

钢筋混凝土框架结构设计中强柱弱梁的分析研究

王方亮, 邓长军

(中国水电顾问集团成都勘测设计研究院, 四川 成都 610072)

摘要:通过对钢筋混凝土框架设计中强柱弱梁概念的介绍,阐述了影响强柱弱梁的主要因素,同时就这些因素引起的原因进行了分析,并提出了设计建议。

关键词:框架结构;强柱弱梁;承载力;配筋;裂缝

中图分类号:TV33;TV31

文献标识码: B

文章编号:1001-2184(2013)02-0100-02

1 概述

随着我国水电事业的发展 and 城市工业化进程的加快,大量的钢筋混凝土框架结构应用于水电站、城市基础和工业设施建设。通过对2008年5.12汶川特大地震灾后情况分析看,虽然钢筋混凝土框架结构具有结构布置规则、使用灵活等特点,但其整体结构抗侧刚度较小,建筑物发生填充墙开裂破坏,框架梁柱节点破坏,柱端形成塑性铰等震害特征。笔者以下着重介绍了关于强柱弱梁的机制、影响强柱弱梁的因素并提出了相应的结构设计建议。

2 强柱弱梁机制

强柱弱梁是指节点处柱端实际抗弯承载力大于梁端实际抗弯承载力,以保证在遭遇大震时框架结构的塑性铰发生在框架梁梁端而不发生在框架柱柱端,以提高结构的变形能力,防止在强烈地震作用下倒塌。

强柱弱梁是从结构抗震设计角度提出的结构概念。即柱子不先于梁破坏;梁破坏属于构件破坏,是局部性的;而柱子破坏将危及整个结构的安全,导致整体倒塌,后果严重。

根据我国《建筑抗震设计规范》,结构抗震承载力是依据多遇地震作用下考虑作用效应分项系数和材料强度分项系数后并通过罕遇地震作用下薄弱层弹塑性变形计算确定的。而在罕遇地震作用下,结构承载力相对不足,需通过结构的塑性变形耗能来弥补。试验研究表明:梁先屈服,可使整个框架有较大的内力重分布和能量消耗能力,极限层间位移增大,抗震性能较好。

收稿日期:2013-01-17

3 影响强柱弱梁的主要因素

(1)实际工程中,很多围护结构是填充墙,由于填充墙的存在,使得结构在早期弹性阶段会有很大的刚度,吸收了很大的地震力。都江堰某办公楼填充墙采用空心砖砌筑,外部填充墙局部坍塌,内部填充墙成X型破坏,顶部断裂,破坏严重。但该填充墙起到了第一道抗震防线作用,保证了主体结构免受破坏。但填充墙具有一定的刚度和承载力,填充墙的布置很可能使框架柱实际剪跨比减小而成为短柱,易形成脆性剪切破坏。

(2)在结构设计中,一般不考虑楼板参与整体计算,而是直接将荷载倒算在梁上,在计算水平荷载(地震与风荷载)的时候考虑楼板对梁刚度的提高作用,用一个中梁(边梁)刚度放大系数来考虑楼板的作用,但计算梁配筋的时候又仅考虑矩形截面,这就形成了本来是T形梁承受荷载,而钢筋计算却完全集中在矩形截面中的情况。现浇楼板对梁的刚度影响可通过梁刚度放大系数予以近似考虑,但就现浇楼板配筋对梁端实际受弯承载力的影响,但研究和设计措施相对滞后。

(3)梁端负弯矩是影响强柱弱梁的重要因素,梁端负弯矩越大,对框架柱的要求越高,因此,适当降低梁端负弯矩数值,对强柱弱梁的设计具有积极意义。在强柱弱梁验算中,梁端正弯矩与其相邻跨的梁端负弯矩组成强柱弱梁验算中的梁端力偶,合理取用梁端正弯矩数值,同样对强柱弱梁的实现具有积极意义。

(4)裂缝计算加大了梁端的抗弯能力。不合理的裂缝计算加大了梁端配筋面积,导致梁端计算弯矩过大,梁端裂缝宽度计算值大于实际值。

同时加大了梁端配筋、抗震调幅与梁端裂缝挠度计算的矛盾,对强柱弱梁机制的实现增加了新的负担。

(5)梁端实配钢筋直接影响梁端受弯承载力,因此,合理控制梁端实配钢筋与计算钢筋的比例关系,对强柱弱梁的实现意义重大。

(6)梁柱刚度比过大,易导致强柱弱梁机制难以实现。

4 强柱弱梁结构设计的建议

(1)应将填充墙分为永久性和非永久性两类。永久性填充墙应加入整体结构抗震分析计算中,而非永久性填充墙应采用轻质填充墙,以免影响主体结构的受力和变形。

(2)在结构分析计算中,框架梁端部负弯矩是将框架柱柱截面中心线之间的跨度作为计算跨度的。由于结构内力计算没有考虑柱截面尺寸对构件的影响,加大了梁端截面的配筋量,进而加大了实现强柱弱梁的难度。

