

第五章 空腹钢桁架有限元分析（三）

1.4 空腹钢桁架节点细部分析

1.4.1 模型概述

为了考察结构节点处应力与位移变化情况，建立了空腹钢桁架节点细部模型，该模型节点处由SOLID95单元模拟，节点内有隔板，其余桁架部分由BEAM189单元模拟，模型如下图所示，该梁受力及边界条件与前文相同。

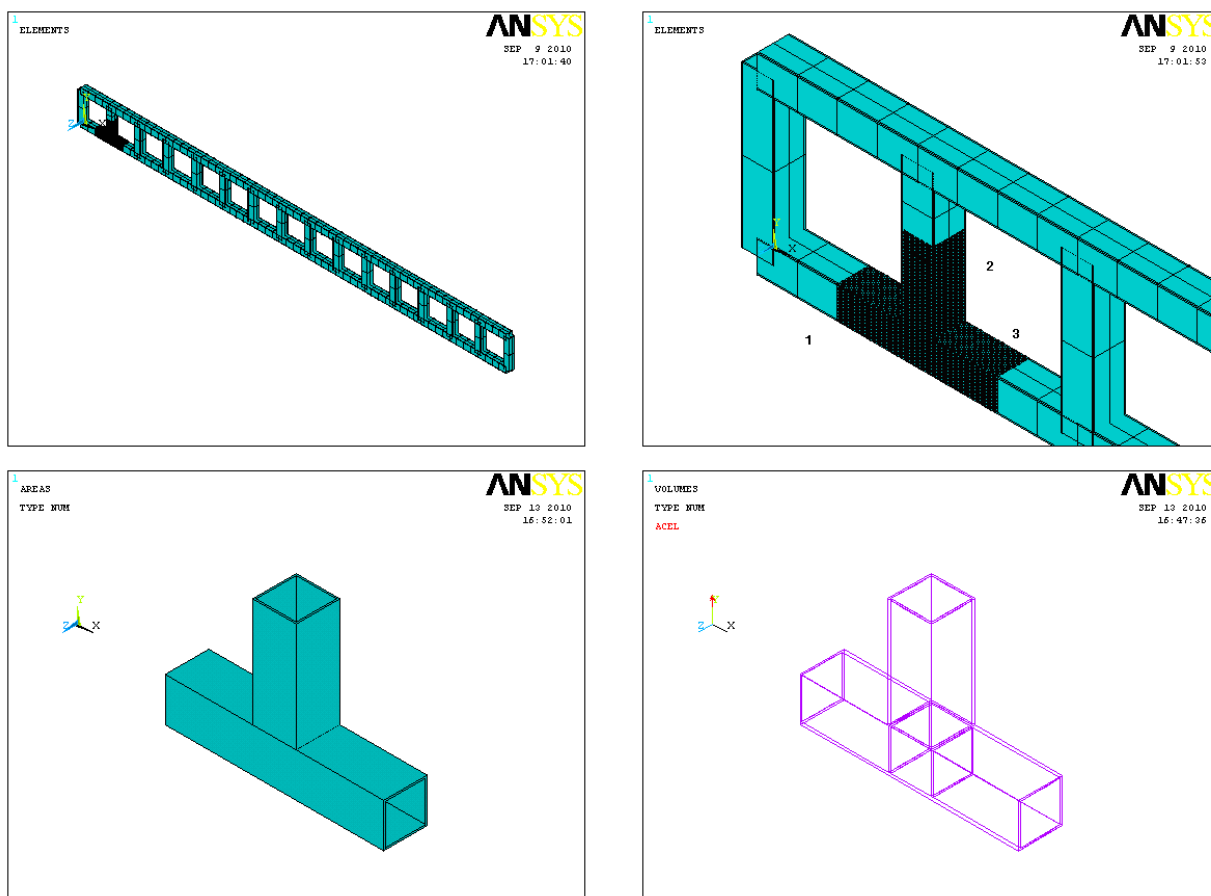


图 1.9 精细化模型示意图

结合上述模型，运用SOLID95单元单独建立了该节点的有限元模型如下图所示，在边界型心处施加位移荷载，并通过建立MPC刚性区域的方法，将节点位移传递到模型边界截面上，从而模拟节点的受力状态。同时，施加Y轴正向的重力加速度，模拟节点的重力行为。

