

中国工程建设标准化协会标准

钢纤维混凝土试验方法

CECS13 : 89

主编单位:哈尔滨建筑工程学院

大连理工大学

批准单位:中国工程建设标准化协会

批准日期:1989年 12月 26日

1991 北京

前 言

钢纤维混凝土是我国近几年发展起来的新材料。它具有耐磨、抗拉和抗剪性能强的优点,因此,可以广泛用于道路工程(包括机场跑道)、水工和港口工程、铁路工程以及工业与民用建筑中的刚性屋面、抗震节点和厂房地面。为了统一钢纤维混凝土的试验方法,以满足《钢纤维混凝土结构与施工规程》的技术要求,本标准起草小组以科学试验为基础,结合这种材料的工程实践,并反复征求有关单位和专家的意见,制订了本标准,最后经全国钢筋混凝土标准技术委员会审查定稿。

现批准《钢纤维混凝土试验方法》CECS13 : 89 为中国工程建设标准化协会标准,推荐给各工程建设设计、施工和科研单位使用。在使用过程中,如发现需要修改补充之处,请将意见及有关资料寄交哈尔滨建工学院(哈尔滨大直街,邮政编码:150006)、大连理工大学(大连市,邮政编码:116024)。

中国工程建设标准化协会

1989年 12月 26日

目 录

主要符号
第一章 总则
第二章 拌合物取样及试样制备
第三章 稠度试验
第一节 坍落度法
第二节 倒置坍落度筒法
第三节 维勃（VB）稠度法
第四章 拌合物质量密度试验
第五章 拌合物钢纤维体积率试验
第六章 拌合物含气量试验
第七章 试件的制作及养护
第一节 浇筑钢纤维混凝土试件
第二节 喷射钢纤维混凝土试件
第八章 立方体抗压强度试验
第九章 轴心抗压强度试验
第十章 静力受压弹性模量试验
第十一章 劈裂抗拉强度试验第
第十二章 抗剪强度试验
第十三章 抗折强度试验
第十四章 抗折弹性模量试验
第十五章 弯曲韧性和初裂强度试验
第十六章 压缩韧性试验
第十七章 钢纤维与水泥砂浆粘结强度试验第
第十八章 钢纤维混凝土与钢筋粘结强度试验第
第十九章 抗冻性能试验
第一节 慢冻法
第二节 快冻法
第二十章 抗渗性能试验
第二十一章 干缩试验
附录一 常用非法定计量单位与法定计量单位的换算关系
附录二 本标准用词说明
附加说明

主要符号

荷载和变形

- F_{\max} ——最大荷载(N);
- F_{cr} ——初裂荷载(N);
- F_{ct} ——临界荷载(N);
- F_1 ——初始荷载(N);
- F_{con} ——控制荷载(N);
- $F_{sl,0.1}$ ——钢纤维开始滑移时的荷载(N);
- $F_{s,0.02}$ ——钢筋自由端滑移量为0.02mm时的荷载(N);
- W ——挠度(mm);
- $W_{F_{\max}}$ ——最大荷载时的挠度(mm);
- $W_{F_{cr}}$ ——初裂挠度(mm);
- W_{F_1} ——初始荷载时的挠度(mm);
- $W_{F_{con}}$ ——控制荷载时的挠度(mm);
- $V_{\Delta W_{\max}}$ ——挠度增量最大时的相应速度($\mu\text{m/s}$);
- V_m ——挠度由零到3倍最大荷载挠度时段内相应速度的平均值($\mu\text{m/s}$);
- u ——压缩变形(mm);
- u_{pct} ——临界荷载时的压缩变形(mm)。

材料指标

- $f_{t,m}$ ——钢纤维混凝土立方体抗压强度(MPa);
- $f_{t,c}$ ——钢纤维混凝土轴心抗压强度(MPa);

- $f_{ft,sp}$ ——钢纤维混凝土劈裂抗拉强度(MPa);
- $f_{ft,m}$ ——钢纤维混凝土抗折强度(MPa);
- $f_{ft,v}$ ——钢纤维混凝土抗剪强度(MPa);
- $f_{ft,cm}$ ——钢纤维混凝土初裂强度(MPa);
- $f_{ft,cu,n}$ ——经 n 次冻融循环的立方体试件的抗压强度(MPa);
- $f_{ft,cu,0}$ ——未经冻融循环的对比试件的抗压强度(MPa);
- $\psi_{ft,cu,n}$ ——钢纤维混凝土经 n 次冻融循环的相对抗压强度(%);
- $E_{ft,c}$ ——钢纤维混凝土静力受压弹性模量(MPa);
- $E_{ft,m}$ ——钢纤维混凝土抗折弹性模量(MPa);
- $f_{st,b,l}$ ——钢纤维开始滑移时的粘结强度(MPa);
- $f_{st,b,n}$ ——钢纤维与水泥砂浆的极限粘结强度(MPa);
- $f_{s,b,l}$ ——钢筋初始滑移时的粘结强度(MPa);
- $f_{s,b,n}$ ——钢筋与钢纤维混凝土的极限粘结强度(MPa);
- $f_{m,m}$ ——水泥砂浆抗压强度(MPa);
- $f_{st,t}$ ——钢纤维抗拉强度(MPa);
- $W_{P_{max}}$ ——最大荷载时的功(N·M);
- $W_{2.5mm}$ ——位移量控制为 2.5mm 时的功(N·m);
- $\eta_{m,n}$ ——弯曲韧度指数($\eta_{m5}, \eta_{m10}, \eta_{m20}$);
- $\eta_{c,n}$ ——压缩韧度指数($\eta_{c5}, \eta_{c10}, \eta_{c20}$);
- $\xi_{m,n}$ ——弯曲承载能力变化系数;
- $\xi_{c,n}$ ——压缩承载能力变化系数;
- $f_{ft,n}$ ——经 n 次冻融循环后试件的横向基频(Hz);
- $f_{ft,0}$ ——冻融循环前试件的初始横向基频(Hz);
- $l_{0,mm}$ ——钢纤维埋入长度(mm);
- l_0 ——干缩试件的基准长度(mm);
- l_t ——干缩龄期为 t 时的试件长度(mm);
- $l_{mm,0}$ ——测基准长度时标准杆的读数(mm);
- $l_{mm,t}$ ——干缩龄期为 t 时标准杆的读数(mm);

l_{mm} ——干缩试件测头的全长(mm);

$d_{\text{st,eq}}$ ——钢纤维等效直径(mm);

d ——钢筋计算直径(mm);

u_{st} ——钢纤维横截面周长(mm);

I ——试件截面惯性矩(mm⁴);

V ——容量筒容积(L);

第一章 总则

第 1.0.1条 用均匀分散的短钢纤维增强的普通混凝土称为钢纤维混凝土。为统一测定钢纤维混凝土性能及检验或控制其工程质量的试验方法,特制订本标准。

注:短钢纤维是指长度为 15~60mm,直径(或等效直径)为 0.3~0.7mm,长径比为 40~100 的钢纤维。每立方米混凝土中掺入的钢纤维为 40~200kg。

