

# 带后浇段的装配整体式混凝土剪力墙徐变效应浅析

薛雄飞

(兰州资源环境职业技术学院 甘肃兰州 730021)

**【摘要】** 近年来随着国家基本建设的飞速发展,高层建筑在城市建设中逐渐增多,具有占地面积小、层数多、体量大、自重等特点,高层结构剪力墙等竖向构件的变形研究显得尤为重要。剪力墙可能受诸多因素而发生变形,其中徐变会使其受弯构件、偏心受压构件产生更大的受压变形,使构件出现更大的偏心距,进而导致相关构件的承载力大幅降低,影响其使用安全性。基于此,在剪力墙结构设计及相关计算过程中,应当充分考虑混凝土的徐变效应对构件安全性的影响。

**【关键词】** 装配整体式混凝土剪力墙;徐变效应;蒸汽养护

DOI:10.18686/jyyxx.v2i12.39318

装配整体式混凝土剪力墙,指通过可靠的方式连接预制墙体与现浇的混凝土构件,使二者形成一个整体的结构,但预制剪力墙与现浇混凝土结构一般采用不同养护方法,且其徐变效应受其他因素影响。基于此,本文在研究相关概念和研究现状的同时,对带后浇段的装配整体式混凝土剪力墙徐变效应进行多方面研究分析,助力我国建筑行业更好发展。

## 1 徐变效应相关概念及研究现状分析

### 1.1 基本概念及研究现状

混凝土徐变,指混凝土结构受到长期、恒定荷载作用,其应变随时间推移而不断增大。国内外学者对徐变效应进行了多方面的研究发现:混凝土在正常使用情况下徐变可达到其弹性变形的1~3倍,可见变形量不可忽略。混凝土的徐变效应会使剪力墙结构出现不断的位移变化,其承受的内力将不断重新分布,当超过限值时将会影响结构的安全和正常使用。

高层建筑剪力墙结构设计时,在考虑建筑物安全性和经济性的基础上,应充分分析徐变效应对结构产生的影响。影响混凝土结构徐变效应的因素较多,例如,水泥种类、外加剂、环境温度与湿度、骨料、养护方式等,都可能对混凝土剪力墙的徐变效应产生不利影响,国内外学者通过大量实验对徐变效应的形成机理及规律进行多方面分析研究,发现除了水泥种类、外加剂、环境温度与湿度、骨料、养护方式等因素对混凝土徐变的影响,还包括:一是研究分析徐变效应的方法、预测模型;二是研究不同体积大小构件的徐变效应;三是研究结构中钢筋对结构徐变的影响等方面。

在工程实际施工过程中,施工管理人员一般很少考虑或只是粗略估算混凝土结构的徐变效应,对高层和大体量建筑物而言,容易给混凝土结构埋下安全隐患。随着我国城镇化进程加快,可利用土地资源越来越少,因此高层和大体量建筑物将在未来土木工程领域越来越常见,这就需要参建各方高度重视混凝土徐变效应对建筑结构产生的影响。混凝土剪力墙,作为现代建筑物常用的构件,常见的有框架、框筒等不同形式,需要根据建筑需求合理选择,实际工程中,往往为了提高工程速度,选用装配式的混凝土剪力墙,并将其与后浇段结构相连以构成一个整体结

构。而基于装配式混凝土剪力墙与后浇段材料、养护方式的不同,各自的徐变效应也有所不同。

### 1.2 不同养护方式对混凝土剪力墙徐变的影响

浇筑施工时,浇筑完后首先对混凝土进行振捣,为保证构件具备适宜的硬化情况,合理的提升结构强度,需要根据结构类型采取蒸汽、自然养护等适宜的养护技术,并控制构件所处的环境温度与湿度。国内外根据不同的技术规范及各种徐变机理,研究出了几种混凝土徐变效应的预测模型,常用的有:国际结构混凝土协会规范 MC2010、美国标准 ACI209R-92、中国《混凝土结构设计规范》等规范,美国标准直接利用修正系数研究了蒸汽养护、自然养护方式对混凝土徐变的影响;中国和国际规范中主要考虑等效龄期来研究不同养护方式对温度的影响,即通过将蒸汽养护、自然养护的龄期换算为混凝土标准养护龄期,最后计算出相应的温度影响数值。

### 1.3 不同的预测模型

国内外预测模型的不同,主要是因为模型的应用原理不同,数据结果也必然存在差异区别。本文引用孟江等人对混凝土徐变效应的预测模型及影响因素的研究计算条件,对不同预测模型下使用不同结构养护方式的混凝土徐变进行分析对比研究。预设的计算条件为:混凝土结构28天龄期的抗压强度为 $5.5 \times 10^4$  kN/m<sup>2</sup>,构建厚度1m,相对湿度70%,养护时混凝土龄期10天;蒸汽养护的情况为:静养2h、升温试件2h、60℃恒温8h,降温2h。基于不同模型的最终计算结果均表明:蒸汽养护对混凝土徐变效应的影响小于自然养护,且徐变差值与荷载时间成正比关系。

## 2 带后浇段的装配整体式剪力墙徐变效应浅析

构件所处环境的温度、湿度及养护时间将影响其水化速度。采用高压蒸汽养护,可保证构件混凝土处于稳定的水化环境,有利于构件形成较高强度,有利于提高凝胶体密度,大幅的减少构件的徐变效应,而加载龄期、持荷时间及预制剪力墙自身的应力水平也将对其徐变产生不同影响。基于混凝土材料的蠕变特性、力学性能及材料龄期等十分复杂,不同品牌、种类的材料及配合方式都将影响构件徐变效应,而相关研究表明,若压应力小于构件自身强度的40%,构件徐变效应与其被施加的应力间遵循线性

