



Industria y Comercio

SUPERINTENDENCIA

Delegatura de Propiedad Industrial
División de Nuevas Creaciones



PGT

SOLICITUD
PATENTE DE INVENCION

10-121741

21. EXPEDIENTE No.

54. TÍTULO

CAÑOS DE ACERO RECUBIERTOS CON CONCRETO O MORTERO

MOLDEADOS A PRESION Y METODOS DE FABRICACION DE LOS

MISMOS

51. CLASIFICACIÓN INTERNACIONAL

71. SOLICITANTE

AMERON INTERNATIONAL

DOMICILIO

PASADENA, CALIFORNIA, ESTADOS UNIDOS DE AMERICA

74. APODERADO

LUZ CLEMENCIA DE PAEZ
C.C. 35.456.344 de Usaquén

22. BOGOTÁ, D.C.,



PETITORIO

SUPERINTENDENCIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO



No. 10-121741- -00000-0000

Fecha: 2010-10-01 11:18:48 Dep. 2020 DIR.NUEVASCR
Tra. 11 PATENTEIYII Eve: 379 FASENACIONALII
Act. 411 PRESENTACION Folios: 124

FORMULARIO UNICO DE SOLICITUD DE PATENTE
PCT
ENTRADA EN FASE NACIONAL

1 SOLICITUD DE:			
☒ Patente de Invención.		☐ Patente de Modelo de Utilidad.	
☐ Capítulo I.		☒ Capítulo II.	
2 SOLICITANTE (71)	Nombre: AMERON INTERNATIONAL Sociedad constituida y existente bajo las leyes del Estado de Delaware, Estados Unidos de América. Dirección: 245 South Los Robles Avenue, Pasadena, California 91101, Estados Unidos de América Domicilio: Pasadena, California, Estados Unidos de América		IDENTIFICACIÓN C.C. ☐ NIT ☐ C.E. ☐ Otro ☐ Cual _____ Número _____
3 REPRESENTANTE O APODERADO	Nombre: LUZ CLEMENCIA DE PAEZ Dirección: Carrera 4ª. No. 72-35 Teléfono: 347 36 11 Fax: 211 86 50/ E-mail: clientes@cavelier.com Domicilio: Bogotá, Colombia.		IDENTIFICACIÓN C.C. ☒ NIT ☐ C.E. ☐ Otro ☐ Cual _____ Número <u>35.456.344</u> T.P <u>23.555</u>
4 INVENTOR (ES) (72)	1. Ralph S. FRIEDRICH 205 31st Street, Hermosa Beach, California 90254, Estados Unidos de América 2. Qizhong SHENG 13848 Ashworth Street, Cerritos, California 90703, Estados Unidos de América 3. Paul KUBAT 14736 Roma Drive, La Mirada, California 90638, Estados Unidos de América		
5 PCT (86) Solicitud Internacional No. <u>PCT/US2009/039091</u> Fecha: <u>1 de abril de 2009</u> Publicación Internacional No. <u>WO 2009/139974 A3</u> Fecha: <u>19 de noviembre de 2009</u>			
6 Título (54) <u>CAÑOS DE ACERO RECUBIERTOS CON CONCRETO O MORTERO MOLDEADOS A PRESIÓN Y MÉTODOS DE FABRICACIÓN DE LOS MISMOS</u>			
7 Clasificación Internacional (51) <u>F16L 009/002</u>			
8 Prioridad	(33) País de Origen	(32) Fecha	(31) Número de Solicitud
SI ☒ NO ☐	<u>US</u>	<u>2 de abril de 2008</u>	<u>12/061,263</u>
9 Comprobante de pago No.: <u>10-75,739</u> Comprobante de pago No.: <u>10-75,740</u>		Fecha: <u>13 de septiembre de 2010</u> Fecha: <u>13 de septiembre de 2010</u>	

10

Anexos:

- ☒ Comprobante de pago de la tasa de presentación de la solicitud por \$ 554.000.oo.
- ☒ Comprobante de pago por 21 reivindicaciones adicionales después de la décima reivindicación por \$546.000.oo.
- ☐ Documento que acredita la existencia y representación legal cuando el solicitante sea persona jurídica.
- ☐ Poderes, si fuere el caso.
- ☐ Documento de cesión del inventor al solicitante o a su causante.
- ☐ Declaraciones.
- ☒ Copia de la solicitud internacional. (Resumen, descripción, reivindicaciones, dibujos)
- ☒ Traducción de la solicitud internacional al castellano. (Resumen, descripción, reivindicaciones, dibujos)
- ☐ Copia del examen preliminar efectuado por la IPEA.
- ☐ Traducción del examen preliminar efectuado por la IPEA.
- ☐ De ser el caso, copia del contrato de acceso.
- ☐ De ser el caso, documento que acredite la licencia o autorización de uso de conocimientos tradicionales de las comunidades indígenas.
- ☐ De ser el caso, certificado de depósito del material biológico.
- ☒ Arte final 12x12
- ☐ De ser el caso, información sobre otras solicitudes de patente o títulos obtenidos en el extranjero por el mismo titular o su causante, relacionadas parcial o totalmente con la invención de esta solicitud.
- ☒ Otros: VER HOJA DE DOCUMENTOS ANEXOS

3

11

FIGURA CARACTERÍSTICA

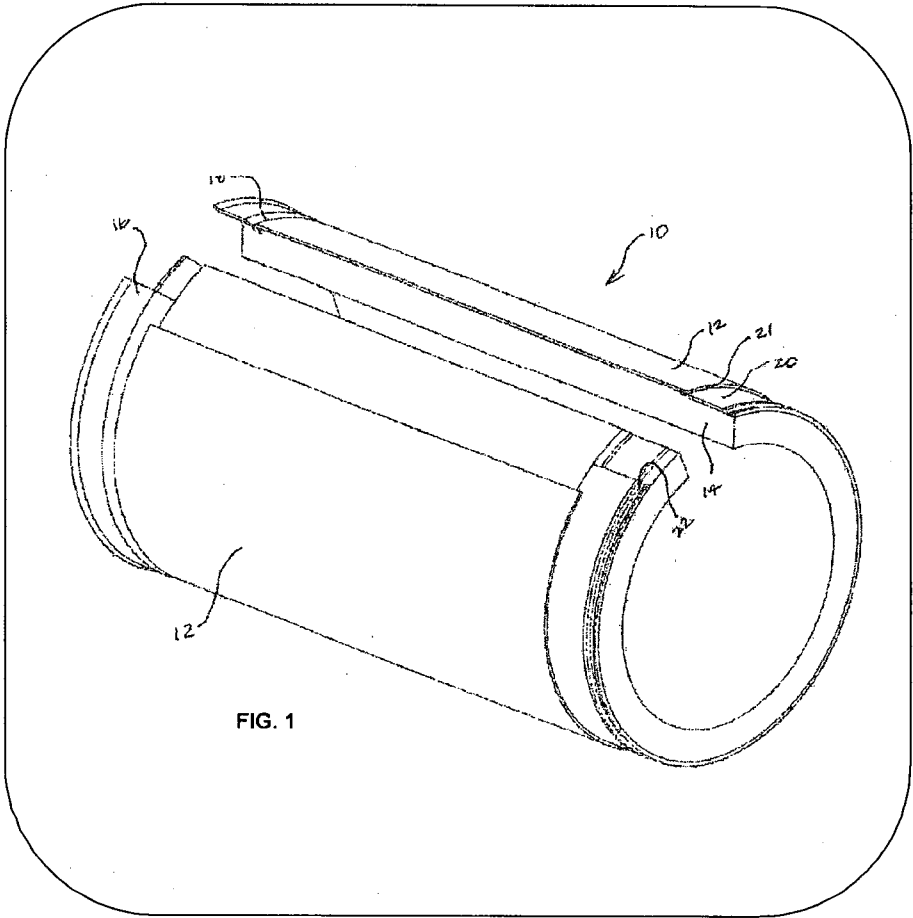


FIG. 1

12

Solicito la concesión de la patente,

NOMBRE:

LUZ CLEMENCIA DE PAEZ

FIRMA :

Luz Clemencia De Paez

C.C. 35.456.344 de Usaquén T.P. 23.555

JGG

DOCUMENTOS ANEXOS

1. ☒ Publicación Internacional WO 2009/139974 A3

Descripción:

Páginas 36 en el idioma original

Páginas 56 en español

Reivindicaciones: Número (s) 31

Figuras: Número (s) 4

2. ☒ **Forma PCT/ISA/210.** Informe de Búsqueda Internacional.

3. ☒ Extracto de publicación.

**SE REALIZARON MODIFICACIONES EN LA
FASE INTERNACIONAL**

(12) INTERNATIONAL APPLICATION PUBLISHED UNDER THE PATENT COOPERATION TREATY (PCT)

(19) World Intellectual Property Organization
International Bureau



(43) International Publication Date
19 November 2009 (19.11.2009)

PCT

(10) International Publication Number
WO 2009/139974 A3

(51) International Patent Classification:

F16L 9/02 (2006.01) F16L 9/08 (2006.01)
F16L 58/06 (2006.01) B28B 11/00 (2006.01)

(21) International Application Number:

PCT/US2009/039091

(22) International Filing Date:

1 April 2009 (01.04.2009)

(25) Filing Language:

English

(26) Publication Language:

English

(30) Priority Data:

12/061,263 2 April 2008 (02.04.2008) US

(71) Applicant (for all designated States except US):
AMERON INTERNATIONAL [US/US]; 245 South
Los Robles Avenue, Pasadena, CA 91101 (US).

(72) Inventors; and

(75) Inventors/Applicants (for US only): FRIEDRICH,
Ralph, S. [US/US]; 205 31st Street, Hermosa Beach, CA
90254 (US). SHENG, Qizhong [US/US]; 13848 Ash-
worth Street, Cerritos, CA 90703 (US). KUBAT, Paul
[US/US]; 14736 Roma Drive, La Mirada, CA 90638
(US).

(74) Agent: LANGTON, Grant, T.; Connolly Bove Lodge
Hutz, LLP, P.O. Box 2207, Wilmington, DE 19899 (US).

(81) Designated States (unless otherwise indicated, for every
kind of national protection available): AE, AG, AL, AM,

AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ,
CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ,
EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN,
HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR,
KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME,
MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO,
NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG,
SK, SL, SM, ST, SV, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA,
UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) Designated States (unless otherwise indicated, for every
kind of regional protection available): ARIPO (BW, GH,
GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM,
ZW), Eurasian (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ,
TM), European (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE,
ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV,
MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR),
OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML,
MR, NE, SN, TD, TG).

Published:

— with international search report (Art. 21(3))
— before the expiration of the time limit for amending the
claims and to be republished in the event of receipt of
amendments (Rule 48.2(h))

(88) Date of publication of the international search report:
11 February 2010

(54) Title: PRESSURE CAST CONCRETE OR MORTAR LINED STEEL PIPES AND METHODS OF MAKING THE SAME

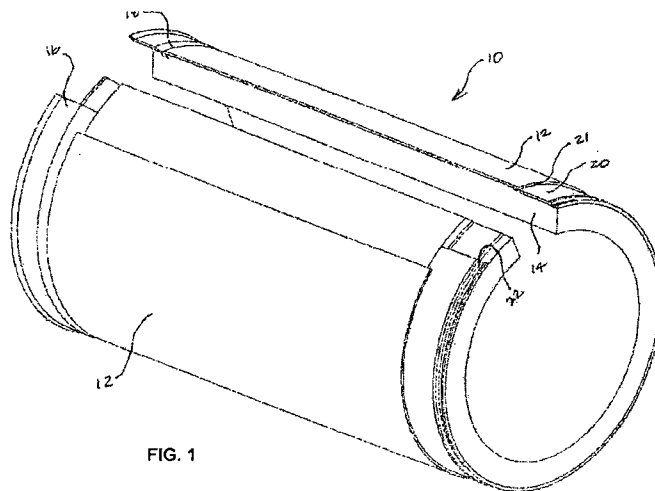


FIG. 1

(57) Abstract: Pressure cast lined steel pipes comprise an annular concrete or mortar liner (14) along an inside diameter, and a metal shell (12) surrounding the liner, wherein the liner (14) is in direct contact with the metal shell (12). The wall thickness of the liner can be from 10 to 50 times the thickness of the metal shell. The pipe may be coated with a dielectric material. A mold assembly used to form the pipe includes an annular concrete or mortar composition chamber formed between the metal shell and an inner mold member. Pressurized water is used in the mold assembly to pressurize the concrete or mortar composition and exert a desired pressure force onto the metal shell while the composition cures in the mold. Once a desired degree of cure is achieved, the pressure is removed causing the metal shell to exert a desired compression force onto the cured liner.

WO 2009/139974 A3

(12) INTERNATIONAL APPLICATION PUBLISHED UNDER THE PATENT COOPERATION TREATY (PCT)

(19) World Intellectual Property Organization
International Bureau

(43) International Publication Date
19 November 2009 (19.11.2009)



(10) International Publication Number
WO 2009/139974 A2

(51) International Patent Classification:

F16L 9/18 (2006.01) *B28B 21/36* (2006.01)
F16L 9/02 (2006.01) *B28B 21/00* (2006.01)
F16L 9/08 (2006.01) *B28B 21/76* (2006.01)
F16L 9/153 (2006.01)

(21) International Application Number:

PCT/US2009/039091

(22) International Filing Date:

1 April 2009 (01.04.2009)

(25) Filing Language:

English

(26) Publication Language:

English

(30) Priority Data:

12/061,263 2 April 2008 (02.04.2008) US

(71) Applicant (for all designated States except US):
AMERON INTERNATIONAL [US/US]; 245 South
Los Robles Avenue, Pasadena, CA 91101 (US).

(72) Inventors; and

(75) Inventors/Applicants (for US only): **FRIEDRICH,**
Ralph, S. [US/US]; 205 31st Street, Hermosa Beach, CA
90254 (US). **SHENG, Qizhong** [US/US]; 13848 Ash-
worth Street, Cerritos, CA 90703 (US). **KUBAT, Paul**
[US/US]; 14736 Roma Drive, La Mirada, CA 90638
(US).

(74) Agent: **LANGTON, Grant, T.**; Connolly Bove Lodge
Hutz, LLP, P.O. Box 2207, Wilmington, DE 19899 (US).

(81) Designated States (unless otherwise indicated, for every
kind of national protection available): AE, AG, AL, AM,
AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ,
CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ,
EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN,
HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR,
KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME,
MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO,
NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG,
SK, SL, SM, ST, SV, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA,
UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) Designated States (unless otherwise indicated, for every
kind of regional protection available): ARIPO (BW, GH,
GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM,
ZW), Eurasian (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ,
TM), European (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE,
ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV,
MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR),
OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML,
MR, NE, SN, TD, TG).

Published:

— without international search report and to be republished
upon receipt of that report (Rule 48.2(g))

(54) Title: PRESSURE CAST CONCRETE OR MORTAR LINED STEEL PIPES AND METHODS OF MAKING THE SAME

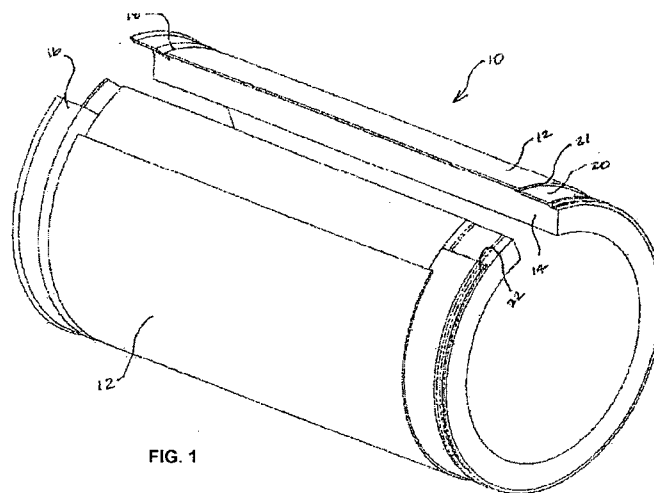


FIG. 1

(57) Abstract: Pressure cast lined steel pipes comprise an annular concrete or mortar liner along an inside diameter, and a metal shell surrounding the liner, wherein the liner is in direct contact with the metal shell. The wall thickness of the liner can be from 10 to 50 times the thickness of the metal shell. The pipe may be coated with a dielectric material. A mold assembly used to form the pipe includes an annular concrete or mortar composition chamber formed between the metal shell and an inner mold member. Pressurized water is used in the mold assembly to pressurize the concrete or mortar composition and exert a desired pressure force onto the metal shell while the composition cures in the mold. Once a desired degree of cure is achieved, the pressure is removed causing the metal shell to exert a desired compression force onto the cured liner.

**PRESSURE CAST CONCRETE OR MORTAR LINED STEEL PIPES
AND METHODS OF MAKING THE SAME**

FIELD OF THE INVENTION

[0001] This invention relates to concrete or mortar lined steel pipes and, more particularly, to pressure-cast concrete or mortar lined steel pipes that are made using methods that permit the simultaneous curing and prestressing of the pipe to thereby increase allowable design stress in the steel while maintaining manufacturing efficiency and reducing manufacturing costs.

BACKGROUND OF THE INVENTION

[0002] Conventional concrete lined steel water pipe, e.g., large diameter pipe, is currently designed to a maximum working stress in the steel of around 21,000 psi. The reason for limiting the allowable design stress in such pipe is the limited allowable strain in the concrete or mortar lining. A higher steel stress will crack the concrete or mortar lining under pressure, causing deleterious cracks to form, adversely affecting the lining's performance, and creating the potential for the lining to fail or otherwise fall out of the inside of the steel pipe.

[0003] The use of concrete or mortar linings with such steel pipe is well known for use in the water pipe industry because they have a proven record of protecting the steel pipe from interior corrosion for a long period of time, e.g., of more than 50 years. As an alternative to concrete linings, polymer coatings such as epoxy based coatings and the like can be used with steel pipes that can be designed having a higher strain to failure. However, no currently available polymer coating can be guaranteed or expected to last 50 years in water service without some form of periodic maintenance, typically at approximately 15 year intervals. It is not practical to take such coated steel water pipes, e.g., when used as a water main or the like, out of service to sandblast and recoat the lining every 15 or so years for maintenance purposes.

[0004] A second limitation for concrete lined steel water pipe is the engineering consideration and need to have a diameter to thickness ratio of around 240, and preferably less than about 220. This means that a 100-inch diameter pipe must have a minimum pipe wall thickness of approximately 0.417-inch ($D/t = 240$; $t = 100/240 = 0.417$). The effect of this design requirement is that pipe which could have been designed with a lesser wall thickness due to internal pressure, requires a greater thickness due to handling, shipping and

installing stresses. In this 100" ID x 0.417" wall example, pipe rated at $P = (2 \cdot t \cdot \text{stress}) / D = 2 \cdot 0.417 \cdot 21,000 / 100 = 175$ psi or less must still have a pipe wall thickness based on $D/t = 240$. The D/t requirement is based on the practicality of handling, shipping and installing the pipe. In poor soil conditions, the pipe is also vulnerable to collapse or over deflection if not stiffened by increased liner thickness, steel pipe wall thickness, attached stiffeners, or the expensive importation of more stable bedding materials.

[0005] Conventional prestressed concrete cylinder pipe (PCCP) comprises an inner concrete pipe or core that is placed in state of high compression by the use of wires that are wound around the inner pipe. The pressure loads that are placed on the pipe in service are taken by the prestressed steel wires using high allowable design stress, therefore also operating to reduce the amount of steel that is used in providing the desired amount of compression. The concrete core resists the prestressing wires and helps support the earth loads in a buried condition. The prestressed concrete core also helps to support the pipe during transport and installation.

[0006] One of the problems, however, with PCCP is the difficulty in protecting the high strength prestressing wires from corrosive environments when the pipe is placed into service, and the potential susceptibility of such wires to hydrogen embrittlement if excessive levels of cathodic protection are applied. The ability to easily cathodically protect the prestressing wire is further complicated by the low dielectric strength of the typical mortar coating that is placed over the prestressing wires to protect them from corrosion. The dielectric resistance can be improved by the application of a suitable polymer coating, e.g., such as one available from Ameron International under the product name Amercoat 1972B. While the use of such a polymer coating makes it easier to cathodically protect the steel prestressing wires, it does so at an additional cost in terms of both manufacturing steps and in terms of raw material cost.

[0007] As the underground utility complex of pipes and surface or subsurface transit systems in typical major cities have increased over the years, another problem has arisen from "cathodic interference" or stray ground currents caused by nearby steel pipelines under cathodic protection for exterior corrosion, and caused by DC powdered transit systems. Large water pipes installed many years ago now find new pipes that have been installed nearby. These new pipes may be cathodically protected, and the stray ground currents introduced from the cathodic protection can cause corrosive currents in the PCCP. As a

9

result of the possible existence of such stray ground currents, many metropolitan water agencies now prefer either conventional steel pipe with a dielectric coating for external corrosion protection, or steel cylinder reinforced concrete pipe when external loads are high. Although this is an effective approach for controlling pipe corrosion, it is costly.

[0008] One approach known in the art for making prestressed steel pipe has been to use a multi-step process of first forming/casting a concrete core, slipping a steel pipe over the pre-cast concrete core, and then pumping a high-pressure grout into the annular gap between the pre-cast concrete core and steel pipe to place the concrete core under compression. However, two major problems exist with this method of making pipe. A first problem relates to the difficulty in perfectly sealing the ends of the concrete core to the steel pipe during the pressure grouting operation. A second problem involves how to apply and maintain pressure to the grout during the cure of the grout, especially if minor leakage of the grout occurs at the seals between the steel pipe and concrete core while the grout is curing. If a high-pressure grout pump is used, the potential leakage of grout during cure must be made up by the grout pump. This will mean the grout pump will have to be active during the curing operation in order to make up for leakage, which leaves the potential for the grout to cure in the pump, both ruining the pump and resulting in pipe having an insufficient level of prestress.

[0009] It is, therefore, desired that a pipe construction and method for making the same be developed that is capable of providing a desired level of properties such as pipe stiffness and internal corrosion resistance that matches the typical minimum 50 year service life offered by conventional PCCP or concrete lined steel pipe. It is further desired that such pipe construction be capable of providing a desired degree of protection from external corrosion and cathodic interference. It is still further desired that such pipe construction be manufactured in a manner that is both cost efficient from a raw material perspective, and from the amount of time and labor involved in making the same.

SUMMARY OF THE INVENTION

[0010] Pressure cast lined steel pipes of this invention comprise an annular concrete or mortar liner forming an inside diameter of the pipe, and a metal shell surrounding the liner. The liner is in direct contact with an inside wall surface of the metal shell, and the liner is placed in a state of compression by the metal shell. The ratio of the wall thickness between the liner and the metal shell is in the range of from about 5:1 to 80:1, and preferably from about 10:1 to 50:1. In an example embodiment, the wall thickness of the metal shell is in the

range of from about 0.06 to 0.75 inches, and the wall thickness of the liner is in the range of from about 1.5 to 10 inches. The wall thickness of the liner can be from 10 to 50 times the thickness of the metal shell depending on the particular pipe embodiment and end-use application. If desired, the pipe can further comprise a coating of dielectric material disposed along an outside surface of the metal shell.

[0011] The pipes are formed by using a mold assembly that is specially constructed to facilitate accommodating a desired volume of the concrete or mortar composition and subjecting the same to a pressurizing force calculated to impose a desired stressing force onto the metal shell. In an example embodiment, such pipes are formed by delivering a volume of the concrete or mortar composition into a mold formed between a metal shell along an outside diameter and a movable core member along an inside diameter. The poured composition is subjected to a pressure force to expand the metal shell. In an example embodiment, the pressure force is provided in the form of a pressurized fluid such as water, wherein the pressurized fluid is placed into contact with the surface of the poured composition. Once a desired degree of cure is achieved, the pressure force is removed causing the metal shell to exert a desired compression force on the concrete or mortar liner.

[0012] In an example embodiment, the mold assembly comprises a cylindrical metal shell that defines the metal outer portion of the pipe, a base member that is operatively connected with a bottom portion of the metal shell, and a top member that is operatively connected with a top portion of the metal shell. An inner mold member is positioned concentrically inwardly of the metal shell. An annular concrete or mortar chamber is formed between the metal shell and inner mold member for accommodating a volume of a concrete or mortar composition therein. In an example embodiment, the inner mold member is capable of reducing in diameter to accommodate removal of the pressure cast lined pipe from the mold after formation. The assembly further comprises a means for introducing a fluid pressurizing medium, such as water, into the mold and onto a surface of the concrete or mortar composition to cause the composition to expand the metal shell.

[0013] Pressure cast lined steel pipes of this invention provide a desired level of pipe stiffness and internal corrosion resistance that matches the typical minimum 50 year service life offered by conventional PCCP or concrete lined steel pipe. Further, such pipes of this invention are capable of providing a desired degree of protection from external corrosion and cathodic interference. Still further, pipes of this invention can be formed having a reduced

metal shell or steel pipe wall thickness, thereby resulting in a desired savings of raw material costs.

BRIEF DESCRIPTION OF THE DRAWINGS

[0014] These and other features and advantages of the present invention will be appreciated as the same becomes better understood by reference to the following detailed description when considered in connection with the accompanying drawings wherein:

[0015] FIG. 1 is a perspective side view of an example embodiment pressure-cast steel pipe constructed according to the principles of the invention;

[0016] FIG. 2 is a cross-section side view of an example embodiment process that is used to make the pressure-cast steel pipe of FIG. 1;

[0017] FIG. 3 is a cross-section side view of another example embodiment process that is used to make the pressure-cast steel pipe of FIG. 1; and

[0018] FIG. 4 is a cross-section side view of another example embodiment process that is used to make the pressure-cast steel pipe of FIG. 1.

DETAILED DESCRIPTION

[0019] Pressure cast lined steel pipes (PCSPs), and methods for making the same according to principles of the invention, comprise a concrete or mortar liner that is surrounded by a metal shell or steel pipe, i.e., avoiding the use of tensioning or prestressing wires as present in the conventional PCCP described above. The ratio of liner thickness to shell thickness can and will vary depending on the particular engineering design requirements and/or performance criteria called for by a particular end use application, as described in greater detail below.

[0020] A feature of such PCSP constructions is that they are made according to one or more different pressure casting techniques that provide for the formation of the concrete or mortar liner in situ during the process of prestressing the surrounding metal shell and resulting pipe construction, thereby avoiding multiple steps, e.g., involving separately forming a precast concrete or mortar liner that is combined with a metal outer pipe shell for subsequent stress inducing treatment. As used herein, the term "in situ" is used to refer to the fact that a concrete or mortar composition (that is used to make the concrete or mortar liner)

is being formed and cured at the same time as it is being pressurized for the purpose of placing a surrounding metal outer shell or steel pipe in a stressed condition.

[0021] A feature of PCSPs of this invention is that they are constructed in a manner that prestresses the metal shell with a concrete or mortar liner such that the steel stresses could be increased by internal fluid pressure without fear of deleteriously cracking the liner. Further, the presence of a compressed concrete or mortar liner also helps resist transportation, installation, and earth loads when placed into service. PCSPs of this invention can also be coated with a number of dielectric coatings, thereby providing a desired level of external corrosion protection. This eliminates the problem of cathodic interference from nearby pipelines and transit systems, and the steel used in this type of pipe would have much lower yield stress than the prestressing wire and therefore be much less susceptible to hydrogen embrittlement while under cathodic protection.

[0022] FIG. 1 illustrates a PCSP 10 constructed according to principles of this invention, generally comprising a cylindrical metal or steel shell, casing, pipe or jacket 12 that surrounds an inner liner 14 formed from a desired concrete or mortar composition. The inner liner 14 is disposed concentrically within an inside diameter of the shell 12, and in an example embodiment is in direct contact with the shell, i.e., there is no other type of intermediate material that is interposed between the liner and the shell.

[0023] The PCSP 10 includes a bell shaped end 16 that is attached at one axial end 18 of the pipe 10 and a spigot 20 that is attached to the opposite end 21 of the pipe 10. The spigot 20 is designed having an outer diameter sized and shaped to fit within the bell shaped end 16 of another pipe, and includes one or more annular grooves 22 disposed circumferentially therearound that are configured to accommodate one or more annular sealing members or seals (as shown in FIG. 2) respectively therein to provide a desired leak-tight seal between adjacent pipe ends. The bell and spigot ends 16 and 20 can be configured the same or similar to those used with conventional steel pipe, and are attached to ends of the metal shell by appropriate weld technique. The sealing members can be formed from an elastomeric material. Other joining techniques used for conventional steel pipe, such as those using formed bell and spigot ends or other differently configured ends, butt welding plain end pipe, or lap welding steel pipe are equally adaptable to PCSP, as would be understandable by someone skilled in the art of steel pipe design.

