



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 103105346 B

(45) 授权公告日 2015. 04. 15

(21) 申请号 201310016444. X

(22) 申请日 2013. 01. 16

(73) 专利权人 浙江大学

地址 310027 浙江省杭州市西湖区浙大路
38 号

(72) 发明人 谢海波 刘丰 杨华勇 陈健

(74) 专利代理机构 杭州求是专利事务所有限公
司 33200

代理人 林怀禹

(51) Int. Cl.

G01N 11/00(2006. 01)

审查员 伍智勇

权利要求书2页 说明书5页 附图2页

(54) 发明名称

一种混凝土工作性流变参数范围测试方法

(57) 摘要

本发明公开了一种混凝土工作性流变参数范围测试方法。利用混凝土流变仪,通过改变混凝土的配合比设计来改变混凝土的屈服应力与粘度系数,同时对每种混凝土样品进行工作性的测试,包括其流动性,保水性,黏聚性的定量分析,通过工作性与流变性的关系,确定混凝土工作性的流变参数范围。给混凝土工作性判定和配合比设计提供流变学上的依据。在混凝土工作性测试中,直接测定混凝土流变参数,与工作性流变参数范围进行对比,可以直接方便、准确全面地判定工作性的好坏。

1. 一种混凝土工作性流变参数范围测试方法,其特征在于,包括如下步骤:

1) 按混凝土流变仪取样量要求,对混凝土进行取样,新拌混凝土,从料斗取样,混凝土样品需与盛样容器取样量标志线相平齐,样品水平静置 0.5 ~ 1min 待混凝土稳定;

2) 组装好混凝土流变仪,开始测试,测试设定转速由 0.05rpm 到 0.6rpm 中取 5 至 10 个点,得到不同转速下的转子扭矩,最后通过流变仪内置软件得到流变参数的屈服应力 τ_0 和粘度系数 μ ;

3) 用容积大于 3000ml,直径大于 4 倍最大骨料粒径的容器,按步骤 1) 从料斗取 3000ml 混凝土样品静置 30min 后,用胶头滴管汲取表面泌水,分别取上层 1000ml 混凝土与下层 1000ml 混凝土,洗去水泥砂浆后,分别称量剩余的粗骨料质量;在此,定义泌水指数 B 和离析指数 V 如式 (1) 和式 (2),

$$B = \frac{V_b}{V_w} \times 100 \quad (1)$$

其中 V_b 为表面泌水体积, V_w 为样品内含水体积;

$$V = \frac{m_2}{m_1} \quad (2)$$

m_2 为下层骨料质量, m_1 为上层骨料质量;

4) 如步骤 1)、2)、3) 所述,测试 15 个或大于 15 个不同样品,得到多组样品的屈服应力 τ_0 和粘度系数 μ ,泌水指数 B 和离析指数 V;

5) 按上述方法获得的屈服应力 τ_0 和粘度系数 μ ,泌水指数 B 和离析指数 V,结合混凝土施工实际情况,混凝土管道理论负载压力降如式 (3):

$$\frac{dp}{dx} = \frac{2\tau_0}{a} + \frac{2\beta}{a\phi} \cdot \mu \cdot \frac{4v}{a} + \frac{2}{a} \sqrt{\frac{\beta^2 + 1}{\phi^2} \left(\mu \cdot \frac{4v}{a} \right)^2} + \frac{2\beta}{\phi} \cdot \tau_0 \cdot \mu \cdot \frac{4v}{a} \quad (3)$$

$\frac{dp}{dx}$ 是单位管长的压力损失

a 为管道直径

$$\phi = \sqrt{\beta^2 + 1} + \beta, \quad \beta = (2\sqrt{2})^{-1}$$

v 为混凝土管道平均速度;

所述结合混凝土施工实际情况,即混凝土输送管道内的最大压力不得超过 10MPa,这说明对于混凝土输送管直径为 0.0625m,管道长 10m,泵送排量 44m³/h 时,管内压力降不应大于 10bar,根据流动性划定混凝土的流变参数范围,即流动性的流变参数范围;

