

井壁曲钢管混凝土短柱承载力试验

王强 庞兴然

(1. 安徽理工大学, 安徽淮南232001; 2. 山东大卫国际建筑设计有限公司, 山东济南250002)

摘要:对曲钢管混凝土柱与直钢管混凝土短柱应力一应变关系进行了分析,对钢管混凝土构件承载力计算公式进行了试验验证,试验得到的荷载一变形曲线与典型的荷载一变形曲线相吻合;并用钢管混凝土承载力公式对曲钢管混凝土短柱进行了承载力计算,发现其结果是偏于安全的。

关键词:曲钢管混凝土;短柱;承载力

中N4~g!TU37 文献标志码:A 文章编号:0253—2336(2008)04—0032—03

1 概述

随着煤炭资源的不断开发,新井建设时穿过的表土冲积层将越来越厚。如正在或即将开发的安徽深部煤田和河南深部煤田穿过的第四系和第三系表土层厚达500~700 m。过去,我国煤矿井筒的最大支护深度均不超过400 m,那么,现在要在如此深厚的冲积层中建井,不论是冻结法还是钻井法凿井,都必须采用高强井壁结构j在国外,深厚冲积层建井广泛采用铸铁丘宾块井壁结构。它具有强度高、质量可靠、及时承载、厚度薄和无水化热等优点,特别适用于深井支护,但它的钢材用量大、成本高、装配精度高和施工速度慢,在我国推广使用还存在着一定难度。

在国内,井筒支护主要采用钢筋混凝土井壁。长期以来,已经形成了一套完整的设计方法和施工工艺。它具有工程造价低、工艺成熟和施工速度快等优点。

随着井筒穿过冲积层深度的增加,必须要通过其余项目。安徽弹工大学引进人才基金资助项目(2006yb40)一系列试验研究,寻求一种符合我国国情的新型壁结构形式,它不但要高强度,安全,而且应施方便,以确保新井建设能高效地完成,而钢管混凝土既有钢材的高强度和延性,又具有混凝土抗压强度高和造价低的特点,表现出力学性能上的。生”现象,目前已在地面建筑中得到广泛应}是一种价廉物美的良好结构材料,并进行了工业试验,取得了良好的支护效果和显著的经济效得出在同等承载力条件下,钢管混凝土支架比型钢支架要节约钢材30%左右,至少降低造价20%以上的结论。证明了钢管}昆凝土支架是一释载力高、具有一定可缩性、施工方便、具有良好学性能的支持形式。

对钢管混凝土支架与钢拱圈支架等效性进行研究,它是针对u型钢拱形支架在高地压区再用量迅速增多的情况下进行的。结果显示采用钢管混凝土拱形支架,耗钢量减少50%~60%,支成本降低一半,力学性能优越。

安全科普知识

- ◆ 不断发展的三维地震勘探技术
- ◆ 钻探勘查技术
- ◆ 中国煤炭能源新产业发展现状
- ◆ 中国煤炭煤质特征
- ◆ 中国煤炭煤质特征1
- ◆ 中国煤炭分类国家标准中各类煤
- ◆ 怎样做好煤矿新工人安全教育培训
- ◆ 我国煤矿职业危害的防治对策
- ◆ 数字解读山西煤炭
- ◆ 数字化矿井筑起安全保障线

[更多>>](#)

专家答疑

- ◆ 通讯
- ◆ 主巷道的风力
- ◆ 煤矿启封密闭的安全技术措施
- ◆ 主井的防腐处理
- ◆ 上隅角瓦斯治理
- ◆ 请问有没有办法让烟煤变成无烟煤变无烟煤
- ◆ 请问缺失挥发份的值怎么计算
- ◆ 证件
- ◆ 皮带断带的问题

[更多>>](#)

本文通过对直钢管混凝土和曲钢管混凝土的应力—应变关系的比较分析，可以得到利用重管混凝土承载力公式进行计算是偏于安全的结论。

2. 钢管混凝土轴压承载力理论

韩林海教授建议取应力—应变关系曲线上应变 3×10^{-3} 对应的应力(相当于钢管混凝土的屈服极限)，根据钢管混凝土应力—应变的典型关系曲线通过对数值计算结果的回归分析，可得到 f_1 和 ϵ_1