V3

[0024] While an example embodiment of the PCSP illustrated in FIG. 1 is shown with specific types of ends, it is to be understood that PCSPs of this invention can be configured having different types of ends as called for by the particular end-use application. For example, the PCSP can have joint rings (in the form of the bell and spigot as shown), or it can be butt welded in the field, or it can have a swaged bell to slip fit the steel pipe OD for a lap weld in the field, or it can have a swaged bell, including a sealing groove to seal against the steel pipe OD, or can have a rolled spigot groove (spigot rolled right into the pipe wall) that fits inside a swaged bell (swaged into the pipe wall). It is to be understood that PCSPs constructed according to principles of this invention can comprise all such noted versions.

[0025] Another feature of the PCSP is that the concrete or mortar liner 14 is placed in a desired state of compression, prior to placement of the completed pipe in an application destination, e.g., before the pipe is transported and buried some depth within the ground, by operation of the metal shell 12 acting directly on the liner. In an example embodiment, the metal shell 12 is stressed a desired degree during the process of casting, i.e., pouring and curing, the liner 14 in a manner placing the liner once cured in a desired state of compression to meet a desired pipe performance criteria, e.g., to meet a particular end-use application.

[0026] The thickness of the shell and liner for PCSPs can and will vary depending on the particular design/performance criteria and/or end-use application. A general feature of the PCSP is that the thickness of the steel shell is much less than that of a conventional steel pipe (i.e., not comprising a concrete liner under compression). The combination of a thinner steel shell with a thicker liner in a state of compression allows the use of D/t ratios that are not otherwise possible with conventional steel pipe, which would have too much flexibility to resist the handling and installation loads at these higher D/t ratios. The thinner steel shell can now be designed using higher design stress without deleteriously cracking the concrete or mortar liner at operating pressure. The use of a steel shell as contrasted to the use of tensioning or prestressing wires in a PCCP places the liner in a desired state of compression with a much more robust structure that can be made more resistant to exterior corrosion and that provides a failure mechanism that is more predictable than the tensioning or prestressing wires.

[0027] For example, when the tensioning or prestressing wires used in conventional PCCP fail due to exterior corrosion the result can be a sudden loss of compressive force on the concrete liner, which could cause a sudden failure of the pipe. Further, the repair of

broken tensioning wires is difficult to perform while the pipe is in the ground. PCSP of this invention has a failure mechanism resembling that of steel pipe, i.e., one characterized by a gradual leakage through the steel shell that does not result in a sudden loss of compression to the concrete or mortar liner, and one that can be readily repaired in the field by the use of an external metal patch or the like by welding process.

[0028] PCSPs constructed according to principles of this invention comprise a concrete or mortar liner or core and a surrounding metal shell or steel pipe. The relative thicknesses of the liner to the shell can vary depending on the engineering design criteria, the nature of the materials that are used, and the desired performance properties. In an example embodiment, the ratio of the liner to metal shell wall thickness can be in the range of from about 5:1 to 80:1, and preferably in the range of from about 10:1 to 50:1. The typical strength range for the liner will be from about 3,000 to 10,000 psi, with a prestress range on the liner from about 500 psi to 6,000 psi when the internal pressure is reduced to zero and the stress on the outer steel pipe is partially transferred to the concrete or mortar core. The allowable design stress on the steel shell could range from about 25,000 to 72,000 psi, depending on the required pressure rating and the yield of the steel used in the outer steel shell.

[0029] Generally speaking, it is desired that the liner or core be approximately 10 to 50 times the thickness of the metal shell. As an example, the cylindrical metal shell can initially be stressed to about 42,000 psi when under pressure. This is twice the current design stress for steel pipe, resulting in a steel pipe wall having about one half the current wall thickness. Because steel represents the major material cost for the pipe, reducing the wall thickness of the steel component in half for the PCSP represents a substantial savings in raw material costs.

[0030] The reduction in diameter of the liner, core or inner pipe after releasing the casting pressure during formation of the PCSP will depend on the thickness and modulus of the core, the thickness of the metal shell or steel pipe and the amount of stress in the steel while under the casting pressure. A force balance is set up between the steel cylinder and the core (i.e. they are two springs opposing each other). The change in strain in the core must also equal the change in strain in the steel pipe. A series of equations can be set up to match these criteria. Such equations are provided below for reference for an example PCSP having an 84 inch inside diameter.

84-inch Class 150 Pressure Cast Steel Pipe

The manufacturing process incorporates pressurizing the outer steel pipe and mold during the casting and cure of the concrete lining. Pressurizing the mold places the outer steel pipe into tension during the casting process.

When the pressure maintained during the casting operation is released, the outer steel pipe will shrink down onto the concrete liner. It will continue to shrink until the force in the concrete liner equals the force exerted by the steel pipe. The following equations can be defined.

$$\text{ForceSteelperUnitLength} = \text{ForceConcreteperUnitLength} \quad \text{Equation(1)}$$

$$\text{ForceSteelperUnitLength} = t_{\text{Steel}} \cdot \sigma_{\text{Steel}} \quad \text{Equation(2)}$$

$$\text{ForceConcreteperUnitLength} = t_{\text{Concrete}} \cdot \sigma_{\text{Concrete}} \quad \text{Equation(3)}$$

Substituting Equations (2) and (3) into Equation (1)

$$t_{\text{Steel}} \cdot \sigma_{\text{Steel}} = t_{\text{Concrete}} \cdot \sigma_{\text{Concrete}}$$

$$\sigma_{\text{Concrete}} = \frac{t_{\text{Steel}} \cdot \sigma_{\text{Steel}}}{t_{\text{Concrete}}} \quad \text{Equation(4)}$$

$$\Delta \epsilon_{\text{Concrete}} = \Delta \epsilon_{\text{Steel}} \quad \text{Equation(5)}$$

$$\Delta \epsilon_{\text{Concrete}} = \frac{\sigma_{\text{Concrete}}}{E_{\text{Concrete}}} \quad \text{Equation(6)}$$

$$\Delta \epsilon_{\text{Steel}} = \frac{\sigma_{\text{SteelCasting}} - \sigma_{\text{Steel}}}{E_{\text{Steel}}} \quad \text{Equation(7)}$$

Substituting Equations (6) and (7) into Equation (5)

$$\frac{\sigma_{\text{SteelCasting}} - \sigma_{\text{Steel}}}{E_{\text{Steel}}} = \frac{\sigma_{\text{Concrete}}}{E_{\text{Concrete}}} \quad \text{Equation(8)}$$

Substituting Equation 4 into Equation 8:

$$\frac{\sigma_{\text{SteelCasting}} - \sigma_{\text{Steel}}}{E_{\text{Steel}}} = \frac{t_{\text{Steel}} \cdot \sigma_{\text{Steel}}}{t_{\text{Concrete}} \cdot E_{\text{Concrete}}}$$

$$\frac{\sigma_{\text{SteelCasting}}}{E_{\text{Steel}}} = \left(\frac{t_{\text{Steel}}}{t_{\text{Concrete}} \cdot E_{\text{Concrete}}} + \frac{1}{E_{\text{Steel}}} \right) \cdot \sigma_{\text{Steel}}$$

$$\sigma_{\text{Steel}} = \frac{\sigma_{\text{SteelCasting}}}{E_{\text{Steel}} \cdot \left(\frac{t_{\text{Steel}}}{t_{\text{Concrete}} \cdot E_{\text{Concrete}}} + \frac{1}{E_{\text{Steel}}} \right)} \quad \text{Equation(9)}$$

Assume the following criteria for a pipe design:

$ID_{\text{Pipe}} := 84\text{-in}$	ID of pipe
$SMYS := 60000\text{-psi}$	Specified Minimum Yield Strength of the steel in the pipe wall
$PressureRating := 150\text{-psi}$	Operating pressure
$t_{\text{Concrete}} := 4\text{-in}$	Thickness of concrete core
$E_{\text{Concrete}} := 4000000\text{-psi}$	Modulus of concrete
$E_{\text{Steel}} := 30000000\text{-psi}$	Modulus of steel
$ID_{\text{Steel}} := ID_{\text{Pipe}} + 2 \cdot t_{\text{Concrete}}$	ID of Steel Pipe to produce specified pipe ID
$ID_{\text{Steel}} = 92\text{-in}$	
$\sigma_{\text{SteelDesign}} := 0.72 \cdot SMYS$	Allowable design stress for steel at 72% of SMYS
$\sigma_{\text{SteelDesign}} = 4.32 \times 10^4\text{-psi}$	
$\sigma_{\text{SteelCasting}} := 0.90 \cdot SMYS$	Stress in steel during the casting operation. This stress should be at or below 90% of Specified Minimum Yield Strength (SMYS) of steel.
$\sigma_{\text{SteelCasting}} = 5.4 \times 10^4\text{-psi}$	

17

$$t_{\text{Steel}} := \text{PressureRating} \cdot \frac{ID_{\text{Steel}}}{2 \cdot \sigma_{\text{SteelDesign}}}$$

Thickness of steel at allowable design stress for pressure loads only

$$t_{\text{Steel}} = 0.1597 \text{ in}$$

$$\text{CastingPressure} := \frac{\sigma_{\text{SteelCasting}} \cdot 2 \cdot t_{\text{Steel}}}{ID_{\text{Steel}}}$$

Casting pressure at 90% of SMYS

$$\text{CastingPressure} = 187.5 \text{ psi}$$

$$\text{DoverT} := \frac{ID_{\text{Steel}}}{t_{\text{Steel}}}$$

Diameter over thickness ratio. Maximum allowable for current steel pipe design is around 220.

$$\text{DoverT} = 576$$

$$T_{\text{ConcreteOverTSteel}} := \frac{t_{\text{Concrete}}}{t_{\text{Steel}}}$$

Generally is between 10 and 50 to get practical levels of concrete pre-stress and thickness. Ratio can be higher or lower for specific applications.

$$T_{\text{ConcreteOverTSteel}} = 25.043$$

$$\sigma_{\text{Steel}} := \frac{\sigma_{\text{SteelCasting}}}{E_{\text{Steel}} \left(\frac{t_{\text{Steel}}}{t_{\text{Concrete}} \cdot E_{\text{Concrete}}} + \frac{1}{E_{\text{Steel}}} \right)}$$

This is the pre-stress in the steel after releasing the casting pressure.

$$\sigma_{\text{Steel}} = 4.156 \times 10^4 \text{ psi}$$

$$\sigma_{\text{Concrete}} := \frac{t_{\text{Steel}} \cdot \sigma_{\text{Steel}}}{t_{\text{Concrete}}}$$

Concrete stress in the zero pressure condition. This is the pre-stress in the concrete after releasing the pressure in the mold.

$$\sigma_{\text{Concrete}} = 1.659 \times 10^3 \text{ psi}$$

28

Comparisons of Pipe Stiffness for Conventional Steel Pipe vs. Pressure Cast Steel Pipe

For Conventional Steel Pipe:

$t_{Liner} := 0.5 \cdot in$

Thickness of liner on conventional steel pipe

$t_{Stl} := \frac{ID_{Steel} + 2 \cdot t_{Liner}}{220}$

Approximate thickness of steel pipe to meet D/t of 220 for conventional steel pipe design

$t_{Stl} = 0.423 \cdot in$

$E_{Concrete} := 4000000 \cdot psi$

Modulus of concrete liner

$E_{Steel} := 30000000 \cdot psi$

Modulus of steel

Section	Area	Y
Concrete Liner	$A_{Concrete} := \frac{E_{Concrete}}{E_{Steel}} \cdot t_{Liner}$ $A_{Concrete} = 0.067 \cdot in$	$Y_{Concrete} := \left(\frac{t_{Stl} + t_{Liner}}{2} \right)$
Steel Pipe Wall	$A_{StlWall} := \frac{E_{Steel}}{E_{Steel}} \cdot t_{Stl}$ $A_{StlWall} = 0.423 \cdot in$	$Y_{StlWall} := 0 \cdot in$

The sum of the areas can be calculated as follows:

$SUM_{Area} := A_{Concrete} + A_{StlWall}$

$SUM_{Area} = 0.489 \cdot in$

The sum of the areas times the distance to the reference centroid, can be calculated as follows:

$$\text{SUM}_{Y_{\text{Area}}} := A_{\text{Concrete}} \cdot Y_{\text{Concrete}} + A_{\text{StlWall}} \cdot Y_{\text{StlWall}}$$

$$\text{SUM}_{Y_{\text{Area}}} = 0.031 \cdot \text{in}^2$$

The distance to the centroid of the overall pipe wall from the middle of the steel pipe wall (the reference position for initially assumed centroid) can be calculated as follows:

$$Y_{\text{PipeWall}} := \frac{\text{SUM}_{Y_{\text{Area}}}}{\text{SUM}_{\text{Area}}}$$

$$Y_{\text{PipeWall}} = 0.063 \cdot \text{in}$$

The moment of Inertia of the individual layers about their own neutral axis is calculated per unit length as follows:

$$I_{\text{Concrete}} := \frac{t_{\text{Liner}}^3}{12}$$

$$I_{\text{Concrete}} = 0.01 \cdot \text{in}^3$$

$$I_{\text{StlWall}} := \frac{t_{\text{Stl}}^3}{12}$$

$$I_{\text{StlWall}} = 6.295 \times 10^{-3} \cdot \text{in}^3$$

The sum of the EI values for all layers is calculated as follows:

$$EI_{\text{Concrete}} := E_{\text{Concrete}} \left[I_{\text{Concrete}} + t_{\text{Liner}} (Y_{\text{PipeWall}} - Y_{\text{Concrete}})^2 \right]$$

$$EI_{\text{Concrete}} = 3.593 \times 10^5 \cdot \text{in} \cdot \text{lb} \cdot \text{f}$$

$$EI_{\text{StlWall}} := E_{\text{Steel}} \left[I_{\text{StlWall}} + t_{\text{Stl}} (Y_{\text{PipeWall}} - Y_{\text{StlWall}})^2 \right]$$

$$EI_{\text{StlWall}} = 2.389 \times 10^5 \cdot \text{in} \cdot \text{lb} \cdot \text{f}$$

$$EI_{\text{TotalPipeWall}} := EI_{\text{Concrete}} + EI_{\text{StlWall}}$$

20

$EI_{TotalPipeWall} = 5.982 \times 10^5 \text{ in}\cdot\text{lb}\cdot\text{f}$ This the total "EI" value for the pipe wall. This value must be substituted into Equation 5-14 of AWWA Manual M45 to properly calculate overall pipe stiffness.

$D_{Centroid} := 1D_{Pipe} + 2\cdot t_{Liner} + t_{Stl} - 2\cdot Y_{PipeWall}$ Centroid diameter of the conventional steel pipe.

$D_{Centroid} = 85.297 \text{ in}$

Pipe Stiffness, PS, is determined as follows utilizing ASTM D2412.

$$PS_{ConventionalSteelPipe} := \frac{EI_{TotalPipeWall}}{\left[0.149 \cdot \left(\frac{D_{Centroid}}{2} \right)^3 \right]}$$

$PS_{ConventionalSteelPipe} = 51.758 \text{ psi}$ Pipe stiffness for conventional steel pipe

For Pressure Cast Steel Pipe:

$t_{Steel} = 0.16 \text{ in}$	Thickness of pressure cast steel pipe from above
$t_{Stl} := t_{Steel}$	Set thickness of steel to variable name used below
$t_{Concrete} = 4 \text{ in}$	Thickness of concrete liner in pressure cast steel pipe from above
$t_{Con} := t_{Concrete}$	Set thickness of concrete to variable name used below
$E_{Concrete} := 4000000 \text{ psi}$	Modulus of concrete liner
$E_{Steel} := 30000000 \text{ psi}$	Modulus of steel

<u>Section</u>	<u>Area</u>	<u>Y</u>
Concrete Liner	$A_{Concrete} = \frac{E_{Concrete}}{E_{Steel}} \cdot t_{Con}$	$Y_{Concrete} = \left(\frac{t_{Stl} + t_{Con}}{2} \right)$
	$A_{Concrete} = 0.533 \cdot in$	
Steel Pipe Wall	$A_{StlWall} = \frac{E_{Steel}}{E_{Steel}} \cdot t_{Stl}$	$Y_{StlWall} = 0 \cdot mm$
	$A_{StlWall} = 0.16 \cdot in$	

The sum of the areas can be calculated as follows:

$$SUM_{Area} = A_{Concrete} + A_{StlWall}$$

$$SUM_{Area} = 0.693 \cdot in$$

The sum of the areas times the distance to the reference centroid, can be calculated as follows:

$$SUM_{YArea} = A_{Concrete} \cdot Y_{Concrete} + A_{StlWall} \cdot Y_{StlWall}$$

$$SUM_{YArea} = 1.109 \cdot in^2$$

The distance to the centroid of the overall pipe wall from the middle of the steel pipe wall (the reference position for initially assumed centroid) can be calculated as follows:

$$Y_{PipeWall} = \frac{SUM_{YArea}}{SUM_{Area}}$$

$$Y_{PipeWall} = 1.601 \cdot in$$

The moment of Inertia of the individual layers about their own neutral axis is calculated per unit length as follows:

$$I_{Concrete} = \frac{t_{Con}^3}{12}$$

$$I_{Concrete} = 5.333 \cdot in^3$$

$$I_{StlWall} = \frac{t_{Stl}^3}{12}$$

22

$$I_{StlWall} = 3.396 \times 10^{-4} \cdot \text{in}^3$$

The sum of the EI values for all layers is calculated as follows:

$$EI_{Concrete} := E_{Concrete} \left[I_{Concrete} + t_{Con} (Y_{PipeWall} - Y_{Concrete})^2 \right]$$

$$EI_{Concrete} = 2.501 \times 10^7 \cdot \text{in} \cdot \text{lbf}$$

$$EI_{StlWall} := E_{Steel} \left[I_{StlWall} + t_{Stl} (Y_{PipeWall} - Y_{StlWall})^2 \right]$$

$$EI_{StlWall} = 1.229 \times 10^7 \cdot \text{in} \cdot \text{lbf}$$

$$EI_{TotalPipeWall} := EI_{Concrete} + EI_{StlWall}$$

$$EI_{TotalPipeWall} = 3.729 \times 10^7 \cdot \text{in} \cdot \text{lbf}$$

This the total "EI" value for the pipe wall. This value must be substituted into Equation 5-14 of AWWA Manual M45 to properly calculate overall pipe stiffness.

$$D_{Centroid} := ID_{Pipe} + 2 \cdot t_{Con} + t_{Stl} - 2 \cdot Y_{PipeWall} \quad (\text{Centroid diameter of the pipe.})$$

$$D_{Centroid} = 88.959 \cdot \text{in}$$

Pipe Stiffness, PS, is determined as follows utilizing ASTM D2412.

$$PS_{PressureCastSteelPipe} := \frac{EI_{TotalPipeWall}}{\left[0.149 \cdot \left(\frac{D_{Centroid}}{2} \right)^3 \right]}$$

$$PS_{PressureCastSteelPipe} = 2.844 \times 10^3 \cdot \text{psi}$$

$$PS_{ConventionalSteelPipe} = 51.758 \cdot \text{psi}$$

Review of the two pipe stiffness values shows the new pressure cast steel pipe will be much stiffer than conventional steel pipe and much more capable of supporting pipe handling, installation and earth loads

23

Change in Concrete Height During Pressure Casting:

$$\text{PipeLength} := 24 \cdot \text{ft}$$

$$\text{DeltaVolume} := \frac{\sigma_{\text{SteelCasting}}}{E_{\text{Steel}}} \cdot \frac{\text{ID}_{\text{Steel}}}{2} \cdot \pi \cdot \text{ID}_{\text{Steel}} \cdot \text{PipeLength}$$

$$\text{DeltaVolume} = 3.989 \cdot \text{ft}^3$$

$$\text{DeltaH} := \frac{\text{DeltaVolume}}{\pi \left[\left(\frac{\text{ID}_{\text{Steel}}}{2} \right)^2 - \left(\frac{\text{ID}_{\text{Pipe}}}{2} \right)^2 \right]}$$

$$\text{DeltaH} = 6.233 \cdot \text{in}$$

Drop in height of concrete during the pressure casting operation.

24

[0031] The PCSPs of this invention can be manufacturing using a number of different pressure casting techniques. These techniques can involve horizontal or vertical pressure casting, depending on the particular pressure casting molding system. FIG. 1 illustrates the use of a vertical pressure casting technique and related assembly, wherein the concrete or mortar composition is poured and cast in a vertically oriented mold assembly to form the liner in situ while imposing a desired stressing force on the surrounding metal shell or steel pipe. Once the stressing force is removed, the metal shell places the finally-cured liner of the resulting PCSP in a desired state of compression. In an example embodiment, this example technique involves pressurizing the poured concrete or mortar composition to impose a desired stress on the metal shell through the use of a hydrostatic means, e.g., imposing a pressurized volume or body of fluid such as water into contact with a surface of the concrete or mortar composition.

[0032] FIG. 2 illustrates an example assembly 30 useful for making the PCSP in accordance with the principles noted above. In this example embodiment, a cylindrical metal shell 32 is formed with ends 34 and 36 attached thereto to respective ends of the shell as described above. The wall thickness of the metal shell can be within the ranges noted above. In an example embodiment, the metal shell or steel pipe can be made on a drum cylinder machine with the ends 34 and 36 welded thereto. In an example embodiment, the metal shell is formed from X60 steel.

[0033] The cylindrical metal shell 32 is positioned over a base ring 38 that is positioned at the base or bottom position of the assembly 30. The base ring 38 comprises a generally annular body 39 that may include one or more grooves 40 extending circumferentially along an outer wall surface of the base ring and positioned adjacent an inside wall surface of shell end 36. The base ring is formed from a structurally rigid material such as a metallic material, and in a preferred embodiment the preferred material is steel.

[0034] The one or more grooves 40 are sized and shaped to accommodate placement of one or more respective sealing members 42 therein, wherein the one or more sealing member 42 are sized and shaped to engage and form a seal against an inside diameter of the metal shell end 36. In a preferred embodiment, the base ring comprises a pair of grooves 40 that are spaced axially apart from one another a desired distance along the outer surface, and comprises respective sealing members 42 in the form of annular rings disposed therein. The

annular seal rings 42 are preferably formed from an elastomeric material such as rubber or the like capable of providing a sealing engagement with the metal shell end.

[0035] The base ring 38 includes an upper or top surface 44 that forms a closed bottom end of an annular concrete or mortar pour cavity or chamber 46. The base ring 38 further includes a groove 48 that is positioned circumferentially along an inside diameter of the ring 38. The groove 48 is positioned, sized and shaped to accommodate placement of a sealing member 50 therein to engage and form a seal with an adjacent outside wall surface of a collapsible inner mold member 52.

[0036] The base ring 38 further includes a section that projects radially inwardly from the body 39 away from the base ring inside diameter, and that is connected with a generally cylindrical displacement tube 54, e.g., a bottom end of the displacement tube 54 is thereby mounted on the base ring. As shown in FIG. 2, the collapsible inner mold member 52 is positioned concentrically around an outside diameter of the displacement tube 54. The collapsible inner mold member and displacement tube are each formed from a structurally rigid material, such as a metallic material, and in a preferred embodiment both the collapsible inner mold member and the displacement tube are formed from steel.

[0037] The collapsible inner mold member 52 can be formed from a single sheet of material that is rolled into the form of a cylinder or can be formed from a number of panels or sheets that are welded or otherwise joined together to form a cylindrical shape. In an example embodiment, the collapsible inner mold member is provided in the form of a cylindrical sheet having two ends that extend longitudinally along the length of the inner mold member. The ends are configured such that they can be moved inwardly towards one another, e.g., coiled towards one another, to reduce the diameter of the inner mold member and thereby cause the inner mold member to collapse for purposes of facilitating removal of the formed PCSP therefrom.

[0038] In an example embodiment, the ends of the collapsible inner mold member are connected to one another by a mechanism that operates to maintain a fixed inner mold member diameter during the pouring a pressurizing operation, and that can be operated to move the ends of the inner mold member together thereby collapsing the mold member to facilitate releasing the mold member from the formed concrete or mortar core. The inner mold member is further configured to minimize leakage of the concrete or mortar

26

composition during pour and formation of the PCSP under pressure. In a preferred embodiment, a gate is placed between the collapsible inner mold member ends that can be remotely actuated to reduce the diameter of the inner mold member at the appropriate stage of the operation, thereby enabling the inner mold member to be removed from the PCSP once formed.

[0039] A bottom reinforcing ring 56 is positioned along an inside diameter surface of the collapsible inner mold member 52 adjacent the base ring 38 and assists in promoting a desired sealing engagement between a bottom end section of the collapsible inner mold member and the base ring. The bottom reinforcing ring 56 can be formed from a structurally rigid material and can comprise one or more members that alone or together form an annular support positioned concentrically inwardly of the collapsible inner mold member bottom end section. In an example embodiment, the bottom reinforcing ring is made from steel and is welded to a bottom portion of the inner mold member.

[0040] Moving to the top of the assembly 30, an annular top ring 58 is positioned adjacent a top end of the metal shell 32. In an example embodiment, the top ring comprises a cylindrical outer section 60 that is positioned concentrically around the end 34 of the metal shell 32. The outer section 60 has an inside diameter that is sized and shaped to accommodate placement of the end 34 within a lower region of such inside diameter. Sealing members 62 are positioned within one or more respective grooves 64 disposed circumferentially around the end 34 to provide a seal between the top ring 58 and the metal shell 32. The sealing members 62 can be annular members that are made from an elastomeric material such as rubber or the like.

[0041] While the embodiment of FIG. 2 illustrates the use of sealing members at the top and bottom of the assembly disposed in grooves that are respectively disposed on the shell end and the base ring, it is to be understood that the specific sealing mechanism used to form a desired seal at the top and base of the concrete or mortar chamber 46 can be other than that which is described and illustrated, and that such variations are understood to be within the scope of this invention.

[0042] The inside diameter of the top ring outer section also includes a central region that is sized and configured to accommodate receiving a pressurizing medium therein and to accommodate a desired extra volume of concrete or mortar above the spigot 34. The extra

27

volume provided by the top ring is useful to make up for the volume increase that occurs within the chamber 46 during pressurizing as the outer steel pipe or shell 32 increases in diameter under pressure. The typical volume change during pressurizing results in a loss of about 6 to 7 inches of vertical height for a 4-inch thick concrete liner. The top ring is configured to help accommodate such volume change.

[0043] In an example embodiment, the pressurizing medium is water and the central region of the top ring is sized having vertical height to address the concrete or mortar volume change that occurs during pressurization, and having a diameter that is less than that of the top ring bottom region. Sizing the top ring outer section inside diameter in this manner operates to limit the extent that the end 34 is inserted therein during assembly for the process of both pouring the concrete or mortar composition into the assembly 30 and into the chamber 46 and subsequently pressurizing the poured concrete or mortar composition.

[0044] The top ring outer section 60 includes an inside diameter top region that is sized and shaped to accommodate placement therein of a top member or pressure top or cap 66 that is placed over a top portion of the assembly 30. In an example embodiment, the inside diameter top region has a diameter sized smaller than that of the central region to control the axial placement of the top member 66 therein, e.g., so that it does not enter the central region.

[0045] The top ring 58 also includes an inner section 68. In an example embodiment, this inner section is welded to the top ring 58 by centralizing gussets (not shown). The inner section 68 is positioned radially inwardly from the outer section 60 and radially outwardly a distance from the displacement tube to a position adjacent an upper end of the collapsible inner mold member 52. The inner section 68 includes a pair of downwardly projecting lips or rings 70 that are positioned and sized to accommodate placement of the top end of the collapsible inner mold member 52 therebetween.

[0046] In an example embodiment, the collapsible inner mold member 52 fixedly registers with a placement feature of the base ring 38, and at least one of the top ring lips 70 operates to limit the radially outward movement of the collapsible inner mold member. In an example embodiment, the lips 70 and top ring 60 are provided in the form of one assembly. Also, the other of the lips that is not in contact with the collapsible inner mold member is positioned adjacent an outside surface of the displacement tube top section to assist in positioning the top end of the inner mold member 52 concentrically with the end 34 of the metal shell 32.

[0047] A top reinforcing ring 72 is positioned along an inside diameter surface of the collapsible inner mold member 52 adjacent the top ring inner section 68, and assists in urging the collapsible mold member 52 against the lip 70. The top reinforcing ring 72 is formed from a structurally rigid material and can comprise one or more members that alone or together form an annular support positioned concentrically inwardly of the collapsible inner mold member top end section. In an example embodiment, the top reinforcing ring 72 is made from steel and is welded to the end of the collapsible inner mold member 52.

