

预应力混凝土结构锚下应力分析

朱万旭 郑晓龙

摘要 本文通过对预应力混凝土锚下结构的应力分析,简要介绍 MSC/PATRAN、MSC/AFEA 在预应力混凝土结构分析中的应用。

关键词 预应力 混凝土 锚下结构 应力分析

一、前言

随着预应力技术的发展,由于不同标号的混凝土有着不同的抗拉及抗压强度,因此对特定混凝土锚下结构应力分布的计算,在其结构的强度校核中显得相当重要。本文从工程实际应用出发,用 MSC/PATRAN、MSC/AFEA 有限元分析软件对锚下砧结构进行有限元建模、计算,分析两种不同锚下布筋形式(网格筋直径分别为 $\Phi 6.5$ 和 $\Phi 19\text{mm}$)的 ATC27E15.2 混凝土试块能否满足承载要求及哪一种效果更优。

二、有限元模型的建立

由于砧结构基本对称,分析模型取实体的四分之一;锚垫板及锚下砧结构为三维体单元,网格筋和螺旋筋作为一维单元加入。模型见图 1。

模型采用非线性运算,逐步加载至最大荷载。

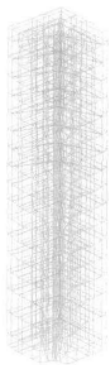


图 1 有限元模型

三、关键参数的选取

1. 锚垫板所受的最大压力相当于 27 根钢绞线的极限拉力,为 $27 \times 140 \times 1860 = 7030800(\text{N})$

2. 锚垫板为钢板;采用试验用的混凝土块,标号为 C35。

3. 按实际情况加入网格筋和螺旋筋,见图 1。

4. 选择比实际锚下砧结构更为不利的情况,确定锚下砧结构建模。计算中,网格筋直径为 $\Phi 6.5$ 的砧结构模型的长宽高取 $550 \times 550 \times 1250\text{mm}$,网格筋直径为 $\Phi 19$ 的砧结构模型的长宽高取 $550 \times 550 \times 1420\text{mm}$ 。

四、分析结果

图 2 为锚下轴向应力分布图(轴向应力为压应力,负值越大越不安全)。从图中可见,两者的应力分布基本相似,在距上端约 300 毫米以下应力趋于均匀,(a)图中平均约为 -24.5MPa ;(b)中的平均应力为 -23.3MPa ,比(a)中的小 5%。

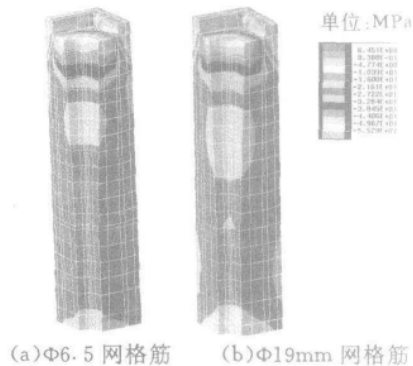
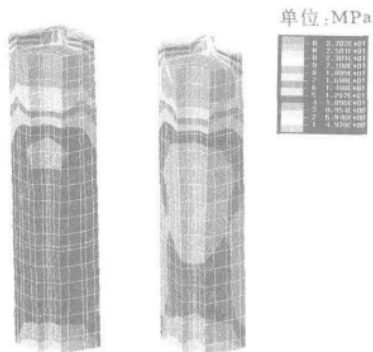


图 2 锚下轴向应力分布图

朱万旭 柳州海威姆建筑机械有限公司 副总工 高级工程师
郑晓龙 柳州海威姆建筑机械有限公司 工程师

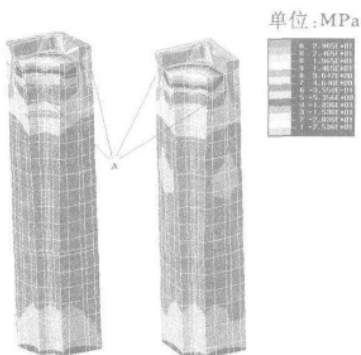
图3为锚下最大剪应力分布图。从图中可以明显看出(b)图的剪应力要比(a)图中的小。对于(a)图,在砵的侧表面,在离上端约200毫米的区域,剪应力达20MPa;而(b)图的剪应力约为17MPa,比(a)中的小6%。



(a)Φ6.5 网格筋 (b)Φ19mm 网格筋

图3 锚下最大剪应力分布图。

图4为锚下最大拉应力分布图。在砵的侧表面的A处,即锚垫板一方约100毫米的地方,存在着很大的拉应力。这是由于延长筒壁薄,起不到分压作用,使得在锚垫板下部造成很大的应力集中。在垫板承受最大压力下,(a)图中A点的最大拉应力约为22MPa;(b)中的应力为20MPa,比(a)中的小2%。



(a)Φ6.5 网格筋 (b)Φ19mm 网格筋

图4 锚下最大拉应力分布图

综合以上三图的分析,鉴于C35砵的立方抗压强度标准值为35MPa,抗拉强度一般为其十分之一左右,即约3.5MPa,比试验砵的侧表面最大

拉应力小得多;同时参照一般锚垫板的锚下应力分布(砵侧表面局部的拉应力值不超过10MPa),认为两种布筋形式的结构可能都是不安全的。

锚下砵应力汇总 表1

	轴向应力 (MPa)	最大剪应力 (MPa)	侧表面最大拉应力 (MPa)
Φ6.5 网格筋的砵	24.5	20	22
Φ19 网格筋的砵	23.2	17	20
相差(%)	5	6	2

此外,根据试验砵在实际张拉试验时,在88%的极限荷载下破坏,分析了在该荷载下的锚下应力分布,其中锚下最大拉应力分布见图5。由该图可见,侧表面某局部的最大拉应力已达到13MPa,大大超过了砵的抗强度极限。

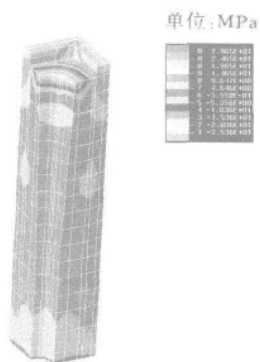


图5 锚下最大拉应力分布图

又,从有限元分析结果上看,Φ19mm 网格筋的砵结构比Φ6.5 网格筋更优,但应力值仅比后者约小5%。考虑到实际结构和理论模型有一定差别(在模型中,假设混凝土为连续均质体),所以在实际张拉时,其效果可能有所变化。

五、结论与体会

上述结果经过工业试验检验,与实际情况相符合,充分体现了MSC/AFEA在进行混凝土结构强度计算时的便捷性。

MSC/PATRAN、MSC/AFEA在其它领域的应用有待进一步实践、研究,以便更好的为预应力锚固体体系的结构分析计算服务。