



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 104679950 B

(45)授权公告日 2018.03.09

(21)申请号 201510068320.5

(22)申请日 2015.02.09

(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 104679950 A

(43)申请公布日 2015.06.03

(73)专利权人 查晓雄
地址 518000 广东省深圳市南山区玉泉路
麒麟花园A区商轩1310

(72)发明人 查晓雄 万城勇

(74)专利代理机构 深圳市科吉华烽知识产权事
务所(普通合伙) 44248

代理人 韩英杰

(51)Int.Cl.
G06F 17/50(2006.01)

(56)对比文件

CN 102635202 A, 2012.08.15,
CN 103741882 A, 2014.04.23,
CN 101701485 A, 2010.05.05,
CN 103967209 A, 2014.08.06,
钟善桐等.空心钢管混凝土结构技术规程
CECS254:2009简介.《建筑钢结构进展》.2010,第
12卷(第3期),第49-62页.

余敏等.实心 and 空心钢管混凝土的统一纤
维模型.《工业建筑》.2014,第44卷(第2期),第
123-129、107页.

Wei Li等.Tensile Behaviour of
Concrete-filled Double-skin Steel Tubular
Members.《Journal of Constructional Steel
Research》.2014,第99卷第35-46页.

审查员 陈鸣

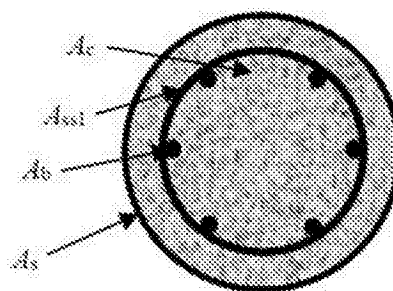
权利要求书3页 说明书8页 附图4页

(54)发明名称

内配加劲件钢管混凝土构件承载力计算和
设计方法

(57)摘要

本发明提供了内配加劲件钢管混凝土构件,其特征
在于,包括两种形式:约束型和非约束型。约束型分
为同心式和异心式两种,其中,同心式包括圆形、
方形内配单层或多重螺旋箍筋、钢管的实心或空
心钢管混凝土构件;异心式包括圆形、方形内配
多肢钢管的实心或空心钢管混凝土构件。非约束
型包括圆形、方形内配箍筋或开口型钢的钢管混
凝土构件。以及提供一种内配加劲件钢管混凝土
构件承载力计算和设计方法,公式形式简单,实用
性强,形式统一,采用此类的构件形式,可以满足
不同实际工程需要,可以减小构件截面面积,减少
混凝土用量或者钢管厚度,减轻自重,还可以对受
损的受压柱进行修复加固等。



1. 内配加劲件钢管混凝土构件承载力计算与设计方法,其特征在于,所述内配加劲件钢管混凝土构件包括两种形式:约束型和非约束型,其中,约束型又包括单层或多重同心式和异心式,内配约束型加劲件钢管混凝土构件承载力计算与设计方法采用以下计算公式:

$$N_0 = A_{sc} f_{sc} + N_b \quad (4)$$

$$N_b = A_b f_b \quad (5)$$

$$f_{sc} = (1.212 + B\theta_y + C\theta_y^2) f_c \quad (6)$$

$$\theta_y = \frac{k_1 A_s f + k_1 f_{yv} \sum_{i=1}^n A_{ssoi} + k_1 \sum_{i=1}^n A_{s,i} f_{s,i}}{A_c f_c} \quad (7)$$

$$A_{ssoi} = \frac{\pi d_s A_{ssi}}{s} \quad (8)$$

$$B = \left(\frac{0.176f}{213} + 0.974 \right) \quad (9)$$

$$C = \left(\frac{-0.104 \times f_c}{14.4} + 0.031 \right) \quad (10)$$

式中: N_0 ——内配约束型加劲件钢管混凝土构件轴心受压强度承载力设计值;

N_b ——内配纵向钢筋的强度承载力设计值;

A_{sc} ——内配约束型加劲件的钢管混凝土构件的截面面积,当采用内配螺旋箍筋钢管混凝土构件时,不包括内配纵向钢筋的面积,单位 mm^2 ;

f_{sc} ——多重多肢钢管和螺旋箍筋约束素混凝土截面的抗压强度设计值,单位MPa;

f_b ——内配纵向钢筋的轴向抗压强度设计值,单位MPa;

A_b ——内配纵向钢筋的截面面积,单位 mm^2 ;

B、C——钢材和混凝土等级对套箍效应的影响系数;

f——外钢管的抗压强度设计值,单位MPa;

f_c ——混凝土的抗压强度设计值,单位MPa;

A_s 、 A_c ——外钢管、管内混凝土的面积,单位 mm^2 ;

θ_y ——内配约束型加劲件钢管混凝土构件的套箍系数;

k_1 ——截面形状对套箍效应的影响系数;对于圆形钢管和螺旋箍筋产生的套箍效应,取 $k_1=1$;对于方形钢管产生的套箍效应,取 $k_1=0.742$;对于圆形空心截面,取 $k_1=0.6$;对于方形空心截面,取 $k_1=0.3$;

f_{yv} ——螺旋箍筋抗拉强度,单位MPa;

n——内配螺旋箍筋或钢管总层数;

A_{ssoi} ——第i层螺旋箍筋等效配筋面积,单位 mm^2 ;

A_{ssi} ——第i层螺旋箍筋截面面积,单位 mm^2 ;

d_s ——螺旋箍筋包围混凝土柱的直径,单位mm;

s——螺旋箍筋间距,单位mm;

$f_{s,i}$ ——第i层内钢管的抗压强度设计值,单位MPa;

$A_{s,i}$ ——第i层内钢管的面积,单位 mm^2 。

2. 根据权利要求1所述的内配加劲件钢管混凝土构件承载力计算与设计方法,其特征

在于,所述约束型同心式构件包括圆形内配单层或多重螺旋箍筋钢管混凝土构件、圆形内配单层或多重钢管实心钢管混凝土构件、方形内配单层或多重螺旋箍筋钢管混凝土构件、方形内配单层或多重钢管实心钢管混凝土构件、圆形内配单层或多重钢管空心钢管混凝土构件、方形内配单层或多重钢管空心钢管混凝土构件、圆形内配方形钢管实心钢管混凝土构件和方形内配方形钢管实心钢管混凝土构件。

