

闭合角焊缝的扭转应力分析

王 磊 彭兴黔 许清杭

(华侨大学土木工程学院, 福建 泉州 362021; 石狮市富安钢结构工程有限公司, 福建 泉州 362700)

摘要 角焊缝扭转一般都是按照刚体转动假设来进行设计, 因为其认为危险点是离转动中心最远点. 但通过有限元软件 Ansys 对闭合角焊缝扭转进行弹塑性应力分析, 得出上述假设是不能满足实际情况的. 文中同时给出在角焊缝扭矩作用下的设计计算建议.

关键词 角焊缝, 热结, 弹塑性, 应力, 刚体转动

中图分类号 TU 391.01 **文献标识码** A

角焊缝群在扭矩作用下的设计计算, 文[1, 2] 均是按照以下原则进行的. 即认为整个焊缝群可以看作绕着某一转动中心 C (当焊缝群处在弹性范围时, 该转动中心为焊缝有效截面的形心) 转动, 扭矩在焊缝群各微段产生的应力与转动中心的距离成正比. 显然, 距转动中心最远点应力最大, 即该点为危险点. 在危险点处求得的应力, 分解成端缝受力 (垂直与焊缝长度方向的应力, 用 α 表示), 及侧缝受力 (用 τ 表示). 再根据《GB 50017-2003 钢结构设计规范》^[3] (下称“规范”) 的第 7.1.3 条规定公式 $\sqrt{\left(\frac{\alpha}{\beta}\right)^2 + \tau^2} \leq f_t^w$, 进行设计及验算. 实际上, 焊缝群的刚度不足以使焊缝群仅作刚体转动. 它必然要受到被连接件及焊缝群内部焊缝分布形式的影响, 产生不可忽略的变形, 进而影响了焊缝的应力分布. 因而角焊缝群在扭矩作用下的设计计算, 与实际状况会出现较大偏差. 根据“规范”对封闭矩形解焊缝壁进行受热设计^[4], 得出同一点 A 的应力强度计算值是不同的, 而同一点的应力强度应该是唯一的. 文[4] 认为此时应取其中较大值, 该做法只是权宜之计. 要真正解决这个问题, 关键是分析出在扭矩作用下, 闭合焊缝群在有效截面上的应力是如何分布的, 得到危险点真正位置.

1 角焊缝群扭转时的弹塑性应力分析

角焊缝群由于应力分布极其复杂, 很难有解析解, 用有限元方法进行数值计算较为理想. 考虑到焊缝群内部焊缝分布形式对焊缝群的影响, 分析 4 种截面形式. 即长边 $2a$ 与短边 $2b$ 的比值分别为 1:1, 1.5:1, 2:1, 10:1, 焊缝的本构关系 (应力强度 σ 与应变强度 ε 的关系) 采用理想弹塑性. 选择焊缝有效截面的形心连线作为代表路径. 图 1 为闭合矩形角焊缝模型, 图 2 给出了该路径上在弹性和弹塑性时, 平均应力强度 σ 的变化曲线.

从图 1 可以得出: (1) 在焊缝处于弹性时, 角点的应力强度最小, 应力强度最大的点在长边上, 离角点距离 $K \times a$ 处. K 的取值是随着长边与短边比值的 变化而变化, 且 $0 < K \leq 1$. 当 $a/b = 1$, $K = 1$ 时, 截面是正方形时, 危险点 (即应力强度最大的点) 在四边的中点处; 当 $a/b = 10$, $K = 0$ 时, 截面是狭长矩形时, 危险点在角点附近 (但这种情况实际很少见); 当 $a/b = 1.5, 2, 0 < K < 1$, 且 $a/b \neq 1$ 时, 危险点越靠近长边中点. (2) 焊缝的弹塑性应力强度是在弹性变化的基础上变化的. 对理想弹塑性材料, 达到屈服强度的点, 应力强度不发生变化, 而其附近的点发生塑性扩展; 没有达到屈服强度的点, 仍然按照弹性趋势发展. 显然, 弹塑性阶段的危险点与弹性阶段的危险点可认为是同一点.

