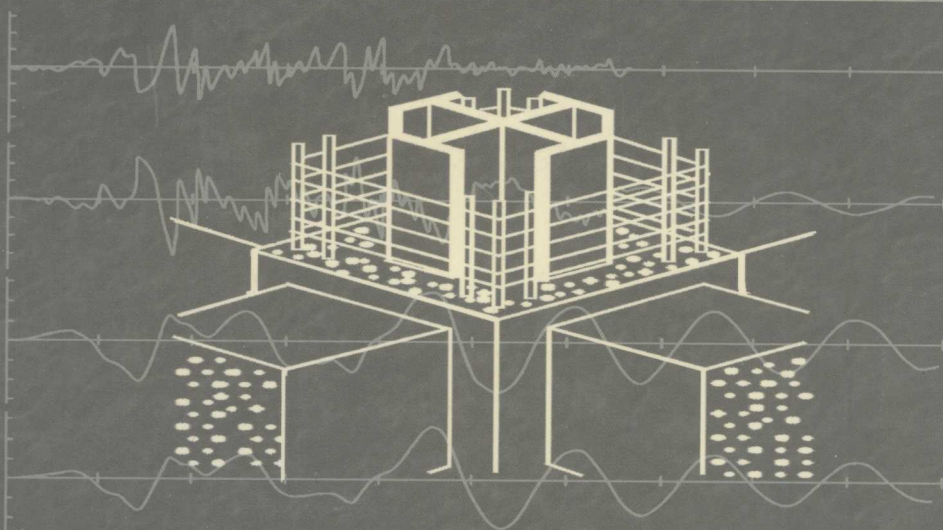


型钢钢筋混凝土 原理与设计

白国良 秦福华 著



上海科学技术出版社

型钢钢筋混凝土原理与设计

白国良 秦福华 著



上海科学技术出版社

图书在版编目(CIP)数据

型钢钢筋混凝土原理与设计/白国良,秦福华著.
上海:上海科学技术出版社,2000.1

ISBN 7-5323-5479-2

I.型... II.①白...②秦... III.①型钢-钢筋混凝土-理论②型钢-钢筋混凝土-结构设计 IV.TU37

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2000)第 32155 号

上海科学技术出版社出版发行

(上海瑞金二路 450 号 邮政编码 200020)

商务印书馆 上海印刷股份有限公司印刷

新华书店 上海发行所经销

2000 年 1 月第 1 版 2000 年 1 月第 1 次印刷

开本 850×1156 1/32 印张 8.5 插页 4 字数 200 千

印数 1—1 200 定价: 25.00 元

本书如有缺页、错装或损坏等严重质量问题,
请向本社出版科联系调换

内 容 提 要

本书是作者近年来对型钢钢筋混凝土结构受力机理、抗震性能和计算理论的研究工作及其成果的总结,并对国内外有关研究状况作了介绍。

全书共七章,主要包括型钢钢筋混凝土受弯构件基本性能及承载力分析、受弯构件的裂缝宽度计算、偏压构件基本性能及承载力分析、梁柱节点基本性能及受剪承载力、钢与混凝土组合框架模型拟动力试验研究和型钢钢筋混凝土框架结构随机地震反应分析等专题。另外,对国内外相关研究内容也作了较深入的阐述与分析。书中大部分内容取自作者的科研成果。本书对帮助读者更好地理解型钢钢筋混凝土结构的性能与机理,掌握该类结构的设计理论,并在工程中正确应用,将大有裨益。

本书的研究内容得到了国家自然科学基金、陕西省自然科学基金以及陕西省建设厅科技基金的资助。

本书可供结构工程专业的研究人员、教师、工程技术人员和大专院校的学生阅读,也可供相近专业的科技人员参考。

前 言

型钢钢筋混凝土结构因具有承载力高、变形能力强、延性性能优越、简化现场施工、适合我国国情和综合经济效益好等优点而被学术研究和工程界所关注和重视。随着型钢钢筋混凝土结构试验研究工作的广泛开展和在我国建筑业中的应用,特别是随着建筑工业向着大跨、超高层、重载荷方向的发展,型钢钢筋混凝土结构以其良好的结构性能和独特的适用性,必将成为一种有广泛应用前景的新型结构形式。

