

## OVM - BM · A 型扁锚垫板的计算机分析与优化设计

朱万旭 李其燕 郑晓龙 王守海

## 概 述

OVM 扁锚体系主要用于厚度有一定限制的预应力砼结构。工程设计要求扁锚体系中的锚板、锚垫板、螺旋筋和波纹管等构件的厚度均应适当地薄一些,并彼此匹配,以满足砼结构的需求;提高砼结构的经济技术效益。

锚垫板是扁锚体系中传递与分散应力的主要构件,也是扁锚体系中体积和重量最大的构件。因此,从扁锚垫板入手,通过计算机有限元结构分析与优化设计,改善扁锚垫板的传力性能,减少扁锚垫板的体积与重量,对制造、施工和工程建设部门都是有益的。

## 一、扁锚垫板及锚下砼结构的应力分析

## 1、分析内容

(1) 锚下砼结构的轴向压应力分析,以确定锚垫板在压应力作用下,是否会发生下沉。

(2) 锚下砼结构第一主应力即侧面横向拉应力分析,以了解砼结构侧面是否会产生裂纹。

(3) 扁锚垫板综合应力分析,用否对锚垫板进行强度评估。

## 2、分析模型

(1) 由于扁锚垫板的结构基本对称,取实体的 1/4,建立体单元分析模型。

(2) 锚板施加在锚垫板上的压力按最大可能张拉荷载的 1.2 倍计算,即  $1.2 \times 0.8F_{pk}$  ( $F_{pk}$  为  $4 \times 139 \times 1860 = 1034160N$ )

(3) 锚下砼结构强度为 C40, 砼结构的尺寸按照《FIP 后张预应力验收建议》中关于荷载传递试验的规定,取  $a = 300 \sim 340mm$ ,  $b = 160mm$ ,  $h = 400mm$ 。

## 3、现有 BM15/13 扁锚垫板及其锚下砼应力分析

按上述条件建模后,经计算机运算,现有 BM15/13(4D) 型扁锚垫板的锚下砼结构轴向应力、第一主应力和扁锚垫板的综合应力分别见图 1(a)、(b)、(c)。

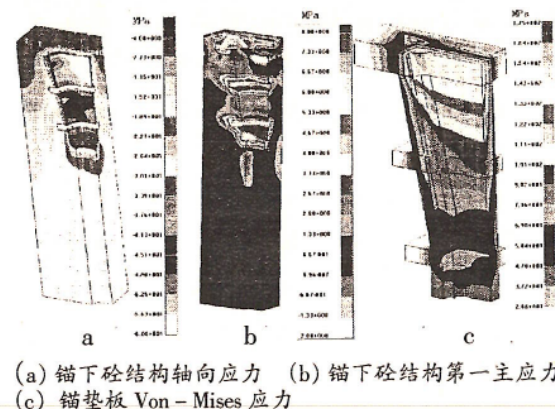


图 1 BM15/13 扁锚垫及锚下板应力分布图

从图 1(a)可见, BM15/13 扁锚垫板的锚下砼轴向压应力最大值为 67.8MPa。由于锚垫板和砼必须组合在一起建模,锚下轴向压应力值受锚垫板有限元网格节点应力值的影响使其所显示的应力值偏高,所以必须采用单元节点内插法校正,以取得实际的锚下砼轴向压应力值。经计算砼轴向压应力最大值为 39.4MPa,考虑到该局部区域三向受压,因此 C40 砼是完全可以承受其压力,锚垫板不会下沉。

从图 1(b) 可见, BM15/13 扁锚垫板锚下砣结构侧面的第一主应力最大值为 3.57MPa, 存在着局部的拉应力集中, 超过 C40 砣的抗拉强度标准值。但由于锚下砣结构还存在着网格筋, 不会产生砣被拉裂。此点为下一步改进锚垫板结构, 提出应考虑分散其横向拉应力的问题。

从图 1(c) 可见, BM15/13 扁锚垫板的综合应力 Von - Mises 最大应力值为 175MPa, 低于所使用的 HT200 材料的标准强度值的 12.5%, 较实测的抗拉强度值低得更多, 表明现有扁锚垫板具有足够的强度。另外大量生产与应用实践也表明 BM15/13 扁锚垫板具有足够的强度, 所使用的材料及铸造工艺是合适的, 质量有充分的保证, 不足之处是体积与重量偏大。

