

浅谈岩土工程勘察在结构设计中的应用

申强利 董国松

河南省地质局生态环境地质服务中心, 河南 郑州 450003

[摘要]在复杂多变的地质环境中,工程所面临的挑战变得越来越多样化。地质条件的不同会直接影响到结构的稳定性和可持续性。而岩土工程勘察作为解决这些挑战的前提,通过获取关键的地质数据,为结构设计提供了坚实的基础。随着科技的进步,新型的勘察技术不断涌现,为提高勘察效率和数据准确性提供了更多可能性。因此,深入了解岩土工程勘察在结构设计中的应用,对于推动土木工程的发展具有重要的现实意义。

[关键词]岩土工程;勘察;结构设计

DOI: 10.33142/ect.v2i3.11748

中图分类号: TU195

文献标识码: A

Brief Discussion on the Application of Geotechnical Engineering Survey in Structural Design

SHEN Qiangli, DONG Guosong

Ecological Environment Geological Service Center of He'nan Geological Bureau, Zhengzhou, He'nan, 450003, China

Abstract: In complex and ever-changing geological environments, engineering faces increasingly diverse challenges. Different geological conditions directly affect the stability and sustainability of structures. As a prerequisite for solving these challenges, geotechnical investigation provides a solid foundation for structural design by obtaining key geological data. With the advancement of technology, new survey technologies continue to emerge, providing more possibilities for improving survey efficiency and data accuracy. Therefore, a deep understanding of the application of geotechnical investigation in structural design is of great practical significance for promoting the development of civil engineering.

Keywords: geotechnical engineering; survey; structural design

引言

岩土工程作为土木工程领域的重要分支,关系到工程的稳定性、安全性以及长期使用的可行性。在结构设计中岩土工程勘察起着不可或缺的作用。深入了解工程地质条件、地下水情况和土壤特性,对于科学合理地规划结构设计、选择合适的基础施工方案至关重要。文章将探讨岩土工程勘察在结构设计中的意义,以及背后的科学原理和方法,从而更好地认识岩土工程在土木工程中的重要性。

1 岩土工程勘察概述

岩土工程勘察是建筑工程中至关重要的环节之一,旨在系统深入了解工程地质、地下水等情况,为结构设计和地基基础施工提供必要数据支持。岩土工程勘察包括可行性研究、初步勘察以及详细勘察等不同层次,每个层次都在项目的不同阶段发挥着独特的作用^[1]。可行性研究勘察旨在全面了解工程区域的地质、水文、气象等自然环境因素,为后续的工程规划和设计提供科学依据。初步勘察则更加侧重于对地质条件的初步把握,通过野外实地考察和取样分析,初步揭示地下情况,为工程设计提供初步数据支持。而详细勘察则是岩土工程勘察的重要环节,通过深入、细致的地质、水文勘测,获取准确的岩土数据,为结构设计和地基处理提供详实基础。

2 岩土工程勘察在结构设计中的重要性

2.1 地质和地下水条件对结构的影响

地质和地下水条件是岩土工程勘察中至关重要的因素,对结构的设计和施工产生深刻而直接的影响。地质条件涵盖了地层性质、层理分布、岩石的强度等方面,而地下水条件则包括地下水位、水质、水文特性等。这两者的复杂相互作用在结构工程中表现得尤为显著。地质条件的异质性使得结构所处地区的地质状况差异较大。不同地质条件下地层的强度和变形特性会有显著的变化。为此,我们可考虑使用如下简化的双参数模型:

$$\sigma = C \cdot \exp(-m \cdot z) \quad (1)$$

其中, σ 为地层有效应力, C 为地层强度的基准值, m 为地层的强度衰减系数, z 为深度。这个模型可以帮助工程师更好地理解地质条件对结构的垂直荷载的影响。地下水条件的影响可通过水文参数进行量化。例如,考虑地下水位对基础承载力的影响,我们可以采用 Terzaghi 的经典公式:

$$q_u = \gamma \cdot D_f + \gamma_w \cdot (D - D_f) \quad (2)$$

其中, q_u 为不考虑剪切强度时的基础承载力, γ 为土壤的单位重, D_f 为有效基础深度, γ_w 为水的单位重, D 为地下水位深度。这一公式体现了地下水位对基础承载力的直接影响,为结构设计提供了定量的参考。在实际工程中,

通过对地质和地下水条件的详尽调查,结合相应的数学模型,可以更准确地评估结构所面临的地质环境,从而为合理的结构设计和稳定的施工方案提供可靠支持。

2.2 地基基础设计中的岩土工程勘察

地基基础设计中的岩土工程勘察是确保结构稳定性和安全性的关键步骤。岩土工程勘察直接影响到地基基础的设计参数和施工方案,因此需要充分考虑工程所处地区的地质情况。在地基基础设计中,土壤的承载力是一个关键参数。Terzaghi 于 1943 年提出的承载力公式是一个经典而广泛应用的模型:

$$q_c = c \cdot N_c + \gamma \cdot D_f \cdot N_q + 0.5 \cdot \gamma \cdot B \cdot N_\gamma \quad (3)$$