[0048] The top member or pressure top 66 comprises an annular member positioned radially between the top ring outer section 60, along an outside diameter, and a top section 74 that is attached to an upper end of the displacement tube 54, along an inside diameter. The top section 74 accommodates thrust from the top member 66 produced by internal pressure during the pressurizing operation.

[0049] The pressure top 66 includes an outside diameter wall surface that is positioned adjacent the top ring outer section 60 inside diameter top region, and includes a groove 76 extending circumferentially therearound. An annular sealing member 78 is disposed within the groove and can be formed from an elastomeric material to provide a desired seal with the top ring outer section. Alternatively, the top ring inside diameter top region can be configured having the groove to accommodate placement of a sealing member therein.

[0050] The pressure top 66 also includes an inside diameter wall surface that is positioned adjacent an outer surface of the displacement tube top section 74, and that is configured to provide sealing engagement therewith. In an example embodiment, the displacement tube top section comprises a groove 80 disposed circumferentially along its outer surface that is sized to accommodate placement of an annular sealing member 82 therein, wherein the sealing member can be formed from an elastomeric material such as that described above for the other sealing members used in this assembly 30.

[0051] A locking member 84, is positioned on top of the pressure top 66 and is configured to removably fix placement of the pressure top 66 onto the top ring 58 to close and lock the mold assembly into place. In an example embodiment, the locking member 84 is provided in the form of a snap ring or the like that is sized having an inner diameter edge that is capable of registering with a groove 86 disposed along an outer diameter of the

displacement tube top section 74. The locking member engages the groove 86 to resist the pressure thrust on the top member 66 during the pressure casting operation.

[0052] The displacement tube 54 is a generally cylindrical member that extends from the top section 74 downwardly to the base ring 38, and that may include one or more ribs 88. The one or more ribs operate to stabilize the displacement tube from collapse caused by the external pressure applied to the mold assembly during the pressure casting operation, and may extend between diametrically opposed portions of the tube and/or to a centrally located mounting hub or the like (not shown) again for purposes of stabilizing placement and minimizing radial movement or deflection of the displacement tube during the process of forming the PCSP.

[0053] The displacement tube 54 includes an inlet 90 positioned through a tube wall to facilitate the transport of the pressurizing medium, e.g., water, into the assembly. The inlet includes a leak tight connection end 92 for purposes of facilitating attachment of the same to a conventional pressurizing medium delivery device, such as a water delivery pipe. In a preferred embodiment, the inlet 90 is positioned near the bottom of displacement tube 54 and is configured to accept delivery of pressurized water from a suitable pressurizing device such as from a discharge end of a pump or the like.

[0054] The above-described assembly 30 is operated in the following manner to form a PCSP. Before placement of the pressure top 66 and locking member 84 over the top portion of the assembly, a desired volume of concrete or mortar composition is poured or otherwise delivered into the chamber 46 formed between the metal shell 32 and the collapsible inner mold member 52.

[0055] In an example embodiment, the concrete or mortar composition comprises a mixture having the following characteristics. One desired characteristic is that the concrete or mortar be self leveling, so it acts like a liquid. This is desired so the concrete or mortar will transfer the pressure applied to its surface from the top of the pipe to the bottom of the pipe and radially outward to expand the steel pipe. A second characteristic is that the concrete or mortar may be expansive. The use of an expansive mix helps to minimize and/or eliminate undesired volume loss from creep and drying shrinkage to help maintain the desired stress on the pipe wall during operation.

30

[0056] In a preferred embodiment, the prestress of the concrete core will be very small or eliminated as the internal pressure reaches operating pressure. Maximum tensile strain in the concrete core will be limited to assure the concrete core is in contact with the inside diameter of the metal shell or only a very small annular gap exists between the concrete core and the inside diameter of the metal shell. Such contact or close proximity will help ensure that the concrete core provides the high alkaline environment needed to protect the steel from corrosion for a period of approximately 50 years. In a preferred embodiment, the steel will carry the loads from pressure, without using any of the available steel stress for earth loads or reaction to the concrete or mortar core. The core and adjacent backfill support will provide the stiffness needed to support the external loads from soil weight, pipe weight and water weight. In an example embodiment, the concrete or mortar composition is self leveling with limited shrinkage, and is unreinforced, e.g., does not include any rebar or other metal reinforcing members disposed therein.

[0057] The volume of concrete or mortar composition that is used for making PCSP in this manner can vary depending on such factors as PCSP length, and the desired concrete liner thickness. The concrete or mortar composition is delivered into the chamber 46 until the top surface of the pour extends into the top edge of the end 34. In an example embodiment, the concrete or mortar composition is delivered into the mold such that its surface extends a distance into the top ring 58. As noted above, the top ring 58 operates to provide an extra volume of concrete or mortar useful for addressing the downward movement of the concrete or mortar surface level within the mold during pressurization due to the outward expansion of the steel shell. In an example embodiment, the volume of concrete or mortar disposed above the end 34 is sufficient to make up for the vertical height change during pressurizing such that the final level of the concrete is just at the top of the end 34. The equations presented above provide an example calculation of the vertical drop in concrete height during the pressure casting process.

[0058] Once the concrete composition is poured into the chamber 46, and before it is allowed to cure, the pressure top 66 and the locking member 84 are loaded into place over the top of the assembly. Water is then directed into the mold assembly through the water inlet 90 under a desired operating pressure. The water flows into the assembly, filling an annular water chamber 94 formed between the displacement tube 54 and the collapsible inner mold member 52. The water also moves to the top of the assembly filling an upper chamber 96 of

31

the assembly that is disposed above the surface of the concrete or mortar composition, and that is defined generally within the central region of the top ring. The water within the assembly has the same pressure within the chambers 94 and 96, thereby operating to impose a desired stressing force onto the concrete or mortar composition while at the same time supporting the radial placement position of the collapsible core within the assembly, e.g., equal pressures are exerted on both sides of the collapsible inner mold member operating to maintain its radial position within the assembly.

[0059] The pressure of the water within the assembly is maintained at a constant level for a desired period of time during the casting and curing of the concrete or mortar composition. The use of water as the pressurizing medium allows for makeup water to be supplied as needed, during the pressurizing process to address any leakage that may occur at the various sealing rings, without the fear of causing a pump failure, i.e., water will not cure in the pressurizing pump as would occur if pressure was maintained by a concrete or grout pressure pump. The exact amount of time that the concrete or mortar composition is pressurized will vary depending on the particular pipe design and/or performance criteria, the type of concrete composition used, as well as the particular end-use application.

[0060] PCSPs, and methods for making the same, according to principles of this invention can be better understood with reference to the following example.

Example - a PCSP was formed using the assembly illustrated in FIG. 2, having an metal shell inside diameter of approximately 92 inches, by delivering a concrete composition comprising approximately 750 lbs cement (Type I/II), 1490 lbs coarse aggregate, 1400 lbs sand, 319 lbs water, 60 fl oz high range water reducing admixture (Glenium 7700), 10 fl oz viscosity-modifying admixture (VMA 538), and comprising a small amount of air voids (2.5%), wherein the total weight of the composition was approximately 3959 lbs. If desired, a portion (15 to 20 percent by weight) of the cement component disclosed in the above composition can be replaced by an expansive agent, such as Komponent from CTS Cement Manufacturing Corp, to compensate for the shrinkage due to drying and creep. This composition was delivered into the concrete or mortar mold chamber. The collapsible inner mold member is positioned so that the inside diameter of the resulting cured concrete liner is approximately 84 inches. The metal shell was provided in the form of a steel shell having a wall thickness of approximately 0.16 inches. The desired concrete liner wall thickness for this PCSP was approximately 4 inches. After the concrete composition was delivered into the mold

32

chamber, water was introduced into the mold assembly such that it covered the surface of the concrete composition. The water in the assembly was pressurized to a pressure that produced a stress in the steel of approximately 90% of specified minimum yield strength (SMYS). In this case, the steel is X60 with a minimum yield of 60,000 psi, so the internal pressure required to produce 54,000 psi is approximately 188 psi. Note in the example given, the D/t ratio is $92/0.16 = 575$, which is beyond the conventional practice in water pipe design and is only possible due to the thicker concrete liner capable of supporting the external earth loads. The water pressure was maintained at this level for approximately 24 hours, imposing a stress on the steel pipe of approximately 54,000 psi causing it to expand. After 24 hours of elevated temperature cure, e.g., at between 140 to 160°F, the collapsible inside mold member was moved into its retracted position and the water pressure within the assembly was relieved, causing the steel pipe to retract onto the concrete core placing it into compression. The resulting PCSP was removed from the assembly, and the PCSP was allowed to continue curing under ambient pressure conditions. Immediately after the initial elevated temperature cure, the concrete core of the PCSP was under a compressive stress of approximately 1659 psi. See the series of equations presented above that provide an example calculation.

[0061] A feature of making PCSPs in the manner described is the use of water as the pressuring medium rather than using the concrete itself or grout as the pressurizing medium. A disadvantage of using the concrete composition or grout as the pressuring medium is the damage that can occur to a pressuring device, such as a pump or the like, due both to the inherently abrasive nature of the concrete composition as well as the change in rheologic characteristics that are known to occur over time as the composition cures, making the task of maintaining a desired constant pressure force even more challenging.

[0062] The use of water as a pressuring medium for pressurizing the concrete or mortar composition avoids these issues and enables imposing a constant pressure onto the concrete composition in a manner that is relatively easy to do using conventional pumping equipment, and in a manner that is not affected by the curing of the concrete composition. Further, since the concrete composition is self leveling it will largely act like water and transfer the pressure applied to the surface of the composition in the mold to the metal shell. This transferred pressure causes the metal shell to grow in diameter as it would under a normal hydrotest pressure. If during the pressuring process any minor leakage occurs at any of the sealing surfaces, the water pressuring device, e.g., a pumping device, can easily make up for the loss

to keep the metal shell stretched. Because the concrete or mortar composition can cure under water, the water pressure cap allows for the composition to cure while also maintaining a desired pressuring force via makeup water should there be any leakage of the concrete or mortar composition.

[0063] Once the concrete or mortar core has been subjected to a desired pressure for a desired duration of time, the pressure is removed by releasing the water from the assembly, causing the metal shell to shrink onto the cured concrete liner or core, thereby prestressing the core by placing it into compression. Once this occurs, the inside diameter of the concrete or mortar liner is also reduced, causing it to be clamped onto the collapsible core, thus the need for using an internal core member that is collapsible to facilitate its removal from the now formed PCSP pipe. In a preferred embodiment, once the PCSP has been pressurized for a desired duration, the collapsible inner mold member is first collapsed prior to releasing the pressure within the assembly so as to avoid damaging the inner mold member by the clamping force of the core, and to facilitate or ease the process of collapsing or otherwise reducing the diameter of the inner mold member.

[0064] In an example embodiment, the mold assembly is configured so that the water pressure within chambers 94 and 96 are the same, e.g., the chambers are configured such that the water pressure within the chambers 94 and 96 are in fluid flow connection with one another. In the example embodiment illustrated in FIG. 2, the pressurizing water will flow from the chamber 94 to the chamber 96 across the lips or centering rings 70 due to no seal. If desired, grooves and/or holes can be provided to augment the desired passage of water between the chambers 94 and 96.

[0065] Once the inner mold member is collapsed, and the pressure is released, then the pressure top 66 is removed and the remaining elements of the molding/pressurizing assembly are then disassembled. The PCSP can be removed from the base ring 38. The removed PCSP can be transported to a desired location for further curing of the concrete or mortar liner under ambient pressure and in a hydrating environment, e.g., where it can be subjected to water as needed to facilitate further curing. In an example embodiment, the concrete composition may be vertically cast and subjected to a pressuring force of approximately 188 psi for a period of approximately 24 hours, after which time the pressure is released and the PCSP pipe is removed to facilitate further ambient pressure curing over a period of approximately twenty-eight days. In an example embodiment, the PCSP can be steam cured

during the first 24 hours while maintaining the casting pressure inside the mold. The 24 hours of steam cure can get the PCSP to the equivalent of a 7-day ambient cure level that is normally 80% of the strength at 28-days. The elevated temperature steam cure accelerates the curing rate, allowing the PCSP to be removed from the pressure casting assembly quicker, thereby improving the manufacturing rate of making additional PCSP.

[0066] FIG. 3 illustrates another example assembly 200 useful for making the PCSP in accordance with the principles noted above, that is somewhat similar to that disclosed above and illustrated in FIG. 2 in that it makes use of a collapsible inner mold member and a water pressurizing medium to pressure cast and form the PCSP. Generally, the assembly makes use of a cylindrical metal shell 202 comprising ends 204 and 206 and that defines an exterior surface of the resulting PCSP. The assembly 200 includes an annular base ring 208 that is positioned at a bottom portion of the assembly and that is in sealed contact with an inside surface of the end 206. The base ring can be configured in generally the same manner as the base ring described above used in the assembly illustrated in FIG. 2.

[0067] A generally cylindrical displacement tube 210 is positioned concentrically inwardly of the metal shell 202 and extends longitudinally upwardly from the base ring 208 to an upper ring of the displacement tube 212 that is in contact with a top cap assembly 213 positioned at an upper section of the assembly 200. The displacement tube is generally configured in the same manner as described above for the assembly of FIG. 2, and includes a water inlet 214 extending through a wall portion for receiving pressurizing water into the assembly.

[0068] A collapsible inner mold member 216 is radially interposed between the metal shell 202 and the displacement tube 210. The collapsible inner mold member is configured in the same manner as described above for the assembly illustrated in FIG. 2, and is provided to form together with the metal shell a mold chamber or cavity 218 for receiving and casting a concrete or mortar composition therein. Upper and lower reinforcing rings or bands 220 and 222 are used to keep the collapsible inner mold member in a desired radial position.

[0069] A top ring 224 is fixed to the top cap assembly 213 and is positioned over end 204 of the metal shell, and an annular sealing member 226 can be used to form a desired seal between the end and the top ring. The top ring 224 includes an inside diameter that, together with an outside diameter section of the collapsible inner mold member, forms a pouring

35

cavity 228 therein. The top ring 224 includes at least one lip or ring 230 projecting downwardly to register with an outside surface of the collapsible inner mold member 216 to limit its radial movement during the pressure casting process.

[0070] The top ring section 212 is attached to an upper end of displacement tube 210. The top cap assembly 213 is positioned over the top ring section 212 of the displacement tube 210. The top cap assembly 213 includes a fill tube 232 that passes through an opening that extends through an upper annular ring 236 and a lower annular ring 231 of the top cap assembly 213 to facilitate the delivery of the concrete or mortar composition into the pouring cavity 218 and 228 before pressurization. The fill tube 232 can include a watertight connection end to accept attachment with a suitable concrete or mortar delivery device, such as piping or the like. In an example embodiment, the fill tube 232 has a diameter of about 4 inches, to facilitate the pumping or pouring of the concrete or mortar composition therethrough. In an example embodiment, the top cap assembly 213 and the top ring 224 are combined as a welded together element at the lower annular ring 231.

[0071] The top cap assembly 213 is made up of an upper annular ring 236 and a lower annular ring 231 that are spaced apart and fixed together by gusset plates. The top cap assembly 213 is placed into sealed contact at annular seals 234 and 226. The top cap assembly is held in place by the use of a locking member 238, such as a snap ring and the like. In an example embodiment, the locking member 238 is a snap ring that is placed into locked position by engagement within a groove disposed along an adjacent surface of the end ring 212 attached to the displacement tube 210.

[0072] The materials used to form all of the elements noted above for the assembly 200 can be the same as those used to form the same elements noted above for the assembly 30 illustrated in FIG. 2.

[0073] Configured in this manner, the assembly 200 is operated in the following manner to form PCSP. When compared to the assembly of FIG. 2, the assembly illustrated in FIG. 3 permits for the top cap assembly 213 to be placed and locked into position prior to delivering the concrete or mortar composition into the assembly. A desired volume of concrete or mortar composition is then delivered, e.g., poured or pumped, into the assembly by way of the fill tube, filling the chamber 218 and at least a portion of the chamber 228.

[0074] As shown in FIG. 3, and as explained above for the assembly illustrated in FIG. 2, the concrete or mortar composition fill level is a desired distance above the end 204 to account for the drop in concrete surface level during pressurization, due to the outward expansion of the metal shell. In an example embodiment, the assembly 200 can include another tube that is positioned approximately 180 degrees from the fill tube, and that can be used as an observation tube for determining when the desired concrete surface level is reached. If desired, a float or the like can be placed in the observation tube to facilitate accurate fill level determination.

[0075] Once the concrete or mortar composition has been delivered, the fill tube is closed off and water is directed into the assembly through the inlet 214 at a desired pressure. The pressurized water fills the annular space between the displacement tube 210 and the collapsible inner mold member 216, and then passes over the top edge of the collapsible inner mold member and enters the pour cavity 228 where it operates to pressurize the concrete or mortar composition. The water pressure operates to impose a desired stressing pressure on the concrete or mortar composition that transmits the same to the metal shell in the same manner described above for the assembly illustrated in FIG. 2.

[0076] FIG. 4 illustrates another example assembly 100 useful for making the PCSP in accordance with the principles noted above. Unlike the example assembly illustrated in FIGS. 2 and 3, that make use of a collapsible inner mold, the assembly embodiment illustrated in FIG. 4 makes use of a wall member, e.g., a bladder, a fiberglass pipe or the like, that is capable of being used to both form the inside diameter of the concrete liner during the pouring and pressure casting process, and that is removable from the concrete liner once the PCSP is formed by removing the initial expansion pressure in chamber 152.

[0077] The assembly 100 makes use of a metal shell 102 and ends 104 and 106 that are attached at opposed respective top and bottom shell ends. The shell and ends can be the same as that disclosed above and illustrated in FIGS. 2 and 3. An annular base ring 108 is positioned at the bottom of the assembly 100 and comprises a groove 110 positioned circumferentially along an outside diameter that is sized and shaped to accommodate a sealing member 112 therein for forming a seal with an inside surface of the end 106. The base ring also includes an inside diameter section 114 that is configured to accommodate placement of a displacement tube bottom end therein.

37

[0078] The base ring 108 further includes a mechanism for engaging and forming a seal with a wall member 116. In an example embodiment, the mechanism is provided in the form of a seal ring 118 that is configured to fit within a groove 120 disposed along a top surface of the ring and that is removably attachable to the ring by a threaded attachment means 122. The seal ring is configured to engage an end portion of the wall member, attaching and sealing it to the base ring. A sealing member 124 may be used if necessary to ensure a desired seal between the wall member and the base ring.

[0079] Moving to the top of the assembly 100, a top ring 126 comprises an outer section 128 that is positioned over a portion of the end 104, and one or more annular sealing members 130 are positioned within respective grooves 132 disposed circumferentially around the end 104 to provide a seal with the outer section 128. The top ring 126 includes an inner section 134 that is positioned against a top section 136 that is connected to the displacement tube 138. The displacement tube extends longitudinally between the base ring and the top section and is positioned concentrically inwardly of the wall member 116. The top section 136 includes a groove 140 having an annular sealing member 142 disposed therein that provides a desired seal with the top ring inner section 134.

[0080] The wall member 116 is attached to the top section by a suitable attachment mechanism 144, depending on the type of material that is selected for use as the wall member. In the event that the wall member is provided in the form of an elastomeric bladder, the attachment mechanism used to attach the same to the top section can be a signode strap or the like. It is to be understood that the exact type and/or configuration of the attachment mechanism used to attach the wall member 116 to the top section and base ring can and will vary depending on the type of material and/or structure that is used to form the same. For example, in the event that the wall member 116 is provided in the form of a rigid but expandable material such as a fiberglass pipe or the like, the attachment mechanisms may be different from those already described. However, the function of the same is generally to both facilitate attachment of the wall member ends to the respective top section and ring member, and also do so in a manner that minimizes and or eliminates any unwanted leakage of material on either side of the wall member.

[0081] In an example embodiment, a top seal cap 148 is welded to the top ring 128 to seal off the mold assembly. In such an example embodiment, the top seal cap 148 includes a fill

38

tube (as shown in the assembly illustrated in FIG. 3) that extends through the cap 148 for delivering a desired volume of the concrete or mortar composition into the assembly.

[0082] The assembly 100 illustrated in FIG. 4 is used to form a PCSP in the following manner. Once a desired volume of the concrete or mortar composition is poured, pumped or otherwise delivered into the mold cavity or chamber 146 to a desired level within a water chamber 150 (as noted above to address the drop in concrete surface level during pressurization) and the concrete or mortar fill source is sealed off, pressurized water is introduced into the assembly 100 so that it covers the surface of the poured concrete or mortar composition and fills the water chamber 150 disposed within the top ring 128.

[0083] In one embodiment of the assembly 100, the wall member 116 is a passive member such as an elastomeric bladder or the like and the assembly comprises an annular chamber or cavity 152 that is filled with a desired volume of fluid such as water. As the water pressure in the mold chamber 150 is increased to a desired level, the water pressure in the annular cavity 152 increases by passive reaction directly onto the displacement tube. No real force is exerted to the wall member itself in this embodiment since the fluid in the bladder, i.e., water is incompressible.

[0084] In another embodiment of the assembly 100, the wall member 116 is an active member such as a fiberglass pipe that has been positioned concentrically around the displacement tube. In this embodiment, prior to casting the concrete core, the annular chamber or cavity 152 existing between the displacement tube and the pipe is pressurized by a fluid such as water, and the pipe is expanded under pressure. The pressuring fluid within the cavity 152 is sealed off, and pressurized water is introduced into the mold chamber 150 as described above to pressure cast the concrete or mortar liner.

[0085] The water pressure that is used to pressure cast the concrete or mortar composition in this embodiment as well as the duration of the pressure casting process can be the same as that described above for the assemblies illustrated in FIGS. 2 and 3. During this pressure casting process, the water pressurizes the concrete or mortar composition, which pressure is transmitted to the metal shell causing the shell to be stressed and extend outwardly a desired amount.

[0086] Once the designated duration of time has passed, the water pressure within the mold chamber 150 is released, causing the metal shell to contract on the cured concrete or

mortar liner placing it into a compressed condition, and causing the inside diameter of the concrete or mortar liner to decrease. The fluid in the annular chamber 152 of both embodiments noted above is then released therefrom, causing the bladder in one embodiment and the fiberglass pipe in the other embodiment to contract and free itself from the inside diameter of the cured concrete or mortar liner, thereby enabling removal of the so-formed PCSP from the assembly. The assembly elements are then disassembled and the resulting PCSP can be removed as described above for the assembly embodiments illustrated in FIGS. 2 and 3.

[0087] Generally speaking, PCSPs constructed in the manner described above are pressure cast using the assemblies and according to the process methods noted above for a period of approximately 1 day or 24 hours, allowing the concrete or mortar composition to set and initially cure. The concrete or mortar compositions used to form PCSPs of this invention can include a desired amount of an expansive additive or agent for the purpose of achieving an increased and/or continued amount of prestress as the PCSP continues to cure during and after it has been pressure cast. The use of an expansive additive can also make up for curing and drying shrinkage that occurs during the cure of the concrete or mortar core and for creep in the concrete or mortar caused by the compressive stress applied to the concrete liner from the steel cylinder. The use of the expansive additive can help to maintain the maximum prestress on the concrete core and metal shell relative to the pressurized stress in the metal shell during the pressure casting process and curing stages.

[0088] In an example embodiment, it may not be possible or desirable to pressure cast above approximately 90% of SMYS. The release of pressure during the pressure cast process reduces the steel stress in the PCSP to a value substantially below 90% of SMYS. At this point, the presence of an expansive agent in the concrete or mortar composition can apply more stress to the steel to offset the losses from creep and shrinkage, without over stressing the steel. It is desired that the expansive agents used for this purpose have a delay time from initial concrete cure that allows the concrete to set sufficiently to resist the steel prestressing and then later (after the pressure is removed and the pipe removed from the mold assembly) the expansive concrete adds to the steel prestress without taking the steel beyond the design yield. The creep and drying shrinkage also occur after the pipe is removed from the pressure casting mold, so these two opposing effects offset each other after the pipe is pressure cast.

YO

[0089] Suitable expansive agents useful for this purpose include those available under the product name Komponent from CTS Cement Manufacturing Corp, to compensate the shrinkage due to drying and creep. In an example embodiment, the expansive agent can comprise up to about 15 or 20 percent by weight of the cement component used in the concrete composition. It is to be understood that any optional use of an expansive agent and the amount of any such use can and will vary depending on a number of factors such as the materials used to form the pipe, the engineering design criteria and performance parameters, and the end-use application.

[0090] In an example embodiment, the casting pressure is set to 90% of SMYS during cure. The initial prestressing of the concrete core is reduced by cure shrinkage of the concrete, drying shrinkage of the concrete plus creep in the concrete liner and steel pipe. These losses are such that the full design stress possible for the steel cylinder cannot be reached without removing all the prestress placed onto the concrete liner and either placing the concrete liner into tension or introducing the possibility of a deleterious annular gap between the concrete liner and steel pipe during operation. Note that small annular gaps or tension in the concrete is acceptable and proven in concrete and steel pipe such as AWWA C300 pipe, but excess strain in the steel shell must be avoided. The concrete liner could be anchored to the steel pipe to prevent this annular gap, thus placing the concrete liner in tension during operation. All of these variants are possible and may be desirable for specific applications.

[0091] In a preferred embodiment, the concrete or mortar liner is under very small prestress from the steel cylinder at operating pressures or the steel cylinder is expanded a very limited amount above the free diameter of the concrete or mortar core at operating pressures. This allows all the allowable design stress in the steel pipe to be used for resisting internal pressure, while the liner and adjacent backfill support can be used to resist the buried earth loads plus pipe and water weight. The amount of expansive agent required to achieve the preferred embodiment will depend on the casting pressure, the creep factors, the shrinkage factors and the desired operating stress in the steel pipe. The full design of the pipe includes recoverable drying shrinkage. About 70% of the drying shrinkage is reversible when the pipe is flooded with water and the concrete liner is allowed to reabsorb the lost water during drying. This re-swelling of the concrete can be used as part of the net prestressing of the concrete liner, including all the various losses and gains associated with

the initial casting pressure, the drying and cure shrinkage, the expansion of the concrete from the expansive agent plus the creep in the steel and concrete liner under sustained load.

[0092] A feature of PCSPs constructed in the manner noted above is that they comprise a concrete or mortar liner that is capable of providing a degree of corrosion resistance that meets that currently provided by PCCP, reinforced concrete steel cylinder pipe, and conventionally designed mortar lined steel pipe, e.g., on the order of 50 years. Further, such PCSPs comprise a metal shell that places the concrete liner in a compressed condition, and that does so in a manner that is more robust and not prone to sudden failure when compared to PCCP, e.g., by the corrosion and breakage of tensioning wires. Further, the metal shell can be easily coated with a suitable polymer material or the like that is capable of providing a desired degree of dielectric protection/resistance from the unwanted effects of a corrosive environment or cathodic interference. Further, the metal shell can be easily repaired by welded patch or the like, should a corroded section be identified, without having to remove the pipe from service and/or without having to remove the pipe from its buried location.

[0093] Still further, PCSPs constructed in the manner noted above can be formed in a single step of pressure molding, where the concrete liner is formed in situ as the prestressing force is imposed onto the metal shell that subsequently operates to place the concrete in a compressed condition, thereby avoiding multiple steps resulting in saved time and labor. Still further, PCSPs constructed in the manner noted using water as the pressuring medium above avoid the possibility of pump failure during the pressuring process that could result in a scrapped part, lost material and labor cost and reduced manufacturing efficiency.

[0094] Still further, PCSPs constructed according to principles of the invention provide a pipe structure that is very stiff during transport and installation. In conventional concrete mortar lined steel pipe, the pipe is so flexible that stulling, wooden or metal supports inside the pipe, is needed to prevent the pipe from excessive flexing, collapsing and or breaking the liner. The thicker liner with the compression applied to the liner from the steel associated with the PCSP makes the pipe very robust for transport and burial without the stulling, which provides a further reduced expense when compared to conventional concrete lined steel pipe. The equations presented above provide an example comparison of the pipe stiffness of conventional steel pipe versus pressure cast steel pipe.

[0095] Other modifications and variations of PCSP constructions, and methods and assemblies for making the same, according to the principles of this invention will be apparent to those skilled in the art. It is, therefore, to be understood that within the scope of the appended claims this invention may be practiced otherwise than as specifically described.

