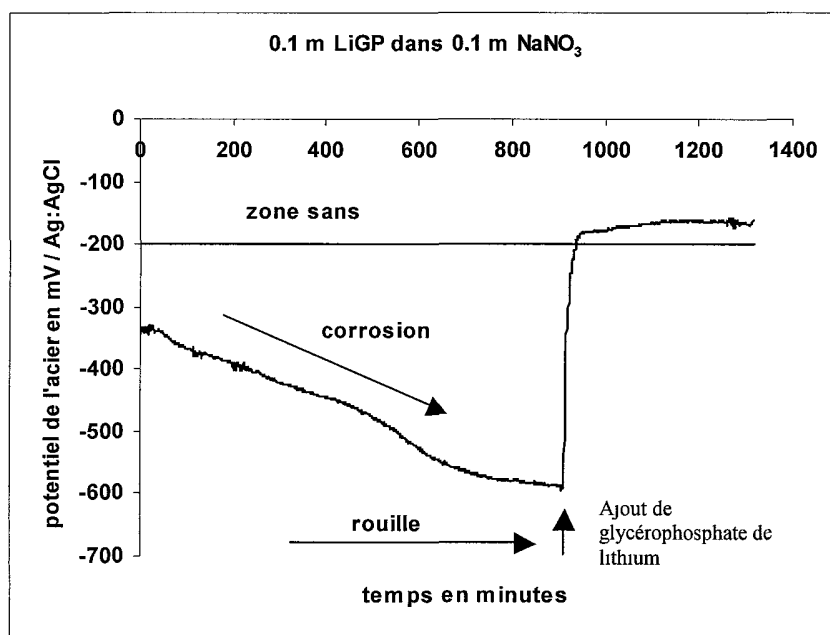


Fig. 1

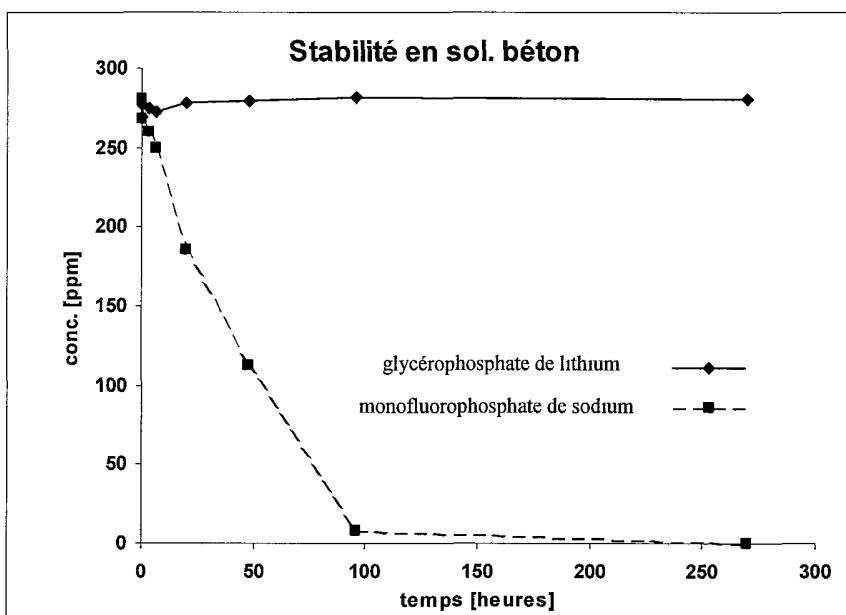


Fig. 2

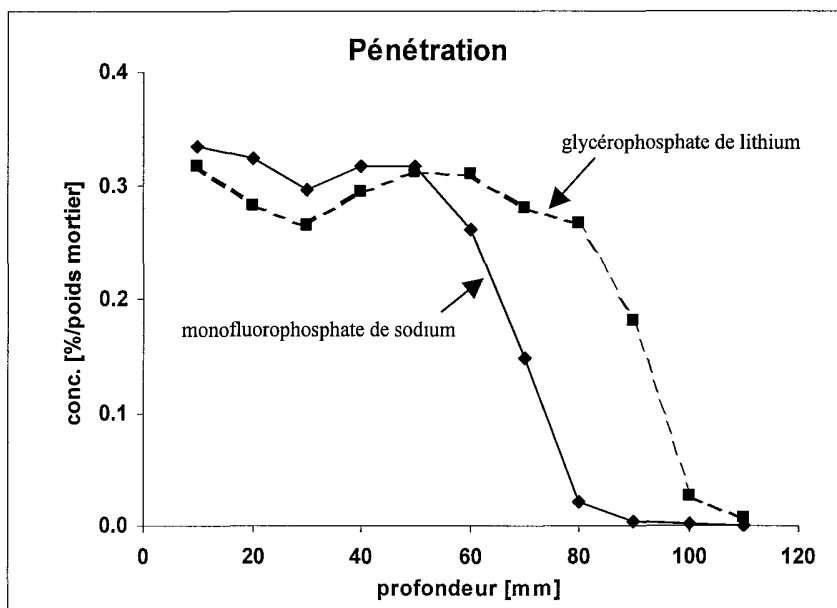


Fig. 3

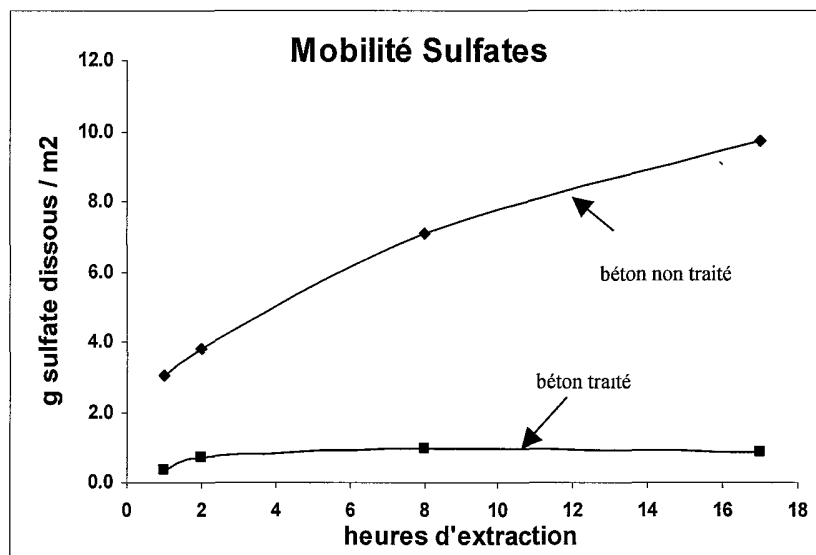


Fig. 4