

35A 550



PATENTE DE INVENCION

L 55339

*Memoria Descriptiva*

sobre:

PERFECCIONAMIENTOS EN LA CONSTRUCCION DE COMPUESTOS  
DE HORMIGON REFORZADOS.

-----

*Solicitante:* UNITED STATES STEEL CORPORATION, entidad norteamericana,  
residente en 525 William Penn Place, Pittsburgh,  
Estado de Pensilvania, EE.UU. de A.

-----

Esta invención se relaciona con el refuerzo de una  
masa fundible y más particularmente con el refuerzo de una  
matriz fundible de un material tal como hormigón, para for-  
mar un compuesto dotado de perfeccionada resistencia tensil  
y otras propiedades físicas.

5.

23 NOV 1952



- El refuerzo de materiales fundibles, por ejemplo plástico, caucho, refractarios, asfalto, hormigón, etc., para incrementar las propiedades mecánicas, tales como resistencia tensil y/o resistencia a la propagación de grietas, ha sido deseado durante largo tiempo. En particular, el refuerzo de hormigón, por ejemplo, ha sido en forma de barras o varillas colocadas en unas formas antes del vaciado del hormigón, así como en el uso de filamentos y fibras de varios materiales añadidos al hormigón durante el mezclado, vaciado o antes del fraguado. Estos últimos han sido proporcionados como refuerzos uniformemente dispuestos, así como en una distribución irregular.
- 5.
- 10.

- Recientemente, ha empezado a prestarse atención al uso de filamentos cortos y redondos, es decir alambre de acero, como refuerzo, habiéndose concedido varias patentes (patente belga nº 559.422 y patentes estadounidenses Nos. 2.677.955; 3.062.670 y 3.231.341) a tal uso. Se ha sugerido el empleo de esos filamentos en una orientación irregular y determinados investigadores recientes han atribuido importancia al espaciamiento de los filamentos. Sin embargo, evidentemente no puede medirse con precisión un espaciamiento crítico ni puede determinarse sólo por cálculos teóricos, teniendo en cuenta las cantidades relativas de filamentos reforzadores y volumen de matriz. Se ha demostrado claramente que un refuerzo de filamentos redondos puede representar un notable incremento en la resistencia tensil y en la resistencia a la propagación de grietas en una matriz, tal como de hormigón, así como mejoras de otras propiedades.
- 15.
- 20.
- 25.

- La presente invención implica el descubrimiento de que determinadas configuraciones de filamentos tienen por
- 30.



- resultado un incremento de resistencia desproporcionadamente mayor que el de las formas de filamentos anteriormente usadas. Además, se ha descubierto que otros factores aparte del espaciamiento de los filamentos representan unos reflejos más exactos del incremento de resistencia obtenible mediante el refuerzo con filamentos. Una parte de la invención es el descubrimiento de que la mejora de la resistencia está relacionada con el área superficial total de los filamentos reforzadores. Los filamentos redondos no tienen tanta área superficial como los filamentos de igual área en sección transversal, pero de forma no redonda, es decir rectangulares o planos. La relación superficial geométrica entre secciones transversales redondas y rectangulares, por ejemplo de igual área transversal, consiste en la existencia de un mínimo del 12,8% de incremento de área superficial con los filamentos no redondos. Este incremento del 12,8% es con relación a una sección transversal cuadrada para una relación entre anchura y espesor de 1. Así, el incremento del área superficial total para una cantidad determinada, es decir peso de filamentos/unidad de volumen de matriz, puede conseguirse incrementando la relación entre anchura y espesor de los filamentos usados para el refuerzo. Un incremento en la relación entre anchura y espesor tendrá por resultado una superior resistencia del compuesto reforzado, puesto que la razón del incremento de resistencia es la de que se incrementa el área superficial total, mientras permanece igual la cantidad de filamentos, es decir la relación peso de filamentos/unidad de volumen de matriz. De acuerdo con la invención, se usan para reforzar una matriz fundible filamentos reforzadores discontinuos y no redondos, con una relación (R) entre anchura y
- 5.
  - 10.
  - 15.
  - 20.
  - 25.
  - 30.

23 NOV



- espesor no superior a 5 aproximadamente. Los términos filamentos o fibras "no redondos" y "redondos", tal como se usan aquí, se refieren a la sección transversal del filamento, independientemente de la longitud del mismo. Así,
5. los filamentos "redondos" son los que tienen una sección transversal circular, contruidos ordinariamente de segmentos de alambre cortados, y filamentos "no redondos" son aquellos que tienen unas definidas dimensiones en anchura y espesor, si bien el espesor de los filamentos "planos" habituales puede medirse en centésimas de milímetro.
- 10.

