

钢筋混凝土框架的基础形式与抗震性能

王春武, 单洁明

(扬州大学水利与建筑工程学院, 江苏 扬州 225009)

TU 375.402

摘要:对两榀基础形式不同的钢筋混凝土框架进行模型试验:一榀框架无基础梁,柱与基础为固结;另一榀框架有基础梁,基础梁与柱之间为固结,框架与基础为铰结。两榀框架均在顶部施加水平反复荷载和竖向静力荷载。试验结果表明:后种框架无论是极限承载能力还是耗能能力都优于前种框架。

关键词:模型框架;伪静力试验;极限承载能力;耗能能力 抗震 承载力

中图分类号:TV317+.1

文献标识码:B

文章编号:1006-7647(2000)06-0034-02

钢筋混凝土

目前在我国的多层及高层建筑中,钢筋混凝土框架是常用的结构形式。为了改善钢筋混凝土框架的抗震性能或加强独立基础及条形基础的整体性,工程中通常设置基础拉梁,且基础拉梁与柱的连接方式为固结。也有当底层设置隔断墙时,设置基础梁,且基础梁与柱或柱基的连接方式为铰结。但从大量公开的资料来看,除了日本较为明确,在结构分析时,计算简图要考虑基础梁的作用,且假定框架与基础为铰结^[1]外,其它国家包括我国在进行结构分析时,并未考虑基础梁或拉梁的作用,并假定柱与基础为固结。按这些不同的计算简图进行钢筋混凝土框架的抗震设计,实际结构性能究竟有何差别,本文试图通过模型试验来解答这个问题。

1 试件和试验方法

对两种基础形式的框架各做了1个模型。试件Ⅱ带有固结基础梁,框架与基础为铰结,试件Ⅰ无基础梁,框架柱与基础为固结。两个试件除了基础部分不同外,其余部分的尺寸和配筋都是相同的,如图1所示。梁、柱端部箍筋加密区长度为45mm。试件顶部加载梁和底梁中钢筋的混凝土保护层厚度为12mm。试件中框架梁、柱钢筋骨架采用镀锌铁丝,用焊锡焊接而成,实测铁丝的屈服强度为265MPa,极限强度为342MPa,纵筋的混凝土保护层厚度取为2mm。构件均采用微粒混凝土,配合比为0.5(水):1(水泥):1.9(粗砂砾):2.6(细砂),粗砂砾直径为2.5~5mm,细砂直径为0.154~2.5mm。另外,浇制试件的同时浇制了3块边长为70.7mm的立方体试块,试块与试件的养护条件相同。在对试件进行试验的同时,实测试块的抗压强度为32.4MPa。

