

ROYAUME DU MAROC

OFFICE MAROCAIN DE LA PROPRIÉTÉ (19)
INDUSTRIELLE ET COMMERCIALE



المملكة المغربية

المكتب المغربي
للملكية الصناعية والتجارية

(12) FASCICULE DE BREVET

(11) N° de publication : **MA 35092 B1** (51) Cl. internationale : **C04B 00/00**
(43) Date de publication : **02.05.2014**

(21) N° Dépôt : **36311**
(22) Date de Dépôt : **08.10.2013**
(30) Données de Priorité : **16.10.2012 IT MI2012A001742**
(71) Demandeur(s) : **ITALCEMENTI S.P.A., Via Camozzi, 124, 24121 Bergamo (IT)**
(72) Inventeur(s) : **D'Ambrosio, Giovanni ; Ghezzi, Alberto ; Borsa, Massimo**
(74) Mandataire : **ABU-GHAZALEH INTELLECTUAL PROPERTY (TMP AGENTS)**

(54) Titre : **BETON DURABLE PERMEABLE**
(57) Abrégé : Il est décrit un béton durable perméable ayant un coefficient de réflexion élevé, comprenant du dioxyde de titane.

ABREGE

BETON DURABLE PERMEABLE

5 Il est décrit un béton durable perméable ayant un coefficient de réflexion élevé, comprenant du dioxyde de titane.

02 MAI 2014

La présente invention concerne un béton durable perméable.

Un béton drainant ou perméable est un béton ayant une
5 porosité élevée, telle qu'elle va permettre à l'eau de
s'écouler à travers des vides. Il présente généralement une
quantité réduite de granulats fins et une bonne interconnexion
entre les vides présents dans la structure, ladite
interconnexion permettant à l'eau de s'écouler plus aisément.

10 Comme cela est connu d'après la technique existante, la
teneur en vide d'un béton perméable peut varier de 10 à 35 %,
avec une résistance à la compression typique de 2,8 à 28 MPa
(400 à 4000 psi). La vitesse de percolation varie en fonction
de la dimension du granulats et de la densité du mélange, mais
15 elle est généralement comprise dans la plage allant de 100 à
1500 mm/min.

Le béton durable perméable est utilisé pour le revêtement
routier et permet à l'eau pluviale et à l'eau provenant
d'autres sources de pénétrer dans le sol, en réduisant de cette
20 façon un écoulement hors du site et en permettant une recharge
des eaux souterraines.

Des exemples d'application du béton durable perméable sont
une utilisation pour le revêtement des zones de stationnement,
des zones à faible trafic, des routes résidentielles ou
25 secondaires, des zones de passage pour piétons, des trottoirs,
des pistes cyclables, etc.

Le béton durable perméable est généralement préparé par
mélange du granulats avec la pâte de ciment pure, versage du
mélange ainsi obtenu dans la zone à revêtir, et application
30 d'une pression appropriée pour que soit obtenue une surface
supérieure lisse.

L'application de pression sur le béton durable perméable
ou la phase de compactage peut être effectuée à la main ou
mécaniquement, par exemple au moyen d'une spatule, d'un
35 rouleau, d'une machine de finition, etc.

L'utilisation de béton durable perméable fait partie des
pratiques suggérées par l'US Environmental Protection Agency
(EPA) puisque le béton durable perméable permet l'écoulement de

l'eau, réduit les effets de canalisation et la formation de plans d'eau, en assurant la récupération de l'eau dans les eaux souterraines (drainage profond), la collecte et le recyclage des eaux pluviales, qui peuvent ensuite être proprement
5 convoyées par aménagement de services secondaires spécifiques.

Les bétons donnent aussi des surfaces réfléchissantes qui réduisent au minimum l'effet d'îlot thermique urbain. L'effet d'îlot thermique urbain est un effet qui peut être imputable principalement à des surfaces horizontales, telles que des
10 toits et des sols, adsorbant le rayonnement solaire. Les matériaux ayant un coefficient de réflexion solaire majeure (appelé albédo), comme le béton, réduisent l'effet d'îlot thermique, permettent d'économiser de l'énergie, en réduisant par exemple les besoins en air climatisé, et en améliorant en
15 conséquence la qualité de l'air.

Les niveaux de smog ont par ailleurs été corrélés également à l'augmentation de la température. Une augmentation de température de quelques degrés suffit pour provoquer un accroissement de la quantité de smog et de pollution.