第 1.0.2条 本标准适用于一般工程建设中浇筑钢纤维混凝土和喷射钢纤维混凝土的物理、力学及工艺性能的试验。

第二章 拌合物取样及试样制备

第 2.0.1条 本方法适用于钢纤维混凝土拌合物的取样和试样制备。

第 2.0.2条 钢纤维混凝土拌合物基本性能试验用料应从同一次搅拌或同一车运送的混凝土中取出,或在试验室用机械或人工单独拌制。

第 2.0.3条 在钢纤维混凝土工程施工中取样时,应遵守现行国家标准《混凝土结构工程施工及验收规范》以及有关规范的规定。

第 2.0.4条 配制钢纤维混凝土的水泥、骨料、水、外加剂和混合材料应符合现行国家标准《混凝土结构工程施工及验收规范》中的有关规定。

粗骨料最大粒径不应大于 20mm。

第 2.0.5条 钢纤维的品种、规格和尺寸应符合试验目的的要求。钢纤维的表面应洁净、无锈、无油、无毒,不得使用因加工不良或生锈而粘连成团的钢纤维。

第 2.0.6条 在试验室拌合钢纤维混凝土时,所用材料应一次备齐,骨料应提前运入室内并翻拌均匀。水泥应放置在密闭的防潮容器中。

第 2.0.7条 试验室拌合钢纤维混凝土的材料称量应符合下列规定:

一、各种材料分别按重量称量。对水、液态外加剂以及外加剂水溶液,也可按容积计量。

二、称量的精确度:骨料为±1%;水、水泥、钢纤维和外加剂为±0.5%。

三、称量后应立即搅拌。

第 2.0.8 条 在试验室搅拌钢纤维混凝土应符合下列规定：

- 一、拌合间的温度应为 $20 \pm 5^{\circ}\text{C}$ 。
- 二、搅拌钢纤维混凝土宜采用强制式搅拌机,也可用人工搅拌。
- 三、钢纤维混凝土的一次搅拌量,应比试验用量多 5L,并应在搅拌机规定容量的 50% ~80% 之间。
- 四、为保证钢纤维在混凝土中均匀分散,搅拌时间应不少于 3min。可采用两种投料次序:
 - 1 先将钢纤维和骨料、水泥搅拌均匀,然后加水 and 外加剂水溶液继续搅拌。
 - 2 先搅拌除钢纤维外的其他材料,逐渐投入钢纤维,当全部投入后,再搅拌 1min。必要时可使用纤维分散机,防止纤维结团。
- 五、用搅拌机搅拌的钢纤维混凝土应用人工再次搅拌,平铲端部应紧贴搅拌盘滑动翻拌。

第 2.0.9 条 拌合物取样后应立即试验。

第三章 稠度试验

第一节 坍落度法

第 3.1.1 条 本方法适用于坍落度值不小于 20mm 的钢纤维混凝土拌合物的稠度测定。

第 3.1.2 条 坍落度试验所用设备应符合下列规定：

- 一、坍落度筒是由薄钢板或其他金属板制成的圆台形筒(见图 3.1.2。)内壁应光滑、无凹凸部位,底面和顶面应互相平行并与锥体的轴线垂直。在筒的两侧 2/3 高度处安装把手,下端应焊脚踏板。

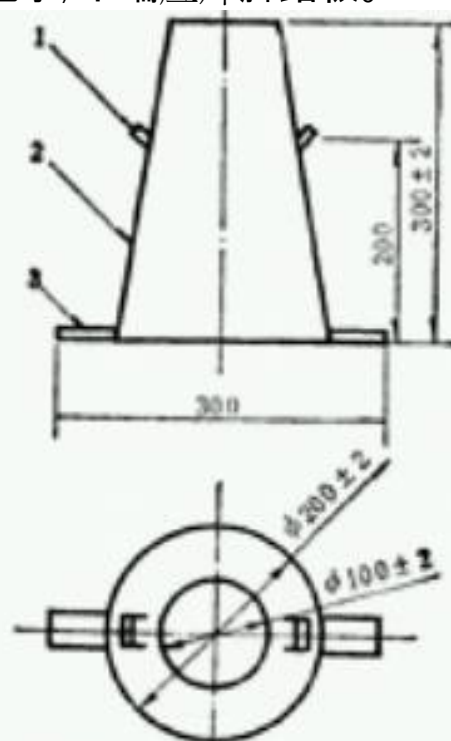


图 3.1.2 坍落度筒

1——把手, 2——坍落度筒筒体, 3——脚踏板

筒的内部尺寸为:

底部直径: $200 \pm 2\text{mm}$;

顶部直径: $100 \pm 2\text{mm}$;

高度: $300 \pm 2\text{mm}$;

筒壁厚度: 不小于 1.5mm 。

二、捣棒为直径 16mm 、长 600mm 的钢棒, 端头应磨圆。

第 3.1.3 条 坍落度试验步骤如下:

一、湿润坍落度筒内壁及其他用具, 将筒置于不吸水的刚性水平底板上, 踩住筒两边的脚踏板, 使其在装料时保持固定位置。

二、按筒高的 $1/3$ 分层, 逐次装料捣实。每层用捣棒沿螺旋方向由外向中心均匀插捣 25 次, 捣棒应插透本层。沿筒边插捣时, 捣棒应稍倾斜。应使顶层钢纤维混凝土在插捣后略高出筒口, 刮去后用抹刀抹平。

三、清除筒边的钢纤维混凝土后, 在 $5 \sim 10\text{s}$ 内垂直平稳地提起坍落度筒。

从装料到提筒应在 150s 内完成。

四、测量坍落后钢纤维混凝土试件最高点与筒高之差, 即为该钢纤维混凝土拌合物的坍落度值。

若钢纤维混凝土发生崩坍或一侧剪坏, 应重新取样测定。若第二次试验仍出现上述现象, 则表明该钢纤维混凝土和易性不好, 应记录备查。

第 3.1.4 条 钢纤维混凝土拌合物坍落度以 mm 为单位, 精确至 5mm 。

第二节 倒置坍落度筒法

第 3.2.1 条 本方法适用于倒置坍落度筒稠度在 $5 \sim 60\text{s}$ 之间的钢纤维混凝土拌合物的稠度测定。

第 3.2.2 条 用倒置坍落度筒法测定稠度所用设备应符合下列规定:

一、倒置坍落度筒装置见图 3.2.2 坍, 落度筒的内部尺寸与本标准第 312 条的规定相同。

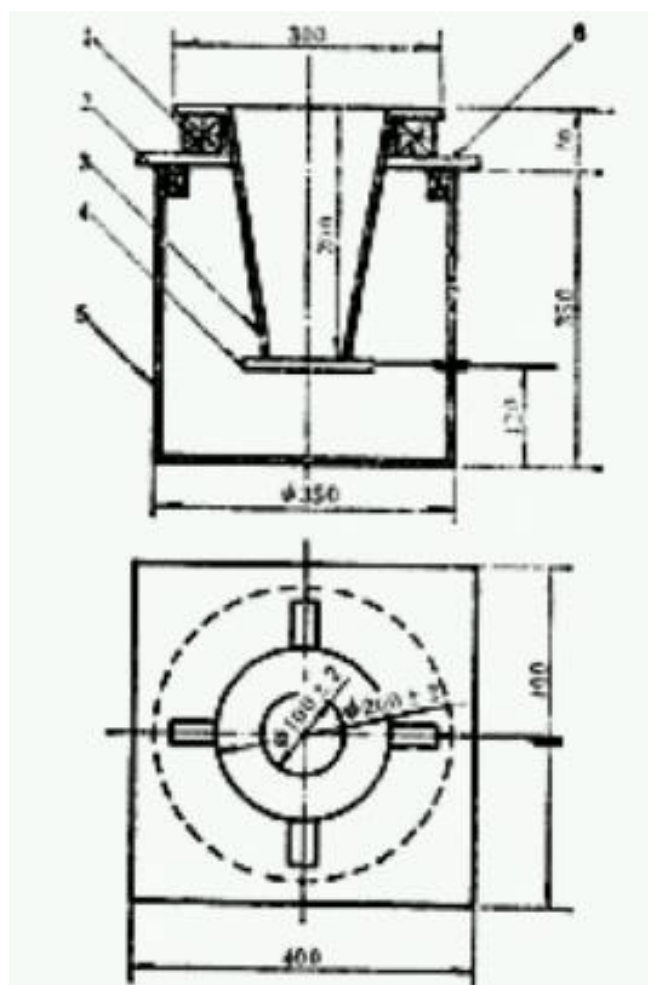


图 3.2.2 倒置坍落度筒

1—固定块， 2—限位块， 3—坍落度筒，
4—插板， 5—底筒， 6—底筒盖

二、小型插入式震动棒：

直径：25~28mm；

长度：250mm；

频率：18~22Hz；

振幅：1mm。

第 3.2.3 条 倒置坍落度筒稠度试验步骤如下：

一、润湿坍落度筒及底筒内壁，推入插板，将钢纤维混凝土试样装入坍落度筒，使顶面略高出筒口，刮去后用抹刀抹平。

二、轻轻抽出插板，开启震动棒，在其接触钢纤维混凝土表面的瞬间用秒表开始计时。

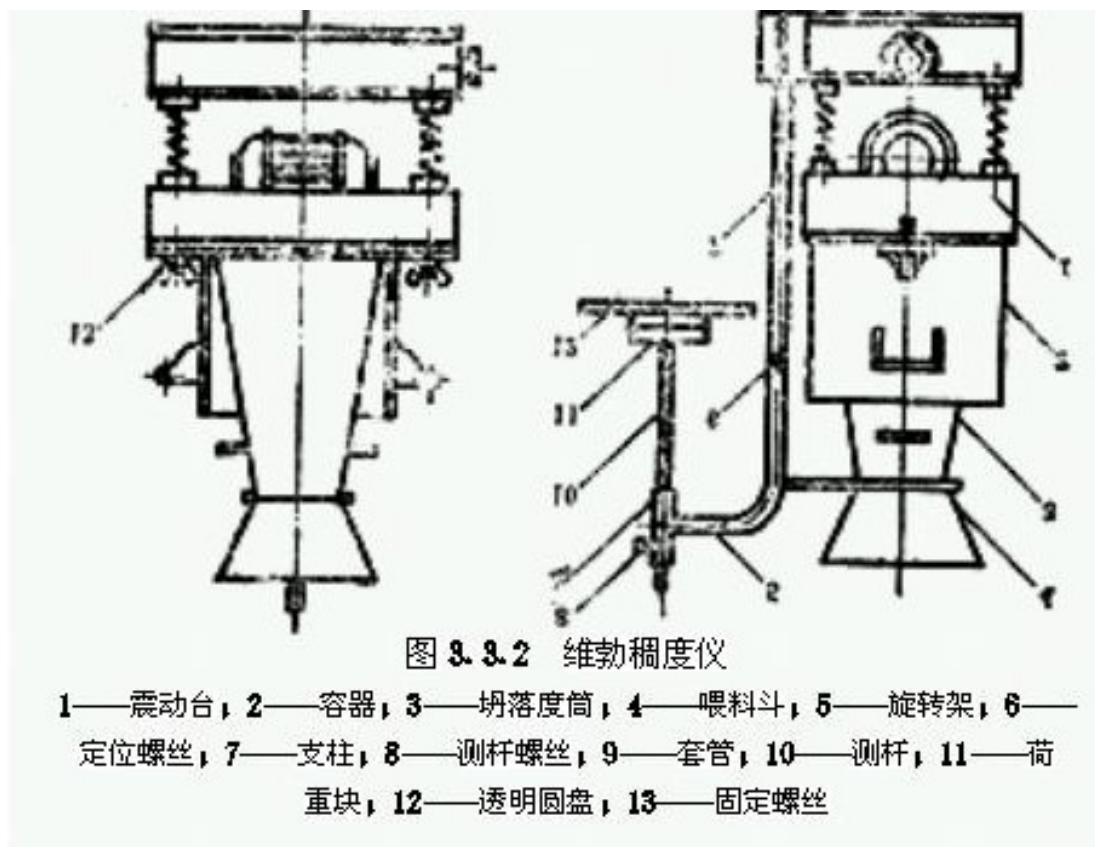
三、使震动棒沿坍落度筒中心线垂直下沉，达到距底筒底面 10mm 处为止。继续振捣直至钢纤维混凝土全部流出坍落度筒，停表计时，并关闭震动棒。秒表读数精确至 1s。

第 3.2.4 条 由秒表读出的时间(s)即为钢纤维混凝土拌合物的倒置坍落度筒稠度值。

第三节 维勃(VB)稠度法

第 3.3.1 条 本方法适用于维勃稠度在 5~30s 之间的钢纤维混凝土拌合物的稠度测定。

第 3.3.2 条 维勃稠度试验所用设备应符合下列规定：



一、维勃稠度仪(图 3.3.2由) 以下部分组成:

1 震动台:台面长 380mm; 宽 260mm, 支承在 4 个减震器上。

台面底部装设频率为 $50 \pm 3\text{Hz}$ 的震动器。装有空容器时台面的振幅应为 $0.5 \pm 0.1\text{mm}$ 。

2 容器:用钢板制成的圆筒,高 $200 \pm 2\text{mm}$, 内径 $240 \pm 5\text{mm}$, 壁厚 8mm, 底厚 7.5mm。

3 坍落度筒:其内部尺寸与本标准第 3.1.2条的规定相同。

4 喂料斗:固定在旋转架的一侧,就位后,其轴线应与容器的轴线重合。

5 旋转架:在与装置喂料斗对称的一侧设有套管,将测杆插入套管,并用测杆螺丝固定。在测杆下端安装水平的透明圆盘。旋转架安装在支柱上,以十字凹槽定向,用定位螺丝固定。测杆就位后,其轴线也应与容器的轴线重合。