的表达式如下：

$$f_1 = [0.192(f_y / 235) + 0.488] f_2 \quad (1)$$

$$\epsilon_1 = 3.25 \times 10^{-6} (2)$$

式中 f_1 ， f_2 ——钢管混凝土轴心受压时的比例极限和强度指标，MPa；

f_y ——钢材的屈服强度，MPa；

ϵ_1 ——钢管混凝土轴心受压时比例极限所对应的应变。

由 f_1 和 ϵ_1 ，可导出钢管混凝土组合轴压弹性模量 E_1 的表达式为

$$E_1 = f_1 / \epsilon_1 \quad (3)$$

在弹塑性阶段，假定切线模量按二次抛物线变化，得

$$E_2 = (f_2 - \delta) \delta E_1 / (f_2 - f_1) f_1$$

量。E为钢管混凝土组合轴压强化模量； δ 为钢管混凝土轴心受压时的名义应力。

对于有强化阶段的情况，应力—应变关系基本上呈线性变化，强化组合模量基本上只与约束系数关。近似地按如下方法确定：

$$E_2 = 420\epsilon + 550 \quad (5)$$

3 试验比较验证

3.1 试验概述

为确定钢管混凝土的轴心抗压强度，试件的长度必须恰当。过长的试件将会出现屈曲，试验测得

的抗力不能代表组合材料的真实强度；过短试件的端部效应影响不可忽略。

在分析了大量试验结果的基础上，建议标准试件的长径比取为 $3 \leq L / D \leq 3.5$ 。

故采用直径为 51 mm 的无缝钢管，将弯制成半径为 1.25 m 的圆弧形钢管，在切割机上将其切割成设计长度。在切割时沿着径向方向切割，保证钢管两端截面平整。切割 4 个垂直高度约为 155 mm 曲柱试件，另外切割 6 个高度约为 155 mm 直柱试件(其中 4 个用于内填 C40 混凝土制成钢管混凝土短柱，另 2 个为不填混凝土的空钢管试件，用于做比较试验)，如图 1 所示。

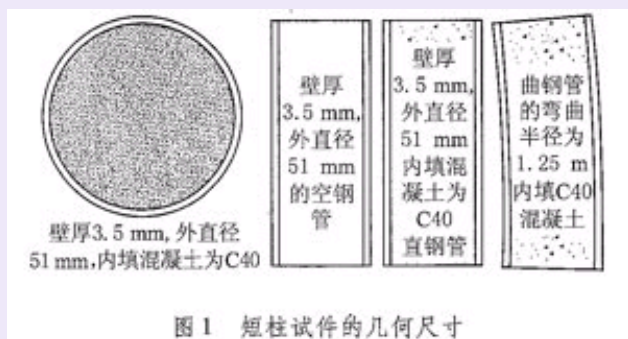


图 1 短柱试件的几何尺寸

实际高度以切好构件的实测值为准，切割完毕后对切口进行清洁处理，

并测量钢管弯制的误差，对试件进行编号。试验在极限压力为1 000 kN的RMT岩石测试系统智能刚性试验机上进行单轴压缩试验，RMT岩石测试系统能测量出试件的轴向变形、横向变形、最大应力、应变等，并换算得出应力—轴向应变、应力—横向应变、应力—应变关系以及应力—应变等曲线，得到试件的弹性模量、变形模量和泊松比等材料的基本属性。控制变形速率为0.2 mm/s逐渐加载直至试件破坏或出现明显变形。试件在RMT岩石测试系统下单轴压缩试验如图2所示。