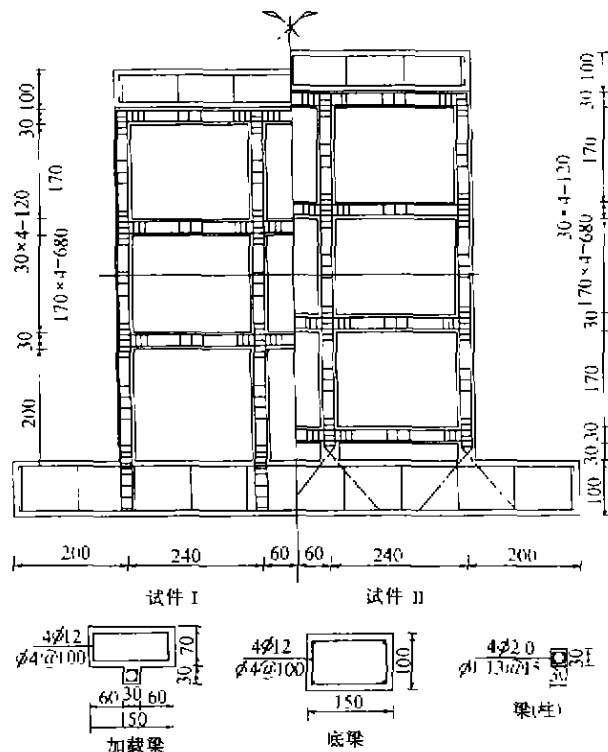


图1 试件尺寸及配筋

试验装置如图2所示,试验在静力台座上进行。在保证框架水平度、铅直度及框架平面与水平推拉千斤顶在同一平面的前提下,框架底梁通过压梁及螺栓固定在静力台座上。为了模拟实际结构中存在的竖向荷载,在试件顶部用反力架施加一定的竖向荷载,用泵打液压伺服千斤顶一次施加到位,其大小在试验过程中保持恒定,为 $N=20\text{ kN}$ 。水平力采用推拉千斤顶与传感器左右推拉进行加卸载,加载制度采用力和位移控制的混合加载制度,具体为:在达到极限荷载前,采用力控制,作两次循环,一次加载到构件初裂,另一

次加载到构件屈服;达到极限荷载后,采用位移控制(控制顶部水平侧移),若令 u 为控制位移量与极限荷载时的位移量之比,对 $u = 1.0$ 循环 2 次,再对 $u = 1.5$ 循环 1~2 次,对于铰结带有固结基础梁的框架试件 II 还作了 $u = 2.0$ 时的循环 2 次,试件位移计布置如图 2 所示,上、下读数差即为框架顶相对基底的位移,试件出平面两边柱顶与顶层梁中心线相交处也布置了位移计,以控制并观测框架出平面位移。

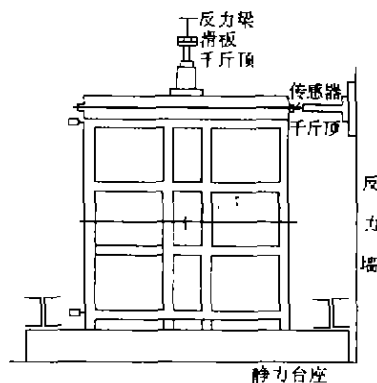


图 2 试验装置

2 试验结果及分析

图 3 为根据两个试件实测的水平荷载 P 和顶部侧移 Δ 绘制的滞回曲线。可以看到,试件 II(铰结带有固结基础梁的框架)滞回曲线包围的相应面积明显大于试件 I(固结无基础梁的框架),这说明前者的耗能能力高于后者,因此抗震性能好于后者。还可以看到,

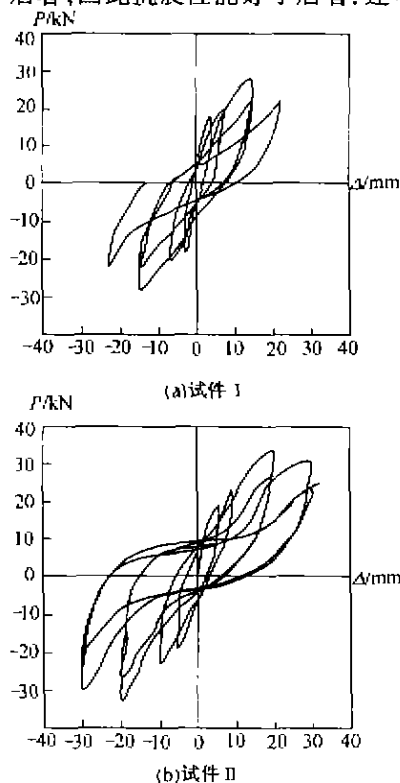


图 3 滞回曲线

试件 II 的极限承载能力 ($P_u = 33.5 \text{ kN}$) 也高于试件 I ($P_u = 28 \text{ kN}$),试件 II 的延性系数略大于试件 I。

图 4 为试验结束后描绘的两个试件的裂缝图形。最初是在梁截面出现弯曲裂缝,并且由于反复荷载的作用,在梁的上下两侧都出现了这样的裂缝。由于在达到极限荷载后继续施加位移,随着位移的增大,梁柱节点处钢筋与混凝土的粘结逐渐破坏,在反复荷载作用下就形成了明显的弯剪 X 形裂缝。对于试件 II,由于经受了较大的位移,在梁、柱节点处还看到了混凝土程度较严重的破坏。在柱的上、下端未见裂缝,符合“强柱弱梁”抗震设计原则。