- En términos más específicos, se ha descubierto que la adición de pesos equivalentes de filamentos redondos y no redondos de equivalente relación área transversal/0'028 metros cúbicos de mortero de hormigón, tiene por resultado un incremento de resistencia tensil del hormigón con filamentos no redondos, cuya resistencia es aproximadamente el doble de la conseguida mediante los filamentos redondos. Así, para el mismo peso de filamentos, los filamentos no redondos, es decir filamentos planos, son desproporcionadamente más eficaces
15. en cuanto a reforzamiento de una matriz que los filamentos redondos. Como consecuencia, puede lograrse un equivalente incremento de resistencia con menos (Kilogramos/metro cúbico) filamentos no redondos que con filamentos redondos. El término "mortero", tal como aquí se usa, se refiere a una mezcla de
20. agregado fino, agua y cemento. Cuando se usa el término "hormigón", se refiere a un mortero que puede contener agregado basto. El término "matriz" se refiere ámpliamente a materiales moldeables.

- A fin de utilizar la capacidad de reforzamiento de una
30. matriz por los filamentos, éstos han de estar: (1) química y/o

23 NOV.



- mecánicamente unidos a la matriz; y (2) han de tener una resistencia tensil última por lo menos igual a la fuerza tensil media desarrollada en el filamento al producirse el fallo de su unión. Formando filamentos de mayor área superficial, puede mejorarse la fuerza aglutinante total y con ello la mejora de resistencia potencial de la matriz. Sin embargo, hemos observado, como se explicará más adelante, que un área superficial total que esté constituida por filamentos de una relación entre anchura y espesor de hasta 5, proporcionará una mejora considerablemente mayor en la resistencia que filamentos de relaciones entre anchura y espesor superiores a 5. La fuerza tensil media ( $T_s$ ) desarrollada en un filamento no redondo, que de acuerdo con la invención posee dimensiones en cuanto a anchura y espesor, puede determinarse mediante la ecuación que seguidamente se expone. Debe destacarse que los filamentos pueden ser arqueados, rizados o retorcidos y que el término "anchura" se usa en sentido lato, puesto que en el caso de filamentos arqueados, por ejemplo, la "anchura" será la longitud circunferencial.
20. 
$$\text{Fuerza tensil media } T_s = U_f \left( \frac{L}{2t} \right) \left( \frac{R + 1}{R} \right)$$
- donde:  $T_s$  = fuerza tensil media en un filamento no redondo;
- $U_f$  = fuerza de unión media desarrollada en un filamento;
25.  $L$  = longitud del filamento;
- $t$  = espesor del filamento; y
- $R$  = relación entre anchura y espesor del filamento.
30. La fuerza media de unión,  $U_f$ , depende de: A) las propiedades de resistencia de la matriz; B) la configuración de



los filamentos; C) la condición superficial de los filamentos y D) cualquier revestimiento añadido a los filamentos para acentuar su unión.

- Como se indica anteriormente, y según se verá más cláramente, las características de los filamentos usados de acuerdo con la invención son tales que permiten su utilización y mezclado con material matriz en un estado sustancialmente seco. Así, de acuerdo con una versión de la invención, se proporciona un método de producción de un compuesto reforzado, tal como de hormigón, que comprende la preparación de una mezcla sustancialmente seca de cemento, agregado y una serie de filamentos reforzadores discontinuos que tienen una configuración no redonda, dimensiones en cuanto a anchura y espesor y una relación anchura/ espesor no superior a 5 aproximadamente. La mezcla sustancialmente seca se mezcla adecuadamente para distribuir los filamentos reforzadores, preferiblemente, aunque no necesariamente, de manera irregular, quedando entonces lista para la adición de agua al objeto de hidratar el cemento, después de lo cual vuelve a mezclarse. Se entenderá la posibilidad de agregar aditivos tales como agentes de arrastre del aire, plastificadores, acentuadores de unión, etc., si se desea, y que su adición entra en el ámbito de la invención.
- 5.
  - 10.
  - 15.
  - 20.

- En relación con lo que antecede, es de destacar que
- 25.
  - 30.



23 NOV 1968

tarse dentro de la masa también en cuanto a altura, es decir, en una distribución tridimensional.

La invención podrá entenderse más plénamente con referencia a los adjuntos dibujos y a los siguientes ejemplos.

5. En los dibujos que se acompañan:

La figura 1 es un gráfico que compara el efecto reforzador sobre el mortero de fibras redondas y no redondas, en función del espaciamiento de los filamentos.

10. La figura 2 es un gráfico que ilustra resultados similares a los mostrados en la figura 1, con la excepción de que se usan los valores efectivos de resistencia tensil en lugar de las relaciones de resistencia.