透明圆盘的直径为 $230 \pm 2\text{mm}$, 厚度为 $10 \pm 2\text{mm}$ 。荷重块置于圆盘上。由测杆、圆盘及荷重块组成的可动部分总重量为 $2750 \pm 50\text{g}$ 。

二、捣棒与本标准第 3.1.2条的规定相同。

第 3.3.3条 维勃稠度试验步骤如下:

一、将维勃稠度仪置于坚实水平的地面上,润湿容器、坍落度筒、喂料斗内壁及其他用具。

二、将喂料斗转到坍落度筒上方扣紧,校正容器位置,使其轴线与喂料斗轴线重合,然后拧紧固定螺丝。

三、按本标准第 3.1.3条第二款的规定装料、捣实。

四、转离喂料斗,垂直提起坍落度筒,应防止钢纤维混凝土试体横向扭动。

。

五、将透明圆盘转到钢纤维混凝土圆台体上方,放松测杆螺丝,降下圆

盘轻轻接触钢纤维混凝土顶面,拧紧定位螺丝。

六、开启震动台,同时用秒表计时。振动到透明圆盘的底面被水泥浆布满的瞬间,停表计时,并关闭震动台。秒表读数精确至1s。

第 3.3.4条 由秒表读出的时间(s)即为钢纤维混凝土拌合物的维勃稠度值。

第四章 拌合物质量密度试验

第 4.0.1条 本方法适用于测定钢纤维混凝土拌合物振实后的质量密度。

第 4.0.2条 测定拌合物质量密度所用设备应符合下列规定:

一、容量筒为金属制成的圆筒,两侧装有把手。对纤维长度不大于40mm的拌合物采用容积为5L的容量筒,其内径与筒高均为 $186\pm 2\text{mm}$,筒壁厚为3mm;纤维长度大于40mm时,容量筒的内径与筒高均应大于纤维长度的4倍。容量筒上缘及内壁应光滑平整,顶面与底面应平行并与圆柱体的轴线垂直。

二、台秤:称量100kg,感量50g。

三、震动台:频率 $50\pm 3\text{Hz}$,空载时的振幅为 $0.5\pm 0.1\text{mm}$ 。

四、震槌:重量为1kg的木槌。

第 4.0.3条 本试验步骤如下:

一、把容量筒内外擦净,称出筒重,精确至50g。

二、装料与振实。

1 坍落度不大于50mm的拌合物,用震动台振实。应一次将拌合物灌到高出容量筒口,装料时用震槌稍加敲振。振动过程中如拌合物沉落低于筒口,应随时添加,直至表面出浆。

2 坍落度大于50mm的拌合物,用震槌振实。5L容量筒按1/2高度分层装入拌合物,大于5L容量筒按100mm分层。震槌沿容量筒侧壁均匀敲振,每层30次。敲振完毕后,将直径16mm的钢棒垫在筒底,左右交替将容量筒颠击地面各15次。

三、刮去多余的拌合物,并填平表面凹陷部分。擦净容量筒外壁,称出钢纤维混凝土拌合物与容量筒总重,精确至50g。

第 4.0.4条 钢纤维混凝土拌合物质量密度按下式计算:

$$P_{fc} = \frac{m_2 - m_1}{V} \times 1000 \quad (4.0.4)$$

式中 P_{fc} —钢纤维混凝土拌合物质量密度(kg/m^3);

m_1 —容量筒重量(kg);

m_2 —容量筒及试样总重(kg);

V —容量筒容积(L)。

计算结果精确至 $10\text{kg}/\text{m}^3$ 。

第五章 拌合物钢纤维体积率试验

第 5.0.1条 本方法适用于测定钢纤维混凝土拌合物中钢纤维所占的体积百分率,即钢纤维体积率。

第 5.0.2条 测定钢纤维体积率所用设备应符合本标准第4.0.2条的规定。

称量钢纤维的托盘天平:称量 2kg,感量 2g。

第 5.0.3条 钢纤维体积率应测定两次,测定步骤如下:

一、按本标准第 4.0.3条的规定装料并振实。

二、倒出拌和物,边水洗边用磁铁搜集钢纤维。

三、将搜集的钢纤维在 $105 \pm 5^{\circ}\text{C}$ 的温度下烘干至恒重,冷却至室温后称其重量,精确至 2g。

第 5.0.4条 钢纤维体积率按下式计算:

$$V_{sf} = \frac{m_{sf}}{\rho_{sf} \cdot V} \times 100 (\%) \quad (5.0.4)$$

式中 V_{sf} — 钢纤维体积率(%);

m_{sf} — 容量筒中钢纤维重量(g);

V — 容量筒容积(L);

ρ_{sf} — 钢纤维质量密度(kg/m³)。

第 5.0.5条 两次测定值的平均值即为钢纤维体积率。若测定值不符合下列条件,则试验结果无效。

$$\left| \frac{V_{sf1} - V_{sf2}}{V_{sfm}} \right| \leq 0.05 \quad (5.0.5)$$

式中 V_{sfm} — 两次测定钢纤维体积率的平均值;

V_{sf1}, V_{sf2} — 分别为两次测得的钢纤维体积率。

第六章 拌合物含气量试验

第 6.0.1条 本方法适用于测定钢纤维混凝土拌合物的含气量。

第 6.0.2条 含气量试验所用设备应符合下列规定:

一、CH-7L 型含气量测定仪由基准容器和盖体两部分组成,如图 6.0.2

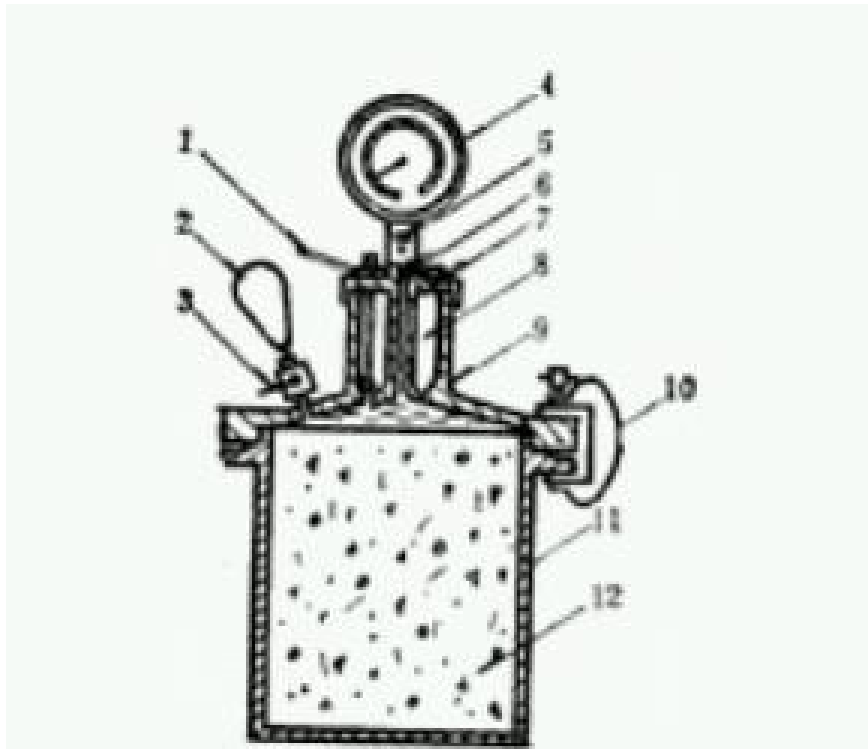


图 6.0.2 CH-7L 型混凝土含气量测定仪

1——阀门杆，2——注水器，3——进水阀，4——压力表，
5——排气阀，6——排气口，7——微调阀，8——气室，
9——上盖，10——紧固器，11——基准容器，12——试样

