

土建结构设计中结构安全的要点研究

安文轩

河北省建筑材料工业设计研究院有限公司 河北石家庄 050000

摘要: 土建结构设计作为工程建设的核心, 它的安全直接影响着建筑物使用寿命及人员安全。伴随着城市化进程加快与建筑技术发展, 建筑功能性, 美观性与安全性需求与日俱增。所以对土建结构设计的结构安全要点进行研究是有一定实际意义的。文章旨在对土建结构设计关键安全要素进行分析, 并提出行之有效的安全保障, 为土建结构设计、保障建筑物安全、可靠提供理论支持与实践指导。

关键词: 土建结构; 结构设计; 结构安全

引言

近些年来, 伴随着中国经济的飞速发展, 城市建设也在持续进行中, 大型土建工程项目层出不穷。但是建筑安全事故却频频发生, 对社会造成重大经济损失与人员伤亡。这类事故往往和土建结构设计安全问题息息相关。比如结构设计的不合理, 选材的不恰当以及对施工质量的不严格把控, 均会使建筑物的使用存在隐患。所以, 在土建结构设计过程中对结构安全要点进行研究, 并对提高设计与施工安全水平的方法进行探讨是目前我国土建工程领域急需解决的一个重要问题。基于这一背景, 我国政府及地方政府相继颁布了多项相关标准与规范, 目的在于提升建筑设计与施工中的安全。例如, 《建筑结构设计规范》(GB 50010-2010) 和《建筑抗震设计规范》(GB 50011-2010) 等文档, 都为建筑结构设计、建设和验收过程设定了明确的标准。

一、土建结构设计中结构安全的要点研究

1. 土建结构设计概述

土建结构设计就是在土木工程建设过程中为保证建筑物安全, 稳定以及使用功能而对材料, 结构体系以及构件参数等进行合理选择并经过系统设计计算后所完成的一系列任务。它的主要目的是确保建筑在使用时能够承受各种不同的荷载和外部环境的影响, 这包括静态荷载、动态荷载、风力荷载和地震荷载等。在进行设计时, 要考虑到的关键参数主要有结构刚度, 强度, 稳定性以及耐久性等。结构刚度主要与构件大小及形状、材料弹性模量有关; 结构强度又和材料抗压强度和抗拉强度有关; 结构稳定性的要求是结构在多种载荷的作用下不会失稳和倒塌; 对于结构的耐久性, 它需要在长时间的使

用过程中, 具备对抗各种环境因素如湿度、温度波动和化学物质腐蚀的能力。在土建结构设计过程中, 设计师需要按照《建筑结构设计规范》、《建筑抗震设计规范》等有关规范、标准来完成, 这样才能保证设计科学、安全。在现代土建结构设计中, 我们还融入了尖端的计算机辅助设计手段, 利用有限元分析等技术手段, 对结构在各种环境下的受力状况进行了精确的模拟, 从而达到优化设计方案、提高结构安全性、经济性的目的。通过运用这些方法与技术, 土建结构设计保证建筑物的安全性与适用性, 还能有效降低工程成本与施工效率。

2. 结构设计的基本原则

结构设计基本原则涉及到安全性、经济性、实用性等方面, 并贯穿于设计全过程。安全性是结构设计中最重要原则, 它要求建筑物在多种荷载及环境作用下要有足够的承载能力及稳定性, 以免结构出现损伤或失稳现象。经济性强调在保证安全与功能的同时, 通过合理设计与材料选择使工程成本最小化、资源优化配置、成本效益达到最大化。实用性原则强调所设计的结构不仅要满足建筑物的功能需求, 还需要考虑施工的可行性和使用的便利性, 以确保结构设计能够有效地转化为实际的工程项目。在进行设计时, 要将上述原则加以考虑, 并通过科学计算及合理构造措施来选择合适的结构体系及构件形式。比如在进行高层建筑设计时, 必须要通过准确的力学计算来保证结构有足够大的抗侧力刚度以及稳定性, 还要选择高强度材料以及新的施工工艺才能达到经济有效的目的。将现代计算机辅助设计技术与先进施工管理手段相结合, 结构设计在保证建筑物安全性与经济性的同时, 也提高了施工效率与质量, 满足了使用功能与美观的要求, 使结构设计达到全面优化。

二、土建结构设计中常见的安全问题

1. 结构设计不合理

结构设计的不合理会体现在很多方面，常见的问题有设计参数的选取不恰当、结构体系的布局不合理等等。设计参数的选取不当会造成结构承载能力的不足或者材料的浪费，如没有充分考虑荷载和环境的影响会造成结构强度的不足等；并且结构体系的不合理布置会造成结构刚度的不足或者稳定性较差，例如结构的不合理布置会引起荷载分布不均等问题。这些问题如果长期得不到解决，就会给建筑物的使用带来安全隐患甚至造成无法弥补的意外。所以在结构设计中，一定要综合考虑各方面因素，对设计参数进行合理选取，对结构体系进行合理布局，保证结构设计的科学性、合理性、安全性以及稳定性。