15. Las figuras 3 y 4 son gráficos que muestran la relación entre la resistencia tensil última y el área superficial total de los filamentos, para filamentos no redondos y redondos, respectivamente; y

20. La figura 5 es un gráfico que muestra el efecto de la relación entre anchura y espesor sobre el área superficial total, que a su vez está relacionada con la mejora en la resistencia.

25. Resultará evidente por la siguiente explicación, considerada en relación con los gráficos mencionados, que para un determinado espacio calculado, un filamento no redondo incrementa la resistencia de una matriz en un grado superior al de filamentos redondos de peso equivalente. Los cálculos para el espaciamiento de los filamentos tal como aquí se usan se realizan de acuerdo con las siguientes ecuaciones:

- Ecuación general:  $S = 15.6 \sqrt{A/p}$
- Filamentos de alambres redondos:  $S = 13.8 \sqrt{d^2/p}$
- 30. Filamentos de acero no redondos:  $S = 15.6 \sqrt{wt/p}$

donde:

23 NO



S = espaciamiento medio de los filamentos;

A = área en sección transversal de un filamento;

5. p = densidad de los filamentos en porcentaje por volumen de mortero;

w = anchura de filamento; y

t = espesor de filamento.

10. El efecto reforzador del filamento sobre la matriz depende de la tensión y del área superficial total de los filamentos. Naturalmente, la condición más deseable es la de desarrollar una fuerza de unión tan grande como sea posible, y a tal fin se prevén en el ámbito de la invención filamentos revestidos. Por consiguiente, puede usarse un revestimiento, tal como de resinas epoxílicas y otras.

15. Resumiendo, se proporciona de acuerdo con la invención un compuesto reforzado de una matriz moldeable, de un material tal como hormigón, y filamentos discontinuos, es decir cortos, y no redondos, dotados de una relación entre anchura y espesor no superior a 5 aproximadamente y de una

20. resistencia tensil última por lo menos igual a la fuerza tensil media desarrollada en el filamento al producirse el fallo de su unión. Los filamentos han de estar química y/o mecánicamente unidos a la matriz y de acuerdo con la invención comprenden sustancialmente la exclusiva forma de elementos discontinuos usados en la matriz, aunque los filamentos no redondos pueden usarse conjuntamente con otras formas de refuerzo continuo, tales como barras, malla, etc. De acuerdo también con la invención, se usan filamentos de 0,127 a 3,8 milímetros de anchura, de 0,025 a 0,76 milímetros de grosor y de 6,35 a

25. 76 milímetros de longitud. Además, es preferible usar filamen-

30.



tos que tengan una resistencia tensil última de 3.500 Kilogramos por centímetro cuadrado por lo menos, ventajosamente de acero, revestido o sin revestir.

5. La mejora obtenida mediante la práctica de la invención se ilustra mediante una serie de ejemplos en los que se mezclan filamentos de acero no redondos en un mortero consistente en cemento Tipo IA, arena para forja de malla nº 5 y agua en la relación de 1,00:2,43:0,55 en peso. Los filamentos usados en estos ejemplos eran de acero y del tamaño indicado en las tablas I y II. Aunque los filamentos de los ejemplos se añadieron al mortero hacia el final del ciclo de mezclado, pueden premezclarse también con cemento y/o la arena, es decir agregado fino (y agregado basto, si se desea).

10. El mortero reforzado con fibras anteriormente descrito se fundió en moldes de cartón encerado, de 152 milímetros de diámetro y 304 milímetros de altura. Se fundieron también muestras controladas de mortero corriente. Se retiraron todas las muestras de los moldes después de 24 horas y se colocaron en una habitación de curado por humedad durante 28 días. Se usó un ensayo de tensión indirecta, descrito en ASTM C 496-74T, para determinar la resistencia tensil de las muestras. La resistencia tensil en Kilogramos por centímetro cuadrado se expresa por:

$$T_s = 2p \sqrt{DL}$$

- 25. donde: p = carga última sostenida por la muestra;
- D = diámetro de muestra cilíndrica; y
- L = longitud de la muestra cilíndrica.

30. En las tablas I y II se indican los resultados de una serie de ensayos realizados como se describe anteriormente. Los datos de dichas tablas son representativos de los



usados para trazar las curvas de las figuras 1 y 2. En las tablas, la número I indica los resultados de los ensayos en los que se usaron filamentos reforzadores redondos y la tabla II expone los resultados de los ensayos usando filamentos no redondos o planos, de acuerdo con la invención. Ambas tablas indican el porcentaje en volumen de filamentos presentes en el mortero, el espaciamiento calculado y la tensión última en Kilogramos por centímetro cuadrado, observada por ensayo de tensión indirecto.

5.