3.根据权利要求1所述的内配加劲件钢管混凝土构件承载力计算与设计方法,其特征在于,所述约束型异心式构件包括圆形内配多肢钢管实心或空心钢管混凝土构件、方形内配多肢钢管实心或空心钢管混凝土构件、圆形内配多肢方形钢管实心或空心钢管混凝土构件和方形内配多肢方形钢管实心或空心钢管混凝土构件。

4.根据权利要求1所述的内配加劲件钢管混凝土构件承载力计算与设计方法,其特征在于,所述钢管所用钢材包括:普通钢材、高强钢材、不锈钢材和特种钢材;所述混凝土包括:普通素混凝土、高强混凝土、轻质混凝土、再生混凝土和特种混凝土。

5.根据权利要求1所述的内配加劲件钢管混凝土构件承载力计算与设计方法,其特征在于,所述的内配加劲件钢管混凝土构件用于工业厂房、高层建筑或大跨桥梁。

6.根据权利要求1所述的内配加劲件钢管混凝土构件承载力计算与设计方法,其特征在于,内配非约束型加劲件钢管混凝土构件承载力计算与设计方法采用以下计算公式:

$$N_0 = A_{sc} f_{sc} + N_b \quad (11)$$

$$N_b = A_b f_b \quad (12)$$

$$f_{sc} = (1.212 + B\theta + C\theta^2) f_c \quad (13)$$

$$\alpha_{sc} = \frac{A_s}{A_c} \quad (14)$$

$$\theta = k_1 \alpha_{sc} \frac{f}{f_c} \quad (15)$$

$$B = \left(\frac{0.176f}{213} + 0.974 \right) \quad (16)$$

$$C = \left(\frac{-0.104 \times f_c}{14.4} + 0.031 \right) \quad (17)$$

式中: N_0 ——内配非约束型加劲件钢管混凝土构件轴心受压强度承载力设计值;

N_b ——内配非约束型加劲件轴压强度承载力设计值,包括内配纵向钢筋和开口型钢的强度承载力设计值;

A_{sc} ——内配非约束型加劲件的钢管混凝土构件的截面面积,不包括内配非约束型纵向钢筋和开口型钢的面积,单位 mm^2 ;

f_{sc} ——钢管约束素混凝土截面的抗压强度设计值,单位MPa;

f_b ——内配非约束型加劲件的轴向抗压强度设计值,单位MPa;

A_b ——内配非约束型加劲件的截面面积,单位 mm^2 ;

B、C——钢材和混凝土等级对套箍效应的影响系数;

f——外钢管的抗压强度设计值,单位MPa;

f_c ——混凝土的抗压强度设计值,单位MPa;

α_{sc} ——含钢率;

A_s 、 A_c ——外钢管、管内混凝土的面积,单位 mm^2 ;

θ ——内配非约束型加劲件钢管混凝土构件的套箍系数;

k_1 ——截面形状对套箍效应的影响系数;对于圆形钢管产生的套箍效应,取 $k_1=1$;对于方形钢管产生的套箍效应,取 $k_1=0.742$ 。

7. 根据权利要求6所述的内配加劲件钢管混凝土构件承载力计算与设计方法,其特征在于,所述非约束型构件包括圆形内配方形箍筋钢管混凝土构件、方形内配方形箍筋钢管混凝土构件、圆形内配工字型钢钢管混凝土构件、圆形内配十字型钢钢管混凝土构件、方形内配工字型钢钢管混凝土构件和方形内配十字型钢钢管混凝土构件。

8. 根据权利要求1和6任一权利要求所述的内配加劲件钢管混凝土构件承载力计算与设计方法,其特征在于,所述计算方法用于工业厂房、高层建筑或大跨桥梁的内配加劲件钢管混凝土构件承载力计算。

内配加劲件钢管混凝土构件承载力计算和设计方法

技术领域

[0001] 本发明属工业与民用建筑结构工程钢管混凝土技术领域,特别涉及内配加劲件钢管混凝土构件(钢管内填非素混凝土构件)承载力计算和设计方法。

背景技术

[0002] 随着钢管混凝土柱在工业与民用建筑、桥梁与塔架等结构工程中越来越广泛的应用,工程实践及研究成果表明,钢管混凝土既是一种高强、高性能结构材料,也是一种高效施工技术。由于先进的泵灌混凝土工艺的发展,解决了现场管内混凝土浇灌工艺问题,加之现代高强/高性能混凝土技术的发展,已给有百年历史的钢管混凝土结构技术注入了新的活力,也使其得到了更广泛的发展。

[0003] 然而,随着普通钢管混凝土构件在工业厂房、高层建筑、大跨桥梁等结构工程中越来越广泛的应用,工程结构对大跨、高耸、重载的要求也逐渐提高,这就要求构件既要有很高的承载力,又要有较好的延性。若采用高强混凝土,尽管一定程度上减小了柱子的截面面积,但是在高轴压比作用下高强混凝土显示出它的脆性高、延性差等缺点。

[0004] 并且,在强震区,有必要提高构件的抗弯剪能力,增强其抗震能力,减小因构件局部抗剪不足造成的剪切破坏和抗压弯承载力不足造成的建筑物整体倒塌,提高节点延性和耗能能力,避免节点板件的脆性断裂。

[0005] 在火宅情况下,传统形式的普通钢管混凝土构件优势逐渐消弱,尽管采取了防火措施,当火灾剧烈时,仍存在安全隐患。一旦外钢管失效后,管内的混凝土提供的残余承载力很难满足大跨、高耸、重载等工程结构的要求。而且,火灾一般是一种突发事件,在钢管外部采用适当厚度的防火涂料或水泥砂浆等防火措施已不再实用。

[0006] 综上现有钢管混凝土构件主要存在以下问题和缺陷:

[0007] (1)、在大量的大跨、高耸、重载的工程结构中,承载力、延性和抗弯剪能力得不到满足。

[0008] (2)、随着对耐火极限的提高,传统的构件也无法保证抗火的要求。

发明内容

[0009] 本发明针对现有普通钢管混凝土构件中存在的不足,为了保证工程结构的安全性、方便性,同时提升施工速度,特提出内配加劲件钢管混凝土构件形式,以适应现代工程结构向大跨、高耸、重载发展的需要,符合现代施工技术的工业化要求,具有很好的发展前景,其中有些构件形式工程上已经出现。随着研究工作的深入和完善,其应用范围将不断扩大。

