

Testing Apparatus for Concrete Compressive Strength of Concrete and Its Detection Method

Wenming Wang

Xinjiang Bazhou Construction Engineering Quality Inspection Center, Korla Xinjiang
Email: 18909960203@126.com

Received: Aug. 6th, 2015; accepted: Aug. 22nd, 2015; published: Aug. 28th, 2015

Copyright © 2015 by author and Hans Publishers Inc.
This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY).
<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

Abstract

This paper described the concrete compressive strength of the torque method (Patent No. 201320516708.3) and its detection method (Patent No. 201310370542.3). This is the only way to detect the compressive strength of the domestic and international through the torque method. Through its technical back ground, the purpose of the research, the design idea, the structure of the instrument and the method of detection, and the concrete examples, the method is further described. The existing techniques of concrete compressive strength of various detection methods have low detection accuracy and small problems, especially suitable for on-site inspection test.

Keywords

Compressive Strength of Concrete, Torque Detection Apparatus, Detection Method

混凝土抗压强度扭矩法检测仪及其检测方法

王文明

新疆巴州建设工程质量检测中心, 新疆 库尔勒市
Email: 18909960203@126.com

收稿日期: 2015年8月6日; 录用日期: 2015年8月22日; 发布日期: 2015年8月28日

摘要

本文所述的混凝土抗压强度扭矩法检测仪(专利号: 201320516708.3)及其检测方法(专利号: 201310370542.3),这是迄今为止国内外唯一通过扭矩法检测抗压强度的技术方法。通过对其技术背景、研制目的、设计思路、仪器结构及其检测方法的介绍,结合具体实例,进一步阐述了该检测方法可解决现有技术中混凝土抗压强度的各种检测方法存在检测精度低以及适用范围小的问题,尤其适用于现场检测。

关键词

混凝土抗压强度, 扭矩法检测仪, 检测方法

1. 引言

抗压强度是混凝土较为重要的性能参数,直接关系到混凝土构件乃至工程建设整体质量安全。针对混凝土构件在不同工程建设的需要,混凝土需要满足相应的抗压强度,因此,对混凝土抗压强度的检测则是一项非常重要的工作。本文作者为混凝土抗压强度扭矩法检测仪(专利号: 201320516708.3)及其检测方法(专利号: 201310370542.3)唯一发明人和专利权人。采用扭矩法检测仪对混凝土试样进行扭矩法检测,通过转换公式来推定混凝土的抗压强度,这是迄今为止国内外唯一通过扭矩法检测抗压强度的技术方法,且授权国家专利。该方法的优势在于钻制的混凝土试样尺寸小,对被测混凝土构件的或混凝土结构实体破坏面小,检测方法简单,操作方便快捷,检测精度高,适用范围广。较现行常用的立方体试件抗压强度检测更为直观和可操作性,更具真实性和代表性,且更为经济、环保。

2. 背景技术

采用混凝土抗压强度扭矩法检测仪进行检测的方法是基于仪器结构简单,检测过程实现自动化,检测精度高且较为环保经济,与现行检测技术方法有显著的进步。

2.1. 剪压法[1]-[3]

剪压法系采用剪压仪对混凝土构件的直角边施加垂直于承压面的压力,使得混凝土构件的直角边产生局部剪压破坏,并根据此时的剪压力来推定混凝土构件的抗压强度;该方法存在的缺陷:直接采用混凝土构件进行检测,对混凝土构件造成一定的损伤,由于检测的是混凝土构件的表面的抗压强度,这样,受到混凝土构件形状、检测位置、抗压强度范围以及混凝土构件的厚度等条件限制,使得剪压力的情况较为复杂,难以达到准确检测。

2.2. 钻芯法[1]-[3]

通过在混凝土构件上钻取混凝土试件,并加工成标准芯样,在压力试验机上对其进行抗压强度检测;该检测方法的缺陷:对混凝土构件造成较大的损伤,且检测过程中,受影响因素较多,难以达到准确检测。

2.3. 回弹法[1]-[3]

通过回弹仪测定混凝土构件表面的硬度,推定混凝土构件的抗压强度;该方法虽然对混凝土构件没

有造成损伤,但是,通过表面硬度和强度的关系,所推导的抗压强度的精度较低,难以准确地反映混凝土抗压强度。

2.4. 超声回弹综合法[1]-[3]

