

中国工程建设协会标准
剪压法检测混凝土抗压强度
技术规程

CECS 278 : 2010

☆

中国建筑科学研究院 主编

中国计划出版社出版

(地址:北京市西城区木樨地北里甲 11 号国宏大厦 C 座 4 层)

(邮政编码:100038 电话:63906433 63906381)

新华书店北京发行所发行

廊坊市海涛印刷有限公司印刷

850×1168 毫米 1/32 1.25 印张 28 千字

2010 年 8 月第 1 版 2010 年 8 月第 1 次印刷

印数 1—5100 册

☆

统一书号:1580177·443

定价:12.00 元

中国工程建设标准化协会公告

第 61 号

关于发布《剪压法检测混凝土抗压强度 技术规程》的公告

根据中国工程建设标准化协会建标协字[2007]31 号《关于印发中国工程建设标准化协会 2007 年第一批标准制、修订项目计划的通知》的要求,由中国建筑科学研究院等单位编制的《剪压法检测混凝土抗压强度技术规程》,经本协会混凝土结构专业委员会组织审查,现批准发布,编号为 CECS 278 : 2010,自 2010 年 9 月 1 日起施行。

中国工程建设标准化协会

二〇一〇年七月一日

前 言

根据中国工程建设标准化协会建标协字[2007]31号《关于印发中国工程建设标准化协会2007年第一批标准制、修订项目计划的通知》的要求,制定本规程。

本规程包括总则、术语和符号、剪压仪、检测技术、混凝土抗压强度的计算及推定、检测报告等内容。

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,现推荐给工程建设、设计、施工等使用单位及工程技术人员采用。

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归口管理并负责解释(地址:北京北三环东路30号,邮政编码:100013;E-mail:ylhj2008@sina.com)。在施行过程中,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:安徽省建筑科学研究设计院

重庆市建筑科学研究院

深圳市建设工程质量检测中心

陕西省建筑科学研究院

黑龙江省寒地建筑科学研究院

舟山市博远科技开发有限公司

参 加 单 位：北京中煤汇峰科技有限公司

主 要 起 草 人：袁海军 邹道金 刘林军 孟国民 余忠辉
李乃平 夏 赞 唐 坤 周 浪 诸华丰
岳 峰

主 要 审 查 人：濮存亭 惠云玲 徐有邻 高小旺 汤小军
艾永祥 张天申 刘 柯

中国工程建设标准化协会

2010 年 7 月 1 日

目 次

1 总 则	(1)
2 术语和符号	(2)
2.1 术语	(2)
2.2 符号	(2)
3 剪压仪	(4)
3.1 技术要求	(4)
3.2 剪压仪的校准与保养	(5)
4 检测技术	(7)
4.1 一般规定	(7)
4.2 剪压力测量	(8)
5 混凝土抗压强度的计算及推定	(10)
6 检测报告	(13)
附录 A 剪压法检测混凝土抗压强度记录	(14)
本规程用词说明	(15)
引用标准名录	(16)
附：条文说明	(17)

Contents

1	General provisions	(1)
2	Terms and symbols	(2)
2.1	Terms	(2)
2.2	Symbols	(2)
3	Shear-pressure instrument	(4)
3.1	Technical requirement	(4)
3.2	Adjusting and maintenance of shear-pressure instrument ...	(5)
4	Test technique	(7)
4.1	General requirement	(7)
4.2	Measurement of shear-pressure load	(8)
5	Calculation and inference of concrete compressive strength	(10)
6	Test report	(13)
Appendix A	Testing record of concrete compressive strength by shear-pressure method	(14)
	Explanation of wording in this specification	(15)
	List of quoted standards	(16)
	Addition: Explanation of provisions	(17)

1 总 则

1.0.1 为了规范剪压法检测普通混凝土抗压强度的方法,保证检测精度,制定本规程。

1.0.2 本规程适用于截面具有直角边、可施加剪压力的结构混凝土抗压强度(以下简称混凝土强度)的检测。

当对结构中的混凝土强度有检测要求时,可按本规程进行检测,并推定混凝土强度,检测结果可作为处理混凝土强度问题的依据。

本规程不适用于表层与内部质量有明显差异或内部存在缺陷的结构混凝土强度的检测。

1.0.3 使用剪压仪进行工程检测的人员,应通过专门的技术培训,并应持有相应的资格证书。

1.0.4 采用剪压法检测及推定混凝土强度,除应执行本规程外,尚应符合国家现行有关标准的规定。

2 术语和符号

2.1 术 语

2.1.1 剪压法 shear-pressure method

用专用剪压仪对混凝土构件直角边施加垂直于承压面的压力,使构件直角边产生局部剪压破坏,并根据剪压力来推定混凝土强度的检测方法。

2.1.2 剪压力 shear-pressure load

测试部位发生剪压破坏时,剪压仪荷载表上的最大值。

2.1.3 测位 test position

剪压法检测混凝土强度时的测试部位。

2.1.4 测位混凝土强度换算值 conversion value of concrete compressive strength of test position

