

钢筋混凝土结构的基本抗震思想 (二) 注册建筑师考试 PDF  
转换可能丢失图片或格式, 建议阅读原文

[https://www.100test.com/kao\\_ti2020/539/2021\\_2022\\_\\_E9\\_92\\_A2\\_E7\\_AD\\_8B\\_E6\\_B7\\_B7\\_E5\\_c57\\_539676.htm](https://www.100test.com/kao_ti2020/539/2021_2022__E9_92_A2_E7_AD_8B_E6_B7_B7_E5_c57_539676.htm)

3、“能力设计法”已为各国普遍接受。通过能力设计法以选择性质不同的主要抗侧力构件,在地震作用影响产生大变形的情况下,能够形成较好的耗能机制。为了使钢筋混凝土结构在地震引起的动力反应过程中表现出必要的延性,就必须通过能力设计法,使塑性变形更多地集中在比较容易保证良好延性性能或者具有一定延性能力的构件上。能力设计法的具体思路有三步:(1) 第一步是选择一个可接受的塑性变形机构。所选机构的位移延性应该靠塑性铰处最小非线性转动来达到。一旦选定了合适的塑性变形机构,就可以精确地确定能量耗散部位。能力设计法在选择塑性变形机构的选择上存在两种不同的方案:一种是“梁铰机构”。其具体措施是人为地较大幅度增加柱端的抗弯能力,使除底层柱底以外的各柱端在较强地震作用下,原则上不进入屈服后状态,即不出现塑性铰。由于柱端原则上不进入屈服,曲率较小,因此对除底层柱底的其它各层柱端不必提出严格的轴压比控制条件,即不必一定要把柱端的受力状态控制在离大、小偏心受压界限状态尚有一定距离的延性较好的大偏心受压状态。这种机构主要靠梁端出铰来耗散地震能量。另一种是“梁柱铰机构”。其具体措施是只在一定程度上人为增大柱的抗弯能力,因此,从总体上说,柱端虽然与梁端相比相对较强,但在较强和很强地震作用下,柱端仍有可能进入屈服,只不过梁端出现塑性铰的机会较多、较早,塑性转动较大,柱端塑性铰则出现相对较迟,塑性转动相对较小。只要对柱的轴压比控制较

严,使柱端不出现小偏心受压和离大、小偏压分界状态过近的大偏心受压情况,再通过加强对柱端塑性铰区的约束,就可以使柱端具有所需的、不十分苛刻的塑性转动能力(延性能力)且不致压溃。这种机构主要靠梁柱共同出铰来耗散地震能量。对比以上两种方案,前者实际上是提高了柱的强度,加强了柱的弹性变形能力。在实际配筋当中,纵筋用量相对较多,箍筋用量相对较少。后者实际上是提高了柱的塑性变形能力,在实际配筋当中,纵筋用量相对较少,箍筋用量相对较多。中国规范选择了第二个方案,即“梁柱铰机构”。这即是我们通常所说的“强柱弱梁”。为了实现能力设计方法中的强柱弱梁机构,我们通常的做法是对柱截面的组合弯矩乘以增大系数,也可以对由梁端实际配筋反算出梁端可抵抗弯矩,即实配弯矩乘以增大系数的方法来实现,并用增大后的弯矩值进行柱端控制截面的承载力设计。(2)第二步是要通过人为增大各类构件的抗剪能力,使其不致在强烈地震作用下,在结构延性未发挥出来之前出现非延性的剪切破坏。这即是我们通常所说的强剪弱弯。通常的做法是用剪力增大系数增大梁端、柱端、剪力墙端、剪力墙洞口连梁端以及梁柱节点处的组合剪力值,并用增大后的剪力设计值进行受剪控制截面控制条件,进行验算和设计。具体措施也有两类。一类是直接对一跨梁两端截面的顺时针或反时针方向的组合弯矩值乘以增大系数,再与梁上作用的竖向重力荷载代表值一起从平衡关系中求得梁端剪力。另一类是沿顺时针或反时针方向求得一跨梁两端截面按实际配筋能够抵抗的弯矩,对其乘以增大系数,再与梁上作用的竖向重力荷载代表值一起从平衡关系中求得梁端剪力。(3)第三步是通过相应的构造措施,保证可能出现塑性铰的部位具有所需的塑性转

动能力和塑性耗能能力。通常通过箍筋加密,限制轴压比等措施来给予保证。上述三个步骤所采取的措施是相互关联的。第二步措施是第一步措施实现的前提和保障,因为只有塑性铰区不致先期发生剪切失效,才能够有梁柱塑性铰区的塑性转动。第一步措施要求较严,则第三步则可相对较弱。反之,第一步的措施较松,则对第三步的要求就较严格。因为如果柱弯矩增强系数很大,大到能保证除底层以外的其它柱端都不出现塑性铰,则并不需要对轴压比和约束箍筋提出严格的限制,即并不需要使柱处于延性较好的大偏压状态和使柱具有很强的转动能力。这即是形成梁铰机构。而如果控制柱的弯矩增强系数,使梁端出铰较柱端出铰较早、较多、转动较大,柱端出铰则相对较迟、较少、转动较小。这即是“梁柱铰机构”。此时,就需要对柱轴压比提出一定的限制,使柱端的受力状态处于大偏压,同时,加强对塑性铰区箍筋的约束,以提高塑性铰的转动能力,这样就提高了柱端的延性能力,使之在所需要的塑性转动下不至于被压坏。所以,柱的弯矩增大系数越大,对轴压比的限制和箍筋的约束要求就越低,弯矩增大系数越小,对轴压比的限制和箍筋的约束要求就越高。