6) 用泌水指数反映混凝土保水性,由多个样品框定保水性好时流变参数范围,判定出保水性好的混凝土其屈服应力 τ_0 和粘度系数 μ 范围,即保水性流变参数范围;

7) 由多个样品框定黏聚性好的混凝土其屈服应力 τ_0 和粘度系数 μ 范围,即黏聚性流变参数范围,用离析指数反映混凝土黏聚性,离析指数低,则黏聚性好;

8) 综合考虑混凝土流动性的流变参数范围,保水性流变参数范围,黏聚性的流变参数范围,取这三个范围的交集,即确定混凝土工作性良好的流变参数范围。

2. 根据权利要求 1 所述的一种混凝土工作性流变参数范围测试方法,其特征在于:样

品内含水体积 V_w 由以下公式确定：

$$V_w = \frac{m_{\text{样}}}{\rho_{\text{水}}} \cdot \delta$$

其中 $m_{\text{样}}$ 为所测样品质量，

δ 为样品内水质量比率，此比率依据混凝土设计配比计算， $\rho_{\text{水}}$ 为水的密度。

一种混凝土工作性流变参数范围测试方法

技术领域

[0001] 本发明涉及测试材料流动特性的方法,尤其是涉及一种混凝土工作性流变参数范围测试方法。

背景技术

[0002] 随着生产建设行业快速发展,混凝土作为一种重要的建筑材料,桥梁,铁路,建筑,道路等领域被广泛使用。新拌混凝土的种类多种多样,有自密实混凝土、高性能混凝土、超流态混凝土等,混凝土的质量直接影响商品混凝土的施工工程质量,目前对于新拌混凝土施工前的质量要求主要集中在三个方面:流动性,保水性和黏聚性,这三个方面统一成为混凝土的工作性。

[0003] 新拌混凝土是一种固液混合相,一般认为新拌混凝土是一种宾汉姆流体。宾汉姆流体为一种粘塑性流体,它具有一般牛顿流体的粘度与固体的塑形,其表达式为:

$$[0004] \quad \tau = \tau_0 + \mu \dot{\gamma}$$

[0005] 正是由于宾汉姆流体的这种复杂的介于流体与固体之间的特性,使得新拌混凝土的测试更为复杂。新拌混凝土具有两个关键的流变学参数:屈服应力 τ_0 与粘度系数 μ 。一般认为,混凝土的流动性与流变参数相关,流变参数越小,流动性越大,但是当流变参数过小时,新拌混凝土的保水性与黏聚性差,影响施工和工程质量。工作性的测试手段多种多样,通常采用塌落度,塌落扩展度,V型箱,L型箱,T50等一种或者几种手段结合测试。这些测试方法通过高度或者流动时间来区分混凝土的工作性好坏,通常几种不同性质的混凝土可以得到相同的测试结果,说明这些方法辨识度不高,不能精确判定混凝土的工作性。由于流变学反应的是物体内部力与变形的关系,流变参数直接反应混凝土的固有特性,通过流变参数的精确测定,可以准确判定混凝土的工作性。

发明内容

[0006] 本发明的目的是提供一种混凝土工作性流变参数范围测试方法。采用混凝土流变仪进行混凝土流变参数的测试。混凝土流变仪的设计考虑了混凝土两个流变参数的测试需要,能测试屈服应力 τ_0 与粘度系数 μ ,其结构设计能减少骨料对转子的撞击,且有内置程序排除骨料碰撞对转子的干扰。通过流变参数可计算混凝土的流动性,另外设计方法同时测试保水性和黏聚性。调整混凝土的配合比,以获得不同工作性与流变特性的混凝土。通过调整不同的水胶比,粉煤灰掺量,砂率和减水剂掺量,得到工作性不同的新拌混凝土,测试这些混凝土的离析,泌水与流变参数,可得到流动性,保水性,黏聚性好时的流变参数范围,进而划定工作性好的混凝土其流变参数范围,知道这个流变参数范围后,就可直接通过混凝土流变仪,测定混凝土流变参数,与工作性框进行对比,可以直接方便地判定工作性的好坏。