由测位的剪压力通过测强公式计算得到的该测位的现龄期混凝土抗压强度值,其值相当于被测构件测试部位在所处条件及龄期下、边长 150mm 立方体试块的抗压强度值。

2.2 符 号

$f_{\text{cor},i}$ ——第 i 个混凝土芯样试件的抗压强度值;

$f_{\text{cu},e1}, f_{\text{cu},e2}$ ——检验批混凝土强度推定值;

$f_{\text{cu},i}^c$ ——测位混凝土强度换算值;

$f_{\text{m},i}^c$ ——第 i 个构件混凝土强度代表值;

$f_{\text{m},\min}^c$ ——检验批中构件混凝土强度代表值中的最小值;

$m_{f_{\text{cu}}}^c$ ——检验批中所抽检构件混凝土强度代表值的平均值;

n ——芯样数或检验批中所抽检的构件数;

N_i ——测位的剪压力;

$s_{f_{\text{cu}}}^c$ ——检验批中所抽检构件混凝土强度代表值的标准差;

η ——修正系数。

3 剪 压 仪

3.1 技 术 要 求

3.1.1 剪压仪应由基架、螺杆、油缸、手摇泵、数字压力表等组成(图 3.1.1)。

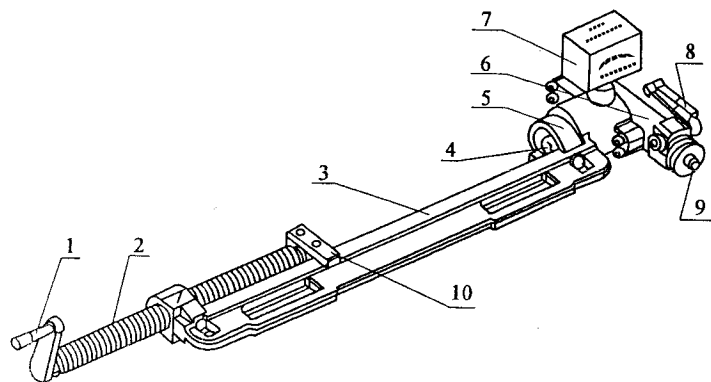


图 3.1.1 剪压仪示意图

1—螺杆摇柄；2—螺杆；3—基架；4—压头；
5—加压油缸；6—手摇泵；7—数字压力表；8—手摇泵手柄；
9—加压螺杆；10—承压板

3.1.2 剪压仪应有产品合格证和经校准后符合测试要求的校准证书。

3.1.3 剪压仪应符合下列规定：

- 1 剪压仪压头的直径应为 $20\text{mm} \pm 0.2\text{mm}$ ；
- 2 剪压仪应设有限位装置。剪压仪就位后，压头圆柱面与构件承压面垂直的相邻面应相切；
- 3 压头工作行程不应小于 15mm ；

- 4 最大剪压力不应小于 70kN ；
 - 5 在最大剪压力下，基架侧向变形不应大于基架长度的 $1/500$ ；
 - 6 数字压力表最小分度应为 0.1kN ，数字压力表每递增 5kN 后的读数与标准压力传感器或测力计的相对误差宜在 $\pm 2\%$ 以内；
 - 7 数字压力表应具有峰值保持、延时断电功能和数据储存功能；
 - 8 承压板尺寸不宜小于 $40\text{mm} \times 45\text{mm}$ ，且其任意转动的角度不宜小于 2° ；
 - 9 剪压仪上宜设防止仪器坠落的安全装置。
- 3.1.4 剪压仪使用时的环境温度应为 $-10^\circ\text{C} \sim 40^\circ\text{C}$ 。

3.2 剪压仪的校准与保养

3.2.1 剪压仪具有下列情况之一时，应进行校准：

- 1 新剪压仪启用前；
- 2 超过校准有效期；
- 3 累计剪压次数超过 1000 次；
- 4 遭受严重撞击或其他损害；
- 5 更换液压油及零件；
- 6 维修后；
- 7 对测试值有怀疑时。

3.2.2 剪压仪的校准有效期宜为 1 年，应对装配于剪压仪上的数字压力表读数、压头直径和工作行程进行校准，对定位螺杆尺寸与基架变形状况进行核查，校准结果应符合本规程第 3.1.3 条的要求。

3.2.3 剪压仪应按下列要求进行保养：

- 1 仪器外露部件应进行定期擦洗，重点擦洗定位螺杆与加压螺杆上的灰尘等杂物，擦洗后应在螺杆上涂抹润滑油；

- 2 当仪器长时间不用时,应将数字压力表内的电池取出。
- 3.2.4 剪压仪使用完毕后应将挤压头退回缸体内,使回程弹簧处于自由状态,应清除仪器上的污垢、灰尘,将仪器平放在干燥阴凉处。