作者所在的西安建筑科技大学钢与混凝土组合结构研究室,自 80 年代中期就开始关于钢-混凝土组合结构这一领域的研究,先后承接和完成了 20 余项国家级、省部级和厅局级的相关研究项目,取得了丰富的研究成果。本书总结了作者长期以来在型钢钢筋混凝土结构方面的研究工作,其内容主要是根据作者已发表和未曾发表的科研成果撰写的。在成书的过程中,力求系统地介绍型钢钢筋混凝土构件在各种受力状态下的性能,以期适应从事这一结构的研究、设计和教学工作的同仁的需要。

书中对型钢钢筋混凝土梁、柱、节点及组合框架子结构在荷载作用下的破坏机制、受力机理、变形与耗能性能等进行了分析;对受弯、偏压、节点受剪三种基本受力构件的承载能力和受弯构件的裂缝宽度以及相应的计算方法进行了研究。基于平截面假定,根据截面中型钢所处位置不同,建立了包含型钢和混凝土应变比的梁、柱正截面承载力计算公式、相应的验算条件及中和轴的界限值。基于考虑钢(筋)与混凝土间粘结性能和混凝土保护层厚度影响的一般裂缝

理论,提出了型钢钢筋混凝土受弯构件在短期和长期荷载作用下的裂缝宽度计算方法,对裂缝宽度的最大控制值也提出了建议。同时,采用考虑变形幅值循环加载效应影响的累积损伤模型,对型钢钢筋混凝土框架柱在反复加载下的损伤发展进行了分析,对其抗震性能作了进一步讨论。型钢是影响型钢钢筋混凝土梁柱节点抗震性能和抗剪承载力的重要因素,作者提出了与现行规范协调的型钢钢筋混凝土节点抗剪承载力统一计算公式。另外,按照规范(GBJ68—84)中的方法,对节点抗剪公式进行了可靠度分析。研究和分析表明,钢与混凝土组合框架结构有较好的抗震性能,特别是具有良好的后期变形能力,强震作用时该类结构的抗倒塌能力较强。书中将地震动模拟为过滤高斯随机过程,并采用金井清功率谱,根据强震记录统计分析结果和随机极值理论,确定模型参数与地震烈度(或地震动加速度峰值)和场地土参数的定量关系;根据构件反复加载试验结果和分析,建立了型钢钢筋混凝土结构(空腹式)的光滑恢复力模型参数与结构设计参数的关系;利用等效线性化方法,提出了剪切型型钢钢筋混凝土框架结构弹塑性随机变形反应分析方法。

本书所涉及的试验和研究工作得到了导师王铁梦、姜维山、赵鸿铁三位教授的帮助,从作者攻读博士学位起至今日,他们一直给予亲切关怀和专业指导,为此谨向他们表示诚挚的谢意。作者也感谢西安建筑科技大学结构与抗震试验室的同志在试验工作中提供的大量帮助,感谢对本书研究工作提供资料和对本书涉及研究项目提供经费支持的单位和同志。倘若没有他们的帮助与支持,作者很难完成本书。全书由白国良撰写,秦福华校订。

由于作者学识水平所限,又由于研究工作本身带有探索性质,书中错误在所难免,谨请读者批评指正。

白国良

1999年3月于西安

目 录

第一章 绪论	(1)
第一节 钢-混凝土组合结构的分类和概念	(1)
第二节 型钢钢筋混凝土的构件组成及特点.....	(5)
一、构件组成.....	(5)
二、构件特性.....	(7)
第三节 型钢钢筋混凝土的研究及应用.....	(16)
一、型钢钢筋混凝土在国外的研究及发展.....	(16)
二、型钢钢筋混凝土在我国的研究及应用.....	(21)
第四节 型钢钢筋混凝土计算理论与研究意义.....	(23)
参考文献.....	(26)
 第二章 型钢钢筋混凝土受弯构件基本性能及承载力分析	(31)
第一节 型钢钢筋混凝土受弯构件正截面承载力试验研究.....	(31)
一、试件与试验.....	(31)
二、试验结果分析.....	(33)
第二节 型钢钢筋混凝土受弯构件正截面承载力分析.....	(42)
一、钢筋混凝土构件正截面承载力计算方法.....	(42)
二、型钢钢筋混凝土梁正截面承载力分析的条 件与原则.....	(43)

