

外加剂对混凝土早期徐变特性影响试验研究

刘宏伟¹, 马 龙²

(1. 盐城工学院 基建规划处, 江苏 盐城 224051; 2. 江苏省送变电公司, 江苏 南京 210028)

摘要:利用自行设计的杠杆卧拉式徐变测定装置对早龄期掺外加剂混凝土进行徐变特性试验研究, 研究外加剂对于混凝土早期徐变特性的影响。研究表明, 缓凝、泵送混凝土增强剂对混凝土早期拉伸徐变有一定的影响, 在同水灰比及水泥用量条件下, 加载时混凝土强度越低, 徐变越大。

关键词:混凝土; 早龄期; 徐变; 外加剂; 试验

中图分类号: TU502.6

文献标识码: A

文章编号: 1671-5322(2011)03-0070-04

混凝土的徐变是材料固有的一种时变特性, 对混凝土结构的受力性能和变形性能有着重要影响。近年来, 混凝土正越来越体现其掺合料和外加剂掺加普遍化、生产施工泵送商品化等现代特点。泵送商品混凝土以其质量可靠、施工方便、节约劳动生产率等特点, 愈发体现出其良好的社会效益和经济效益。据统计, 我国近 45% 的混凝土掺加了各种不同类型的外加剂^[1]。当前建设工程不断向大型化发展, 大体积混凝土建(构)筑物日趋普遍。徐变、弹性模量及强度等作为影响混凝土裂缝计算的重要参数, 研究其发展规律对混凝土温度徐变应力计算有重要作用^[2]。

1 杠杆卧拉式拉伸徐变试验装置的设计原理

1.1 试验装置的设计思路

杠杆卧拉式拉伸徐变试验装置主要是依据力学原理进行设计, 其原理如图 1 所示: 利用 AC 杆将杠杆 C 端的作用力 P 放大 10 倍, 杆 AD 所受作用力为 $10P$, 杆 AD 作用力作用于 DEF 杆, 则 DEF 杆将杆 AD 的作用力放大 3 倍, DEF 杆的作用力作用于杆 FG, 最终 FG 杆受力为 $30P$ 。

1.2 加载量测体系

杠杆卧拉式拉伸徐变试验装置的加载量测体系如图 2 所示: 由杠杆、拉杆、挂重杆、传感器、结构体系的横梁、底梁、底座、立柱、球铰及配重砝码等组成。该装置设计考虑到进行试验的混凝土土

尺寸条件, 可以对多种规格尺寸的混凝土试件进行拉伸徐变试验, 该装置的最大加载力达 70 kN。

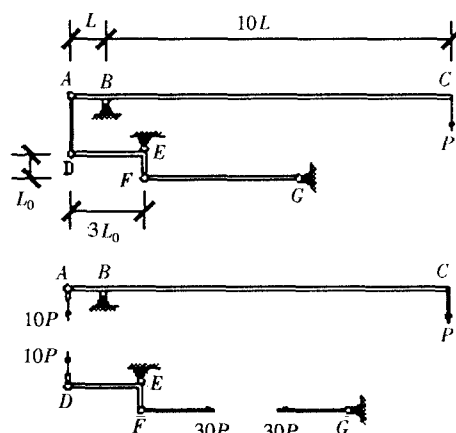


图 1 试验加载装置设计的理论分析

Fig. 1 Theoretical analysis of loading device design

2 试验概况

2.1 试验目的

本项目试验目的主要是为了研究杠杆卧拉式拉伸徐变装置在测量混凝土早龄期弹性模量、徐变等参数的可行性, 改变一般徐变测量装置荷载加载的不稳定性的缺点, 通过该装置进行试验研究外加剂对于混凝土早龄期徐变特性的影响。试验分别对 1 d、2 d、3 d、4 d、5 d、7 d、14 d、28 d 龄期的混凝土进行早龄期拉伸弹性模量试验, 同时取用同批次混凝土, 分别对 1 d、3 d、7 d 龄期的密封混凝土试件进行早龄期徐变特性研究。

