



(11) (21) (C) **2,145,032**
(22) 1995/03/20
(43) 1995/09/22
(45) 2000/02/01

(72) Dugat, Jérôme, FR
(72) Frouin, Laurent, FR
(72) Prat, Evelyne, FR
(72) Richard, Pierre, FR
(73) Rhone-Poulenc Chimie, FR
(73) Bouygues, FR

(51) Int.Cl.⁶ C04B 28/04, E04C 5/08, C04B 14/06, C04B 20/02, C04B 40/00

(30) 1994/03/21 (94 03 261) FR

(54) **COULIS D'INJECTION POUR ENROBER UNE ARMATURE,
NOTAMMENT UNE ARMATURE DE PRECONTRAINTÉ**
(54) **INJECTION GROUT FOR REINFORCEMENT COATING,
NAMELY A PRESTRESSED REINFORCING BAR**

(57) Coulis d'injection pour l'enrobage d'une armature, qui comprend environ 1,5 à 3% en poids (par rapport au poids de ciment), de particules hydrophiles, inertes vis-à-vis des liquides, ayant une surface spécifique supérieure à environ 200 m²/g et aptes à se fractionner pendant le mélange et/ou l'injection, en multiples fragments dont la grosseur peut être aussi petite que 5 nanomètres et aussi grosse que 300 nanomètres. Un tel coulis convient notamment pour l'enrobage des armatures de précontrainte.



2145032

PRECIS DE LA DIVULGATION:

Coulis d'injection pour l'enrobage d'une armature, qui comprend environ 1,5 à 3% en poids (par rapport au poids de ciment), de particules hydrophiles, inertes vis-à-vis des liquides, ayant une surface spécifique supérieure à environ 200 m²/g et aptes à se fractionner pendant le mélange et/ou l'injection, en multiples fragments dont la grosseur peut être aussi petite que 5 nanomètres et aussi grosse que 300 nanomètres. Un tel coulis convient notamment pour l'enrobage des armatures de précontrainte.

L'invention concerne un coulis, à base de ciment et d'eau, destiné à être injecté pour enrober une armature, notamment une armature de précontrainte.

5 L'enrobage d'une armature de précontrainte est d'autant plus difficile à réaliser de façon satisfaisante que la longueur à enrober est plus grande, sachant que cette longueur peut atteindre 10 à 15 mètres dans le cas d'un câble en hauteur, et plusieurs centaines de mètres dans le cas d'un câble longitudinal.

10 Un but de la présente invention est de faciliter la mise en oeuvre d'un coulis d'injection.

Un autre but de l'invention est de diminuer le ressuage.

Encore un but de l'invention est de diminuer les risques de fragilisation de l'acier de l'armature par le coulis durci.

15 Selon l'invention, pour faciliter la mise en oeuvre du coulis d'injection et diminuer le ressuage, on incorpore au coulis environ 1,5 à 3 % en poids (par rapport au poids de ciment) de particules hydrophiles, inertes vis à vis des liquides, ayant une surface spécifique supérieure à environ 200 m²/g et aptes à se fractionner pendant le mélange et / ou l'injection, en multiples fragments dont
20 la grosseur peut être aussi petite que 5 nanomètres et aussi grosse que 300 nanomètres.

On peut par exemple employer des particules dont la surface spécifique est comprise entre 210 et 300 m²/g.

25 Par surface spécifique, on entend ici la surface spécifique BET, qui est notamment déterminée par la méthode de BRUNAUER-EMMET-TELLER décrite dans "The Journal of the American Chemical Society", vol. 60, page 309, février 1938 et correspondant à la norme ISO 5794/1 (annexe I).

30 De préférence, on utilise des particules dont la taille avant fractionnement est en moyenne inférieure à 20 micromètres, de préférence inférieure à 15 micromètres, encore mieux dans l'intervalle 0,3-1,5 micromètres, typiquement de l'ordre de 0,5 micromètres.

35 Parmi les matières ayant les caractéristiques ci-dessus, on préfère les matières de nature siliceuse, soit typiquement un additif

constitué de particules de silice précipitée.

Par silice précipitée, on entend ici une silice obtenue par précipitation à partir de la réaction d'un silicate alcalin avec un acide en général inorganique à un pH adéquat au milieu de précipitation, en particulier un pH basique, neutre ou peu acide ; le mode de préparation de la silice peut être quelconque (addition d'acide sur un pied de cuve de silicate, addition simultanée totale ou partielle d'acide et de silicate sur un pied de cuve d'eau ou de solution de silicate, etc...) et est choisi en fonction du type de silice que l'on souhaite obtenir, de façon en soi connue.

La silice précipitée peut être employée sous forme de poudre (sèche) ou, éventuellement, sous forme de suspension aqueuse (ou bouillie).

On a déjà proposé d'incorporer une silice à un coulis d'injection (FR-A-2 621 036), pour obtenir certains avantages, mais il s'agissait de grains de silice de caractéristiques physico-chimiques significativement différentes de celles des grains d'une silice précipitée convenant selon la présente invention.