What is claimed is:

1. A pressure cast lined steel pipe comprising:
an annular concrete or mortar liner forming an inside diameter of the pipe;
a metal shell surrounding the liner;
wherein the liner is in direct contact with an inside wall surface of the metal shell, and
wherein the liner is placed in a state of compression by the metal shell.
2. The pipe as recited in claim 1 wherein the ratio of the wall thickness between the liner and the metal shell is in the range of from about 5:1 to 80:1.
3. The pipe as recited in claim 1 wherein the ratio of the wall thickness between the liner and the metal shell is in the range of from about 10:1 to 50:1.
4. The pipe as recited in claim 1 wherein the wall thickness of the metal shell is in the range of from about 0.06 to 0.75 inches, and the wall thickness of the liner is in the range of from about 1.5 to 10 inches.
5. The pipe as recited in claim 1 further comprising a coating of dielectric material disposed along an outside surface of the metal shell.
6. The pipe as recited in claim 1 wherein the concrete liner is formed in situ while an uncured concrete or mortar composition and the metal shell is pressurized to place the liner into a state of compression when the liner is cured and the pressure is released.
7. A pressure cast lined steel pipe comprising:
an annular concrete or mortar liner forming an inside diameter of the pipe;
a metal shell surrounding the liner and having a wall thickness of about 0.06 to .75 inches;
wherein the liner has a wall thickness that is about 10 to 50 times that of the shell wall thickness, wherein the liner is in direct contact with an inside wall surface of the metal shell, and wherein the liner is placed in a state of compression by the metal shell.
8. A method for making a pressure cast lined steel pipe comprising the steps of:
delivering a volume of a concrete or mortar composition into a mold formed between a metal shell along an outside diameter and a movable core member along an inside diameter;
subjecting the composition to a pressure force to expand the metal shell;

44

releasing the pressure force after the concrete or mortar composition has achieved a degree of cure to form a concrete or mortar liner, wherein the step of releasing causes the metal shell to impose a compression force onto the liner; and

removing the movable core member from an inside diameter of the liner.

9. The method as recited in claim 8 wherein the step of subjecting the concrete or mortar composition to a pressure force involves subjecting a surface of the concrete or mortar composition to a pressurized fluid.

10. The method as recited in claim 8 wherein the pressurized fluid is water.

11. The method as recited in claim 8 wherein the movable core member is provided in the form of an elastomeric member.

12. The method as recited in claim 8 wherein the movable core member is provided in the form of a collapsible rigid member.

13. The method as recited in claim 8 wherein the movable core member is provided in the form of a cylindrical rigid structure that can expand to permit formation of the liner and contract to permit removal of the core after pressure casting.

14. The method as recited in claim 8 wherein the movable core member is provided in the form of a high strength steel tube.

15. The method as recited in claim 8 wherein the movable core member is selected from the group of materials consisting of fiber-reinforced resin pipe, plastic pipe, and combinations thereof.

16. The method as recited in claim 8 wherein the concrete or mortar composition includes an expansive agent that with the metal shell contributes to impose a compressive force onto the liner.

17. The method as recited in claim 8 wherein the mold comprises an annular chamber that is oriented vertically.

18. A pressure cast lined steel pipe made according to the method recited in claim 8 wherein the concrete or mortar liner is in direct contact with an inside wall surface of the metal shell.

45-

19. A pressure cast lined steel pipe made according to the method recited in claim 8 wherein the concrete or mortar liner has a wall thickness that is about 10 to 50 times the wall thickness of the steel shell.

20. A pressure cast assembly for making a lined steel pipe comprising:
a cylindrical metal shell defining an outer portion of the pipe;
a base member operatively connected with a bottom portion of the metal shell;
a top member operatively connected with a top portion of the metal shell;
an inner mold member positioned concentrically inwardly of the metal shell;
an annular chamber formed between the metal shell and inner mold member for accommodating a volume of a concrete or mortar composition therein; and
means for introducing a fluid pressurizing medium into the mold and onto a surface of the concrete or mortar composition to cause the composition to expand the metal shell;
wherein the inner mold member diameter is reducible once the composition has reached a determined degree of cure.

21. The pressure cast assembly as recited in claim 20 wherein the fluid pressurizing medium is water.

22. The pressure cast assembly as recited in claim 20 further comprising a displacement tube that is positioned concentrically inwardly of the inner mold member.

23. The pressure cast assembly as recited in claim 20 wherein the fluid pressurizing medium is disposed within an annular fluid chamber formed between the displacement tube and the inner mold member.

24. The pressure cast assembly as recited in claim 23 wherein the pressure of the fluid pressurizing medium is approximately the same at the surface of the concrete or mortar composition as within the annular fluid chamber.

25. The pressure cast assembly as recited in claim 20 further comprising sealing means to contain the concrete or mortar composition within the annular chamber during a pressurizing operation using the fluid pressurizing medium.

26. The pressure cast assembly as recited in claim 20 wherein the top member includes a top ring positioned over an end of the metal shell.

76

27. The pressure cast assembly as recited in claim 26 wherein surface of the concrete or mortar composition before being pressurized is disposed above an end of the metal shell and is positioned within the top ring.

28. The pressure cast assembly as recited in claim 20 wherein the annular chamber is oriented vertically.

29. The pressure cast assembly as recited in claim 20 wherein the inner mold member is a rigid cylindrical member having opposed longitudinal edges that are movably controlled to reduce the member diameter.

30. The pressure cast assembly as recited in claim 20 wherein the inner mold member is an elastomeric member.

31. The pressure cast assembly as recited in claim 20 wherein the inner mold member is a rigid cylindrical member that can expand and contract a sufficient amount to permit forming the liner and releasing the liner therefrom.

27

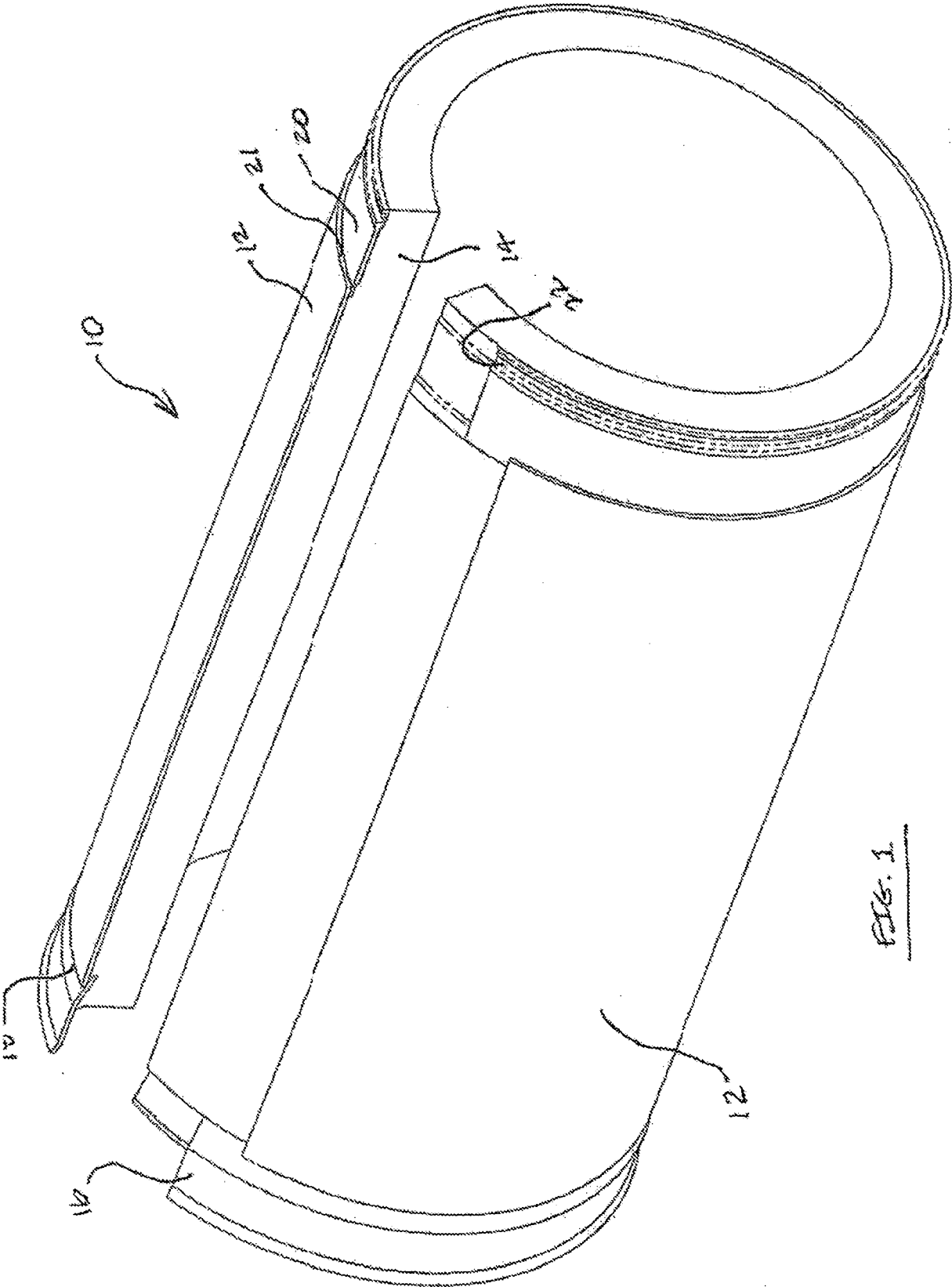
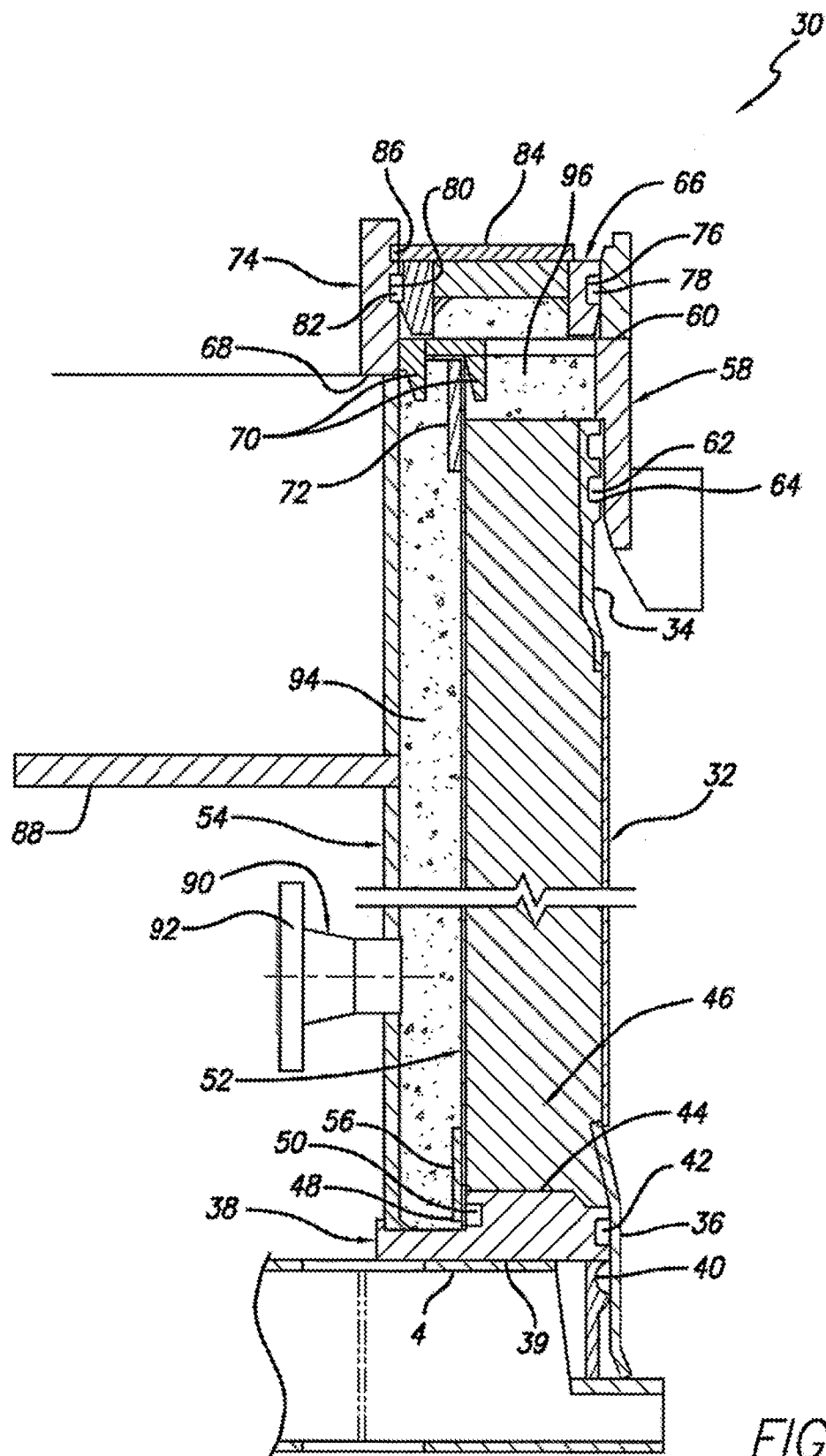
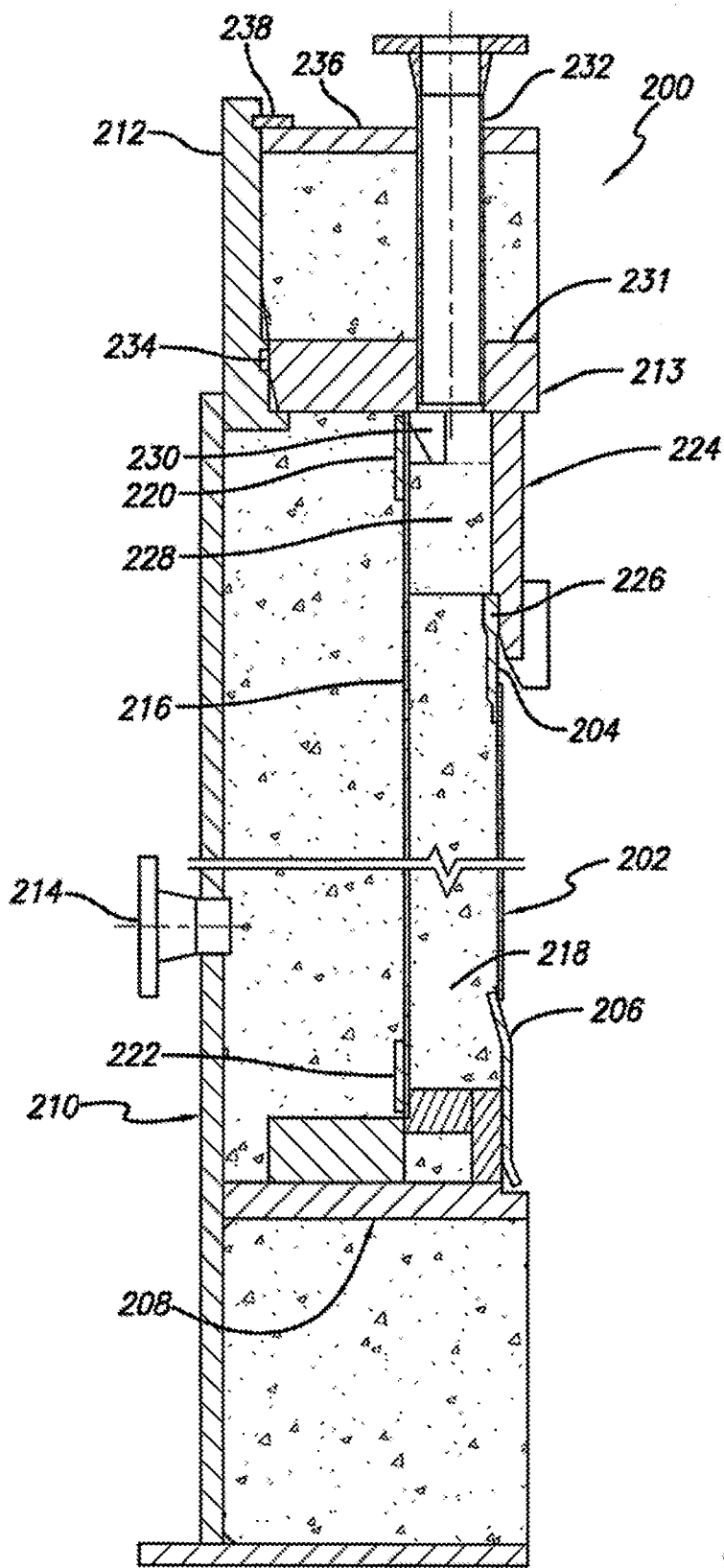


FIG. 1



49



50

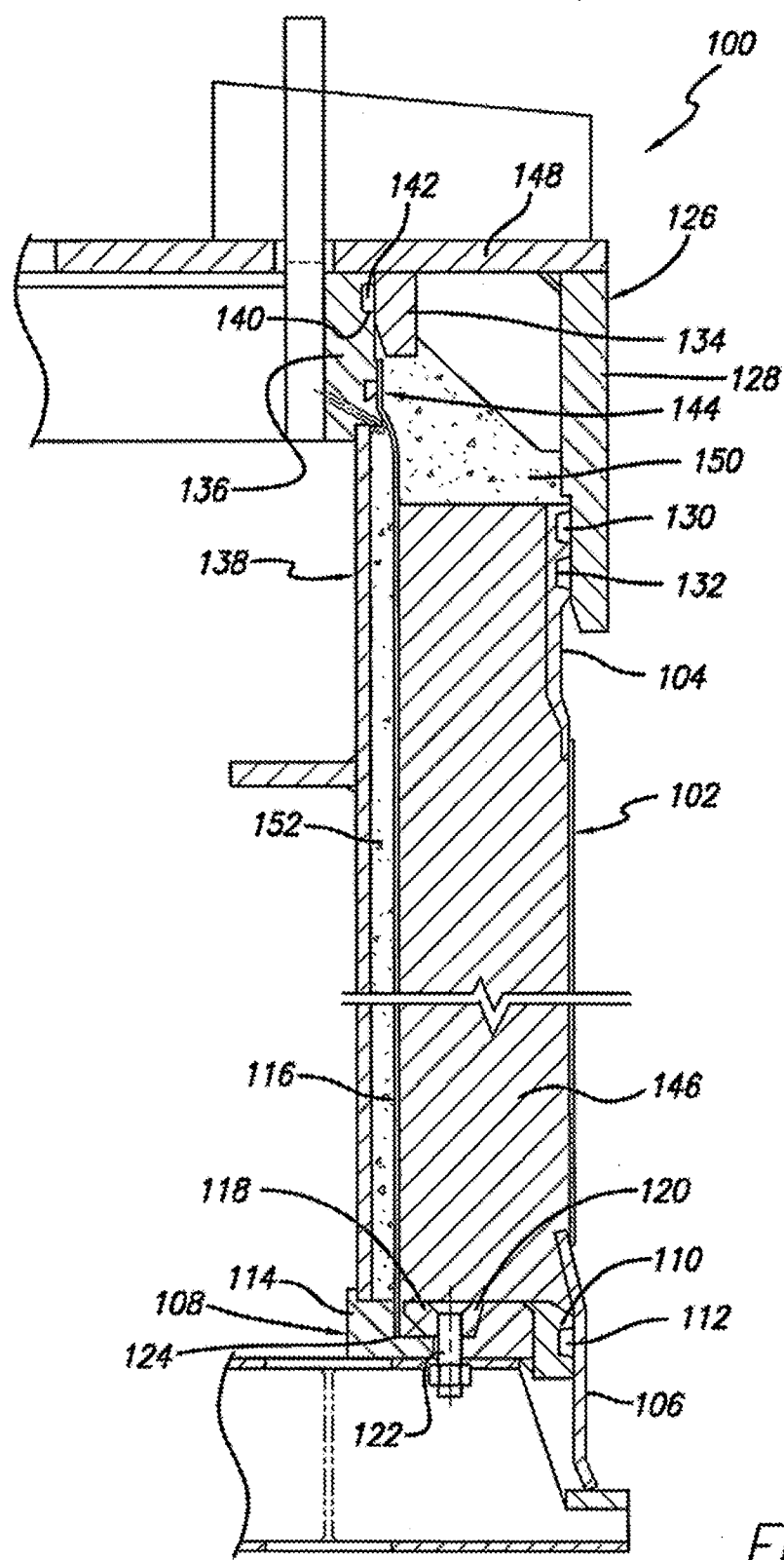


FIG. 4

**CAÑOS DE ACERO RECUBIERTOS CON CONCRETO O MORTERO
MOLDEADOS A PRESIÓN Y MÉTODOS DE FABRICACIÓN DE LOS
MISMOS**

Campo de la invención

La presente invención se refiere a caños de acero recubiertos con concreto o mortero y, más específicamente, a caños de acero recubiertos con concreto o mortero moldeados a presión que se fabrican usando métodos que permiten el curado y pretensado simultáneo del caño para en consecuencia permitir un aumento de la tensión de diseño permisible en el acero manteniendo la eficacia de fabricación y reduciendo sus costos.

Antecedentes de la invención

Los caños de acero para agua recubiertos en concreto convencionales, por ejemplo caños de gran diámetro, actualmente son diseñados para una tensión de trabajo máxima de aproximadamente 21,000 psi. La razón para esta limitación en la tensión de diseño permisible en el caño tiene relación con el esfuerzo permisible limitado del recubrimiento de concreto o mortero. Una tensión mayor del acero quebrará el recubrimiento de concreto o mortero bajo presión, provocando la formación de grietas perjudiciales, lo cual afecta adversamente el rendimiento del recubrimiento, y posibilita la falla o caída del recubrimiento del interior del caño de acero.

El uso de recubrimientos de concreto o mortero en caños de acero es muy conocido en la industria de las cañerías de agua dado que se ha comprobado que protegen el caño de acero de la corrosión interna durante un largo período de tiempo, por ejemplo, de más de 50 años. Como alternativa a los recubrimientos de concreto, es posible usar en las cañerías de acero recubrimientos de polímeros

como recubrimientos a base de epoxi y similares los cuales pueden estar diseñados para tener una mayor resistencia a las fallas. Sin embargo, no es esperable ni puede garantizarse que ningún recubrimiento de polímero actualmente disponible dure 50 años en servicio de agua sin alguna forma de mantenimiento periódico, por lo general en intervalos de 15 años. Estos caños para agua de acero recubiertos no son prácticos, por ejemplo, cuando son usados como caños maestros de agua, deben ser sacados de servicio con fines de mantenimiento cada 15 años aproximadamente para arenarlos y recubrirlos.

Una segunda limitación de los caños para agua de acero recubiertos en concreto es la ingeniería y necesidad de contar con una relación de diámetro a espesor de aproximadamente 240, y preferentemente inferior a aproximadamente 220. Esto significa que un caño de 100 pulgadas de diámetro debe tener un espesor de pared mínimo de aproximadamente 0.417-pulgadas ($D/e = 240$; $t = 100/240 = 0.417$). El efecto de este requerimiento de diseño es que el caño que podría haber sido diseñado con un espesor de pared menor debido a la presión interna, necesita de un espesor mayor en razón de los esfuerzos de manipuleo, transporte e instalación. En este ejemplo de 100" pared ID x 0.417", el caño clasificado como $P = (2 \cdot t \cdot \text{esfuerzo}) / D = 2 \cdot 0.417 \cdot 21,000 / 100 = 175$ psi o menos debe tener aún un espesor de pared en base a $D/e = 240$. El requerimiento de D/e se basa en la practicidad del manipuleo, transporte e instalación del caño. En condiciones de suelo pobres, el caño también es vulnerable al colapso o deflexión si no es endurecido con un espesor mayor de recubrimiento, dotado de un espesor de pared mayor, o se

realiza la incorporación de endurecedores, o la costosa importación de materiales de apoyo más estables.

El caño cilíndrico de concreto pretensado convencional (PCCP) comprende un caño de concreto interno o alma en un estado de alta compresión mediante el uso de alambres que son devanados sobre el mismo. Las cargas de presión impuestas al caño en servicio son absorbidas por los alambres de acero pretensados usando el mayor esfuerzo de diseño tolerable, en consecuencia también reducen la cantidad de acero que se usa en la provisión de la cantidad deseada compresión. El centro de concreto resiste el pretensado de los alambres y ayuda a soportar las cargas de la tierra al estar enterrado. El alma de concreto pretensada también ayuda a soportar el caño durante el transporte y la instalación.

Uno de los problemas, sin embargo, con el PCCP es la dificultad para proteger los alambres de pretensado de alta resistencia de los ambientes corrosivos cuando el caño es puesto en servicio, y la susceptibilidad potencial de tales alambres a la fragilización por hidrógeno si se aplican niveles excesivos de protección catódica. La capacidad de proteger catódicamente con facilidad el alambre pretensado además se complica por la baja resistencia dieléctrica del recubrimiento de mortero típico que se aplica sobre los alambres para protegerlos de la corrosión. La resistencia dieléctrica puede ser mejorada por la aplicación de un recubrimiento de polímero adecuado, por ejemplo, como el comercializado por Ameron International bajo la denominación comercial Amercoat 1972B. A pesar que el uso de este recubrimiento polimérico facilita la protección catódica de los alambres de pretensado tensado de acero, adiciona un

costo adicional en términos de etapas de fabricación y materia prima.

Considerando que la complejidad de las cañerías subterráneas y de los sistemas de tránsito superficiales y subsuperficiales en las grandes ciudades ha crecido con los años, otro problema que ha surgido es la "interferencia catódica" o corrientes descarriadas de tierra provocadas por tuberías de acero cercanas bajo protección catódica para la corrosión externa, y los sistemas de tránsito alimentados a CC. Las grandes cañerías de agua instaladas hace muchos años ahora se encuentran con cañerías nuevas instaladas cerca. Estas nuevas cañerías pueden estar catódicamente protegidas, y las corrientes descarriadas de tierra introducidas desde la protección catódica pueden generar corrientes corrosivas en el PCCP. Como resultado de la existencia posible de tales corrientes descarriadas de tierra, muchas empresas de agua metropolitanas ahora prefieren los caños de acero convencionales con un recubrimiento dieléctrico para protección contra la corrosión externa, o caños de acero reforzados con concreto cuando las cargas externas son altas. A pesar que este es un enfoque efectivo en el control de la corrosión de los caños, resulta costoso.

Un enfoque conocido en el arte de la fabricación de caños de acero pretensados ha sido el uso de un proceso de múltiples etapas consistente en formar/moldear un alma de concreto, deslizar un caño de acero sobre el alma de concreto pre moldeada, y luego bombear una lechada a alta presión en el espacio anular entre el concreto pre moldeado y el caño de acero para colocar al alma de concreto bajo compresión. Sin embargo, este método de fabricación de caños tiene dos problemas principales. Un

primer problema se refiere a la dificultad de sella perfectamente los extremos del alma de concreto al caño de acero durante la operación de lechada a presión. Un segundo problema radica en cómo aplicar y mantener la presión al introducir la lechada durante el curado, en especial si se producen fugas menores de la lechada en los sellos entre el caño de acero y el tubo de acero mientras ésta se está curando. En caso de usarse una bomba de lechada de alta presión, las fugas potenciales durante el curado deben ser compensadas por la bomba. Esto significará que la bomba deberá estar activa durante la operación de curado en orden a compensar las fugas, lo cual puede ocasionar que la lechada se cure en la bomba, arruinando la bomba y logrando un caño con un nivel insuficiente de pretensado.

En consecuencia, se desea desarrollar un caño y método de fabricación del mismo capaz de proveer un nivel deseado de rigidez y resistencia a la corrosión interna con el que se alcance la vida útil mínima típica de 50 años ofrecida por el PCCP Convencional o el caño de acero recubierto en concreto. Asimismo se desea que este caño sea capaz de proveer un grado deseado de protección contra la corrosión externa y la interferencia catódica. Asimismo se desea que el caño sea fabricado de un modo que resulte eficaz desde el punto de vista de los costos y el uso de materia prima, así como en lo relativo al tiempo y trabajo empleados en la fabricación.

Resumen de la invención

Los caños de acero recubiertos moldeados a presión de la presente invención comprenden un recubrimiento de concreto o mortero anular que forma un diámetro interno del caño, y una carcasa metálica que rodea el recubrimiento. El recubrimiento está en contacto directo

con la superficie de la pared interna de la carcasa metálica, y el recubrimiento se coloca en un estado de compresión por acción de la carcasa metálica. La relación del espesor de pared entre el recubrimiento y la carcasa metálica oscila aproximadamente entre 5:1 y 80:1, y preferentemente aproximadamente entre 10:1 y 50:1. En una realización ejemplificativa, el espesor de pared de la carcasa metálica oscila aproximadamente entre 0.06 y 0.75 pulgadas, en tanto el espesor de pared del recubrimiento oscila aproximadamente entre 1.5 y 10 pulgadas. El espesor de pared del recubrimiento puede representar aproximadamente entre 10 y 50 veces el espesor de la carcasa metálica de acuerdo a la realización de caño en particular y el uso final. Si se desea, el caño puede además comprender un recubrimiento de material dieléctrico dispuesto a lo largo de una superficie externa de la carcasa metálica.