[0010] 本发明目的之一在于提供一种优选的内配加劲件钢管混凝土构件。

[0011] 具体地所述内配加劲件钢管混凝土构件包括两种形式:约束型和非约束型,其中,约束型又包括单层或多重同心式和异心式。

[0012] 约束型同心式构件包括圆形内配单层或多重螺旋箍筋钢管混凝土构件(图1a和图

1b)、圆形内配单层或多重钢管实心钢管混凝土构件(图1c和图1d)、方形内配单层或多重螺旋箍筋钢管混凝土构件(图1e和图1f)、方形内配单层或多重钢管实心钢管混凝土构件(图1g和图1h)、圆形内配单层或多重钢管空心钢管混凝土构件(图1i和图1j)、方形内配单层或多重钢管空心钢管混凝土构件(图1k和图1l)、圆形内配方形钢管实心钢管混凝土构件(图1m)、方形内配方形钢管实心钢管混凝土构件(图1n)。

[0013] 约束型异形式构件包括圆形内配多肢钢管实心或空心钢管混凝土构件(图2a和图2b)、方形内配多肢钢管实心或空心钢管混凝土构件(图2c和图2d)、圆形内配多肢方形钢管实心或空心钢管混凝土构件(图2e和图2f)、方形内配多肢方形钢管实心或空心钢管混凝土构件(图2g和图2h)。

[0014] 非约束型构件包括圆形内配方形箍筋钢管混凝土构件(图3a)、方形内配方形箍筋钢管混凝土构件(图3b)、圆形内配工字型钢管混凝土构件(图3c)、圆形内配十字型钢管混凝土构件(图3d)、方形内配工字型钢管混凝土构件(图3e)和方形内配十字型钢管混凝土构件(图3f)。

[0015] 此类构件截面形式多样性,可以满足不同实际工程选择需要,可以减小构件截面大小,减少混凝土用量或者钢管厚度,减轻自重,可以对受损的受压柱进行修复加固等其它好处。

[0016] 建筑材料包括:1)钢材:普通钢材、高强钢材、不锈钢材和特种钢材;2)混凝土:普通素混凝土、高强混凝土、轻质混凝土、再生混凝土和特种混凝土。

[0017] 所述建筑材料均可通过市售及现有技术公开的手段获得。

[0018] 建筑材料的选用和设计参数的选取应符合现行国家标准《钢结构设计规范》GB 50017、国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010和《钢管混凝土结构技术规范》GB 50936的有关规定。

[0019] 由于这种截面形式的钢管混凝土组合柱良好的工作效益,为了能在工程应用中得到很好的推广,本发明对此类构件形式提出了轴心受压承载力统一计算公式,此公式形式简单,依据合理,包含了多种截面形式,方便工程设计人员对此类构件的多种选择并进行理论设计。

[0020] 内配约束型加劲件钢管混凝土轴压承载力计算与设计公式来源依据:

[0021] 参照极限平衡理论推导的普通钢管混凝土轴心受压短柱的极限承载力公式(蔡绍怀,现代钢管混凝土结构(修订版),人民交通出版社,2007),如下式(1)和(2)所示:

$$[0022] \quad N = A_c f_c (1 + i\theta), i > 1 \quad (1)$$

$$[0023] \quad \theta = \frac{A_s f}{A_c f_c} \quad (2)$$

[0024] 式中: f ——钢管的抗压强度设计值(MPa);

[0025] f_c ——混凝土的抗压强度设计值(MPa);

[0026] A_s 、 A_c ——钢管、管内混凝土的面积(mm^2);

[0027] θ ——钢管混凝土构件的套箍系数。

[0028] 由公式(1)和(2)可以得到下式:

$$\begin{aligned}
 [0029] \quad N &= A_c f_c \left(1 + i \frac{A_s f_s}{A_c f_c}\right) = A_c f_c + i A_s f_s \quad (3) \\
 &= A_c f_c + A_s f_s + (i-1) A_s f_s
 \end{aligned}$$

[0030] 由公式(3),可知由于钢管混凝土构件中混凝土与钢管之间的相互作用,混凝土对钢管的约束作用,使得钢管提供的承载力得到提高,相当于钢管有一个向上的“预拉力”(大小等于 $(i-1)A_s f_s$),这个“预拉力”使钢管混凝土构件的轴压承载力远高于组成钢管混凝土的混凝土和钢管单独承载力之和。

[0031] 基于以上的分析,内配约束型加劲件的钢管混凝土构件轴压承载力的推导可以采用相类似的思路,考虑外钢管与内配约束型加劲件与混凝土之间的相互作用与约束作用,对外钢管与内配约束型加劲件同时都提供一个“预拉力”作用,从而可推导得到内配约束型加劲件的钢管混凝土构件轴压承载力。

[0032] 本发明是基于现行国家标准GB 50936《钢管混凝土结构技术规范》中第5章的相关规定,对于内配约束型加劲件钢管混凝土构件,通过考虑图1a至图1n和图2a至图2h中外钢管、单层或多重螺旋箍筋、单层或多重钢管和多肢钢管分别与混凝土之间的相互作用与约束作用。然后给出一个综合套箍系数 θ_y 来考虑“预拉力”作用,提出了内配约束型加劲件钢管混凝土构件的轴心受压承载力计算方法,采用以下统一计算公式(公式4—10所示)。

[0033] 对于内配非约束型加劲件钢管混凝土构件,只通过考虑图3a至图3f中外钢管与混凝土之间的相互作用与约束作用,不考虑内配非约束型加劲件对混凝土的作用。提出了内配非约束型加劲件钢管混凝土构件的轴心受压承载力计算方法,采用以下统一计算公式(公式11—17所示)。

[0034] 内配约束型加劲件钢管混凝土构件轴心受压强度承载力设计值(如公式4—10所示)由多重多肢钢管及螺旋箍筋约束素混凝土轴心受压强度承载力设计值和内配非约束型纵向钢筋的轴心受压强度承载力设计值(如公式5所示)组成。

$$[0035] \quad N_0 = A_{sc} f_{sc} + N_b \quad (4)$$

$$[0036] \quad N_b = A_b f_b \quad (5)$$

$$[0037] \quad f_{sc} = (1.212 + B\theta_y + C\theta_y^2) f_c \quad (6)$$

$$[0038] \quad \theta_y = \frac{k_1 A_s f + k_1 f_{yv} \sum_{i=1}^n A_{ssoi} + k_1 \sum_{i=1}^n A_{sji} f_{s,i}}{A_c f_c} \quad (7)$$

$$[0039] \quad A_{ssoi} = \frac{\pi d_s A_{ssi}}{s} \quad (8)$$

$$[0040] \quad B = \left(\frac{0.176f}{213} + 0.974\right) \quad (9)$$

$$[0041] \quad C = \left(\frac{-0.104 \times f_c}{14.4} + 0.031\right) \quad (10)$$