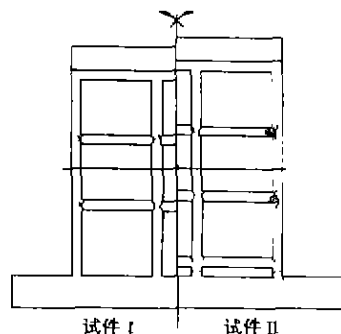


图 4 裂缝图形

在施加水平荷载时,柱中已有一定的轴压比。忽略水平力引起的柱轴力,经计算平均轴压比为 $N/(4f_c b h) = 20000/(4 \times 0.67 \times 32.4 \times 30 \times 30) = 0.26$ 。

3 结 语

目前,在我国的工程实际中,对于设置基础梁的框架,柱与基础的连接构造是固结的,未反映基础梁的存在,不符合地基与基础为弹簧铰的工程实际,但根据上述的试验结果可以推断,在基础与柱为固结的情况下,设置固结基础梁对改善抗震性能仍是有利的。何况实际工程中,由于地基的刚性有限,将带有固结基础梁的框架看作与地基之间铰结(忽略基础的存在)可能更加符合实际。可以认为,考虑固结基础梁的作用,并且假定框架与基础为铰结,但框架与基础之间构造仍采用我国现行的做法是可取的。这样做的好处是:固结基础梁成了真正的框架杆件,不是为建筑功能有填充墙而设置的简支梁。算例中内力及经济分析证明,铰结带固结基础梁框架的内力分布更合理,且可以减少结构用料。

另外,工程中有时还通过在基础(桩台)间设置拉梁,将基础连成整体,来改善结构的抗震性能。由于高层建筑的基础(桩台)体重往往较大,设置拉梁的有效性、经济性值得怀疑。可以肯定,采用与柱固结的基础梁比采用拉梁好。

当然文中所指基础拉梁一般在框架结构下,用独基和条基时才会出现,特作说明。(下转第 67 页)

滑,造成 48 人死亡。事后,陈祖煜教授应用他的 STAB 程序对边坡作复核验算^[3,4],本文所用的计算剖面(图 6)及有关参数(表 3)均引自文献[4]。

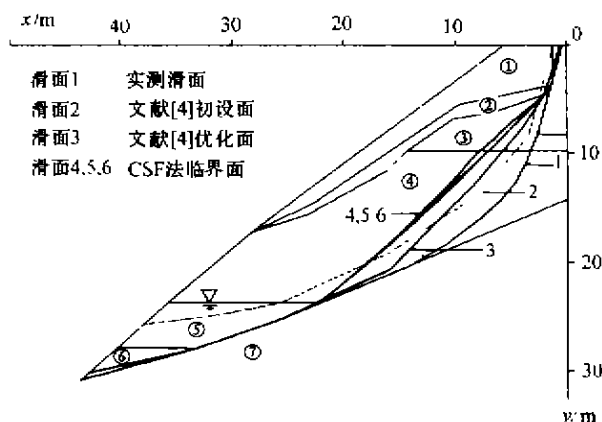


图 6 天生桥边坡及有关滑面

表 3 土层物理力学指标

土层序号	土层性质	密度 $\rho/(\text{g}\cdot\text{cm}^{-3})$	内摩擦角 $\varphi(^{\circ})$	凝聚力 c/kPa
①	新填土	1.85	21.8	19.6
②	旧填土	1.85	21.8	19.5
③	人工堆积	1.85	21.8	0.0
④	中细砂	1.85	20.8	29.4
⑤	砂质淤泥	1.81	10.2	34.3
⑥	卵石及砂	1.90	24.2	0.0
⑦	灰岩	2.40	45.0	39.2

