

# 用钻芯取样法检测混凝土强度的体会

马宏韬 于长青

辽宁源增房地产开发有限公司(沈阳 110000)

**摘要** 对已有建筑进行结构强度检测是实现建筑使用功能的一项重要技术手段,如何在破坏或微破损的条件下得到较准确的技术数据是该项技术需要重点研究的问题。钻芯取样法检测混凝土抗压强度就是这样一种微破损的直接检测技术。

**关键词** 混凝土 检测 技术

采用钻芯取样法检测混凝土抗压强度对已有建筑物进行结构强度检测,是一项实用技术,具有重要的经济意义,目前已经有了CECS标准,在处理混凝土强度质量有争议的时候,采用钻芯取样法是很有效的。近年来,国内钻芯取样法的检测设备的产品质量也有很大提高,这对于进一步推广这一检测技术是有利的。

钻芯取样法与一般常用的非破损检测方法比较,其突出优点在于它能直接反映混凝土的强度、内部结构和裂缝状况,属于一种直接检测方法,因为是直接检测强度的方法,对结构不免有所损坏,但这种损坏不影响结构的使用,所以一般把这种方法称作微破损检测方法。对商品混凝土及受到火灾、强震后开裂及碳化较深的混凝土来说,欲得到较准确的计算参数,采用回弹或超声法等非破损强度检测方法是困难的。此时必须使用钻芯取样法对已经固化的混凝土的强度进行检测,确保工程质量。

由于我国不使用圆柱体标准混凝土试块定义混凝土抗压强度,所以必须使用换算系数对试验数据加以调整。影响混凝土芯样抗压强度的因素很多,如已有混凝土强度等级的高低、钻机性能、钻取芯径的高径比,芯样端面的平整度、水平度、芯样轴线的偏斜度、混凝土骨料粒径、芯样含筋状况、芯样端面处理方法及芯样含水率等。对于商品混凝土来说,厂家使用的混凝土掺和料的品种和数量都很不相同,此时根本无法使用回弹法检测结构混凝土的实际强度,必须使用钻芯取样法。

## 1 不同直径芯样的抗压强度

按照常规立方体成型试件的抗压强度概念,有

尺寸效应的影 响,通常试样的尺寸越小,其试验值越高,相应的试验数据的变异越大。而从钻芯法的实际工程应用看,试件的尺寸必须尽量小些,这样不但便于取样,也可减少对原混凝土的破损程度。实际上如果芯样的直径过小,则有时在芯样的横断面上骨料所占的比例很大,这样在芯样受压时,约束芯样横向变形的抗力就减小得多,其结果会使芯样的强度降低,而不像立方体成型试件那样,尺寸越小压力值越高。在工程实际取样中,如果用小直径钻头,在骨料粒径较大的混凝土上取样,由于钻机在钻进时的扭矩作用,芯样通常难以取出。因此,在国外的一些规程中规定,芯样直径的尺寸应大于2-3倍最大骨料粒径的尺寸。国内科研单位采用5cm、7cm和10cm的钻头钻取芯样实验结果,反映了如上的影响,

根据国内有关科研部门的研究,直径为100毫米的芯样抗压强度试验结果有较明显的规律性,随着高径比的增加,其抗压强度是降低的,强度变异系数 $\alpha_v$ 为0.11左右,这还是可以接受的。而直径为70和50mm的芯样抗压强度试验结果则出现了若干不规律现象,有的高径比大的试件抗压强度反而高于高径比小的试件;在高径比相当的情况下,小直径芯样的抗压强度低于大直径的试件。出现这种现象的原因在于小直径芯样对于骨料尺寸的影响更加敏感,试件强度的离散性更大;这样一来,就出现了一个问题,那就是如何采用钻芯取样法确定已有混凝土抗压强度最佳芯样直径?即在现有的设备工艺基础上,既要使已有的混凝土破损最小、又要保证试验结果的可靠性。在我国混凝土结构的安全度标准的计算中,一般说来,芯样直径以100mm为

佳。但在实际工程检测中,由于配筋或其他原因,必须采用  $D=70\text{mm}$  或  $D=50\text{mm}$  的芯样,此时必须考虑骨料粒对所取芯样的尺寸效应影响。