20 La réflexion solaire est la quantité de rayonnement solaire réfléchi par une surface par rapport à la quantité totale de rayonnement atteignant cette surface. Le rayonnement solaire atteignant un objet sur terre englobe la lumière visible et la lumière ultraviolette ainsi que le rayonnement
25 infrarouge. Le béton produit avec un ciment Portland ordinaire a généralement un coefficient de réflexion solaire compris entre 0,35 et 0,45, même si ces valeurs peuvent varier.

Le coefficient de réflexion solaire est couramment mesuré au moyen d'un réflectomètre solaire (conformément à la norme
30 ASTM C1549) ou au moyen d'un pyranomètre (conformément à la norme ASTM E1918).

L'US Green Building Council a adopté un indice composite appelé "indice de coefficient de réflexion solaire" (SRI), à savoir un indice de coefficient de réflexion solaire pour
35 mesurer l'ampleur avec laquelle une surface exposée en plein soleil chauffe. La température d'une surface dépend du coefficient de réflexion de la surface et de son émittance, ainsi que du rayonnement solaire.

L'indice de coefficient de réflexion solaire (SRI) est utilisé pour déterminer l'effet du coefficient de réflexion et de l'émittance sur la température de surface, et il varie de 100 pour une surface blanche standard à zéro pour une surface
5 noire standard.

Le SRI est calculé au moyen de la méthode ASTM E1980 "Pratique standard pour calculer l'indice de coefficient de réflexion solaire de surfaces opaques horizontales et faiblement pentues".

10 Les matériaux ayant les valeurs majeures de SRI sont les matériaux les plus intéressants et constituent le choix le plus approprié pour atténuer l'effet d'îlot thermique.

L'émittance, également appelée émissivité d'une surface, est la mesure de l'ampleur d'émission ou de libération de
15 chaleur par une surface. Cette valeur est comprise entre 0 et 1.

Une surface en aluminium poli a une émittance inférieure à 0,1, tandis qu'un matériau noir non métallique a une émittance supérieure à 0,9. Toutefois, des matériaux non métalliques plus
20 opaques (tels que le béton, la pierre et le bois) ont une émittance comprise entre 0,85 et 0,95, et sa valeur est généralement supposée être de 0,90.

De plus, pour ces matériaux, la valeur SRI est principalement fonction du coefficient de réflexion solaire. En
25 d'autres termes, un matériau de construction ayant un coefficient d'indice de réflexion solaire élevé va être bien plus vraisemblablement caractérisé par une valeur SRI élevée.

Les revêtements de sol en béton qui doivent être considérés comme durables conformément aux paramètres fournis
30 par l'US Green Building Council doivent présenter un coefficient d'indice de réflexion solaire (SRI) d'au moins 29.

Bien qu'un béton traditionnel satisfasse aux exigences minimales de SRI, le béton perméable ne satisfait généralement pas à ces exigences.

35 La principale raison expliquant pourquoi le béton perméable n'est pas capable d'atteindre ladite valeur SRI minimale réside dans la nature de la mesure faite pour le SRI. D'ailleurs, comme mentionné précédemment, la valeur SRI est

obtenue par mesure optique au moyen d'un réflectomètre, et donc la zone poreuse du béton perméable contribue d'une manière significative à diminuer le coefficient de réflexion solaire.

Le besoin d'obtenir des bétons durables perméables ayant un indice de coefficient de réflexion solaire élevé, sans toutefois diminution de la porosité en surface du béton perméable, en d'autres termes sans dégradation des propriétés caractérisant un béton perméable telles que la vitesse de percolation et la résistance à la compression, s'est par conséquent particulièrement fait ressentir.

Un objet de la présente invention réside par conséquent dans un béton durable perméable ayant un coefficient de réflexion élevé, comprenant du dioxyde de titane.

Le dioxyde de titane peut être tant du dioxyde de titane sous forme rutilé que du dioxyde de titane sous forme anatase, et de préférence il s'agit de dioxyde de titane sous forme anatase.

La quantité de dioxyde de titane est de préférence égale ou supérieure à 1 % en poids par rapport au poids total de ciment présent dans le béton frais, mieux encore égale ou supérieure à 2 % en poids.

Dans un mode de réalisation de la présente invention, le béton durable perméable comprend à l'état frais au moins 230 kg/m³ de ciment, ayant un rapport eau/ciment compris entre 0,3 et 0,4, une quantité de granulats comprise entre 1400 et 2000 kg/m³ avec une valeur Dmax comprise entre 6 et 10 mm, le granulats étant caractérisé par une granulométrie telle qu'au moins 85 %, de préférence au moins 96 % et mieux encore au moins 98 % en volume du granulats traversent un tamis de 6,3 mm.