2. 材料选择不当

选材不当，会给结构设计带来严重隐患。常见的问题有材料的性能达不到要求，材料的使用方法不当。所选材料若缺乏强度或者耐久性，就会造成结构受力过程中的不稳定甚至损伤；而且如果材料使用不规范，如不按规范要求存放，加工或者施工等，还可能导致结构质量缺陷。这些问题会导致建筑物使用寿命减少，甚至严重威胁到人与财产安全。所以在结构设计时，一定要根据实际需要选用适当的材料以保证其具备要求的力学性能及耐久性，并在严格按标准规范要求购买，运输材料、贮存及施工过程中确保结构安全可靠。

3. 施工质量控制不严

施工质量控制不严，会使建筑物出现严重隐患。施工中如果出现质量控制不严格，例如工艺操作不够规范，施工人员技术水平较低或者是施工材料的质量不过关等问题都会对结构的安全与稳定造成直接的影响。这一状况会使建筑物在服役期间产生裂缝，倾斜等质量问题甚至造成结构的严重破坏或者坍塌事故。所以在施工过程中要严格按照有关规范和标准进行，保证施工质量达到设计要求，其中包括材料检测，施工工艺控制和施工人员技术培训。只有采取严格质量控制措施才能够切实保证建筑物结构安全与使用稳定，保证工程质量符合预期标准。

三、提高土建结构设计安全性的关键要点

1. 荷载计算与分析

土建结构设计时荷载计算和分析是保证结构安全最核心的一环。荷载有恒载，活载，偶然荷载3种。恒载主要由结构自重及附属物重量两部分组成，例如混凝土

体积密度是 25kN/m^3 ，与体积相乘可得恒载。活载指使用时引起的可变荷载，如办公楼标准活载 $2.5\text{kN}\cdot\text{m}^2$ 。这种荷载因建筑物使用功能不同而有差异，例如住宅建筑，仓库及公共建筑，标准值有 $1.5\text{kN}\cdot\text{m}^2$ 、 $5.0\text{kN}\cdot\text{m}^2$ 及 $3.0\text{kN}\cdot\text{m}^2$ 。偶然荷载如风荷载和地震荷载，风荷载根据基本风速计算，公式为 $P=0.613 \times V^2$ （ V 为基本风速，单位为 m/s ），地震荷载需视地震烈度及建筑物重要性系数而定，通常采用的地震力计算公式是 $F=\alpha \times W$ ，式中 α 是地震影响系数， W 是建筑物重力荷载的代表值。

在荷载计算的基础公式中，荷载效应的组合公式是 $\Sigma_n=1 \gamma_i \times Q_i$ ，其中 γ_i 是荷载的分项系数，通常的取值范围是1.2到1.5，而 Q_i 是荷载的标准值。不同荷载组合，例如基本组合，偶然组合，以及其它需考虑荷载效应影响的各种最不利的组合状况。基本组合一般考虑恒载与活载两种情况，偶然组合需要考虑恒载，活载与偶然荷载综合影响。为保证结构在多种荷载作用下安全，荷载空间分布及作用位置亦是荷载分析应着重关注的问题。静力分析与动力分析常被采用，利用这几种方法可测定荷载作用后结构内力与变形。如在高层建筑风荷载分析中，需计算出不同高度上风压值和考虑风振效应引起的结构效应。

风荷载与地震荷载计算还需要综合考虑建筑物抗风，抗震设计要求。风荷载计算需要综合考虑建筑物迎风面形状，地表粗糙度及高度变化等因素对风压分布规律的影响，通常采用的经验公式主要有风压系数法与等效静力法。在进行地震荷载的计算时，我们需要使用反应谱分析法或时程分析法，这样可以通过输入地震的波动数据来模拟建筑物在地震影响下的行为。对多层或者高层建筑也需要对多自由度体系进行动力分析才能得到其基底剪力及层间位移角。

2. 结构构件的设计

就土建结构设计而言，其结构构件是确保建筑整体安全和稳定性的关键环节。在设计中需要考虑构件大小，形状，材料强度以及其稳定性等因素。对梁，柱，板类主要构件的截面尺寸及配筋都需要经过计算来决定。在梁体设计中需要综合考虑弯矩，剪力以及挠度等因素，依据梁体跨度，荷载情况等来计算梁体弯矩 M 与剪力 V ；确定梁体截面高 h 与宽 b ；通过配筋计算来确定梁体纵向钢筋与箍筋布置。柱的设计需考虑轴向压力、弯矩及长细比，根据荷载大小和柱的高宽比，计算轴压比 $N/f_c A$ ，其中 N 为轴向力， f_c 是混凝土的抗压强度， A 是柱截面的面积以保证不大于规范限值。