(3)在验算梁端截面的裂缝宽度时,内力取值和实际截面位置不统一,这种内力与计算截面的不一致导致梁端计算弯矩过大,梁端裂缝宽度的计算值大于实际值。同时,加大了梁端配筋,对强柱弱梁的实现极为不利。

(4)目前,梁的设计造成了梁端顶面的实际配筋大大超出了强柱弱梁计算中对应于梁底弯矩

设计值的配筋量。当采用多排钢筋时,问题更为突出。

(5)现浇楼板的配筋对框架梁实际截面承载力有较大影响。在梁端截面有效受拉翼缘宽度范围内,与框架梁跨度同向的楼板钢筋对框架梁端部的实际抗弯承载力的影响较大,从而加剧了实现强柱弱梁的难度。

5 结语

影响强柱弱梁机制实现的因素很多,如目前计算软件的缺陷、理论研究的滞后和抗震措施的不足等。完善设计计算理论、加快理论研究的步伐和弥补抗震措施的不足,对实现强柱弱梁机制具有重大意义。以上内容为笔者在实际工作中积累的一些工程设计经验,可供设计人员参考和借鉴。

参考文献:

- [1] 建筑抗震设计规范,GB50011-2010[S].
- [2] 陈阳,吕峰.浅议混凝土框架设计中强柱弱梁的实现[J].林业科技情报,2010,42(1):23,26.
- [3] 朱炳寅.建筑结构设计问答与分析[M].北京:中国建筑工业出版社,2009.

作者简介:

王方亮(1980-),男,四川成都人,副设计总工程师,工程师,学士,从事水利水电工程设计工作;
邓长军(1977-),男,四川广安人,工程师,学士,从事水工混凝土试验研究工作。(责任编辑:李燕辉)

(上接第99页)

由于将施工阶段的仿真成果直接用于指导现场施工决策,故要求仿真系统的预测成果准确、及时、全面、可靠。高拱坝孔洞坝段施工是制约大坝施工总工期的关键路径,而钢衬安装对孔洞坝段上升速度和相邻其他坝段的混凝土浇筑进度影响显著,因此,施工进度仿真系统中钢衬安装的干扰是必须考虑的。笔者提出的高拱坝混凝土浇筑与钢衬安装施工干扰分析方法,为钢衬施工方案的优化和混凝土浇筑进度的分析提供了有效的分析手段,并在工程中得到了实际应用,有利于充分发挥施工进度仿真技术在高拱坝施工进度控制中的前瞻性和指导性作用。

参考文献:

- [1] 钟登华,练继亮,等.高混凝土坝施工仿真与实时控制[M].北京:中国水利水电出版社,2008.

- [2] 郑家祥,何友忠,陈万涛.溪洛渡水电站大坝混凝土施工与计算机仿真分析研究[J].中国三峡建设,2008,10(3):31~37.
- [3] 湛应平,殷永忠,等.构皮滩水电站大坝中孔钢衬快速安装技术[J].四川水力发电,2008,27(3):109~112.
- [4] 刘刚.二滩混凝土拱坝中孔的施工方法[J].水电站设计,2001,17(1):31~34.
- [5] 郭增光,周彩云,等.小湾水电站永久泄洪中底孔混凝土施工[J].2010,26(2):76~79.

作者简介:

刘金飞(1982-),男,湖南株洲人,工程师,硕士,一级建造师,从事水电工程施工仿真工作;
尹习双(1981-),男,湖北洪湖人,室主任,高级工程师,硕士,从事水电工程施工仿真工作;
李仁江(1979-),男,河南淮滨人,工程师,硕士,从事水电工程施工管理工作;
邱向东(1968-),男,浙江桐乡人,专业总工程师,教授级高工,硕士,从事计算机技术在水电工程中的应用工作;
何友忠(1950-),男,四川邛崃人,教授级高工,学士,从事水电工程施工仿真工作。(责任编辑:李燕辉)