TABLA I

Filamentos redondos

<u>Diámetro, centímetros</u>	<u>Porcentaje de acero por volumen de hormigón</u>	<u>Espaciamiento, centímetros</u>	<u>Tensión última, Kilogramos por centímetro cuadrado</u>
0'043	6'25	0'24	46'48
0'043	4'16	0'28	45'01
0'043	2'04	0'41	42'14
0'063	2'50	0'55	44'38
0'043	0'76	0'68	32'69
0'043	0'76	0'68	34'37
0'063	1'25	0'78	28'98
Mortero corriente	---	---	29'82 (promedio)

TABLA II

Filamentos planos

<u>Espesor, centímetros</u>	<u>Anchura, centímetros</u>	<u>Porcentaje de acero por volumen de hormigón</u>	<u>Espaciamiento, centímetros</u>	<u>Tensión última, Kilogramos por centímetro cuadrado</u>
0'035	0'076	3'5	0'43	32'55
0'035	0'076	1'5	0'61	46'83
0'038	0'160	2'5	0'77	42'14



TABLA II (continuación)

<u>Espesor, cen- tímetros</u>	<u>Anchura, cen- tímetros</u>	<u>Porcentaje de ace- ro por volúmen de hormigón</u>	<u>Espaciamiento, centímetros</u>	<u>Tensión última, Kilogramos por centímetro cua- drado</u>
0'038	0'160	1'5	0'99	39'06
0'038	0'320	2'5	1'08	38'15
0'035	0'380	2'5	1'15	33'67
0'035	0'380	1'5	1'23	33'46
Mortero corriente	---	---	---	24'92 (promedio)

Como puede verse por los gráficos de las figuras 1 y 2, las fibras no redondas proporcionan una mayor mejora en la resistencia que el alambre redondo de peso equivalente, en condiciones equivalentes y calculadas de espaciamiento de los filamentos. Este resultado es completamente inesperado y contrario a conclusiones basadas en los resultados obtenidos por investigadores anteriores.

Hemos descubierto que existe una correlación más precisa con la resistencia entre el área superficial total de los filamentos. Esta relación se ilustra mediante una serie de ejemplos, en los que se efectuaron ensayos de tensión indirectos en mortero reforzado con fibras redondas y no redondas, con una serie de muestras reforzadas con fibras redondas o no redondas. Los resultados de estos ensayos se muestran gráficamente en las figuras 3 y 4, que trazan la resistencia última en Kilogramos por centímetro cuadrado frente a la relación área superficial total de las fibras/centímetro cúbico de hormigón. Estas curvas muestran los resultados de ensayos de tensión indirectos antes citados y constituyen un trazado estadís-



5. tico de un gran número de muestras de ensayo. La curva de fibras redondas representa los resultados del ensayo de fibras de alambres electrogalvanizados con latón, de una resistencia tensil nominal de 1.680 Kilogramos por centímetro cuadrado y con las dimensiones indicadas en la tabla III.

TABLA III

Fibras de alambres ensayadas

	<u>Diámetro - centímetros</u>	<u>Longitud - centímetros</u>
I	0'0165	0'95
	0'0165	1'27
II	0'043	0'95
	0'043	1'27
	0'043	1'58
	0'043	3'81
III	0'063	0'95
	0'063	3'81

10. La curva de las fibras no redondas representa los resultados obtenidos sobre acero laminar cortado, de una resistencia tensil nominal de 3.850 K<sub>f</sub>. por cm<sup>2</sup> aproximadamente y con las dimensiones indicadas en la tabla IV.

TABLA IV

Fibras planas ensayadas

	<u>Espesor, centímetros</u>	<u>Anchura, centímetros</u>	<u>Longitud, centímetros</u>
I	0'024	0'056	2'54
	0'024	0'076	2'81
	0'024	0'240	2'54
II	0'035	0'070	2'54
	0'035	0'076	2'54
	0'035	0'120	2'54
	0'035	0'205	2'54
	0'035	0'380	2'54
III	0'038	0'160	2'54
	0'038	0'094	2'54
	0'038	0'320	2'54



Como se indica anteriormente, la curva de línea recta mostrada en las figuras 3 y 4 son trazados estadísticos que muestran claramente que la resistencia es directamente proporcional al área superficial total de las fibras en una unidad de volumen de hormigón, en lugar del espaciamiento de los filamentos, como anteriormente se creía. Los cálculos del área superficial total para estas fibras se efectuaron con las siguientes ecuaciones.

Area superficial total:

$$S_t = S_{Af} N$$

10. donde:  $S_{Af}$  = área superficial de una sola fibra, que para fibras redondas es de:

$$\pi dL$$

donde: d = diámetro de la fibra; y

L = longitud de la fibra,

y para fibras no redondas es de:

$$2(w + t)L$$

15. donde: w = anchura de la fibra;

t = espesor de la fibra;

L = longitud de la fibra; y

R = relación entre anchura y espesor.