板料设计时需要考虑板料厚度及配筋等因素,以保证板料在使用荷载作用下不会产生过大的变形及开裂。板厚一般以跨度的三分之一到四分之一为选取范围,配筋以弯矩计算为基础。对钢筋混凝土构件也需要考虑混凝土保护层的厚度以保证钢筋不会被侵蚀。墙体需要从承载力与稳定性两个方面来考虑,尤其剪力墙需要按照抗震设计的要求来配筋以保证其在震后具有足够延性与抗震性能。

实际设计时也需要考虑构件间的连接方式以保证接头处具有足够强的刚度,例如梁柱节点设计需要满足规范要求等,通过合理的设计与详细的计算,保证了各构件在多种荷载作用下能够安全运行,进而保障了整个结构体系运行的安全性与稳定性。

3. 结构体系的整体设计

就土建结构设计而言,对结构体系进行整体设计对于保证建筑物的安全性与功能性具有十分重要意义,设计中需要考虑建筑物荷载传递路径、构件布置、结构刚度、整体稳定性等因素。合适的结构布局构成了设计的根基,通过挑选适当的结构类型,例如框架结构、剪力墙结构或者框架与剪力墙的混合结构,能够有效地进行荷载的分配和传递。框架结构适合对空间要求大的建筑物,剪力墙结构适合高层建筑并提供较好的侧向刚度及稳定性。

设计时,需进行静力及动力分析计算以保证结构在恒载,活载,风荷载及地震荷载作用下有较好的承载力及变形能力。结构刚度作为评价结构抵抗侧向荷载能力大小的一个关键参数,可通过对构件尺寸、选材及结构布置等方面进行调整来达到优化结构刚度及减小位移与变形。比如高层建筑一般都会采用增加剪力墙的数量、优化布置等措施来提高建筑的抗风、抗震性能。

连接设计又是整体设计的一个重要步骤,梁柱节点、墙板连接等需要保证足够的强度与延性才能保证整体结构承受荷载时整体性与连续性好。合理的连接设计既增强了结构整体的稳定性,又可以在地震这种极端情况下对能量进行有效吸收与耗散,从而避免其发生脆性破坏。

为确保设计方案既科学又安全,必须严格按照国家及地方的设计准则和标准来执行,例如《建筑结构荷载规范》(GB 50009)和《建筑抗震设计规范》(GB 50011)。通过综合整体设计并兼顾构件间协同作用可以有效地提高建筑结构安全性与耐久性,保证建筑物全寿命范围内可靠性能。

4. 抗震设计

就土建结构设计而言,抗震设计对保证建筑物震后安全至关重要。设计必须符合建筑抗震设计规范GB 50011的规定,通过合理选择结构体系和构件布局,可以提升建筑的抗震性能。抗震设计基本原理包括降低结构自重,均匀分布刚度与质量,加强结构整体性与延性等内容。地震作用下,结构需承受水平和垂直地震力,水平地震力计算公式为 $F = \alpha \times W$,其中 F 为地震力, α 为地震影响系数, W 为结构自重。由地震烈度、场地类别、建筑物重要性系数等因素,决定地震影响系数 α 的大小。

框架结构、剪力墙结构以及框架-剪力墙混合结构等抗震结构形式较为普遍,框架结构在梁柱尺寸及节点设计上的合理性增加了抗侧向刚度及延性,剪力墙结构是通过增加剪力墙的数量和优化其布局来提高抗侧向刚度和承载能力的,框架-剪力墙混合结构综合了二者优势,并提供了较好的抗震性能。构件设计需要保证在地震中有足够延性以避免脆性破坏。梁柱节点设计需要确保塑性铰区具有足够延性,并通过增加箍筋和增加混凝土强度来改善其抗震性能。剪力墙设计中需要综合考虑墙体配筋,厚度及开洞部位等因素,以保证其在水平地震力的作用下具有较好的变形能力。

结束语

综上所述,合理地进行荷载计算及分析,科学地进行结构构件设计,综合地进行整体结构设计,严谨地进行抗震设计等是保证建筑物安全、稳定、耐久等性能的主要因素。研究表明,遵照国家及地方设计规范及标准并配合先进设计技术及材料应用,可显著增强结构安全性及可靠性。需要在实践中不断总结经验、优化设计方法、积极利用新技术、新材料来处理复杂多变的工程环境。

参考文献

- [1] 于荣华. 变电站土建设计中的结构安全性与耐久性分析[J]. 城市建设理论研究(电子版), 2018(28): 87.
- [2] 侯金粟. 关于土建结构设计中如何把握结构安全的要点分析[J]. 建材与装饰, 2018(24): 105.
- [3] 陈凌. 土建设计中结构安全及耐久性能简述[J]. 四川水泥, 2018(03): 105.
- [4] 陈舒科. 土建结构设计中如何把握结构安全的要点[J]. 低碳世界, 2018(02): 188-189.