

利用 ANSYS 对高层建筑结构转换梁进行选型分析

汲万芝 陈群清

摘 要: 文中对带梁式转换层的高层建筑结构进行了整体分析,利用 ANSYS 结构分析软件对预应力混凝土转换梁和型钢混凝土转换梁进行截面设计,并分别对带普通混凝土、预应力混凝土及型钢混凝土转换梁的结构进行了动力分析与比较。分析表明,在材料的用量和抗震性能方面,预应力混凝土转换梁都优于其它 2 种型式的转换梁。

关键词: 转换层; 转换梁; ANSYS; 挠度; 剪力

Using ANSYS to Analyse and Define the Type for Transfer Beam of Tall Building Structure

JI Wan-zhi, CHEN Qun-qing

(School of Civil Engineering and Architecture, Wuhan University of Technology, Wuhan 430070, China)

Abstract: The full tall building structure with transfer beam was analyzed, using ANSYS to design cross-section of prestressed concrete transfer beam and steel reinforced concrete transfer beam, the response of tall building structure with reinforced concrete transfer beam, prestressed reinforced concrete transfer beam, steel reinforced concrete transfer beam under dynamic load were analyzed and compared. It shows that prestressed concrete transfer beam is better than another two in the aspect of material amount and earthquake-resistant ability.

Key words: transfer story; transfer beam; ANSYS; deflection; shear force

随着经济的发展,高层建筑越来越多,建筑物的综合性功能越来越强,建筑物下部楼层与外部联系也越紧密,希望有尽可能大的自由空间;而建筑物上部楼层私密性较强,设置为住宅、旅馆、公寓等小开间建筑,这就需要在上下楼层柱网、剪力墙等抗侧力结构不连续处设置转换结构构件,完成上部楼层到下部楼层的结构型式转变或者上部楼层到下部楼层结构布置的改变,包括转换梁、转换桁架、转换厚板等,转换结构构件所在的楼层称为转换层^[1]。

1 工程概况

该工程是框架-剪力墙结构体系,地下 2 层,高度 10.27 m,地上 30 层(含 6 层裙楼),高度 118.52 m,设托柱式的梁式结构转换层一层,位于地上 4 层。结构安全等级为一级,抗震设防烈度为 6 度,设计基本地震加速度为 0.10 g,设计地震分组为第 1 组。建筑场地类别为 II 类。按《抗震规范》^[2]和《高

规》^[3],结构宜按抗震设防烈度为 7 度(0.10 g)时的要求采取抗震构造措施。

转换大梁截面是 1.1 m×4.7 m,跨度是 8 m,总长度 24 m。转换大梁的下部有 4 根框支柱,转换大梁上部增加了 3 根混凝土柱,分别排在原有 4 根柱的中间位置。转换大梁是普通混凝土转换梁,混凝土等级为 C60,并要求每 m³ 混凝土中掺聚丙烯单丝纤维(杜拉纤维)0.8 kg。

2 整体结构建模

通过 ANSYS 结构分析软件,对普通混凝土(Reinforced Concrete 简称 RC)转换梁、预应力混凝土(Prestressed Reinforced Concrete 简称 PRC)转换梁、型钢混凝土(Steel Reinforced Concrete 简称 SRC)转换梁这 3 种选型进行整体结构分析,针对这 3 种选型建立了模型,即:

模型 1:原结构模型,转换大梁是普通混凝土结

构构件。

模型 2:与原结构基本一致,仅把转换大梁改为预应力混凝土大梁。

模型 3:与原结构基本一致,仅把转换大梁改为型钢混凝土大梁。

在 ANSYS 建模时,整体结构计算模型采用混合有限元法,分别用线单元、壳单元来离散整体结构,梁、柱为线性三维梁单元,墙为壳单元。在结构整体计算时,楼板刚度对结构的侧向刚度影响较小,楼板结构仅提供质量和部分刚度(平面内非无限刚),所以选用 T 型梁代替矩形梁和楼板,同时把板的质量和板上的活荷载都折算成密度加到 T 型梁上。建模时不考虑地下室,直接在地面上进行嵌固。整体结构模型如图 1 所示。

