



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 102936941 B

(45) 授权公告日 2015. 06. 03

(21) 申请号 201210413496. 6

1-7.

(22) 申请日 2012. 10. 24

JP 特开 2012237162 A, 2012. 12. 06, 全文.

(73) 专利权人 南京林业大学

吴刚等. 钢丝绳缠绕抗震加固大截面尺寸混

地址 210037 江苏省南京市龙蟠路 159 号

凝土矩形柱的试验研究. 《建筑结构》. 2007, 第 37 卷 31-33.

专利权人 东南大学

审查员 刘钊

北京特希达科技有限公司

(72) 发明人 魏洋 吴刚 吴智深 蒋剑彪

张敏

(51) Int. Cl.

E04C 3/34(2006. 01)

(56) 对比文件

CN 202248269 U, 2012. 05. 30, 说明书的实施
例, 附图 1.

CN 101089335 A, 2007. 12. 19, 说明书第 3 页
第 1-6 段.

CN 202826546 U, 2013. 03. 27, 权利要求

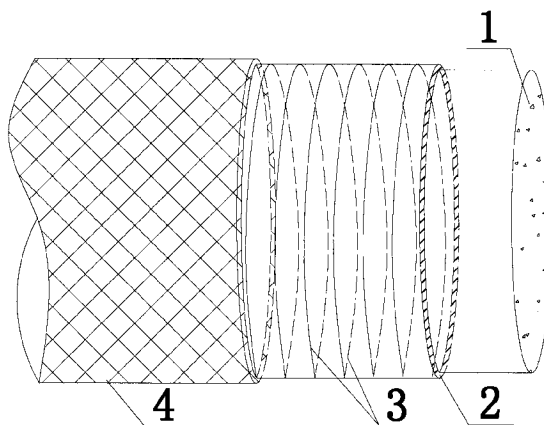
权利要求书1页 说明书5页 附图7页

(54) 发明名称

复合管混凝土组合结构

(57) 摘要

一种复合管混凝土组合结构, 其特征在于该结构包括内部混凝土 (1)、钢管 (2)、横向预应力钢丝 (3)、纤维增强塑料 (4); 其中, 横向预应力钢丝 (3) 通过对钢丝施加预应力横向连续均匀缠绕于钢管 (2) 的外壁, 纤维增强塑料 (4) 粘贴于最外层横向预应力钢丝 (3) 的外表面, 内部混凝土 (1) 填充于钢管 (2) 的内部; 横向预应力钢丝 (3) 的缠绕间距不大于 40mm。本发明克服了公知的钢管混凝土、FRP- 钢复合管混凝土结构所存在的缺陷, 具有屈服荷载高、承载力储备大、延性好、破坏模式缓和、耐久性好等优点, 尤其是其具有稳定、连续的下降阶段, 同时, 结构具有较低的造价。本发明结构适用于新建结构中的桩、柱、桥墩、拱肋, 以及现有钢筋混凝土结构、钢管混凝土结构中以受压为主的构件加固。



1. 桥墩复合管混凝土组合结构,其特征在于该结构包括内部混凝土(1)、钢管(2)、横向预应力钢丝(3)、纤维增强塑料(4);其中,横向预应力钢丝(3)通过对钢丝施加大小不变的预应力横向连续均匀缠绕于钢管(2)的外壁,纤维增强塑料(4)粘贴于最外层横向预应力钢丝(3)的外表面,内部混凝土(1)填充于钢管(2)的内部,顺着钢管(2)的轴向沿钢管(2)四周均匀设置纵向钢丝(5),纵向钢丝(5)在钢管(2)两端临时固定;横向预应力钢丝(3)和纤维增强塑料(4)各为1层及1层以上,其钢丝或纤维方向与钢管横向倾角在 -30° 至 30° 之间,各层钢丝及纤维方向可以相同或不同,横向预应力钢丝(3)的缠绕间距不大于40mm,其抗拉强度大于等于1000MPa,直径为0.1mm~5mm;横向预应力钢丝(3)通过环氧树脂、乙烯基树脂、聚氨酯树脂或环氧砂浆实现与钢管(2)的粘结。

2. 根据权利要求1所述的桥墩复合管混凝土组合结构,其特征在于纵向钢丝(5)的层数不受限制,可为0层、1层或1层以上,设置于横向预应力钢丝(3)与钢管(2)之间或横向预应力钢丝(3)的各层之间。

3. 根据权利要求1所述的桥墩复合管混凝土组合结构,其特征在于横向预应力钢丝(3)中的有效预应力不小于100MPa。

4. 根据权利要求1所述的桥墩复合管混凝土组合结构,其特征在于横向预应力钢丝(3)为普通钢丝、镀锌钢丝或不锈钢钢丝中的一种,其结构形式为1根 \times 1股、1根 \times n股或m根 \times n股中的一种。

5. 根据权利要求1所述的桥墩复合管混凝土组合结构,其特征在于纤维增强塑料(4)的纤维增强体为玻璃纤维、碳纤维、芳纶纤维、玄武岩纤维或聚酯纤维中的一种或是其中的几种混杂而成,并浸渍环氧树脂、乙烯基树脂或聚氨酯树脂实现与横向预应力钢丝(3)外壁的粘结。

