
序 言

混凝土是当代建筑工程中主要的结构材料之一。由于混凝土通常是在工地或搅拌站渐行配料、搅拌、成型、养护，所以每一个环节稍有不慎都将影响其质量，危及整个结构的安全。因此，加强混凝土的质量检测与控制成为了当今建筑工程技术中的重要课题。

我国《混凝土强度检验评定标准》（GB50107-2010）中规定：“当对混凝土强度试件的代表性有怀疑时，可用从结构中钻取试样的方法或采用非破损检验方法，按有关标准的规定对结构或构件中的混凝土的强度进行推定。”这里所说的非破损检测方法即无损检测的方法。它可对混凝土结构进行重复测试，既适用于工程建设过程中混凝土质量监测，又适用于工程竣工验收和建筑物使用期间混凝土质量检定。

1 混凝土无损检测技术综述

混凝土强度无损检测技术是以某些物理量与混凝土标准强度之间的相关性为依据，在不破坏原混凝土结构和性能的情况下，利用声、光、热、电等物理指标通过相关性推定混凝土各项特性(强度、缺陷等)的检测技术。

多年来，结构混凝土质量的传统检查方法是以按规定的取样方法，制作立方体试件，在规定的温、湿度环境下，养护28天时按标准实验方法测得的试件抗压强度来评定结构构件的混凝土强度。用试件实验测得的混凝土性能指标，往往与结构物中的混凝土性能有一定差别。因此，直接在结构物上检测混凝土质量的现场检测技术，由于其针对性强的优点，在建设工程中的应用日益广泛，它不仅成为工程事故的检测分析手段之一，而且成为工程质量控制和建筑物使用可靠性监测的重要工具，在工程施工、验收、监督过程中都有着广泛应用。

1.1 混凝土无损检测国内外研究现状

随着人们对工程质量的关注，以及无损检测技术的迅速发展和日臻成熟，促使无损检测技术在建设工程中的作用日益明显。它不但已成为工程事故的检测和分析，手段之一，而且正在成为工程控制和构筑物使用过程中可靠性监控的一种工具。

1.1.1 混凝土无损检测国外研究现状

早在30年代初，人们就已开始探索和研究混凝土无损检测方法，并获得了迅速的发展。从1930年首先出现了表面压痕法。到80年代中期，美国Mary Sansalone和Nicholas J. Carino实现了在水泥混凝土等集结型非金属、复合材料中采用机械波反射法进行无损检测的目标。无损检测技术得到了飞速的发展。近年来，国外在这方面的研究工作方兴未艾，尤其值得注意的是，随着科学技术的发展，无损检测技术也突破了原有的范畴，涌现出一批新的测试方法，包括微波吸收、雷达扫描、红外热谱、脉冲回波等新技术。而且，测试内容由强度推定、缺陷探测等扩展到更广泛的范畴，其功能由事后质量检测，发展到了事前的质量反馈控制。

1.1.2 混凝土无损检测国内研究现状

我国在这一领域的研究工作始于50年代中期，开始引进瑞士、英国、波兰等国的回弹仪和超声仪，并结合工程应用开展了许多研究工作。60年代初，我国开始批量生产回弹仪，并研制成功了多种型号的超声检测仪，在检测方面也取得了许多进展。70年代后期，我国曾多次组织力量合作攻关，大大推进了结构混凝土无损检测技术的研究和应用。现已使回弹法、超声回弹综合法、钻芯法、拔出法、超声缺陷检测法等主要无损检

测技术规范化。已指定的规程有《回弹法检测混凝土抗压强度技术规程》(JGJT23-2011)、《后装拔出法检测混凝土强度技术规程》(CECS69-94)、《超声法检测混凝土缺陷技术规程》(CECS21-2000)、《超声-回弹综合法检测混凝土强度技术规程》(CECS02-88)、以及2005年对该规程做了修订,颁布《超声回弹综合法检测混凝土强度技术规程》(CECS02-2005),有关仪器的研究也发展迅速,并指定了有关仪器标准。总的来说,我国在这一领域中的研究工作起步较早、基础广泛、成果丰硕,应用普及率高,在常用的结构混凝土无损检测技术方面的研究和应用水平已处于国际领先地位,但在新的无损检测技术的开拓方面取比较落后,有待进一步努力。

2 混凝土无损检测技术特点

与混凝土常规检测方法(如试块破坏性试验)相比,混凝土无损检测技术有着如下特点:

- (1) 检测数据接近结构实际情况。
- (2) 不破坏构件或者建筑结构。
- (3) 测试操作简单便捷,测试费用低廉。
- (4) 不受结构物的形状与尺寸限制,可以进行多次重复试验。
- (5) 能够检测 缺陷。
- (6) 可对重要结构部位长期监测。

3 研究混凝土无损测强的目的和意义

混凝土的强度就是指混凝土抵抗破坏的能力,其值为在一定的受力状态和工作条件下,混凝土所能承受的最大应力。通常把按标准规定的条件制作和养护的试块,并按标准试验所得到的混凝土强度,称为标准强度。采用标准强度最明显的缺点之一,是混凝土标准试件与实际结构中的混凝土其浇筑、捣实及硬化等条件,都有不可避免的差别,甚至混凝土制品的尺寸大小都对其实际强度有很大的影响。另一方面,采用标准试件的力学指标来预估结构混凝土性能,还在于不能揭示混凝土力学特征值在钢筋混凝土结构物中各部位中的分布。这样,用通用方法来检测结构混凝土的力学特征,在很大程度上是有局限性的。我们只能由它来估计混凝土混合物的性质。还得指出,在测定已投入使用的结构物的混凝土力学特征时,一般没有检查用试件。所以试件测量值只能被认为是混凝土在特定条件下的性能反映。因此,采用标准强度作为结构设计的依据以及检验混凝土质量和进行合格性评定的依据并不能真实的反映结构混凝土的力学特性。