[0042] 式中: N_b ——内配纵向钢筋的强度承载力设计值;

[0043] A_{sc} ——内配约束型加劲件的钢管混凝土构件的截面面积,当采用内配螺旋箍筋钢管混凝土构件时,不包括内配纵向钢筋的面积(mm^2);

- [0044] f_{sc} ——多重多肢钢管和螺旋箍筋约束素混凝土截面的抗压强度设计值 (MPa) ;
- [0045] f_b ——内配纵向钢筋的轴向抗压强度设计值 (MPa) ;
- [0046] A_b ——内配纵向钢筋的截面面积 (mm^2) ;
- [0047] B、C——钢材和混凝土等级对套箍效应的影响系数;
- [0048] f ——外钢管的抗压强度设计值 (MPa) ;
- [0049] f_c ——混凝土的抗压强度设计值 (MPa) ;
- [0050] A_s 、 A_c ——外钢管、管内混凝土的面积 (mm^2) ;
- [0051] θ_y ——内配约束型加劲件钢管混凝土构件的套箍系数;
- [0052] k_1 ——截面形状对套箍效应的影响系数;对于圆形钢管和螺旋箍筋产生的套箍效应,取 $k_1=1$;对于方形钢管产生的套箍效应,取 $k_1=0.742$;对于圆形空心截面,取 $k_1=0.6$;对于方形空心截面,取 $k_1=0.3$;
- [0053] f_{yv} ——螺旋箍筋抗拉强度 (MPa) ;
- [0054] n ——内配螺旋箍筋或钢管总层数;
- [0055] A_{ssoi} ——第*i*层螺旋箍筋等效配筋面积 (mm^2) ;
- [0056] A_{ssi} ——第*i*层螺旋箍筋截面面积 (mm^2) ;
- [0057] d_s ——螺旋箍筋包围混凝土柱的直径 (mm) ;
- [0058] s ——螺旋箍筋间距 (mm) ;
- [0059] $f_{s,i}$ ——第*i*层内钢管的抗压强度设计值 (MPa) ;
- [0060] $A_{s,i}$ ——第*i*层内钢管的面积 (mm^2) 。

[0061] 内配非约束型加劲件钢管混凝土构件轴心受压强度承载力设计值(如公式11—17所示)由钢管约束素混凝土轴心受压强度承载力设计值和内配非约束型纵向钢筋及开口型钢的轴心受压强度承载力设计值组成(如公式12所示),不考虑非约束型加劲件(含方形箍筋)的套箍作用。

$$[0062] \quad N_0 = A_{sc} f_{sc} + N_b \quad (11)$$

$$[0063] \quad N_b = A_b f_b \quad (12)$$

$$[0064] \quad f_{sc} = (1.212 + B\theta + C\theta^2) f_c \quad (13)$$

$$[0065] \quad \alpha_{sc} = \frac{A_s}{A_c} \quad (14)$$

$$[0066] \quad \theta = k_1 \alpha_{sc} \frac{f}{f_c} \quad (15)$$

$$[0067] \quad B = \left(\frac{0.176f}{213} + 0.974 \right) \quad (16)$$

$$[0068] \quad C = \left(\frac{-0.104 \times f_c}{14.4} + 0.031 \right) \quad (17)$$

[0069] 式中: N_b ——内配非约束型加劲件轴压强度承载力设计值,包括内配纵向钢筋和开口型钢的强度承载力设计值;

[0070] A_{sc} ——内配非约束型加劲件的钢管混凝土构件的截面面积,不包括内配非约束型纵向钢筋和开口型钢的面积 (mm^2) ;

[0071] f_{sc} ——钢管约束素混凝土截面的抗压强度设计值 (MPa) ;

- [0072] f_b ——内配非约束型加劲件的轴向抗压强度设计值 (MPa)；
- [0073] A_b ——内配非约束型加劲件的截面面积 (mm^2)；
- [0074] B、C——钢材和混凝土等级对套箍效应的影响系数；
- [0075] f ——外钢管的抗压强度设计值 (MPa)；
- [0076] f_c ——混凝土的抗压强度设计值 (MPa)；
- [0077] α_{sc} ——含钢率；
- [0078] A_s 、 A_c ——外钢管、管内混凝土的面积 (mm^2)；
- [0079] θ ——内配非约束型加劲件钢管混凝土构件的套箍系数；
- [0080] k_1 ——截面形状对套箍效应的影响系数；对于圆形钢管产生的套箍效应，取 $k_1=1$ ；对于方形钢管产生的套箍效应，取 $k_1=0.742$ 。
- [0081] 上述计算公式可以用于计算各种内配加劲件钢管混凝土构件轴压承载力计算，特别是本发明前述内配加劲件钢管混凝土构件。
- [0082] 所述计算方法可用于工业厂房、高层建筑或大跨桥梁等的内配加劲件钢管混凝土构件承载力计算。
- [0083] 本发明与现有技术对比的有益效果是：
- [0084] (1) 形式统一的给出了多种内配加劲件钢管混凝土构件轴压承载力计算公式，公式形式简单，实用性强。
- [0085] (2) 采用此类的构件形式，可以减小构件截面面积，减少混凝土用量或者钢管厚度，减轻自重，可以对受损的受压柱进行修复加固。

