

FRP加固钢筋混凝土柱抗震性能研究

陈飞

大连理工大学土木建筑设计研究院有限公司

摘要:纤维增强复合材料(FRP)近年来在建筑工程加固修复领域中得到了广泛应用,对经FRP加固后的钢筋混凝土柱的抗震性能的影响因素进行研究,分析并总结了FRP加固量、剪跨比、轴压比、长细比等四个因素对FRP加固后、钢筋混凝土柱的抗震性能影响。

关键词:FRP加固;钢筋混凝土柱;抗震性能

FRP作为一种常用的加固材料,具有质量轻,强度高,耐腐蚀的特点,工程应用十分广泛。常见的有碳纤维(CFRP)、芳纶纤维(AFRP)、玻璃纤维(GFRP)以及玄武岩纤维(BFRP)等纤维复合材料。FRP加固钢筋混凝土柱的抗震性能,影响因素众多,主要有FRP加固量,剪跨比,轴压比,长细比等,本文对其进行讨论,以加深加固行业人员对《碳纤维片材加固混凝土结构技术规程》《纤维增强复合材料建设工程应用技术规范》《混凝土结构加固设计规范》等相关规范中FRP加固的理解。

一、FRP加固量

在压弯反复荷载下,研究了6根CFRP加固后钢筋混凝土柱的抗震性能,从碳纤维应变、滞回曲线和延性系数三方面进行了评价。试验结果表明:CFRP的使用不仅对钢筋混凝土柱的抗剪承载力有提高作用,而且提高了其变形能力,且随着FRP加固量的增加,试件的破坏形态由压剪脆性转变为压弯破坏,提高了延性性能。

姜浩,赵拓^[1]借助ABAQUS软件,研究了BFRP加固后的钢筋混凝土方柱,采用低周往复的加载方式对其抗震性能进行了研究。拟静力结果体现:随着纤维布层数的增加,纤维布的提高效果增加,但提高率下降。

王吉忠等^[2]研究了CFRP加固高强混凝土柱的抗震性能,对9根低周往复加载下的加固CFRP高强钢筋混凝土柱进行了有限元数值模拟和试验研究,得出随着纤维布层数的增多,构件的耗能能力提高,但不明显;有限元数值模拟结果与试验结果的滞回曲线虽有所不同,但滞回环的饱满程度的变化趋势相同,加固效果得出结论基本相同。试验与数值模拟结果表明:随着碳纤维布用量的增加,延性效果提高,但用量增加到一定程度时,延性效果提高不明显。

二、剪跨比

王苏岩等^[3]进行了13根CFRP加固的高强混凝土方柱的低周往复荷载试验,其研究表明:相同试验条件下,剪跨比越大,试件的延性越好,耗能越多。

基于OpenSees平台,以6个FRP加固圆形钢筋混凝土柱的拟静力试验结果为依据,得出随着剪跨比的增加,钢筋混凝土柱峰值荷载减小,破坏位移角逐渐变大,最后趋于稳定。

三、轴压比

顾冬生,吴刚等^[4]对5根CFRP加固的钢筋混凝土短圆柱进行了低周反复荷载下的抗震性能研究,得出:轴压比较大时,短柱延性有一定程度的提高,其破坏模式由加固前的脆性剪切破坏变为弯曲破坏,延性得到了提高。

魏洋,吴刚等^[5]进行了截面尺寸为360mm×360mm经FRP加

固后的钢筋混凝土短方柱的拟静力试验,发现加固后,柱延性系数较未加固提高了148.5%,且破坏模式为弯曲破坏,后继续增加纤维布用量,可持续提高试件延性,但效果不明显。试验表明:高轴压比的钢筋混凝土柱,通过FRP的加固,在一定程度上提高了柱的抗震性能,并改变其破坏模式。

对6根CFRP加固的钢筋混凝土异形柱建立有限元模型,对不同轴压比对异形柱抗震性能的影响进行研究,得出:试件耗能能力随轴压比增大而降低,但降低幅度变小,且加固柱在轴压比增大时,碳纤维布的约束作用,一定程度限制了其耗能能力降低。

四、长细比

郑华磊^[6]基于有限元分析平台ABAQUS分析了FRP加固后圆柱抗震性能受长细比的影响,通过对比不同长细比的钢筋混凝土柱,研究表明:随长细比的增大经过FRP加固后钢筋混凝土柱的延性系数降低,且降低速度逐渐变慢。

于峰^[7]等通过对已有的试验数据分析,研究了FRP约束钢筋混凝土柱的承载力和延性受长细比的影响。结果表明:随着长细比的增加,FRP约束的钢筋混凝土柱承载力和延性逐渐减小。

结论

综合以上研究可知,FRP加固钢筋混凝土柱抗震性能与以下因素密切相关:

1. 钢筋混凝土柱的抗震性能,随FRP加固量的增加而提升,但提升率呈下降趋势。
2. 延性越好的钢筋混凝土柱,随着剪跨比的增加,其耗能能力越强。
3. 高轴压比的钢筋混凝土柱,通过FRP的加固,可有限提高其抗震性能;加固柱的耗能能力随轴压比增加而降低。
4. FRP加固钢筋混凝土柱的延性系数,随长细比的增大而降低,且降低速度逐渐变慢。

参考文献

- [1]姜浩,赵拓.玄武岩纤维布(BFRP)加固钢筋混凝土方柱截面柱力学性能的分析[J].吉林建筑大学学报,2015,32(03):9-11.
- [2]王吉忠,王苏岩,黄承逵.CFRP加固高强混凝土柱抗震性能和延性研究[J].大连理工大学学报,2008(05):708-714.
- [3]王苏岩,余文华,曹怀超,刘毅.CFRP加固高强混凝土方柱的延性性能试验分析与计算[J].建筑科学与工程学报,2012,29(02):21-29.
- [4]顾冬生,吴刚,吴智深,蒋剑彪,魏洋.CFRP加固高轴压比钢筋混凝土短圆柱抗震性能试验研究[J].工程抗震与加固改造,2006(06):71-77.
- [5]魏洋,吴刚,吴智深,蒋剑彪,顾冬生.CFRP加固混凝土短方柱抗震性能试验研究[J].工程抗震与加固改造,2007(01):33-38+18.
- [6]郑华磊.基于长细比变化的玄武岩纤维布加固钢筋混凝土圆柱抗震性能研究[D].吉林建筑大学,2017.
- [7]于峰,牛荻涛.长细比对FRP约束混凝土柱承载力的影响[J].土木工程学报,2008(06):40-44.