超声回弹综合法是依据回弹法测定混凝土构件表面的硬度和超声仪测定混凝土构件内的波速,综合推定混凝土抗压强度;该方法虽然对混凝土构件没有造成损伤,精度较单一的无损检测方法要高。但是,测试操作流程较为繁琐,并对现场测试条件有较多限制和要求,所受测试影响因素也相对较多,易产生多种测试偏差,将直接影响到检测精度。

2.5. 后锚固法[1] [3]

后锚固法依据混凝土构件表层 30 mm 的范围内,后锚固法破坏混凝土构件的拨出力来推定混凝土抗压强度;该方法存在的缺陷:对混凝土构件造成一定的损伤,且在检测过程中,影响因素较多,应力复杂,导致难以达到准确检测。

3. 研制目的、设计思路及其优点

3.1. 研制目的设计思路

混凝土抗压强度扭矩法检测仪及其检测方法研制目的旨在解决现有技术中的混凝土抗压强度的检测方法存在对混凝土构件造成破坏、操作繁琐、时间长、设备较大以致不便于携带、检测过程应力复杂及受人员操作因素影响以致检测精度较低及不环保的问题。本文介绍的混凝土抗压强度扭矩法检测仪及其检测方法,已授予实用新型专利和发明专利。

3.2. 设计思路

混凝土抗压强度扭矩法检测仪及其检测方法的设计思路是将扭矩法检测仪套设于混凝土构件或混凝土结构实体上环槽包围的混凝土试样,对其施加扭力至扭力峰值,通过事先建立的扭力与抗压强度的转换公式得到混凝土构件或混凝土结构实体的抗压强度。

3.3. 优点

混凝土抗压强度扭矩法检测仪及其检测方法,仪器结构微型化,便于携带适用于现场检测;与现有技术相比,检测过程简单且实现自动化,检测精度更高,检测范围更广,适用于建筑、铁路、交通、水运、港工等行业 C10~C100 [4] [5]不同龄期的结构工程的混凝土抗压强度的检测。

4. 仪器构成、检测方法及实施方式

4.1. 仪器构成

混凝土抗压强度扭矩法检测仪由夹座、扭矩杆、座体、夹板、显示屏、螺杆、凹凸结构、销轴、滑槽等构成,如图 1~3 所示。

如图 1 所示扭矩法检测仪,其夹座 12 包括座体 122 以及两连接在座体 122 两端的呈弧面状的夹板 121,两夹板 121 分别朝座体 122 的内侧延伸,相对设置,两者之间形成上述夹座 12 的夹口,在检测过程中,将夹板 121 置于混凝土构件或混凝土结构实体 2 钻制的环槽 21 中,使得夹板 121 的内壁抵接在混凝土试样 22 外,夹住混凝土试样 22。当然,此处的夹板 121 呈弧面状,且弧度与环槽 21 的弧度一致,这样才能保持其与混凝土试样 22 的配合。扭矩杆 11 连接在座体 122 上,且朝外延伸,其与夹板 121 呈

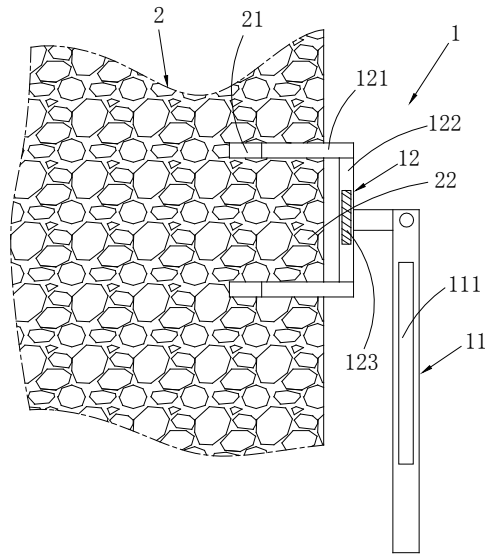


Figure 1. The main visual diagram of the instrument in the working state of the torque meter
图 1. 扭矩法检测仪处于工作状态的主视示意图

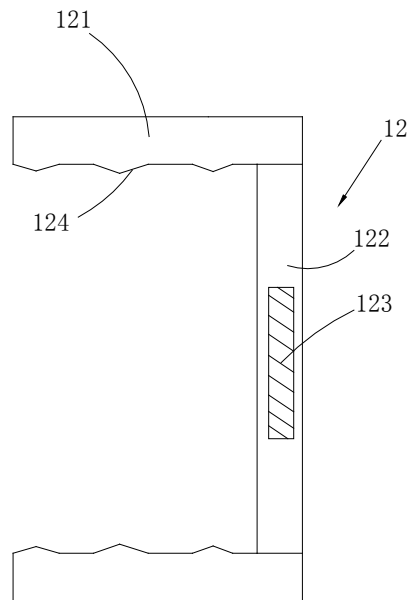


Figure 2. The main visual diagram of the clamp block of the measuring instrument of the torque method
图 2. 扭矩法检测仪夹座的主视示意图