4 检测技术

4.1 一般规定

4.1.1 被检测结构或构件的混凝土应符合下列规定:

- 1 混凝土用水泥应符合现行国家标准《通用硅酸盐水泥》GB 175的规定;
- 2 混凝土用砂、石骨料应符合现行行业标准《普通混凝土用砂、石质量及检验方法标准》JGJ 52 的规定;
- 3 混凝土应采用普通成型工艺;
- 4 钢模、木模及其他材料制作的模板应符合现行国家标准《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204 的规定;
- 5 龄期不应少于 14d;
- 6 抗压强度应在 10MPa~60MPa 范围内;
- 7 结构或构件厚度不应小于 80mm。

4.1.2 在结构或构件混凝土强度检测前,检测人员宜对下列情况进行了解:

- 1 工程名称及建设、设计、施工、监理(或监督)单位名称;
- 2 结构或构件名称、外形尺寸、数量及混凝土设计强度等级;
- 3 水泥品种、强度等级;砂、石种类与粒径;混凝土配合比等;
- 4 混凝土生产与输送方式,模板、浇筑、养护情况及成型日期等;
- 5 必要的设计图纸和施工记录;
- 6 检测原因。

4.1.3 结构或构件混凝土强度可按单个构件检测或按检验批抽样检测。按检验批抽样检测时,构件抽样数不应少于同批构件数

的 10%；当同一检验批中构件混凝土外观质量较差或构件混凝土强度差异较大时，构件抽样数不应少于同批构件数的 15%。

4.1.4 当结构或构件需按检验批进行检测时，同时符合下列条件的同一单位（单体）工程的构件方可作为同一检验批：

- 1 混凝土强度等级相同；
- 2 混凝土原材料、配合比、成型工艺、养护条件及龄期基本相同；
- 3 构件种类相同；
- 4 所处环境相同。

4.1.5 测位数量与布置应符合下列规定：

1 在所检测构件上应均匀布置 3 个测位，当 3 个剪压力中的最大值和最小值与中间值之差的绝对值均超过中间值的 15% 时，应再加测 2 个测位。

2 测位宜沿构件纵向均匀布置，相邻两测位宜布置在构件的不同侧面上。测位离构件端头不应小于 0.2m，两相邻测位间的距离不应小于 0.3m；

3 测位处混凝土应平整，无裂缝、疏松、孔洞、蜂窝等外观缺陷。测位不得布置在混凝土成型的顶面；

4 测位处相邻面的夹角应在 $88^{\circ} \sim 92^{\circ}$ 之间，当不满足这一要求时，可用砂轮略作打磨处理；

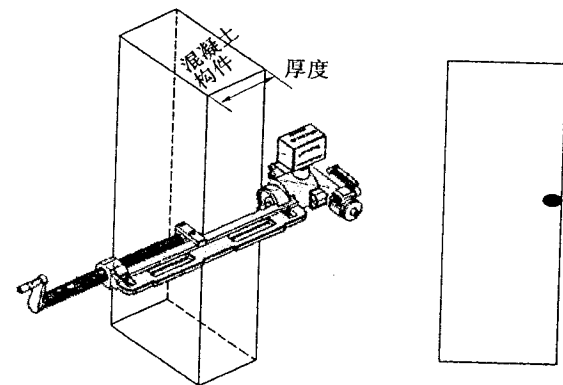
5 测位应避开预埋件和钢筋。

4.1.6 结构或构件的测位宜标有清晰的编号。

4.2 剪压力测量

4.2.1 检测前，应对剪压仪的工作状态进行检查。在确认其工作状态良好后，方可进行检测。

4.2.2 检测时，应将剪压仪在测位安装就位，圆形压头轴线与构件承压面应垂直，压头圆柱面与构件承压面垂直的相邻面应相切（图 4.2.2）。



(a) 压头轴线与承压面垂直 (b) 压头圆柱面与构件承压面垂直的相邻面相切

图 4.2.2 剪压仪安装示意

4.2.3 对构件进行检测时，应采取有效保护措施，防止剪压仪及混凝土脱落伤人。

4.2.4 开启数字压力表后，应按清零键并使数字压力表处于峰值保持状态。

4.2.5 摇动手摇泵手柄，应连续均匀施加剪压力，加力速度宜控制在 1.0kN/s 以内，直至剪压部位混凝土破坏，记录破坏状态和破坏时的剪压力，精确至 0.1kN 。