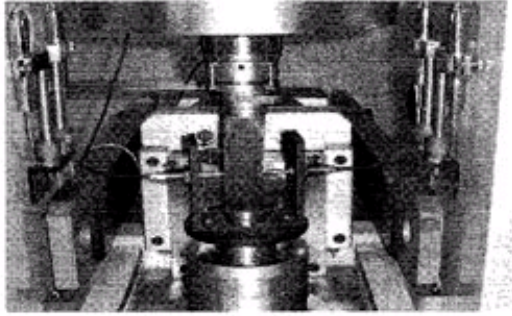


图2 钢管混凝土试件在RMT岩石测试系统下单轴压缩试验

3.2 试验现象及结果分析

对空钢管、直钢管混凝土、曲钢管混凝土短柱分别进行单轴压缩试验后试件变形如图3所示，图3中从左到右依次为空钢管、直钢管混凝土、曲钢管混凝土短柱。对短柱试件试验全过程的观测表明，短柱均具有一定的延性和后期承载力。无论是直钢管混凝土短柱试件还是曲钢管混凝土短柱试件相对于空钢管试件都有很大的强度提高，提高幅度将近一倍；且空钢管试件在达到极限承载力后应力—应变曲线出现下降阶段，而钢管混凝土试件均未出现此阶段，甚至直钢管混凝土短柱仍有不断上升趋势，曲钢管混凝土短柱试件则在达到极限强度后应力—应变曲线趋于平缓。可见，直钢管混凝土短柱试件和曲钢管混凝土短柱试件都有较大的强度储备。试验所得的典型应力—应变曲线(图4)。

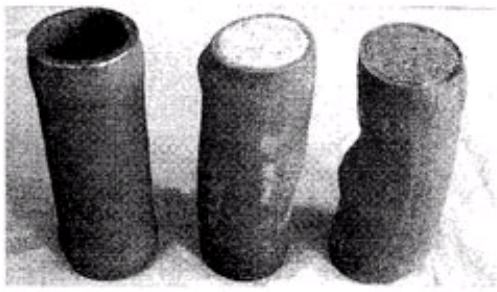


图3 空钢管、直钢管混凝土和曲钢管混凝土短柱单轴压缩试验试件破坏

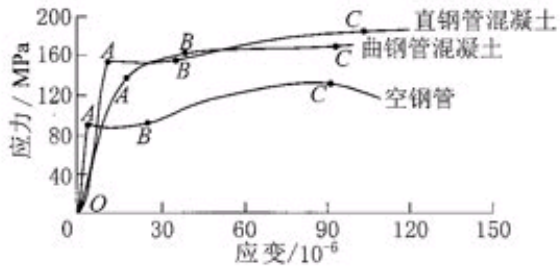


图4 单轴压缩试验典型应力-应变曲线

图4单轴压缩试验典型应力-应变曲线

蓝钢管混凝土短柱试件相对于直钢管混凝土短柱试件来说，较早出现屈服现象，但其屈服阶段与强化阶段区分并不明显，表现在荷载-变形曲线上相对圆滑，应力和应变同步缓慢增加进入极限强度，曲钢管混凝土短柱试件的荷载-变形曲线与韩林海得出的典型压弯试件荷载变形曲线的第一种长细比较小的情况曲线是吻合的。说明构件全截面受压。曲钢管混凝土短柱试件的屈服极限荷载为280 kN，极限荷载为372 kN。与直钢管混凝土短柱出现明显屈服塑流阶段不同，曲钢管混凝土短柱试件在进入屈服阶段后，应力-应变曲线呈曲线形式同步增加，不断强化；曲钢管混凝土短柱试件的应力-应变曲线可分为如下3个阶段：

1) 弹性阶段(OA)。在此阶段，钢管属于弹性工作，两者之间的相互作用不明显，基本上各自处于单向受力状态。此阶段，构件处于弹性工作阶段，应力-应变曲线大致为一直线。A点大致相当于钢管最大纤维应力达到比例极限。直钢管混凝土短柱试件的比例极限要比曲钢管混凝土短柱试件的比例极限大将近40 MPa，这是因为曲钢管混凝土短柱试件在开始加载时就承受较大偏心压力作用，钢管较早进入屈服的缘故。

2) 弹塑性阶段(AB)。当钢管最大纤维应力达到比例极限以后，应力-应变曲线逐渐偏离原的直线，呈曲线形状，构件表现出弹塑性性质：此阶段，试件屈曲变形有沿原屈曲方向不断增大势，外形曲而不皱。偏压短柱中截面钢管表面的锈发生不同程度的脱落现象。水平力接近B点时，钢管最大纤维应力达到屈服点。