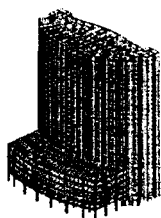


图 1 整体结构模型

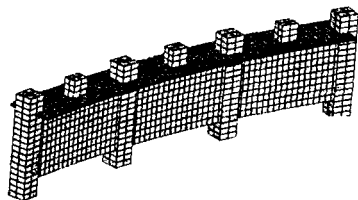


图 2 转换梁结构模型

在有限元网格划分时,将柱、梁、墙单元网格尺寸控制在 1.0 m 以内,分析表明,转换梁附近的柱对转换梁的应力分布和内力大小影响很大,为提高其应力和内力的计算精度,把转换大梁及附近柱的单元网格尺寸定为 0.4 m,转换梁模型的单元网格划分如图 2 所示。

3 预应力混凝土、型钢混凝土转换梁截面设计

在重力和活荷载以及水平地震作用下利用 ANSYS 计算出普通混凝土转换梁的挠度和截面剪力,依据普通混凝土转换梁的挠度来控制预应力混凝土转换梁截面,把预应力筋的预加力等效为折线形的荷载加在转换柱的下面,再选用高度不同的截面通过 ANSYS 程序试算,但截面宽度不变,经试算后取预应力混凝土转换梁的截面为 $1.1\text{ m} \times 2.8\text{ m}$,预应力筋的配筋率是 0.3%,等效荷载值是 9 000 kN,以使普通混凝土、预应力混凝土转换梁的挠度

基本一致。从普通混凝土、预应力混凝土转换梁的挠度图(图 3)看出,预应力混凝土转换梁的最大挠度为普通混凝土转换梁最大挠度的 90.9%,最小值多出 0.05%。所选的截面是合适的。

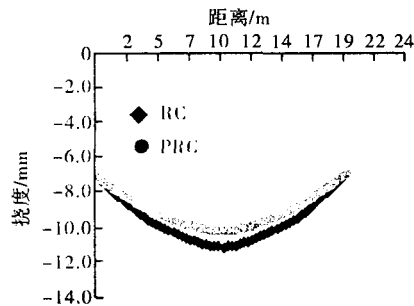


图 3 普通混凝土、预应力混凝土转换梁的挠度对比图

依据普通混凝土转换梁的剪力来控制型钢混凝土转换梁截面,通过剪力设计值公式^[4]取型钢混凝土转换梁的截面是 $1.1\text{ m} \times 2.3\text{ m}$,型钢的配筋率是 5%,使型钢混凝土转换梁的剪力设计值达到 ANSYS 计算出来的普通混凝土转换梁最大剪力值。从普通混凝土、型钢混凝土转换梁的剪力图(图 4)看出,型钢混凝土转换梁的最大剪力计算值小于普通混凝土转换梁剪力计算值,所选的截面是合适的。

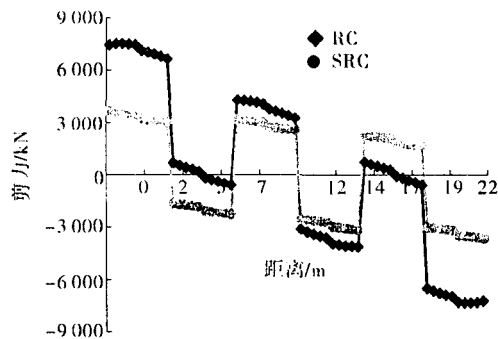


图 4 普通混凝土、型钢混凝土转换梁的剪力对比图

4 动力分析

该工程选用“唐山 7.8 级主震北京饭店地下室 NS 向加速度记录”,计算时,加速度峰值取 35 cm/s^2 ,输入波时间距为 0.2 s,地震波的作用方向沿结构 Y 轴。