Los caños se fabrican usando un sistema de molde que está especialmente construido para facilitar el alojamiento de un volumen deseado de composición de concreto o mortero y someter la misma a una fuerza de presurización calculada para imponer una fuerza de tensión deseada sobre la carcasa metálica. En una realización ejemplificativa, los caños se fabrican colocando cierta cantidad de la composición de concreto o mortero en un molde formado entre una carcasa metálica a lo largo de un diámetro externo y un elemento central móvil a lo largo de un diámetro interno. La composición vertida es sometida a una fuerza de compresión para expandir la carcasa metálica. En una realización ejemplificativa, la fuerza de compresión es provista en forma de un fluido presurizado como agua, siendo el fluido presurizado puesto en contacto con la superficie

de la composición vertida. Una vez logrado un nivel deseado de curado, la fuerza de compresión es retirada haciendo que la carcasa metálica ejerza una fuerza de compresión deseada sobre el recubrimiento de concreto o mortero.

En una realización ejemplificativa, el sistema de molde comprende una carcasa metálica cilíndrica que define la porción externa metálica del caño, un elemento base operativamente conectado a una porción inferior de la carcasa metálica, y un elemento superior operativamente conectado a una porción superior de la carcasa metálica. Un elemento de molde interno se dispone concéntricamente hacia el interior de la carcasa metálica. Una cámara de concreto o mortero anular se forma entre la carcasa metálica y el elemento de molde interno para contener cierta cantidad de una composición de concreto o mortero. En una realización ejemplificativa, el elemento de molde interno es capaz de reducirse en diámetro para permitir la extracción del caño recubierto moldeado a presión del molde luego de la colada. El sistema además comprende un medio para introducir un medio de presurización fluido, como agua, en el molde y sobre la superficie de la composición de concreto o mortero para que la composición expanda la carcasa metálica.

Los caños de acero recubiertos moldeados a presión de la presente invención proveen un nivel deseado de rigidez y resistencia a la corrosión interna que corresponde con la vida útil de 50 años mínima típica que ofrece el PCCP convencional o el caño de acero recubierto con concreto. Además, estos caños de la presente invención son capaces de proveer un grado deseado de protección contra la corrosión externa y la interferencia

catódica. Asimismo, los caños de la presente invención pueden ser moldeados con una carcasa metálica o espesor de pared del caño de acero reducido, con lo cual se logra un deseado ahorro en los costos de materia prima.

Breve descripción de los dibujos

Estas y otras características y beneficios de la presente invención serán advertidos y mejor comprendidos con referencia a la siguiente descripción detallada considerada conjuntamente con los dibujos que se acompañan.

La Figura 1 es una vista lateral en perspectiva de una realización ejemplificativa de un caño de acero moldeado a presión construido de acuerdo a los principios de la invención.

La Figura 2 es una vista lateral en sección transversal de una realización ejemplificativa de un proceso que se usa para fabricar el caño de acero moldeado a presión de la Figura 1.

La Figura 3 es una vista lateral en sección transversal de otra realización ejemplificativa de un proceso que se usa para fabricar el caño de acero moldeado a presión de la Figura 1.

La Figura 4 es una vista lateral en sección transversal de otra realización ejemplificativa de un proceso que se usa para fabricar el caño de acero moldeado a presión de la Figura 1.

Descripción detallada

Los caños de acero recubiertos moldeados a precisión (PCSPs), y sus métodos de fabricación de acuerdo a los principios de la invención, comprenden un recubrimiento de concreto o mortero rodeado por una carcasa metálica o caño de acero, es decir, se evita el uso de alambres de

59

tensado o pretensado como en el PCCP convencional antes descrito. La relación de espesor de recubrimiento a espesor de carcasa puede y dependerá de los requerimientos de diseño de ingeniería particulares y/o los criterios de rendimiento dictados por una aplicación final, según se describe con mayor detalle a continuación.

Una característica de estas construcciones de PCSP es que se fabrican de acuerdo a una o más técnicas de moldeo a presión diferentes que proveen la formación del recubrimiento de concreto o mortero in situ durante el proceso de pretensado de la carcasa metálica circundante y el caño resultante, con lo cual se evitan múltiples etapas, por ejemplo, la fabricación por separado de un recubrimiento de concreto o mortero pre moldeado que se combina con una carcasa de caño externa metálica para el subsecuente tratamiento de inducción de esfuerzo. De acuerdo a la presente, la expresión "in situ" es utilizada para referirse al hecho que una composición de concreto o mortero (utilizada para fabricar el recubrimiento de concreto o mortero) se prepara y cura a la vez a medida que es presurizada al efecto de poner bajo presión a una carcasa externa metálica o caño de acero circundante.

Una característica de los PCSPs de la presente invención es que están contruidos de manera que se pretensa la carcasa metálica con un recubrimiento de concreto o mortero con el fin de incrementar la tensión sobre el acero a través de la presión de fluido interna sin temor de quebrar el recubrimiento. Además, la presencia de un recubrimiento de concreto o mortero comprimido también ayuda a resistir el transporte,

instalación, y cargas de la tierra cuando son puestos en servicio. Los PCSPs de la presente invención también pueden ser recubiertos con cierto número de recubrimientos dieléctricos, proporcionando en consecuencia el nivel deseado de protección contra la corrosión externa. Esto elimina el problema de la interferencia catódica de las cañerías y sistemas de tránsito cercanos, en tanto el acero usado en este tipo de caño experimenta un esfuerzo mucho menor que el alambre de pretensado con lo cual es mucho menos susceptible a la fragilización por hidrógeno mientras se encuentra bajo protección catódica.

La Figura 1 ilustra un PCSP 10 construido de acuerdo a los principios de la presente invención, el cual en general comprende una carcasa, cubierta, tubo o camisa de metal o acero cilíndrica 12 que rodea un recubrimiento interno 14 formado por una composición deseada de concreto o mortero. El recubrimiento interno 14 se dispone concéntricamente dentro de un diámetro interno de la carcasa 12, y en una realización ejemplificativa está en contacto directo con la carcasa, es decir, no hay otro tipo de material intermedio dispuesto entre el recubrimiento y la carcasa.

El PCSP 10 incluye un extremo en forma de campana 16 unido en un extremo axial 18 del 10 y una espiga 20 unida al extremo opuesto 21 del caño 10. La espiga 20 está diseñada con un diámetro externo dimensionado y con una forma tal como para calzar dentro del extremo en forma de campana 16 de otro caño, e incluye uno o más canales anulares 22 dispuestos circunferencialmente que están configurados para alojar uno o más elementos de sellado

anulares o sellos (tal como se ilustra en la Figura 2) respectivamente con el fin de proveer un sello impermeable deseado entre los extremos de caño adyacentes. Los extremos en forma de campana y espiga 16 y 20 pueden estar configurados de manera idéntica o similar a aquellos usados en un caño de acero convencional, y se fijan a los extremos de la carcasa metálica a través de una técnica de soldadura apropiada. Los elementos de sellado pueden estar hechos de un material elastomérico. El experto en el arte del diseño de caños de acero advertirá la posibilidad de adaptar igualmente al PCSP otras técnicas de unión usadas para los caños de acero convencionales, como aquellas en las que se usan extremos campana y espiga moldeados u otros extremos distintos, caños con extremos planos soldados a tope, caños de acero soldados a solape.

A pesar que una realización ejemplificativa del PCSP ilustrada en la Figura 1 presenta tipos de extremos específicos, debe entenderse que los PCSPs de la presente invención pueden ser configurados con tipos de extremos diferentes de acuerdo a la aplicación final. Por ejemplo, el PCSP puede tener anillos de empalme (en forma de campana y espiga según se ilustra) o puede ser soldado a tope en campo, o puede tener una campana estampada para calzar por deslizamiento en el diámetro externo del caño o para soldarlo a solape en campo, o puede tener una campana estampada que incluya un canal de sellado para sellar contra el diámetro externo del caño de acero, o puede tener un canal de espiga laminada (espiga laminada en la pared misma del caño) que calce dentro de una campana estampada (estampada dentro de la pared del caño). Debe entenderse que los PCSPs contruidos de

acuerdo a los principios de la presente invención pueden comprender todas las versiones indicadas.

Otra característica del PCSP es que el recubrimiento de concreto o mortero 14 se coloca en un estado deseado de compresión, antes de colocar el caño completo en un destino de aplicación, por ejemplo, antes que el caño sea transportado y enterrado a cierta profundidad en la tierra, en razón de la acción directa de la carcasa metálica 12 sobre el recubrimiento. En una realización ejemplificativa, la carcasa metálica 12 es tensada a cierto grado durante el proceso de colada, es decir, vertiendo y curando el recubrimiento 14, colocándolo una vez curado en un estado deseado de compresión para satisfacer un criterio de rendimiento del caño deseado, por ejemplo para cumplir con una aplicación final dada.

El espesor de la carcasa y el recubrimiento para los PCSPs puede y variará de acuerdo a los criterios de diseño/rendimiento y/o aplicación final. Una característica general de PCSP es que el espesor de la carcasa de acero es mucho menor que aquél de un caño de acero convencional (es decir, no comprende un recubrimiento de acero bajo compresión). La combinación de una carcasa de acero más delgada con un recubrimiento más grueso en un estado de compresión permite el uso de relaciones de D/e que de otro modo no son posibles con los caños de acero convencionales, que tendrían demasiada flexibilidad para resistir las cargas de manipuleo y la instalación a estas relaciones de D/e más altas. La carcasa de acero más delgada puede ser diseñada ahora usando mayores tensiones de diseño sin quebrar el recubrimiento de concreto o mortero a la presión

operativa. El uso de una carcasa de acero por oposición al uso de alambres de tensado o pretensado en un PCCP coloca al recubrimiento en un estado deseado de compresión con una estructura mucho más robusta que puede ser más resistente a la corrosión exterior y que provee un mecanismo de falla más predecible que los alambres de tensado o pretensado.

Por ejemplo, cuando los alambres de tensado o pretensado usados en el PCCP convencional fallan debido a la corrosión externa el resultado puede ser una pérdida repentina de fuerza de compresión sobre el recubrimiento de concreto, lo cual podría provocar una falla inesperada del caño. Además, la reparación de alambres de tensado rotos es difícil de realizar mientras el caño se encuentra en la tierra. El PCSP de la presente invención tiene un mecanismo de fallas que se parece al del caño de acero, es decir, caracterizado por una fuga gradual por la carcasa de acero que no resulta en una pérdida repentina de compresión sobre el recubrimiento de concreto o mortero, pudiendo repararse con facilidad en campo mediante el uso de un parche metálico externo o similar a través de un proceso de soldadura.

Los PCSPs contruidos de acuerdo a los principios de la presente invención comprenden un recubrimiento de concreto o mortero o alma y una carcasa circundante metálica o caño de acero. Los espesores relativos del recubrimiento respecto de la carcasa pueden variar de acuerdo a los criterios de diseño de ingeniería, la naturaleza de los materiales usados, y las propiedades de rendimiento deseadas. En una realización ejemplificativa, la relación del recubrimiento al espesor de pared de la

carcasa metálica puede oscilar aproximadamente entre 5:1 y 80:1, y preferentemente aproximadamente entre 10:1 y 50:1. El rango de resistencia típico para el recubrimiento será de aproximadamente 3,000 a 10,000 psi, con un rango de pretensado sobre el recubrimiento de aproximadamente entre 500 psi y 6,000 psi cuando la presión interna se reduce a cero y el esfuerzo sobre el caño de acero interno es parcialmente transferido al centro de concreto o mortero. La tensión de diseño permisible sobre la carcasa de acero podría oscilar aproximadamente entre 25,000 y 72,000 psi, de acuerdo al nivel de presión necesario y el rendimiento del acero empleado en la carcasa de acero externa.

En general, se desea que el recubrimiento o centro tengan aproximadamente 10 a 50 veces el espesor de la carcasa metálica. Por ejemplo, la carcasa metálica cilíndrica puede inicialmente ser tensada a aproximadamente 42,000 psi estando bajo presión. Esto representa el doble de la tensión de diseño actual para un caño de acero, con lo cual se logra una pared en el caño de acero que tiene aproximadamente la mitad del espesor actual. Dado que el acero representa el costo más importante del caño, la reducción del espesor de la pared del componente de acero a la mitad para el PCSP se traduce en ahorros sustanciales en materia prima.

La reducción del diámetro del recubrimiento, centro o tubo interno luego de retirar la presión de moldeo durante la formación del PCSP dependerá del espesor y módulo del centro, el espesor de la carcasa metálica o el tubo de acero y la tensión sobre el acero mientras se encuentre bajo la presión de moldeo. Se fija un

equilibrio de fuerzas entre el cilindro de acero y el centro (es decir, son dos resorte opuestos entre si). El cambio en el esfuerzo en el centro debe también ser igual en el caño de acero. Es posible establecer una serie de ecuaciones para satisfacer estos criterios. Estas ecuaciones son listadas a continuación como referencia para un ejemplo de PCSP que posee un diámetro de 84 pulgadas.

**Caño de acero moldeado a presión clase 150 de 84
pulgadas**

El proceso de fabricación incorpora la presurización del caño de acero externo y el molde durante la colada y curado del recubrimiento de concreto. La presurización del molde coloca al caño de acero externo bajo presión durante el proceso de colada.

Cuando la presión mantenida durante la operación de colada es liberada, el caño de acero externo se contrae sobre el recubrimiento de concreto. Continuará contrayéndose hasta que la fuerza en el recubrimiento de concreto sea igual a la fuerza ejercida por el caño de acero. Es posible definir las siguientes ecuaciones.

$$\text{FuerzaAcero por Unidad Longitud} = \text{FuerzaConcreto por Unidad Longitud}$$

Ecuación (1)

$$\text{FuerzaAcero por Unidad Longitud} = t_{\text{Acero}} \sigma_{\text{Acero}}$$

Ecuación (2)

$$\text{FuerzaConcreto por Unidad Longitud} = t_{\text{Concreto}} \sigma_{\text{Concreto}}$$

Ecuación (3)

Se sustituyen las ecuaciones (2) y (3) en la Ecuación (1)

$$t_{\text{Acero}} \sigma_{\text{Acero}} = t_{\text{Concreto}} \sigma_{\text{Concreto}}$$

$$\sigma_{\text{Concreto}} = t_{\text{Acero}} \sigma_{\text{Acero}} / t_{\text{Concreto}}$$

Ecuación (4)

$$\Delta \epsilon_{\text{Concreto}} = \Delta \epsilon_{\text{Acero}}$$

Ecuación (5)

$$\Delta \epsilon_{\text{Concreto}} = \sigma_{\text{Concreto}} / E_{\text{Concreto}}$$

Ecuación (6)

$$\Delta \epsilon_{\text{Acero}} = \sigma_{\text{ColadaAcero}} - \sigma_{\text{Acero}} / E_{\text{Acero}}$$

Ecuación (7)

Se sustituyen las ecuaciones (6) y (7) en la Ecuación (5)

$$\sigma_{\text{ColadaAcero}} - \sigma_{\text{Acero}} / E_{\text{Acero}} = \sigma_{\text{Concreto}} / E_{\text{Concreto}}$$

Ecuación (8)

Se sustituye la Ecuación 4 en la Ecuación 8:

$$\sigma_{\text{ColadaAcero}} - \sigma_{\text{Acero}} / E_{\text{Acero}} = t_{\text{Acero}} \sigma_{\text{Acero}} / t_{\text{Concreto}} E_{\text{Concreto}}$$

$$\sigma_{\text{ColadaAcero}} / E_{\text{Acero}} = \left(\frac{t_{\text{Acero}}}{t_{\text{Concreto}} E_{\text{Concreto}}} + \frac{1}{E_{\text{Acero}}} \right) \cdot \sigma_{\text{Acero}}$$

$$\sigma_{\text{Acero}} = \frac{\sigma_{\text{ColadaAcero}}}{\left(\frac{t_{\text{Acero}}}{t_{\text{Concreto}} E_{\text{Concreto}}} + \frac{1}{E_{\text{Acero}}} \right)}$$

Ecuación (9)

$$E_{\text{Acero}} = \left(\frac{t_{\text{Acero}}}{t_{\text{Concreto}} E_{\text{Concreto}}} + \frac{1}{E_{\text{Acero}}} \right)$$

6f

Se asumen los siguientes criterios para el diseño del caño:

$ID_{Caño}=84$ pulgadas	ID del caño
SMYS = 60000 psi	Esfuerzo Mínimo de Fluencia Específico del acero en la pared del caño
Clasificación de presión = 150 psi	Presión operativa
$t_{Concreto} = 4$ pulgadas	Espesor del centro de concreto
$E_{Concreto} = 4000000$ psi	Módulo del concreto
$E_{Acero} = 30000000$ psi	Módulo del acero
$ID_{Acero} = ID_{Caño} + 2 \cdot t_{Concreto}$	ID del Caño de Acero para producir una ID de caño específica
$ID_{Acero} = 92$ pulgadas	
$\sigma_{DiseñoAcero} = 0.72$ SYMS $\sigma_{DiseñoAcero} = 4.32 \times 10^4$ psi	Tensión de diseño permisible para el acero a 72% del SMYS
$\sigma_{ColadaAcero} = 0.90$ SYMS $\sigma_{ColadaAcero} = 5.4 \times 10^4$ psi	Tensión en el acero durante la operación de colada. El acero debería encontrarse a o por debajo del 90% del SYMS del acero.
$T_{Acero} = \frac{ClasificPresión \cdot ID_{Acero}}{2 \cdot \sigma_{DiseñoAcero}}$ $t_{Acero} = 0.1597$ pulgadas	Espesor del acero a la tensión de diseño permisible para cargas de presión solamente.
Presión Colada: $\frac{\sigma_{ColadaAcero}^2 \cdot t_{Acero}}{ID_{Acero}}$ Presión Colada: 187.5 psi	Presión de colada al 90% del SMYS
$Dover = \frac{ID_{Acero}}{t_{Acero}}$ Dover = 576	Relación de diámetro a espesor. El máximo tolerable para el diseño de caños de acero actual es de aproximadamente 220
$T_{ConcretoSobreTAcero} = \frac{t_{Concreto}}{t_{Acero}}$	En general oscila entre 10 y 50 para obtener niveles

$T_{ConcretoSobreTAcero} = 25.043$	prácticos de pretensado y espesor de concreto. La relación puede ser mayor o menor para aplicaciones específicas.
$\sigma_{Acero} = \frac{\sigma_{ColadaAcero}}{E_{Acero} = \left(\frac{t_{Acero}}{t_{Concreto}E_{Concreto}} + \frac{I}{E_{Acero}} \right)}$ $\sigma_{Acero} = 4.156 \times 10^4 \text{ psi}$	Esta es el pretensado del acero luego de la liberación de la presión de colada.
$\sigma_{Concreto} = t_{Acero}\sigma_{Acero} / t_{Concreto}$ $\sigma_{Concreto} = 1.659 \times 10^3 \text{ . psi}$	Tensión del concreto en la condición cero presión. Este es el pretensado en el concreto luego de la liberación de la presión del molde.

Comparaciones de Rigidez de Caño respecto de Caño de Acero Convencional vs. Caño de Acero Moldeado a Presión
Para el caño de acero convencional

$t_{Recubrimiento} = 0.5$ pulgadas
N. del T: t = *espesor*
Espesor del recubrimiento sobre el caño de acero convencional

$$t_{Ac} = \frac{ID_{Acero} + 2 \cdot t_{Recubrimiento}}{220}$$

Espesor aproximado del caño de acero para lograr un D/e de 220 para el diseño del caño de acero convencional
 $t_{Ac} = 0.423$.pulgada

$E_{Concreto} = 4000000$.psi
Módulo del recubrimiento de concreto

$E_{Acero} = 30000000$.psi
Módulo del acero

Sección	Área	Y
Recubrimiento de concreto	$^A\text{Concreto} = \frac{^E\text{Concreto}}{^E\text{Acero} \cdot ^t\text{Recubrimiento}}$ $^A\text{Concreto} = 0.067.\text{pulgada}$	$^Y\text{Concreto} = \frac{(^t\text{Ac} + ^t\text{Rec})}{2}$
Pared del caño de acero	$^A\text{ParedAc} = \frac{^E\text{Acero}}{^E\text{Acero} \cdot ^t\text{Ac}}$ $^A\text{ParedAc} = 0.423.\text{pulgada}$	$^Y\text{ParedAc} = 0.\text{pulgada}$

La suma de las áreas puede ser calculada de la siguiente manera:

$$^{SUM}\text{Area} = ^A\text{Concreto} + ^A\text{ParedAC}$$

$$^{SUM}\text{Area} = 0.489.\text{pulgada}$$

La suma de las áreas en función de la distancia al centroide de referencia, puede ser calculada de la siguiente manera:

$$^{SUM}Y\text{Area} = ^A\text{Concreto} \cdot ^Y\text{Concreto} + ^A\text{ParedAC} \cdot ^Y\text{ParedAc}$$

$$^{SUM}Y\text{Area} = 0.031.\text{pulgada cuadrada}$$

La distancia al centroide de la pared del caño desde el medio de la misma (la posición de referencia para el centroide inicialmente asumido) puede ser calculada de la siguiente manera:

$$^Y\text{ParedCaño} = \frac{^{SUM}Y\text{Area}}{^{SUM}\text{Area}}$$

$$^Y\text{ParedCaño} = 0.063.\text{pulgada}$$

El momento de inercia de las capas individuales sobre su propio eje neutro se calcula por unidad de longitud de la siguiente manera:

$$^I\text{Concreto} = \frac{^t\text{Recub}^3}{12}$$

$$^I\text{Concreto} = 0.01.\text{pulgada cúbica}$$

$$^I\text{ParedAc} = \frac{^t\text{Ac}^3}{12}$$

$$^I\text{ParedAc} = 6.295 \times 10^{-3}.\text{pulgada cúbica}$$

70

La suma de los valores EI para todas las capas se calcula de la siguiente manera:

$$EI_{\text{Concreto}} = E_{\text{Concreto}} \left[I_{\text{Concreto}} + t_{\text{Recub}} \cdot (Y_{\text{ParCañ}} - Y_{\text{Concret}})^2 \right]$$

$$EI_{\text{Concreto}} = 3.593 \times 10^5 \text{ pulgada.lbf}$$

$$EI_{\text{ParedAc}} = E_{\text{Acero}} \left[I_{\text{ParedAC}} + t_{\text{Acero}} \cdot (Y_{\text{ParCañ}} - Y_{\text{ParedAC}})^2 \right]$$

$$EI_{\text{ParedAc}} = 2.389 \times 10^5 \text{ pulgada.lbf}$$

$$EI_{\text{ParedAc Total}} = EI_{\text{Concreto}} + EI_{\text{ParedAc}}$$

$$EI_{\text{ParedAC Total}} = 5.982 \times 10^5 \text{ pulgada.lbf}$$

Este es el valor total "EI" para la pared del caño. Este valor puede ser sustituido en la Ecuación 5-14 de AWWA Manual M45 para calcular adecuadamente la rigidez general del caño.

$$D_{\text{Centroide}} = ID_{\text{Caño}} + 2 \cdot t_{\text{Recub}} + t_{\text{Ac}} - 2 \cdot Y_{\text{ParedAC}}$$

Diámetro del centroide del caño de acero convencional

$$D_{\text{Centroide}} = 85.297 \text{ pulgada}$$

La Rigidez del Caño, PS, se determina de la siguiente manera utilizando ASTM D2412.

$$PS_{\text{CañoAcConv}} = \frac{EI_{\text{ParedCañoTotal}}}{$$

$$\left[\frac{0.149 \cdot (D_{\text{Centroide}})^3}{2} \right]$$

$$PS_{\text{CañoAcConv}} = 51.758 \text{ psi Rigidez de caño para el caño de acero convencional.}$$

Para el caño de acero moldeado a presión

$$t_{\text{Recubrimiento}} = 0.16 \text{ pulgadas}$$

Espesor del recubrimiento sobre el caño de acero moldeado a presión

$$t_{\text{Stl}} = t_{\text{Acero}}$$

71

Espesor fijo del acero respecto del nombre variable usado a continuación

$t_{\text{Concreto}} = 4.\text{pulgadas}$

Espesor del recubrimiento de concreto en el caño de acero moldeado a presión

$t_{\text{Con}} = t_{\text{Concreto}}$

Espesor fijo del concreto respecto del nombre variable usado a continuación

$E_{\text{Concreto}} = 4000000.\text{psi}$

Módulo del recubrimiento de concreto

$E_{\text{Acero}} = 30000000.\text{psi}$

Módulo del acero

Sección	Área	Y
Recubrimiento de concreto	$A_{\text{Concreto}} = \frac{E_{\text{Concreto}}}{E_{\text{Acero}} \cdot t_{\text{Recubrimiento}}}$ $A_{\text{Concreto}} = 0.533.\text{pulgada}$	$Y_{\text{Concreto}} = \frac{(t_{\text{Ac}} + t_{\text{Con}})}{2}$
Pared del caño de acero	$A_{\text{ParedAc}} = \frac{E_{\text{Acero}}}{E_{\text{Acero}} \cdot t_{\text{Ac}}}$ $A_{\text{ParedAC}} = 0.16.\text{pulgada}$	$Y_{\text{ParedAc}} = 0.\text{mm}$

La suma de las áreas puede ser calculada de la siguiente manera:

$\sum Area = A_{\text{Concreto}} + A_{\text{ParedAC}}$

$\sum Area = 0.693.\text{pulgada}$

La suma de las áreas en función de la distancia al centroide de referencia, puede ser calculada de la siguiente manera:

$\sum Y_{\text{Area}} = A_{\text{Concreto}} \cdot Y_{\text{Concreto}} + A_{\text{ParedAC}} \cdot Y_{\text{ParedAc}}$

$\sum Y_{\text{Area}} = 1.109.\text{pulgada cuadrada}$

La distancia al centroide de la pared del caño desde el medio de la misma (la posición de referencia para el centroide inicialmente asumido) puede ser calculada de la siguiente manera:

$$Y_{\text{ParedCaño}} = \frac{\sum Y_{\text{Area}}}{\sum \text{Area}}$$

$$Y_{\text{ParedCaño}} = 1.601.\text{pulgada}$$

El momento de inercia de las capas individuales sobre su propio eje neutro se calcula por unidad de longitud de la siguiente manera:

$$I_{\text{Concreto}} = \frac{t_{\text{Recub}}^3}{12}$$

$$I_{\text{Concreto}} = 5.333.\text{pulgada cúbica}$$

$$I_{\text{ParedAc}} = \frac{t_{\text{Ac}}^3}{12}$$

$$I_{\text{ParedAc}} = 3.396 \times 10^{-4}.\text{pulgada cúbica}$$

La suma de los valores EI para todas las capas se calcula de la siguiente manera:

$$EI_{\text{Concreto}} = E_{\text{Concreto}} \left[I_{\text{Concreto}} + t_{\text{Recub}} \cdot (Y_{\text{ParCañ}} - Y_{\text{Concret}})^2 \right]$$

$$EI_{\text{Concreto}} = 2.501 \times 10^7.\text{pulgada.lbf}$$

$$EI_{\text{ParedAc}} = E_{\text{Acero}} \left[I_{\text{ParedAC}} + t_{\text{Acero}} \cdot (Y_{\text{ParCañ}} - Y_{\text{ParedAC}})^2 \right]$$

$$EI_{\text{ParedAc}} = 1.229 \times 10^7.\text{pulgada.lbf}$$

$$EI_{\text{ParedAc Total}} = EI_{\text{Concreto}} + EI_{\text{ParedAc}}$$

$$EI_{\text{ParedAC Total}} = 3.729 \times 10^7.\text{pulgada.lbf}$$

Este es el valor total "EI" para la pared del caño. Este valor puede ser sustituido en la Ecuación 5-14 de AWWA Manual M45 para calcular adecuadamente la rigidez general del caño.

$$D_{\text{Centroide}} = ID_{\text{Caño}} + 2 \cdot t_{\text{Recub}} + t_{\text{Ac}} - 2 \cdot Y_{\text{ParedAC}}$$

(Diámetro del centroide del caño)

$$D_{\text{Centroide}} = 88.959.\text{pulgada}$$

La Rigidez del Caño, PS, se determina de la siguiente manera utilizando ASTM D2412.

$$P^S_{CañoAcMoldPres} = \frac{E^I_{ParedCañoTotal}}{\left[\frac{0.149 \cdot (D_{Centroide})^3}{2} \right]}$$

$$P^S_{CañoAcMolPres} = 2.844 \times 10^3 \text{ psi}$$

$$P^S_{CañoAcCOnv} = 51.758 \text{ psi}$$

La revisión de los dos valores de rigidez de caño demuestra que el nuevo caño de acero moldeado a presión será mucho más rígido que el convencional y mucho más capaz de soportar el manipuleo, instalación y cargas del suelo.