3) 强化阶段(Bc)。钢管最大纤维应力达屈服点后，应力—应变曲线缓慢上升直至进入水段。进入此阶段后，应力变化很小，变形却增加快，应力增长速度明显低于应变的增长速度，表出钢管混凝土构件经历塑性变形时，具有很好的性，出现二次塑流状态。在此阶段，在受压应力大一侧产生钢管局部隆起现象越来越明显，屈曲度不断增大，短柱中截面钢管表面的铁锈发生较：程度的脱落现象，最后因变形较大超出试验机的：测范围而终止试验。

3. 3试件承载力计算结果比较分析

短柱试件试验的承载力试验结果与计算结果较见表1，因上述承载力计算公式取值为钢管混；土试件进入屈服时的荷载，故为方便比较，此处1件承载力指试件的屈服荷载。

表1 钢管混凝土短柱承载力计算结果
(N_c) 与试验结果 (N_e) 的对比

编 号	$D \times t \times h /$ mm × mm × mm	ζ	e / mm	$f_y /$ MPa	$f_{ck} /$ MPa	$N_c /$ kN	$N_e /$ kN	$\frac{N_c}{N_e}$
Z	51 × 3.5 × 155	2.792	0	300	40	264	300	0.88
Q	51 × 3.5 × 155	2.792	2.405	300	40	245	280	0.875

注：z为直钢管混凝土短柱；Q为曲钢管混凝土短柱D钢管直径；t为钢管的壁厚；h为钢管混凝土的高度；e为偏心距； f_{ck} 为混凝土轴心抗压强度标准值。

由表1对直钢管混凝土短柱构件和曲钢管混凝土短柱构件的承载力计算结果显示，无论是钢管混凝土短柱轴压试件还是曲钢管混凝土压弯短柱件，计算所得的承载力均小于试验值。说明承载计算公式计算结果是偏于安全的。

4 结 语

1) 对钢管混凝土构件承载力计算公式进行验证，从试验的荷载—变形曲线来看是与韩林海得出的典型荷载—变形曲线吻合的；从计算结果来看无论是直钢管混凝土短柱轴压试件还是曲钢管混凝土压弯短柱试件，计算所得的承载力均小于试验值；韩林海提出的钢管混凝土构件的承载力计算公式可以对曲形钢管混凝土短柱试件进行计算，其结果是偏于安全的。

2) 对圆弧形钢管混凝土局部进行了试验，从试验结果可以看出，随着钢管弯曲半径的增大其承载力也会随之增大。反之，当弯曲钢管的半径越小其曲率越大，这样会在没有达到其极限承载力的情况下发生失稳破坏。

本文是在“安徽省土木工程教改示范专业”的大力支持下完成的，t在此表示衷心的感谢！

参考文献：

『11 韩林海. 钢管混凝土结构[M]. 北京：科学出版社， 2000.

【2】 韩林海, 钟善桐. 钢管混凝土力学[M]. 大连: 大连理工大学出版社, 1995.

[3] 陈肇元, 朱金铨, 吴佩刚. 高强混凝土及其应用[M]. 北京: 清华大学出版社, 1992.

[4] 臧德胜, 韦 潞. 钢管混凝土支架的研究和实验室试验 [J]. 建井技术, 2001(6).

作者简介: 王 强(1978—), 男, 河北定州人, 工学硕士, 讲师。
Tel: 13516425556, E-mail: wangql 'an妒711@163. com

收稿日期: 2007—12—05; 责任编辑: 王晓

[版权声明](#) [商铺介绍](#) [理事会章程](#) [广告招商](#) [CCTE网站联盟](#) [友情链接](#) [帮助中心](#)

主办单位: 煤矿与煤炭城市发展工作委员会

协办单位: 北京嘉诚禾力广告有限公司

联系地址: 北京市海淀区彰化路银利娜管理中心西区5号楼 邮政编码: 100097

电话: 010-51638370 传真: 010-51638371/72

E-mail: master@mtsbxxn.com mtsbxxn@163.com

网站备案号: 京ICP备05035317号