垂直布置，这样，当夹板 121 夹在混凝土试样 22 外后，利用扭矩杆 11 转动，使得混凝土试样 22 被扭断，此时，剪应力与混凝土试样 22 被扭断的截面方向一致。为了便于操作，扭矩杆 11 与块体之间可以转动连接。在检测过程中，为了使得夹板 121 可以夹紧混凝土试样 22，座体 122 中设有可使夹板 121 相对于座体 122 移动的推动结构，这样，通过使得一夹板 121 相对于另一夹板 121 或两夹板 121 相对移动，使得夹口的宽度变化，从而使得夹板 121 可以夹紧混凝土试样 22。具体地，推动结构包括设置在座

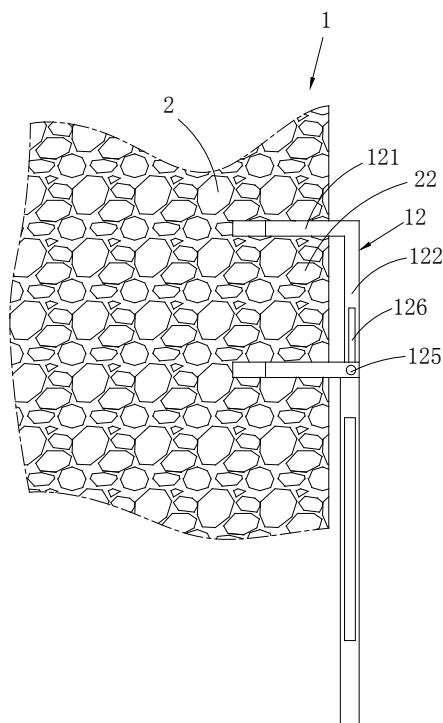


图 1~3 所标数字代码名称分列如下：1 扭矩法检测仪；2 混凝土结构实体；21 环槽；22 用于检测的混凝土试样；12 夹座；11 扭矩杆；122 座体；121 夹板；111 显示屏；123 螺杆；124 凹凸结构；125 销轴；126 滑槽。

Figure 3. Another case of the torque detector in the working state of the main visual

图 3. 另一情形扭矩法检测仪处于工作状态的主视示意图

体 122 中的螺杆 123，该螺杆 123 沿座体 122 的长度方向延伸布置，其表面具有第一螺纹，且显露在座体 122 外，夹板 121 的外端呈弯折状，形成连接条，该连接条插设在座体 122 中，且其上设有与螺杆 123 的第一螺纹配合的第二螺纹，这样，通过推动螺杆 123 转动，利用第一螺纹与第二螺纹之间的配合以及推进关系，可以使得夹板 121 之间的夹口的宽度变化，也就是，在检测过程中，可以通过转动螺杆 123，使得夹板 121 夹紧混凝土试样 22。为了使得夹板 121 可以更加稳固的夹住混凝土试样 22，夹板 121 的内表面上设有凹凸结构 124，当夹板 121 夹紧混凝土试样 22 时，该凹凸结构 124 可以嵌入在混凝土试样 22 的表面内，从而，在检测的过程中，避免夹座 12 与混凝土试样 22 之间打滑，便于检测，且提高检测精度。

在如图 3 所示扭矩法检测仪，与采用如图 1 所示的区别在于：图 3 所示扭矩法检测仪扭矩杆 11 与座体 122 一体成型，也就是说两者之间是固定的。

4.2. 仪器构成检测方法及具体实施方式

以下结合具体实例对扭矩法检测仪及其检测方法的具体实施进行详细的描述，如图 1 和图 3 所示。

采用如图 1 所示扭矩法检测仪对混凝土抗压强度进行检测，具体检测方法如下：

1) 利用空心水钻，在待检测抗压强度的混凝土构件或混凝土结构实体 2 上钻制环槽 21，该环槽 21 贯穿混凝土构件或混凝土结构实体 2 的外表面，且环槽 21 包围的混凝土形成用于检测的混凝土试样 22；