Cambios en la altura del concreto durante el moldeo a presión

Longitud de caño = 24 pies

$$\text{Volumen Delta} = \frac{\sigma_{ColadaAcero}}{E_{Acero}} \cdot \frac{ID_{Acero}}{2} \cdot \pi \cdot ID_{Acero} \cdot \text{LongCaño}$$

Volumen delta = 3.989.pies cúbicos

$$\text{Altura Delta} = \frac{\text{Volumen Delta}}{\pi(\pi) \left[\frac{(ID_{Acero})^2}{2} - \frac{(ID_{Caño})^2}{2} \right]}$$

Altura Delta = 6.233.pulgada

La caída en la altura del concreto durante la operación de colada.

Los PCSPs de la presente invención pueden ser fabricados usando cierto número de técnicas de moldeo a presión diferentes. Estas técnicas pueden comprender el moldeo a presión horizontal o vertical, de acuerdo al sistema de moldeo por colada a presión específico. La Figura 1 ilustra el uso de una técnica de moldeo a

74

presión vertical y un conjunto relacionado, donde la composición de concreto o mortero es vertida y colada en un conjunto de molde orientado verticalmente para obtener el recubrimiento in situ imponiendo a la par una fuerza de tensado deseada sobre la carcasa metálica circundante o caño de acero. Una vez retirada la fuerza de tensado, la carcasa metálica coloca al recubrimiento curado del PCSP resultante bajo un estado deseado de compresión. En una realización ejemplificativa, esta técnica ejemplificativa comprende presurizar la composición de concreto o mortero vertida para imponer un esfuerzo deseado sobre la carcasa metálica a través del uso de un medio hidrostático, por ejemplo, imponiendo un volumen presurizado o cuerpo de fluido como agua en contacto con una superficie de la composición de concreto o mortero.

La Figura 2 ilustra un ejemplo de conjunto 30 de utilidad para fabricar el PCSP de acuerdo a los principios antes indicados. En esta realización ejemplificativa, se realiza una carcasa metálica cilíndrica 32 con los extremos 34 y 36 unidos a los respectivos extremos de la misma según se ha descrito. El espesor de pared de la carcasa metálica puede oscilar dentro de los rangos antes indicados. En una realización ejemplificativa, la carcasa metálica o tubo de acero puede fabricarse en una máquina de cilindro a tambor soldándose los extremos 34 y 36 a la misma. En una realización ejemplificativa, la carcasa metálica se hace en acero X60.

La carcasa metálica cilíndrica 32 se dispone sobre un anillo base 38 colocado en la posición base o inferior del conjunto 30. El anillo base 38 comprende un cuerpo en

75

general anular 39 que puede incluir uno o más canales 40 que se extienden circunferencialmente a lo largo de una superficie de pared externa del anillo base y se dispone en posición adyacente a la superficie de la pared interna del extremo de la carcasa 36. El anillo base está constituido por un material estructuralmente rígido como un material metálico, y en una realización preferida el material preferido es acero.

El o los canales 40 están dimensionados y tienen una forma tal como colocar uno o más elementos de sellado respectivos 42, en tanto el o los elementos de sellado 42 están dimensionados y tienen una forma tal como para encastrar y formar un sello contra un diámetro interno del extremo de la carcasa metálica 36. En una realización preferida, el anillo base comprende un par de canales 40 separados axialmente entre si por una distancia deseada a lo largo de la superficie externa, y comprende los respectivos elementos de sellado 42 en forma de anillos anulares. Los anillos de sellado anulares 42 preferentemente se realizan en un material elastomérico como goma o similar capaz de proveer un sellado por encastre con el extremo de la carcasa metálica.

El anillo base 38 incluye una superficie superior o elevada 44 que forma un extremo inferior cerrado de una cavidad o cámara de vertido de concreto o mortero anular 46. El anillo base 38 además incluye un canal 48 dispuesto circunferencialmente a lo largo de un diámetro interno del anillo 38. El canal 48 se dispone, dimensiona y conforma para permitir la colocación de un elemento de sellado 50 con el fin de encastrar y formar un sello con

una superficie de pared externa adyacente de un elemento de molde interno colapsable 52.

El anillo base 38 además incluye una sección que se proyecta radialmente hacia el interior desde el cuerpo 39 desde el diámetro interno del anillo base, y que se conecta con un tubo de desplazamiento en general cilíndrico 54, por ejemplo, un extremo inferior del tubo de desplazamiento 54 se monta sobre el anillo base. Tal como se ilustra en la Figura 2, el elemento colapsable del molde interno 52 se dispone concéntricamente sobre un diámetro externo del tubo de desplazamiento 54. El elemento colapsable del molde interno y el tubo de desplazamiento respectivamente se realizan con un material estructuralmente rígido, como un material metálico, y en una realización preferida tanto el elemento colapsable del molde interno con el tubo de desplazamiento se hacen en acero.

El elemento colapsable del molde interno 52 puede realizarse a partir de una lámina única de material que se lamina en forma de un cilindro o a partir de una serie de paneles o láminas que se sueldan o unen de otro modo para lograr la forma cilíndrica. En una realización ejemplificativa, el elemento colapsable del molde interno se provee en forma de una lámina cilíndrica con dos extremos que se extienden longitudinalmente a lo largo de la longitud del elemento de molde interno. Los extremos están configurados de manera que puedan desplazarse hacia adentro hacia si mismos, por ejemplo, bobinados hacia si mismos, para reducir el diámetro del elemento de molde interno y en consecuencia hacer que dicho elemento de

77

molde interno colapse con el fin de facilitar la remoción del PCSP formado.

En una realización ejemplificativa, los extremos del elemento colapsable del molde interno están conectados entre si por un mecanismo que opera para mantener un diámetro fijo del elemento de molde interno durante una operación de presurización, y puede ser accionado para acercar los extremos del elemento de molde interno para en consecuencia colapsar el elemento de molde con el fin de facilitar la liberación del elemento del molde del centro de concreto o mortero moldeado. El elemento de molde interno además está configurado para minimizar las fugas de composición de concreto o mortero durante el vertido y la formación del PCSP bajo presión. En una realización preferida, se dispone una compuerta entre los extremos del elemento colapsable del molde interno que puede ser accionada remotamente con el fin de reducir el diámetro del elemento de molde interno en la etapa adecuada del procesamiento, por medio de lo cual es posible extraer el elemento de molde interno del PCSP una vez moldeado.

Un anillo de refuerzo inferior 56 se dispone a lo largo de una superficie del diámetro interno del elemento colapsable del molde interno 52 adyacente al anillo base 38 y asiste en la estimulación de un encastre de sellado deseado entre una sección terminal inferior del elemento colapsable del molde interno y el anillo base. El anillo de refuerzo inferior 56 puede estar realizado en un material estructuralmente rígido y comprender uno o más elementos que solos o juntos formen un soporte anular dispuesto concéntricamente hacia el interior de la

78

sección terminal inferior del elemento colapsable del molde interno. En una realización ejemplificativa, el anillo de refuerzo inferior está hecho de acero y soldado a una porción inferior del elemento de molde interno.

Hacia la parte superior del conjunto 30, se dispone un anillo superior anular 58 en posición adyacente al extremo superior de la carcasa metálica 32. En una realización ejemplificativa, el anillo superior comprende una sección externa cilíndrica 60 dispuesta concéntricamente sobre el extremo 34 de la carcasa metálica 32. La sección externa 60 posee un diámetro interno de dimensiones y con una forma tal como para permitir la colocación del extremo 34 dentro de una región inferior de este diámetro interno. Los elementos de sellado 62 se disponen dentro de uno o más canales respectivos 64 dispuestos circunferencialmente sobre el extremo 34 para proveer un sello entre el anillo superior 58 y la carcasa metálica 32. Los elementos de sellado 62 pueden ser elementos anulares hechos de un material elastomérico como goma o similar.

A pesar que la realización de la Figura 2 ilustra el uso de elementos de sellado en la parte superior e inferior del conjunto en los canales respectivamente dispuestos en el extremo campana y el anillo base, se entiende que el mecanismo de sellado específico empleado en la formación de un sello deseado en la parte superior y base de la cámara de concreto o mortero 46 puede ser diferente al descrito e ilustrado, y que tales variantes caen dentro del alcance de la presente invención.

79

El diámetro interno de la sección externa del anillo superior además incluye una región central de dimensiones y configurada para alojar un medio de presurización y un volumen extra deseado de concreto o mortero sobre la espiga 34. El volumen extra provisto por el anillo superior resulta de utilidad para compensar el aumento de volumen que se produce dentro de la cámara 46 durante la presurización dado que el tubo de acero externo o carcasa 32 aumenta de diámetro bajo presión. El cambio de volumen típico durante la presurización da como resultado una pérdida de aproximadamente 6 a 7 pulgadas de altura vertical para un recubrimiento de concreto de 4 pulgadas de espesor. El anillo superior está configurado para ayudar a alojar dicho cambio en el volumen.

En una realización ejemplificativa, el medio de presurización es agua y la región central del anillo superior esta dimensionada para tener una altura vertical como para contemplar el cambio de volumen de concreto o mortero que se produce durante la presurización, con un diámetro que es inferior a aquél de la región inferior del anillo superior. El dimensionamiento del diámetro interno de la sección externa del anillo superior de esta forma limita el grado en que el extremo 34 se inserta durante el montaje para el proceso de vertido de la composición de concreto o mortero en el conjunto 30 y en la cámara 46 y subsecuentemente la presurización de la composición de concreto o mortero vertida.

La sección externa del anillo superior 60 incluye una región superior del diámetro interno que está dimensionada y tiene una forma tal como para alojar un elemento superior o elevado o tapa de presión 66 que se

coloca sobre una porción superior del conjunto 30. En una realización ejemplificativa, la región superior del diámetro interno tiene un diámetro menor que aquél de la región central para controlar la colocación axial del elemento superior 66, por ejemplo, de modo que no ingrese a la región central.

El anillo superior 58 además incluye una sección interna 68. En una realización ejemplificativa, esta sección interna está soldada al anillo superior 58 mediante elementos de centralización (no se ilustran). La sección interna 68 está dispuesta radialmente hacia el interior desde la sección externa 60 y radialmente hacia el exterior a cierta distancia del tubo de desplazamiento hasta una posición adyacente a un extremo superior del elemento colapsable del molde interno 52. La sección interna 68 incluye un par de labios o anillos que se proyectan en dirección descendente 70 los cuales están dispuestos y dimensionados para permitir la colocación del extremo superior del elemento colapsable del molde interno 52 entre ellos.

En una realización ejemplificativa, el elemento colapsable del molde interno 52 se fija a una estructura de colocación del anillo base 38, y por lo menos uno de los labios del anillo superior 70 limita el desplazamiento radialmente hacia el exterior del elemento colapsable del molde interno. En una realización ejemplificativa, los labios 70 y el anillo superior 60 están provistos en forma de un conjunto. Además, el otro labio que no está en contacto con el elemento colapsable del molde interno se dispone en posición adyacente a una superficie exterior de la sección superior del tubo de

desplazamiento para asistir en el posicionamiento del extremo superior del elemento de molde interno 52 concéntricamente con el extremo 34 de la carcasa metálica 32.

Un anillo de refuerzo superior 72 se dispone a lo largo de una superficie del diámetro interno del elemento colapsable del molde interno 52 adyacente a la sección interna del anillo superior 68, y ayuda en la impulsión del elemento de molde colapsable 52 contra el labio 70. El anillo de refuerzo superior 72 se realiza en un material estructuralmente rígido y puede comprender uno o más elementos que solos o juntos formen un soporte anular dispuesto concéntricamente hacia el interior de la sección terminal superior del elemento colapsable del molde interno. En una realización ejemplificativa, el anillo de refuerzo superior 72 está hecho de acero y se suelda al extremo del elemento colapsable del molde interno 52.

El elemento superior o elevado de presión 66 comprende un elemento anular dispuesto radialmente entre la sección externa del anillo superior 60, a lo largo de un diámetro externo, y una sección superior 74 que se fija a un extremo superior del tubo de desplazamiento 54, a lo largo de un diámetro interno. La sección superior 74 soporta el empuje del elemento superior 66 producido por la presión interna durante la operación de presurización.

El elemento de presión superior 66 incluye una superficie de pared con un diámetro externo que se dispone en posición adyacente al diámetro interno de la

82

sección externa del anillo superior 60, y comprende un canal 76 que se extiende circunferencialmente alrededor. Un elemento de sellado anula 78 se dispone dentro del canal y puede realizarse en un material elastomérico con el fin de proveer un sello deseado con la sección externa del anillo superior. Alternativamente, la región superior del diámetro interno del anillo superior puede estar configurada con el canal para permitir la colocación de un elemento de sellado en él.

El elemento superior de presión 66 además incluye una superficie de pared de diámetro interno dispuesta en posición adyacente a una superficie externa de la sección superior del tubo de desplazamiento 74, y configurada para proveer un sellado por encastre. En una realización ejemplificativa, la sección superior del tubo de desplazamiento comprende un canal 80 dispuesto circunferencialmente a lo largo de su superficie externa el cual está dimensionado para permitir la colocación de un elemento de sellado anular 82, en tanto el elemento de sellado puede estar realizado en un material elastomérico como el descrito anteriormente para los otros elementos de sellado empleados en este conjunto 30.

Un elemento de sujeción 84 se dispone sobre el elemento de presión superior 66 y está configurado para fijar de un modo no permanente el elemento 66 al anillo superior 58 para cerrar y trabar el sistema de molde en su lugar. En una realización ejemplificativa, el elemento de sujeción 84 está provisto en forma de un anillo a presión o similar de dimensiones tales como para tener un borde de diámetro interno capaz de concordar con un canal 86 dispuesto a lo largo de un diámetro externo de la

83

sección superior del tubo de desplazamiento 74. El elemento de sujeción encastra en el canal 86 para resistir el empuje de presión impuesto sobre el elemento superior 66 durante la operación de moldeo a presión.

El tubo de desplazamiento 54 es un elemento en general cilíndrico que se extiende desde la sección superior 74 en dirección descendente hasta el anillo base 38, y que puede incluir uno o más nervios 88. El o los nervios tienen por objeto estabilizar el tubo de desplazamiento ante el colapso causado por la presión externa aplicada al sistema de molde durante la operación de colada a presión, y pueden extenderse entre porciones diametralmente opuestas del tubo y/o hasta un cubo de montaje central o similar (no se ilustra) nuevamente para estabilizar la colocación y minimizar el desplazamiento o deflexión radial del tubo de desplazamiento durante el proceso de formación del PCSP.

El tubo de desplazamiento 54 incluye una entrada 90 dispuesta a través de una pared de tubo para facilitar el transporte del medio de presurización, por ejemplo agua, hacia el conjunto. La entrada incluye un extremo de conexión hermético 92 destinado a facilitar la colocación del mismo en un dispositivo de suministro de medio de presurización convencional, como un caño de suministro de agua. En una realización preferida, la entrada 90 está dispuesta cerca de la base del tubo de desplazamiento 54 y configurada para aceptar el suministro de agua presurizada desde un dispositivo de presurización adecuado como desde el extremo de descarga de una bomba o similar.

El conjunto antes descrito 30 es operado de la siguiente manera para obtener un PCSP. Antes de la colocación del elemento de presión superior 66 y el elemento de sujeción 84 sobre la porción superior del conjunto, se vierte o de otro modo introduce un volumen deseado de una composición de concreto o mortero en la cámara 46 formada entre la carcasa metálica 32 y el elemento colapsable del molde interno 52.

En una realización ejemplificativa, la composición de concreto o mortero comprende una mezcla que tiene las siguientes características. Una característica deseada es que el concreto o mortero se estabilice a si mismo, de manera que actúe como un líquido. Esto es conveniente para que el concreto o mortero transfiera la presión aplicada a su superficie desde la parte superior del caño hasta la parte inferior del mismo y radialmente hacia el exterior con el fin de expandir el tubo de acero. Una segunda característica radica en que el concreto o mortero sea expandible. El uso de una mezcla expandible ayuda a minimizar y/o eliminar la pérdida de volumen no deseada por escurrimiento y contracción por secado con el fin de ayudar a mantener la tensión deseada sobre la pared del caño durante la operación.

En una realización preferida, el pretensado del centro de concreto será muy pequeño o será eliminado a medida que la presión interna alcance la presión operativa. El esfuerzo de tensión máximo sobre el centro de concreto será limitado para garantizar que éste esté en contacto con el diámetro interno de la carcasa metálica o que exista solamente un muy pequeño espacio anular entre el centro de concreto y el diámetro interno

de la carcasa metálica. Este contacto o proximidad cercana ayudará a garantizar que el centro de concreto provea el entorno altamente alcalino necesario para proteger al acero de la corrosión durante un período de aproximadamente 50 años. En una realización preferida, el acero soportará las cargas de la presión, sin usar la resistencia disponible para las cargas de tierra o la reacción con el centro de concreto o mortero. El centro y el soporte de relleno adyacente proveerán la rigidez necesaria para soportar las cargas externas del peso del suelo, el peso del caño y el peso del agua. En una realización ejemplificativa, la composición de concreto o mortero es auto estabilizante con contracción limitada, y no está reforzada, por ejemplo, no incluye hierros u otros elementos de refuerzo metálicos.

El volumen de composición de concreto o mortero que se usa para la fabricación del PCSP de esta forma puede variar de acuerdo a factores como longitud del PCSP, y el espesor deseado del recubrimiento de concreto. La composición de concreto o mortero es suministrada a la cámara 46 hasta que la superficie superior del vertido se extienda en el borde superior del extremo 34. En una realización ejemplificativa, la composición de concreto o mortero es suministrada al molde de modo que su superficie se extiende a través de cierta distancia en el anillo superior 58. Según se ha expresado, el anillo superior 58 opera para proveer un volumen extra de concreto o mortero de utilidad para compensar el movimiento descendente del nivel de la superficie de concreto o mortero dentro del molde durante la presurización debida a la expansión hacia el exterior de la carcasa de acero. En una realización ejemplificativa,

el volumen de concreto o mortero dispuesto sobre el extremo 34 es suficiente como para compensar el cambio de la altura vertical durante la presurización de modo que el nivel final de concreto se disponga sobre la parte superior del extremo 34. Las ecuaciones antes presentadas proveen un ejemplo de cálculo de la caída vertical en la altura del concreto durante el proceso de moldeo a presión.

Una vez que la composición de concreto es vertida en la cámara 46, y antes que se permita su curado, el elemento de presión superior 66 y el elemento de sujeción 84 son colocados sobre la parte superior del conjunto. Luego se dirige el agua al sistema de molde a través de la entrada de agua 90 bajo una presión operativa deseada. El agua fluye en el conjunto, llenando una cámara de agua anular 94 formada entre el tubo de desplazamiento 54 y el elemento colapsable del molde interno 52. El agua también se desplaza hasta la parte superior del conjunto llenando una cámara superior 96 del conjunto que se dispone por sobre la superficie de la composición de concreto o mortero, y que está definida en general dentro de la región central del anillo superior. El agua dentro del conjunto posee la misma presión dentro de las cámaras 94 y 96, por medio de lo cual se impone una tensión deseada sobre la composición de concreto o mortero soportando a la vez la posición radial del centro colapsable dentro del conjunto, por ejemplo, se ejercen presiones iguales sobre ambas caras del elemento colapsable del molde interno que mantienen su posición radial dentro del conjunto.

La presión del agua dentro del conjunto se mantiene a un nivel constante durante un período deseado de tiempo durante el moldeo y curado de la composición de concreto o mortero. El uso de agua como medio de presurización permite el suministro de agua de compensación en la medida de lo necesario, durante el proceso de presurización, con el fin de controlar cualquier fuga que pueda producirse en los varios anillos de sellado, sin temor de provocar una falla en la bomba, es decir, el agua no se curará en la bomba de presurización como ocurriría si la presión fuese mantenida con una bomba de presión de concreto o lechada. La cantidad exacta de tiempo que la composición de concreto o mortero es presurizada depende del diseño de caño y/o criterios de rendimiento específicos, el tipo de composición de concreto usada, así como de la aplicación final.

Los PCSPs y métodos de fabricación de los mismos de acuerdo a los principios de la presente invención pueden ser entendidos de una mejor manera con referencia al siguiente ejemplo.

Ejemplo - Se fabricó un PCSP usando el conjunto ilustrado en la Figura 2, con un diámetro interno de la carcasa metálica de aproximadamente 92 pulgadas, suministrando una composición de concreto que comprende aproximadamente 750 libras de cemento (Tipo I/II), 1490 libras de agregado grueso, 1400 libras de arena, 319 libras de agua, 60 fl oz de una mezcla reductora de agua de alta calidad (Glenium 7700), 10 fl oz de una mezcla modificadora de la viscosidad (VMA 538), y que comprende una pequeña cantidad de burbujas de aire (2.5%). El peso total de la composición era de aproximadamente 3959

libras. Si se desea, una porción (15 a 20% en peso) del componente de cemento revelado en la composición precedente puede reemplazarse con un agente expansivo, como el producto Komponent de CTS Cement Manufacturing Corp, con el fin de compensar la contracción debida al secado y el escurrimiento. Esta composición fue suministrada a la cámara de moldeo de concreto o mortero. El elemento colapsable del molde interno se dispone de modo que el diámetro interno del recubrimiento de concreto curado resultante sea de aproximadamente 84 pulgadas. La carcasa metálica fue provista en forma de una carcasa de acero con un espesor de pared de aproximadamente 0.16 pulgadas. El espesor de pared del recubrimiento de concreto deseado para este PCSP fue de aproximadamente 4 pulgadas. Una vez suministrada la composición de concreto a la cámara de moldeo, el agua fue introducida al sistema de molde de modo que cubriese la superficie de la composición de concreto. El agua en el conjunto fue presurizada hasta una presión que generó una tensión en el acero de aproximadamente 90% del Esfuerzo Mínimo de Fluencia Específico (SMYS). En este caso, el acero es X60 con un resistencia al estiramiento mínima de 60,000 psi, de modo que la presión interna necesaria para producir 54,000 psi es de aproximadamente 188 psi. Adviértase en el ejemplo dado que la relación D/e es de $92/0.16 = 575$, la cual se encuentra por debajo de la práctica convencional en el diseño de caños de agua y sólo es posible debido al mayor espesor del recubrimiento de concreto capaz de soportar las cargas externas del suelo. La presión de agua fue mantenida en este nivel durante aproximadamente 24 horas, con lo cual se impone una tensión sobre el tubo de acero de aproximadamente 54,000 psi haciendo que se expanda. Luego

89

de 24 horas de curado a temperatura elevada, por ejemplo, de entre 140 y 160°F, el elemento de molde interno colapsable fue llevado a su posición retraída y la presión de agua dentro del conjunto fue aliviada, haciendo que el tubo de acero se retrajera sobre el centro de concreto colocándolo bajo compresión. El PCSP resultante fue retirado del conjunto, y se dejó que continuara el curado bajo condiciones de presión ambiente. Inmediatamente luego del curado a temperatura elevada inicial, el centro de concreto PCSP estuvo bajo un esfuerzo de compresión de aproximadamente 1659 psi. Consulte la serie de ecuaciones antes presentadas que proveen un ejemplo de cálculo.

Una característica de la fabricación de PCSPs del modo descrito es el uso de agua como medio de presurización en lugar de concreto propiamente dicho o lechada en tal carácter. Una desventaja del uso de la composición de concreto o lechada como el medio de presurización es el daño que puede ocasionarse al dispositivo de presurización, como una bomba o similar, debido a la naturaleza inherentemente abrasiva de la composición de concreto así como en razón del cambio en las características reológicas que se sabe ocurre con el tiempo a medida que la composición se cura, tornando la tarea de mantener una presión deseada constante aún más exigente.

El uso de agua como medio de presurización para presurizar la composición de concreto o mortero evita estas cuestiones y permite imponer una presión constante sobre la composición de concreto de una forma relativamente sencilla usando un equipo de bombeo

PO

convencional, y de modo que no se afecte el equipo por el curado de la composición. Además, dado que la composición de concreto es auto estabilizante actuará en gran medida como agua y transferirá la presión aplicada a la superficie de la composición en el molde a la carcasa metálica. Esta presión transferida hace que la carcasa metálica crezca en diámetro como bajo una prueba hidráulica normal. Si durante el proceso de presurización se produce alguna fuga menor en cualquiera de las superficies de sellado, el dispositivo de presurización de agua, por ejemplo, un dispositivo de bombeo, puede fácilmente compensar la pérdida con el fin de mantener la carcasa metálica estirada. Considerando que la composición de concreto o mortero puede curarse bajo el agua, la tapa de presión de agua permite que la composición se cure manteniendo a la vez una fuerza de compresión deseada a través del agua de compensación en caso que haya alguna fuga de composición de concreto o mortero.

Una vez que el centro de concreto o mortero ha sido sometido a una presión deseada durante un período deseado de tiempo, la presión es retirada liberando el agua del conjunto, haciendo que la carcasa metálica se contraiga sobre recubrimiento o centro de concreto curado, por medio de lo cual se pretensa el centro al colocarlo bajo compresión. Una vez que esto ocurre, el diámetro interno del recubrimiento de concreto o mortero también se reduce, haciendo que se sujete sobre el centro colapsable, evitando de esta forma el uso de un elemento central interno que sea colapsable para facilitar su extracción del caño de PCSP moldeado. En una realización preferida, una vez que el PCSP ha sido presurizado

durante un período deseado, el elemento colapsable del molde interno es colapsado en primer término antes de la liberación de la presión dentro del conjunto con el fin de evitar daños sobre el elemento de molde interno a través de la fuerza sujeción del centro, y para facilitar el proceso de colapso o de otro modo reducir el diámetro del elemento de molde interno.

En una realización ejemplificativa, el sistema de molde está configurado de modo que la presión de agua dentro de las cámaras 94 y 96 sea la misma, por ejemplo, las cámaras están configuradas de manera que la presión de agua esté comunicada entre ellas. En la realización ejemplificativa ilustrada en la Figura 2, el agua de presurización fluirá desde la cámara 94 a la cámara 96 a través de los labios o anillos de centrado 70 debido a la falta de sello. Si se desea, es posible proveer canales y/u orificios con el fin de aumentar el paso deseado de agua entre las cámaras 94 y 96.

Una vez que el elemento de molde interno ha colapsado, y la presión es liberada, el elemento de presión superior 66 es retirado y el resto de los elementos del conjunto de moldeo/presurización son desmontados. El PCSP puede ser retirado del anillo base 38. El PCSP retirado puede ser transportado a una ubicación deseada para el curado adicional del recubrimiento de concreto o mortero bajo presión ambiente y en un entorno de hidratación, por ejemplo, donde pueda ser sometido a la acción del agua en la medida de lo necesario para facilitar el curado adicional. En una realización ejemplificativa, la composición de concreto puede ser verticalmente moldeada y sometida a una fuerza

de presurización de aproximadamente 188 psi durante un período de aproximadamente 24 horas, luego del cual se libera la presión y el tubo PCSC es retirado con el fin de facilitar el curado a presión ambiente adicional durante un lapso de aproximadamente 28 días. En una realización ejemplificativa, el PCSP puede ser curado con vapor durante las primeras 24 horas mientras se mantiene la presión de colada en el interior del molde. Las 24 horas de curado al vapor representan el equivalente a 7 días de curado a condiciones ambiente que representan normalmente el 80% de la resistencia a 28 días. El vapor a alta temperatura acelera la velocidad de curado, permitiendo retirar el PCSP del conjunto de moldeo a presión más rápido, mejorando la velocidad de fabricación de PCSPs adicionales.

La Figura 3 ilustra otro ejemplo de conjunto 200 de utilidad para fabricar el PCSP de acuerdo a los principios antes enunciados, que es algo similar al revelado anteriormente y que se ilustra en la Figura 2 dado que emplea un elemento colapsable de molde interno y un medio de presurización de agua para moldear por presión y conformar el PCSP. En general, el conjunto utiliza una carcasa metálica cilíndrica 202 que comprende los extremos 204 y 206 y que define una superficie exterior del PCSP resultante. El conjunto 200 incluye un anillo base anular 208 dispuesto en la porción inferior del conjunto y que forma un sello con una superficie interior del extremo 206. El anillo base puede estar configurado en general como el anillo base antes descrito que se usa en el conjunto ilustrado en la Figura 2.

Un tubo de desplazamiento en general cilíndrico 210 se dispone concéntricamente hacia el interior de la carcasa metálica 202 y se extiende longitudinalmente en dirección ascendente desde el anillo base 208 hasta un anillo superior del tubo de desplazamiento 212 que está en contacto con un conjunto de tapa superior 213 dispuesto en una sección superior del conjunto 200. El tubo de desplazamiento en general está configurado del mismo modo que el conjunto de la Figura 2, y comprende una entrada de agua 214 que se extiende a través de una porción de pared para recibir el agua de presurización en el conjunto.

