

无损检测在混凝土结构检测中的应用

卫洁

(南京交通技师学院 江苏 南京 210049)

[摘要]混凝土在土木工程中用量很大,是建筑工程中最主要的结构材料之一。混凝土结构乃至整个房屋建筑工程的安全性、适用性和经济性和混凝土施工质量的好坏分不开,因此,为了保证混凝土的质量,就必须做好混凝土的质量监控和检测,这是建筑工程管理中的非常重要的一个环节。

[关键词]无损检测;混凝土;结构检测

[DOI] 10.12252/j.issn.2096-6261.2021.04.689

1 常用混凝土无损检测方法

混凝土结构强度的无损检测方法是通过建立混凝土的弹性波、电磁波、红外线谱、放射性等物理性与抗压强度之间相关性,推算混凝土结构强度的方法。通过对相同混凝土的标准试块的强度与无损试验的数据对照,进行回归分析和数学处理,最终得出测强曲线。常见的无损检测方法有回弹检测法、超声检测法和超声回弹综合法。

1.1 回弹检测法

回弹检测法是使用回弹仪检测混凝土实体结构强度的方法。在回弹仪内安装一个弹簧、弹击杆和重锤,回弹仪被激发时,弹簧驱动重锤沿着弹击杆,撞击到混凝土表面,通过测试重锤被弹回的距离作为回弹值。根据回弹值的测强曲线来推定混凝土强度。由于测试在混凝土的表面,重锤反弹的作用力只在混凝土表面一定厚度范围内,因此该方法属于表面硬度法。

撞击前的回弹仪的初始状态时,弹簧被拉伸长度为,假设重锤的质量为1,则此时重锤所有e的势能。

$$e = \frac{1}{2} E_s f^2 \quad \text{式(1)}$$

式中, E_s ——拉力弹簧的刚度系数。

当回弹仪被激发,重锤冲击混凝土,混凝土瞬间发生弹性形变,反作用力作用在重锤上,重锤被反弹回来,重锤回到某一个位置x,此时重锤剩余的势能 e_x 为:

$$e_x = \frac{1}{2} E_s x^2 \quad \text{式(2)}$$

因此,在弹击过程中,重锤损耗的能量是 Δe 。

$$\Delta e = \frac{1}{2} E_s f^2 - \frac{1}{2} E_s x^2 = e \left[1 - \left(\frac{x}{f} \right)^2 \right] \quad \text{式(3)}$$

令 $R = \frac{x}{f}$, 其中f是标准弹簧拉升长度,是定值,将R代入得:

$$R = \sqrt{1 - \frac{\Delta e}{e}} = \sqrt{\frac{e_x}{e}} \quad \text{式(4)}$$

式中,

e_x ——当重锤撞击弹回某一位置(x)时的势能;

Δe ——重锤在检测过程中损失的能量; e——撞击前弹簧锤的初始能力。

根据上述分析可以得出,回弹值是用重锤在混凝土表面弹击前后的能量差,反映混凝土的弹性性能和塑性性能。因此采用实验室归纳法,可以建立回归方程或校准曲线,将混凝土强度与回弹值关联起来。

1.2 超声法

混凝土超声法又叫做“穿透法”,是利用超声波在混凝土传播,声速和波形受混凝土弹性性质和内部结构影响,从而检测混凝土强度的方法。在被测混凝土结构的两侧分别贴上两换能器并保持在同一条轴线上,发射换能器从一端向另一端重复发射超声脉冲波,频率一般在50~100k Hz之间,然后在另一端换能器接收声波信号。再将接收到的信号转换为电信号并经超声仪放大到显示屏上。接收到的超声波型号,携带了被测混凝土结构的相关信息。一般来说,声波速度越高,混凝土的组成材料强度越高、内部越密实、弹性模量越高,混凝土的强度也越大。

1.3 超声回弹综合法

超声回弹综合法是将超声法和回弹法结合使用的综合检测方法。只使用一种方法检测混凝土会有一定的局限性。两种方法的综合使用不但发挥各自的优势,还能减弱单独使用的缺陷,既能够检测混凝土实体结构弹性和塑性性能,又能够了解混凝土内部的缺陷,因此能够更加准确检测出混凝土实体结构的强度。

超声回弹综合法是先采用超声波法测试混凝土性能,测量超声波在被检混凝土构件中传播的波速,然后再用回弹仪检测混凝土的表面强度,建立f-v-R关系。再根据混凝土强度、声速值和回弹值的测强曲线,推定出该混凝土构件的强度。

超声检测法和回弹法综合运用减少原来对回弹值和声速的影响,扩大该方法的适用范围,提高测试精度。超声回弹综合法具有以下优势:

(1)混凝土含水率和龄期的影响削减。

声波在混凝土构件中传播,影响声速的不但有骨料,还有龄期和含水率。同样的,回弹值也会被龄期和含水率影响。但是,两者的影响情况是不同的。一般情况下,含水率越大,回弹值越低,而声速也大。这是因为声波在水中的传播速度比空气中快。因此在f-v-R中,两种方法部分抵消含水率对强度的影响。

(2)弥补两种方法的缺陷。

超声法或回弹法只能在某一个方面和一定范围反映混凝土实体结构的性能。例如回弹检测法,只能对混凝土结构表面一定深度范围内的强度进行推测。当需要检测大尺寸构件时,回弹法很难反映混凝土内部的实际强度。而超声法则是通过检测断面的动弹性来推测混凝土强度,但是对较高强度混凝土检测时,动弹性指标敏感性下降,许多微小的变化容易被检测误差掩盖,因此会限制使用范围。

(3)提高精度。

超声回弹综合法将两种检测方法的优点结合在一起,减小了许多因素的影响,能更好地反映出混凝土构件的整体力学性能,对提高检测精度有明显的效果。

2 混凝土无损检测的优点

(1)无损检测是在不破坏建筑构件的前提下进行检测,避免影响建筑的使用和寿命。(2)无损检测是直接对混凝土构件上进行检测,能够直接反映混凝土结构的质量和强度,避免了间接推断。(3)无损检测是一种连续性可重复的检测,检测结果具有很好的可比性。(4)无损检测不仅可以对旧建筑进行检测、评价,还广泛应用于新建的建筑物上,适用性很好。

3 总结

混凝土无损检测技术应用时间长,但又是年轻的技术。混凝土无损检测技术具有突出的优点的同时也有比较明显的缺点。因此,在实际工程检测中,往往会使用两种以上的方法相结合,达到提高精度和检测可靠性的目的。或者在使用传统的检测方法的时候加入无损检测方法,两种方法起到相互验证的作用。随着科学技术的日新月异,建筑工程检测是实际需要,我们有理由相信和期待无损检测技术水平的提高和更新的技术得以应用。

参考文献

[1] GB/T 50107-2010混凝土强度检验评定标准[S].