

影响钢筋混凝土框架节点抗震性能的因素 PDF转换可能丢失
图片或格式，建议阅读原文

https://www.100test.com/kao_ti2020/470/2021_2022__E5_BD_B1_E5_93_8D_E9_92_A2_E7_c67_470228.htm

1 问题的提出 近年来，随着抗震理论的深入发展，在钢筋混凝土框架结构的延性设计上，“强剪弱弯，弱梁强柱，更强节点”已经成为工程界的共识。这种“能力设计”的思路确保钢筋混凝土结构在地震作用下，依次在梁端和柱端出现塑性铰，通过塑性耗能机构避免在较强的地震作用下结构产生严重损伤和在更强地震作用下发生危及生命安全的局部或整体失效。而钢筋混凝土框架节点在结构达到预计的最不利非弹性反应之前不应出现剪切失效，并具有一定的耗能能力。钢筋混凝土框架结构的延性是反映结构在荷载作用下，进入非线性状态后在承载力没有显著降低情况下的变形能力。对于延性大的结构，其产生的塑性变形也大，但永久变形太大，结构可能在重力作用下引起坍塌，也可能使结构的损坏部位不可修复。因此，在钢筋混凝土框架结构的设计上，必须综合考虑一定程度的承载能力和一定范围的延性。钢筋混凝土框架节点的受力机理指通过合理的计算假定模式，描述由梁、板、柱传来的内力（ M 、 N 、 V 、 T ）在框架节点核芯区的传递和由此产生的各种破坏型式。目前比较流行的有三种理论：斜压杆机理、剪摩擦机理、桁架机理。这三种框架节点的受力机理，应用于各种不同的破坏型式和设计规范中。新西兰的框架节点设计以斜压杆和桁架机理共同作用为依据，美国则以梁剪机理和斜压杆机理为主。而我国《建筑抗震设计规范》

（GB50011-2001）中用于抗震框架节点设计的主要计算公式是

用来确定节点水平箍筋用量的“框架节点核芯区抗震受剪承载力计算公式”，并未全面考虑到影响钢筋混凝土框架节点抗震性能的各种因素，值得进一步探讨研究。

2 影响钢筋混凝土框架节点抗震性能的因素

2.1 材料强度

混凝土强度直接影响框架节点抗剪承载力，对于承受一定荷载的框架节点，混凝土强度越高，则梁、柱的截面尺寸越小，框架节点核芯区混凝土的承剪截面也相应减小，在一定配箍率下，对其抗震性能反而不利。我国《混凝土结构设计规范》

(GB50010-2002) 提倡使用HRB400级钢筋，钢筋强度虽然大于HRB335级钢筋，在相同的设计条件下，用钢量相对减少，但是钢筋表面与周边的混凝土粘结锚固能力下降，在框架节点的高粘结应力区，钢筋和混凝土的共同作用相对较差，钢筋易滑移。

2.2 节点型式

对于一榀平面框架，按框架节点所在位置，节点主要有四种基本型式：顶层边柱节点（型）、顶层中柱节点（型）、中间层边柱节点（型）和中间层中柱节点（型）。对于型节点，梁、柱的纵筋均需在框架节点核芯区内锚固，节点核芯区受力较复杂，易产生破坏。对于型节点，梁的纵筋可直通锚固，水平荷载作用下，柱抗弯承载力弱于梁，柱端易产生塑性铰。对于型节点，柱抗弯承载力较大，“强柱弱梁”比较容易满足，但梁筋的锚固相对薄弱，梁筋易发生粘结滑移，角柱节点受力最为不利。对于型节点，强震作用下，框架节点两侧梁端可能均达到屈服，框架节点核芯区受到很大的剪力，容易发生核芯区剪切破坏。

2.3 轴压比

试验研究表明，在一定范围内轴向压力可提高框架节点核芯区混凝土的抗剪承载力。由于柱轴向压力的作用，在框架节点核芯区混凝土开裂以前，柱截

面受压区面积加大，斜压杆作用加强。当混凝土出现裂缝时，混凝土块体间产生咬合力。随着轴压比的增大，抗剪承载力相应增大，但当轴压比超过某一临界值时，框架节点受压区混凝土产生微裂缝，使混凝土压碎，抗剪承载力反而下降。

2.4 剪压比 为了防止框架节点核芯区出现斜拉破坏或斜压破坏，必须控制剪压比，即限制配箍率，避免框架节点核芯区混凝土的破坏先于箍筋的屈服。

2.5 水平箍筋 在框架节点内配置水平封闭箍筋，一方面对框架节点核芯区混凝土产生有利约束，增强传递轴向荷载的能力，另一方面承担部分水平剪力，提高框架节点的抗剪承载力。试验表明，配箍适当的框架节点核芯区出现贯通裂缝后，混凝土承担的剪力继续增加，箍筋全部屈服，混凝土与箍筋同时充分发挥作用，使节点核芯区受剪承载力在破坏时达到最大。对于配箍较高的节点，当节点核芯区产生贯通斜裂缝时，混凝土抗剪承载力达极值，但箍筋应力还很低，混凝土破坏先于箍筋屈服，使得节点核芯区的抗剪承载力达不到预期的最大值，箍筋不能充分发挥作用。