[0007] 本发明采用的技术方案步骤如下:

[0008] 1) 按混凝土流变仪取样量要求,对混凝土进行取样,新拌混凝土,从料斗取样,混

凝土样品需与盛样容器取样量标志线相平齐,样品水平静置 0.5 ~ 1min 待混凝土稳定;

[0009] 2) 组装好混凝土流变仪,开始测试,测试设定转速由 0.05rpm 到 0.6rpm 中取 5 至 10 个点,得到不同转速下的转子扭矩,最后通过流变仪内置软件得到流变参数的屈服应力 τ_0 和粘度系数 μ ;

[0010] 3) 用容积大于 3000ml, 直径大于 4 倍最大骨料粒径的容器,按步骤 1) 从料斗取 3000ml 混凝土样品静置 30min 后,用胶头滴管汲取表面泌水,分别取上层 1000ml 混凝土与下层 1000ml 混凝土,洗去水泥砂浆后,分别称量剩余的粗骨料质量;在此,定义泌水指数 B 和离析指数 V 如式 (1) 和式 (2),

$$[0011] \quad B = \frac{V_b}{V_w} \times 100 \quad (1)$$

[0012] 其中 V_b 为表面泌水体积, V_w 为样品内含水体积;

$$[0013] \quad V = \frac{m_2}{m_1} \quad (2)$$

[0014] m_2 为下层骨料质量, m_1 为上层骨料质量;

[0015] 4) 如步骤 1)、2)、3) 所述,测试 15 个或大于 15 个不同样品,得到多组样品的屈服应力 τ_0 和粘度系数 μ ,泌水指数 B 和离析指数 V;

[0016] 5) 按上述方法获得的屈服应力 τ_0 和粘度系数 μ ,泌水指数 B 和离析指数 V,结合混凝土施工实际情况,混凝土管道理论负载压力降如式 (3):

[0017]

$$\frac{dp}{dx} = \frac{2\tau_0}{a} + \frac{2\beta}{a\varphi} \cdot \mu \cdot \frac{4v}{a} + \frac{2}{a} \sqrt{\frac{\beta^2 + 1}{\varphi^2} \left(\mu \cdot \frac{4v}{a} \right)^2} + \frac{2\beta}{\varphi} \cdot \tau_0 \cdot \mu \cdot \frac{4v}{a} \quad (3)$$

[0018] $\frac{dp}{dx}$ 是单位管长的压力损失

[0019] a 为管道直径

[0020]

$$\varphi = \sqrt{\beta^2 + 1} + \beta, \quad \beta = (2\sqrt{2})^{-1}$$

[0021] v 为混凝土管道平均速度;

[0022] 所述根据实际混凝土施工的要求,即混凝土输送管道内的最大压力不得超过 10MPa,这说明对于 10m 长的管道,管内压力降不应大于 10bar,根据流动性划定混凝土的流变参数范围,即流动性的流变参数范围;

[0023] 6) 由多个样品框定保水性好时流变参数范围,判定出保水性好的混凝土其屈服应力 τ_0 和粘度系数 μ 范围,即保水性流变参数范围;

[0024] 7) 由多个样品框定黏聚性好的混凝土其屈服应力 τ_0 和粘度系数 μ 范围,即黏聚性流变参数范围,用离析指数反应混凝土黏聚性,离析指数低,则黏聚性好;

[0025] 8) 综合考虑混凝土流动性的流变参数范围,保水性流变参数范围,黏聚性的流变参数范围,取这三个范围的交集,即确定混凝土工作性良好的流变参数范围。

[0026] 样品内含水体积 V_w 由以下公式确定:

[0027]

$$V_w = \frac{m_{\text{样}}}{\rho_{\text{水}}} \cdot \delta$$

[0028] 其中 $m_{\text{样}}$ 为所测样品质量，[0029] δ 为样品内水质量比率，此比率依据混凝土设计配比计算，[0030] $\rho_{\text{水}}$ 为水的密度。