文献[4]给出 3 个滑面(见图 6)的安全系数值(基于严格法):滑面 1(实测滑面) $F_s = 0.917$;滑面 2(优化初设面) $F_s = 1.03$;滑面 3(最终优化面) $F_s = 0.863$ 。分别采用 3 种严格法(Spencer 法、Morgenstern-Price 法及陈祖煜法)的条间力函数,计算边坡 CSF,取其临界滑面如图中滑面 4,5,6(它们几乎重合),其安全系数分别为 0.761, 0.764, 0.764,比文献[4]最小安全系数低 10%。基于 Spencer 法、Morgenstern-Price 法及陈祖煜法的边坡 GCSF 见图 7。必须指出,由于土层力学参数取值过小偏小,本文及文献[4]所给的最小安全系数均小于 1。另外,计算的临界滑动面不必要与实测滑面位置完全吻合,因为前者只对应边坡临界破坏状态,而后者还受滑坡过程的影响。

4 结 语

边坡 CSF 法应用于实际边坡工程是成功的,对实际滑坡的验证也是令人满意的。对于大型人工或自然边坡如露天矿边坡、水库库岸高陡边坡等,坡体介质复杂,潜在滑面大多是非圆弧状,寻找任意形状临界滑动面是评价边坡稳定性的关键。CSF 法的出现可使设计人员轻松地完成这一工作。CSF 法还可同时评价边坡整体与局部的稳定性,特别有利于设计人员优化和选择最佳的边坡方案。因此,CSF 法值

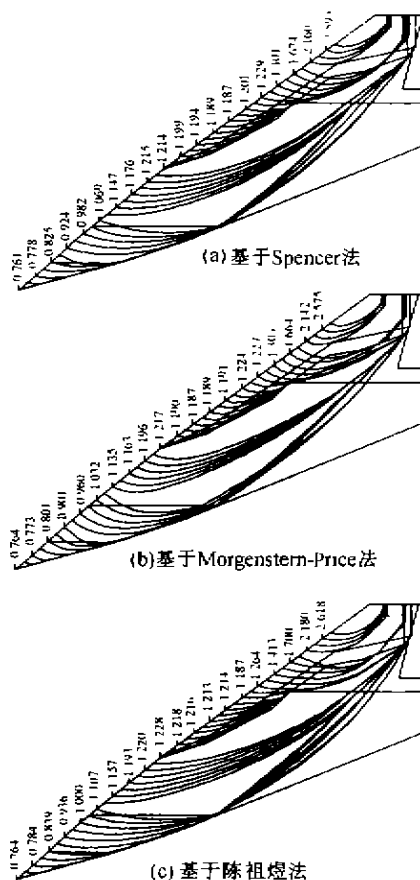


图 7 天生桥边坡 GCSF

得在边坡工程界大力推广,并可望在实践中得到更进一步的发展和完善。

致谢:CSF 法的研究得到钱七虎院士和周早生教授的精心指导,在此深表谢意。

参考文献:

- [1] 朱大勇,余振锡.临界滑动场 GCSF 分析——以新桥疏铁矿为例[J].水文地质与工程地质,1999,26(3):9~12.
- [2] 朱大勇,钱七虎,周早生,等.岩体边坡临界滑动场计算方法及其在露天矿边坡设计中的应用[J].岩石力学与工程学报,1999,18(5):567~572.
- [3] Chen Z-Y, Shao C-M. Evaluation of minimum factor of safety in slope stability analysis[J]. Can Geotech J, 1999, 25(4): 735~748.
- [4] 陈祖煜.边坡稳定分析——极限平衡法的改进和应用[D].清华大学,1991.

(收稿日期:1999-11-16 编辑:熊水斌)

(上接第 35 页)

参考文献:

- [1] (日)大崎顺彦.建筑物抗震设计法[M] 毛春茂,刘忠译.北京:冶金工业出版社,1991.

(收稿日期:1999-04-15 编辑:熊水斌)