6. 根据权利要求1所述的桥墩复合管混凝土组合结构,其特征在于内部混凝土(1)内部设置有钢筋骨架或型钢骨架,钢筋骨架由纵、横向钢筋绑扎或焊接形成。

7. 根据权利要求1所述的桥墩复合管混凝土组合结构,其特征在于内部混凝土(1)为自密实微膨胀混凝土。

复合管混凝土组合结构

技术领域

[0001] 本发明涉及一种混凝土结构,尤其是一种复合管混凝土组合结构,属于土木建筑结构技术领域。

背景技术

[0002] 多年来国内外学者对钢管混凝土结构进行了大量的研究与应用,其具有抗震性能好和施工方便等优点,同时也认识到钢管混凝土结构具有以下缺陷与不足:钢管既要承受弯矩和轴向荷载产生的竖向应力,又要承受剪力和混凝土膨胀产生的横向应力,双向应力状态将降低钢管的约束效应,提前钢管的局部屈曲,低周反复荷载试验表明,这种局部屈曲将导致不稳定的滞回循环,降低构件的延性,并且这种失效难以修复;由于钢的弹塑性应力-应变关系,一旦钢管屈服其约束力将限于定值,构件承载力不再增加,安全储备低;钢管采用的钢材强度较低,对于大型的高轴力混凝土结构,必须采用厚壁钢管,用钢量大,加工困难,不经济;钢管面临锈蚀、耐久性难题。

[0003] 纤维增强塑料(FRP)具有轻质、高强、耐腐蚀的优良特性,在土木工程抗震加固、补强领域得到了普遍应用,根据纤维增强体的不同,FRP可分为玻璃纤维增强塑料(GFRP)、碳纤维增强塑料(CFRP)、芳纶纤维增强塑料(AFRP)、玄武岩纤维增强塑料(BFRP)等,无论何种纤维增强塑料,其拉伸极限断裂都为脆性断裂,并表现为线性的应力-应变关系,简单的将FRP缠绕在钢管混凝土外以期改善钢管混凝土结构的性能,如中国专利第“201120387820.2”号,公开了一种“一种纤维-钢复合管钢筋混凝土桥墩”,虽然一定程度地克服了钢管混凝土桥墩的缺陷,但其仍然存在以下应用难题:由于FRP的应变滞后,FRP丝毫不能改变结构的屈服荷载;由于FRP的极限应变能力低,结构屈服后至FRP断裂所经历的变形很小,与结构延性要求不相符;由于FRP的断裂脆性,达到峰值荷载FRP断裂时,破坏模式剧烈,承载能力下降速度快;由于FRP的造价高昂,常规缠绕量的FRP难以获得大的承载力的提高。

[0004] 本发明提供一种复合管混凝土组合结构,以克服现有技术中存在的缺陷,满足工程的应用需要。

发明内容

[0005] 本发明的目的是提供一种复合管混凝土组合结构,以期解决现有钢管混凝土结构、FRP-钢复合管混凝土结构的缺陷,使得结构具有较高的屈服荷载、足够的承载力储备、延性和缓和的破坏模式。此结构同时适用于新建结构中的桩、柱、桥墩、拱肋,以及现有钢筋混凝土结构、钢管混凝土结构中以受压为主的构件加固。

[0006] 为此,本发明提供一种复合管混凝土组合结构,该结构包括内部混凝土、钢管、横向预应力钢丝、纤维增强塑料;其中,横向预应力钢丝通过对钢丝施加预应力横向连续均匀缠绕于钢管的外壁,纤维增强塑料粘贴于最外层横向预应力钢丝的外表面,内部混凝土填充于钢管的内部;横向预应力钢丝和纤维增强塑料各为1层及1层以上,其钢丝或纤维方向

与钢管横向倾角在 -30° 至 30° 之间,各层钢丝及纤维方向可以相同或不同,横向预应力钢丝的缠绕间距不大于 40mm;横向预应力钢丝通过环氧树脂、乙烯基树脂、聚氨酯树脂或环氧砂浆实现与钢管的粘结。

[0007] 在本发明的结构中,内部混凝土在受压时,由于横向预应力钢丝在缠绕过程中建立了一定的预拉应力,横向预应力钢丝与钢管之间不存在应变滞后,横向预应力钢丝与钢管同时发挥约束作用,因此结构的屈服荷载得到了有效地大幅度提高,在结构屈服后,纤维增强塑料对核心混凝土的约束作用逐渐产生,核心混凝土的承载力得到进一步的提高,在纤维增强塑料发生断裂后,作为约束增强主体的横向预应力钢丝继续产生约束作用,仍然能够维持结构持续的承载力增长,由于弹塑性钢丝的极限应变很大,结构屈服后至对应最大荷载横向预应力钢丝首次断裂时,结构具备发生较大变形的能力,同时,由于横向预应力钢丝的缠绕间距不大于 40mm,可保证各环横向预应力钢丝断裂过程相互独立,也即各环横向预应力钢丝在承载过程中相继依次断裂,每一环横向预应力钢丝断裂产生结构承载力的一个小幅度下降,从而使得结构由最大承载力下降至残余承载力缓慢发生,实现了结构缓和的破坏模式,在因大量横向预应力钢丝断裂而失去对钢管的有效约束时,依然有钢管对内部混凝土约束,从而保证结构具有一定的残余承载力。