二、量筒的容积为 100mL。

第 6.0.3 条 在测定拌合物含气量之前，应先测量表观骨料含气量，其步骤如下：

一、将含气量测定仪水平放置在操作台上，擦净容器及上盖的内表面。二、按试样的配合比求得与容器容积相应的粗、细骨料重量，称好后拌匀，逐渐倒入 1 嫩 3 高度已盛水的容器中，水面每升高 25mm，插捣 10 次，并略予搅动，以排除夹杂的空气。加料过程中应保持水面始终高出骨料顶面。骨料全部加入后，再浸泡 5min，并轻敲容器外壁，排除气泡。然后除去水面泡沫，加水至满。擦净容器边缘，安放上盖，拧紧螺栓。

三、打开进水阀和排气阀，注水至排气口出水，然后关闭。

四、用手泵打压至压力稍过 0.1MPa，停 5s，用微调阀调压，轻叩压力表使指针稳定指向 0.1MPa。

五、轻按阀门杆而后松开，用木锤轻敲容器四周，接着按下阀门杆，当压力表指针停止抖动时，测读压力值。

六、在压力与含气量的关系曲线上查得含气量值，即为骨料的表观含气量。

第 6.0.4 条 测定拌合物表观含气量的步骤如下：

一、三、四、五步骤的规定同第 6.0.3 条。

二、将拌合物装入容器，按本标准第 4.0.3 条第二款的规定捣实，随即

填平凹陷处,并刮平表面,擦净容器边缘,安放上盖,拧紧螺栓。

六、打开排气阀,解除压力,然后重复上述操作步骤,再次测读压力值。以两次测得的压力值的算术平均值在压力与含气量的关系曲线上查得含气量值,即为拌合物的表观含气量。

若两次测值相差大于 0.2% (绝对值),则应再测一次,如果第三次测值与前两次测值中最接近的值相差仍大于0.2%,则试验结果无效。

第 6.0.5条 上述测得的拌合物表观含气量与骨料表观含气量之差,即为钢纤维混凝土拌合物的含气量。

第 6.0.6条 应按下列规定标定含气量测定仪。

一、基准容器容积的标定:

称量干燥容器和玻璃板的总重:加水至满,沿容器顶面平推玻璃板,盖住容器而不夹入气泡。擦干外部水分并称重,两次称量之差除以水的质量密度($\rho=1\text{g}/\text{cm}^3$)即得基准容器的容积。

二、含气量测定仪的标定:

1 将标定管接在上盖进水阀门的端头,在盛满水的容器上安放上盖并拧紧。

2 按第 6.0.3条第二款和第三款的规定注水、调压。

3 按下阀门杆,打开进水阀,容器中的水经标定管流入量筒,当达到容器的 1% 时,关闭进水阀。

4 打开排气阀并立即关闭,用手泵打压至压力达到 0.1MPa,停 5s,按动阀门杆 2~3 次,待表针稳定后,测读压力值。

5 按上述方法测得放水为容器的 2%、3%、10% 时的压力值,据此绘得压力与含气量的关系曲线。

第七章 试件的制作及养护第

一节 浇筑钢纤维混凝土试件

第 7.1.1条 本方法适用于浇筑钢纤维混凝土试件的制作及养护。

第 7.1.2条 拌合物取样及试样制备应遵守本标准第二章的规定。

第 7.1.3条 浇筑试件的最小边长不得小于钢纤维长度的2.5倍。

第 7.1.4条 制作试件用的试模由铸铁或钢制成,应具有足够的刚度、不漏水并拆装方便。试模内表面应机械加工,不平度应为每 100mm 不大于 0.05mm。组装后各相邻面的不垂直度不应大于 ± 0.5 度。试件的尺寸误差不应大于相应截面尺寸的 1/100。

制作试件前,应将试模擦净,并在内壁涂脱模剂。

第 7.1.5条 所有试件均应在取样后立即制作。测定材料性能的试件应根据拌合物的稠度确定成型方法。坍落度不大于 50mm 的钢纤维混凝土用震动台振实;大于 50mm 的用木槌振实。

用以检验或控制工程质量的试件,其成型方法应与实际施工采用的方法相同。

棱柱体及小梁试件应采用卧式成型。小梁试件首先在中部装料。

第 7.1.6 条 用震动台成型时,应将拌合物一次装入试模,并略高出其上口。振动时应防止试模在震动台上自由跳动。振动应持续到钢纤维混凝土表面出浆为止。刮去多余的拌合物,并用抹刀抹平。

震动台的振动频率应为 $50 \pm 3\text{Hz}$,空载时振幅为 $0.5 \pm 0.1\text{mm}$ 。

第 7.1.7 条 用木槌振实时,截面为 $150\text{mm} \times 150\text{mm}$ 的试件,分作相等的两层将拌合物装入试模;截面为 $100\text{mm} \times 100\text{mm}$ 的试件,一次装入。装料时应用抹刀沿试模内壁略加插捣。用木槌敲试模侧壁,每层 30 次,将凹凸不平的上表面振平,刮去多余的拌合物,并用抹刀抹平。

不允许用捣棒或震动棒作内部振实。必要时可用震动棒接触试模外壁进行振动。

第 7.1.8 条 测定材料性能的试件应采用标准养护,用以检验或控制工程质量的试件应与构件同条件养护。

试件养护到 28d 龄期进行试验,或按检验工程质量的要求,养护到所需龄期。

第 7.1.9 条 标准养护的试件,成型后覆盖表面,防止水分蒸发;在温度为 $20 \pm 5^\circ\text{C}$ 的条件下静置 1~2 昼夜,然后编号拆模。

试件拆模后应立即放在温度为 $20 \pm 3^\circ\text{C}$ 、相对湿度为 90% 以上的标准养护室中,按 $10 \sim 20\text{mm}$ 的间距放在支架上。不得用水直接冲淋试件。

