

型钢混凝土梁研究现状与展望

Research Current Situation and Prospect of Steel Reinforced Concrete Beam

蒋宇

Yu Jiang

河北工程大学 中国·河北 邯郸 056038

Hebei University of Engineering, Handan, Hebei, 056038, China

摘要: 随着经济与科技的发展,超高层、大跨度结构等建筑越来越多,人们对结构设计也提出的要求也越来越高。论文主要总结了近几年型钢混凝土结构的形式或材料方面的创新与改进,对其发展状况进行了综述,并基于研究现状对下一步研究的方向提出自己的展望。

Abstract: With the development of economy and science and technology, there are more and more super high-rise buildings and long-span structures, and people put forward higher and higher requirements for structural design. This paper mainly summarizes the innovation and improvement of the form or material of steel reinforced concrete structure in recent years, summarizes its development status, and puts forward its own prospect for the next research direction based on the research status.

关键词: 型钢混凝土梁; 改进; 创新; 受弯承载力; SRC 结构

Keywords: steel reinforced concrete beam; improvement; innovation; flexural capacity; SRC structure

DOI: 10.12346/etr.v4i1.5147

1 引言

随着国民经济与科学技术的飞速发展,建筑形式与施工技术也在迅速地迭代更新,传统的钢筋混凝土结构形式已经不能满足人们的需求,新的结构形式不断涌现与发展。20世纪八九十年代,中国开始引进型钢混凝土(SRC)结构,型钢混凝土结构相比于传统钢筋混凝土具有刚度大、承载力高、抗震性能好、耐火性能好等诸多优点,但在当时仅限于科研院所或学校的研究,中国的实际工程中还罕有应用。后来随着研究的不断深入与完善,型钢混凝土结构才逐渐应用在各种各样的建筑物或构筑物的结构之中。

2 型钢混凝土结构的构造形式

型钢混凝土结构的分类是根据内部型钢的类型及布置方式来划分的。按照配置型钢的类型,可分为空腹式和实腹式两大类。空腹式构件即将角钢、槽钢等与横向型钢或箍筋焊接,使之形成空间钢管架与约束混凝土共同承担外荷载的构件;而实腹式构件一般为采用H型钢、槽钢、工字钢等钢

材作为骨架,与混凝土共同承担外荷载的构件。空腹式和实腹式的型钢混凝土结构均可作为梁、柱、框架、剪力墙或筒体,但是空腹式结构由于骨架整体性较差,其结构的稳定性、延性、刚度、强度等方面均不如实腹式型钢混凝土结构,因此多用于中、小型建筑。实腹式结构则用于大型、高层、超高层、大跨或重载的建筑物与构筑物以及对抗震性能要求较高的工程中(见图1)。

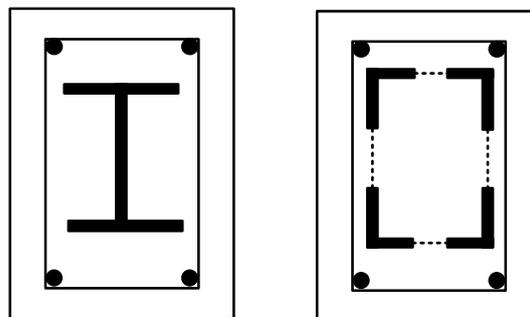


图1 常见的实腹式与空腹式型钢混凝土梁截面

【作者简介】蒋宇(1996-),男,中国河北邯郸人,硕士,从事型钢混凝土结构相关研究。

3 型钢混凝土梁的改进与创新

近几年,中国学者对型钢混凝土梁进行了许多改进,如采用新型材料,设置预应力,进行预制设计等,从不同的方面对现有型钢混凝土梁的不足进行改进使其适用于更多的工况。

孟刚^[1]将型钢超强混凝土与预应力相结合,设计了预应力型钢超强混凝土。将超强混凝土与型钢骨架相结合,弥补了超强混凝土的脆性高的缺点,增强了其结构破坏时的延性。加入预应力,改善了超强混凝土极限状态下的裂缝开展情况。通过对4根预应力超强混凝土和20根预应力钢骨超强混凝土的抗弯性能试验,研究了试件的破坏形态,分析了不同因素对抗弯性能的影响,提出了截面刚度计算公式,挠度公式与最大裂缝宽度计算公式。

于云龙^[2]设计了8根T形部分预制装配型钢混凝土梁进行单调集中荷载作用下的受弯性能试验,结合数值模拟分析了梁的开裂荷载,极限荷载,延性等受力性能。运用Abaqus模拟软件,对部分预制装配型钢混凝土梁施工和使用阶段进行深入分析,推导了部分预制装配型钢混凝土梁受弯承载力的计算公式,提出了截面选型设计方法。

郭潇酒^[3]提出部分预制装配型钢混凝土梁,将传统型钢混凝土梁进行部分预制部分现浇,改善了传统型钢混凝土梁施工工序复杂的不足,使其具有施工方便、抗震性好与承载力高等优点。笔者改进实腹式型钢形式为蜂窝型,改善了型钢与混凝土粘结不牢的情况。建立部分预制装配型钢混凝土梁的数值模型,在不同条件下进行加载,分析跨高比、型钢强度等不同因素对承载性能的影响,并给出了高跨比建议值等。最后,根据苏醒理论,提出了部分预制装配型钢混凝土梁的抗弯承载力公式。