[0031] 本发明具有的有益效果是：

[0032] 混凝土配合比的变化能够明显影响混凝土的流变学特性，亦同时改变混凝土的工作性。通过划定工作性好的混凝土其流变参数范围，就可直接通过混凝土流变仪，测定混凝土流变参数，与工作性流变参数范围进行对比，可以直接便、准确全面地判定工作性的好坏。同时使用混凝土流变参数范围，能够给混凝土配合比设计提供直观简便的依据。

附图说明

[0033] 图 1 是本发明的保水性与黏聚性检测容器示意图。

[0034] 图 2 是管道压力损失与屈服应力图。

[0035] 图 3 是管道压力损失与粘度系数图。

[0036] 图 4 是流动性与流变参数关系图。

[0037] 图 5 是保水性与流变参数关系图。

[0038] 图 6 是黏聚性与流变参数关系图。

具体实施方式

[0039] 为了更好的理解本发明，下面以实例进一步阐述本发明的内容：

[0040] 步骤一、根据表 1 中的第一组混凝土配方，配置混凝土，水泥为 P032.5，粉煤灰为二级粉煤灰，中砂，鹅卵石粒径 5 ~ 31.5mm 连续粒径，先将砂和石装入搅拌机，搅拌 10 秒，停止后倒入水泥，粉煤灰，水和减水剂，搅拌 3 分钟，静止 1 分钟。

[0041]

编号	水泥	粉煤灰	水	砂	石	减水剂
1	283	71	142	735	1102	5.31
2	274	68	154	735	1102	5.13
3	264	66	166	735	1102	4.95
4	256	64	176	735	1102	4.8
5	248	62	186	735	1102	4.6
6	274	68	154	643	1194	5.13
7	274	68	154	734	1103	5.13

8	274	68	154	827	1010	5.13
9	274	68	154	918	919	5.13
10	274	68	154	1010	827	5.13
11	297	33	166	735	1102	4.95
12	264	66	166	735	1102	4.95
13	231	99	166	735	1102	4.95
14	198	132	166	735	1102	4.95
15	132	198	166	735	1102	4.95
16	274	68	154	918	919	1.71
17	274	68	154	918	919	3.42
18	274	68	154	918	919	5.13
19	274	68	154	918	919	6.84
20	274	68	154	918	919	8.55

[0042] 步骤二、按混凝土流变仪取样量要求,对混凝土进行取样。新拌混凝土,从料斗取样,装入混凝土流变仪,混凝土样品需与盛样容器取样量标志线相平齐。样品水平静置 1min 待混凝土稳定。

[0043] 步骤三、组装好流变仪叶片转子等部分,开始测试,测试设定转速由 0.05rpm 到 0.6rpm 中取 5 至 10 个点,得到不同转速下的转子扭矩,最后通过流变仪内置软件得到流变参数 τ_0 和 μ ;

[0044] 步骤四、从搅拌机料斗取样,直径 15cm,高度 30cm 的容器,取 3000ml 混凝土样品静置 30min 后,如附图 1 用胶头滴管汲取表面泌水,滴入 5ml 量程的量筒。分别取上层 1000ml 混凝土与下层 1000ml 混凝土,洗去水泥砂浆后,分别称量剩余的粗骨料质量。之后测量泌水指数和离析指数。

[0045] 步骤五、以步骤一、二、三、四所述方法测量剩余表 1 内的样品,得到表 2 的结果 ;

[0046]

