

针贯入法检测干硬性混凝土预制构件 抗压强度技术研究

王小勇¹, 杨兰凤², 储冬冬¹, 袁尧¹, 陈艳丽¹

(1. 江苏省水利科学研究院, 江苏 南京 210017; 2. 江苏省水利厅机关后勤中心, 江苏 南京 210029)

摘要: 本文采用针贯入法对干硬性混凝土预制构件进行了大量的强度测试, 通过对测试数据的整理、分析, 并与标准试件抗压强度的比较, 得出了江苏地区干硬性混凝土预制构件针贯入法检测抗压强度的专用曲线。研究结果能够较好的反应预制构件的真实强度, 且适合各种形式、各种规格的干硬性混凝土砌块的强度检验, 具有很好的应用和推广意义。

关键词: 干硬性混凝土; 抗压强度; 针贯入法

中图分类号: TV745.4 **文献标识码:** B **文章编号:** 1007-7839(2016)06-0001-04

Experimental study on compressive strength of stiff concrete prefabricated components by Pin-Penetration Method

WANG Xiaoyong¹, YANG Lanfeng², CHU Dongdong¹, YUAN Yao¹, CHEN Yanli¹

(1. Jiangsu Water Conservancy Science Research Institute, Nanjing 210017, Jiangsu;

2. Jiangsu Water Resources Department Rear- Service Center, Nanjing 210029, Jiangsu)

Abstract: In this paper, mass inspection on the stiff concrete components by Pin-Penetration Method was made, by sorting and analyzing the test data, comparing with the compressive strength of standard test specimen, the Jiangsu region compressive strength-inspection curve of stiff concrete prefabricated components by using Pin-Penetration Method was concluded. The results can reflect the true strength of prefabricated components. It is suitable for the strength inspection of stiff concrete block with various forms and size, which has a good application and popularization significance.

Key words: stiff concrete; compressive strength; Pin-Penetration Method

0 引言

干硬性混凝土预制构件是一种新型工程建筑材料, 是一种含水率低, 将用水量减少到接近水泥水化作用用水量, 采用重型压实机具进行压实, 达到高密度、高强度的水泥混凝土。它具有强度高、

密度小、施工简便、适用性广且有良好的耐腐蚀性、耐水性和抗冻性等优点^[1]。近年来, 干硬性混凝土预制构件在江苏省重点水利工程中应用已十分普遍, 如淮河入海水道防护工程、泰州引江河第二期工程水下软体沉排护坡、世行贷款泰东河工程公路桥接线护坡等项目均大量采用干硬性混凝土预

收稿日期: 2016-04-25

基金项目: 江苏省水利厅科技项目(2015030)

作者简介: 王小勇(1980-), 男, 本科, 工程师, 主要从事工程质量检测、监测和新材料新工艺的开发等方面的工作。

制构件材料。

混凝土强度的现场检验是十分必要的,它不仅对于工程竣工验收、分析结构事故和确认建筑物的可靠性起到重要作用,而且在决定安全拆模时间,保证施工进度方面可提供充分的依据。因此,现场混凝土实体强度检验方法的研究,历来受到工程技术人员的重视^[2]。

目前国内常规的干硬性混凝土室内抗压强度试验方法为留置同密度振压成型法试块进行抗压试验,现场抗压强度检测方法为预制构件切割立方体法、钻芯取样法^[3]。预制构件切割立方体法、钻芯取样法测试结果直观、准确,但检测周期长,设备复杂,试件加工难度大,成本高,不能快速获得测试结果。因此,一般仅在留置试块强度不满足要求或对留置试块真实性存在疑问时采用。

常规的回弹法、超声回弹综合法已广泛应用于工业与民用建筑工程普通混凝土现场抗压强度测试领域,此类方法具有操作简便、安全可靠、检测部位微破损等优点。但该方法受原材料、生产条件和气候条件影响较大,且干硬性混凝土表面粗糙、构件单薄、不利于固定等特点决定了现场测出的回弹值偏差较大,可见回弹法、超声回弹综合法并不适用于干硬性混凝土预制构件现场测强。

国内目前缺乏高效、可靠和简便的技术手段现场检测交通工程、水利工程干硬性混凝土预制构件,这与该类材料越来越广泛的应用现状是极不相称的。开创一种新的无损检测方法来推定干硬性混凝土预制构件强度成了工程界迫切需要解决的问题。本科研项目于 2015 年 4 月开始,对针贯入法检测干硬性混凝土预制构件抗压强度技术进行了实践和应用。