L'additif utilisé selon la présente invention est ajouté à un coulis de ciment dont la composition peut être classique en soi, et les proportions de cet additif par rapport au poids de ciment n'est pas critique, sinon que l'on obtient des résultats remarquables avec une proportion de 2 à 3 kg de silice précipitée pour 100 kg de ciment.

Le coulis de ciment, outre l'additif ajouté selon l'invention, comportera habituellement d'autres additifs usuels, comme un retardateur, un fluidifiant, etc..

EXEMPLE

On décrira ci-après un exemple de mise en oeuvre de l'invention en référence à la figure unique du dessin joint qui représente deux tubes d'injection contenant respectivement un coulis conforme à l'invention et un coulis conventionnel, et des armatures.

On prépare un coulis en mélangeant les constituants ci-après selon le processus suivant :

- A 43 litres d'eau, on ajoute 4,9 litres d'un agent fluidifiant ("Melmentplast 40*" de la Société SKW), 1,6 litres d'un retardateur

* (marque de commerce)

("Melretard*" de la Société SKW).

Le mélange se fait dans la partie malaxage d'une machine à injecter (VSL Mixer*).

A la partie liquide, on ajoute 150 kg de ciment (CPA HP PM* du Havre de la Société Ciments Lafarge), et 3,75 kg de silice précipitée (Tixosil T 331* de la Société Rhône-Poulenc), laquelle présente une surface spécifique d'environ 250 m²/g.

Après trois minutes de mélange, le coulis obtenu présente les caractéristiques suivantes :

10

15

20

25

30

	CARACTERISTIQUES MESUREES	SPECIFICATIONS REGLEMENTAIRES (France)
<u>Fluidité</u> au cône de Marsh Ø 10 mm à 20° C	au temps T=0h 12 secondes T=1h 13 " T=3h 16 " T=6h 20 "	< 24 s
<u>Exsudation</u>	à 3 heures 0 %	< 2 %
<u>Retrait</u>	à 28 jours 2160 x 10 ⁻⁶ m/m	< 3000 x 10 ⁻⁶ m/m
<u>Résistances mécaniques :</u> mesurées sur prismes 4x4x16 cm	à 28 jours en compression : 95 MPa à 28 jours en flexion : 7MPa	> 30 MPa > 4 MPa

35

* (marques de commerce)

- Le mélange fabriqué suivant l'exemple ci-dessus reste fluide pendant trente heures : cette durée est modulable suivant l'utilisation, en modifiant la quantité de retardateur, notamment s'il s'agit d'injection de câbles de précontrainte et suivant leur longueur.

5 Le coulis avec silice précipitée ne décante pratiquement pas et permet d'assurer un bon enrobage des ancrages des câbles précontrainte, là où un coulis classique nécessiterait une reprise d'injection difficile.

10 On injecte ce coulis avec une pression de 5 bars à la base d'un tube transparent vertical (1) de 4,5m, contenant des torons (2) et un ancrage (3) de ces torons en tête du tube. Dans un tube identique (1') on injecte un coulis classique du commerce. Après plusieurs heures on compare les deux tubes.

15 On constate des manques d'enrobage M sur 7 cm sous l'ancrage et 17 cm au-dessus de l'ancrage dans le cas du coulis classique, dans des zones où un excellent enrobage est particulièrement requis, alors que l'enrobage ne présente qu'un manque m tout à fait minime (de 1 cm) éloigné de l'ancrage.

20 Des câbles de précontrainte de vingt mètres de haut ont été injectés sur un chantier, et ont confirmé les essais en laboratoire : le coulis est resté homogène pendant l'injection et n'a quasiment pas décanté ensuite, contrairement au produit prêt à l'emploi du commerce prévu pour l'ensemble du chantier, déjà délavé en haut du câble au moment de l'injection, et qui a nécessité des suppléments
25 d'injection sur plusieurs câbles.

On notera que par rapport à la fumée de silice dont l'emploi a déjà été envisagé, la silice précipitée présente notamment les avantages suivants :

30 a) la silice précipitée permet de mieux fixer l'eau et donc de diminuer très sensiblement le ressuage qui est l'une des principales difficultés pour l'injection autour des câbles ;

b) en raison de l'absence de silicium libre dans la silice précipitée, il ne se produit pas d'hydrogène naissant ;

35 c) à performances égales (décantation et exsudation), la quantité requise de silice précipitée est sensiblement inférieure à la quantité

de fumée de silice qui serait nécessaire :

d) Il est possible de choisir la silice précipitée qui convient pour obtenir une fluidité et une thixotropie souhaitées, puisqu'il existe toute une gamme de production de silice précipitée, alors qu'un tel
5 choix n'est pas possible dans le cas de la fumée de silice qui est disponible en tant que sous-produit.

L'invention n'est pas limitée à ces exemples qui n'ont été données qu'à titre d'illustration.