收稿日期: 2011-07-08

作者简介: 刘宏伟(1975-), 男, 江苏盐城人, 工程师, 硕士, 主要研究方向为混凝土材料与结构早期性能。

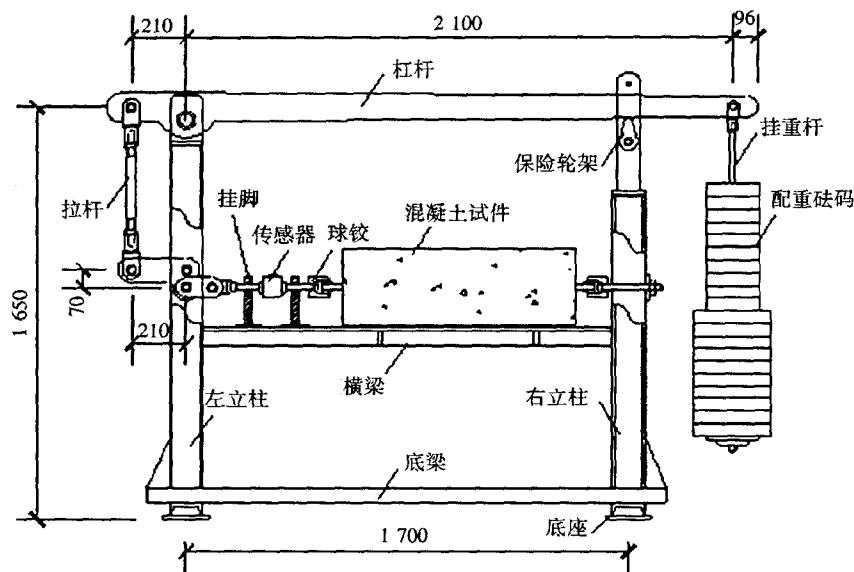


图2 杠杆式拉伸徐变试验装置示意图
Fig.2 Lying - tensile creep device design

2.2 试验材料及混凝土配合比设计
本项目试验所用水泥为双猴牌 PO 32.5 级水

泥,试验用砂为中砂,试验的混凝土配合比见表1。

表1 混凝土配合比设计
Table 1 Mix design of concrete

设计 强度等级	水灰比	砂率	水 /(kg·m ⁻³)	水泥 /(kg·m ⁻³)	砂 /(kg·m ⁻³)	石 /(kg·m ⁻³)	泵送剂 掺量	坍落度 /cm	容重 /(kg·m ⁻³)
C30	0.41	0.31	198	483	527	1174	-	6.5	2 382
C30	0.41	0.31	198	483	527	1174	1.1%	12.5	2 382

2.3 试验装置及试件规格

2.3.1 试验装置

试验装置是按照上述设计方案自行设计的杠杆卧拉式拉伸徐变试验装置,装置设计时考虑了减少接触面摩擦以及试件预埋件轴线对中问题,并采取了相应的措施。该装置采用砝码加载法,确保加载的荷载恒定不变,避免了一般稳压装置加载中力的损失问题。装置全套1组为3台,试验3台同时进行,保证了试验的同时性,确保试验数据的可靠^[3]。

立方体抗压强度试验、轴心抗拉强度试验及

受压弹性模量试验采用 YE - 2000 液压式电子万能试验机;应变采用千分表测量。试验所用混凝土搅拌机为 HJW - 60 单卧轴试验室专用搅拌机,由南京斯贝科测试仪器有限公司制造。

2.3.2 试件规格

本试验的混凝土试件尺寸规格采用一般混凝土强度、混凝土弹性模量、混凝土徐变测试试验的常用规格,详细试件尺寸见表2。所有试件浇筑成型1d后拆除模板,采用透明塑料薄膜和铝箔胶带进行密封,待到相应的试验龄期时进行相关试验。

表2 试验类型及试件尺寸
Table 2 Test type and specimen sizes (mm × mm × mm)

试验类型	抗压强度	拉弹性模量	拉徐变	收缩补偿	轴心抗拉强度
尺寸规格	150 × 150 × 150	100 × 100 × 550	100 × 100 × 550	100 × 100 × 550	100 × 100 × 550

混凝土拉弹性模量以及拉徐变试验采用杠杆卧拉式徐变测定装置进行试验,抗压强度、受压弹性模量、轴心抗拉强度等试验依照《水工混凝土试验规程 DL/T 5150 - 2001》^[4]中相关试验要求进行试验。

2.4 试验结果分析

为研究缓凝、泵送混凝土增强剂对混凝土早期徐变特性的影响,本文进行了密封试件早龄期混凝土徐变特性影响的试验研究。对试验周期内的环境温、湿度变化进行记录,统计结果如图 3、图 4,试验期间的平均气温为 17.5 °C,试验环境中平均湿度为 82.2%。试验中混凝土徐变度及徐变的发展规律如图 5、图 6。从图中可以看出,在保持水灰比及水泥用量不变的条件下,缓凝、泵送混凝土增强剂的掺加使得混凝土早龄期拉伸徐变有所增加,对于掺用水泥重量 1.1% 的外加剂,