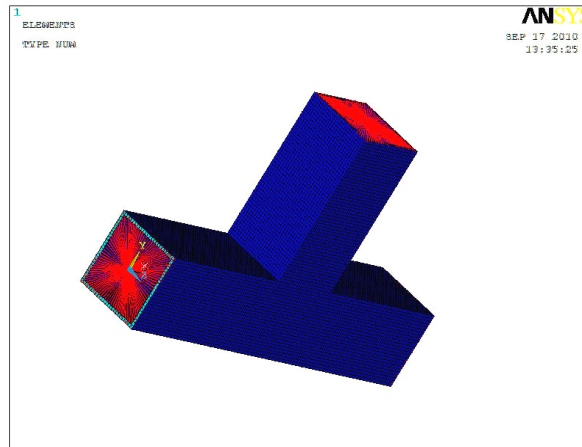


图 1.10 节点模型示意图

节点处施加位移命令流如下，其中ux,uy,uz,rotx,roty,rotz后的数值为从整体结构静力计算中提取的节点处的位移：

- | | |
|-----------------------|-----------------------|
| d,1,ux,0.55480E-04 | d,2,rotx,0 |
| d,1,uy,-0.60166E-02 | d,2,roty,0 |
| d,1,uz,0 | d,2,rotz,-0.59848E-02 |
| d,1,rotx,0 | d,3,ux, 0.38562E-02 |
| d,1,roty,0 | d,3,uy,-0.12243E-01 |
| d,1,rotz,-0.61597E-02 | d,3,uz,0 |
| d,2,ux, 0.24820E-03 | d,3,rotx,0 |
| d,2,uy,-0.18295E-01 | d,3,roty,0 |
| d,2,uz,0 | d,3,rotz,-0.36709E-02 |