[0008] 在本发明的结构中,可根据需要,顺着钢管的轴向沿钢管四周均匀设置纵向钢丝,纵向钢丝的层数不受限制,可为 0 层、1 层或 1 层以上,设置于横向预应力钢丝与钢管之间或横向预应力钢丝的各层之间,通过纵向钢丝的增强,以实现对结构纵向抗弯承载力的提高。

[0009] 所述的横向预应力钢丝中的有效预应力不小于 100MPa,以防止横向预应力钢丝的应变滞后,并提高在日常使用荷载下横向预应力钢丝的作用发挥。

[0010] 所述的钢丝为抗拉强度大于等于 1000MPa 的普通钢丝、镀锌钢丝或不锈钢钢丝,单束钢丝的结构形式为 1(根)×1(股)、1(根)×n(股)或 m(根)×n(股)中的一种,单束钢丝直径为 0.1mm ~ 5mm,由于单束钢丝直径较小,预应力建立过程简单易行。

[0011] 所述的纤维增强塑料的纤维增强体为玻璃纤维、碳纤维、芳纶纤维、玄武岩纤维或聚酯纤维中的一种或是其中的几种混杂而成,并浸渍环氧树脂、乙烯基树脂或聚氨酯树脂实现与横向预应力钢丝外壁的粘结。

[0012] 所述的内部混凝土内部设置有钢筋骨架或型钢骨架,钢筋骨架由纵、横向钢筋绑扎或焊接形成。

[0013] 所述的内部混凝土为自密实微膨胀混凝土。

[0014] 本发明克服了公知的钢管混凝土、FRP-钢复合管混凝土结构所存在的缺陷,具有屈服荷载高、承载力储备大、延性好、破坏模式缓和、耐久性好等优点,尤其是其具有稳定、连续的下降阶段,同时,结构具有较低的造价。具体有益效果如下:

[0015] (1) 屈服荷载高。由于横向预应力钢丝预先建立的预拉应力,使得横向预应力钢丝与钢管能够同时发挥约束作用,相对普通钢管混凝土结构,屈服荷载得到大大提高,从而降低钢管的设计厚度,另外,相对于常规 FRP-钢复合管混凝土结构,纤维增强体在浸胶之前的强度极低,在纤维增强塑料内是无法实现预应力的。

[0016] (2) 承载力储备大。横向预应力钢丝的抗拉强度大于等于 1000MPa,远远大于钢管材料的屈服强度,承载力提高效果极其显著,屈服后结构承载力继续上升的空间大,安全储备大。

[0017] (3) 延性好。由于横向预应力钢丝的弹塑性、大应变等力学特点以及内部钢管的高延性,使得结构在屈服后至最大荷载以及最终下降至残余承载力,结构具备发生较大变形的能力,从而表现良好的延性。

[0018] (4) 破坏模式缓和。小间距(不大于 40mm)、小直径(0.1mm~5mm)的横向预应力钢丝约束从根本上转变了常规 FRP-钢复合管混凝土结构的脆性破坏模式,各环横向预应力钢丝相继依次断裂并相互独立,获得了最大荷载之后的稳定的、连续的下降阶段,破坏模式缓和。

[0019] (5) 耐久性好。由于纤维增强塑料的抗腐蚀性,为横向预应力钢丝、纵向钢丝、钢管等提供了耐久性保护。

[0020] (6) 造价低。充分利用了传统材料——钢丝,获得较高的性能的同时,具有较低的成本。

[0021] 本发明结构,充分利用了混凝土、钢管、钢丝、纤维增强塑料等多种材料的优势特点,取得了较好的综合性能。

附图说明:

[0022] 图 1 是无纵向钢丝的复合管混凝土组合结构的横截面示意图;

[0023] 图 2 是无纵向钢丝的复合管混凝土组合结构的构造示意图;

[0024] 图 3 是 1 层纵向钢丝、1 层横向预应力钢丝的复合管混凝土组合结构的横截面示意图;

[0025] 图 4 是 1 层纵向钢丝、1 层横向预应力钢丝的复合管混凝土组合结构的构造示意图;

[0026] 图 5 是 2 层纵向钢丝、2 层横向预应力钢丝的复合管混凝土组合结构的横截面示意图;

[0027] 图 6 是 2 层纵向钢丝、2 层横向预应力钢丝的复合管混凝土组合结构的构造示意图;

[0028] 图 7 是本发明复合管混凝土组合结构与钢管 /FRP-钢复合管混凝土结构的受压应力-应变曲线比较。

[0029] 在附图 1~附图 6,1 为内部混凝土、2 为钢管、3 为横向预应力钢丝、4 为纤维增强塑料及 5 为纵向钢丝。

[0030] 在附图 7 中,所示曲线分别为:A 为钢管混凝土结构的受压应力-应变曲线;B 为 FRP-钢复合管混凝土结构受压应力-应变曲线;C 为本发明复合管混凝土组合结构受压应力-应变曲线;在本发明复合管混凝土组合结构受压应力-应变曲线中,a 为弹性阶段、b 为屈服与强化阶段、c 为下降阶段、d 为残余阶段,P 为屈服点,K 为各环钢丝断裂点。

具体实施方式:

[0031] 为了对本发明的技术特征、目的和效果有更加清楚的理解,现对照附图说明本发明的具体实施方式。本发明提供一种复合管混凝土组合结构,其特征在于该结构包括内部混凝土 1、钢管 2、横向预应力钢丝 3、纤维增强塑料 4;其中,横向预应力钢丝 3 通过对钢丝施加预应力横向连续均匀缠绕于钢管 2 的外壁,纤维增强塑料 4 粘贴于最外层横向预应力

钢丝 3 的外表面,内部混凝土 1 填充于钢管 2 的内部;横向预应力钢丝 3 和纤维增强塑料 4 各为 1 层及 1 层以上,其钢丝或纤维方向与钢管横向倾角在 -30° 至 30° 之间,各层钢丝及纤维方向可以相同或不同,横向预应力钢丝 3 的缠绕间距不大于 40mm;横向预应力钢丝 3 通过环氧树脂、乙烯基树脂、聚氨酯树脂或环氧砂浆实现与钢管 2 的粘结。

[0032] 在本发明的结构中,可根据需要,顺着钢管 2 的轴向沿钢管 2 四周均匀设置纵向钢丝 5,纵向钢丝 5 的层数不受限制,可为 0 层、1 层或 1 层以上,设置于横向预应力钢丝 3 与钢管 2 之间或横向预应力钢丝 3 的各层之间。

[0033] 具体实施中,首先将钢管 2 表面打磨除锈,确定横向预应力钢丝 3 的缠绕间距、角度和层数,各层横向预应力钢丝 3 的缠绕间距、角度可以根据需要设计,随后进行横向预应力钢丝 3 的缠绕,缠绕过程中始终保持横向预应力钢丝 3 的预拉力大小不变,并涂刷、浸渍环氧树脂、乙烯基树脂、聚氨酯树脂或环氧砂浆实现与钢管 2 的粘结,每一层横向预应力钢丝 3 缠绕完成,依次进行下一层横向预应力钢丝 3 的缠绕,最后缠绕纤维增强体并浸渍环氧树脂、乙烯基树脂或聚氨酯树脂,形成外层的纤维增强塑料 4,即完成复合管的制作。当设置纵向钢丝 5 时,纵向钢丝 5 布置于钢管 2 外壁表面或前一层横向预应力钢丝 3 的外壁表面,并应在钢管 2 两端临时固定,以保证后继工序中纵向钢丝 5 的位置固定。形成复合管后,运至施工现场安装固定,配制、浇筑内部混凝土 1。

[0034] 实施例一:

[0035] 如图 1、图 2,一种复合管混凝土组合结构,包括内部混凝土 1、钢管 2、横向预应力钢丝 3、纤维增强塑料 4;其中,横向预应力钢丝 3 通过对钢丝施加预应力横向连续均匀缠绕于钢管 2 的外壁,纤维增强塑料 4 粘贴于横向预应力钢丝 3 的外表面,内部混凝土 1 填充于钢管 2 的内部,横向预应力钢丝 3 和纤维增强塑料 4 各为 1 层。

[0036] 实施例二:

[0037] 如图 3、图 4,一种复合管混凝土组合结构,包括内部混凝土 1、钢管 2、横向预应力钢丝 3、纤维增强塑料 4、纵向钢丝 5;其中,横向预应力钢丝 3 通过对钢丝施加预应力横向连续均匀缠绕于钢管 2 的外壁,纤维增强塑料 4 粘贴于横向预应力钢丝 3 的外表面,内部混凝土 1 填充于钢管 2 的内部,横向预应力钢丝 3 和纤维增强塑料 4 各为 1 层。同时,在横向预应力钢丝 3 与钢管 2 之间设置了 1 层纵向钢丝 5,具体实施时,纵向钢丝 5 顺着钢管 2 的轴向沿钢管 2 四周均匀设置,并在钢管 2 两端临时固定后,依次缠绕横向预应力钢丝 3 和纤维增强塑料 4。

[0038] 实施例三:

[0039] 如图 5、图 6,一种复合管混凝土组合结构,包括内部混凝土 1、钢管 2、横向预应力钢丝 3、纤维增强塑料 4、纵向钢丝 5;其中,横向预应力钢丝 3 通过对钢丝施加预应力横向连续均匀缠绕于钢管 2 的外壁,纤维增强塑料 4 粘贴于横向预应力钢丝 3 的外表面,内部混凝土 1 填充于钢管 2 的内部,横向预应力钢丝 3 为 2 层,且 2 层的缠绕间距不同,纤维增强塑料 4 为 1 层。同时,在横向预应力钢丝 3 与钢管 2 之间及 2 层横向预应力钢丝 3 的之间各设置了 1 层纵向钢丝 5,具体实施时,纵向钢丝 5 应在下一层横向预应力钢丝 3 缠绕前顺着钢管 2 的轴向沿钢管 2 四周均匀设置,并在钢管 2 两端临时固定。

[0040] 如上所述的复合管混凝土组合结构,其特征在于横向预应力钢丝 3 中的有效预应力不小于 100MPa。

[0041] 如上所述的复合管混凝土组合结构,其特征在于钢丝为抗拉强度大于等于1000MPa的普通钢丝、镀锌钢丝或不锈钢钢丝,单束钢丝的结构形式为1根×1股、1根×n股或m根×n股中的一种,单束钢丝直径为0.1mm~5mm。