编号	屈服应力 τ_0 /Pa	粘度系数 μ /Pa. s	泌水量/ml	样品用水量 /ml	上层骨料/g	下层骨料/g
1	451	34.1	2.6	399.5877	1291	1263
2	375	30.1	2.4	434.0477	1085	1321
3	304	4.2	6.4	467.9056	1317	1378
4	318	1.8	9	515.6985	1216	1425
5	251	9	10	559.3686	1241	1502
6	242	42.2	0.2	465.0041	1323	1429
7	368	17.7	2.4	434.0477	1085	1321
8	375	30.1	2.2	476.2011	1195	1302
9	792	18.4	1	461.0522	1058	1087
10	573	32.4	1.7	421.4017	1052	1120
11	859	7.5	6.9	442.3448	1261	1242
12	333	3.3	6.4	467.9056	1317	1378
13	307	17.88	4.2	443.0548	1186	1329
14	260	10.27	8.4	464.1425	1234	1339
15	244	9.3	9.5	456.6873	1178	1316
16	1954	28	2.4	437.5199	1175	1112
17	1140	20.1	2.8	440.7589	1160	1218
18	792	18.4	1	461.0522	1058	1087
19	698	12	0.8	428.9917	1150	1208
20	484	18.9	0.1	440.8456	1140	1211

[0047] 步骤六、根据混凝土管道理论负载压力降公式 (3), 混凝土输送管直径为 0.0625m, 管道长 10m, 泵送排量 44m³/h 时, 根据公式 (3) 计算出的管道压降如附图 2 和附图 3。根据实际混凝土施工的要求, 混凝土输送管道内的最大压力不得超过 10MPa, 这说明对于 10m 长的管道, 管内压力降不应大于 10bar, 如附图 4 所示, 可以根据流动性划定混凝土的流变参数范围为屈服应力 τ_0 为 0 ~ 1500Pa, 粘度系数 μ 为 0 ~ 43Pa. s。

[0048] 步骤七、经过式 (1) 计算泌水指数 B, 可以得到混凝土泌水参数。当泌水指数 B 不大于 1 时, 泌水对混凝土实际泵送不产生明显影响, 如附图 5 所示, 方框内显示的为泌水可以不予考虑的混凝土, 即保水性较好的混凝土。保水性较好时混凝土的流变参数范围为: 屈服应力 280 ~ 2000Pa, 粘度系数 9 ~ 43Pa. s。

[0049] 步骤八、经过式 (2) 计算离析指数 V, 当离析指数 V 等于 1 时认为没有发生离析, 如附图 6 所示, 框定 $V < 1$ 的混凝土, 则框内混凝土均认为黏聚性好, 得出黏聚性较好的混凝土流变参数范围为: 屈服应力 300 ~ 2000Pa, 粘度系数 3 ~ 43Pa. s。

[0050] 步骤九、综合考虑混凝土流动性的流变参数范围, 保水性流变参数范围, 黏聚性的流变参数范围, 可得出混凝土良好时的流变参数范围在屈服应力 300 ~ 1500Pa, 粘度系数为 9 ~ 43Pa. s。