当无标准养护室时,试件可在温度为 $20 \pm 3^\circ\text{C}$ 的静水中养护,水的 pH 值应不小于 7。

第 7.1.10 条 与构件同条件养护的试件的拆模时间及拆模后的养护条件均应与构件相同。

第二节 喷射钢纤维混凝土试件

第 7.2.1 条 本方法适用于喷射钢纤维混凝土试件的制作和养护。第

7.2.2 条 试件应从特制的喷射成型的钢纤维混凝土大板中切出。大板的尺寸由试件尺寸和数量确定,其最小尺寸必须大于切出试件的长、宽、高各 50mm。

第 7.2.3 条 钢纤维混凝土的喷射方向应垂直于大板。用于检验工程质量的试件,其喷射方法应与实际施工相同。

第 7.2.4 条 试件的养护方法与本章第一节的规定相同。

第 7.2.5 条 应在 14d 龄期切取试件,切取方向根据试验要求确定。在试件上必须标出喷射方向。试件不应有破损及粗骨料或钢纤维脱落现象。

第 7.2.6 条 试件必须研磨加工,其尺寸误差不应大于相应截面尺寸的 1/100。

第八章 立方体抗压强度试验

第 8.0.1 条 本方法适用于测定钢纤维混凝土立方体试件的抗压强度。

第 8.0.2 条 采用边长 150mm 的立方体为标准试件。当纤维长度不大

于 40mm, 可采用边长 100mm 的立方体试件。

每组 3 个试件, 其制作及养护应符合本标准第七章的规定。

第 8.0.3 条 压力试验机的示值相对误差不应大于 $\pm 2\%$, 试件的预期破坏荷载应处在全量程的 20% ~80% 之间。

试验机上下压板或附加的钢垫板的尺寸应大于试件的承压面, 其不平度应为每 100mm 不大于 0.02mm。上下压板中应有一块带球形铰座。

第 8.0.4 条 本试验步骤如下:

一、从养护地点取出试件, 擦净后检查外观并测量尺寸, 精确至 1mm。若实测尺寸与公称尺寸之差不大于 1mm, 可按公称尺寸计算。

试件承压面的不平度应为每 100mm 不大于 0.05mm, 承压面与相邻面的不垂直度不应大于 1 度。

二、将试件成型时的侧面作为承压面, 安放时试件轴心应对准试验机下压板中心。开动试验机, 当上压板与试件接近时, 调整球铰座, 使接触均衡。

三、对试件连续、均匀加荷, 试件强度低于 30MPa 时, 加荷速度取 0.3~0.5MPa/s; 试件强度等于或高于 30MPa 时, 取 0.5~0.8MPa/s。当试件临近破坏、变形速度增快时, 应停止调整试验机油门, 直至试件破坏。记录最大荷载, 精确至 0.1MPa。

第 8.0.5 条 钢纤维混凝土立方体试件的抗压强度按下式计算:

$$f_{t,cu} = \frac{F_{max}}{A} \quad (8.0.5)$$

式中 $f_{t,cu}$ ——钢纤维混凝土立方体抗压强度 (MPa);

F_{max} ——最大荷载 (N);

A ——试件承压面积 (mm^2).

计算精确至 0.1MPa。以 3 个试件测值的算术平均值作为该组试件的抗压强度值, 若其中的最大值或最小值与中间值之差大于中间值的 15%, 则取中间值为该组试件的抗压强度值; 如果二者与中间值相差均大于中间值的 15%, 则试验结果无效。

采用边长 100mm 立方体试件测得的抗压强度值, 应乘以尺寸换算系数 0.9。

第九章 轴心抗压强度试验

第 9.0.1 条 本方法适用于测定钢纤维混凝土棱柱体试件的轴心抗压强度。

第 9.0.2 条 采用 150mm × 150mm × 300mm 棱柱体为标准试件。当纤维长度不大于 40mm, 可采用 100mm × 100mm × 300mm 棱柱体试件。

每组 3 个试件, 其制作及养护应符合本标准第七章的规定。

第 9.0.3 条 本试验采用的压力试验机应符合本标准第 8.0.3 条的规

定。

第 9.0.4 条 本试验步骤如下：

一、从养护地点取出试件，擦净后检查外观并测量尺寸，测量精度及尺寸取值应符合本标准第 8.0.4 条的规定。

二、试件应直立放置，试件轴心应对准试验机下压板中心，开动试验机，当上压板与试件接近时，调整球铰座，使接触均衡。

三、按本标准第 8.0.4 条 的规定加荷，记录最大荷载，精确至 0.1MPa。

第 9.0.5 条 钢纤维混凝土棱柱体试件的轴心抗压强度按下式计算：

$$f_{t,c} = \frac{F_{\max}}{A} \quad (9.0.5)$$

式中 $f_{t,c}$ ——钢纤维混凝土轴心抗压强度 (MPa)；

F_{\max} ——最大荷载 (N)；

A ——试件承压面积 (mm²)。

计算精确至 0.1MPa。以 3 个试件测值的算术平均值作为该组试件的轴心抗压强度值。测值离散性较大时的数据处理，应符合本标准第 8.0.5 条的规定。

采用 100mm × 100mm × 300mm 试件测得的轴心抗压强度值应乘以尺寸换算系数 0.9。

第十章 静力受压弹性模量试验

第 10.0.1 条 本方法适用于测定钢纤维混凝土的静力受压弹性模量。

本方法测定的钢纤维混凝土弹性模量是指压应力为轴心抗压强度 40% 时的加荷割线模量。

第 10.0.2 条 受压弹性模量试验所用试件应符合本标准第 9.0.2 条的规定。

每组 6 个试件，其中 3 个测定轴心抗压强度，用以确定弹性模量试验的加荷标准，另 3 个测定弹性模量。试件的制作及养护应符合本标准第七章的规定。

第 10.0.3 条 本试验用压力试验机应符合本标准第 8.0.3 条的规定。

测量变形仪表的精度应不低于 0.001mm。

第 10.0.4 条 本试验步骤如下：

一、从养护地点取出试件，擦净后检查外观并测量尺寸，测量精度及尺寸取值应符合本标准第 8.0.4 条的规定。

二、取 3 个试件，按本标准第九章的规定测定轴心抗压强度。

三、测量变形的仪表应安装在试件成型时两侧面的中线上，并对称于试件的两端，测量标距为 150mm。

四、将试件的轴心与上、下压板的中心对准。

开动试验机，当上压板与试件接近时，调整球铰座，使接触均衡。

五、按本标准第 8.0.4 条的规定加荷到与轴心抗压强度 40% 对应的控制荷载, 然后以同样速度卸荷至零, 如此反复预压 3 次。

同时观察试验机及仪表的工作状况, 如不正常, 应予调整。

采用 100mm × 100mm 截面试件时, 其两侧读得的变形值之差不得大于变形平均值的 20%, 否则应调整试件位置。

六、预压 3 次后, 用上述同样速度进行第四次加荷。先加荷到 0.5MPa 的初始荷载值, 保持 30s 后分别读取试件两侧仪表的初始读数, 然后加荷到控制荷载, 保持 30s 后读取两侧仪表读数。

两侧读数增值的平均值即为该次试验的变形值。

按上述速度卸荷到初始荷载, 30s 后再读取试件两侧仪表的初始读数, 如此进行第五次加荷、持荷、读数并计算出该次试验的变形值。若前后两次变形值之差不大于 0.003mm, 则试验有效。