[0042] 如上所述的复合管混凝土组合结构,其特征在于纤维增强塑料4的纤维增强体为玻璃纤维、碳纤维、芳纶纤维、玄武岩纤维或聚酯纤维中的一种或是其中的几种混杂而成,并浸渍环氧树脂、乙烯基树脂或聚氨酯树脂实现与横向预应力钢丝3外壁的粘结。

[0043] 如上所述的复合管混凝土组合结构,其特征在于内部混凝土1内部设置有钢筋骨架或型钢骨架,钢筋骨架由纵、横向钢筋绑扎或焊接形成。

[0044] 如上所述的复合管混凝土组合结构,其特征在于内部混凝土1为自密实微膨胀混凝土。

[0045] 为了进一步说明本发明的工作原理与技术效果,图7示意了本发明的复合管混凝土组合结构与钢管/FRP-钢复合管混凝土结构的受压应力-应变曲线比较。复合管混凝土组合结构的受压应力-应变关系曲线表现为弹性阶段a、屈服与强化阶段b、下降阶段c和残余阶段d四个阶段,在承载过程中,横向预应力钢丝3与钢管2能够同时发挥约束作用,屈服点P的荷载值相对普通钢管混凝土结构得到大大提高;由于横向预应力钢丝3和纤维增强塑料4的约束作用,屈服后结构承载力继续上升,表现为屈服与强化阶段b,在横向预应力钢丝3断裂之前,结构能够发生较大的变形,表现出良好的延性;由于各环横向预应力钢丝3能够相继依次断裂,并相互独立,获得了最大荷载之后的稳定的、连续的下降阶段c,破坏模式缓和;在因大量横向预应力钢丝断裂而失去对钢管的有效约束时,钢管2可继续为内部混凝土1提供一定的约束力,保持结构较高的残余承载能力,即残余阶段d。本发明结构的受压应力-应变关系曲线,表现出屈服点高、安全储备大、延性好的良好特性,具备可设计的下降阶段及可设计的屈服与强化阶段。