此处，也可以利用其它设备对混凝土构件或混凝土结构实体 2 进行钻制，并不仅限于空心水钻，只要能在混凝土构件或混凝土结构实体 2 上形成环槽 21 包围的混凝土试样 22 则可；

2) 提供扭矩法检测仪 1，将其套设在混凝土试样 22 外，夹紧混凝土试样 22 后再施加扭力，逐渐增大扭力直至将混凝土试样 22 扭断；

3) 当混凝土试样 22 被扭断的瞬间，此时，扭矩法检测仪 1 施加的扭力最大，从而可以得到扭矩法检测仪 1 施加的扭力峰值；

4) 根据得到的扭力峰值代入扭力与抗压强度的转换公式，得到混凝土试样 22 的抗压强度，此处的转换公式可以有多种，并不仅限于某种特殊公式；

5) 在混凝土构件或混凝土结构实体 2 上的不同位置分别操作上述步骤(1)~(4)的操作，得到混凝土构件或混凝土结构实体 2 的多个抗压强度，从而求取多个抗压强度的平均值，得到混凝土的抗压强度。

在图 1 的扭矩法检测方法中，扭矩法检测仪 1 包括夹座 12，夹座 12 中具有前端开口的夹口，且夹座 12 连接有扭矩杆 11，在步骤 2)中，将夹口套入在混凝土构件或混凝土结构实体 2 的环槽 21 中，将夹座 12 套设在环槽 21 中，使得夹口的内壁抵接在混凝土试样 22 的外壁，且收缩夹口，使得夹口与混凝土试样 22 稳固抵接，此时，使得扭矩杆 11 与夹口处于垂直状态，并转动扭矩杆 11，使得夹口夹住混凝土试样 22 转动，直至将混凝土试样 22 扭断。

在上述转动扭矩杆 11 的过程中，时刻保持扭矩杆 11 与夹口处于垂直状态。这样，利用扭矩杆 11 以及夹座 12 的配合，使得混凝土试样 22 被扭断的截面与扭力处于同一方向，简化混凝土试样 22 所受的应力情况，大大提高该扭矩法检测混凝土抗压强度的精度。

上述混凝土抗压强度的扭矩法检测方法中，其根据混凝土抗压强度与扭力之间建立的相应关系，在混凝土构件或混凝土结构实体 2 上钻制混凝土试样 22，采用扭矩法检测仪 1 对混凝土试样 22 进行扭矩法检测，通过扭力与混凝土试样 22 事先建立的转换公式推定混凝土的抗压强度，这种扭矩法检测方法钻制的试样尺寸小，对被测混凝土构件或混凝土结构实体 2 的破坏面小，检测方法简单，操作方便快捷，检测精度高，其还具有以下的有益效果：

1) 在检测过程中，混凝土试样 22 受力单纯，其应力仅为扭力，且混凝土试样 22 的破坏面与扭力方向一致，因此，其受影响的因素较少，检测精度高；

2) 该检测方法对待检测的混凝土构件或混凝土结构实体 2 的形状没有特别限制，测试部位不受限制，现场测试位置的表面无需处理，钻制的混凝土试样 22 不需处理；

3) 钻制的试样尺寸小，对被测混凝土构件或混凝土结构实体 2 的破坏面小，适合检测钢筋配置密集的混凝土构件或混凝土结构实体 2；

4) 针对混凝土构件或混凝土结构实体 2 的内部强度来检测混凝土的抗压强度，其检测精度更高；

5) 检测龄期范围广[5]，凡是能钻制成型的扭矩法检测试样，都能采用扭矩法检测方法检测，最早可至 1 d，可为预应力混凝土的张拉和放张以及混凝土早龄期的施工提供技术保障；

6) 适用于 C10-C100 的结构工程混凝土的抗压强度的检测；

7) 采用的扭矩法检测仪 1 轻便，便于携带、操作简单、准确快捷、成本低。

综上所述，利用本实施例提供的扭矩法检测方法检测混凝土的抗压强度，其具有钻制的试样尺寸小，对混凝土构件或混凝土结构实体 2 损伤小、检测精度高以及适用范围广等优点。本实施例中，转换公式如下：

$$f_{nj,i}^c = a \ln(f_{nj,i}) + b$$

其中： $f_{nj,i}^c$ 即为采用的扭矩法检测仪检测时第 i 个混凝土构件或混凝土结构实体 2 的抗压强度换算值

(MPa); $f_{nj,i}$ 即为采用的扭矩法检测仪检测时施加于第 i 个混凝土构件或混凝土结构实体 2 混凝土扭力峰值(kN); a 、 b 即为回归方程的回归系数。