1.4.2 静力分析

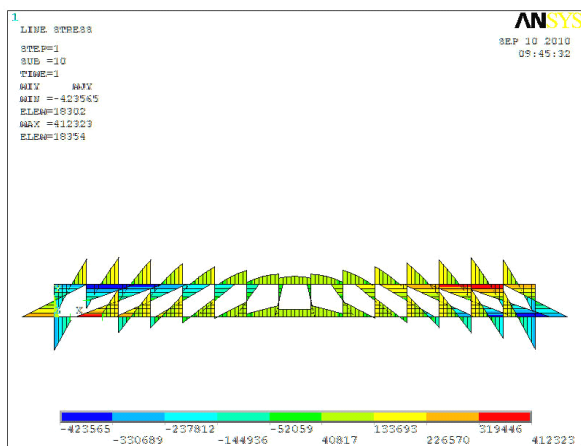


图 1.11a BEAM189+SOLID95 模型弯矩图

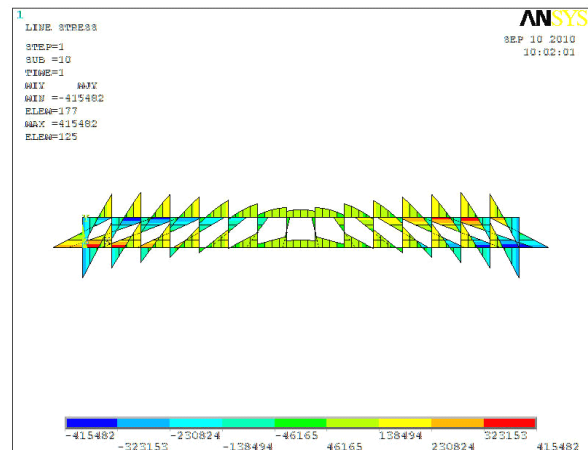


图 1.11b BEAM189 模型弯矩图

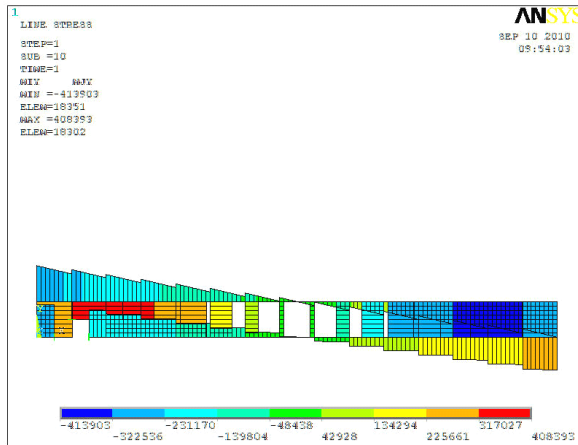


图 1.12a BEAM189+SOLID95 模型剪力图

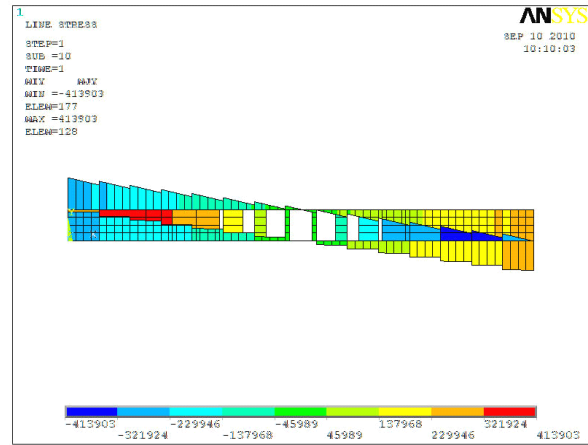


图 1.12b BEAM189 剪力模型图

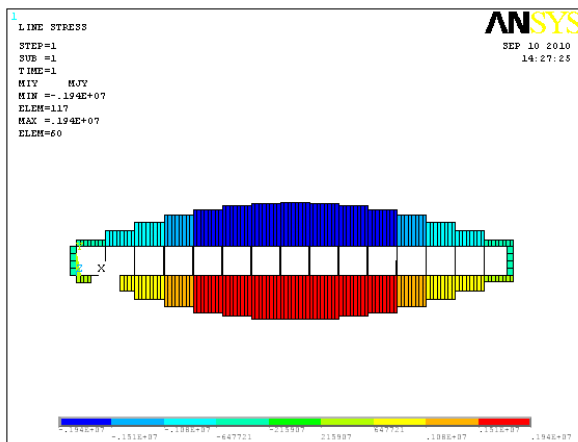


图 1.13a BEAM189+SOLID95 模型轴力图

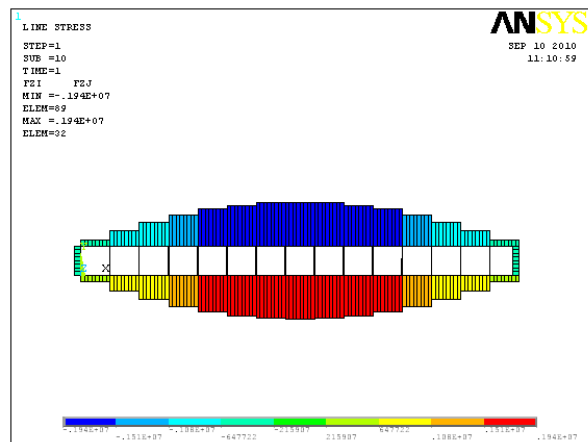


图 1.13b BEAM189 模型轴力图

由上图可以看出，对拥有节点细部模型钢桁架进行静力计算后，得到的结果与使用纯梁单元的模型计算结果十分接近，这说明精细化模型较好的模拟了此梁的受力情况，现节点分析如下：

节点应力计算结果：

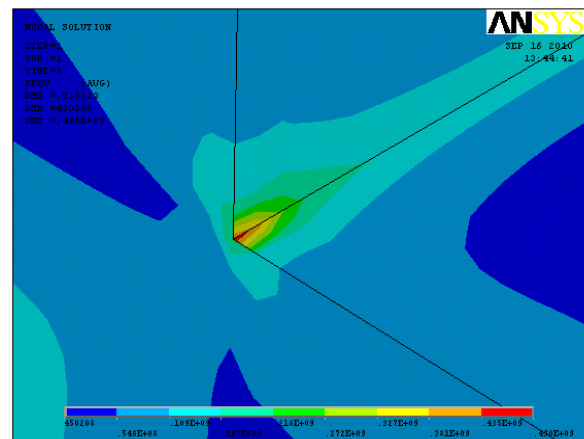
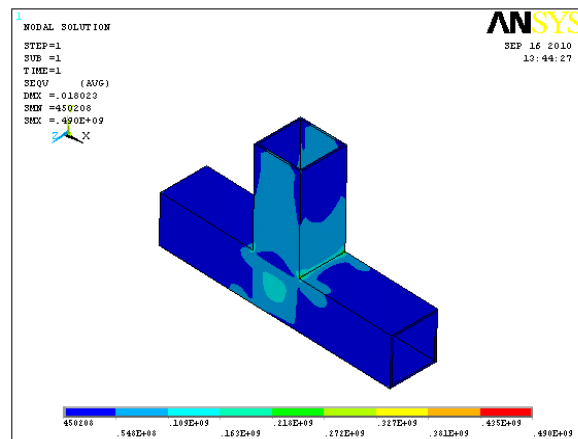


图 1.14 节点细部 Mises 等效应力云图

结构笔记 刘浩 孙艳坤 <http://www.s-notes.cn>

结构博客 徐珂 <http://www.jiegoublog.cn>

该图显示了整体模型中由SOLID95单元建立的节点，从Mises等效应力云图可以看出，节点大部分区域（蓝色）处应力为0.45MPa，越靠近拐点处应力越大，在节点处出现了应力集中的情况，最大应力达到490MPa。此节点中大部分区域应力值正常，基本符合理论计算结果，但是在腹杆和下弦杆件相交的直角部位出现应力集中，个别点出现应力奇异，与真实节点该处的应力状态不符，故不宜用此方法在截面相交处进行应力分析。