4.2.6 当剪压破坏面出现下列情况之一时，检测无效，并应在距测位 $0.3\text{m} \sim 0.5\text{m}$ 处补测。

- 1 有外露的钢筋；
- 2 有外露的预埋件；
- 3 有夹杂物；
- 4 有空洞；
- 5 其他异常情况。

4.2.7 检测后，应对剪压检测造成的混凝土破坏部位进行修补。

5 混凝土抗压强度的计算及推定

5.0.1 结构或构件第 i 个测位混凝土强度换算值应按下列公式计算:

$$f_{cu,i} = 1.4 N_i \quad (5.0.1)$$

式中: $f_{cu,i}$ ——测位混凝土强度换算值(MPa), 精确至 0.1MPa;

N_i ——测位的剪压力(kN), 精确至 0.1kN。

5.0.2 当结构或构件所采用的材料与本规程第 4.1.1 条所规定的材料有较大差异或对剪压法检测结果有怀疑时, 应从结构或构件中钻取混凝土芯样, 根据芯样强度对混凝土强度换算值进行修正。芯样数量不应少于 4 个, 在每个钻取芯样部位的附近进行 3 个测位的剪压检测, 取 3 个剪压力的平均值代入公式(5.0.1)中, 计算每个芯样附近的混凝土强度换算值。修正系数应按下列公式计算:

$$\eta = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n f_{cor,i} / f_{cu,i} \quad (5.0.2)$$

式中: η ——修正系数, 精确至 0.01;

$f_{cu,i}$ ——第 i 个芯样附近的混凝土强度换算值(MPa), 精确至 0.1MPa;

$f_{cor,i}$ ——第 i 个混凝土芯样试件的抗压强度值(MPa), 精确至 0.1MPa;

n ——芯样数(个)。

5.0.3 当用钻芯法对剪压法进行修正时, 芯样的钻取、加工、试验等应符合现行协会标准《钻芯法检测混凝土强度技术规程》CECS 03 的要求。各测位混凝土抗压强度换算值均应乘以修正系数 η 。

5.0.4 当按单个构件检测时, 应将构件中各测位混凝土强度换算值的平均值作为构件混凝土强度代表值。

5.0.5 当按单个构件检测时, 应将构件混凝土强度代表值除以 1.15 后的值作为构件混凝土强度推定值。

5.0.6 当检验批中所抽检构件数少于 10 个时, 检验批的混凝土强度推定值应按下列公式计算:

$$f_{cu,e1} = m_{f_{cu}} / 1.15 \quad (5.0.6-1)$$

$$f_{cu,e2} = f_{m,min}^c / 0.95 \quad (5.0.6-2)$$

式中: $f_{cu,e1}$ 、 $f_{cu,e2}$ ——检验批的混凝土强度推定值;

$m_{f_{cu}}$ ——检验批中所抽检构件混凝土强度代表值的平均值(MPa), 精确至 0.1MPa;

$f_{m,min}^c$ ——检验批中构件混凝土强度代表值中的最小值(MPa), 精确至 0.1MPa。

取 $f_{cu,e1}$ 、 $f_{cu,e2}$ 中的较小值作为该检验批的混凝土强度推定值。

5.0.7 当检验批中所抽检构件数不少于 10 个时, 检验批中所抽检构件混凝土强度代表值的平均值和标准差应按下列公式计算:

$$m_{f_{cu}} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n f_{m,i}^c \quad (5.0.7-1)$$

$$s_{f_{cu}} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (f_{m,i}^c - m_{f_{cu}})^2}{n-1}} \quad (5.0.7-2)$$

式中: $m_{f_{cu}}$ ——检验批中所抽检构件混凝土强度代表值的平均值(MPa), 精确至 0.1MPa;

n ——检验批中所抽检的构件数;

$f_{m,i}^c$ ——第 i 个构件混凝土强度代表值(MPa), 精确至 0.1MPa;

$s_{f_{cu}}$ ——检验批中所抽检构件混凝土强度代表值的标准差(MPa), 精确至 0.01MPa。

5.0.8 当检验批中所抽检构件数不少于 10 个时, 检验批的混凝土强度推定值应按下列公式计算:

$$f_{cu,e1} = m_{f_{cu}} - \lambda_1 s_{f_{cu}} \quad (5.0.8-1)$$

$$f_{cu,e2} = f_{m,min}^c / \lambda_2 \quad (5.0.8-2)$$

式中: $f_{cu,e1}$ 、 $f_{cu,e2}$ ——检验批的混凝土强度推定值;

$m_{f_{cu}}$ ——检验批中所抽检构件混凝土强度代表值的平均值(MPa),精确至0.1MPa;

$s_{f_{cu}}$ ——检验批中所抽检构件混凝土强度代表值的标准差(MPa),精确至0.01MPa;

$f_{m,min}^c$ ——检验批中构件混凝土强度代表值中的最小值(MPa),精确至0.1MPa;