## 2 芯样抗压强度与高径比 ( $H/D$ ) 的关系

通常在现场取得的芯样高径比 ( $H/D$ ) 的范围在  $0.66 \sim 2.28$  之间,其考虑基点在于,实际工程取样可能有不同的高径比,同时要消除以下的影响,其一是由于高径比过大(一般大于 3)引起的纵向弯曲的影响,其二是由于高径比过小带来破坏机理变化的影响。为此,国外一般都采用控制高径比的方法来减小试验误差,由于考虑的出发点有区别,有些国家规定  $H/D$  在  $1.0 \sim 2.0$  范围内,例如日本清水建设研究所就规定  $H/D = 0.5 \sim 2.0$ 。为尽量提高实际工程钻芯取样的适用性,并减化芯样加工程序,宜选用较宽的高径比范围。

试验结果表明,一般情况下,芯样抗压强度随高径比的增加而降低。这是由于试验机上、下压板的约束作用,使得高径比小的试件沿全高不易产生横向变形。

在实践中,当使用钻芯取样法检测已有混凝土的强度时,一个重要的技术关键在于确定合理的验收函数,这有赖于进行足够数量的试验而确定。

对于  $D = 100\text{mm}$  的芯样,各国规程中列举的与标准强度相应的芯样高径比不同,因为各国用于设计的混凝土标准强度的定义不同,因此很难与国内的研究直接比较。国内的一些研究单位多数趋于采用高径比等于 1.0 的芯样强度与标准强度对应,对于混凝土的 28 天强度检验来说,这当然是有根据的。然而,对于钻芯取样法来说,如果不加任何修正,这样协议性规定的结果是不严密的,其结果按钻芯取样法检定有可能偏于危险,因为钻芯试件和成型试件很不相同。不能把成型试件的结论直接应用到钻芯试件中,对这一点,国内各科研单位作了许多有益的工作,这里不予赘述。

## 3 钻芯取样法的操作

结合 CECS 标准,下面具体介绍一下钻芯取样法的检测操作方法

当对试块抗压强度的测试结果有怀疑时、因材料、施工或养护不良而发生混凝土质量问题时、混凝土遭受冻害、火灾、化学侵蚀或其他损害时、检测经多年使用的建筑结构或构筑物中混凝土强度时

推荐使用钻芯取样法检测混凝土强度。另外对于商品混凝土,则必须用钻芯取样法检测结构混凝土的实际强度

钻芯取样机具的操作及芯样加工、应由熟练的工作人员完成,并应遵守国家有关安全技术、劳动保护的规定。

### (1) 对主要设备的基本要求

钻取芯样及芯样加工的主要设备、仪器、均应具有产品合格证。钻芯取样机应具有足够的刚度、操作灵活、固定和移动方便,并应有冷却系统。钻芯取样机主轴的径向跳动不应超过  $0.1\text{mm}$ ,工作时噪音不应大于  $90\text{dB}$ 。

钻取芯样时宜采用内径  $100\text{mm}$  或  $150\text{mm}$  的金刚石或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。

钻头胎体对钢体的同心度偏差不大于  $0.3\text{mm}$ ,钻头的径向跳动不得大于  $1.5\text{mm}$ 。

锯切芯样用的锯切机,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。

芯样宜采用补平装置(或研磨机)进行端面加工。补平装置除保证芯样的端面平整外,尚应保证端面与轴线垂直。

探测钢筋位置的磁感仪,应适用于现场操作,其最大探测深度不应小于钻进深度,探测位置偏差不宜大于  $\pm 5\text{mm}$ 。

### (2) 芯样钻取

采用钻芯取样法检测混凝土结构强度前,应尽可能具备结构检测所需要的资料,如工程名称(或代号)及设计、施工、建设单位名称;结构或构件种类、外形尺寸及数量;设计采用的混凝土强度等级;成型日期,原材料(水泥品种、粗骨料粒径等)和混凝土试块抗压强度试验报告;结构或构件质量状况和施工过程中存在问题的记录;有关的结构设计图和施工图等。

芯样应在结构或构件的下列部位钻取: 结构或构件受力较小的部位; 混凝土强度质量具有代表性的部位; 便于钻芯取样机安放与操作的部位; 避开主筋、预埋件和管线的位置,并尽量避开其他钢筋。

钻取的芯样数量应符合下列规定: 按单个构件检测时,每个构件的钻芯取样数量不应少于 3 个; 对于较小构件,钻芯取样数量可取 2 个; 对构件

的局部区域进行检测时,应由要求检测的单位提出钻芯取样位置及芯样数量。

钻取的芯样直径一般不宜小于骨料最大粒径的3倍,在任何情况下不得小于骨料最大粒径的2倍。

钻芯取样机就位并安放平稳后,应将钻机固定,以便工作时不致产生位置偏移。固定的方法应根据钻芯取样机构造和施工现场的具体情况,分别采用顶杆支撑、配重、真空吸附或膨胀螺栓等方法。