[0046] 本发明与已有的钢管/FRP-钢复合管混凝土结构相比具有较大的优势,在地震、撞击、超载等突发事件下,可为结构的防倒塌、延迟倒塌提供可靠保障。

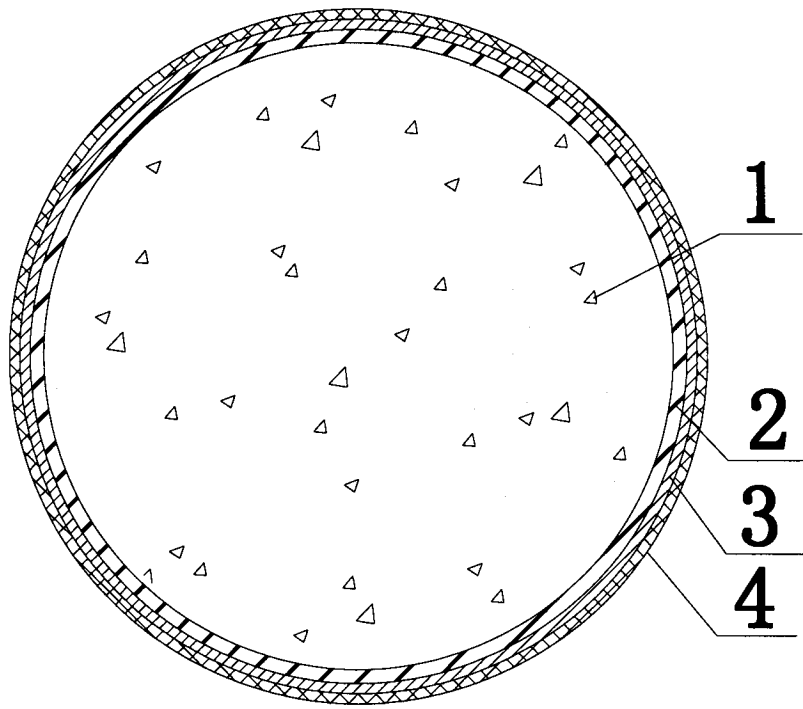


图 1