要反映结构混凝土的真实质量,就必须对结构钻取芯样或采用非破损的检验方法来对结构混凝土进行检测。为此,必须寻找与混凝土强度有关,又能在结构物上直接测量,并且不损坏结构物本身的物理量,然后根据其间的理论关系或经验关系,推定混凝土的强度,这就是用非破损法检测混凝土强度的目的之所在。

3.1 本课题研究的意义

改革开放以来,随着建筑行业的迅猛发展,混凝土强度无损检测技术的研究工作也得到了广泛开展。一方面,我国城镇大量旧有建筑(包括民用建筑和工业建筑)由于原有设计和老化等原因,面临维修、加固、改造工作;另一方面,经济文化生活和城市化进度的加快,建设速度以及建设规模日益增加,建筑质量问题日益突出。因此,对建筑结构,特别是混凝土结构检测鉴定工作,以及相关检测技术的开发和检测精度都提出了更高的要求。很多情况下要利用综合的方法来对混凝土质量进行科学检测,特别是对遭受冻害、火灾等特殊情况下的混凝土进行评价,要用各种综合的方法来评价,所以无损检测技术的研究和开展在当今乃至全世界具有广阔的前景。

3.2 本课题研究的内容及方法

为提高古冶地区混凝土的无损测强精度。本文通过对采用古冶地方材料所配制的混凝土试块进行试验所得大量试验数据进行分析的基础上,确定了适合古冶地区C15混凝土的超声一回弹综合法测强的函数模型及回归曲线公式。主要工作如下:

(1) 本文采用古冶地区常用的地方材料,用碎石作为粗骨料的最佳配合比,配制强度等级为C15的3组共计12块混凝土试块。然后按不同的龄期、分别用回弹仪、超声仪测试回弹值和声速值,通过压力机测试试块的破坏荷载,最后分别计算出相应的平均回弹值、声速值和抗压强度值,得出相关试验数据。

(2) 对采用回弹法、超声法及超声一回弹综合法检测混凝土强度的影响因素进行分类及汇总。

(3) 同时采用基本数据,用最小二乘法原理,对超声一回弹综合法检测混凝土强度进行线性模型、幂函数模型及指数函数模型的拟合运算。

(4) 对各回归方程精度、误差进行比较之后,找出了采用古冶地方材料配置的混凝土的最适合古冶地区的超声一回弹综合法测强的函数模型,并确定了古冶地区超声回弹综合法检测混凝土强度的函数模型的有关参数。

4 混凝土强度无损检测理论

4.1 回弹法、超声法概述

由于回弹法自身所具有的现场优越性,而被国际学术界公认为混凝土无损检测的基本方法之一,同样超声检测法也是混凝土非破损检测技术的一个重要方面。它们都是我国应用最广泛的无损检测方法。

4.1.1 回弹法的基本原理

回弹法是用一个弹簧驱动的重锤，通过弹击杆(传力杆)，弹击混凝土表面，并测出重锤反弹回来的距离，以回弹值(反弹距离 x 与弹簧初始拉伸长度 L 之比)作为与强度相关的指标，来推定混凝土强度的一种方法。由于测量在混凝土表面进行，所以它属于表面硬度法的一种。图2.1为回弹法的原理示意图：

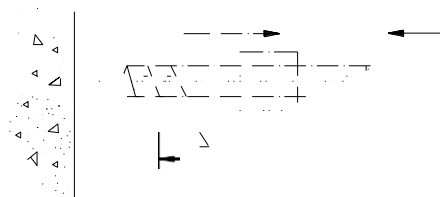


图4-1 回弹法原理示意图

4.1.2 回弹法的特点

- (1) 操作简便、成本较小、技术要求不高。
- (2) 检测过程无损于材料、结构的组织和使用性能。
- (3) 重复或复核检测方便，重复性良好。
- (4) 回弹法采用单一参数推定混凝土强度。当有关影响因素控制不严时，精度不如多因素综合法，此时就很难反映混凝土的实际强度

4.1.3 超声法基本原理

当超声波通过混凝土时，混凝土的介质便传播振动，介质愈是密实则声速波传播愈远。混凝土存在缺陷、裂缝时，还将引起声波的绕射、反射及异常的衰减等现象。这就是说，超声波声学参数与混凝土力学性能、质量等有着内在的联系，可以反映混凝土多方面的情况。一般来说，混凝土强度越高，其声速越快，反之，则声速越慢。超声波检测混凝土的强度是基于超声波在混凝土的传播速度 v 与混凝土的强度 f 之间有良好的相关性这一基本原理，通过预先建立的 $f-v$ 相关关系，用结构物实测得到的混凝土声速 v 来反推其强度值。

4.1.4 超声波法的特点

- (1) 检测过程无损于材料、结构的组织和使用性能。
- (2) 直接在构筑物上检测试验并推定其实际的强度。

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/305201011033011214>