λ_1 、 λ_2 ——判定系数,应按表5.0.8取值。

表 5.0.8 混凝土强度判定系数

抽检构件数	10~14	15~19	≥ 20
λ_1	1.15	1.05	0.95
λ_2	0.9	0.85	

取 $f_{cu,e1}$ 、 $f_{cu,e2}$ 中的较小值作为该检验批的混凝土强度推定值。

5.0.9 确定检验批混凝土强度推定值时,可剔除构件混凝土强度代表值中的离群值。剔除规则应按现行国家标准《数据的统计处理和解释 正态样本离群值的判断和处理》GB/T 4883 的规定执行。剔除离群值后,检验批中构件数应满足本规程第4.1.3条的要求,并应重新计算检验批中混凝土强度代表值的平均值、标准差和最小值。

5.0.10 对按检验批检测的构件,当混凝土强度代表值的标准差出现下列情况之一时,该批构件应全部按单个构件进行检测:

1 当该批构件混凝土强度代表值的平均值 $m_{f_{cu}} < 25.0\text{MPa}$ 时,标准差 $s_{f_{cu}} > 4.50\text{MPa}$;

2 当该批构件混凝土强度代表值的平均值 $m_{f_{cu}} \geq 25.0\text{MPa}$ 时,标准差 $s_{f_{cu}} > 5.50\text{MPa}$ 。

6 检测报告

6.0.1 检测报告宜包括下列主要内容:

- 1 委托单位名称;
- 2 建筑工程概况,包括工程名称、结构类型、规模、施工日期及现状等;
- 3 设计单位、施工单位及监理单位名称;
- 4 检测原因、检测目的,以往检测情况概述;
- 5 检测项目、检测方法及依据的标准;
- 6 仪器设备名称、型号;
- 7 抽样方案及数量;
- 8 检测日期,报告完成日期;
- 9 检测项目的主要分类检测数据和汇总结果;检测结果、检测结论;
- 10 主检、审核和批准人员的签名。

6.0.2 剪压法检测混凝土抗压强度时,检测记录宜按本规程附录A的格式填写。

附录 A 剪压法检测混凝土抗压强度记录

本规程用词说明

A.0.1 剪压法检测混凝土强度时,宜按表 A.0.1 的要求填写记录表。

表 A.0.1 剪压法检测混凝土强度记录表

第 页 共 页

工程名称			检测依据	
委托单位			剪压仪编号	
环境温度			混凝土浇筑日期	
构件名称	构件部位	剪压力(kN)	构件混凝土强度代表值(MPa)	破坏特征

校核: 记录: 检验: 检测日期: 年 月 日

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,采用“可”。

2 条文中指明应按其他有关标准执行的写法为:“应符合……的规定”或“应按……执行”。

引用标准名录

《通用硅酸盐水泥》 GB 175

《混凝土结构工程施工质量验收规范》 GB 50204

《数据的统计处理和解释 正态样本离群值的判断和处理》

GB/T 4883

《普通混凝土用砂、石质量及检验方法标准》 JGJ 52

《钻芯法检测混凝土强度技术规程》 CECS 03

中国工程建设协会标准

剪压法检测混凝土抗压强度 技术规程

CECS 278 : 2010

条文说明

目 次

1 总 则	(21)
3 剪压仪	(22)
3.1 技术要求	(22)
3.2 剪压仪的校准与保养	(22)
4 检测技术	(23)
4.1 一般规定	(23)
4.2 剪压力测量	(25)
5 混凝土抗压强度的计算及推定	(26)

1 总 则

1.0.1 我国混凝土抗压强度的非破损(包括局部破损)检测从二十世纪五十年代末开始,至今比较成熟的方法有回弹法、钻芯法、拔出法、超声-回弹综合法等。以回弹法和钻芯法应用最广,其各有优缺点,回弹法操作简便,测试快速,但检测精度较低。钻芯法检测结果准确,但由于对结构有一定损伤,且受构件尺寸、配筋密度影响较大,同时成本高、操作较繁琐,因此应用受到一定限制。1999年,中国建筑科学研究院研制开发了剪压法检测混凝土抗压强度的新方法。剪压法是一种对构件具有直角边的角部微破损的方法,检测精度较高,损伤也比较轻,有比较广阔的应用前景。

1.0.2 在建工程中对混凝土强度有异议、既有结构改造及抗震与可靠性鉴定时,均需检测混凝土的抗压强度。剪压法检测混凝土的抗压强度时,其构件截面应具备能固定剪压仪的条件,所检测构件应具有2个平行的面,另一侧面需与2个平行面垂直。

现行国家标准《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204规定,标准养护试件作为检验批强度验收的依据,同条件养护试件强度作为各强度等级实体强度验收的依据。当标准养护试件和同条件养护试件强度合格的情况下,不必用非破损或局部破损的方法对结构实体进行检测与强度推定。

剪压法是通过混凝土结构或构件直角边的角部施加剪压力使其产生局部剪压破坏,从而推算出结构或构件混凝土强度的方法,因此,不适用于表层与内部质量有明显差异或内部存在缺陷的结构或构件混凝土强度的检测。