三、型钢钢筋混凝土梁正截面承载力计算方法·····	(46)
第三节 小结·····	(58)
参考文献·····	(60)
第三章 型钢钢筋混凝土受弯构件的裂缝宽度计算·····	(61)
第一节 型钢钢筋混凝土受弯构件临界裂缝控制值·····	(61)
第二节 混凝土构件裂缝宽度计算的一般理论·····	(62)
第三节 型钢钢筋混凝土受弯构件裂缝宽度试验研究·····	(64)
一、试件与试验·····	(64)
二、主要试验结果及分析·····	(66)
第四节 型钢钢筋混凝土受弯构件裂缝宽度计算·····	(73)
一、平均裂缝间距计算·····	(73)
二、裂缝截面受拉钢筋和型钢下翼缘应力·····	(77)
三、裂缝宽度计算公式·····	(78)
第五节 小结·····	(83)
参考文献·····	(84)
第四章 型钢钢筋混凝土偏压构件基本性能及承载力分析·····	(86)
第一节 型钢钢筋混凝土偏压构件正截面承载力试验研究·····	(86)
一、试件与试验·····	(86)
二、试验结果分析·····	(88)
第二节 型钢钢筋混凝土偏压构件正截面承载力分析·····	(103)
一、纵向弯曲作用对柱承载力影响的考虑·····	(103)

二、型钢钢筋混凝土偏压柱正截面承载力计算·····	(106)
第三节 型钢钢筋混凝土框架柱的损伤分析·····	(119)
一、损伤值的概念和损伤评价·····	(119)
二、型钢钢筋混凝土框架柱的弹塑性反应损伤 分析·····	(126)
第四节 小结·····	(135)
参考文献·····	(136)
 第五章 型钢钢筋混凝土梁柱节点基本性能及受剪 承载力·····	(139)
第一节 节点试验研究·····	(140)
一、节点研究的试件与试验·····	(140)
二、型钢钢筋混凝土节点的受力和破坏·····	(144)
第二节 型钢钢筋混凝土梁柱节点的基本性能 分析·····	(147)
一、受剪能力·····	(147)
二、延性与耗能能力·····	(150)
第三节 型钢钢筋混凝土节点的受力机理及承载力 分析·····	(153)
一、受力机理简述·····	(153)
二、型钢钢筋混凝土节点的受剪机理及承载力 分析·····	(155)
三、型钢钢筋混凝土受剪承载力计算·····	(163)
第四节 型钢钢筋混凝土节点承载力极限状态 下的可靠度分析·····	(166)
一、型钢钢筋混凝土构件可靠指标 β 值的计算 方法·····	(166)
二、型钢钢筋混凝土节点受剪承载力公式的可靠	

指标·····	(169)
第五节 小结·····	(172)
参考文献·····	(173)
第六章 钢与混凝土组合框架模型拟动力试验研究 ·····	(176)
第一节 结构抗震试验方法·····	(176)
一、结构抗震试验的类别·····	(176)
二、涉及的几种抗震试验方法及其评价·····	(179)
第二节 等效单自由度体系拟动力试验的理论 基础·····	(186)
一、拟动力试验基本原理·····	(186)
二、拟动力试验中的数值解法·····	(190)
三、拟动力试验中关键因素影响的考虑·····	(195)
第三节 两跨三层钢梁-型钢钢筋混凝土柱组合 框架模型拟动力试验研究·····	(200)
一、模型的相似条件·····	(200)
二、试件和试验·····	(204)
三、主要试验结果及分析·····	(210)
第四节 小结·····	(221)
参考文献·····	(223)
第七章 型钢钢筋混凝土框架结构随机地震反应 分析 ·····	(226)
第一节 引言·····	(226)
一、水平静力抗震理论·····	(227)
二、反应谱理论(准动力理论)·····	(227)
三、动力理论·····	(228)
第二节 地震动输入·····	(230)