附图说明

- [0086] 图1内配约束型同心式加劲件的钢管混凝土构件截面示意图。
- [0087] 其中，1a) 圆形内配单层螺旋箍筋钢管混凝土；1b) 圆形内配多重螺旋箍筋钢管混凝土；1c) 圆形内配单层钢管实心钢管混凝土；1d) 圆形内配多重钢管实心钢管混凝土；1e) 方形内配单层螺旋箍筋钢管混凝土；1f) 方形内配多重螺旋箍筋钢管混凝土；1g) 方形内配单层钢管实心钢管混凝土；1h) 方形内配多重钢管实心钢管混凝土；1i) 圆形内配单层钢管空心钢管混凝土；1j) 圆形内配多重钢管空心钢管混凝土；1k) 方形内配单层钢管空心钢管混凝土；1l) 方形内配多重钢管空心钢管混凝土；1m) 圆形内配方形钢管实心钢管混凝土；1n) 方形内配方形钢管实心钢管混凝土。
- [0088] 图2内配约束型异心式加劲件的钢管混凝土构件截面示意图。
- [0089] 其中，2a) 圆形内配多肢钢管实心钢管混凝土；2b) 圆形内配多肢钢管空心钢管混凝土；2c) 方形内配多肢钢管实心钢管混凝土；2d) 方形内配多肢钢管空心钢管混凝土；2e) 圆形内配多肢方形钢管实心钢管混凝土；2f) 圆形内配多肢方形钢管空心钢管混凝土；2g) 方形内配多肢方形钢管实心钢管混凝土；2h) 方形内配多肢方形钢管空心钢管混凝土。
- [0090] 图3内配非约束型加劲件的钢管混凝土构件截面示意图。
- [0091] 其中，3a) 圆形内配方形箍筋钢管混凝土构件；3b) 方形内配方形箍筋钢管混凝土构件；3c) 圆形内配工字型钢管混凝土构件；3d) 圆形内配十字型钢管混凝土构件；3e) 方形内配工字型钢管混凝土构件；3f) 方形内配十字型钢管混凝土构件。
- [0092] 其中 A_s 、 A_c ——分别为外钢管、管内混凝土的面积 (mm^2)； A_b 为——内配加劲件的截

面面积。

具体实施方式

[0093] 下面结合具体事例对本发明和附图作进一步详细说明,但是本发明的内容不局限于实施例。

[0094] 实施例一内配约束型加劲件钢管混凝土构件

[0095] 内配约束型加劲件钢管混凝土构件——同心式。

[0096] 同心式构件包括圆形内配单层或多重螺旋箍筋钢管混凝土构件(图1a和图1b)、圆形内配单层或多重钢管实心钢管混凝土构件(图1c和图1d)、方形内配单层或多重螺旋箍筋钢管混凝土构件(图1e和图1f)、方形内配单层或多重钢管实心钢管混凝土构件(图1g和图1h)、圆形内配单层或多重钢管空心钢管混凝土构件(图1i和图1j)和方形内配单层或多重钢管空心钢管混凝土构件(图1k和图1l)、圆形内配方形钢管实心钢管混凝土构件(图1m)、方形内配方形钢管实心钢管混凝土构件(图1n)。

[0097] 实施例二内配约束型加劲件钢管混凝土构件

[0098] 内配约束型加劲件钢管混凝土构件——异心式。

[0099] 异心式构件包括圆形内配多肢钢管实心或空心钢管混凝土构件(图2a和图2b)、方形内配多肢钢管实心或空心钢管混凝土构件(图2c和图2d)、圆形内配多肢方形钢管实心或空心钢管混凝土构件(图2e和图2f)、方形内配多肢方形钢管实心或空心钢管混凝土构件(图2g和图2h)。

[0100] 实施例三内配非约束型加劲件钢管混凝土构件

[0101] 非约束型构件包括圆形内配方形箍筋钢管混凝土构件(图3a)、方形内配方形箍筋钢管混凝土构件(图3b)、圆形内配工字型钢钢管混凝土构件(图3c)、圆形内配十字型钢钢管混凝土构件(图3d)、方形内配工字型钢钢管混凝土构件(图3e)和方形内配十字型钢钢管混凝土构件(图3f)。

[0102] 实施例四内配约束型加劲件钢管混凝土构件的轴心受压承载力计算方法

[0103] 采用以下统一计算公式(公式4—10所示)。

$$[0104] \quad N_0 = A_{sc} f_{sc} + N_b \quad (4)$$

$$[0105] \quad N_b = A_b f_b \quad (5)$$

$$[0106] \quad f_{sc} = (1.212 + B\theta_y + C\theta_y^2) f_c \quad (6)$$

$$[0107] \quad \theta_y = \frac{k_1 A_s f + k_1 f_{yv} \sum_{i=1}^n A_{ssoi} + k_1 \sum_{i=1}^n A_{s,i} f_{s,i}}{A_c f_c} \quad (7)$$

$$[0108] \quad A_{ssoi} = \frac{\pi d_s A_{ssi}}{s} \quad (8)$$

$$[0109] \quad B = \left(\frac{0.176 f}{213} + 0.974 \right) \quad (9)$$

$$[0110] \quad C = \left(\frac{-0.104 \times f_c}{14.4} + 0.031 \right) \quad (10)$$

[0111] 式中: N_b ——内配纵向钢筋的强度承载力设计值;

[0112] A_{sc} ——内配约束型加劲件的钢管混凝土构件的截面面积,当采用内配螺旋箍筋钢管混凝土构件时,不包括内配纵向钢筋的面积 (mm^2);

[0113] f_{sc} ——多重多肢钢管和螺旋箍筋约束素混凝土截面的抗压强度设计值 (MPa);

[0114] f_b ——内配纵向钢筋的轴向抗压强度设计值 (MPa);

[0115] A_b ——内配纵向钢筋的截面面积 (mm^2);

[0116] B、C——钢材和混凝土等级对套箍效应的影响系数;

[0117] f ——外钢管的抗压强度设计值 (MPa);

[0118] f_c ——混凝土的抗压强度设计值 (MPa);

[0119] A_s 、 A_c ——外钢管、管内混凝土的面积 (mm^2);

[0120] θ_y ——内配约束型加劲件钢管混凝土构件的套箍系数;

[0121] k_1 ——截面形状对套箍效应的影响系数;对于圆形钢管和螺旋箍筋产生的套箍效应,取 $k_1=1$;对于方形钢管产生的套箍效应,取 $k_1=0.742$;对于圆形空心截面,取 $k_1=0.6$;对于方形空心截面,取 $k_1=0.3$;

[0122] f_{yv} ——螺旋箍筋抗拉强度 (MPa);

[0123] n ——内配螺旋箍筋或钢管总层数;

[0124] A_{ssoi} ——第*i*层螺旋箍筋等效配筋面积 (mm^2);

[0125] A_{ssi} ——第*i*层螺旋箍筋截面面积 (mm^2);

[0126] d_s ——螺旋箍筋包围混凝土柱的直径 (mm);

[0127] s ——螺旋箍筋间距 (mm);

[0128] $f_{s,i}$ ——第*i*层内钢管的抗压强度设计值 (MPa);