2.6 竖向箍筋 在水平反复荷载作用下，框架节点核芯混凝土出现交叉斜裂缝后，剪力的传递由斜压杆作用过渡到水平箍筋承担水平分力、柱纵向钢筋承担竖向分力以及平行于斜裂缝的混凝土骨料咬合力所构成的桁架抗剪机制，设置竖向箍筋可承担框架节点剪力的竖向分量，减少混凝土的负担，从而提高框架节点的抗剪承载力，但施工不便。

2.7 柱纵向钢筋 柱纵向钢筋通常按抗弯要求设置，沿柱截面的高度方向，按构造规定也相应配置一定数量的纵向钢筋。这些纵筋与水平箍筋联合对框架节点核芯区混凝土形成双向约束。因此，合理布置柱纵向钢筋对提高框架节点抗剪承

载力有一定贡献，但增加柱纵向钢筋不像增加水平箍筋那样能显著地提高框架节点的抗剪承载力。

2.8 直交梁 国内外的实际震害与试验研究表明，垂直于框架平面与节点相交的直交梁对框架节点核芯区混凝土具有约束作用，从而提高框架节点的抗剪承载力。但是，如果斜向地震的双轴效应使两个方向梁的纵筋都屈服，则降低了直交梁对节点的约束作用。对于仅一侧有直交梁的框架节点，抗剪性能并未改善框架节点的抗剪承载力。

2.9 楼板 框架节点四周的楼板对节点核芯区具有约束作用，与梁轴平行的楼板钢筋与梁上部受力钢筋协同工作。如果考虑楼板作为梁翼缘在受弯过程中发挥的作用，则应相应地提高节点的剪力计算值。

2.10 预应力作用 对钢筋混凝土框架节点施加预应力，可使框架节点核芯区混凝土增加约束，处于双向受力状态，从而提高框架节点的抗剪承载力。但通过框架节点核芯区的无粘结预应力筋，削弱核芯区混凝土的面积，降低框架节点的抗剪承载力。因此，对于无粘结预应力混凝土框架节点，可将预应力作用对框架节点的抗剪承载力的提高作为结构的安全度储备。

2.11 偏心影响 在高层建筑设计中，为了使建筑立面产生与外墙或柱面齐平的效果或产生凹凸错落的效果，经常要求梁、柱中心线错开，甚至要求梁侧面与柱侧面重合，出现大量的大偏心框架节点，这时框架节点受到附加扭矩之类的次内力作用，剪力在节点内的传递比较复杂。通过实际震害和试验研究可以发现，与无偏心框架节点相比，偏心框架节点抗剪承载力明显下降。

2.12 异形柱节点 T型柱框架节点的抗剪承载力较低，框架节点在梁一屈服后马上进入通裂状态。当梁宽大于柱腹板宽度时，处于柱腹板外的梁纵筋在节点处锚固较差。

2.13

反复荷载 在反复荷载作用下，材料强度和构件强度降低，粘结锚固性能退化，剪切变形加大。由于框架节点内剪应力方向交替变化，核芯区斜向裂缝的张开与闭合交替产生，导致框架节点核芯区抗剪承载力和剪切刚度降低。框架节点两侧的梁纵向钢筋可能产生一侧受拉达到屈服，另一侧受压达到屈服，产生很高的粘结应力，使钢筋滑移，发生粘结破坏。随着梁端变形的逐步增加，框架节点核芯区抗剪承载力相应逐渐衰减。

2.14 斜向地震的双轴效应

当地震作用方向与建筑物主轴方向不一致时，可能使两个方向的梁都达到屈服，这时作用于节点对角斜面上的水平剪力约为其中一个方向的2倍，然而斜裂缝遇到的箍筋与一个方向受剪时遇到的箍筋数目仍然相同。如果这些水平箍筋与柱截面各边平行，则钢筋的斜向分力仅仅是单向受剪时可抵抗剪力的1/2。对于双向对称的框架，双向受剪所需要的剪力钢筋约为单向受剪所需剪力钢筋的2倍。因此，斜向地震作用下，框架节点的强度和刚度迅速降低，梁筋较早出现粘结滑移破坏。

3 建议

通过以上对影响钢筋混凝土框架节点抗震性能的各种因素的讨论，在钢筋混凝土框架节点的设计上，综合“概念设计”和“构造措施”，确保结构设计安全经济。

参考文献 [1] 唐九如，钢筋混凝土框架节点抗震，东南大学出版社，1989. [2] 建筑抗震设计规范GB50011-2001，中国建筑工业出版社，2001. [3] 混凝土结构设计规范GB50010-2002，中国建筑工业出版社，2002.

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