3 剪 压 仪

3.1 技 术 要 求

3.1.1、3.1.2 剪压仪由基架、螺杆、油缸、手摇泵、数字压力表等组成,剪压仪必须有制造单位出具的产品合格证,必须经法定计量单位校准并准许使用后方可用于工程检测。

3.1.3 剪压仪的压头直径是确定的,若直径不统一,引起剪压部位承压面面积发生变化,从而导致剪压力的不同。剪压仪压头的直径之所以取 $20\text{mm} \pm 0.2\text{mm}$,是考虑到梁、柱、墙的钢筋保护层厚度一般不小于 25mm ,这样可避免混凝土中钢筋对剪压仪检测的影响。

剪压仪的螺杆、油缸尺寸等决定了最大剪压力不宜大于 90kN 。一般而言,仪器设备的使用范围在 $20\% \sim 80\%$ 的量程时较准确,平时使用时,剪压仪的剪压力宜控制在 70kN 以下。

在检测过程中,为便于准确测读极限剪压力,数字压力表应有峰值保持功能。

3.1.4 剪压仪数字压力表液晶显示部分决定了剪压仪使用的环境温度为 $-10^{\circ}\text{C} \sim 40^{\circ}\text{C}$ 。

3.2 剪压仪的校准与保养

3.2.1 剪压仪是用来产生剪压力的仪器。一般量测剪压力大小是通过量测油压系统的油压大小来实现的,由于油缸和活塞之间存在摩擦力,而且摩擦力大小随着仪器的使用次数、油的粘度变化及更换零件等因素会有变化,并将影响剪压力的量测精度。为此,规程规定了定期校准,更换油及零件后以及维修后需进行校准。

4 检 测 技 术

4.1 一 般 规 定

4.1.1 拆模及养护情况、剪切部位是否漏浆等在检测前需要重点了解,外观质量直接关系到检测结果是否具有代表性,拆模过早或模板未涂刷隔离剂会造成拆模时构件角部开裂或疏松,构件角部模板接缝处漏浆会引起角部混凝土强度与其他部位产生差异。

对于预应力结构或构件,经常需了解预应力张拉时的混凝土强度;对于现浇钢筋混凝土结构,有时需了解拆模时结构的混凝土强度。因此,有必要对小于 28d 龄期的结构或构件混凝土强度进行检测,但此时的检测结果,不能用于评价结构混凝土强度是否达到设计要求,只能作为了解测试时所对应龄期的混凝土实际强度。

在制作剪压法强度回归曲线时,各参编单位对 $10\text{MPa} \sim 60\text{MPa}$ 的混凝土进行了试验。对于高强度混凝土(强度等级高于 $\text{C}50$),其破坏面与普通混凝土有所不同,本规程规定适用范围为 $10\text{MPa} \sim 60\text{MPa}$ 。构件剪压后的破坏深度小于 80mm ,剪压法检测时,构件厚度最小为 80mm 。常用剪压仪所能剪压的构件最大厚度为 500mm ;对于较大构件,需专门制作具有较长基架的剪压仪。

4.1.3 一般而言,抽检构件数越多其标准差相对越小,但抽检构件过多又增加了检测工作量,并对构件造成过多的损伤。按检验批抽样检测时,抽样构件数在参照现行行业标准《回弹法检测混凝土抗压强度技术规程》 $\text{JGJ/T } 23$ 和现行协会标准《超声回弹综合法检测混凝土强度技术规程》 $\text{CECS } 02$ 的规定基础上,同时考虑到,剪压法属于局部破损的方法,不同于回弹法和超声回弹综合法属于非破损的检测方法,如果抽检构件数过大,不易被委托方接

受;而从测试的物理量而言,剪压法测定的是混凝土剪压强度,而回弹法或超声回弹综合法测定的是混凝土硬度、声速,三者中剪压法所测定的物理量与混凝土抗压强度间的关系最为直接;从测试可信度而言,通常情况下,测试破坏面愈大,其测试精度相对愈高。因此,本规程规定,按检验批抽样检测时,构件抽样数不应少于同批构件数的10%。

4.1.4 按批抽样检测时,同时符合1~4项条件的构件才可作为同批构件。

4.1.5 考虑到构件不同侧面的测位剪压力可能有差异,相邻两测位宜布置在构件的不同侧面上,以保证测位有一定的代表性。

剪压检测时,在承压平面内的破坏面宽度一般小于100mm,距承压面的深度一般小于80mm,测位离构件端头过近,易引起对剪压面的约束作用,使剪压力不能反映混凝土的实际强度,因此,规定测位离构件端头不应小于0.2m;如两相邻测位间的距离过近,会引起相邻测试点破坏面的重叠,从而导致剪压力不能反映混凝土的实际强度,因此,规定两相邻测位间的距离不应小于0.3m。