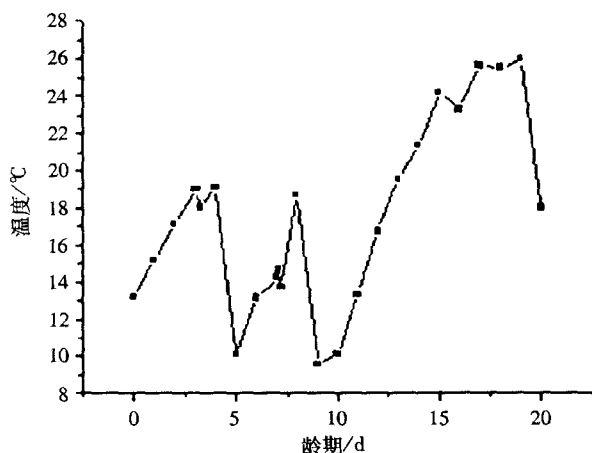


图 3 温度历时变化曲线

Fig.3 Temperature duration curve

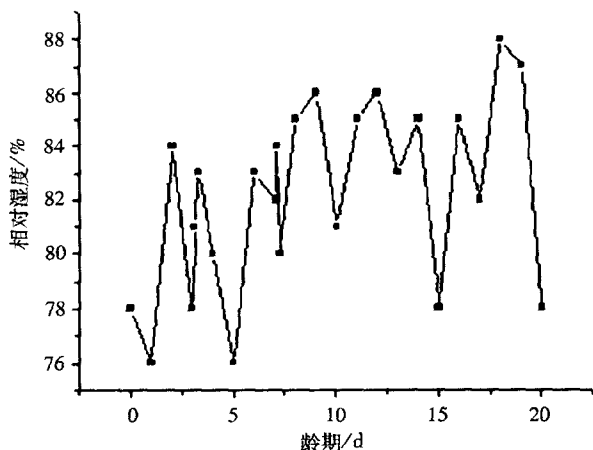


图 4 相对湿度历时变化曲线

Fig.4 Duration curve of the relative humidity

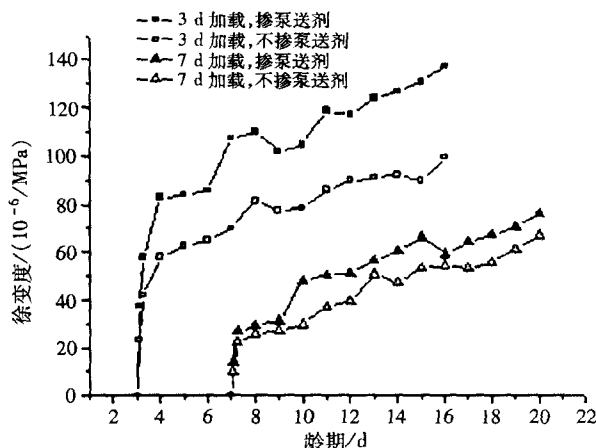


图 5 泵送剂对早期徐变度的影响

Fig.5 The effect to concrete early creep curve of pumping aid

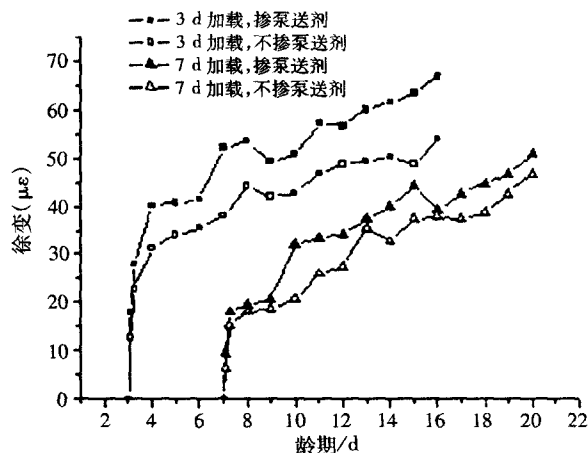


图 6 泵送剂对早期徐变的影响

Fig.6 The effect to concrete early creep of pumping aid

试验结果发现,在 3 d 龄期时混凝土徐变度的增加幅度在 39% 左右,7 d 龄期混凝土的徐变度的增加幅度在 24% 左右。研究结果与以往的相关研究结论是一致的^[5-10],即:保持水灰比及水泥用量不变的情况下,缓凝、泵送混凝土增强剂的掺加使得混凝土的徐变增大。此外,从缓凝、泵送混凝土增强剂的掺加对加载时强度的影响这一角度来看,在同水泥用量以及水灰比不变的条件下,JM-10 型外加剂的掺加降低了各加载龄期时混凝土的强度,试验结果如图 7。