当然,除了上述的公式,扭力与抗压强度的转换公式还可以是其它的公式,并不仅限于上述的公式。

混凝土的抗压强度可以直接利用转换公式通过外部的设备计算得到,也可以通过在扭矩杆 11 中设置控制元件。该控制元件可以检测扭矩杆 11 对混凝土试样 22 施加的扭力,且内嵌有上述的转换公式,从而,当混凝土试样 22 被扭断时,控制元件可以直接根据扭力峰值与转换公式,直接得到混凝土试样 22 的抗压强度,并通过扭矩杆 11 上的显示屏 111 显示出来,便于用户读取,并简化操作。可以在混凝土构件或混凝土结构实体 2 的不同位置钻制多个混凝土试样 22,从而得到同一混凝土构件或混凝土结构实体 2 上的多个混凝土试样 22 的抗压强度,进而得到多个抗压强度的平均值,即为混凝土的抗压强度。

利用上述的扭矩法检测仪 1 对混凝土构件或混凝土结构实体 2 进行检测,其具有对混凝土构件或混凝土结构实体 2 损伤小、检测精度高以及适用范围广等优点。

采用如图 3 所示扭矩法检测仪对混凝土抗压强度进行检测,与采用如图 1 所示的区别在于:本方法中,扭矩杆 11 与座体 122 一体成型,也就是说两者之间是固定的,上述的推动结构包括设置在座体 122 的滑槽 126 以及销轴 125,滑槽 126 沿座体 122 的长度方向延伸布置,销轴 125 穿设在滑槽 126 中,且连接在夹板 121 上,这样,随着销轴 125 可以在滑槽 126 中移动,使得两夹板 121 之间的夹口的宽度改变,当然,当夹板 121 夹住混凝土试样 22 时,直接利用紧固件连接在销轴 125 上,固定夹板 121 在座体 122 上的位置。

通过如图 3 所示扭矩法检测仪,可以通过设置滑槽 126 的长度,使得夹板 121 移动的距离,也就是夹口的宽度范围来实施检测。其他检测步骤和方法与上述图 1 所示扭矩法检测仪对混凝土抗压强度进行检测的具体步骤和方法相同,在此不再赘述。

5. 结论

混凝土抗压强度扭矩法检测仪及其检测方法具有以下特点: [5]-[9]

- 1) 广泛适用于建筑、铁路、交通、水运、港工等行业的混凝土结构实体抗压强度的检测;
- 2) 通过测得的混凝土试件扭力峰值与事先建立的转换公式直接测得混凝土的抗压强度,不会对混凝土构件造成破坏;
- 3) 检测过程简单,并且实现自动化,因而受到的影响因素少,可大幅提高检测精度;
- 4) 适用的混凝土种类、强度等级和龄期范围广,对普通混凝土和高性能混凝土均适用,凡已硬化的混凝土试件,都能进行抗压强度检测;可为预应力混凝土的张拉和放张以及混凝土早龄期的施工提供技术保障,对 C10~C100 等各种强度等级的混凝土均可进行检测;
- 5) 该智能检测仪结构简单、小型化、便于携带,且较为环保、经济,适用于各类混凝土工程的现场检测。

参考文献 (References)

- [1] 王文明, 著 (2011) 混凝土检测标准解析与检测鉴定技术应用指南. 中国建筑工业出版社, 北京.
- [2] 王文明, 著 (2008) 建设工程质量检测鉴定实例及应用指南. 中国建筑工业出版社, 北京.
- [3] 王文明, 主编 (2012) 新编建设工程无损检测技术发展与应用. 中国水利水电出版社, 北京.
- [4] 王文明, 张荣成, 著 (2014) 《高强混凝土强度检测技术规程》实施指南及检测新技术. 中国建筑工业出版社, 北京.

- [5] 王文明, 主编 (2012) 直拔法检测混凝土抗压强度技术规程. 中国建筑工业出版社, 北京.
- [6] 王文明 (2012) 直拔法检测混凝土抗压强度试验研究. *混凝土世界*, **5**, 58-73.
- [7] 王文明 (2012) 抗剪法检测混凝土抗压强度技术研究. *混凝土世界*, **12**, 75-79.
- [8] 王文明 (2013) 抗折法检测混凝土抗压强度技术研究. *混凝土世界*, **8**, 74-77.
- [9] 王文明 (2015) 混凝土抗压强度智能检测仪及其检测方法. *计量技术*, **4**, 55-58.