测位处混凝土的裂缝、疏松、孔洞、蜂窝等外观缺陷会影响剪压力的大小,应避开外观质量有缺陷的部位。混凝土成型的顶面往往不平,面上水泥浆过多,不能真实反映混凝土的强度,因此,应避免在混凝土成型的顶面布置测位。对于现浇楼板而言,应将测位布置在楼板底面。

剪压检测前可用钢筋磁感仪或雷达仪检测钢筋或预埋件的位置,测位应避开钢筋或预埋件。检测后应查看破坏面有无钢筋或预埋件,如果有钢筋或预埋件,则应按本规程第4.2.6条的要求进行重测。

4.1.6 在结构或构件上标记测位编号的目的是为便于观察和分析不同构件、不同部位混凝土质量状况,当检测结果出现异常时应分析其原因。

4.2 剪压力测量

4.2.2 剪压仪安装时,压头是否与构件承压面密切接触,以及压头圆形平面是否与构件被剪面垂直的相邻面相切,直接影响到剪压力的大小。

4.2.3 由于剪压仪不固定在构件上,主要通过手扶维持,另外,剪压检测时有角部混凝土崩落现象,因此,应注意安全。

4.2.5 剪压检测后,构件一般在测位的角部混凝土碎裂、剥落,剥落后的缺陷呈“斧头状”,被剪面的缺陷呈圆形。缺陷部位混凝土的破坏特征有混凝土中的粗集料与砂浆的界面破坏、粗集料破坏、粗集料及其与砂浆的界面同时破坏、构件出现裂缝。对与承压方向垂直的钢筋配筋率达0.2%以上的钢筋混凝土构件而言,破坏特征为出现裂缝的现象几乎很少;对素混凝土而言,粗集料最大粒径较大时混凝土中的粗集料碎裂往往伴随被测构件开裂。

4.2.6 本条列出了需要重测的几种情况。当检测结果异常时,应特别注意破坏的状况,避免出现因测位处非剪压破坏而引起的测试结果失真的情况。其他异常情况主要指以下几种情况:其一,当剪压仪安装不妥,加压后剪压仪滑脱,而引起剪压破坏面过小、剪压力偏低;其二,当测位处有粗骨料,加压后仅粗骨料从混凝土中剥脱,也引起剪压破坏面过小、剪压力偏低;其三,当剪压破坏面中未发现有粗骨料时,剪压力会偏低。

4.2.7 剪压检测后,构件角部局部破坏属正常现象,但应注意剪压后剪压部位是否有裂缝产生,产生的裂缝对构件受力有一定影响,用相应的修复方法来恢复原有构件受力性能。

5 混凝土抗压强度的计算及推定

5.0.1 本规程剪压法测强曲线是根据中国建筑科学研究院、安徽省建筑科学研究设计院、重庆市建筑科学研究院、深圳市建设工程质量检测中心、陕西省建筑科学研究院、黑龙江省寒地建筑科学研究院等试验结果回归的曲线(表 1)。

表 1 剪压法检测混凝土抗压强度测强曲线

剪压法测强曲线	强度范围(MPa)	相关系数
$f_{cu,i} = 1.4 N_i$	7.5~60.0	0.91

为了解含水率对剪压法测强的影响,合肥市检测中心和马鞍山市检测中心进行了不同含水率对剪压法测强的影响试验,其比对试验结果如表 2 所示。试验结果表明,混凝土强度在 40MPa 以下时,不同的含水率对剪压法测强影响很小,绝对误差在 3MPa 以内;混凝土强度在 40MPa 以上时,含水率为饱水状态导致绝对误差在 3MPa~5MPa 之间,故规定含水率为表干或面层潮湿状态均可。

表 2 混凝土含水率对碎石普通混凝土剪压法测强的影响

含水率	测强曲线	相关系数	测强范围(MPa)
表面干燥	$f_{cu,i} = 1.1566N + 4.1626$	0.83	17.0~50.9
表面潮湿	$f_{cu,i} = 1.4517N - 3.1640$	0.94	16.4~51.6
饱水状态	$f_{cu,i} = 1.4326N - 0.9389$	0.90	16.6~50.2

为了解粗集料粒径对剪压法测强的影响,安徽省二站和芜湖市检测公司进行了不同粗集料粒径对剪压法测强的影响试验,其比对试验结果如表 3 所示。试验结果表明,混凝土强度在 35MPa

以下时,不同粒径混凝土剪压法测强的绝对误差在 3MPa 以内;混凝土强度在 40MPa 以上时,不同粒径混凝土剪压法测强误差较大,但 5mm~25mm 粒径与 16mm~32mm 粒径间绝对误差在 1MPa 以内,一般采用 5mm~25mm 和 16mm~32mm 粒径配制 C35 以上混凝土。因此,剪压法测强曲线可不考虑各种粒径的影响。