否则应重复上述过程, 直至两次相邻加荷的变形之差符合上述要求为止。然后卸除仪表, 以同样速度加荷至破坏, 取得该试件的轴心抗压强度值。

第 10.0.5 条 钢纤维混凝土试件的静力受压弹性模量按下式计算:

$$E_{t,c} = \frac{F_{con} - F_1}{A} \times \frac{l}{\nu} \quad (10.0.5)$$

式中 $E_{t,c}$ ——钢纤维混凝土静力受压弹性模量 (MPa);
 F_{con} ——应力为 40% 轴心抗压强度时的控制荷载 (N);
 F_1 ——应力为 0.5MPa 时的初始荷载 (N);
 A ——试件承压面积 (mm²);
 ν ——最后一次从 F_1 到 F_{con} 时试件的变形值 (mm);
 l ——变形测量标距 (mm)。

受压弹性模量计算结果精确至 100MPa。受压弹性模量取 3 个试件测值的算术平均值。如果其中一个试件的轴心抗压强度与用以确定控制荷载的轴心抗压强度值相差超过后者 20%, 则该试件测值无效, 受压弹性模量取另两个试件测值的算术平均值。如有两个试件超过上述规定, 该组试件的试验结果无效。

第十一章 劈裂抗拉强度试验

第 11.0.1 条 本方法适用于测定钢纤维混凝土立方体试件的劈裂抗拉强度。

第 11.0.2 条 采用边长为 150mm 的立方体为标准试件。当纤维长度不大于 40mm, 可采用边长为 100mm 的立方体试件。

每组 3 个试件, 其制作及养护应符合本标准第七章的规定。

第 11.0.3 条 劈裂抗拉强度试验设备应符合下列规定:

一、压力试验机应符合本标准第 8.0.3 条的规定。

二、采用图 11.0.3所示的钢制弧形垫条。垫条的柱面和底面应机械加工,柱面轴线方向及底面的不平度应为每100mm 不大于 0.02mm 。垫条的长度应不小于试件的边长。

三、垫条与试件之间应垫以木质三合板垫板,宽 15~20mm,厚 3~4mm,长度应不小于试件边长。垫板不得重复使用。

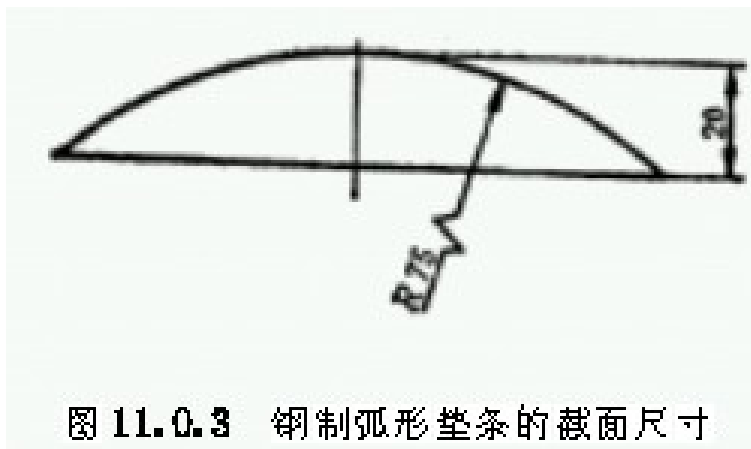


图 11.0.3 钢制弧形垫条的截面尺寸

第 11.0.4条 本试验步骤如下:

一、从养护地点取出试件,擦净后检查外观并测量尺寸,测量精度及尺寸取值应符合本标准第 8.0.4条的规定。

在试件成型时的顶面和底面划出劈裂面位置。

二、按图 11.0.4所示位置安放试件、弧形垫条及木质垫板。

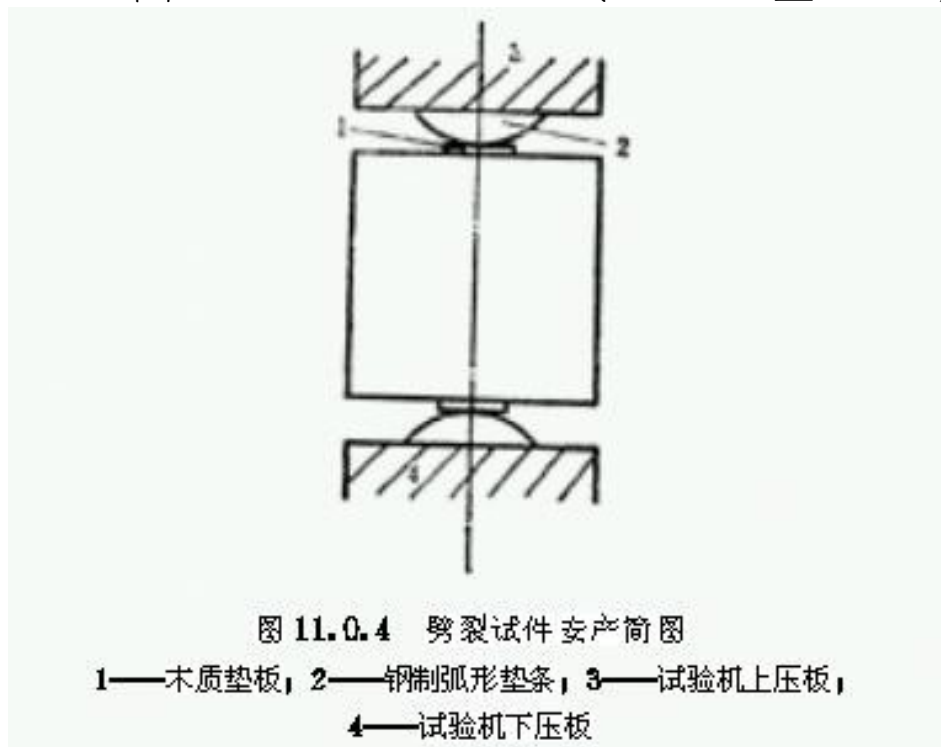


图 11.0.4 劈裂试件安产简图

1——木质垫板; 2——钢制弧形垫条; 3——试验机上压板;
4——试验机下压板

试件的轴心应对准试验机下压板的中心,垫条应垂直于试件成型时的顶面。开动试验机,当上压板与垫条接近时,调整球铰座,使接触均衡。

三、对试件连续、均匀加荷。当试件的抗压强度低于30MPa 时,加荷速度应取 0.02~0.05Mpa/s当试件的抗压强度等于或高于 30MPa 时,应取 0.05~0.08Mpa/s。当试件临近破坏、变形迅速增长时,应停止调整试验机油门,直至试件破坏。记录最大荷载,精确至 0.01MPa。

第 11.0.5条 钢纤维混凝土立方体试件的劈裂抗拉强度按下式计算:

$$f_{t,sp} = \frac{2F_{max}}{\pi A} = 0.637 \frac{F_{max}}{A} \quad (11.0.5)$$

式中 $f_{t,sp}$ ——钢纤维混凝土劈裂抗拉强度 (MPa);

F_{max} ——最大荷载 (N);