翟建恺^[4]通过在型钢混凝土中掺入石英砂、水泥、硅灰等掺合料作为活性粉末,浇筑成型钢活性粉末混凝土梁,并通过设计8根型钢活性粉末混凝土梁进行承载力试验,采用两点加载的方式进行逐级加载,直至试件破坏。试验考查了不同参数对吃承载力的影响。经过受力机理分析,根据力的平衡方程与弯矩的平衡方程得出型钢活性粉末混凝土梁受弯承载力计算公式。按照中性轴位置将分为三种情况讨论:①中性轴在型钢上翼缘内;②中性轴在型钢腹板内;③中性轴在型钢上部的混凝土内。

4 型钢混凝土梁承载力计算公式

目前,中国对型钢混凝土梁受弯承载力的计算已经出台了相关的规范,但是在对各个影响因素的考量上还不够具体和全面。

白国良等^[5]基于平截面假定对实腹式型钢混凝土梁的试验进行研究分析,将正截面承载力计算分为三种不同的情况,分别是型钢全部受拉屈服、型钢全部受拉下翼缘屈服上翼缘未屈服、型钢下翼缘受拉屈服上翼缘受压屈服,相应的中性轴位置也可以分为不经过型钢、经过型钢上翼缘与经过型钢腹板三

种情况,并给出正截面承载力计算公式和中和轴的界限值。

最新的行业标准JGJ138—2016《组合结构设计规范》^[6]中给出了型钢混凝土框架梁和转换梁的承载力计算方法:

$$M \leq \alpha_1 f_c b x (h_0 - x/2) + f_y' A_s' (h_0 - a_s') + f_a A_a' f (h_0 - a_a') + M_{aw} \\ \alpha_1 f_c b x + f_y' A_s' + f_a A_a' - f_y A_s - f_a A_a + N_{aw} = 0$$

其中, M 为弯矩设计值; M_{aw} 为型钢腹板承受的轴向合力对型钢受拉翼缘和纵向受拉钢筋合力点的力矩; N_{aw} 为型钢腹板承受的轴向合力; α_1 为受压区混凝土压应力影响系数; f_c 为混凝土轴心抗压强度设计值; f_a 、 f_a' 为型钢抗拉、抗压强度设计值; f_y 、 f_y' 为钢筋抗拉、抗压强度设计值; A_s 、 A_s' 为受拉、受压钢筋的截面面积; A_{af} 、 A_{af}' 为型钢受拉、受压翼缘的截面面积; b 为截面宽度; h 为截面高度; h_0 为截面有效高度; x 为混凝土等效受压区高度; a_s 、 a_s' 为受拉区钢筋、型钢翼缘合力点至截面受拉边缘的距离; a_a 、 a_a' 为受压区钢筋、型钢翼缘合力点至截面受压边缘的距离; a 为型钢受拉翼缘与受拉钢筋合力点至截面受拉边缘的距离。

5 研究工作存在的问题以及展望

中国及其他国家学者对型钢混凝土结构的研究已经做了很多工作,许多学者提出了承载力计算公式,也对型钢混凝土结构进行了改良与创新,弥补其某一个方面的缺陷让其运用到更多的工程环境中。但是由于型钢混凝土结构是型钢与混凝土的组合结构,受力情况与变化比较复杂,其研究与发展还存在一些不足。

①对型钢混凝土结构的研究局限某一部分,对结构整体方面的研究还比较少,较难应用于工程实际。

②对型钢混凝土结构承载力的计算方法偏于保守且种类形式较为单一,虽然增加了安全储备,但也在一定程度上造成了材料的浪费,具有很大的优化空间。

将型钢混凝土梁的创新细致化,不仅有在材料或形式方面等研究理论层面的改进,也要积极推进施工工艺等方面的研究,使得新技术新工艺迅速地应用到现场施工中去。此外,现行的行业规范中对型钢混凝土受弯承载力的公式计算偏于保守且不够全面,仍旧需要继续完善和优化改进。

参考文献

- [1] 孟刚.部分预应力钢骨超高强混凝土梁抗弯性能研究[D].大连:大连理工大学,2014.
- [2] 于云龙.部分预制装配型钢混凝土梁基本性能及设计方法研究[D].西安:西安建筑科技大学,2017.
- [3] 郭潇酒.部分预制装配蜂窝型钢混凝土梁受弯性能研究与改进设计[D].西安:长安大学,2019.
- [4] 翟建恺.型钢活性粉末混凝土梁正截面受弯承载力试验与分析[D].扬州:扬州大学,2020.
- [5] 白国良,赵鸿铁,文双玲.实腹式型钢混凝土(SRC)梁正截面承载力计算[J].钢结构,1999(4):22-25+34.
- [6] JGJ 138—2016 组合结构设计规范[S].