[0129] $A_{s,i}$ ——第*i*层内钢管的面积 (mm^2)。

[0130] 实施例五内配非约束型加劲件钢管混凝土构件的轴心受压承载力计算方法

[0131] 采用以下统一计算公式(公式11—17所示)。

$$[0132] \quad N_0 = A_{sc}f_{sc} + N_b \quad (11)$$

$$[0133] \quad N_b = A_b f_b \quad (12)$$

$$[0134] \quad f_{sc} = (1.212 + B\theta + C\theta^2) f_c \quad (13)$$

$$[0135] \quad \alpha_{sc} = \frac{A_s}{A_c} \quad (14)$$

$$[0136] \quad \theta = k_1 \alpha_{sc} \frac{f}{f_c} \quad (15)$$

$$[0137] \quad B = \left(\frac{0.176f}{213} + 0.974 \right) \quad (16)$$

$$[0138] \quad C = \left(\frac{-0.104 \times f_c}{14.4} + 0.031 \right) \quad (17)$$

[0139] 式中: N_b ——内配非约束型加劲件轴压强度承载力设计值,包括内配纵向钢筋和开口型钢的强度承载力设计值;

[0140] A_{sc} ——内配非约束型加劲件的钢管混凝土构件的截面面积,不包括内配非约束型纵向钢筋和开口型钢的面积 (mm^2);

[0141] f_{sc} ——钢管约束素混凝土截面的抗压强度设计值 (MPa);

- [0142] f_b ——内配非约束型加劲件的轴向抗压强度设计值 (MPa)；
- [0143] A_b ——内配非约束型加劲件的截面面积 (mm^2)；
- [0144] B、C——钢材和混凝土等级对套箍效应的影响系数；
- [0145] f ——外钢管的抗压强度设计值 (MPa)；
- [0146] f_c ——混凝土的抗压强度设计值 (MPa)；
- [0147] α_{sc} ——含钢率；
- [0148] A_s 、 A_c ——外钢管、管内混凝土的面积 (mm^2)；
- [0149] θ ——内配非约束型加劲件钢管混凝土构件的套箍系数；
- [0150] k_1 ——截面形状对套箍效应的影响系数；对于圆形钢管产生的套箍效应，取 $k_1=1$ ；对于方形钢管产生的套箍效应，取 $k_1=0.742$ 。
- [0151] 以上内容是结合具体的优选实施方式对本发明所作的进一步详细说明，不能认定本发明的具体实施只局限于这些说明。对于本发明所属技术领域的普通技术人员来说，在不脱离本发明构思的前提下，还可以做出若干简单推演或替换，都应当视为属于本发明的保护范围。

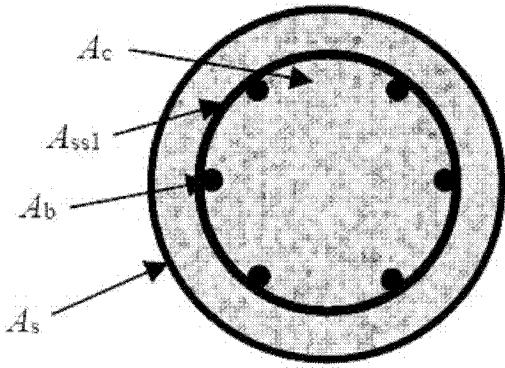


图 1a)

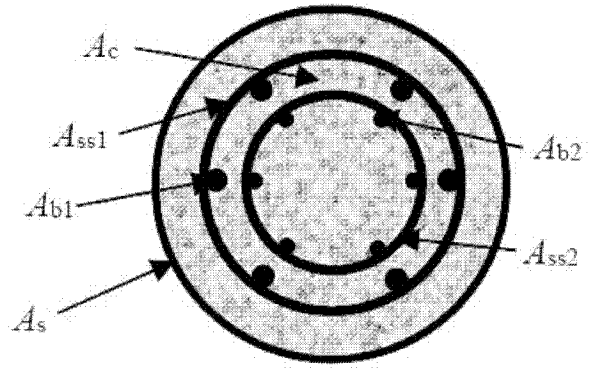


图 1b)

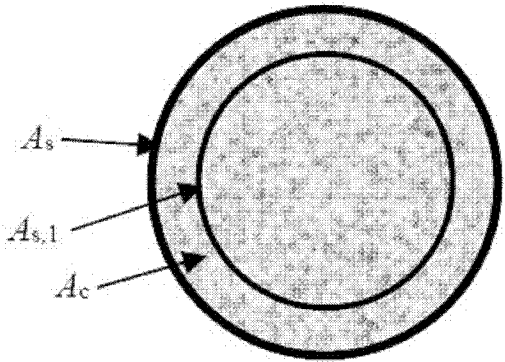


图 1c)

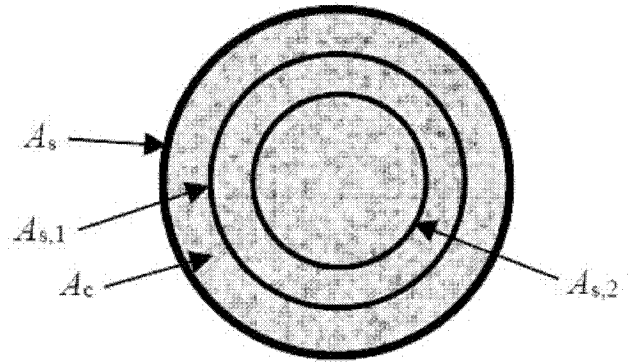


图 1d)

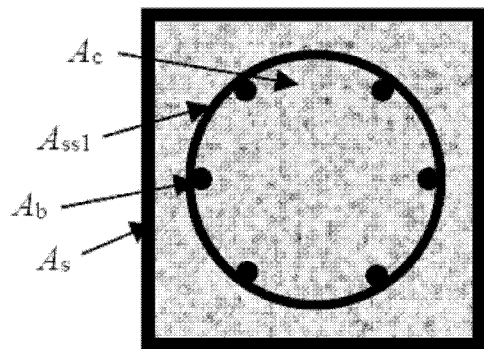


图 1e)