20. N es el número de fibras en una unidad de volumen de hormigón  $V_c$ :

$$N = pV_c / 100V_{sf}$$

donde: p = porcentaje de filamentos (acero) en el hormigón por volumen (decimalmente, p/100);

$V_c$  = volumen de un hormigón (una unidad de volumen = 1);

25. y  $V_{sf}$  = volumen de una sola fibra.

$V_{sf}$  para filamentos redondos es:

$$\pi d^2 L / 4$$

$V_{sf}$  para filamentos no redondos es:



$$w.t.L$$

Por consiguiente, área superficial total para filamentos redondos:

$$\begin{aligned}
S_t &= S_{Af}N \\
&= \pi dL p V_c/100V_{sf} \\
&= \pi dL p x L /100 \pi d^2L/4 \\
&= p/25d
\end{aligned}$$

y el área superficial total para filamentos no redondos es:

$$\begin{aligned}
S_t &= S_{Af}N \\
&= 2(w + t)L p V_c/100 V_{sf} \\
&= 2(w + t)L p V_c/100 w t L \\
&= p (w + t)/50 w t \\
R &= \frac{w}{t}
\end{aligned}$$

5. Por consiguiente:

$$S_t = \frac{p}{50t} \left( \frac{R + 1}{R} \right)$$

- Teóricamente, si las características inherentes de unión se suponen iguales para superficies de fibras redondas y no redondas, las dos curvas deberían ser análogas, porque la resistencia frente a área superficial total queda igualada. Sin embargo, puede verse que la pendiente de la curva de los filamentos redondos corresponde a un área superficial de 0'14 Kg. por  $cm^2/cm^2$ , mientras que la pendiente para la fibra plana o no redonda es de 0'58 Kg. por  $cm^2/cm^2$ . Por consiguiente, puede calcularse que la característica de unión inherente de la fibra no redonda es considerablemente mayor que la de la fibra redonda.
- 10.
- 15.



Puede verse por la ecuación anteriormente descrita que el área superficial total  $S_t$  es afectada por tres factores: (1)  $p$ , el porcentaje de los filamentos en el hormigón; (2)  $t$ , el espesor del filamento y (3)  $R$ , la relación entre anchura y espesor. Tanto el porcentaje del filamento en el hormigón como el espesor de los filamentos, están linealmente relacionados con el área superficial total. Unos incrementos en el porcentaje de los filamentos,  $p$ , aumentará el área superficial total y unas disminuciones en el espesor  $t$  incrementará también el área superficial total. Sin embargo, la relación entre anchura y espesor,  $R$ , está relacionada con el área superficial total de una manera que tiene por resultado un valor crítico que afecta notablemente al área superficial total. En la tabla V, se describe la relación entre  $R$  y la cantidad  $(\frac{R+1}{R})$ , expuesta en la ecuación antes mencionada. Esta relación se muestra también en la figura 5. Como la cantidad  $(\frac{R+1}{R})$  está relacionada con el área superficial total y este área afecta a su vez a la mejora de resistencia, se ve por consiguiente que la relación  $R$  entre anchura y espesor ejerce un efecto notable sobre la mejora de la resistencia. A este respecto, conviene revisar las figuras 3 y 4 de nuevo, que son gráficos que muestran la relación entre la resistencia tensil última y el área superficial total para filamentos no redondos y redondos. Estos gráficos son representativos de la relación definida y para diferentes condiciones de hormigón, etc. No obstante, se muestra claramente que la resistencia tensil última aumenta con la relación área superficial total/unidad de volumen de matriz. La relación  $R$  entre anchura y espesor ejerce un claro efecto sobre el área superficial total y, como se muestra en la fi-



gura 5, el área superficial total es considerablemente mayor cuando la relación entre anchura y espesor es inferior a 5-6 aproximadamente, respecto al valor que tiene cuando la relación es superior a esta cantidad. El cambio en la

5. relación entre anchura y espesor de 5 a 1 aproximadamente, tiene por resultado un área superficial total considerablemente mayor, como se ilustra por el efecto de la relación R entre anchura y espesor sobre la cantidad  $\frac{(R + 1)}{R}$ , como se muestra en la figura 5.

10.