一、地震动随机过程模型.....	(230)
二、模型中参数的确定.....	(231)
第三节 剪切型多层型钢钢筋混凝土框架结构 的弹塑性随机地震反应分析.....	(234)
一、非线性体系随机反应分析的等效线性化 方法.....	(235)
二、型钢钢筋混凝土框架结构恢复力骨架曲线 的特征点.....	(236)
三、剪切型多层型钢钢筋混凝土框架的弹塑性 随机地震反应分析.....	(240)
第四节 小结.....	(246)
参考文献.....	(247)
附录.....	(249)

CONTENTS

Chapte 1 Introduction	(1)
1.1 Category and Conception of Composite Structures of Steel and Concrete	(1)
1.2 Composition of Members and Distinguishing Features of Steel Reinforced Concrete	(5)
1.2.1 Composition of Members	(5)
1.2.2 Characteristic of Members	(7)
1.3 Researches and Applications of Steel Reinforced Concrete Structure	(16)
1.3.1 Researches and Developments of Steel Reinforced Concrete Structure at Abroad ...	(16)
1.3.2 Researches and Practice of Steel Reinforced Concrete Structures at Home	(21)
1.4 Computational Theory and Research Meaning of Steel Reinforced Concrete	(23)
References	(26)
Chapter 2 Analyses of Bearing Capacities and Basic Behaviors of Steel Reinforced Concrete Members with Flexure	(31)
2.1 Experimental Study of Steel Reinforced Concrete Members for Flexural Bearing Capacity	(31)
2.1.1 Specimen and Experiment	(31)

2. 1. 2	Experimental Results and Analyses	(33)
2. 2	Analyses of Flexural Bearing Capacity on Steel Reinforced Members	(42)
2. 2. 1	Computational Method of Flexural Bearing Capacity on Reinforced Concrete Members	(42)
2. 2. 2	Principle and Requirement of Bearing Capacity Analyses on Steel Reinforced Concrete Beam	(43)
2. 2. 3	Computational Methods of Bearing Capacity on Steel Reinforced Concrete Beam	(46)
2. 3	Brief Summary	(58)
	References	(60)
Chapter 3	Calculation of Crack Width on Steel Reinforced Concrete Members with Flexure	(61)
3. 1	Critical Value of Crack Width on Steel Reinforced Concrete Members with Flexure	(61)
3. 2	General Theory of Calculation of Crack Width on Concrete Members	(62)
3. 3	Experimental Study of Crack Width on Steel Reinforced Concrete Members with Flexure	(64)
3. 3. 1	Specimen and Experiment	(64)
3. 3. 2	Main Experimental Results and Analyses	(66)
3. 4	Calculation of Crack Width on Steel Reinforced Concrete Members with Flexure	(73)
3. 4. 1	Calculation of Mean Crack Spacing	(73)
3. 4. 2	Stresses of Tension Reinforcement and Lower Flange of Steel in Crack Section	(77)

3.4.3	Calculating Formulas for Crack Width	(78)
3.5	Brief Summary	(83)
	References	(84)
Chapter 4 Basic Behaviors and Analyses of Bearing		
Capacity of Steel Reinforced Concrete		
	Members with Compression and Flexure	(86)
4.1	Experimental Study on Flexural Bearing Capacity of Steel Reinforced Concrete Members with Compression And Flexure	(86)
4.1.1	Specimen and Experiment	(86)
4.1.2	Analyses of Experimental Results	(88)
4.2	Analyses on Flexural Bearing Capacity of Steel Reinforced Concrete Members with Compression and Flexure	(103)
4.2.1	Consideration for Effects of Longitudinal Bow on Bearing Capacity	(103)
4.2.2	Calculation on Flexural Bearing Capacity of Steel Reinforced Concrete Frame Column with Compression and Flexure	(106)
4.3	Damage Analyses on Steel Reinforced Concrete Frame Columns	(119)
4.3.1	Concept of Damage Value and Damage Evaluation	(119)
4.3.2	Damage Analyses of Elasto-Plastic Responses on Steel Reinforced Concrete Frame Columns	(126)
4.4	Brief Summary	(135)
	References	(136)