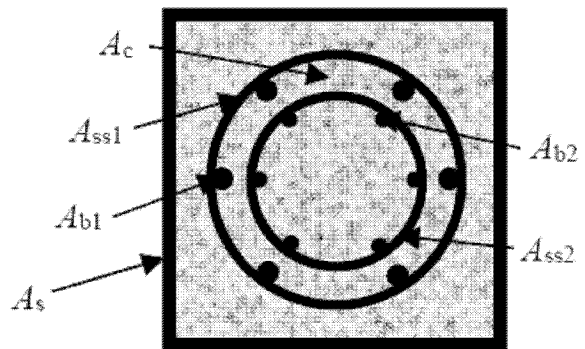


图 1f)

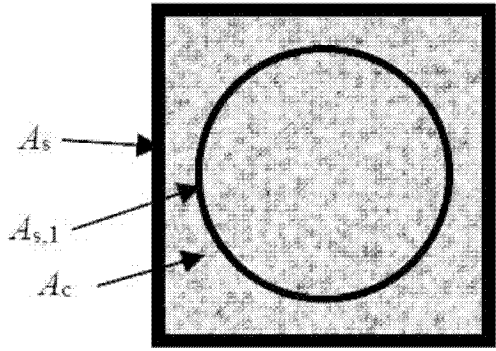


图 1g)

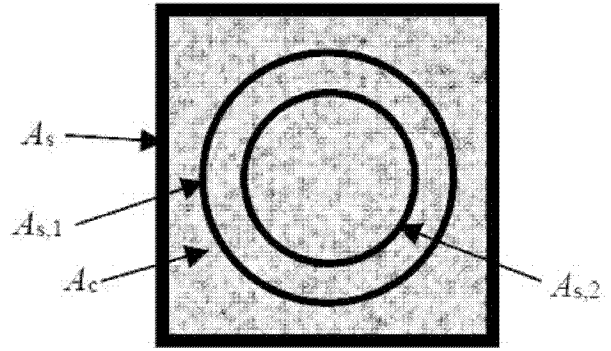


图 1h)

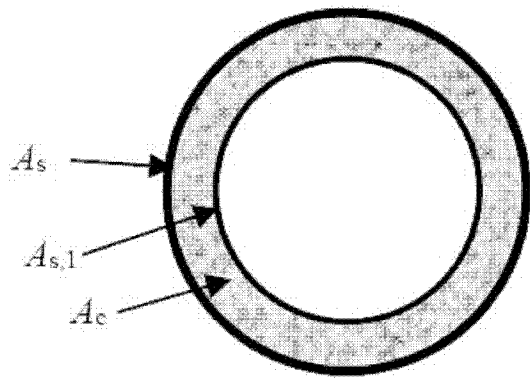


图 1i)

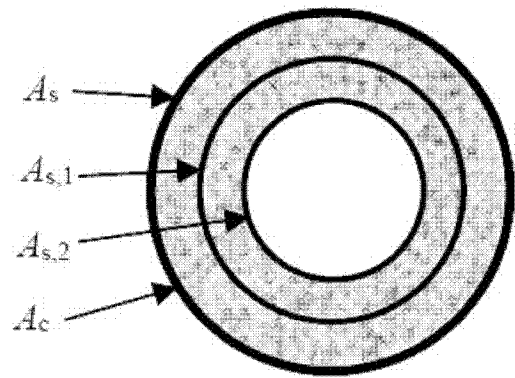


图 1j)

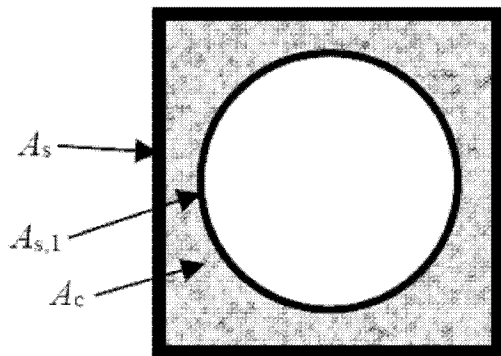


图 1k)

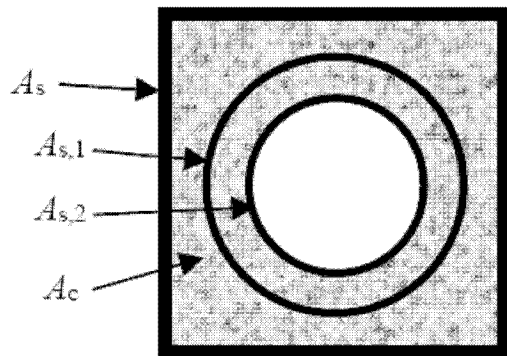


图 1l)

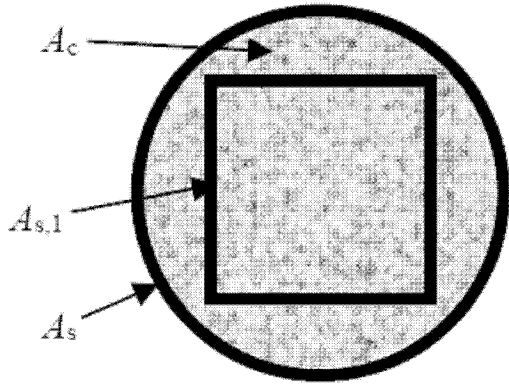


图 1m)

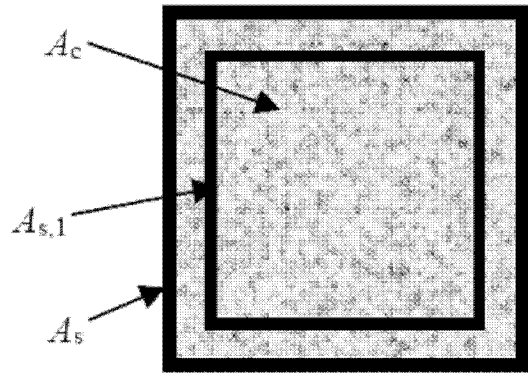


图 1n)

图1

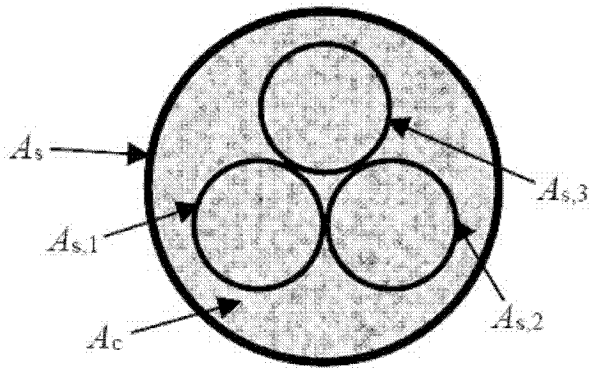


图 2a)

