



CECS 03 : 2007

中国工程建设标准化协会标准

钻芯法检测混凝土强度 技术规程

Technical specification for
testing concrete strength with drilled core

2007 北 京



中国工程建设标准化协会标准
钻芯法检测混凝土强度技术规程
Technical specification for
testing concrete strength with drilled core
CECS 03 : 2007

*

中国建筑工业出版社出版、发行(北京西郊百万庄)
廊坊市海涛印刷有限公司 印刷
开本:850×1168 毫米 1/32 印张:1 $\frac{1}{8}$ 字数:30 千字
2007 年 11 月第一版 2007 年 11 月第一次印刷
印数 1—8100 册 定价:10.00 元
统一书号:15112·14629
版权所有 翻印必究
本社网地:<http://www.cabp.com.cn>
网上书店:<http://www.china-building.com.cn>

中国工程建设标准化协会标准

**钻芯法检测混凝土强度
技术规程**

Technical specification for
testing concrete strength with drilled core

CECS 03 : 2007

主编单位：中国建筑科学研究院

批准单位：中国工程建设标准化协会

施行日期：2008年1月1日

中国建筑工业出版社

2007 北 京

前 言

根据中国工程建设标准化协会(2000)建标协字第 15 号文《关于印发中国工程建设标准化协会 2000 年第一批推荐性标准制、修订计划的通知》的要求,由中国建筑科学研究院会同有关科研单位对协会标准原《钻芯法检测混凝土强度技术规程》CECS 03 : 88 进行修订。

修订后本规程分为 7 章:1 总则;2 术语、符号;3 强度检测;4 主要设备;5 芯样的钻取;6 芯样的加工和试件的技术要求;7 芯样试件的试验和抗压强度值的计算。

本规程修订的主要技术内容是:1. 将钻芯检测混凝土强度技术的应用范围扩大到抗压强度不大于 80MPa;2. 增加了检测批混凝土强度的检验;3. 增加小直径芯样试件的应用;4. 在钻芯修正中提出了修正量的概念;5. 在抽样检测结构混凝土强度中引入了一定置信度条件下强度区间的概念。

根据国家计委计标[1986]1649 号文《关于请中国工程建设标准化委员会负责组织推荐性工程建设标准试点工作的通知》的要求,现批准发布协会标准《钻芯法检测混凝土强度技术规程》,编号为 CECS 03 : 2007,推荐给工程建设设计、施工和使用单位采用。自本规程施行之日起,原标准 CECS 03 : 88 废止。

本规程由中国工程建设标准化协会混凝土结构专业委员会 CECS/TC 5 归口管理,由中国建筑科学研究院建筑工程检测中心(北京市北三环东路 30 号,邮编 100013,传真:010-84288515)负责解释。在使用中如发现需要修改或补充之处,请将意见和资料径寄解释单位。

主 编 单 位：中国建筑科学研究院

参 编 单 位：国家建筑工程质量监督检验中心

山东省建筑科学研究院

河北省建筑科学研究院

江苏省建筑科学研究院

重庆市建筑科学研究院

上海市建筑科学研究院

贵州中建建筑科学研究院

北京市建设工程质量监督总站

主要起草人：邸小坛 徐 骋 崔士起 路彦兴 刘敬思

林文修 林力勋 韩跃红 沈云秀 周 燕

缪 群 孔旭文 杨梅祥

中国工程建设标准化协会

2007 年 4 月 16 日

目 次

1	总 则	(1)
2	术语、符号	(2)
3	强度检测	(4)
3.1	一般规定	(4)
3.2	钻芯确定混凝土强度推定值	(4)
3.3	钻芯修正方法	(6)
4	主要设备	(7)
5	芯样的钻取	(8)
6	芯样的加工和试件的技术要求	(10)
7	芯样试件的试验和抗压强度值的计算	(12)
附录 A	混凝土抗拉强度测试方法	(13)
附录 B	推定区间系数表	(15)
本规程	用词说明	(16)
附:	条文说明	(17)

1 总 则

- 1.0.1 为促进钻芯检测混凝土强度技术的发展和提高检测结果的可靠性,制定本规程。
- 1.0.2 本规程适用于钻芯方法检测结构中强度不大于 80MPa 的普通混凝土强度。
- 1.0.3 钻芯检测混凝土强度除应执行本规程的规定外,尚应符合国家现行有关标准的规定。