TABLA V

Relación entre R y la cantidad

	$\frac{(R + 1)}{R}$
R	$\frac{(R + 1)}{R}$
—	—
14	1,071
13	1,077
12	1,083
11	1,091
10	1,100
9	1,111
8	1,125
7	1,143
6	1,166
5	1,200
4	1,250
3	1,333
2	1,500
1	2,000

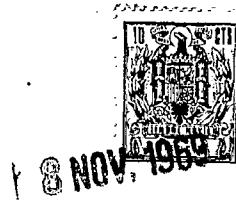
Se derivan otras ventajas del uso de los filamentos no redondos de acuerdo con la invención, además de la mejora de resistencia, respecto a las fibras redondas. Así, por ejemplo, se ha observado que mezclando filamentos no redondos con hormigón, tales filamentos tienen tendencia a mezclarse más íntimamente, con una resultante distribución más uniforme por

15.

- todo el hormigón, en tanto que los filamentos redondos tienen tendencia a agruparse o a formar zonas de concentración localizadas. Además, los filamentos no redondos pueden mezclarse con hormigón igualmente bien antes o después de añadirse agua a la mezcla, en tanto que las fibras redondas pueden distribuirse adecuadamente cuando se mezclan en húmedo, pero con frecuencia no pueden distribuirse uniformemente cuando se mezclan en seco antes de añadir agua. En esta última situación, los filamentos redondos, al añadirse a una mezcla seca a la que se añade luego agua, mostraron generalmente unas concentraciones locales y en muchos casos los alambres se agruparon o dejaron de dispersarse debidamente por toda la mezcla.
- 5.
- 10.
- 15.
- 20.
- 25.
- 30.
- Así, un aspecto de la presente invención es un nuevo método de producción de hormigón reforzado con filamentos mediante preparación de una mezcla seca de cemento, agregado (arena y/o agregado basto) y los filamentos reforzadores no redondos de acuerdo con la invención, anteriormente descritos. La mezcla sustancialmente seca debe mezclarse debidamente para distribuir al azar los filamentos, después de lo cual se añade agua por lo menos suficiente para la hidratación del cemento y vuelve a mezclarse luego toda la anterior mezcla. La mezcla seca puede transportarse también al lugar de la obra, donde se mezcla con agua o bien pueden mezclarse el agua y aquella mezcla durante el transporte, como se hace con el hormigón convencional. Asimismo, el hormigón reforzado con filamentos puede aplicarse mediante presión neumática. En este último caso, se "disparan" neumáticamente mezclas secas o que contienen agua, a través de una tobera.
- Hemos observado también que fibras de un material



- dotado de un módulo de elasticidad relativamente elevado refuerzan el hormigón en grado sumo a una determinada tensión. Cuanto mayor sea el módulo, mayor será la tensión que puede acumularse en el refuerzo. Así, por ejemplo, fibras de acero de una relación de módulo con el hormigón de 10:1, pueden mejorar la resistencia del hormigón más que las fibras de aluminio, que tienen una relación de módulo con el hormigón de 3:1, suponiendo una equivalente unión del hormigón a las fibras. Con relación a esto último, se indicará que el uso de fibras revestidas y sin revestir entra en el ámbito de la presente invención. Además, las fibras pueden hacerse de una variedad de materiales, incluyendo por ejemplo vidrio fibroso, nylon, plástico y otros materiales sintéticos, así como varios metales, por ejemplo titanio, tungsteno, cobre, plomo, acero inoxidable, aluminio, etc. La selección del material dependerá de la resistencia y otras propiedades deseadas en el hormigón. Sin embargo, de acuerdo con la invención, cualesquiera que sean los materiales fibrosos empleados, la configuración no redonda y su distribución dentro del mortero de hormigón tendrá por resultado una mayor mejora en la resistencia.
- De acuerdo con la invención, las fibras reforzadoras pueden usarse como agente reforzador exclusivo en el hormigón o conjuntamente con otro refuerzo. Así, por ejemplo, el hormigón puede reforzarse con mallas y/o barras de manera convencional y además con filamentos no redondos. En todos los casos, el refuerzo discontinuo, es decir filamentos frente a varillas, barras o mallas, consistirá en fibras no redondas, tal como anteriormente se expone.
- Es evidente por lo que antecede la posibilidad de in-
- 5.
  - 10.
  - 15.
  - 20.
  - 25.
  - 30.



troducir varios cambios y modificaciones sin apartarse de la invención. En consecuencia, el ámbito de ésta deberá limitarse sólo por las adjuntas reivindicaciones.