A ——试件劈裂面面积 (mm^2)。

计算结果精确至 0.01Mpa。

以 3 个试件测值的算术平均值作为该组试件的劈裂抗拉强度值。测值离散性较大时的数据处理,应符合本标准第 8.0.5条的规定。

采用边长为 100mm 立方体试件测得的劈裂抗拉强度值,应乘以尺寸换算系数 0.8。

第十二章 抗剪强度试验

第 12.0.1条 本方法适用于采用双面直接剪切法测定钢纤维混凝土的抗剪强度。

第 12.0.2条 采用截面为 100mm × 100mm 的梁式试件,其长度为截面高度的 2~4 倍。

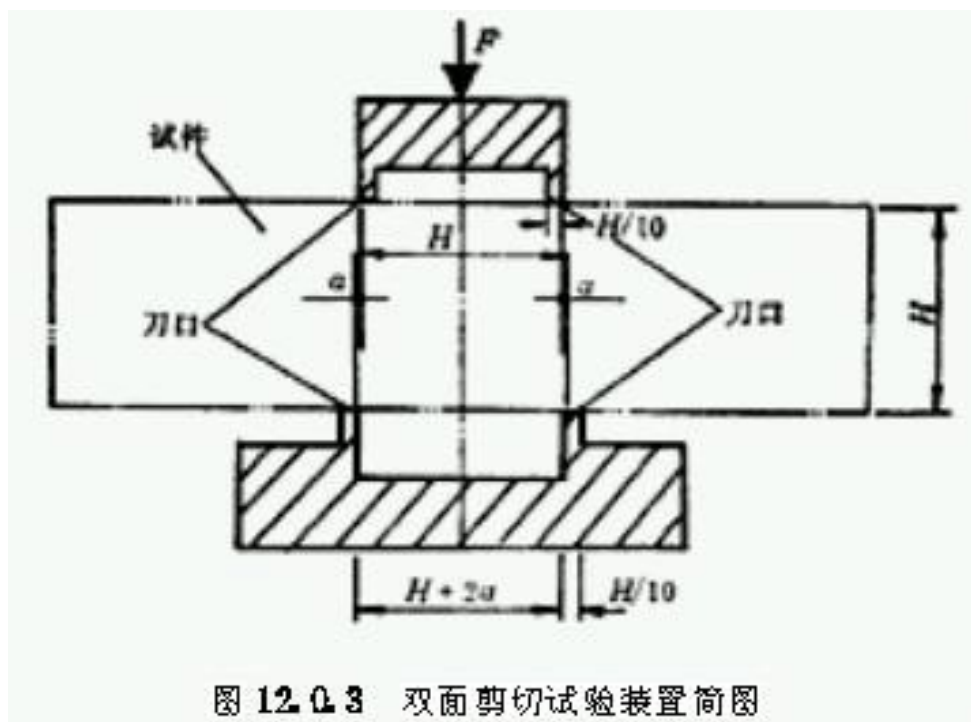
每组 4 个试件,其制作及养护应符合本标准第七章的规定。

第 12.0.3条 抗剪强度试验设备应符合下列规定:

一、压力试验机应符合本标准第 8.0.3条的规定。

二、试验机上下压板中应有一块带有球形铰座。

三、双面剪切试验装置如图 12.0.3所示,应保证上下刀口垂直相对运动,无左右移动。刀口宽度为试件公称高度 H 的 $1/10$,上刀口外缝间距等于 H ,上下刀口错位 a 应在 $0\sim 1mm$ 之间。



第 12.0.4条 本试验步骤如下:

一、从养护地点取出试件,擦净后检查外观,测量试件两个预定破坏面

的高度和宽度。测量精度及尺寸取值应符合本标准第8.0.4条的规定。

二、将试件放入试验装置,使成型时的两个侧面与剪切装置刀口接触,剪切装置的中轴线应与试验机压力作用线重合,调整球铰座,使接触均衡。三

、对试件连续、均匀加荷,加荷速度取 0.06~0.10MPa/s。

当试件临近破坏、变形速度增快时,应停止调整试验机油门,直至破坏,记录最大荷载,精确至 0.01MPa。

四、检查试件破坏面,若不在预定面破坏(图 12.0.4所示),则试验结果无效。

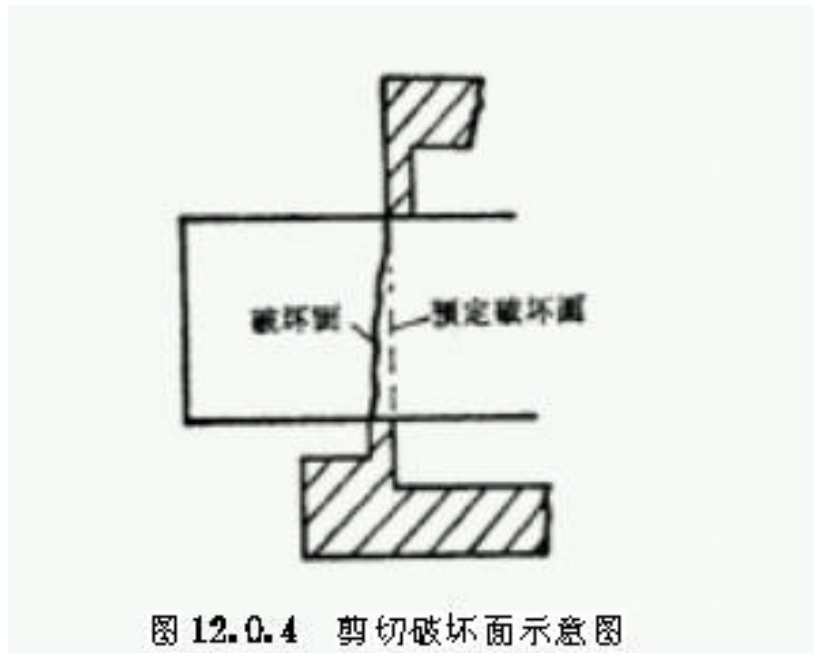


图 12.0.4 剪切破坏面示意图

第 12.0.5条 钢纤维混凝土试件的抗剪强度按下式计算:

$$f_{t,v} = \frac{F_{\max}}{2bh} \quad (12.0.5)$$

式中 $f_{t,v}$ ——钢纤维混凝土抗剪强度 (MPa);

F_{\max} ——最大荷载 (N);

b ——试件平均宽度 (mm);

h ——试件平均高度 (mm)。

$$b = \frac{1}{4} (b_1 + b_2 + b_3 + b_4)$$

$$h = \frac{1}{4} (h_1 + h_2 + h_3 + h_4)$$

b_1 、 b_2 、 b_3 、 b_4 及 h_1 、 h_2 、 h_3 、 h_4 是由第 12.0.4 条测得的预定破坏截面的宽度和高度。

以 4 个试件测值的算术平均值作为该组试件的抗剪强度。若 4 个测值中的最大值或最小值与中间两测值的平均值之差大于中间平均值的 15%, 则取两中值的平均值作为该组试件的抗剪强度;如果二者与中值平均值之差均大于 15%, 则该组试件的试验结果无效。

4 个试件中如有一个不在预定面破坏,取另外 3 个测值的算术平均值

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：<https://d.book118.com/425142301144011230>