1 针贯入法检测干硬性混凝土预制构件抗压强度基本原理及仪器

贯入法是一种非破损检测方法(检测后仅表层不超过 10 mm 范围产生一小坑),它是根据测钉贯入混凝土的深度和混凝土抗压强度间的相关关系,采用压缩弹簧加载把测钉贯入混凝土中,通过钉子的贯入深度与测强曲线来换算混凝土抗压强度的一种新型现场检测方法^[4]。试验仪器采用 SJY-1000 贯入式混凝土强度检测仪,见图 1,仪器的主要性能参数指标见表 1。



图 1 SJY-1000 型贯入式混凝土强度检测仪

表 1 SJY-1000 型贯入式混凝土强度检测仪
主要技术参数

仪器参数	计量单位	指 标
贯入仪贯入力	N	1000 ± 10
工作冲程	mm	20 ± 0.1
数字测量尺量程	mm	20 ± 0.01
测钉长度	mm	40
测钉直径	mm	3.5
钉尖锥角	°	45
量规槽	mm	39.5
仪器重量	kg	3.5

2 试验方案

2.1 混凝土材料

试验材料组分为水、水泥(普硅)、砂(中砂)、石子(5 ~ 10 mm 碎石),均为江苏地区常规建材。

2.2 试件制备

试验用试件分为 C15、C20、C25、C30、C35 共 5 个强度等级,各个等级干硬性混凝土配合比见表 2。不同强度等级的混凝土配合比在预制场制砖机上生产规格为 600 mm × 600 mm × 150 mm 的预制块,成型 3 d 后将抽取的预制块切割成边长为 150 mm 立方体试件,测试龄期分别为 7 d、14 d、28 d、60 d、90 d;养护条件为室外露天环境下自然养护,无阳光曝晒,浇水养护 14 d。同一强度等级试件每个测试龄期 1 组。将 1 批同时成型待检试

块随机分组, 每 3 块 1 组, 共 75 个试件。

度的代表值。

表 2 各个强度等级干硬性混凝土配合比一览表

名称	单位	混凝土强度等级				
		C15	C20	C25 数量	C30	C35
水泥32.5	kg	260	290	/	/	/
水泥42.5	kg	/	/	273	322	362
碎石 (10 mm)	m ³	0.87	0.90	0.91	0.92	0.93
砂 (中砂)	m ³	0.69	0.61	0.64	0.56	0.52
水	m ³	0.17	0.18	0.18	0.18	0.18

2.3 针贯入法试验测试

(1) 将一个试件两侧面受压, 预压在试验机压板上, 对另两个侧面进行贯入试验。一个侧面布置测点 3 个, 一个侧面布置测点 2 个, 共 5 个测点。测点距试块边缘距离不小于 3 cm, 每测点间距离不小于 3 cm。

(2) 对每个测点进行贯入试验, 用测量尺对测点贯入坑进行贯入深度量测, 精度到 0.01 mm。

(3) 对试件 5 个贯入试验点贯入深度值 (H_1 、 H_2 …… H_5) 中舍去一个最大值, 舍去一个最小值, 取剩余 3 点贯入深度平均值 H 作为该试件贯入深

(4) 贯入试验后, 立即试压, 得出该试件抗压强度 f_{cu} , 精确到 0.1 MPa。

(5) 一个试件的贯入深度代表值与抗压强度为一组比对数据。

(6) 每一测试龄期不同强度等级的试件分别测得 3 个试件的比对数据^[5]。

3 试验结果分析

干硬性混凝土立方体试件的平均贯入深度 H 及抗压强度 f_{cu} 试验数据汇总见表 3。

将试验数据按最小二乘法原理进行回归分析,

表 3 各强度等级、不同龄期干硬性混凝土贯入深度及抗压强度试验数据汇总表

龄期 (d)	强度等级C15		强度等级C20		强度等级C25		强度等级C30		强度等级C35	
	f_{cu} /MPa	H /mm	f_{cu} /MPa	H /mm	f_{cu} /MPa	H /mm	f_{cu} /MPa	H /mm	f_{cu} /MPa	H /mm
7	12.40	5.65	17.20	5.36	21.10	5.15	25.10	4.65	30.50	4.21
	11.90	5.64	16.90	5.34	23.10	5.03	23.10	4.71	28.20	4.24
	13.10	5.69	18.10	5.29	20.80	5.17	27.50	4.62	27.60	4.25
14	15.20	5.55	23.50	4.91	26.90	4.55	29.80	4.32	35.90	3.78
	16.40	5.51	22.20	4.86	27.70	4.57	32.10	4.27	35.10	3.79
	15.80	5.31	22.40	4.92	25.50	4.91	33.00	4.16	34.10	3.82
28	18.90	5.20	26.90	4.87	33.70	3.92	39.80	3.95	41.50	3.65
	20.60	5.18	25.90	4.92	32.10	3.99	38.70	3.99	42.20	3.67
	19.60	5.11	28.80	4.39	36.80	3.88	35.20	4.08	46.80	3.75
60	21.20	5.11	27.20	4.42	33.90	3.91	37.20	3.72	44.20	3.64
	20.40	5.21	29.10	4.41	37.10	3.94	38.90	3.49	41.20	3.72
	20.60	5.24	26.50	4.51	34.80	3.81	40.10	3.45	45.90	3.61
90	20.90	4.74	27.70	4.21	34.50	3.52	39.20	3.74	46.70	3.59
	21.90	4.90	28.60	4.19	37.80	3.31	39.70	3.73	44.20	3.64
	22.40	4.88	28.80	4.16	32.90	3.41	38.10	3.78	43.90	3.61