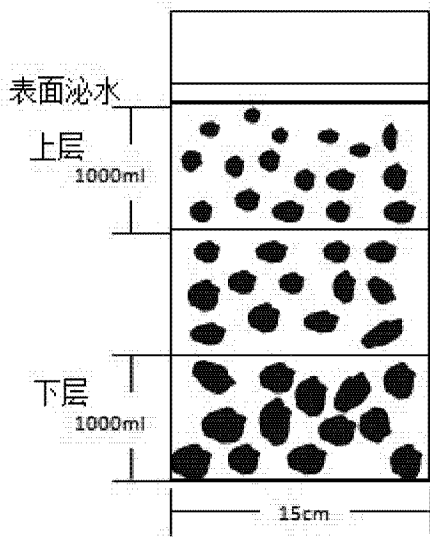


图 1

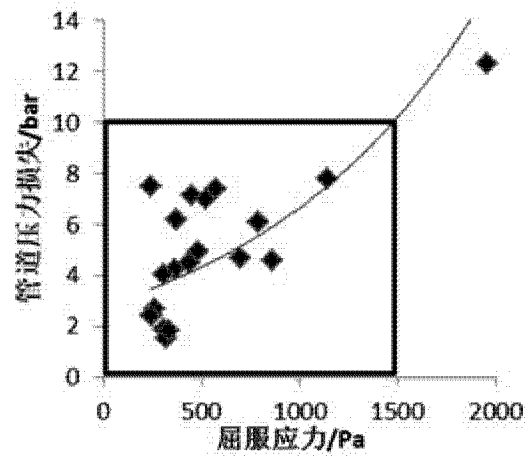


图 2

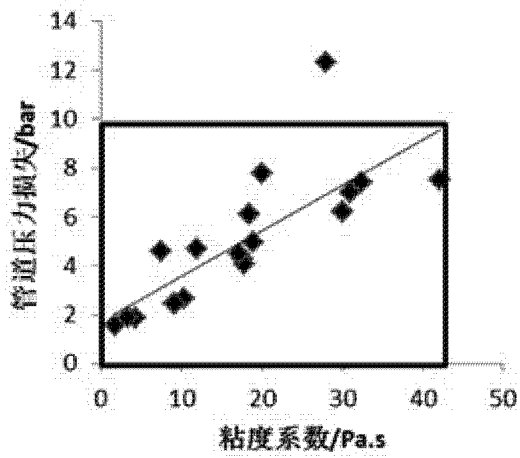


图 3

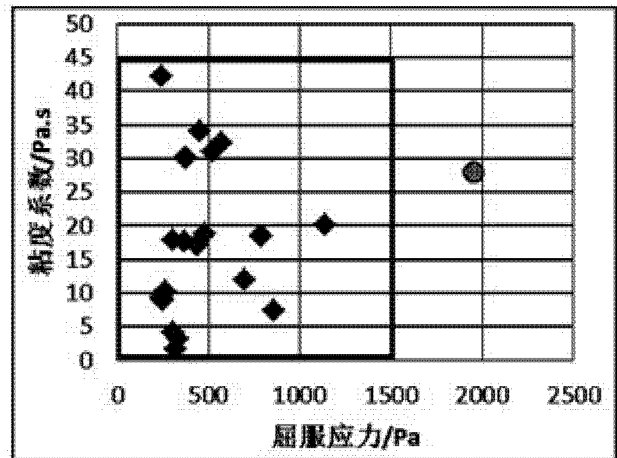


图 4

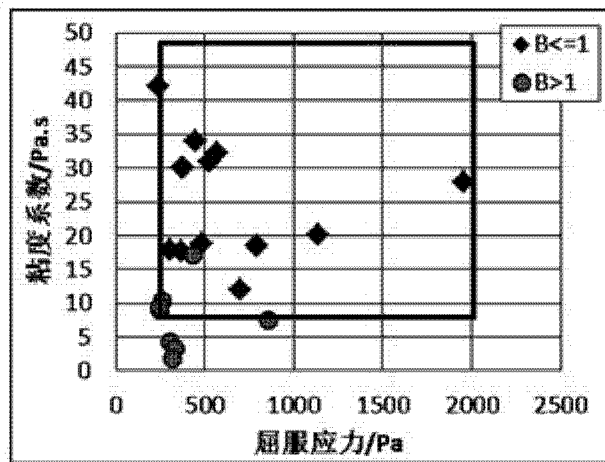


图 5

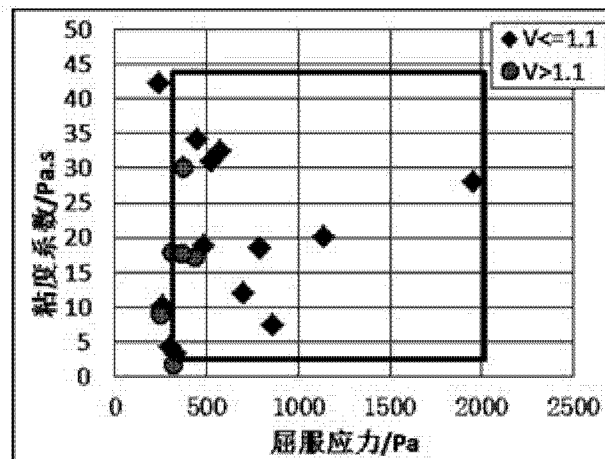


图 6