关系,若应力超过该比例,构件徐变变形显著增大。

在带后浇段的装配式剪力墙中,其预制剪力墙墙体的加载龄期要长于后浇的混凝土墙体,且一般采用蒸汽养护的方式,基于预制墙与后浇段加载期和养护方式的差异,预制墙本身的徐变必将小于其后浇段的徐变,导致预制墙与后浇墙体间产生剪应力,其竖向的应变也将发生一定改变。本节以预制剪力墙与后浇墙体组成的一字型墙体结构为例,二者分别采用蒸汽和自然养护方式,从墙体间剪应力和竖向应变两方面探究其徐变效应。

### 2.1 剪应力变化

为研究不同养护方式下整个墙体的剪应力变化,先假设预制墙、后浇墙体在不同加载时间及持荷过程产生的变形是相同的,忽略钢筋对墙体徐变的影响。主要的影响因素包括:一是预制墙体在运往施工现场时的养护时间;二是从出场完成吊装的时间;三是后浇部分的墙体进行加载前的养护时间;四是剪力墙顶部被施加的荷载量;五是后浇部分墙体的加载时间;六是预制墙体的加载时间。在对后浇、预制墙体施加荷载并触发瞬时变形后,应保持荷载不变的持荷。因为两部分墙体本身徐变效应的不同,二者间将产生互相的剪力作用,从而最终形成一致的变形,避免整体开裂。通过积分求和即可得到该条件下各时间段两墙体间的剪应力。

### 2.2 竖向应变

同样依据上述分析条件,以及上述时间、荷载量等数据,可计算出带后浇段的剪力墙在持荷过程中发生的竖向徐变量。相比不带后浇段的混凝土剪力墙,影响其剪力墙徐变的因素主要包括:一是现浇混凝土的比例;二是两部分混凝土在加载时等效养护龄期的差值。通过计算模型表明:徐变效应与现浇混凝土的比例存在正相关关系,因此若剪力墙中的预制墙占比越大,整个剪力墙徐变会越小,反之徐变会越大;两部分混凝土在加载时的等效养护龄期的差值与剪力墙徐变效应成负相关关系,即该差值越大,剪力墙徐变反而越小。

## 3 影响带后浇段的装配式剪力墙徐变效应的其他因素探究

混凝土剪力墙的徐变出现于受应力作用的环境,其与结构收缩存在部分相同的影响因素,如水泥品种、水灰比、骨料、掺合料等因素,具体分析如下。

### 3.1 水泥品种

水泥自身的化学属性不会影响混凝土收缩,但水泥中存在的石膏等材料,将会导致混凝土出现明显收缩。正常情况下水泥品种可能影响混凝土强度,进而在剪力墙受荷载时产生徐变影响,在早龄期的加载中,快硬品质水泥不会产生较大的剪力墙徐变,而普通、低热的水泥品质将产

生相对明显的徐变。研究显示,若水泥熟料中含有的 $C_2S$ 、 $C_3S$ 等成分增加,将使构件徐变增大;普通水泥所含 $C_2S$ 的含量一般比快硬水泥高,因此使用前者制作的混剪力墙可能产生更显著的徐变。

### 3.2 水灰比、水泥用量、含水量

当相同体积混凝土使用的水泥量相同时,构件徐变的收缩量随混凝土水灰比的增加而增加,含水量变化对构件徐变有着同样的影响效果。同时,若由不同水灰比制作的混凝土构件处在相同的初始应力及强度的环境下,由于低水灰比的构件强度提升更慢,高水灰比构件强度发展快,将导致水灰比越小的构件产生更大徐变。

### 3.3 骨料

同钢筋一样,混凝土内部的骨料会对水泥、沙石起到约束作用,进而影响剪力墙的徐变效应。骨料所占混凝土材料的体积比及其骨料本身的刚度不同,将对徐变效应产生不同程度的制约作用。研究显示,若混凝土骨料占混凝土材料总体积的比例增加至75%时,构件徐变变形将显著降低;若骨料的弹性模量小于30GPa时,则构件徐变变形与弹性模量的变化存在明显的关联,若大于70GPa,则不会明显影响构件的徐变效应。

### 3.4 外加掺合料

在工程实际施工过程中,为改善混凝土性能,根据配合比一般会掺入一些化学外加剂、矿物掺和料。近年来建筑行业普遍推广使用高性能混凝土,外加掺合料种类繁多,对剪力墙收缩徐变影响更加复杂,目前国内外学者对外加掺合料的研究主要针对减水剂、粉煤灰等,研究发现减水剂的类型、掺入量都会对混凝土产生不同的收缩和徐变影响。

### 3.5 混凝土构件形状和尺寸

预制剪力墙结构的形状、尺寸根据建筑物的设计尺寸下料,因为后浇段混凝土的现实存在,将对混凝土整体结构的徐变效应产生不同影响。相关研究岩石,构件徐变效应与其尺寸存在负相关关系,即尺寸增大,徐变减小,但若构件厚度超过0.9m,其尺寸变化将不再对构件产生明显的徐变影响。

## 4 结语

综上所述,国内外学者对混凝土结构的徐变特性和相关影响因素进行了多元研究。本文研究混凝土剪力墙剪应力变化、竖向应变,分析了水泥品质、水灰比、骨料、构件尺寸等徐变效应的影响因素,浅析带后浇段的装配整体式混凝土剪力墙徐变效应。

**作者简介:**薛雄飞(1981.1—),男,陕西绥德人,副教授,研究方向:土木工程。

## 【参考文献】

- [1]JGJ1-2014 装配式混凝土结构技术规程[S].北京:中国建筑工业出版社,2014.
- [2]陈磊,陈国新,苏枋.蒸养混凝土力学性能国内外研究现状[J].粉煤灰综合利用,2016(5):61-64.