图 45(a)给出了 3 种模型在 Y 向地震作用下各楼层位移变化曲线。可以看出,当转换梁型式变化时,转换层上面几层的位移最大是带 SRC 转换梁的结构,带 PRC 转换梁的结构层位移次之,最小的是带 RC 转换梁的结构。变化趋势最不稳定的是带 RC 转换梁的结构,随着离转换层的楼层数的增加,带 RC 转换梁结构的层位移变得最大,带 PRC 转换梁结构的层位移最小,相对带 RC 转换梁结构的顶点位移减小了约 10%,带 SRC 的层位移减小了约

2%。底部3层以下的楼层位移三者几乎相同。

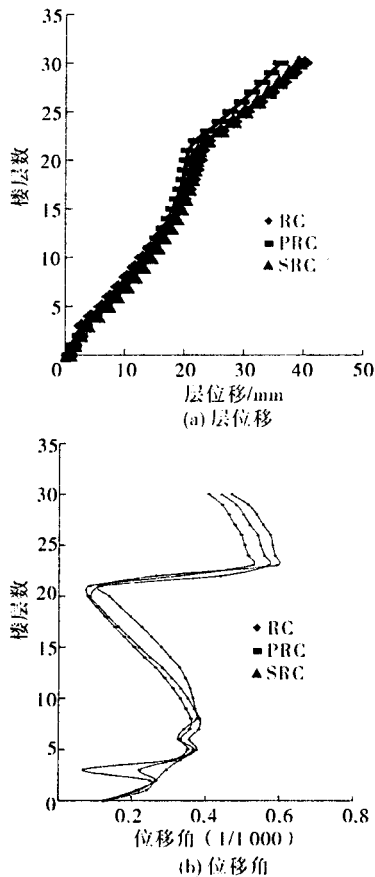


图5 3种梁式转换层整体结构的
各层水平层位移包络图

图5(b)给出了2种模型在Y向地震作用下各楼层层间位移角的变化曲线。可以看出,3层转换层处层间位移角出现一个突变,先是缩小,后又逐渐增大,至8层以上又逐步减小,直至与一般无转换梁高层结构的层间位移角趋势一致。由于地震波的原因,在21、22层时层间位移角突然变大,到23层又开始逐步减小。值得注意的是,带RC转换梁结构

的突变在数量上使转换层处的层间位移角大大减小,其值甚至小于夹层处的层间位移角,其它两种型式的层间位移角的突变现象有很大的减缓,最缓的带SRC转换梁的结构,但转换层以外的层间位移角最小的是带PRC转换梁的结构。总体上看,其它两种型式的层间位移角都小于带RC转换梁结构的,在层间位移角的变化曲线中最大层间位移角值 $\theta_y = 1/1687$ 小于弹性层间位移角的限值($\theta_e = 1/800$)。

6 结 论

带普通混凝土转换梁高层建筑结构中,转换梁的截面面积很大,引起了结构的刚度突变,对抗震很不利,为了减小刚度的突变,就要减小转换梁的截面面积,所以文中采用了预应力混凝土转换梁和型钢混凝土转换梁同普通混凝土转换梁进行结构整体对比,通过ANSYS结构软件进行分析。得出预应力混凝土转换梁结构的截面面积比较小,刚度突变小,层位移和层间位移角整体上相对是最小的,预应力混凝土转换梁结构优于其它两种型式的转换梁结构。

参考文献

- [1] 唐兴荣. 高层建筑转换层结构设计与施工[M]. 北京: 中国建筑工业出版社, 2002.
- [2] GB50011—2001, 建筑抗震设计规范[S].
- [3] JGJ3—2002, 高层建筑混凝土结构技术规程[S].
- [4] 刘大海, 杨翠如. 型钢、钢管混凝土高楼计算和构造[M]. 北京: 中国建筑工业出版社, 2003.