Chapter 5 Basic Behaviors and Shearing Bearing Capacity of Steel Reinforced Concrete Beam-Column

Joints	(139)
5.1 Experiment Study of Steel Reinforced Concrete Beam-Column Joints	(140)
5.1.1 Specimens and Experiments of Joint Research	(140)
5.1.2 Failure Process of Joints under Shear Force	(144)
5.2 Analyses of Basic Behaviors of Joints	(147)
5.2.1 Shearing Strength	(147)
5.2.2 Ductility and Ability of Energy Dissipation	(150)
5.3 Analyses of Mechanism and Shearing Bearing Capacity of Joints	(153)
5.3.1 Brief Comments on Mechanism of Joints under Shear Force	(153)
5.3.2 Analyses of Shearing Mechanism and Shearing Bearing Capacity of Joints	(155)
5.3.3 Calculation of Shearing Bearing Capacity of Joints	(163)
5.4 Analyses of Reliability of Steel Reinforced Concrete Beam-Column Joints under Ultimate Strength	(166)
5.4.1 Calculating Method of Reliability Index β of Steel Reinforced Concrete Members	(166)
5.4.2 Reliability Index of the Shear Formula of Beam-Column Joints	(169)
5.5 Brief Summary	(172)

References	(173)
Chapter 6 Experimental Study of Steel and Concrete Composite Model Frame under Pseudo-Dynamic Loads	(176)
6.1 Experimental Methods of Seismic Structures ...	(176)
6.1.1 Categories of Seismic Test of Structures ...	(176)
6.1.2 Several Experimental Methods and Evaluation of Seismic Structures	(179)
6.2 Theory of Pseudo-Dynamic Test as Equivalent Single-Degree of Freedom System	(186)
6.2.1 Fundamental Principles of Pseudo-Dynamic Test	(186)
6.2.2 Numerical Integration in Pseudo-Dynamic Test	(190)
6.2.3 Consideration for Key Factors of Pseudo-Dynamic Test	(195)
6.3 Experimental Study on Seismic Behaviors of Two-Bay and Three-Story Composite Frame Composed of Steel Beams and Steel Reinforced Concrete Columns	(200)
6.3.1 Similar Requirements of Model Frame	(200)
6.3.2 Specimen and Experiment	(204)
6.3.3 Main Experimental Results and Analyses ...	(210)
6.4 Brief Summary	(221)
References	(223)
Chapter 7 Analyses on Elastoplastic Random Seismic Response to Steel Reinforced Concrete Frame	(226)

7.1	Introduction	(226)
7.1.1	Horizontal Seismic Static Theory	(227)
7.1.2	Response Spectral Theory (Quasidynamic Theory)	(227)
7.1.3	Dynamic Theory	(228)
7.2	Input of Ground Motion	(230)
7.2.1	Model of Random Process of Ground Motion	(230)
7.2.2	Determination of Model Factors	(231)
7.3	Analyses of Random Elastoplastic Response for Multistory Shear-Type Structure of Steel Reinforced Concrete Frame	(234)
7.3.1	Equivalent Linearization Method of Nonlinear System	(235)
7.3.2	Characteristic Points of Skeleton Curve of Steel Reinforced Concrete Frame Restoring Force	(236)
7.3.3	Elastoplastic Random Seismic Response Analyses of Shearing Model Steel Reinforced Concrete Frame	(240)
7.4	Brief Summary	(246)
	References	(247)
Appendix		(249)