Un elemento colapsable del molde interno 216 se interpone radialmente entre la carcasa metálica 202 y el tubo de desplazamiento 210. El elemento colapsable del molde interno está configurado del mismo modo descrito para el conjunto ilustrado en la Figura 2, y forma junto con la carcasa metálica una cámara o cavidad de molde 218 para recibir y moldear una composición de concreto o mortero en ella. Los anillos o bandas de refuerzo superior e inferior 220 y 222 son utilizados para mantener al elemento colapsable del molde interno en una posición radial deseada.

Un anillo superior 224 se fija al conjunto de caperuza superior 213 y se dispone sobre el extremo 204 de la carcasa metálica, en tanto un elemento de sellado anular 226 puede ser usado para formar un sello adecuado entre el extremo y el anillo superior. El anillo superior 224 incluye un diámetro interno que, junto con una sección de diámetro externo del elemento colapsable del molde interno, forma una cavidad de vertido 228. El

H

anillo superior 224 incluye por lo menos un labio o anillo 230 que se proyecta en dirección descendente para concordar con una superficie externa del elemento colapsable del molde interno 216 para limitar su desplazamiento radial durante el proceso de moldeo a presión.

La sección del anillo superior 212 se fija a un extremo superior del tubo de desplazamiento 210. El conjunto de tapa superior 213 se dispone sobre la sección del anillo superior 212 del tubo de desplazamiento 210. El conjunto de tapa superior 213 incluye un tubo de llenado 232 que pasa por una abertura que se extiende por un anillo anular superior 236 y un anillo anular inferior 231 del conjunto de tapa superior 213 con el fin de facilitar el suministro de la composición de concreto o mortero en la cavidad de vertido 218 y 228 antes de la presurización. El tubo de llenado 232 puede incluir un extremo de conexión hermético para conectarse a un dispositivo de suministro de concreto o mortero adecuado, como una tubería o similar. En una realización ejemplificativa, el tubo de llenado 232 posee un diámetro de aproximadamente 4 pulgadas, con el fin de facilitar el bombeo o vertido de la composición de concreto o mortero por el mismo. En una realización ejemplificativa, el conjunto de tapa superior 213 y el anillo superior 224 están combinados como un elemento soldado en el anillo anular inferior 231.

El conjunto de tapa superior 213 está constituido por un anillo anular superior 236 y un anillo anular inferior 231 separados y fijados por placas de sujeción. El conjunto de tapa superior 213 se sella en los sellos

95

anulares 234 y 226. El conjunto de tapa superior es mantenido en su lugar mediante el uso de un elemento de sujeción 238, como un anillo a presión y similar. En una realización ejemplificativa, el elemento de sujeción 238 es un anillo a presión que se traba por encastre dentro de un canal dispuesto a lo largo de una superficie adyacente del anillo terminal 212 que se fija al tubo de desplazamiento 210.

Los materiales usados para formar todos los elementos indicados para el conjunto 200 pueden ser los mismos que aquellos empleados en el conjunto 30 que se ilustra en la Figura 2.

Configurado de este modo, el conjunto 200 es operado de la siguiente forma para formar el PCSP. Cuando se compara contra el conjunto de la Figura 2, el conjunto ilustrado en la Figura 3 permite colocar el conjunto de tapa superior 213 y fijarlo en posición antes de suministrar la composición de concreto o mortero al conjunto. Luego se suministra un volumen deseado de composición de concreto o mortero, por ejemplo se vierte o se bombea, al conjunto a través del tubo de llenado, llenando la cámara 218 y como mínimo una porción de la cámara 228.

Tal como se ilustra en la Figura 3, y según se ha explicado para el conjunto ilustrado en la Figura 2, el nivel de llenado de composición de concreto o mortero se encuentra a una distancia deseada por sobre el extremo 204 para contemplar la caída en el nivel de la superficie de concreto durante la presurización, debido a la expansión externa de la carcasa metálica. En una

realización ejemplificativa, el conjunto 200 puede incluir otro tubo que se disponga aproximadamente a 180 grados del tubo de llenado, y que pueda usarse como un tubo de observación para determinar cuándo se ha alcanzado el nivel deseado de la superficie de concreto. Si se prefiere, es posible colocar un flotante o elemento similar en el tubo de observación para facilitar una determinación exacta del nivel de llenado.

Una vez que la composición de concreto o mortero ha sido suministrada, el tubo de llenado se cierra y se introduce agua en el conjunto a través de la entrada 214 a una presión deseada. El agua presurizada llena el espacio anular entre el tubo de desplazamiento 210 y el elemento colapsable del molde interno 216, y luego pasa sobre el borde superior del elemento colapsable del molde interno e ingresa a la cavidad de vertido 228 donde opera para presurizar la composición de concreto o mortero. La presión de agua opera para imponer una presión de tensión deseada sobre la composición de concreto o mortero que transmite la misma a la carcasa metálica del mismo modo descrito para el conjunto ilustrado en la Figura 2.

La Figura 4 ilustra otro conjunto ejemplificativo 100 de utilidad para fabricar el PCSP de acuerdo a los principios antes indicados. A diferencia de los ejemplos de conjuntos ilustrados en las Figuras 2 y 3, que utilizan un molde interno colapsable, la realización del conjunto de la Figura 4 emplea un elemento de pared, por ejemplo, una vejiga, un tubo de fibra de vidrio o similar, capaz de ser usado para formar el diámetro interno del recubrimiento de concreto durante el proceso de vertido y colada a presión. El elemento es removido

del recubrimiento de concreto una vez que el PCSP se forma liberando la presión de expansión inicial en la cámara 152.

El conjunto 100 utiliza una carcasa metálica 102 y los extremos 104 y 106 unidos a los respectivos extremos superior e inferior opuestos de la misma. La carcasa y los extremos pueden ser iguales a los revelados e ilustrados con relación a las Figuras 2 y 3. Un anillo base anular 108 se dispone en la base del conjunto 100 y comprende un canal 110 dispuesto circunferencialmente a lo largo de un diámetro externo está dimensionado y conformado para alojar un elemento de sellado 112 destinado a formar un sello con una superficie interna del extremo 106. El anillo base además incluye una sección de diámetro interno 114 configurada para permitir la colocación de un extremo inferior de un tubo de desplazamiento.

El anillo base 108 además incluye un mecanismo para fijar y formar un sello con un elemento de pared 116. En una realización ejemplificativa, el mecanismo se provee en forma de un anillo de sellado 118 configurado para calzar dentro de un canal 120 dispuesto a lo largo de una superficie superior del anillo y que puede fijarse de modo no permanente al anillo a través de una conexión roscada 122. El anillo de sellado está configurado para acoplarse a una porción terminal del elemento de pared, que se fija y sella al anillo base. Un elemento de sellado 124 puede ser usado de ser necesario con el fin de garantizar un sellado deseado entre el elemento de pared y el anillo base.

Con referencia a la parte superior del conjunto 100, un anillo superior 126 comprende una sección externa 128 que se dispone sobre una porción del extremo 104, y uno o más elementos anulares de sellado 130 dispuestos dentro de los respectivos canales 132 ubicados circunferencialmente sobre el extremo 104 a fin de proveer un sello con la sección externa 128. El anillo superior 126 incluye una sección interna 134 que se dispone contra una sección superior 136 conectada al tubo de desplazamiento 138. El tubo de desplazamiento se extiende longitudinalmente entre el anillo base y la sección superior y se dispone concéntricamente hacia el interior del elemento de pared 116. La sección superior 136 incluye un canal 140 que posee un elemento de sellado anular 142 el cual provee un sello deseado con la sección interna del anillo superior 134.

El elemento de pared 116 está fijado a la sección superior mediante un mecanismo de fijación adecuado 144, de acuerdo al tipo de material seleccionado para el elemento de pared. Si el elemento de pared está provisto en forma de una vejiga elastomérica, el mecanismo de fijación usado para fijarla a la sección superior puede ser un zuncho o similar. Debe entenderse que el tipo y/o configuración exacta del mecanismo de fijación usado para fijar el elemento de pared 116 a la sección superior y anillo base pueden y de hecho varían de acuerdo al tipo de material y/o estructura que se empleen en la formación del mismo. Por ejemplo, cuando el elemento de pared 116 se provee en forma de un material rígido pero expandible como un tubo de fibra de vidrio o similar, los mecanismos de sujeción pueden ser distintos de aquellos ya descritos. Sin embargo, la función de los mismos en

general consiste en facilitar la fijación de los extremos del elemento de pared a la respectiva sección superior y elemento anular, y además hacerlo de una manera que minimice y/o elimine toda fuga no deseada de material sobre cualquiera de los lados del elemento de pared.

En una realización ejemplificativa, una tapa de sellado superior 148 se suelda al anillo superior 128 para sellar el sistema de molde. En este ejemplo, la tapa de sellado superior 148 incluye un tubo de llenado (como el que se observa en el conjunto ilustrado en la Figura 3) que se extiende a través de la tapa 148 para suministrar un volumen deseado de la composición de concreto o mortero al conjunto.

El conjunto 100 ilustrado en la Figura 4 es utilizado para conformar un PCSP de la siguiente forma. Una vez vertido, bombeado o suministrado de otro modo un volumen deseado de la composición de concreto o mortero a la cavidad del molde o cámara 146 a un nivel deseado dentro de una cámara de agua 150 (según se ha expuesto para contemplar la caída en el nivel de la superficie de concreto durante la presurización) y sellada la fuente de llenado de concreto o mortero, se introduce agua presurizada al conjunto 100 de modo que cubra la superficie de la composición de concreto o mortero vertida llenando la cámara de agua 150 dispuesta dentro del anillo superior 128.

En una realización del conjunto 100, el elemento de pared 116 es un elemento pasivo como una vejiga elastomérica o similar y el conjunto comprende una cámara o cavidad anular 152 que se llena con un volumen deseado

100

de fluido como agua. A medida que la presión de agua en la cámara de moldeo 150 es incrementada a un nivel deseado, la presión de agua en la cavidad anular 152 aumenta por reacción pasiva directamente sobre el tubo de desplazamiento. No se ejerce ninguna fuerza real sobre el elemento de pared propiamente dicho en esta realización dado que el fluido en la vejiga, es decir, el agua no puede ser comprimida.

En otra realización del conjunto 100, el elemento de pared 116 es un elemento activo como un tubo de fibra de vidrio dispuesto concéntricamente sobre el tubo de desplazamiento. En esta realización, antes de colar el centro de concreto, la cámara o cavidad anular 152 existente entre el tubo de desplazamiento y el caño se presuriza con un fluido como agua, y el caño es expandido bajo presión. El fluido de presurización dentro de la cavidad 152 es sellado, y el agua presurizada es introducida en la cámara de moldeo 150 según lo expuesto para moldear a presión el recubrimiento de concreto o mortero.

La presión de agua utilizada para moldear a presión la composición de concreto o mortero en esta realización así como la duración del proceso de colada a presión pueden ser iguales a los valores usados para los conjuntos ilustrados en las Figuras 2 y 3. Durante este proceso de colada a presión, el agua presuriza la composición de concreto o mortero, siendo la presión transmitida a la carcasa metálica que se tensa y extiende hacia el exterior a un grado deseado.

Una vez transcurrida la duración designada, la presión de agua dentro de la cámara de moldeo 150 es liberada, haciendo que la carcasa metálica se contraiga sobre el recubrimiento de concreto o mortero curado comprimiéndolo, y haciendo que el diámetro interno del recubrimiento de concreto o mortero disminuya. El fluido en la cámara anular 152 de ambas realizaciones indicadas luego es descargado, haciendo que la vejiga en una realización y el tubo de vidrio en la otra realización se contraigan y queden liberados del diámetro interno del recubrimiento de concreto o mortero curado, con lo cual el PCSP formado puede ser extraído del conjunto. Los componentes del conjunto luego son desmontados y el PCSP resultante puede ser retirado según lo descrito para las realizaciones de conjuntos ilustradas en las Figuras 2 y 3.

En general, los PCSPs fabricados del modo descrito son moldeados a presión usando los conjuntos y de acuerdo a los métodos de procesamiento expuestos durante un período de aproximadamente 1 día o 24 horas, permitiendo que la composición de concreto o mortero se solidifique y se cure inicialmente. Las composiciones de concreto o mortero usadas para fabricar los PCSPs de la presente invención pueden incluir una cantidad deseada de un aditivo o agente expansivo con el fin de lograr un nivel mayor y/o continuado de pretensado a medida que el PCSP se cura durante y luego de la colada a presión. El uso de un agente de expansión puede además contemplar el curado y contracción por secado que se produce durante el curado del centro de concreto o mortero y el escurrimiento en el concreto o mortero provocado por la fuerza de compresión aplicada al recubrimiento de concreto desde el

(9)

cilindro de acero. El uso del adhesivo de expansión puede ayudar a mantener el pretensado máximo sobre el centro de concreto y la carcasa metálica respecto del esfuerzo presurizado en la carcasa metálica durante el proceso de colada a presión y curado.

En una realización ejemplificativa, puede no ser posible o conveniente moldear a presión por sobre aproximadamente el 90% del SMYS. El alivio de presión durante el proceso de colada a presión reduce el esfuerzo del acero en el PCSP a un valor sustancialmente inferior al 90% del SMYS. En este punto, la presencia de un agente de expansión en la composición de concreto o mortero puede aplicar un esfuerzo mayor sobre el acero para compensar las pérdidas por escurrimiento y contracción, sin sobre-tensar el acero. Se desea que los agentes de expansión usados a tal fin tenga un tiempo de retardo desde el curado inicial del concreto que permita que el concreto se solidifique lo suficiente como para resistir el pretensado del acero y luego (una vez retirada la presión y el caño es extraído del sistema de molde) y el concreto expansivo ayude al pretensado del acero sin llevar al acero más allá del esfuerzo de diseño. El escurrimiento y contracción por secado también se producen una vez que el caño es retirado del molde de colada a presión, de modo que estos dos efectos opuestos se compensan entre si una vez que el caño es moldeado a presión.

Los agentes de expansión adecuados de utilidad a tal fin incluyen aquellos disponibles bajo la denominación Komponent de CTS Cement Manufacturing Corp, tendientes a compensar la contracción por secado y escurrimiento. En



una realización ejemplificativa, el agente de expansión puede comprender hasta aproximadamente 15 o 20 por ciento en peso del componente cemento usado en la composición de concreto. Debe entenderse que cualquier uso opcional de un agente de expansión y la cantidad de uso pueden y dependerán de cierto número de factores como los materiales usados en la fabricación del caño, los criterios de diseño de ingeniería y parámetros de rendimiento, y la aplicación final.

En una realización ejemplificativa, la presión de moldeo se fija en 90% de SMYS durante el curado. El pretensado inicial del centro de concreto se reduce por la contracción por curado del concreto, la contracción por secado del concreto más el escurrimiento en el recubrimiento de concreto y el caño de acero. Estas pérdidas son tales que la tensión de diseño completo posible para el cilindro de acero no puede alcanzarse sin eliminar todo el pretensado impuesto sobre el recubrimiento de concreto y ya sea colocando al recubrimiento de concreto bajo tensión o introduciendo la posibilidad de un espacio anular perjudicial entre el recubrimiento de concreto y el caño de acero durante la operación. Nótese que pequeños espacios anulares o tensión en el concreto son aceptables y han sido probados en un caño de acero como el caño AWWA C300, aunque debe evitarse todo exceso de esfuerzo sobre la carcasa de acero. El recubrimiento de concreto podría ser anclado al caño de acero para evitar este espacio anular, poniendo así el recubrimiento bajo tensión durante la operación. Todas estas variantes son posibles y pueden ser aconsejables para ciertas aplicaciones.

En una realización preferida, el recubrimiento de concreto o mortero se encuentra bajo una pretensión muy pequeña del cilindro de acero bajo las presiones operativas, de lo contrario el cilindro de acero se expande muy poco por sobre el diámetro libre del centro de concreto o mortero a las presiones operativas. Esto permite la utilización de todo el esfuerzo de diseño tolerable en el caño de acero para resistir la presión interna, en tanto el recubrimiento y el soporte de relleno adyacente pueden emplearse para resistir las cargas del suelo más el caño y el peso del agua. La cantidad de agente de expansión necesaria para lograr la realización preferida dependerá de la presión de colada, los factores de escurrimiento, los factores de contracción y la tensión operativa deseada en el caño de acero. El diseño completo del caño incluye una contracción por secado recuperable. Aproximadamente el 70% de la contracción por secado es reversible cuando el caño es inundado con agua en tanto el recubrimiento de concreto reabsorbe el agua perdida durante el secado. Esta re-expansión del concreto puede ser usada como parte del pretensado neto del recubrimiento de concreto, incluyendo las varia pérdidas y ganancias asociadas con la presión de colada inicial, la contracción por secado y curado, la expansión del concreto a partir del agente de expansión más el escurrimiento en el acero y el recubrimiento de concreto bajo una carga sostenida.

Una característica de los PCSPs construidos según lo descrito es que comprenden un recubrimiento de concreto o mortero capaz de proveer cierto grado de resistencia a la corrosión que cumple con lo que actualmente provee el caño cilíndrico de acero reforzado con concreto PCCP, y

el caño de acero recubierto con mortero de diseño convencional, por ejemplo, del orden de 50 años. Además, estos PCSPs comprenden una carcasa metálica que coloca al recubrimiento de concreto en una condición comprimida, y lo hace en una forma en que resulta más resistente y menos proclive a las fallas repentinas cuando se lo compara con el PCCP, por ejemplo, por la corrosión y ruptura de los alambres de tensado. Además, la carcasa metálica puede ser fácilmente recubierta con un material polimérico adecuado o similar capaz de proveer un grado deseado de protección/resistencia dieléctrica contra los efectos no deseados de un ambiente corrosivo o interferencia catódica. Además, la carcasa metálica puede ser fácilmente reparada mediante un parche soldado o similar, en caso de identificarse una sección corroída, sin tener que sacar el caño de servicio y/o sin tener que desenterrarlo.

Además, los PCSPs contruidos de este modo pueden ser fabricados en una sola etapa de moldeo a presión, en la cual se conforma el recubrimiento de concreto in situ a medida que se impone la fuerza de pretensado sobre la carcasa metálica que luego comprime el concreto, por medio de lo cual se evita la ejecución de múltiples etapas con lo cual se ahorra tiempo y trabajo. Además, los PCSPs fabricados de este modo que usan agua como el medio de presurización evitan la posibilidad de fallas en el bombeo durante el proceso de presurización que podrían redundar en una pieza rota, pérdida de material y costo de trabajo y menor eficacia de fabricación.

Además, los PCSPs fabricados de acuerdo a los principios de la invención proveen una estructura que es

muy rígida durante el transporte y la instalación. El caño de acero recubierto con concreto o mortero convencional es tan flexible que son necesarios soportes de madera o metal debajo del mismo para evitar que se flexione demasiado, colapse y/o se rompa el recubrimiento. El recubrimiento más grueso junto con la compresión aplicada al mismo desde el acero asociado al PCSP hace al caño muy robusto para el transporte y enterrado sin soportes, lo cual reduce más los costos con relación al caño de acero recubierto con concreto convencional. Las ecuaciones antes listadas proveen un ejemplo comparativo de la rigidez de caño entre el caño de acero convencional y el caño de acero moldeado a presión.

Otras modificaciones y variantes de los PCSPs, y métodos y conjuntos para la fabricación de los mismos, de acuerdo a los principios de la presente invención serán evidentes para los expertos en el arte. En consecuencia, se entiende que la presente invención puede ser llevada a la práctica dentro del alcance de las reivindicaciones que se acompañan en una forma distinta a la específicamente descripta.

137

Reivindicaciones

1. Un caño de acero recubierto moldeado a presión, caracterizado porque comprende:

un recubrimiento de concreto o mortero anular que forma un diámetro interno del caño;

una carcasa metálica que rodea el recubrimiento;

en tanto el recubrimiento está en contacto directo con una superficie de pared interna de la carcasa metálica, y se encuentra en estado de compresión mediante la carcasa metálica.

2. El caño de acuerdo a la Reivindicación 1, caracterizado porque la relación del espesor de pared entre el recubrimiento y la carcasa metálica oscila aproximadamente entre 5:1 y 80:1.

3. El caño de acuerdo a la Reivindicación 1, caracterizado porque la relación del espesor de pared entre el recubrimiento y la carcasa metálica oscila aproximadamente entre 10:1 y 50:1.

4. El caño de acuerdo a la Reivindicación 1, caracterizado porque el espesor de pared de la carcasa metálica oscila aproximadamente entre 0.06 y 0.75 pulgadas, y el espesor de pared del recubrimiento oscila aproximadamente entre 1.5 y 10 pulgadas.

5. El caño de acuerdo a la Reivindicación 1, caracterizado porque comprende además un recubrimiento de material dieléctrico dispuesto a lo largo de la superficie externa de la carcasa metálica.

6. El caño de acuerdo a la Reivindicación 1, caracterizado porque el recubrimiento de concreto se realiza in situ mientras una composición de concreto o mortero sin curar y la carcasa metálica son presurizadas para colocar al recubrimiento en un estado de compresión cuando el recubrimiento se cura y la presión es liberada.

7. Un caño de acero recubierto moldeado a presión, caracterizado porque comprende:

un recubrimiento de concreto o mortero anular que forma un diámetro interno del caño;

a carcasa metálica que rodea el recubrimiento y posee un espesor de pared que oscila aproximadamente entre 0.06 y .75 pulgadas;

en tanto el recubrimiento tiene un espesor de pared que representa aproximadamente entre 10 y 50 veces el espesor de la pared de la carcasa, en tanto el recubrimiento está en contacto directo con la superficie de pared interna de la carcasa metálica, en tanto el recubrimiento es colocado en un estado de compresión por acción de la carcasa metálica.

8. Un método de fabricación de un caño de acero recubierto moldeado a presión caracterizado porque comprende los pasos de:

suministrar un volumen de una composición de concreto o mortero a un molde formado entre una carcasa metálica a lo largo de un diámetro externo y un elemento central móvil a lo largo de un diámetro interno;

someter la composición a una fuerza de compresión para expandir la carcasa metálica;

liberar la fuerza de compresión una vez que la composición de concreto o mortero ha alcanzado cierto

grado de curado para formar un recubrimiento de concreto o mortero, en tanto el paso de liberación hace que la carcasa metálica imponga una fuerza de compresión sobre el recubrimiento; y

extraer el elemento central móvil de un diámetro interno del recubrimiento.

9. El método de acuerdo a la Reivindicación 8, caracterizado porque el paso de sometimiento de la composición de concreto o mortero a una fuerza de compresión comprende someter una superficie de la composición de concreto o mortero a un fluido presurizado.

10. El método de acuerdo a la Reivindicación 8, caracterizado porque el fluido presurizado es agua.

11. El método de acuerdo a la Reivindicación 8, caracterizado porque el elemento central móvil es provisto en la forma de un elemento elastomérico.

12. El método de acuerdo a la Reivindicación 8, caracterizado porque el elemento central móvil es provisto en la forma de un elemento rígido colapsable.

13. El método de acuerdo a la Reivindicación 8, caracterizado porque el elemento central móvil es provisto en la forma de una estructura rígida cilíndrica que puede expandirse para permitir la formación del recubrimiento y contraerse para permitir la extracción del centro luego del moldeo a presión.

14. El método de acuerdo a la Reivindicación 8, caracterizado porque el elemento central móvil es provisto en la forma de un elemento de un tubo de acero de alta resistencia.

15. El método de acuerdo a la Reivindicación 8, caracterizado porque el elemento central móvil es seleccionado del grupo de materiales integrado por tubo de resina reforzada con fibra, tubo plástico, y combinaciones de los mismos.

16. El método de acuerdo a la Reivindicación 8, caracterizado porque la composición de concreto o mortero incluye un agente de expansión que con la carcasa metálica contribuye a imponer una fuerza de compresión sobre el recubrimiento.

17. El método de acuerdo a la Reivindicación 8, caracterizado porque el molde comprende una cámara anular que está orientada verticalmente.

18. Un caño de acero recubierto moldeado a presión de acuerdo al método de la Reivindicación 8, caracterizado porque el recubrimiento de concreto o mortero está en contacto directo con la superficie de la pared interna de la carcasa metálica.

19. Un caño de acero recubierto moldeado a presión de acuerdo al método de la Reivindicación 8, caracterizado porque el recubrimiento de concreto o mortero tiene un espesor que representa aproximadamente entre 10 y 50 veces el espesor de pared de la carcasa de acero.

20. Un conjunto de moldeo a presión para fabricar un caño de acero recubierto, caracterizado porque comprende:

una carcasa metálica cilíndrica que define una porción externa del caño;

un elemento base operativamente conectado a una porción inferior de la carcasa metálica;

un elemento superior operativamente conectado a una porción superior de la carcasa metálica;

un elemento de molde interno dispuesto concéntricamente hacia el interior de la carcasa metálica;

una cámara anular formada entre la carcasa metálica y el elemento de molde interno para contener cierta cantidad de una composición de concreto o mortero; y

un medio para introducir un medio de presurización fluido en el molde y sobre una superficie de la composición de concreto o mortero para hacer que la composición expanda la carcasa metálica;

en tanto el diámetro del elemento de molde interno puede reducirse una vez que la composición ha alcanzado un grado determinado de curado.

21. El conjunto de moldeo a presión de acuerdo a la Reivindicación 20, caracterizado porque el medio de presurización fluido es agua.

22. El conjunto de moldeo a presión de acuerdo a la Reivindicación 20, caracterizado porque comprende además un tubo de desplazamiento que se dispone concéntricamente hacia el interior del elemento de molde interno.

23. El conjunto de moldeo a presión de acuerdo a la Reivindicación 20, caracterizado porque el medio de

presurización fluido está dispuesto dentro de una cámara de fluido anular formada entre el tubo de desplazamiento y el elemento de molde interno.

24. El conjunto de moldeo a presión de acuerdo a la Reivindicación 23, caracterizado porque la presión del medio de presurización fluido es aproximadamente la misma en la superficie de la composición de concreto o mortero que dentro de la cámara de fluido anular.

25. El conjunto de moldeo a presión de acuerdo a la Reivindicación 20, caracterizado porque comprende además un medio de sellado para contener la composición de concreto o mortero dentro de la cámara anular durante una operación de presurización usando el medio de presurización fluido.

26. El conjunto de moldeo a presión de acuerdo a la Reivindicación 20, caracterizado porque el elemento superior incluye un anillo superior dispuesto sobre un extremo de la carcasa metálica.

27. El conjunto de moldeo a presión de acuerdo a la Reivindicación 26, caracterizado porque la superficie de la composición de concreto o mortero antes de ser presurizada se dispone por sobre un extremo de la carcasa metálica y dentro del anillo superior.

28. El conjunto de moldeo a presión de acuerdo a la Reivindicación 20, caracterizado porque la cámara anular está orientada verticalmente.

29. El conjunto de moldeo a presión de acuerdo a la Reivindicación 20, caracterizado porque el elemento de molde interno es un elemento cilíndrico rígido con bordes longitudinales opuestos cuyo desplazamiento se controla para reducir el diámetro del elemento.

30. El conjunto de moldeo a presión de acuerdo a la Reivindicación 20, caracterizado porque el elemento de molde interno es un elemento elastomérico.

31. El conjunto de moldeo a presión de acuerdo a la Reivindicación 20, caracterizado porque el elemento de molde interno es un elemento cilíndrico rígido que puede expandirse y contraerse suficientemente para permitir el moldeo del recubrimiento y la liberación del recubrimiento del mismo.

Resumen de la invención

CAÑOS DE ACERO RECUBIERTOS CON CONCRETO O MORTERO MOLDEADOS A PRESIÓN Y MÉTODOS DE FABRICACIÓN DE LOS MISMOS

Los caños de acero recubiertos moldeados a presión comprenden un recubrimiento de concreto o mortero anular a lo largo de un diámetro interno, y una carcasa metálica que rodea el recubrimiento, en tanto el recubrimiento está en contacto directo con la carcasa metálica. El espesor de pared del recubrimiento puede oscilar entre 10 y 50 veces el espesor de la carcasa metálica. El caño puede ser recubierto con un material dieléctrico. Un conjunto de moldeo usado para fabricar el caño incluye una cámara para una composición de concreto o mortero anular formada entre la carcasa metálica y un elemento de molde interno. Se utiliza agua presurizada en el sistema de molde para presurizar la composición de concreto o mortero y ejercer una presión deseada sobre la carcasa metálica mientras la composición se cura en el molde. Una vez alcanzado el grado deseado de curado, la presión es retirada haciendo que la carcasa metálica ejerza una fuerza de compresión deseada sobre el recubrimiento curado.