表 3 粗集料粒径对剪压法测强的影响

碎石粒径	测强曲线	相关系数	测强范围(MPa)
5mm~25mm	$f_{cu,i} = 1.3038N - 0.7082$	0.84	23.6~60.6
5mm~40mm	$f_{cu,i} = 1.7446N - 8.6389$	0.95	24.4~58.1
16mm~32mm	$f_{cu,i} = 1.2456N + 2.2443$	0.94	22.5~56.0
20mm~40mm	$f_{cu,i} = 1.5831N - 5.9318$	0.93	13.2~40.2

5.0.2 当现场检测条件与测强曲线的适用条件有较大差异时,应从结构或构件中钻取混凝土芯样试件进行修正。当绝大多数剪压破坏面中未发现有粗骨料时,有可能造成检测结果偏低,应考虑用钻芯法对剪压法检测结果进行修正。

修正的方法有修正系数法和修正量法,本规程采用修正系数法。在确定修正系数时,芯样试件数量不应少于 4 个,且应在不同的构件上钻取芯样试件。

工程实践和理论分析表明,修正系数的准确程度与确定修正系数的试件数量有关。混凝土芯样试件越多,其准确度越高,但结构或构件中钻取混凝土芯样过多,会影响结构或构件的承载力,因此,规定钻取的芯样数量不应少于 4 个。

按照现行协会标准《钻芯法检测混凝土强度技术规程》CECS 03 第 3.1.3 条的要求,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。工程实践表明,芯样试件的抗压强度随芯样直径不同而有所不同,一般而言,对于强度等级不大于 C25 的混凝土,小芯样试件的抗压强度往往会偏低;对于强度等级大于 C40 的混凝土,小芯样试件的抗压强度往往会偏高。因此,为减小芯样直径对混凝土强度的影响,用钻芯法对剪压法检测结果进行修正时,宜钻取直径为 100mm 的标准芯样。

5.0.4、5.0.5 当按单个构件检测时,构件上的总测位数为 3 个或 5 个,构件混凝土强度代表值和推定值参照现行国家标准《混凝土强度检验评定标准》GB/T 50107 中混凝土强度标准差未知时的非统计评定方法。

5.0.6 当检验批中所抽检构件数少于 10 个时,检验批的混凝土强度推定值参照现行国家标准《混凝土强度检验评定标准》GB/T 50107 中混凝土强度标准差未知时的非统计评定方法。

5.0.8 当检验批中所抽检构件数不少于 10 个时,检验批的混凝土强度推定值参照现行国家标准《混凝土强度检验评定标准》GB/T 50107 中混凝土强度标准差未知时的统计评定方法。

5.0.9 离群值的舍弃应有一定的规则,本条提供了离群值的舍弃标准。以下使用格拉布斯(Grubbs)检验法,举例说明离群值剔除的计算过程。

有 10 个构件的混凝土强度代表值(单位:MPa)分别为 34.7、35.4、36.0、36.5、37.3、37.0、38.2、39.0、39.7、46.0,检查这些数据中是否存在上侧离群值。

$$\bar{X} = (X_1 + X_2 + \cdots + X_n) / n = 38.0;$$

$$s = [\sum (X_i - \bar{X})^2 / (n - 1)]^{1/2} = 3.22$$

$$G_{10} = (X_{10} - \bar{X}) / s = (46.0 - 38.0) / 3.22 = 2.484$$

确定检出水平 $\alpha = 0.05$,在表 4 中查出临界值 $G_{0.95}(10) = 2.176$,因 $G_{10} > G_{0.95}(10)$,判定 $X_{10} = 46.0$ 为离群值。

对于检出的离群值 $X_{10} = 46.0$,确定剔除水平 $\alpha^* = 0.01$,在表 4 中查出临界值 $G_{0.99} = 2.410$,因 $G_{10} > G_{0.99}(10)$,故判 $X_{10} =$

46.0 为高度离群值,可以剔除。

表 4 格拉布斯(Grubbs)检验法的临界值

n	95%(检出水平 $\alpha = 0.05$)	99%(剔除水平 $\alpha^* = 0.01$)
5	1.672	1.749
6	1.822	1.944
7	1.938	2.097
8	2.032	2.221
9	2.110	2.323
10	2.176	2.410
11	2.234	2.485
12	2.285	2.550
13	2.331	2.607
14	2.371	2.659
15	2.409	2.705

5.0.10 当检验批的标准差过大时,说明已有某些偶然因素起作用,例如构件不是同一强度等级、龄期差异较大等,检验批混凝土不属于同一母体,不能按批进行推定。

需本标准可按如下地址索购：

地址：北京百万庄建设部 中国工程建设标准化协会

邮政编码：**100835** 电话：(010)88375610

不得私自翻印。