并建立直线回归方程如下:

$f_{cu}^c=A-BH$ (A 、 B 为常数)

式中:

f_{cu}^c ——一个测区的混凝土强度换算值(MPa),

精确至 0.01 MPa;

H —测针在混凝土表面的贯入深度(mm), 精

确至 0.01 mm。

对试验数据进行一元线性回归分析(置信度为 95%), 各个强度等级干硬性混凝土试块强度回归公式及相关系数等指标见表 4, 针贯入法曲线见图 2。

表 4 不同强度等级混凝土的试验回归方程、相关系数和强度相对标准差

设计强度等级	一元一次回归方程	相关系数	相对标准偏差(%)
C15	$f_{cu}^c=76.43-11.09H$	0.91	8.6
C20	$f_{cu}^c=69.72-9.55H$	0.92	7.2
C25	$f_{cu}^c=66.76-8.61H$	0.93	7.1
C30	$f_{cu}^c=87.94-13.21H$	0.94	6.1
C35	$f_{cu}^c=13.64-25.92H$	0.89	7.4
C15~ C35	$f_{cu}^c=86.07-12.86H$	0.94	9.1

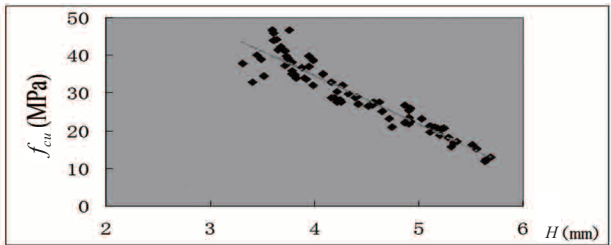


图 2 f_{cu}^c-H 关系曲线

由表 4 和图 2 可知, 设计强度等级为 C15 ~ C35 的干硬性混凝土贯入深度与抗压强度回归方程的线性相关系数为 0.94, 相对标准差为 9.1%, 回归方程中混凝土的抗压强度与贯入深度之间具有很好的相关性, 相对标准差满足现场质量控制的要求。该曲线的技术条件为自然养护预制干硬性混凝土, 曲线使用范围为混凝土强度等级 15 MPa ~ 35 MPa 以内干硬性预制混凝土。

4 测强曲线的验证

根据得出的测强曲线, 在泰州引江河第二期

工程、淮河流域洼地治理川东港工程中进行了验证, 共得验证数据 120 组, 测试误差最大值分别为 10.2%、10.9%, 测试精度能够满足实际工程的检测需要。

5 结论

(1) 针贯入法是工程中检测结构混凝土强度的有效方法, 具有合理性、通用性和可操作性, 应推广应用。

(2) 针贯入法可以对干硬性混凝土预制构件进行检测, 检测精度满足现场质量控制要求。

(3) 采用针贯入法对干硬性混凝土预制构件进行测强检测, 会对构件造成局部破损, 但是对结构性能影响很小。

(4) 采用本文所述的贯入仪和测强曲线检测干硬性混凝土预制构件强度时, 公式的应用范围为 12 ~ 38 MPa, 不宜外推。

参考文献:

[1] 郭熬.干硬性混凝土配合比优化及其耐久性研究[D]. 青岛: 青岛理工大学, 2014.

[2] SL352-2006. 水工混凝土试验规程. 中国水利水电出版社.

[3] 姚浩刚, 徐婕. 预制干硬性混凝土空心砌块质量检验方法研究[J]. 城市道桥与防洪, 2015(6) 209 ~ 211.

[4] 张荣成, 邱平. 普通混凝土的针贯入法测强技术[J]. 建筑科学, 2003, 19(3): 46 ~ 47.

[5] 宋功业, 杨梅, 刘瑛, 等. 干硬性混凝土抗压强度检测的研究[J]. 建筑工程, 2010 NO.20. 160 ~ 161.

(责任编辑: 王宏伟)