钻芯取样机在未安装钻头之前,对于三相电动机应先通电检查主轴旋转方向。当旋转方向为顺时针时,方可安装钻头。若旋转方向不对,应通过改变相序的方法调整好旋转方向。钻芯取样机主轴的旋转轴线,应调整到与被钻取芯样的混凝土表面相垂直。钻芯取样机接通水源、电源后,拨动变速钮调到所需转速。正向转动操作手柄使钻头慢慢接触混凝土表面,待钻头刃部入槽稳定后方可加压。进钻到预定深度后,反向转动操作手柄,将钻头提升到接近混凝土表面,然后停电停水。

钻芯取样时用于冷却钻头和排除混凝土屑的冷却水流量宜为3~5 L/min,出口水温不宜超过30℃。

从钻孔中取出的芯样在稍微晾干后,应标上清晰的标记。若所取芯样的高度及质量不能满足要求时,则应重新钻取芯样。芯样在运送前应仔细包装,避免损坏。结构或构件钻芯取样后所留下的孔洞应及时进行修补,以保证其正常工作。

工作完毕后,应及时对钻芯取样机和芯样加工设备进行维修保养。

### (3) 芯样加工及技术要求

芯样抗压试件的高度和直径之比应在1~2的范围内。采用锯切机加工芯样试件时,应将芯样固定,并使锯切平面垂直于芯样轴线。锯切过程中应冷却人造金刚石圆锯片和芯样。

芯样试件内不应含有钢筋。如不能满足此项要求,每个试件内最多只允许含有二根直径小于10 mm的钢筋,且钢筋应与芯样轴线基本垂直并不得露出端面。

锯切后的芯样,当不能满足平整度及垂直度要求时,宜采用以下方法进行端面加工:在磨平机上磨平;用水泥砂浆(或水泥净浆)或硫磺胶泥(或硫磺)等材料在专用补平装置上补平。

水泥砂浆或水泥净浆补平厚度不宜大于5 mm,

硫磺胶泥(或硫磺)补平厚度不宜大于1.5 mm。补平层应与芯样结合牢固,以使受压时补平层与芯样的结合面不提前破坏。

芯样在试验前应对其几何尺寸作下列测量:

平均直径:用游标卡尺测量芯样中部,在相互垂直的两个位置上,取其二次测量的算术平均值,精确至0.5 mm;芯样高度:用钢卷尺或钢板尺进行测量,精确至1 mm;垂直度:用游标量角器测量两个端面与母线的夹角(精确至0.1度);平整度:用钢板尺或角尺紧靠在芯样端面上,一面转动钢板尺,一面用塞尺测量与芯样端面之间的缝隙。

芯样尺寸偏差及外观质量超过CECS标准的规定时,不得用作抗压强度试验。

### (4) 抗压强度试验

芯样试件的抗压试验应按现行国家标准《普通混凝土力学性能试验方法》中对立方体试块抗压试验的规定进行。芯样试件宜在与被检测结构或构件混凝土湿度基本一致的条件下进行抗压试验。如结构工作条件比较干燥,芯样试件应以自然干燥状态进行试验;如结构工作条件比较潮湿,芯样试件应以潮湿状态进行试验。

按自然干燥状态进行试验时,芯样试件在受压前应在室内自然干燥3天;按潮湿状态进行试验时,芯样试件应有 $20 \pm 5$ 的清水中浸泡40~48 h,从水中取出后应立即进行抗压试验。

### (5) 芯样混凝土强度的计算

芯样试件的混凝土强度换算值系指用钻芯取样法测得的芯样强度,换算成相应于测试龄期的、边长为150 mm的立方体试块的抗压强度值。

芯样试件的混凝土强度换算值,应按下列公式计算:

$$f_{cu} = \alpha N / (\pi D^2)$$

式中: $f_{cu}$ ——芯样抗压强度;

$D$ ——芯样直径;

$N$ ——芯样抗压极限荷载。

$\alpha$ ——不同高径比的芯样试件混凝土强度换算系数,应按检测规程取用。

对于单个构件或单个构件的局部区域,可取芯样试件混凝土强度换算值中的最小值作为其代表值。对于多个构件的混凝土强度推定,CECS标准没有给出推定方法,建议按数理统计原理制定验收标准,若使用最小值作为强度推定值是不合理的。