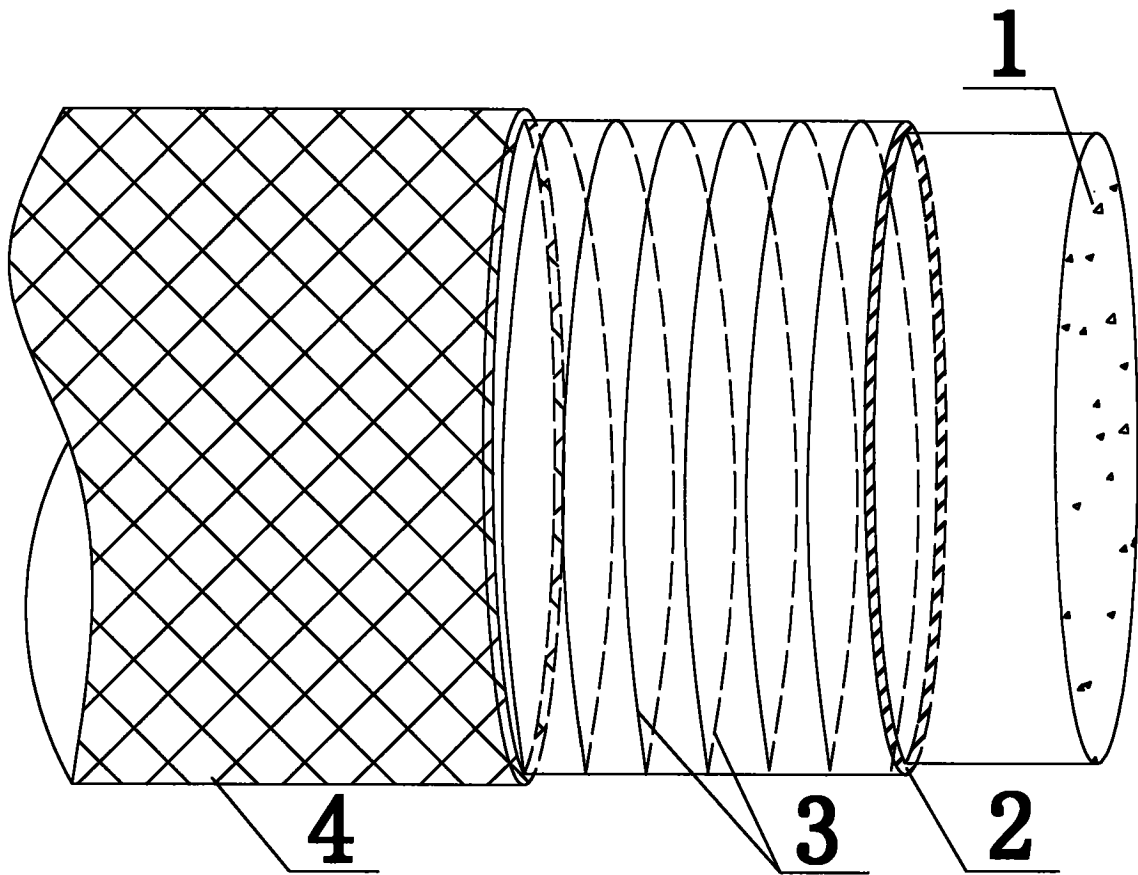


图 2

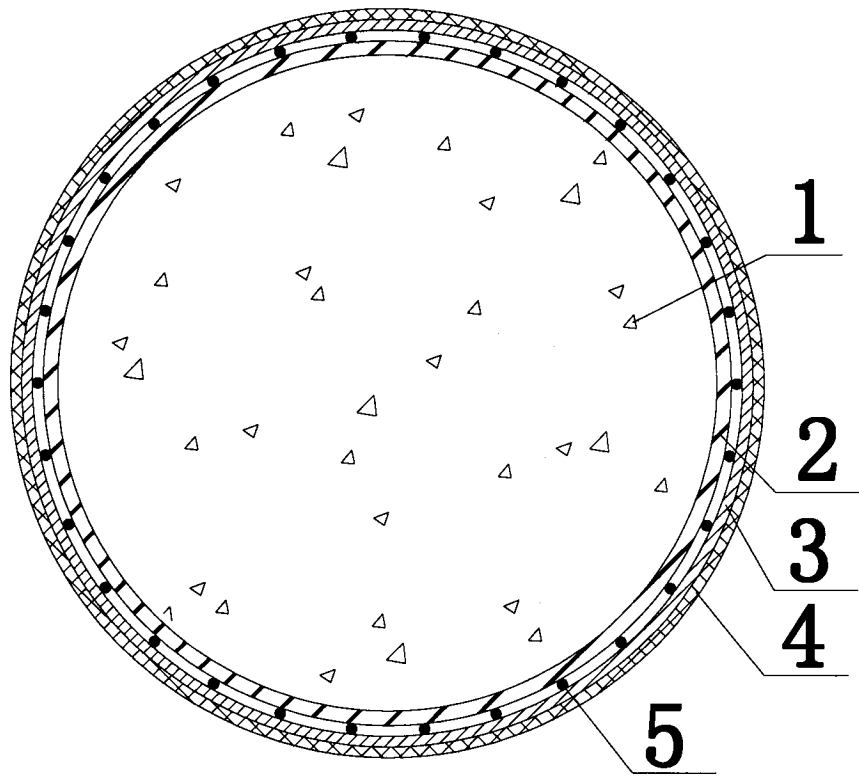


图 3

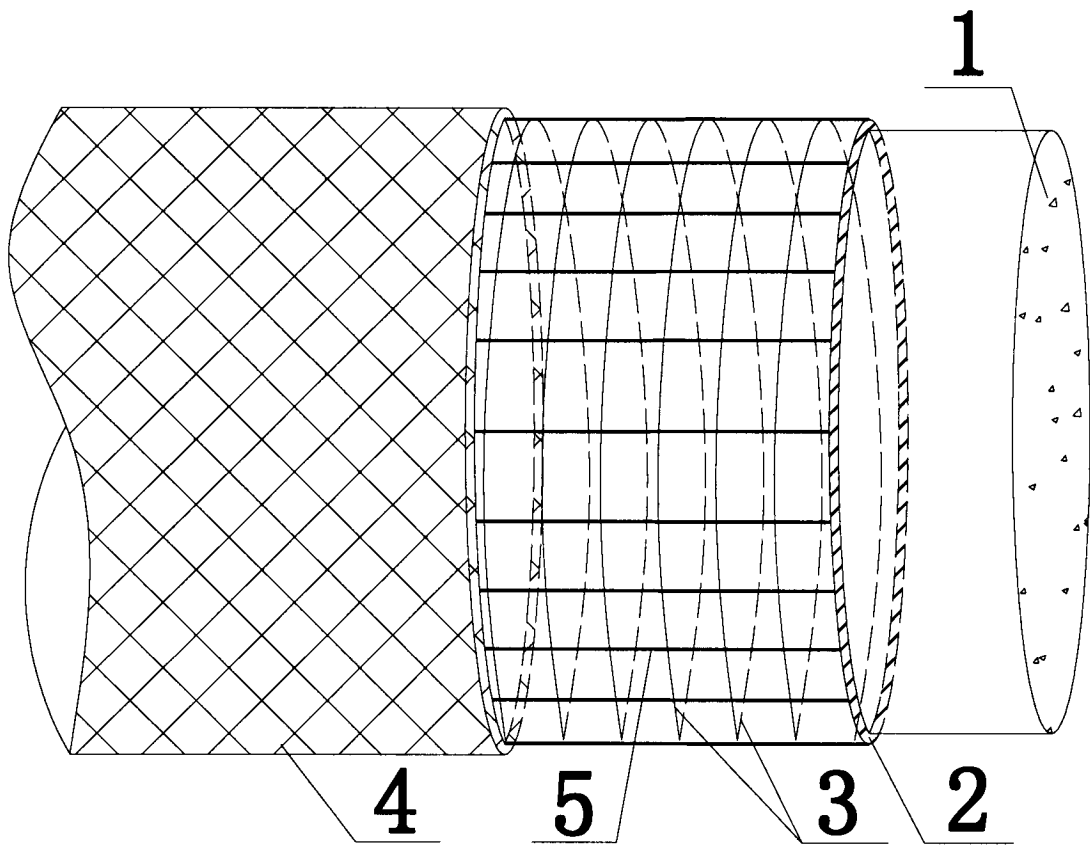


图 4

