

混杂纤维混凝土的非线性分析岩土工程师考试 PDF转换可能丢失图片或格式，建议阅读原文

https://www.100test.com/kao_ti2020/586/2021_2022__E6_B7_B7_E6_9D_82_E7_BA_A4_E7_c63_586780.htm 把岩土师站点加入收藏夹

摘要：本文通过ANSYS软件对混杂纤维混凝土试件模型进行单轴压缩模拟分析，并将分析结果与相同情况下的试验所得数据进行比较，得出结论：正确选择混杂纤维混凝土的本构关系和破坏准则，就能够较准确的得到纤维混凝土的计算数据。**关键词：**混杂纤维；ANSYS；非线性分析

1 引言
混凝土结构是目前使用最为广泛的一种结构形式，近年来，各种纤维混凝土在国内外都得到了较快的实用研究和工程应用，与普通混凝土相比，纤维混凝土在抑制混凝土裂缝发展，提高抗拉、抗弯强度，特别是提高混凝土的抗冲击性能和断裂韧性方面表现出明显的优越性。但是，对混凝土尤其是纤维混凝土的力学性能还不能说已经有了全面的掌握[1]。近年来，随着有限元数值方法的发展和计算机技术的进步，人们已经可以利用有限元分析方法对混凝土结构作比较精确的分析了。由于混凝土材料性质的复杂性，对纤维混凝土结构进行有限元分析还存在不少困难，其中选择正确的本构关系和破坏准则、确定符合实际的纤维混凝土应力 - 应变全曲线就是一个重要的方面。

2 单元的选择及本构关系

2.1 SOLID65 单元
在ANSYS中通常用SOLID65单元来模拟混凝土

，SOLID65单元包括一种实体材料和三种加固材料（一般为钢筋），可以用MAT命令定义混凝土材料常数；而加固材料的常数可以在实常数中定义，包括材料号、体积率、方向角。

2.2 本构关系和破坏准则
混凝土单元需要定义破坏准则和

本构关系，对于纤维混凝土甚至混杂纤维混凝土而言，纤维充当了骨料的角色，所以，选择正确的本构关系和破坏准则就是进行计算分析的重要因素。ANSYS中的Concrete材料特性用的是Willam-Wamker五参数破坏准则和拉应力准则的组合模式，能够较好的反映混凝土从低到高的静水压力作用下的破坏特性。但是ANSYS中默认的混凝土的本构关系是线弹性的，即在开裂前的应力 - 应变关系为线性，这不符合实际，即使在较低的应力下混凝土也会表现出明显的非线性。因此，要在材料性质中加入反映其本构关系的特性。ANSYS能够提供非线性弹性本构关系和弹塑性本构关系，单元应力在70%的极限应力以下时，非线性弹性本构关系与试验结果符合较好，在非比例加载甚至是反复加载或者是极限荷载作用的情况下，应该用弹塑性本构关系[2]，建议使用等强硬化模型MISO（Multilinear Isotropic Hardening）或者随动硬化模型MKIN（Multilinear Kinematic Hardening），它能反映材料的包辛格效应。此外，不少书中还推荐使用Drucker-Prager模型（理想弹塑性模型），笔者不建议使用，因为DP模型需要粘聚力、内摩擦角、膨胀角这些比较难测出的参数。

3 关于收敛问题

ANSYS混凝土计算收敛是比较困难的，主要影响因素是网格密度、子步数、收敛准则等。对于网格密度而言，适当的网格密度能够收敛。不是网格越密越好，当然太稀疏也不行，这仅仅是就收敛而言的，但是究竟多少合适，只能靠自己针对情况慢慢调整试算。子步数的设置很重要，设置太大或太小都不能达到正常收敛。这点可以从收敛过程图看出，如果F的范数曲线在收敛曲线上面走形的很长，可考虑增大子步数。或者根据经验慢慢调正试算。实际上收敛精度的调

正并不能彻底解决收敛的问题，但可以放宽收敛条件以加速。一般不超过5%（缺省是0.5%），且使用力收敛条件即可。另外混凝土压碎的设置对最后的计算结果影响也比较大。不考虑压碎时，计算相对容易收敛；而考虑压碎则比较难收敛，即便是没有达到压碎应力时。如果是正常使用情况下的计算，建议关掉压碎选项（即令单轴抗压强度UnCompSt=-1）；如果想要更准确的极限计算，建议使用真实试验得出的混凝土本构关系以及多线性各向同性硬化流动律（即CONCR MISO）且关闭压碎检查。

4 实例分析

为了验证上述分析的正确性，笔者采用一组150mm × 150mm × 150mm的钢/聚丙烯混杂纤维立方体试件作为分析实例。其中，钢纤维体积率 $f = 1.5\%$ ，聚丙烯纤维参量 $f = 0.9\text{kg/m}^3$ 。试验采用单轴压缩，试验所得的混杂纤维混凝土受压应力 - 应变关系如表1所示。在进行ANSYS分析时，笔者结合表1的真实试验数据，分别采用CONCR MISO和CONCR MKIN两种方式（都关闭压碎选项）进行计算。采用两种本构关系的Y方向（受压方向）的位移等值线图，对比可以看出，采用CONCR MISO本构关系更能形象的模拟试块的真实受压内部变形情况，而采用CONCR MKIN本构关系得出的内部变形更加线性。而通过对比我们可知：虽然两种本构关系都能够得到同试验数据比较吻合的曲线，但由于CONCR MKIN本构关系最多可以设置6个参数，而CONCR MISO本构关系可设置的参数更多，所以应力 - 应变曲线更加接近试验值，各应变点的应力值更加准确。

5 结论

用ANSYS来实现纤维混凝土的非线性分析，只要选择正确的本构关系和破坏准则，在静水压力正常的情况下，关掉压碎选项，便能够得到与试验数据较吻合的计算

结果。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