## 二、新型扁锚垫板的优化设计

### 1、设计目标

(1) 改善扁锚垫板结构, 使其锚下砣结构的应力传递与分散更为合理, 减少局部应力集中。

(2) 在保持扁锚垫板有足够强度的基础上, 减少扁锚垫板的体积, 减轻重量, 以便于搬运和施工。

(3) 改善外观造型, 以有利于提高铸造加工质量。

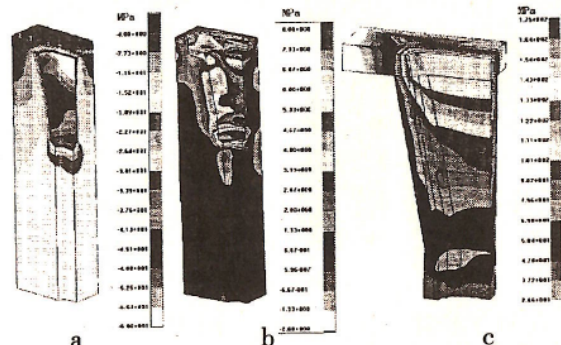
### 2、设计依据

按照上述相同条件建立有限元分析模型, 以有限元计算分析的结果为依据, 调整锚垫板的结构和参数, 达到上述优化设计目标。

### 3、改进设计方案

围绕设计目标, 提出改进设计方

案, 取消原锚垫板延长筒上两级台阶, 以减轻重量, 减少应力集中, 便于铸造。经过应力计算与分析, 其结果如图 2 所示。



(a) 锚下砣结构轴向应力 (b) 锚下砣结构第一主应力 (c) 锚垫板 Von - Mises 应力

图 2 改进设计方案的应力分布图

从图 2(a)、(b)、(c) 可见, 取消锚垫板两级台阶后, 锚垫板的强度 175MPa, 锚下砣的应力分布与原有锚垫板变化不大, 只是取消两级台阶后, 轴向压应力最大值 (校正后) 由 39.4MPa 增加为 40.9MPa, 侧面横向拉应力略有增加了 0.11MPa, 为进一步优化设计提出了改进的方向。

### 4、优化设计方案

在改进设计方案的基础上, 根据其计算分析结果, 确定优化方案的基本点为:

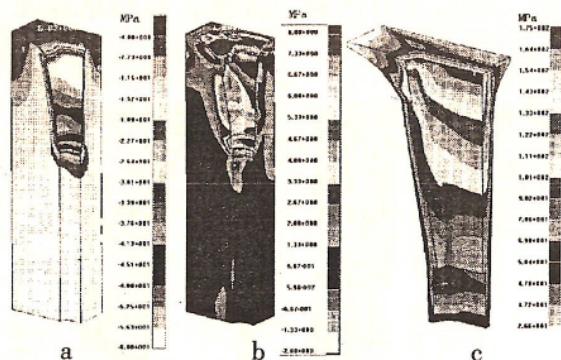
(1) 取消锚垫板延长筒上两台阶, 以改善锚垫板与砣的接触关系。

(2) 将锚垫板侧面改为圆滑过渡, 以分散其横向拉应力。

(3) 在保证锚垫板具有足够强度和不改变锚垫板材料的基础上, 将原锚垫板的厚度由 15mm 减薄至 10mm, 以进一步减轻其重量。



优化方案的锚垫板分析计算结果及其外形结构如图 3、图 4 所示。



(a) 锚下砣结构轴向应力 (b) 锚下砣结构第一主应力 (c) 锚垫板 Von - Mises 应力

图 3 优化设计方案的应力分布图

从图 3(a)、(b)、(c) 可见, 新锚垫板应力较原来分布均匀, 最大值为 170MPa, 锚下砣的应力分布与原有锚垫板变化不大, 轴向压应力最大值 (修正

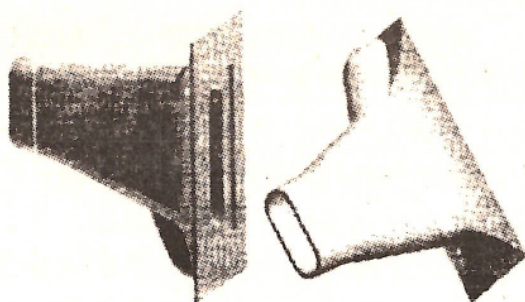


图 4 OVM - BM(15/13)A 型扁锚垫板示意图

后) 为 39.3MPa, 侧面横向拉应力最大值为 3.58MPa。

### 三、改型前后扁锚垫板的比较

从表 1 和图 4 所示, 可以得出以下结论:

- 1、改型的 BM15/13A 型扁锚垫板的结构新颖, 外形流线, 易于保证铸造质量;
- 2、新型扁锚垫板传递与分散应力的性能好, 锚下砣轴向最大压应力值没有增加;

表 1 扁型垫板及其锚下砣应力值与重量比较表

项目 类型	扁锚垫板强度最大综合应力(MPa)	锚下轴向最大压应力值(MPa)	锚下最大第一主应力值(MPa)	重量(kg)
BM15/13 (4D)	175	39.4	3.57	11.4
BM15/13 - A (4D)	170	39.3	3.58	7

3、改型后 4 孔扁锚垫板的重量为 7 公斤, 较原扁锚垫板减小了 38%, 从而大幅度减少了锚垫板的运输量, 方便了安装施工。

上述改型设计的扁锚垫板已由柳州 OVM 建筑机械有限公司向国家申报了实用新型专利, 计划年内投入批量生产、销售。

### 参考文献

- 1、《FIP 后张预应力验收建议》1994 年。
- 2、《混凝土结构设计规范》GBJ10 - 89。
- 3、《无粘结预应力混凝土结构技术规程》JGJ/T92 - 93。
- 4、《预应力产品 CAD/CAE 系统技术文件》, 柳州欧姆建筑机械有限公司, 1997 年。