2 术语、符号

2.1 术 语

2.1.1 混凝土抗压强度值 compressive strength of concrete

由芯样试件得到的结构混凝土在检测龄期相当于边长为 150mm 立方体试块的抗压强度。

2.1.2 混凝土强度推定值 estimated strength of concrete

结构混凝土在检测龄期相当于边长为 150mm 立方体试块抗压强度分布中的 0.05 分位值的估计值。

2.1.3 置信度 confidence level

被测试量的真值落在某一区间的概率。

2.1.4 推定区间 estimate interval

被测试量的真值落在指定置信度的范围。该范围由用于强度推定的上限值和下限值界定。

2.1.5 标准芯样试件 standard core specimen

取芯质量符合要求且芯样公称直径为 100mm、高径比为 1:1 的混凝土圆柱体试件。

2.1.6 检测批 inspection lot

在相同的混凝土强度等级、生产工艺、原材料、配合比、成型工艺、养护条件下生产并提交检测的一定数量构件。

2.1.7 随机抽取 draw an item at random

在检测批中随机地、等概率地抽取任一个个体。

2.2 符 号

A ——芯样试件截面面积；

F ——芯样试件试验得到的最大测试力；

H ——抗压芯样试件的高度；
 S_{cor} ——芯样试件强度样本的标准差；
 D ——芯样试件的平均直径；
 f_{cu}^{c} ——间接方法得到的混凝土抗压强度换算值；
 $f_{\text{cu},\text{e}}$ ——混凝土强度推定值；
 $f_{\text{cu},\text{cor}}$ ——芯样试件的混凝土抗压强度值；
 $f_{\text{cu},\text{e1}}$ ——混凝土抗压强度的推定上限值；
 $f_{\text{cu},\text{e2}}$ ——混凝土抗压强度的推定下限值；
 k_1, k_2 ——推定区间上限值系数和下限值系数；
 Δf ——修正量。

3 强度检测

3.1 一般规定

- 3.1.1 从结构中钻取的混凝土芯样应加工成符合规定的芯样试件。
- 3.1.2 芯样试件混凝土的强度应通过对芯样试件施加作用力的试验方法确定。
- 3.1.3 抗压试验的芯样试件宜使用标准芯样试件,其公称直径不宜小于骨料最大粒径的 3 倍;也可采用小直径芯样试件,但其公称直径不应小于 70mm 且不得小于骨料最大粒径的 2 倍。
- 3.1.4 钻芯法可用于确定检测批或单个构件的混凝土强度推定值;也可用于钻芯修正方法修正间接强度检测方法得到的混凝土抗压强度换算值。
- 3.1.5 芯样试件的混凝土抗拉强度可按附录 A 测定。

3.2 钻芯确定混凝土强度推定值

- 3.2.1 钻芯法确定检测批的混凝土强度推定值时,取样应遵守下列规定:

- 1 芯样试件的数量应根据检测批的容量确定。标准芯样试件的最小样本量不宜少于 15 个,小直径芯样试件的最小样本量应适当增加。

- 2 芯样应从检测批的结构构件中随机抽取,每个芯样应取自一个构件或结构的局部部位,且取芯位置应符合本规程第 5.0.2 条的要求。

- 3.2.2 检测批混凝土强度的推定值应按下列方法确定:

- 1 检测批的混凝土强度推定值应计算推定区间,推定区间的上限值和下限值按下列公式计算:

$$\text{上限值 } f_{\text{cu},\text{el}} = f_{\text{cu},\text{cor},\text{m}} - k_1 S_{\text{cor}} \quad (3.2.2-1)$$

$$\text{下限值 } f_{\text{cu},\text{e2}} = f_{\text{cu},\text{cor},\text{m}} - k_2 S_{\text{cor}} \quad (3.2.2-2)$$

$$\text{平均值 } f_{\text{cu},\text{cor},\text{m}} = \frac{\sum_{i=1}^n f_{\text{cu},\text{cor},i}}{n} \quad (3.2.2-3)$$

$$\text{标准差 } S_{\text{cor}} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (f_{\text{cu},\text{cor},i} - f_{\text{cu},\text{cor},\text{m}})^2}{n-1}} \quad (3.2.2-4)$$

式中 $f_{\text{cu},\text{cor},\text{m}}$ ——芯样试件的混凝土抗压强度平均值(MPa),精确至 0.1MPa;

$f_{\text{cu},\text{cor},i}$ ——单个芯样试件的混凝土抗压强度值(MPa),精确至 0.1MPa;

$f_{\text{cu},\text{el}}$ ——混凝土抗压强度推定上限值(MPa),精确至 0.1MPa;

$f_{\text{cu},\text{e2}}$ ——混凝土抗压强度推定下限值(MPa),精确至 0.1MPa;

k_1, k_2 ——推定区间上限值系数和下限值系数,按附录 B 查得;