#### 4、几种基本抗震体系的性能

(1) 框架结构体系:按上述的能力设计思路,通过合理设计,可以把框架结构做成延性框架。延性框架在大震作用下,通过先出现梁铰、后出现柱铰这样一种耗能机构耗散大量的地震能量,结构能够承受一定的侧向变形。所以纯框架结构是一种抗震性能很好的结构。但是我们同时也看到由于纯框架的抗侧刚度较小,造成的侧移值比较大,因此建造高度不宜太高。非结构构件比如填充墙在地震作用下,也可能出现裂缝和破坏。框架和填充墙之间的硬性联结造成的刚度增大效应也可能造成设计上

未考虑到的增大的侧向力。倘若是半高的填充墙,还会导致形成短柱,刚度增大,承受很大的剪力,造成柱子的剪切破坏。(2) 剪力墙结构体系:剪力墙结构的承载力及刚度都很大,侧移变形小,因此它的使用范围可以比纯框架结构更高。适用于框架结构构件的非线性抗震性能的原理总体上也可以用于剪力墙,也可以把剪力墙设计成为延性剪力墙,也可以以稳定的方式来耗散地震能量。但是,剪力墙中不论是墙肢还是连梁,它的截面的特点是短而高,这类构件对剪切变形相当敏感,容易出现裂缝,容易出现脆性的剪切破坏。因此需进行精心合理的设计,才能够使剪力墙具有良好的抗震性能和良好的延性能力。剪力墙的破坏形态与其剪跨比有很大关系,对剪跨比很小的矮墙,以剪切破坏形态为主,塑性变形能力很差,所以在抗震结构中应避免采用矮墙。对于悬臂墙的能量耗散,主要是通过墙底出铰来进行的。而对于联肢墙,经过合理地设计开洞位置,使它的能量耗散机理与具有强柱弱梁的梁铰机构相似,形成强墙弱梁,即连梁梁端出铰,墙底出铰,而墙体的其它地方,均不出现塑性铰。否则,倘若连梁强于墙肢,则会出现与柱铰机构一样的层变形机构。对于较长的悬臂墙,通常通过人为开洞使之变成联肢墙,因为悬臂墙作为静定结构,一旦有一个截面破坏失效,就会导致结构失效和倒塌,而联肢墙则可设计成强墙弱梁,出铰数目较多,耗能较大。同框架设计的强剪弱弯一样,连梁及墙肢也需要通过“强剪弱弯”来提高其抗剪承载能力,推迟剪切破坏,从而改善其延性。但是受其自身截面特点的影响,构件仍不能保证不发生剪切破坏,特别是连梁,一般情况下的普通配筋连梁很难实现高延性,设计时,必须专门采取措施改变其性能。(3) 框架-剪力墙结构体系:是把框架和剪力墙结合在一起共同抵抗竖向和水

平荷载的一种体系,它利用剪力墙的高抗侧力刚度和承载力,弥补框架结构抗侧刚度差,变形较大的弱点。由于剪力墙与框架协同工作,改善了纯框架和纯剪力墙的变形性能,总变形减小,层间变形减小,而且上下趋于均匀,框架上下各层柱的受力也比较均匀。另外,在地震作用下,剪力墙承担了大部分剪力,框架只承担很小的一部分剪力,通常都是剪力墙先屈服,剪力墙屈服后将产生内力重分配,框架分配的剪力将会增大,如果地震作用继续增大,框架结构也会屈服,使之形成曲线分布吻合最好。

从办公楼非线性地震反应时程分析以及三种侧向力分布模式下的静力弹塑性分析的最后塑性铰分布图可以看出,办公楼满足强柱弱梁的抗震要求。时程分析(EL2CENTRO地震波输入下)以及三种侧向力分布模式下的静力弹塑性分析所得出的最大层间位移角分别为:1/70,1/143,1/117,1/118,均小于规范给出的钢筋混凝土框架结构弹塑性位移角限值 $[\rho] = 1/50$ ,因此,该办公楼满足罕遇地震作用下的变形要求。

5、结论 (1) 与常规结构静力弹塑性分析方法相比,考虑土2结构相互作用的结构静力弹塑性分析方法有其特殊性,结构静力弹塑性分析中的侧向力分布模式、目标位移的确定方法需重新确定。(2) 对比较规则的高层框架结构进行考虑土2结构相互作用非线性抗震分析,既可以采用非线性地震反应时程分析法,也可以采用静力弹塑性分析方法,两种方法都能对结构进行抗震性能评估。(3) 对高层建筑结构进行考虑土2结构相互作用静力弹塑性分析时,考虑到高阶振型影响,侧向力分布模式最好选用曲线分布模式。

(百考试题注册建筑师( ) 100Test 下载频道开通,各类考试题目直接下载。详细请访问 [www.100test.com](http://www.100test.com))