

蒸汽养护对高性能混凝土弹性模量的影响

杨成学¹, 刘 华¹, 黄伯太²

(1. 河南交通投资集团有限公司, 郑州 450015; 2. 四川升拓检测技术有限责任公司, 成都 610045)

摘 要:通过现场对不同龄期、蒸汽养护箱梁的弹性模量的测试,发现箱梁移出后(5 天)弹性模量下降,为优化结构的张拉/放张时间提供依据,同时提出了通过龄期与弹性模量的关系,进一步可以通过低龄期结构推算出 28 天以后箱梁的模量,为箱梁的优化施工提出了新的措施。

关键词:弹性模量;蒸汽养护;透过法;张拉/放张

中图分类号:TB125

文献标志码:A

在混凝土结构的质量控制中,迄今主要以强度、坍落度作为主要控制指标。近年来,混凝土的弹性模量引起了日益广泛的重视,其在计算钢筋混凝土的变形、裂缝扩展和大体积混凝土的温度应力等方面是必不可少的指标^[1]。

目前,对冬季施工的高性能混凝土结构,大多采用蒸汽养护。准确的把握好蒸汽的升温降温,对梁体的养护特别重要。而在对预应力钢筋混凝土梁的张拉/放张施工时,由于养护环境的突然变化,容易导致梁体表面产生微裂缝^[2],从而导致结构质量降低。

因此通过现场测试蒸汽养护箱梁的弹性模量^[3,4]的方法来研究蒸汽养护环境对预应力结构质量的影响,对优化张拉/放张时间具有重要意义。

1 现场试验

1.1 仪器设备指标

实验设备主要包括 A/D 采集设备和传感器(S31SC, S305M),实验设备的主要指标^[3]的基本参数见表 1 和表 2。

1.2 现场测试

为了研究同一箱梁在蒸汽养护、不同龄期条件下弹

表 1 A/D 采集卡的基本规格

名 称	ADA16 - 32/2(CB)F
形 式	模拟(Analog)输入输出卡
连接(单端)	ATP - 8
最大频道(单端)	32
变换速度	2 μs/Ch.
分辨率	16 bit
输入范围	±10 V

表 2 传感器主要参数

名 称	S31SC	S305M
质量(g)	28	2.8
感度(PC/M. S ⁻²)	3	0.3
共振频率(KHz)	26	55
频率范围	fc ~ 4 kHz + 1 dB fc ~ 8 kHz + 1 dB	1 ~ 1 8000 Hz
最大使用加速度(M. S ⁻²)	2500	20 0000
横方向感度	5% 以下	5% 以下

性模量的变化趋势,本次对同一箱梁龄期为 3 天、4 天、5 天、7 天、8 天、9 天、10 天、11 天、14 天、15 天、27 天的弹性模量进行测试。现场测试场景图如图 1 所示,测试波形如图 2 所示。

1.3 试验原理

本次研究采用了双面透过法对该箱梁的弹性模量进行测试。

1.3.1 双面透过法测试原理

收稿日期:2012-07-31

基金项目:河南省交通厅项目(2010)

作者简介:杨成学(1968-),男,河南南阳人,高级工程师,主要从事公路工程方面的研究,(E-mail) yangchx999@126.com

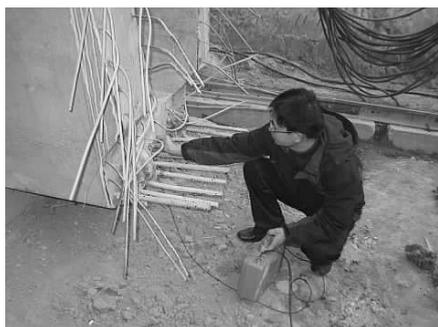


图1 现场测试场景

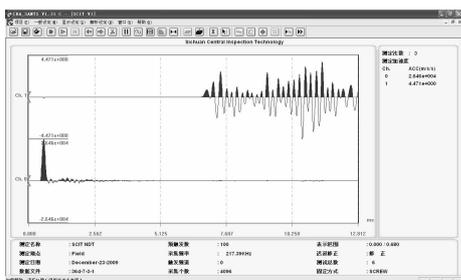


图2 测试波形图

本方法是利用冲击锤在钢筋断面激振,通过测试P波在箱梁中的传播时间,结合箱梁的实际长度,反算出弹性波等在结构物中的传播速度,进而根据弹性波与弹性模量的关系推算出箱梁的动弹性模量。测试概要图如图3所示。

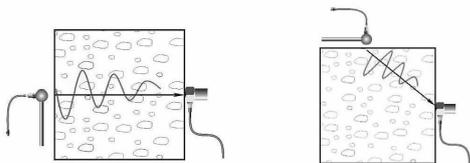


图3 双面透过法测试弹性模量

1.3.2 动弹性模量计算

由于箱梁为三维结构,故有弹性模量 E_d 的推算如下:

$$E_d = \frac{V_{p3}^2 \rho (1 + \mu) (1 - 2\mu)}{(1 - \mu)} \quad (1)$$

其中, E_d 为箱梁的动弹性模量; ρ 为混凝土的密度; V_{p3} 为弹性波波速; μ 为混凝土的泊松比。

1.3.3 动、静弹性模量的关系

对于冲击弹性波测试的动弹性模量与相应的静弹性模量(初始切线模量)之间^[5],一般认为动弹性模量较高于静弹性模量大约在5-10%左右。

图4是我们的测试结果,图5是日本清水研究所研究人员的研究成果。

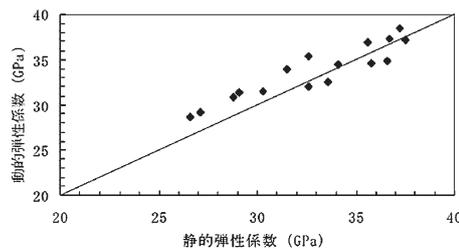


图4 测试结果

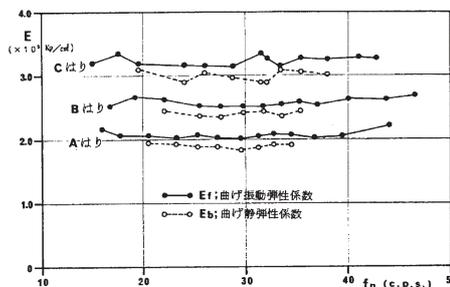


图5 清水研究所的研究成果

2 试验结果与分析

本次试验通过对经过蒸汽养护,龄期为3天、4天、5天、7天、8天、9天、10天、11天、14天、15天、27天,长度为30m的箱梁进行现场测试。箱梁的设计强度为C50。在蒸汽养护的第6天开始,箱梁进行脱模施工,并停止蒸汽养护^[5]。测试数据见表3,模量与龄期的趋势图如图6所示。

表3 弹性模量测试结果

龄期(天)	波速(KM/S)	动弹性模量(GPa)	静弹性模量(GPa)
3	4.196	38.0	36.5
4	4.230	38.6	37.1
5	4.387	41.6	39.9
7	4.230	38.6	37.1
8	4.236	38.8	37.2
9	4.275	39.5	37.9
10	4.414	42.1	40.4
11	4.430	42.4	40.7
14	4.468	43.1	41.4
15	4.543	44.6	42.8
27	4.548	44.7	42.9

3 结论

根据本次的测试结果可以得到以下的结论:

(1) 根据图6的曲线图可以看出,在9天左右时,箱梁的弹性模量有一个下降过程,主要原因是养护环境的变化,导致箱梁表面产生了微裂缝^[6],进而导致在该时

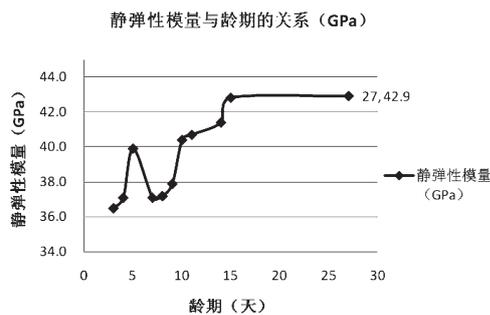


图 6 静弹性模量与龄期的关系曲线图

间段弹性模量的降低;

(2) 根据弹性模量的变化时间,可以对蒸汽养护的预应力结构张拉/放张时期进行优化:为了在降低预应力施工时的预应力损失的同时保证经济性,利用弹性模量来控制张拉/放张时期是具有非常重要的意义。

总的来看,箱梁的弹性模量随龄期的增加呈上升的趋势,因此,可以通过建立龄期与弹性模量的关系,实现通过低龄期箱梁推算 28 天后的模量。

参考文献:

- [1] 杨成学,杨文礼,杨露.现场测试混凝土弹性模量[J].四川理工学院学报:自然科学版,2010,23(5):504-507.
- [2] 罗梅芳,宁忠东.浅议蒸汽养护大跨预应力混凝土空心板裂纹的产生原因与防范措施[J].中国西部科技,2011,10(3):23-24.
- [3] 冯太坤.混凝土抗压强度与抗压弹性模量增长变化初探[J].中国高新技术企业,2007,4(5):158-158.
- [4] 张燕坤,周小二.混合骨料混凝土的动弹性模量试验研究[J].建筑技术,2012,43(7):650-651.
- [5] 刘华,黄伯太.一维冲击弹性波波速测试方法的研究[J].四川理工学院:自然科学版,2012,25(2):68-70.
- [6] 闫丽坤.冬季蒸养温度控制对混凝土构件质量影响浅析[J].山西建筑:2007,33(1):140-141.
- [7] 汪冬冬,田伟丽,王成启.蒸汽养护及矿粉对混凝土力学性能、抗氯离子渗透性和抗冻性能影响[J].中国港湾建设:2011(1):23-26.

Influence of Steam-curing on the Elastic Modulus of High Performance Concrete

YANG Cheng-xue¹, LIU Hua¹, HUANG Bo-tai²

(1. Henan Transport Investment Group Co., Ltd., Zhengzhou 450015, China;

2. Sichuan Central Inspection Technology Co., Ltd., Chengdu 610045, China)

Abstract: It is discovered that the elastic modulus of steam-curing box girder began to be decreased when box girder is removed for five days through filed testing of box girder of different ages. The elastic modulus of box girder twenty-eight days later can be calculated through the structure of younger age period and the relationship between elastic modulus and ages. Thus, the basis of time and new methods for optimizing the tension/extension of box girder's structure can be provided.

Key words: elastic modulus; steam-curing; penetration method; tension/extension