S_{cor} ——芯样试件抗压强度样本的标准差(MPa),精确至 0.1MPa。

2 $f_{\text{cu},\text{el}}$ 和 $f_{\text{cu},\text{e2}}$ 所构成推定区间的置信度宜为 0.85, $f_{\text{cu},\text{el}}$ 与 $f_{\text{cu},\text{e2}}$ 之间的差值不宜大于 5.0MPa 和 $0.10 f_{\text{cu},\text{cor},\text{m}}$ 两者的较大值;

3 宜以 $f_{\text{cu},\text{el}}$ 作为检测批混凝土强度的推定值。

3.2.3 钻芯确定检测批混凝土强度推定值时,可剔除芯样试件抗压强度样本中的异常值。剔除规则应按现行国家标准《数据的统计处理和解释 正态样本异常值的判断和处理》GB/T 4883 的规定执行。当确有试验依据时,可对芯样试件抗压强度样本的标准差 S_{cor} 进行符合实际情况的修正或调整。

3.2.4 钻芯确定单个构件的混凝土强度推定值时,有效芯样试件

的数量不应少于 3 个；对于较小构件，有效芯样试件的数量不得少于 2 个。

3.2.5 单个构件的混凝土强度推定值不再进行数据的舍弃，而应按有效芯样试件混凝土抗压强度值中的最小值确定。

3.3 钻芯修正方法

3.3.1 对间接测强方法进行钻芯修正时，宜采用修正量的方法，也可采用其他形式的修正方法。

3.3.2 当采用修正量的方法时，芯样试件的数量和取芯位置应符合下列要求：

1 标准芯样试件的数量不应少于 6 个，小直径芯样试件数量宜适当增加；

2 芯样应从采用间接检测方法的结构构件中随机抽取，取芯位置应符合本规程第 5.0.2 条的规定；

3 当采用的间接检测方法为无损检测方法时，钻芯位置应与间接检测方法相应的测区重合；

4 当采用的间接检测方法对结构构件有损伤时，钻芯位置应布置在相应测区的附近。

3.3.3 钻芯修正后的换算强度可按下列公式计算：

$$f_{cu,i0}^c = f_{cu,i}^c + \Delta f \quad (3.3.3-1)$$

$$\Delta f = f_{cu,cor,m}^c - f_{cu,mj}^c \quad (3.3.3-2)$$

式中 $f_{cu,i0}^c$ ——修正后的换算强度；

$f_{cu,i}^c$ ——修正前的换算强度；

Δf ——修正量；

$f_{cu,mj}^c$ ——所用间接检测方法对应芯样测区的换算强度的算术平均值。

3.3.4 由钻芯修正方法确定检测批的混凝土强度推定值时，应采用修正后的样本算术平均值和标准差，并按本规程第 3.2.2 条、第 3.2.3 条规定的方法确定。

4 主要设备

- 4.0.1 钻取芯样及芯样加工、测量的主要设备与仪器均应有产品合格证,计量器具应有检定证书并在有效使用期内。
- 4.0.2 钻芯机应具有足够的刚度、操作灵活、固定和移动方便,并应有水冷却系统。
- 4.0.3 钻取芯样时宜采用人造金刚石薄壁钻头。钻头胎体不得有肉眼可见的裂缝、缺边、少角、倾斜及喇叭口变形。
- 4.0.4 锯切芯样时使用的锯切机和磨平芯样的磨平机,应具有冷却系统和牢固夹紧芯样的装置;配套使用的人造金刚石圆锯片应有足够的刚度。
- 4.0.5 芯样宜采用补平装置(或研磨机)进行芯样端面加工。补平装置除应保证芯样的端面平整外,尚应保证芯样端面与芯样轴线垂直。
- 4.0.6 探测钢筋位置的定位仪,应适用于现场操作,最大探测深度不应小于 60mm,探测位置偏差不宜大于 $\pm 5\text{mm}$ 。

5 芯样的钻取

5.0.1 采用钻芯法检测结构混凝土强度前,宜具备下列资料:

- 1 工程名称(或代号)及设计、施工、监理、建设单位名称;
- 2 结构或构件种类、外形尺寸及数量;
- 3 设计混凝土强度等级;
- 4 检测龄期,原材料(水泥品种、粗骨料粒径等)和抗压强度试验报告;
- 5 结构或构件质量状况和施工过程中存在问题的记录;
- 6 有关的结构设计施工图等。

5.0.2 芯样宜在结构或构件的下列部位钻取:

- 1 结构或构件受力较小的部位;
- 2 混凝土强度具有代表性的部位;
- 3 便于钻芯机安放与操作的部位;
- 4 避开主筋、预埋件和管线的位置。

5.0.3 钻芯机就位并安放平稳后,应将钻芯机固定。固定的方法应根据钻芯机的构造和施工现场的具体情况确定。

5.0.4 钻芯机在未安装钻头之前,应先通电检查主轴旋转方向(三相电动机)。

5.0.5 钻芯时用于冷却钻头和排除混凝土碎屑的冷却水的流量宜为 3~5L/min。

5.0.6 钻取芯样时应控制进钻的速度。

5.0.7 芯样应进行标记。当所取芯样高度和质量不能满足要求时,则应重新钻取芯样。

5.0.8 芯样应采取保护措施,避免在运输和贮存中损坏。

5.0.9 钻芯后留下的孔洞应及时进行修补。

5.0.10 在钻芯工作完毕后,应对钻芯机和芯样加工设备进行维修保养。

5.0.11 钻芯操作应遵守国家有关安全生产和劳动保护的规定,并应遵守钻芯现场安全生产的有关规定。

6 芯样的加工和试件的技术要求

6.0.1 抗压芯样试件的高度与直径之比(H/d)宜为 1.00。

6.0.2 芯样试件内不宜含有钢筋。当不能满足此项要求时,抗压试件应符合下列要求:

1 标准芯样试件,每个试件内最多只允许有 2 根直径小于 10mm 的钢筋;

2 公称直径小于 100mm 的芯样试件,每个试件内最多只允许有一根直径小于 10mm 的钢筋;

3 芯样内的钢筋应与芯样试件的轴线基本垂直并离开端面 10mm 以上。

6.0.3 锯切后的芯样应进行端面处理,宜采取在磨平机上磨平端面的处理方法。承受轴向压力芯样试件的端面,也可采取下列处理方法:

1 用环氧胶泥或聚合物水泥砂浆补平;

2 抗压强度低于 40MPa 的芯样试件,可采取水泥砂浆、水泥净浆或聚合物水泥砂浆补平,补平层厚度不宜大于 5mm;也可采用硫磺胶泥补平,补平层厚度不宜大于 1.5mm。

6.0.4 在试验前应按下列规定测量芯样试件的尺寸:

1 平均直径用游标卡尺在芯样试件中部相互垂直的两个位置上测量,取测量的算术平均值作为芯样试件的直径,精确至 0.5mm;

2 芯样试件高度用钢卷尺或钢板尺进行测量,精确至 1mm;

3 垂直度用游标量角器测量芯样试件两个端面与母线的夹角,精确至 0.1°;

4 平整度用钢板尺或角尺紧靠在芯样试件端面上,一面转动

钢板尺,一面用塞尺测量钢板尺与芯样试件端面之间的缝隙;也可采用其他专用设备量测。

6.0.5 芯样试件尺寸偏差及外观质量超过下列数值时,相应的测试数据无效:

- 1 芯样试件的实际高径比(H/d)小于要求高径比的 0.95 或大于 1.05;
- 2 沿芯样试件高度的任一直径与平均直径相差大于 2mm;
- 3 抗压芯样试件端面的不平整度在 100mm 长度内大于 0.1mm;
- 4 芯样试件端面与轴线的不垂直度大于 1° ;
- 5 芯样有裂缝或有其他较大缺陷。

7 芯样试件的试验和抗压强度值的计算

7.0.1 芯样试件应在自然干燥状态下进行抗压试验。

7.0.2 当结构工作条件比较潮湿,需要确定潮湿状态下混凝土的强度时,芯样试件宜在 $20 \pm 5^{\circ}\text{C}$ 的清水中浸泡 $40 \sim 48\text{h}$,从水中取出后立即进行试验。

7.0.3 芯样试件抗压试验的操作应符合现行国家标准《普通混凝土力学性能试验方法标准》GB/T 50081 中对立方体试块抗压试验的规定。

7.0.4 混凝土的抗压强度值,应根据混凝土原材料和施工工艺通过试验确定,也可按本规程第 7.0.5 条的规定确定。

7.0.5 芯样试件的混凝土抗压强度值可按下式计算:

$$f_{\text{cu,cor}} = F_c / A \quad (7.0.5)$$

式中 $f_{\text{cu,cor}}$ ——芯样试件的混凝土抗压强度值(MPa);

F_c ——芯样试件的抗压试验测得的最大压力(N);

A ——芯样试件抗压截面面积(mm^2)。

附录 A 混凝土抗拉强度测试方法

A.1 轴心抗拉强度

A.1.1 承受轴向拉力的芯样试件,可用建筑结构胶在试件两个端面粘贴特制的钢卡具,两个钢卡具的平面板部分应平行,拉杆轴线应与芯样试件的轴线重合。

A.1.2 芯样试件的轴心抗拉强度试验应符合下列规定:

1 拉杆与抗拉垫板之间宜为铰接或采取其他措施,消除拉杆轴线与试件轴线不重合带来的影响;

2 拉杆轴线与芯样试件轴线重合度的偏差不应大于 1mm;

3 加荷速度可参照现行国家标准《普通混凝土力学性能试验方法标准》GB/T 50081 中其他试验方法的相关规定,加载方式如图 A.1.2 所示。

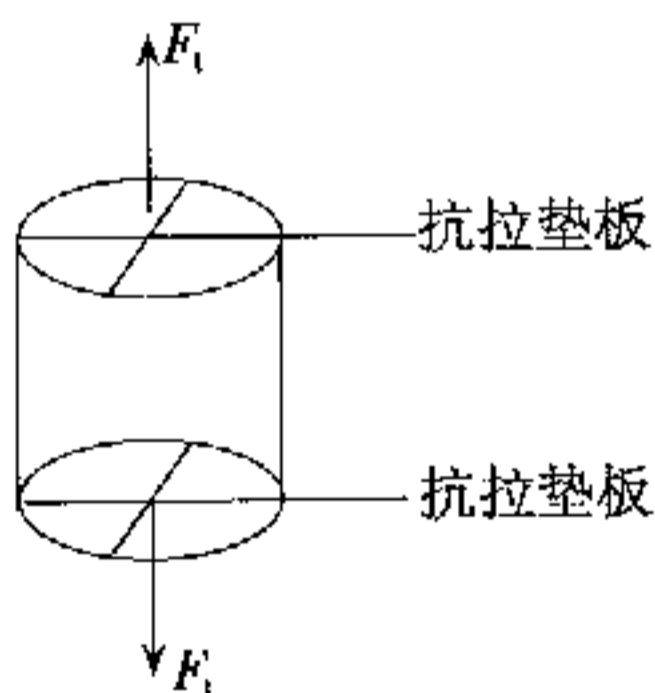


图 A.1.2 轴心抗拉试验

A.1.3 承受轴向拉力芯样试件的混凝土轴心抗拉强度可按下式计算:

$$f_{t,cor} = F_t / A_t \quad (A.1.3)$$

式中 F_t ——芯样试件抗拉试验测得的最大拉力(N);

A_t ——芯样试件抗拉破坏截面面积(mm²)。

A. 2 劈裂抗拉强度

A. 2. 1 芯样试件劈裂抗拉强度试验的操作应符合现行国家标准《普通混凝土力学性能试验方法标准》GB/T 50081 中对立方体试块劈裂试验的规定,劈裂荷载可按图 A. 2. 1 所示的方式施加。

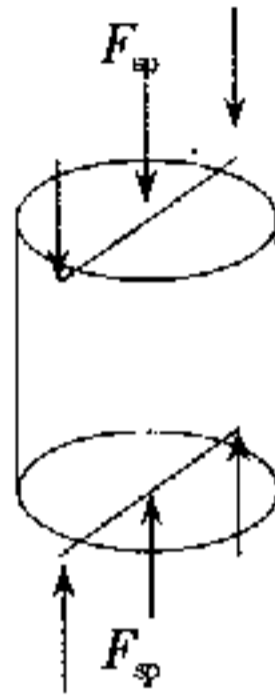


图 A. 2. 1 劈裂抗拉试验

A. 2. 2 芯样试件混凝土的劈裂抗拉强度可按下式计算:

$$f_{cts} = 0.637 F_{spl,cor} / A_{ts} \quad (A. 2. 2)$$

式中 $F_{spl,cor}$ ——芯样试件劈裂抗拉试验测得的最大劈裂力(N);
 A_{ts} ——芯样试件劈裂抗拉破坏截面面积(mm²)。

附录 B 推定区间系数表

B.0.1 在置信度 0.85 条件下,试件数与上限值系数、下限值系数的关系(表 B.0.1)。

表 B.0.1 上、下限值系数

试件数 n	$k_1(0.10)$	$k_2(0.05)$	试件数 n	$k_1(0.10)$	$k_2(0.05)$
15	1.222	2.566	37	1.360	2.149
16	1.234	2.524	38	1.363	2.141
17	1.244	2.486	39	1.366	2.133
18	1.254	2.453	40	1.369	2.125
19	1.263	2.423	41	1.372	2.118
20	1.271	2.396	42	1.375	2.111
21	1.279	2.371	43	1.378	2.105
22	1.286	2.349	44	1.381	2.098
23	1.293	2.328	45	1.383	2.092
24	1.300	2.309	46	1.386	2.086
25	1.306	2.292	47	1.389	2.081
26	1.311	2.275	48	1.391	2.075
27	1.317	2.260	49	1.393	2.070
28	1.322	2.246	50	1.396	2.065
29	1.327	2.232	60	1.415	2.022
30	1.332	2.220	70	1.431	1.990
31	1.336	2.208	80	1.444	1.964
32	1.341	2.197	90	1.454	1.944
33	1.345	2.186	100	1.463	1.927
34	1.349	2.176	110	1.471	1.912
35	1.352	2.167	120	1.478	1.899
36	1.356	2.158	—	—	—