3 结论

采用杠杆式拉伸徐变试验装置可以对混凝土

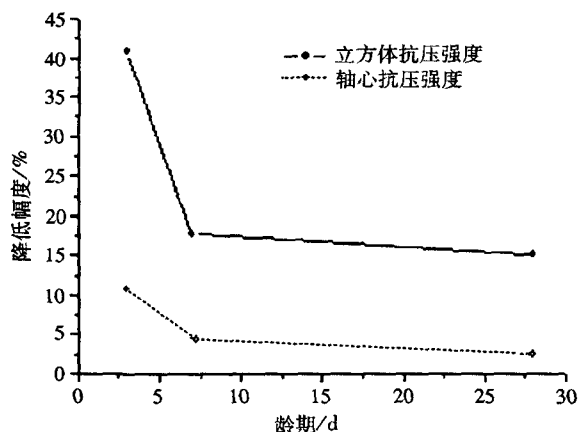


图7 泵送剂对徐变加载时强度的影响

Fig.7 The effect to creep loading strength of pumping aid

早期拉伸徐变进行测定,尤其是在进行徐变测定期间,可以保证徐变荷载的恒定不变,这是采用其他稳压装置所不具备的。本文试验所使用的 JM-10 型混凝土外加剂是一种复合型外加剂,是以 β -萘磺酸亚甲基高级聚合物和特种保塑剂为主体,具有减缓混凝土凝结时间和保坍落度等功能,减水率大于 15%。掺加 JM-10 型缓凝、泵送混凝土增强剂使得混凝土早期强度有所降低,混凝土拉伸徐变有所提高。

参考文献:

- [1] 宋伟鹏. 混凝土外加剂研究现状和应用综述[J]. 广东建材, 2005(8): 19-21.
- [2] 饶瑞, 王荣辉, 甄晓霞. 工程中的徐变外部不确定性分析及应用[J]. 土木建筑与环境工程学报, 2009(2): 89-93.
- [3] 马龙. 现代混凝土徐变的几个问题探讨[D]. 南京: 河海大学, 2006.
- [4] 水工混凝土试验规程 DL/T5150-2001[S]. 北京: 中国电力出版社, 2002.
- [5] 惠荣炎, 黄国兴, 易冰若. 混凝土的徐变[M]. 北京: 中国铁道出版社, 1988.
- [6] Bazant Z P. Prediction of concrete creep and shrinkage: past, present and future[J]. Nuclear Engineering and Design. 2001, 203: 27-38.
- [7] Lennart Ostergaard, David A Lange. Tensile basic creep of early-age concrete under constant load[J]. Cement and Concrete Research. 2001, 31: 1895-1899.
- [8] 祝昌敬, 陈敏, 杨杨, 等. 高强混凝土的收缩和早期徐变特性[J]. 混凝土与水泥制品, 2005, 142(2): 1-4.
- [9] 赵庆新, 孙伟, 缪昌文. 粉煤灰掺量和水胶比对高性能混凝土徐变性能的影响及其机理[J]. 土木工程学报, 2009, 42(12): 76-82.
- [10] 杨杨, 吴炎平, 李鹏, 等. 加载龄期和养护温度对高性能混凝土早期拉伸徐变的影响[J]. 混凝土与水泥制品, 2010, 174(4): 10-14.

Experimental Study on Additive Influence of Concrete Early Creep Characteristics

LIU Hong-wei¹, MA Long²

(1. Yancheng Institute of Technology, Yancheng Jiangsu 224051, China;
2. Transmission and Distribution Company of Jiangsu Province, Nanjing Jiangsu 210028, China)

Abstract: Experimental research on creep characteristics of early age concrete which mixed admixtures by using self-designed leveraged creep device. Research on Influence of admixtures for early creep characteristics of concrete. Studies have shown that retardation, pumping concrete reinforcing agent have a certain influence on early tensile creep of concrete. Under the conditions of the same amount of water-cement ratio and cement, the lower concrete strength, the higher concrete creep, when it comes to loading.

Keywords: concrete; early age; creep; admixture; test

(责任编辑: 沈建新)