收稿日期 2004-08-26

作者简介 王 磊 (1974-), 男, 工程师, 硕士研究生, 主要从事钢结构设计的研究. E-mail: wl1307499@163.com

© 1994-2011 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

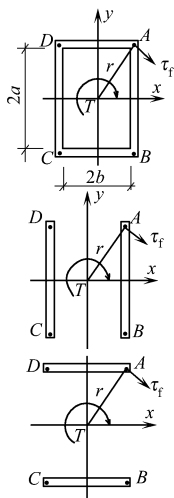


图 1 闭合矩形角焊缝模型

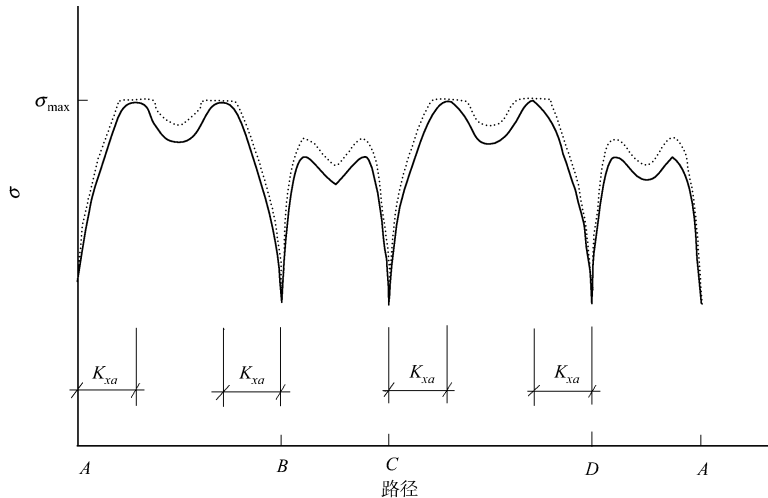


图 2 有效截面上的应力沿焊缝形心路径的变化

2 结 束 语

经 Ansys 程序分析,可以肯定地说,角焊缝群在扭矩作用下,整个焊缝群做刚性转动假设与实际情况相差很大,不能忽略被连接件及焊缝群内部焊缝分布形式的影响.同时,焊缝的危险点并不是最远点.对于矩性角焊缝群来说,焊缝的危险点在长边上随着长边与短边比值的变化而变化.由于焊缝群的形式繁多,得到一个合理的扭矩作用下的计算模型还需要大量的工作.目前,为保证设计安全和计算简便,笔者认为,在角焊缝的设计计算中,可根据文[5]的建议,将公式(1)改为 $\sqrt{\sigma_f^2 + \tau_f^2} \leq f_t^w$. 即不考虑正面角焊缝的强度设计值增大系数 $\beta = 1.22$. 这时,同一点处的应力强度是唯一的,适用于焊缝应力分析和焊缝设计.

参 考 文 献

1 陈绍蕃. 钢结构设计原理[M]. 第 2 版. 北京: 科学出版社, 1998. 269~ 272
2 沈祖炎, 陈扬骥, 陈以一. 钢结构基本原理[M]. 北京: 中国建筑工业出版社, 2000. 240~ 247
3 北京钢铁设计研究总院编. GB 50017- 2003 钢结构设计规范[S]. 北京: 中国计划出版社, 2003. 63~ 67
4 张玉敏, 陈营明. 关于连接中角焊缝弯扭问题的判别与计算方法[J]. 钢结构, 2002, 17(3): 36~ 38
5 彭兴黔. 钢结构连接和压弯构件的几个问题[J]. 钢结构, 2003, 18(5): 16~ 18

Stress Analysis on the Twisting of Closed Filled Weld

Wang Lei Peng Xingqian Xu Qinghang

(College of Civil Engineering, Huaqiao University, 362021, Quanzhou, China;
Fu An Steel Structural Engineering Limited Company, 362700, Quanzhou, China)

Abstract Twisting of filled weld is often designed according to the hypothesis of rigid body rotation. It is believed that the dangerous point is the point furthest away from the centre of rotation. However, the elastoplastic stress analysis carrying out by means of finite element software Ansys shows that the above mentioned hypothesis can not meet the practical situation.

Keywords fillet weld, twisting, elasloplasticity, stress, rigid body rotation