N O T A

5. Describa suficientemente la naturaleza del invento así como la manera de realizarlo en la práctica, debe hacerse constar que las disposiciones anteriormente indicadas son susceptibles de modificaciones de detalle en cuanto no alteren su principio fundamental. También
10. se hace constar que el invento corresponde a una solicitud de Patente presentada en Norteamérica con el nº 663315 de 25 de agosto de 1.967, accigiéndose por lo tanto a los beneficios que conceden los Convenios Internacionales en vigor, siendo lo que constituye la esencia del referido invento y por lo que se solicita una Patente de Inven-
15. ción por 20 años, sobre: PERFECCIONAMIENTOS EN LA CONSTRUCCION DE COMPUESTOS DE HORMIGON REFROZADOS; caracterizándose por lo siguiente:
20. 1.- Perfeccionamientos en la construcción de compuestos de hormigón reforzados, del tipo que incluyen una masa matriz fundible, una serie de filamentos reforzadores discontinuos distribuidos dentro de dicha matriz en cantidad suficiente para reforzarla y restringir la propagación de grietas, uniéndose dichos
25. filamentos a la citada matriz y presentando una resistencia tensil última por lo menos igual a la fuerza tensil media desarrollada en el filamento al producirse el fallo de su unión, caracterizados porque sustancialmente todos los citados filamentos discontinuos contenidos en la matriz tienen una configuración trans-
30. versal no redonda, con dimensiones, en cuanto a an-

357 550

chura y espesor, y con una relación entre éstas no superior a 5 aproximadamente.

5. 2.- Perfeccionamientos según la reivindicación 1, caracterizados porque dichos filamentos tienen una anchura de 0'127 a 3'8 milímetros.

3.- Perfeccionamientos según las reivindicaciones 1 ó 2, caracterizados porque los citados filamentos tienen un espesor de 0'025 a 0'76 milímetros.

10. 4.- Perfeccionamientos según cualquiera de las anteriores reivindicaciones, caracterizado porque dichos filamentos tienen una longitud de 6'35 a 76'2 milímetros.

15. 5.- Perfeccionamientos según cualquiera de las anteriores reivindicaciones, caracterizados porque dicha matriz incluye mortero formado de agregado fino, agua y cemento, y puede contener agregado basto, estando dichos filamentos irregularmente distribuidos dentro de la porción de mortero del citado hormigón y unidos a la misma.

20. 6.- Perfeccionamientos según la reivindicación 5, caracterizados porque dichos filamentos son de acero, de una resistencia tensil última de 3.500 Kilogramos por centímetro cuadrado por lo menos.

25. 7.- Perfeccionamientos según las reivindicaciones anteriores, caracterizados porque la fabricación de la mezcla adecuada para producir un compuesto de hormigón reforzado, comprende la preparación de una mezcla sustancialmente seca de cemento, agregado y una serie de filamentos reforzadores discontinuos que tienen una configuración transversal no redonda, dimensiones de anchura y espesor y una relación entre anchura y espesor no superior a 5 aproximadamente; y el  
30. mezclado de dicha mezcla sustancialmente seca para distribuir



8 NOV. 1969

los citados filamentos reforzadores.

8.- Perfeccionamientos según la reivindicación 7, caracterizados porque se adiciona agua suficiente por lo menos para la hidratación del cemento, y su remezclado.

5. 9.- Perfeccionamientos según las reivindicaciones 7 u 8, caracterizados porque dichos filamentos tienen una anchura de 0'127 a 3'8 milímetros y un espesor de 0'025 a 0'76 milímetros.

10. 10.- Perfeccionamientos según cualquiera de las reivindicaciones 7 a 9, caracterizados porque dichos filamentos tienen una longitud de 6'35 a 76'2 milímetros.

15. 11.- Perfeccionamientos en la construcción de compuestos de hormigón reforzados; tal y como queda sustancialmente descrito en la presente Memoria e ilustrado en los dibujos adjuntos.

Esta Memoria consta de 21 hojas escritas a máquina por una sola cara.

8 NOV. 1969

Madrid,

UNITED STATES STEEL CORPORATION.

A. GOMEZ ACEBO Y MODESTO  
D. P. Firmador: E. Hernández Peto

FIG. 1.

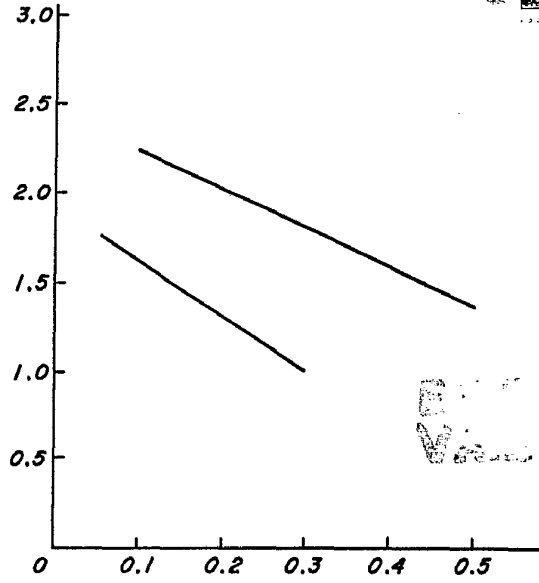


FIG. 2.