115

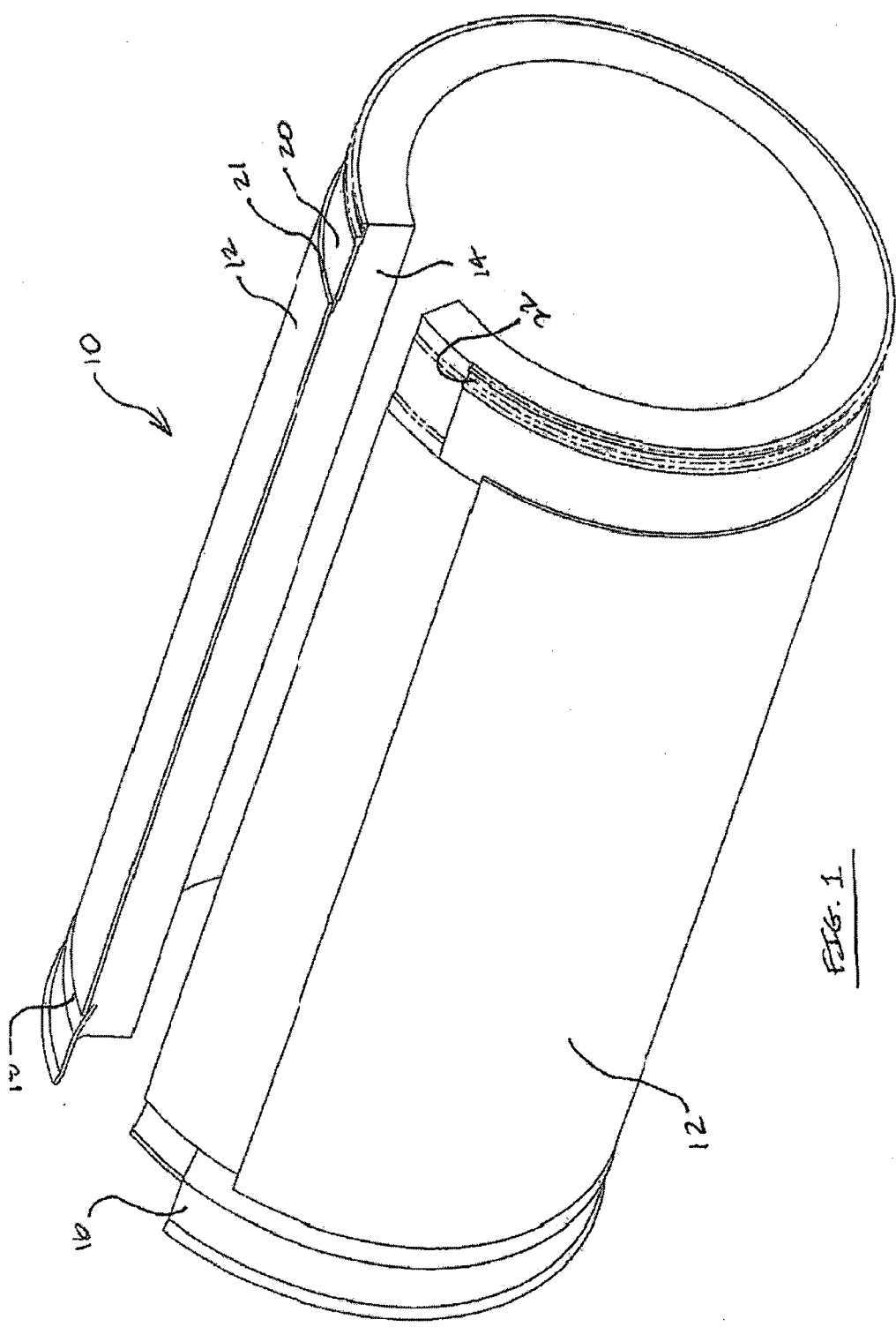


FIG. 1

116

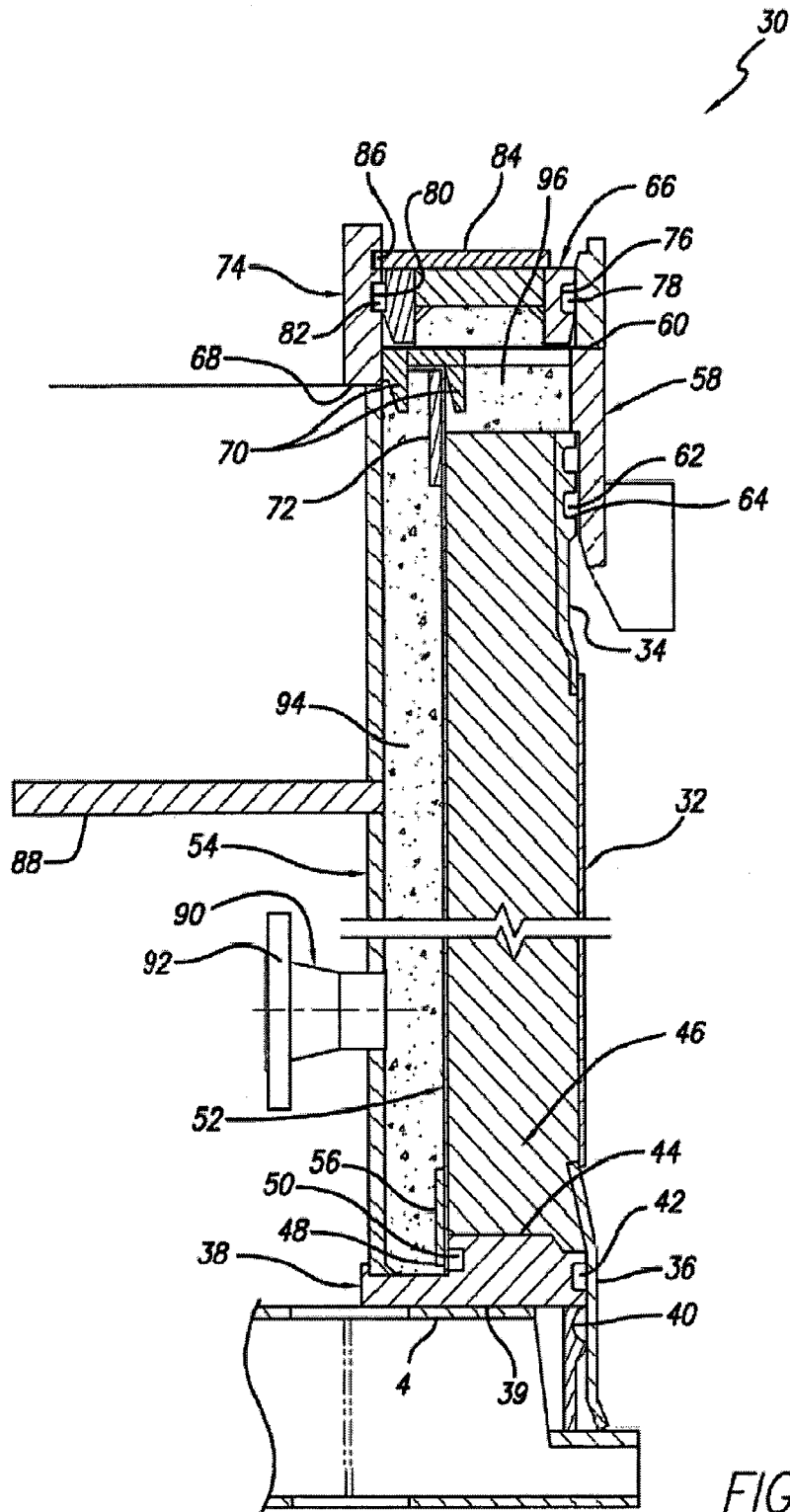


FIG. 2

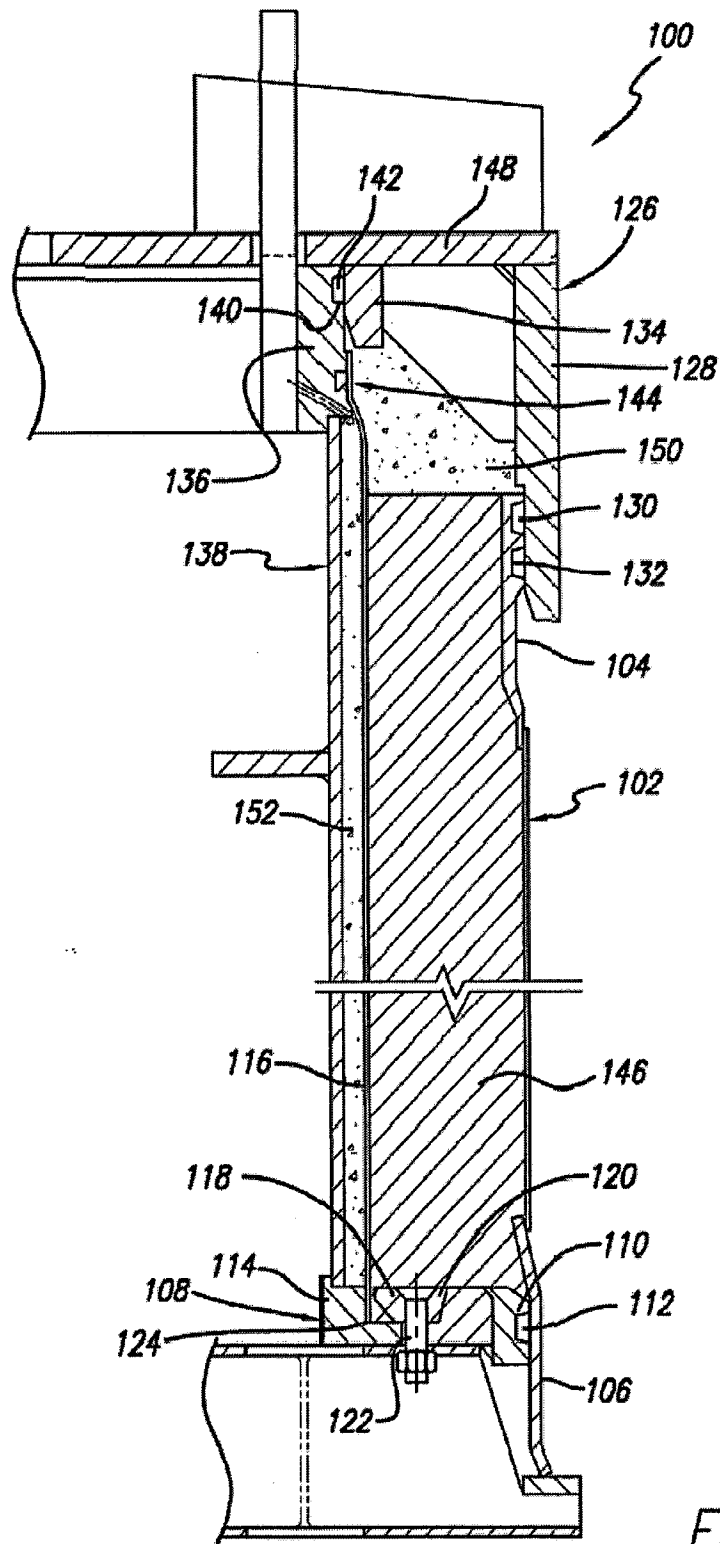


FIG. 4

119

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/US2009/039091

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER INV. F16L9/02 F16L9/08 F16L58/06 B28B11/00		
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
B. FIELDS SEARCHED Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) F16L B28B		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used) EP0-Internal		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	FR 1 264 614 A (MAURICE ALFRED ALEXANDRE SADOULET) 23 June 1961 (1961-06-23) page 1, left-hand column, paragraph 2 page 1, left-hand column, paragraph 3 page 1, right-hand column, paragraph 3 page 2, left-hand column, paragraph 3-5 page 2, right-hand column, paragraph 1 page 3, left-hand column, paragraph 2 figures -----	1-31
☐ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☒ See patent family annex.		
* Special categories of cited documents : "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier document but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art. "&" document member of the same patent family		
Date of the actual completion of the international search 4 December 2009		Date of mailing of the international search report 16/12/2009
Name and mailing address of the ISA/ European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016		Authorized officer Durrenberger, Xavier

Industria y Comercio SUPERINTENDENCIA		SUPERINTENDENCIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO DIVISION DE NUEVAS CREACIONES EXTRACTO PARA PUBLICACIÓN SOLICITUD DE PATENTE DE INVENCION PCT	
(21) N° de solicitud:		(51) Int Cl: F16L 009/002	
22) Fecha de solicitud:		(71) Solicitante(s) AMERON INTERNATIONAL	
(30) Prioridad	(31) Prioridad 12/061,263	(32) Fecha 02/04/2008	(33) País US
		(72) Inventor(es) RALPH S. FRIEDRICH Y OTROS	
		(74) Apoderado: LUZ CLEMENCIA DE PAEZ	
(85) Fecha limite inicio fase nacional: 02/11/2010		(87) Publicación internacional	
(86) Datos relativos a la presentación de la solicitud PCT		Fecha: 19/11/2009	
Fecha de presentación de la solicitud: 01/04/2009		N° publicación: WO 2009/139974 A3	
No. de solicitud PCT/US2009/039091			
(54) Titulo: CAÑOS DE ACERO RECUBIERTOS CON CONCRETO O MORTERO MOLDEADOS A PRESIÓN Y MÉTODOS DE FABRICACIÓN DE LOS MISMOS			

Reivindicación(es):

- Un caño de acero recubierto moldeado a presión, caracterizado porque comprende:
un recubrimiento de concreto o mortero anular que forma un diámetro interno del caño;
una carcasa metálica que rodea el recubrimiento;
en tanto el recubrimiento está en contacto directo con una superficie de pared interna de la carcasa metálica, y se encuentra en estado de compresión mediante la carcasa metálica.
- El caño de acuerdo a la Reivindicación 1, caracterizado porque la relación del espesor de pared entre el recubrimiento y la carcasa metálica oscila aproximadamente entre 5:1 y 80:1.
- El caño de acuerdo a la Reivindicación 1, caracterizado porque la relación del espesor de pared entre el recubrimiento y la carcasa metálica oscila aproximadamente entre 10:1 y 50:1.
- El caño de acuerdo a la Reivindicación 1, caracterizado porque el espesor de pared de la carcasa metálica oscila aproximadamente entre 0.06 y 0.75 pulgadas, y el espesor de pared del recubrimiento oscila aproximadamente entre 1.5 y 10 pulgadas.
- El caño de acuerdo a la Reivindicación 1, caracterizado porque comprende además un recubrimiento de material dieléctrico dispuesto a lo largo de la superficie externa de la carcasa metálica.
- El caño de acuerdo a la Reivindicación 1, caracterizado porque el recubrimiento de concreto se realiza in situ mientras una composición de concreto o mortero sin curar y la carcasa metálica son presurizadas para colocar al recubrimiento en un estado de compresión cuando el recubrimiento se cura y la presión es liberada.
- Un caño de acero recubierto moldeado a presión, caracterizado porque comprende:
un recubrimiento de concreto o mortero anular que forma un diámetro interno del caño;

- a carcasa metálica que rodea el recubrimiento y posee un espesor de pared que oscila aproximadamente entre 0.06 y .75 pulgadas;
- en tanto el recubrimiento tiene un espesor de pared que representa aproximadamente entre 10 y 50 veces el espesor de la pared de la carcasa, en tanto el recubrimiento está en contacto directo con la superficie de pared interna de la carcasa metálica, en tanto el recubrimiento es colocado en un estado de compresión por acción de la carcasa metálica.
- Un método de fabricación de un caño de acero recubierto moldeado a presión caracterizado porque comprende los pasos de:
suministrar un volumen de una composición de concreto o mortero a un molde formado entre una carcasa metálica a lo largo de un diámetro externo y un elemento central móvil a lo largo de un diámetro interno;
someter la composición a una fuerza de compresión para expandir la carcasa metálica;
liberar la fuerza de compresión una vez que la composición de concreto o mortero ha alcanzado cierto grado de curado para formar un recubrimiento de concreto o mortero, en tanto el paso de liberación hace que la carcasa metálica imponga una fuerza de compresión sobre el recubrimiento; y
extraer el elemento central móvil de un diámetro interno del recubrimiento.

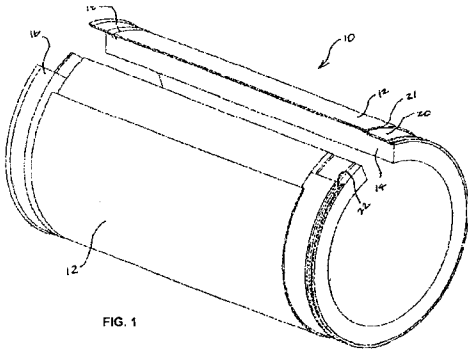


FIG. 1

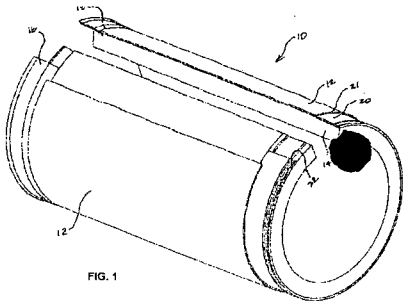


FIG. 1



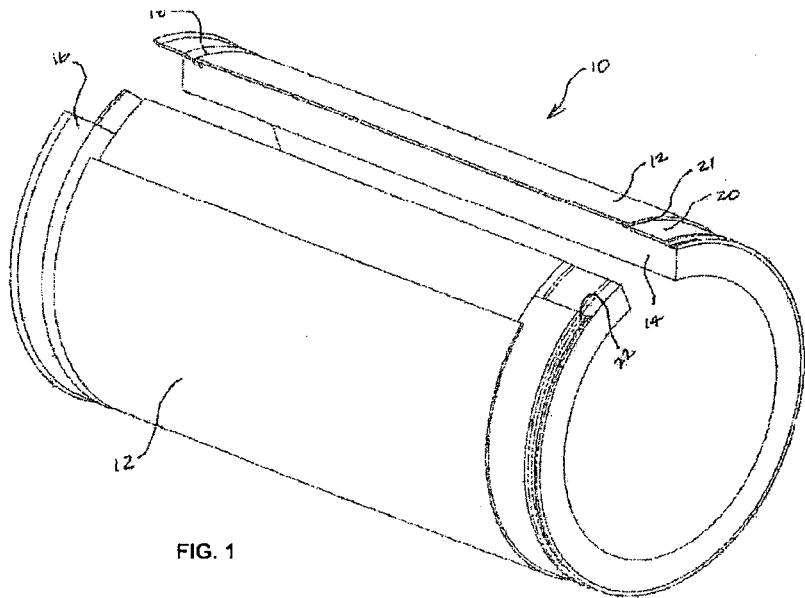


FIG. 1

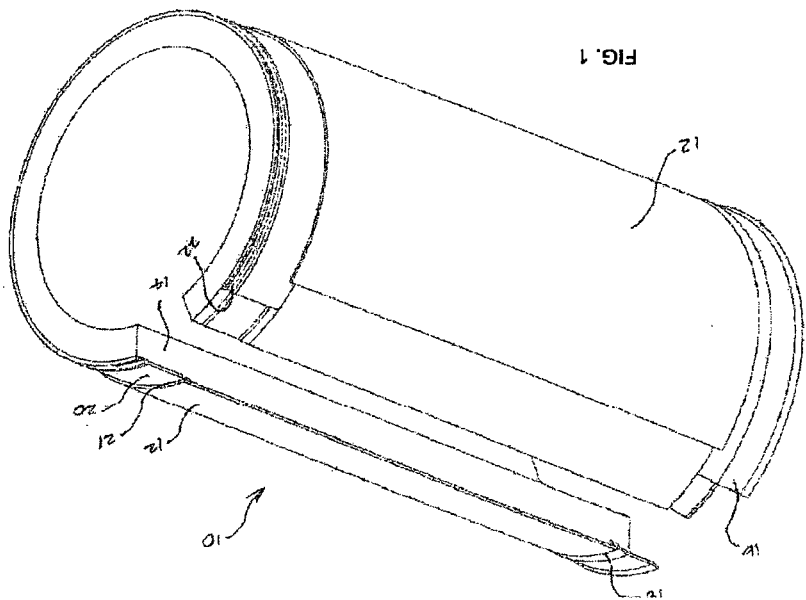


FIG. 1

123

SUPERINTENDENCIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO

SUPERINTENDENCIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO

NIT : 800



No. 10-121741- -00000-0000

RECIBO OFICIAL DE CAJA : 10 - 75,740
FECHA : SEPTIEMBRE 13 DE 2010

Fecha: 2010-10-01 11:18:48 Dep. 2020 DIR.NUEVASCR
Tra. 11 PATENTEIYII Eve: 379 FASENACIONALII
Act. 411 PRESENTACION Folios: 124

***** CONSIGNACION *****

DEPOSITANTE	TIPO PAGO	BANCO	CUENTA	No. PAGO	FECHA PAGO	Vr. PAGO
CAVELIER ABOGADOS	CONSIGNACION	BANCO DE BOGOTA	062754387	156794820	13/09/2010	45,370,000.00

***** CONCEPTO *****

CANT.	RENTISTICO	CONCEPTO	TOTAL CONCEPTO
1	50005-01-01 SOLICITUDES	1 TRAMITES DE SOL. DE PATENTE DE IN	554,000.00
		TOTAL :	\$ 554,000.00

SON: QUINIENTOS CINCUENTA Y CUATRO MIL PESOS

RESPONSABLE :

RECIBO DE CAJA APLICADO AL EXPEDIENTE No. _____

COLO: 17950-841-001-2.

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

124

SUPERINTENDENCIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO

NIT : 800176089-2

RECIBO OFICIAL DE CAJA : 10 - 75,739
FECHA : SEPTIEMBRE 13 DE 2010

SUPERINTENDENCIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO



No. 10-121741- -00000-0000

Fecha: 2010-10-01 11:18:48 Dep. 2020 DIR.NUEVASCR
Tra. 11 PATENTEIYII Eve: 379 FASENACIONALII
Act. 411 PRESENTACION Folios: 124

***** CONSIGNACION *****

DEPOSITANTE	TIPO PAGO	BANCO	CUENTA	No. PAGO	FECHA PGO	Vr. PAGO
CAVELIER ABOGADOS	CONSIGNACION	BANCO DE BOGOTA	062754387	156794820	13/09/2010	45,370,000.00

***** CONCEPTO *****

CANT.	RENTISTICO	CONCEPTO	TOTAL CONCEPTO
1	50005-01-01 SOLICITUDES	1 TRAMITES DE SOL. DE PATENTE DE IN	554,000.00
		TOTAL :	\$ 554,000.00

SON: QUINIENTOS CINCUENTA Y CUATRO MIL PESOS

RESPONSABLE :

RECIBO DE CAJA APLICADO AL EXPEDIENTE No. _____

Coto: J7910-841-001-2.

1. The first part of the document is a letter from the President of the United States to the Congress, dated January 3, 1862. It is a very important document, as it contains the President's annual message to Congress. The letter is written in a formal, dignified style, and it is one of the most important documents in the history of the United States.

2. The second part of the document is a report from the Secretary of the Treasury, dated January 3, 1862. It is a very important document, as it contains the Secretary's annual report to Congress. The report is written in a formal, dignified style, and it is one of the most important documents in the history of the United States.

3. The third part of the document is a report from the Secretary of the Interior, dated January 3, 1862. It is a very important document, as it contains the Secretary's annual report to Congress. The report is written in a formal, dignified style, and it is one of the most important documents in the history of the United States.

4. The fourth part of the document is a report from the Secretary of the War, dated January 3, 1862. It is a very important document, as it contains the Secretary's annual report to Congress. The report is written in a formal, dignified style, and it is one of the most important documents in the history of the United States.

5. The fifth part of the document is a report from the Secretary of the Navy, dated January 3, 1862. It is a very important document, as it contains the Secretary's annual report to Congress. The report is written in a formal, dignified style, and it is one of the most important documents in the history of the United States.



No. 10-121741- -00000-0000

Fecha: 2010-10-01 11:18:48 Dep. 2020 DIR.NUEVASCR
Tra. 11 PATENTEIYII Eve: 379 FASENACIONALI
Act. 411 PRESENTACION Folios: 124

PATENTE DE INVENCION ☐

MODELO DE UTILIDAD ☐

Art 33 Decisión 486/00

☐	Indicación que se solicita una patente.
☐	Datos de identificación del solicitante o de la persona que presenta la solicitud
☐	Descripción de la invención
☐	Dibujos de ser estos pertinentes
☐	Comprobante de pago de las tasas establecidas (De ser el caso formato de descuento)
Completa ☐	Incompleta ☐

PATENTE DE INVENCION PCT ☐

MODELO DE UTILIDAD PCT ☐

Art.33 Decisión 486/00, Circular Única

☐	Indicación que se solicita una PCT
☐	Copia de la solicitud en español, tal como fue presentada inicialmente (capítulo descriptivo, reivindicatorio, resumen)
☐	Dibujos de ser estos pertinentes
☐	Comprobante de pago de las tasas establecidas (de ser el caso formato de descuento)
Completa ☐	Incompleta ☐

DISEÑO INDUSTRIAL ☐

(Art. 119 Decisión 486/00)

☐	Indicación que se solicita Diseño industrial
☐	Datos de identificación del solicitante o de la persona que presenta la solicitud
☐	Representación gráfica y fotográfica del Diseño industrial o muestra del material que incorpora el diseño
☐	Comprobante de pago de las tasas establecidas
Completa ☐	Incompleta ☐

ESQUEMA DE TRAZADO ☐

(Art. 92 Decisión 486/00)

☐	Indicación que se solicita un esquema de trazado
☐	Datos de identificación del solicitante o de la persona que presenta la solicitud
☐	Representación gráfica de un esquema de trazado
☐	Comprobante de pago de las tasas establecidas
Completa ☐	Incompleta ☐



Bogotá D.C.,
2020

Doctor(a)
SUAREZ DE PAEZ LUZ CLEMENCIA
Apoderado(a) y/o Representante de
AMERON INTERNATIONAL CORPORATION

REFERENCIA	Radicación No.	10 121741
	Solicitud internacional	PCT/US2009/039091
	Fecha inicio fase nacional	02/11/2010
	Trámite	11
	Evento	379
	Actuación	430
	Oficio No.	15277

Como resultado del examen de forma, realizado con fundamento en el artículo 38 de la Decisión 486 de la Comisión de la Comunidad Andina, artículo 27 del Tratado de Cooperación en Materia de Patentes (PCT), regla 51 bis del Reglamento y Circular Única de la Superintendencia de Industria y Comercio, se le comunica que:

1. La solicitud no contiene el poder debidamente otorgado, con el lleno de los requisitos exigidos por los artículos 63 y subsiguientes del Código de Procedimiento Civil. Adicionalmente, deberá presentar el documento que acredita la existencia y representación legal de la sociedad solicitante, cuando ésta fuere persona jurídica.
2. La solicitud no contiene la copia del documento en que consta la cesión del derecho a la patente del inventor al solicitante o a su causante, conforme a lo establecido por el artículo 26 literal k) de la Decisión 486 de la Comisión de la Comunidad Andina. Cuando se trate de documentos otorgados en el extranjero, estos deberán legalizarse de conformidad con lo dispuesto por los artículos 259 y 260 del Código de Procedimiento Civil. Cuando se trate de las declaraciones a que hace referencia la Regla 4.17 ii) del Tratado de Cooperación en Materia de Patentes PCT., el alcance de las tales declaraciones se determinará según indiquen claramente una cesión de derechos del inventor al solicitante o su causante, de conformidad con lo dispuesto en el numeral 5.2.15 del Capítulo Quinto, Título X de la Circular Única de Superintendencia de Industria y Comercio.

En cumplimiento de lo dispuesto por el artículo 39 de la Decisión 486, se le requiere para que dentro del término de dos meses siguientes a la fecha de notificación del presente oficio, complete los requisitos anteriormente enunciados. En caso de no dar cumplimiento al presente requerimiento, la solicitud se considerará abandonada y perderá su prelación.

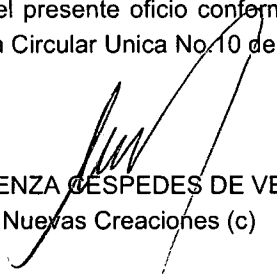
Continúa en la página siguiente...



Continuación radicado No: 10 121741



Notifíquese el presente oficio conforme a lo dispuesto en el numeral 5.2, literal e), del capítulo quinto del título primero de la Circular Unica No. 10 de 2001.


ALIX CARMENZA CÉSPEDES DE VERGEL
Directora de Nuevas Creaciones (c)

El anterior requerimiento fue notificado por fijación en lista de fecha
adpa11

26 NOV. 2010