Le dioxyde de titane peut être ajouté au mélange tel quel ou, dans un aspect préféré de l'invention, on utilise un ciment déjà mélangé avec du dioxyde de titane, de préférence le ciment TX Arca, qui comprend déjà un pourcentage égal à 2 % en poids, par rapport au poids total du ciment, de dioxyde de titane sous forme anatase.

En particulier, on a trouvé de façon inattendue que les bétons perméables comprenant du ciment gris, pour lesquels il était impossible d'obtenir des valeurs SRI supérieures à 29,

lorsqu'ils comprennent du ciment gris mélangé à du dioxyde de titane, dépassent ladite valeur de seuil de SRI et satisfont aux limites établies par l'US Green Building Council concernant les bétons durables.

5 Les caractéristiques du béton durable perméable selon la présente invention sont particulièrement surprenantes si l'on considère qu'il est démontré que l'addition de TiO_2 à du ciment modifie d'une manière hors de propos la valeur de luminance, et que si l'on souhaite obtenir des augmentations significatives,
10 il est nécessaire d'arriver à des additions de dioxyde de titane de l'ordre de 10 %.

L'avantage principal des bétons durables perméables selon la présente invention est que, par une addition qui n'implique ni changement substantiel des composants du béton perméable, ni
15 changement substantiel de la structure du béton perméable, il est possible d'obtenir des améliorations également de l'ordre de 50 % de la valeur SRI du béton perméable, en maintenant inaltérées les propriétés de résistance à la compression et de perméabilité totale. Dans le cas particulier des ciments gris,
20 ceci permet d'obtenir un béton durable perméable conforme aux seuils établis par l'US Green Building Council à propos des ciments durables.

D'autres caractéristiques et avantages de l'invention apparaîtront de façon évidente à la lecture de la description.

25 Par le terme "ciment", conformément à la présente invention, on entend un matériau en poudre qui, quand il est mélangé avec de l'eau, forme une pâte qui durcit du fait de l'hydratation et qui, après durcissement, conserve sa résistance et sa stabilité également en présence d'eau. En
30 particulier, les ciments selon la présente invention comprennent le ciment dit Portland, le ciment de laitier, le ciment de pouzzolane, le ciment de cendres volantes, le ciment de schiste calciné, le ciment calcaire et les ciments dits composites. Par exemple, les ciments de type I, II, III, IV ou
35 V peuvent être utilisés conformément à la norme EN197-1. Un ciment particulièrement préféré est le ciment CEM II. La classe préférée de ciment est la classe 42.5. Il importe peu que le ciment soit gris ou blanc.

Par le terme "granulat" selon la présente invention, on entend généralement des matériaux granulaires utilisés dans le domaine de la construction (voir aussi la norme UNI EN 12620), qui peuvent être de nature silicique, calcaire ou basaltique, ronds ou broyés.

Le granulat peut être naturel, industriel ou recyclé. Le granulat naturel est un granulat d'origine minérale qui a été soumis de manière univoque à un traitement mécanique, tandis que le granulat industriel est aussi un granulat d'origine minérale qui dérive toutefois d'un procédé industriel impliquant une modification thermique ou autre. Finalement, le granulat recyclé est un granulat résultant du traitement d'un matériau inorganique antérieurement utilisé dans l'industrie de la construction.

Le béton perméable ne requiert pas nécessairement l'addition d'additifs hyper-fluidisants / de réducteurs d'eau pour atteindre les résultats souhaités en termes de résistance mécanique, bien que partant de rapports ciment/eau compris entre 0,3 et 0,4.

Toutefois, dans le cas où l'on souhaite utiliser des additifs hyper-fluidisants, ceux-ci peuvent être choisis parmi le naphthalène sulfoné (SN), la mélamine sulfonée (SM), les ligninesulfonates modifiés (MLS) ou les composés polycarboxyliques tels que les polyacrylates.

Afin d'augmenter la durée de vie de ces bétons et de réduire les dommages dus au gel/dégel, on peut utiliser des additifs d'aération, de préférence choisis parmi l'abiétate de sodium, les alkylarylsulfonates, les alkylsulfonates, les alkylsulfates, les acides dérivés de graisses et d'huiles animales et les sphères creuses, de préférence les alkylsulfates et les microsphères creuses.

Le pourcentage en poids d'additifs d'aération est compris entre 0,1 et 3 %, mieux encore entre 1 et 2 % par rapport au poids du ciment.