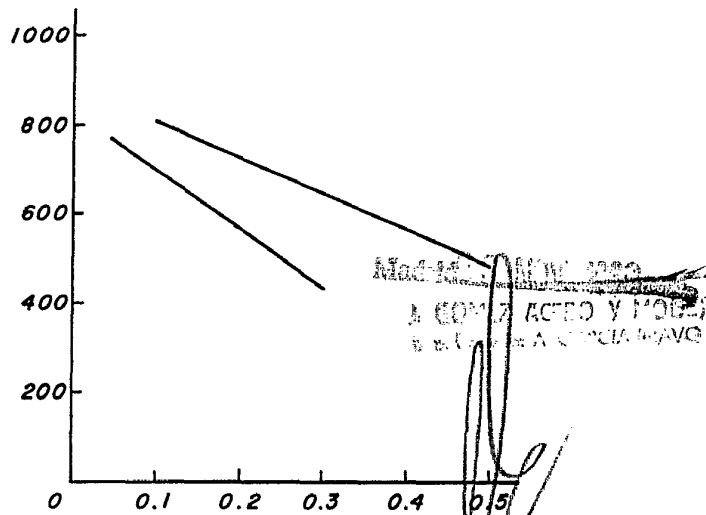
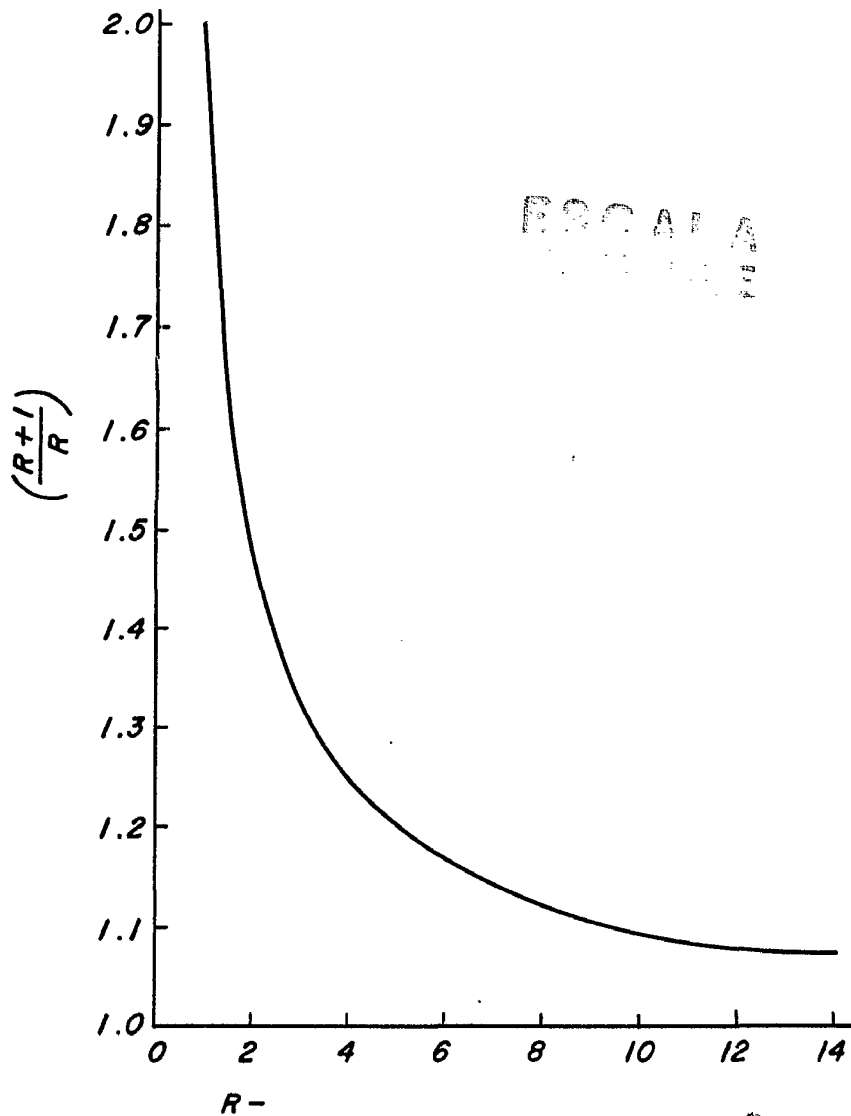






FIG. 5.



Model 23 NOV 1968

UNITED STATES STEEL CORPORATION  
PITTSBURGH, PA.

A large, handwritten scribble or signature in the bottom right corner of the page, overlapping the printed text.