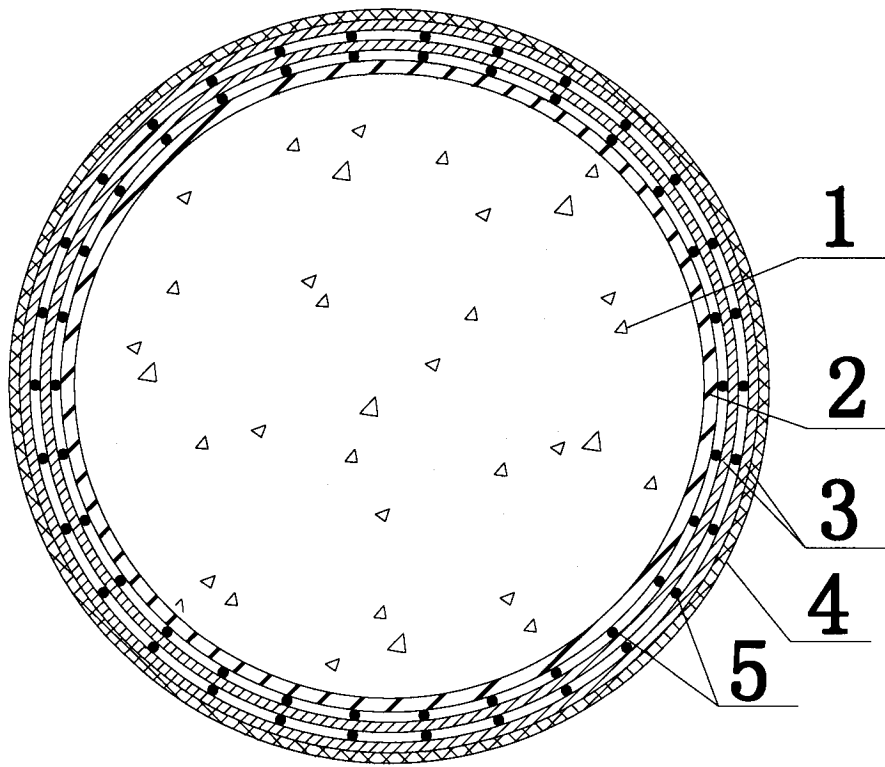


图 5

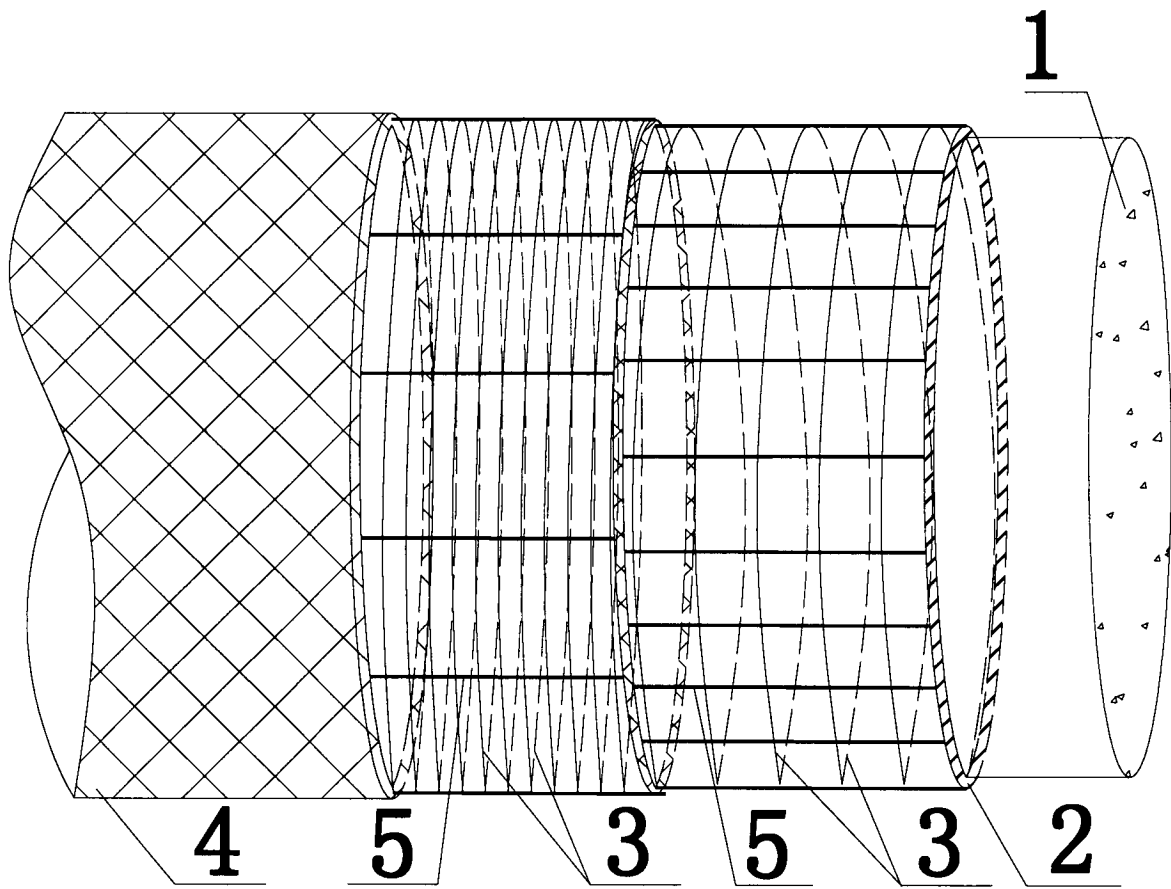


图 6

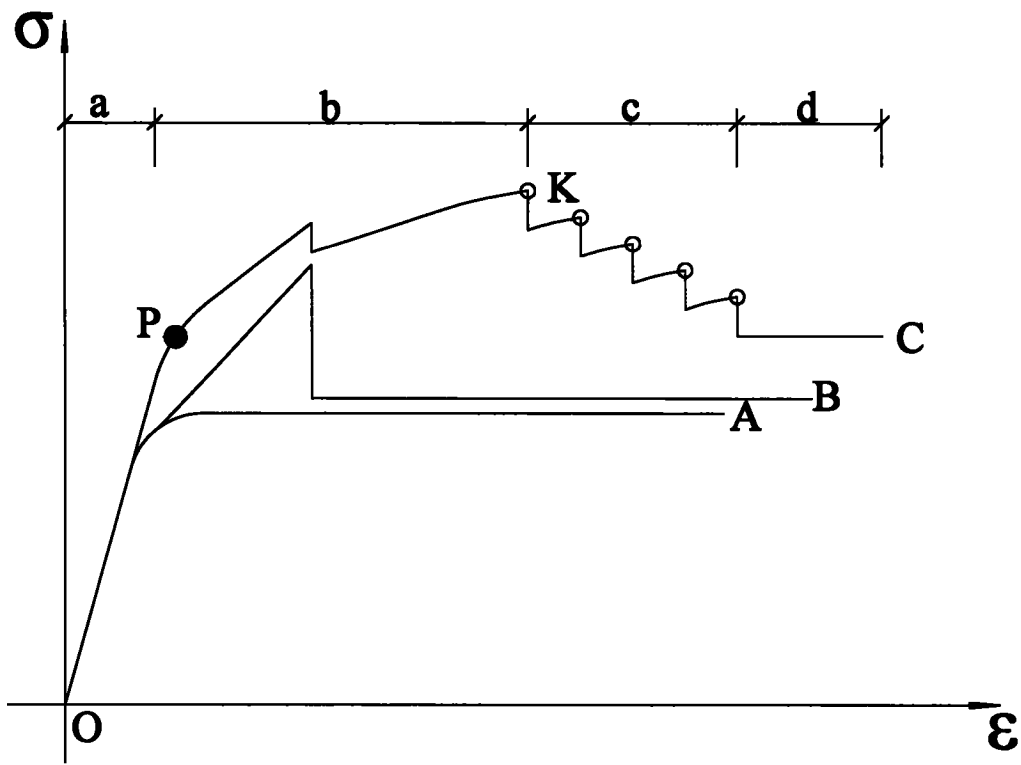


图 7