10

15

20

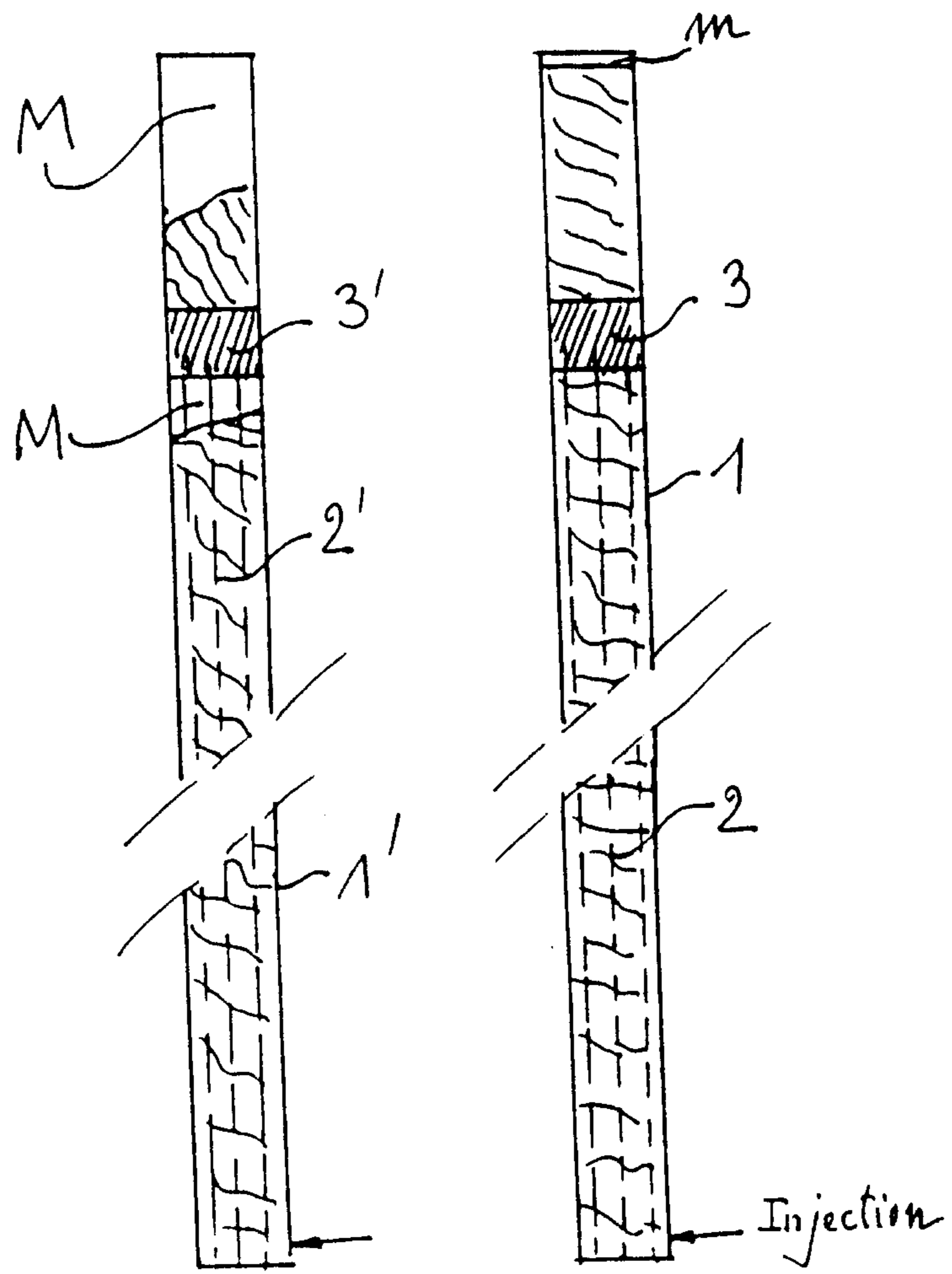
25

30

35

Les réalisations de l'invention, au sujet desquelles un droit exclusif de propriété ou de privilège est revendiqué, sont définies comme il suit:

1. Coulis d'injection, à base de ciment et d'eau, pour l'enrobage d'une armature, caractérisé en ce qu'il comporte 1,5 à 3% en poids par rapport au poids de ciment, de particules hydrophiles, inertes vis-à-vis des liquides, ayant une surface spécifique supérieure à 200 m²/g et aptes à se fractionner pendant le mélange et/ou l'injection, en multiples fragments dont la grosseur peut être aussi petite que 5 nanomètres et aussi grosse que 300 nanomètres.
2. Coulis d'injection selon la revendication 1, caractérisé en ce que les particules avant incorporation au coulis ont une taille en moyenne inférieure à 20 micromètres.
3. Coulis d'injection selon la revendication 2, caractérisé en ce que les particules avant incorporation au coulis ont une taille en moyenne inférieure à 15 micromètres.
4. Coulis d'injection selon la revendication 3, caractérisé en ce que les particules avant incorporation au coulis ont une taille en moyenne comprise dans l'intervalle 0,3-1.5 micromètres.
5. Coulis d'injection selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, caractérisé en ce qu'on utilise des particules de silice précipitée.
6. Application d'un coulis selon l'une quelconque des revendications 1 à 5 à l'enrobage d'une armature de précontrainte.



Figure