本规程用词说明

1 为便于在执行本规程条文时区别对待,对要求严格程度不同的用词说明如下:

1)表示很严格,非这样做不可的:

正面词采用“必须”;

反面词采用“严禁”。

2)表示严格,在正常情况下均应这样做的:

正面词采用“应”;

反面词采用“不应”或“不得”。

3)表示允许稍有选择,在条件许可时首先应这样做的:

正面词采用“宜”;

反面词采用“不宜”。

4)表示有选择,在一定条件下可以这样做的:

正面词采用“可”;

反面词采用“不可”。

2 条文中指定应按其他有关标准执行时,写法为“应按……执行”或“应符合……的要求(或规定)”。非必须按所指定的标准执行时,写法为“可参照……执行”。

中国工程建设标准化协会标准

钻芯法检测混凝土强度
技术规程

CECS 03 : 2007

条文说明

目 次

1	总 则	(21)
3	强度检测	(22)
3.1	一般规定	(22)
3.2	钻芯确定混凝土强度推定值	(22)
3.3	钻芯修正方法	(24)
4	主要设备	(26)
5	芯样的钻取	(27)
6	芯样的加工和试件的技术要求	(28)
7	芯样试件的试验和抗压强度值的计算	(29)

1 总 则

1.0.1 本规程修订的宗旨是扩大钻芯检测混凝土强度技术的应用范围,提高检测结果的可信程度,本规程引入了 ISO 等国际组织提出的测量结果不确定度的概念,体现了检测结果的可信程度。

1.0.2 本规程编制组进行了立方体抗压强度 f_{cu} 为 10~100MPa 普通混凝土芯样试件的试验研究,考虑到与其他规范的衔接,本规程将钻芯法检测普通混凝土强度技术的适用范围扩大至立方体抗压强度为 80MPa。当钻芯法与回弹、超声、超声-回弹或后装拔出法等混凝土强度间接测试方法配合使用时,可用芯样抗压强度值对其他间接测试方法的结果进行修正。

1.0.3 本条指出混凝土强度的检验与评定应按现行国家标准《混凝土强度检验评定标准》GBJ 107 的规定执行。

3 强度检测

3.1 一般规定

3.1.1 混凝土芯样加工后的平整度、垂直度、端面处理情况等均会对芯样强度构成影响,故本条强调了混凝土芯样的加工应符合本规程要求。

3.1.2 钻芯检测混凝土强度是一种直接测定混凝土强度的检测技术。直接对芯样试件施加作用力得到混凝土强度的检测方法。

3.1.3 根据编制组的大量试验研究和国内其他试验研究数据,在抗压试验中,使用标准芯样试件样本的标准差相对较小,使用小直径芯样试件可能会造成样本的标准差增大,因此宜使用标准芯样试件确定混凝土抗压强度值。在一定条件下,公称直径 70~75mm 芯样试件抗压强度值的平均值与标准试件抗压强度值的平均值基本相当。因此,允许有条件地使用小直径芯样试件。

3.1.4 检测结果的不确定性(偏差)源于系统、随机和检测操作三个方面。钻芯法检测混凝土强度的系统偏差较小,而强度样本的标准差相对较大(随机性偏差与样本的容量少有关)。间接检测方法可以获得较多检测数据,样本的标准差可能与检测批混凝土强度的实际情况比较接近。钻芯法与间接检测方法结合使用,可扬长避短,减少检测工作中的不确定性。

3.1.5 结构工程检测有时需要确定混凝土的抗拉强度,对芯样试件施加劈裂力和轴向拉力的方法可以测试混凝土的抗拉强度。

3.2 钻芯确定混凝土强度推定值

3.2.1 根据编制组的大量试验研究并结合工程实例,提出了标准

芯样试件的最小样本容量,这与欧州有关标准的规定相一致。合适的芯样试件数量宜满足第 3.2.2 条关于推定区间的要求。

3.2.2 本条对检测批混凝土强度推定值的确定进行了规定:

1 检测批混凝土强度推定区间的确定方法。由于抽样检测必然存在着抽样不确定性,给出确定的推定值必然与检测批混凝土强度值的真值存在偏差,因此给出一个推定区间更为合理。推定区间是对检测批混凝土相应强度真值的估计区间。按此规定给出的推定区间符合现行国家标准《建筑工程施工质量验收统一标准》GB 50300 的相关规定,错判概率小于 0.05,漏判概率小于 0.10。

例如:芯样试件抗压强度平均值 $f_{cu,cor,m} = 30.4\text{MPa}$, $S_{cor} = 3.64\text{MPa}$,样本容量 $n=20$;由附录 B 得到 $k_1=1.271$, $k_2=2.396$;推定区间上限: $f_{cu,e1} = 30.4 - 1.271 \times 3.64 = 25.8\text{MPa}$;推定区间下限: $f_{cu,e2} = 30.4 - 2.396 \times 3.64 = 21.7\text{MPa}$ 。

2 对推定区间进行控制,包括推定区间的置信度、上限值与下限值之差值 ΔK , $\Delta K = (k_2 - k_1) S_{cor}$ 。减小样本的标准差,合理确定芯样试件的数量是满足推定区间要求的两个因素。表 1 给出样本容量 n 与 S_{cor} 和 ΔK 之间的关系,推定区间的置信度为 0.85。

表 1 样本容量 n 与 S_{cor} 和 ΔK 之间关系

样本容量 n	15	20	25	30	35
样本标准差 S_{cor} (MPa)	3.7	4.4	5.0	5.6	6.1
区间控制 ΔK (MPa)	4.97	4.95	4.93	4.97	4.97

从表 1 中可以看出:当样本容量 $n=15$,样本标准差 $s_{cor}=3.7\text{MPa}$ 时,可以满足推定区间置信度为 0.85, $\Delta K \leq 50\text{MPa}$ 的要求。

$f_{cu,cor,m}$ 、 S_{cor} 和 ΔK 与样本容量 n 之间的关系(表 2),推定区间的置信度为 0.85。

表 2 $f_{cu,cor,m}$ 、 S_{cor} 和 ΔK 与 n 之间关系

$f_{cu,cor,m}$ (MPa)	ΔK (MPa)	S_{cor} (MPa)				
		5.0	6.0	7.0	8.0	9.0
		样本容量 n				
60	6.0	18	25	32	41	大于 50
70	7.0	/	19	25	31	38
80	8.0	/	16	20	25	30

从表 2 中可以看出,当 $\Delta K=7.0\text{MPa}$, $S_{cor}=6.0\text{MPa}$ 时,样本容量不应少于 19 个。

以检测批混凝土强度推定区间的上限值作为混凝土工程施工质量的评定界限,符合现行国家标准《建筑工程施工质量验收统一标准》GB 50300 关于错判概率不大于 0.05 的规定;芯样试件抗压强度值一般不会高出结构混凝土的实际强度,一般略低于实际强度。

3.2.3 异常数据的舍弃应有一定的规则,本条提供了异常数据的舍弃标准。经大量试验研究的结果表明:芯样试件抗压强度样本的标准差一般大于立方体试块的标准差,小直径芯样试件抗压强度样本的标准差更大。因此,允许根据实际情况适当调整芯样试件抗压强度样本的标准差。但是,调整要有试验依据,而且要事先将调整方法告知委托方。

3.3 钻芯修正方法

3.3.1 本条建议钻芯修正采用修正量的方法。修正实际上是对成对观测的两个均值进行比较,修正量的概念与现行国家标准《数据的统计处理和解释 在成对观测值情形下两个均值的比较》GB/T 3361 的概念相符。欧洲标准《Assessment of concrete compressive strength in structures or in structural elements》EN 13791 也采取修正量的方法。修正量方法只对间接方法测得的混凝土强度的平均值进行修正,不修正标准差。因此,可能更适合钻

芯法的特点。

3.3.2 本条提出钻芯修正所需标准芯样试件的数量要求与现行国家标准《建筑结构检测技术标准》GB/T 50344 的要求一致,并对芯样钻取原则和部位提出要求。应指出的是,随机抽样与目前常用的随意抽样存在着本质上的区别。

3.3.3 本条对钻芯修正和修正量的计算进行了规定。

3.3.4 关于推定区间及其要求参见第 3.2.2 条的条文说明。

4 主要设备

4.0.1~4.0.5 钻芯机、锯切机等主要设备的技术性能直接影响到芯样的质量,影响到芯样试件抗压强度样本的标准差。因此,每台设备均应有产品合格证并满足相应的要求。