L'application du béton durable perméable selon la présente invention est particulièrement simple grâce à l'usinabilité particulière du mélange et, en fonction du type et de la dimension du revêtement, celui-ci est étalé au moyen de

machines vibrantes de finition de routes ou à la main, avec des outils de construction appropriés, sur un substrat conçu de façon appropriée.

5 Pour une homogénéisation complète, le ciment, l'eau, le granulat, l'additif d'aération facultatif et le dioxyde de titane sont mélangés dans une bétonnière sur le site de construction ou un autre dispositif similaire, jusqu'à obtention d'un mélange homogène sans grumeaux et ayant une texture de type "sol humide".

10 Le mélange est ainsi appliqué sur le support nivelé par une chape et comprimé de manière appropriée.

Une fois que le mélange est préparé, le mieux consiste à l'appliquer dans la demi-heure (cette période se référant à une température d'environ 20°C).

15 D'autres caractéristiques et avantages de l'invention apparaîtront de façon évidente à partir des exemples qui suivent, indiqués dans un but illustratif et non limitatif.

Exemple 1

20 On mélange 21 kg de granulat (1480 kg/m³) de type calcaire ayant une valeur Dmax égale à 10 mm, pendant 3 minutes, avec 0,7 kg d'eau, c'est-à-dire avec 50 % de la quantité d'eau totale.

25 On stoppe le mélange et on ajoute 4 kg de ciment gris TX Arca (280 kg/m³), le reste de l'eau (0,7 kg) et 0,08 kg d'additif d'aération Esapon commercialisé par la société Lamberti (laurylsulfates, 2 % en poids par rapport au ciment). La quantité totale d'eau correspond à un rapport eau/ciment égal à 0,35.

30 On mélange toute la charge pendant 5 minutes.

On obtient des carreaux de 10x10 ayant une épaisseur de 3 cm que l'on compacte de façon convenable (10 courses avec un poids de 2 kg) et laisse durcir pendant 24 heures.

35 On mesure le SRI conformément à la norme EN 410, correspondant à la norme ISO 9050 : l'échantillon de béton durable perméable selon l'Exemple 1 présente une valeur SRI égale à 33.

Exemple 2 (comparatif)

On utilise le même mode opératoire que celui décrit dans l'Exemple 1, en employant le ciment gris type II 42,5R à la place du ciment gris TX Arca, et la valeur SRI mesurée est égale à 22.

Exemple 3

On utilise le même mode opératoire que celui décrit dans l'Exemple 1, en employant le ciment blanc TX Arca à la place du ciment gris TX Arca, et la valeur SRI mesurée est égale à 61.

Exemple 4

On utilise le même mode opératoire que celui décrit dans l'Exemple 1, en employant le ciment blanc type II 42,5R à la place du ciment gris TX Arca, et la valeur SRI mesurée est égale à 53.

Il apparaît de façon évidente que l'addition de dioxyde de titane, présent dans le ciment blanc TX Arca de l'Exemple 3, permet une augmentation significative de la valeur SRI également dans un ciment perméable blanc.

REVENDICATIONS

1. Béton durable perméable ayant un coefficient de réflexion élevé, comprenant du dioxyde de titane.

5

2. Béton durable perméable selon la revendication 1, dans lequel le dioxyde de titane est choisi parmi le dioxyde de titane sous forme rutilé et le dioxyde de titane sous forme anatase.

10

3. Béton durable perméable selon la revendication 1, dans lequel le dioxyde de titane est sous forme anatase.

4. Béton durable perméable selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel la quantité de dioxyde de titane est égale ou supérieure à 1 % en poids par rapport au poids total du ciment présent dans le béton frais.

5. Béton durable perméable selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, dans lequel la quantité de dioxyde de titane est égale ou supérieure à 2 % en poids par rapport au poids total du ciment présent dans le béton frais.

6. Béton durable perméable selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel le béton comprend à l'état frais au moins 230 kg/m³ de ciment, ayant un rapport eau/ciment compris entre 0,3 et 0,4, un granulat en une quantité comprise entre 1400 et 2000 kg/m³ et ayant une valeur D_{max} comprise entre 6 et 10 mm, le granulat étant caractérisé par une granulométrie telle qu'au moins 85 %, de préférence au moins 96 % et mieux encore au moins 98 % en volume du granulat traversent un tamis de 6,3 mm.

7. Béton durable perméable selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel le ciment est un ciment additionné de dioxyde de titane.

8. Béton durable perméable selon la revendication 7,

dans lequel le ciment contient une quantité égale à 2 % en poids de dioxyde de titane sous forme anatase.