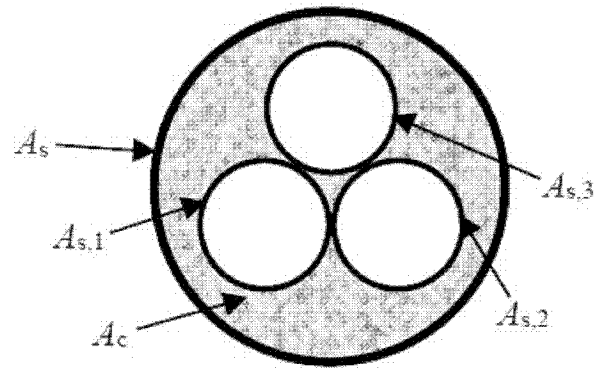


图 2b)

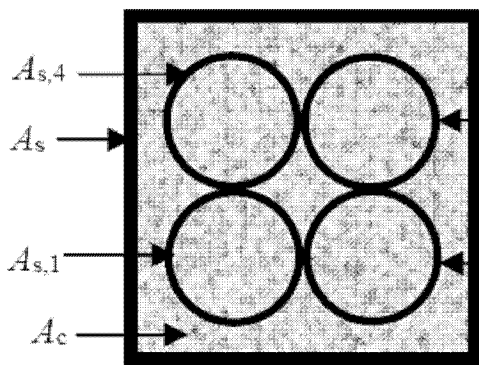


图 2c)

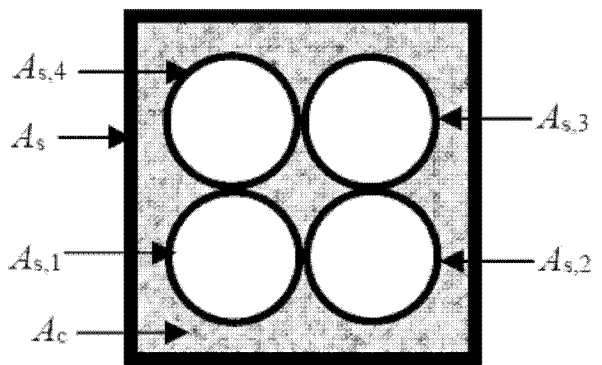


图 2d)

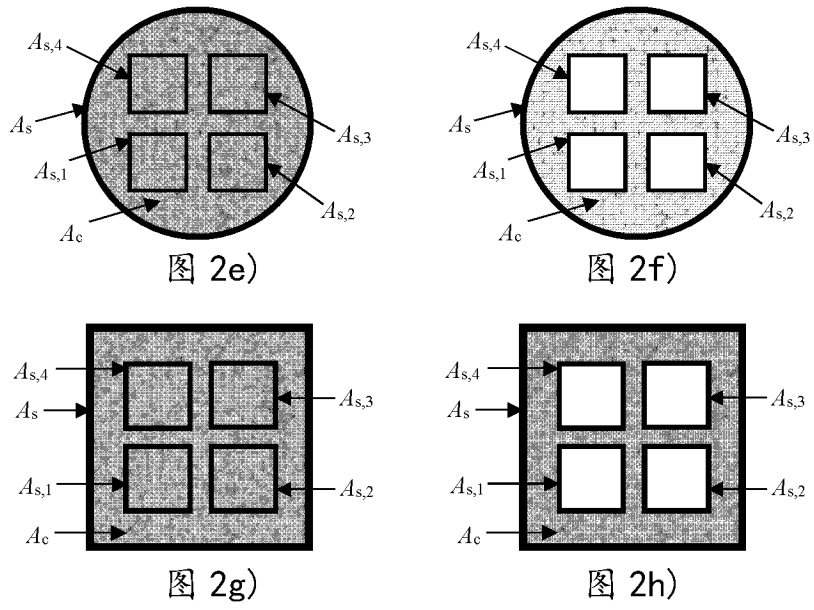


图2

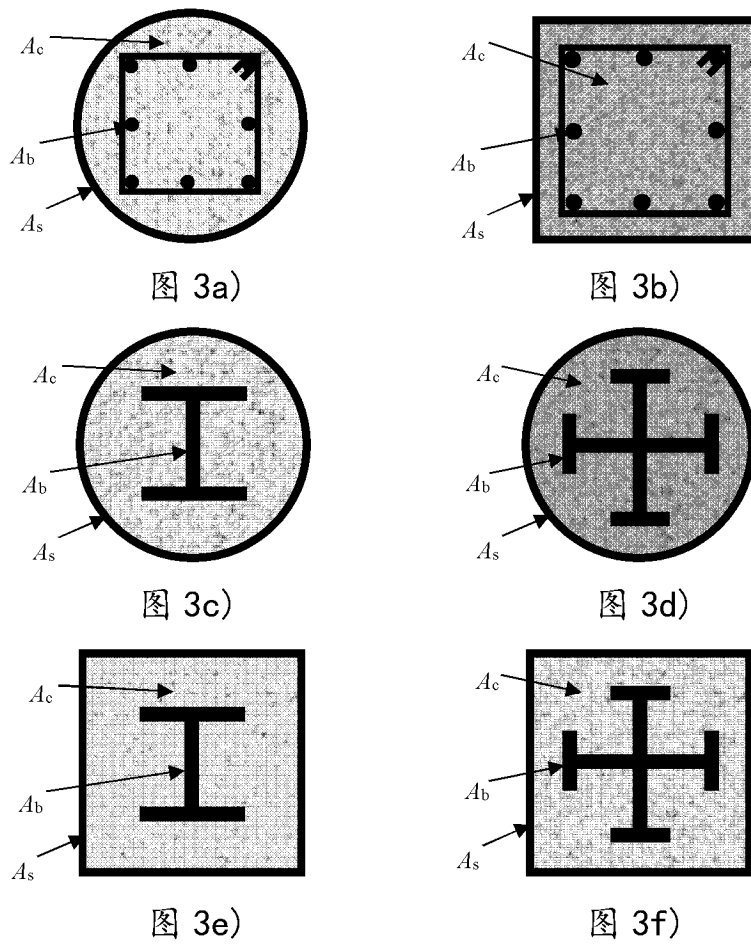


图3