4.0.6 本条提出了对定位仪的技术要求。

5 芯样的钻取

- 5.0.1** 本条提出了需要了解的一些关于结构混凝土质量的主要内容。
- 5.0.2** 合理选择钻芯位置可减小测试误差、避免出现意外事故。
- 5.0.3** 在钻芯过程中,如固定不稳,钻芯机容易发生晃动和位移,不仅影响钻芯机和钻头的使用寿命,而且很容易发生卡钻或芯样折断事故。
- 5.0.4** 在没有安装钻头之前,应先通电检查主轴旋转方向是否正确。如果先安钻头后通电试验,一旦方向相反则主轴与连接头变成退扣旋转,容易把钻头甩掉而造成事故。
- 5.0.5** 钻芯机必须通冷却水才能达到冷却钻头和排出混凝土碎屑的目的。在高温下会使金刚石钻头烧损,混凝土碎屑不能及时排除不仅加速钻头的磨损,还会影响进钻速度和芯样表面质量。
- 5.0.6** 采用较高的进钻速度会加大芯样的损伤。因此,应控制进钻速度。
- 5.0.7** 本条强调对芯样应进行标记,防止芯样位置出现混乱,对结构构件混凝土强度的评定造成影响。
- 5.0.9** 钻取芯样后的构件应及时对孔洞进行修补,以保证结构的工作性能。

6 芯样的加工和试件的技术要求

6.0.1 由于目前芯样锯切机使用比较普遍,因此只规定高径比为1.00的芯样试件。

6.0.2 对芯样试件中的钢筋作出规定。

6.0.3 对芯样试件端面加工提出要求。锯切后芯样的端面感观上比较平整,但一般不能符合抗压试件的要求。山东省建筑科学研究院的试验研究表明,锯切芯样的抗压强度比端面加工后芯样试件的抗压强度降低10%~30%。

6.0.5 对芯样试件提出相应要求,目的是减小测试偏差和样本的标准差。

7 芯样试件的试验和抗压强度值的计算

7.0.1 芯样试件一般应在自然干燥的状态下进行试验。

7.0.2 芯样试件的含水量对强度有一定影响,含水愈多则强度愈低。一般来说,强度等级高的混凝土强度降低较少,强度等级低的混凝土强度降低较多。因此建议自然干燥状态与潮湿状态两种试验情况。

7.0.3 芯样试件进行抗压试验时,对于压力机及压板的精度要求和试验步骤,与立方体试块是一样的,应按现行国家标准《普通混凝土力学性能试验方法》GB/T 50081 中的立方体试块抗压试验方法进行。

7.0.4 本条对芯样试件混凝土抗压强度值的计算提出要求。我国地域辽阔,混凝土品种较多,各检测单位芯样试件加工水平不同,因此按照同一规律从芯样试件抗压强度值得出结构混凝土强度必然会出现系统不确定性较大的问题。因此,本规程要求检测单位进行相应的试验研究,得出适合本地区材料特性且反映检测机构芯样试件加工水平的关系。

但是,在承担检测任务时,必须事先向委托方明确所要使用的计算关系。

7.0.5 根据本规程编制组中国建筑科学研究院、山东省建筑科学研究院、重庆市建筑科学研究院和河北省建筑科学研究院的试验研究,标准芯样试件的抗压强度与同条件养护同龄期 150mm 立方体试块的抗压强度基本相当。而江苏省建筑科学研究院的试验表明,有时立方体试块的抗压强度略高,有时芯样试件的抗压强度略高。关于小直径芯样试件,中国建筑科学研究院、山东省建筑科学研究院、重庆市建筑科学研究院和河北省建筑科学研究院的试

验研究,高径比为 1 : 1 时,公称直径为 70~75mm 芯样试件的抗压强度与标准芯样试件的抗压强度基本相当。因此本规程提出 (7.0.5) 的强度计算公式。原规程强度换算公式中有个高径比换算系数 β , 由于近几年芯样加工水平的大幅提高,已完全能满足高径比 1 : 1 的要求,故将系数 β 取消。

国内也有一些单位的研究表明:有的小直径芯样的抗压强度高,有的小直径芯样的抗压强度低。芯样试件的抗压强度与芯样钻取时混凝土的龄期和强度、混凝土的种类、原材料的种类、进钻速度、试件加工的质量等多种因素有关。这类问题可按本规程第 7.0.4 条的规定采取相应的处理方法。

有些检测机构提出:将计算强度除以 0.88 的系数得到标养立方体试块的抗压强度。试验研究表明:同品种混凝土的标准养护立方体试块抗压强度与自然养护构件中钻取的标准芯样试件的抗压强度之间没有固定的换算关系,有时前者略高,有时后者略高。



1 5 1 1 2 1 4 6 2 9

统一书号:15112·14629

定价:10.00 元