其中, q_c 为土壤的承载力, c 为土壤的黏聚力, N_c 、 N_q 、 N_γ 分别为 CPT (锥形负荷 静探) 测试结果的相应标准化系数, γ 为土壤的单位重, D_f 为有效基础深度, B 为基础的宽度。此外,在岩土工程勘察中,为了更全面地了解土层的力学性质,还可以通过标贯试验等方式获取土壤的动力性质。基于动力性质的计算方法也在工程实践中得到广泛应用。例如,动力勘察结果可用于计算土壤的动力承载力:

$$q_d = A \cdot N_{60} \cdot \left(\frac{S_u}{100}\right)^2 \quad (4)$$

其中, q_d 为土壤的动力承载力, A 为经验系数, N_{60} 为标贯击数, S_u 为相对密实度。这个公式考虑了土壤的动力特性,为地基基础设计提供了更为综合的信息。因此,岩土工程勘察在地基基础设计中的重要性体现在其对土壤力学性质的详细了解,以及这些性质在经典承载力公式和动力计算方法中的应用。通过科学合理的勘察和计算,可以为地基基础的设计提供准确的参数,确保结构在不同地质环境下的稳定性

2.3 结构稳定性与岩土工程勘察的关系

结构稳定性与岩土工程勘察之间存在紧密而不可忽视的关系。岩土工程勘察为结构的稳定性提供了基础数据,通过深入了解地质、土壤等地层特性,为结构设计和基础处理提供了必要的依据。首先,岩土工程勘察对于结构的地基基础设计起到了关键的指导作用。通过详细勘察获取的数据,包括地层的强度、土壤的承载力等参数,直接参与了地基基础设计的计算和决策过程。这些数据的准确性和全面性直接决定了基础的稳定性。其次,岩土工程勘察为结构设计提供了地质条件下的荷载分析基础。结构在地下土壤中受到来自不同方向和不同性质的荷载,这些荷载与土壤的力学特性密切相关。岩土工程勘察的数据可以用于地基荷载的合理分析和计算,确保结构在各种荷载作用下的稳定性。此外,对于特殊地质条件,如岩溶地区、地震多发地区等,岩土工程勘察还为结构在这些环境中的稳定性提供了特殊的考虑因素。例如,在地震设计中,通过了解地下岩土层的地震响应特性,可以有针对性地进行结构抗震设计,提高结构在地震作用下的稳定性。因此,岩

土工程勘察直接关系到结构的整体稳定性。通过对地质、土壤等地层特性的详实了解,岩土工程勘察为结构提供了全面的、科学的依据,确保了结构在复杂多变的地质条件下的稳定性和安全性。

2.4 岩土工程勘察在地震设计中的应用

岩土工程勘察在地震设计中扮演着至关重要的角色。地震是一种破坏性极大的自然力量,而地质条件对地震响应有着直接而深刻的影响。岩土工程勘察通过深入了解地质特征,为地震设计提供了关键的数据支持。首先,岩土工程勘察通过分析地层的特性,确定土壤类型、土壤层厚度、动力参数等关键信息,为地震荷载的传递提供了基础。地震荷载是结构在地震作用下所承受的力,而土壤的动力特性对地震荷载的传递起到了至关重要的中介作用。其次,岩土工程勘察通过研究地下水的分布和变化情况,对地震响应提供了重要信息。地下水的存在会影响土壤的刚度和承载力,从而对结构的地震响应产生直接影响。岩土工程勘察的数据能够为地震设计提供准确的水文地质信息,使得结构在地震作用下更为可靠。此外,对于潜在的地震风险区域,岩土工程勘察也能够为结构的地震抗力设计提供关键依据。通过对地质和土壤的综合分析,结合地震荷载计算,设计师可以更准确地评估结构在地震中的稳定性,从而有针对性地进行抗震设计。

3 岩土工程勘察方法和技术

3.1 地质调查方法

地质调查是岩土工程勘察中的重要环节,旨在全面了解工程区域的地质特征,为结构设计和地基基础施工提供可靠的地质数据。地质调查方法的选择和执行直接关系到勘察结果的准确性和全面性。一种常用的地质调查方法是现场地质勘察。通过实地考察,勘察人员可以直接观察地层的分布、岩石的性质、地表形态等,获取直观的地质信息^[2]。此外,现场勘察还包括对土壤和岩石样本的采集,这对后续室内试验提供了实验数据支持。另一种重要的地质调查方法是地球物理勘探。地球物理方法包括地震勘探、电法勘探、重力勘探等,通过测定地下物质的物理性质,如密度、电阻率等,以推断地层结构和地质性质。地球物理勘探可以在较大范围内获取地质信息,为地质条件的立体认识提供有力手段。此外,卫星遥感技术也在地质调查中得到广泛应用。卫星影像可以提供大范围、高分辨率的地表信息,用于识别地形特征、植被分布和地表变形等,为工程区域的整体地质背景提供直观资料。在进行地质调查时,综合运用多种方法是常见的做法,以提高数据的准确性和全面性。不同的地质条件可能需要采用不同的方法,以确保获取最具代表性的地质信息。

3.2 岩土样品采集与分析技术

岩土样品的采集与分析是岩土工程勘察中至关重要的步骤,通过这一过程获取的岩土样本是深入了解地层性

质、土壤力学特性的直接依据。采用合适的技术和方法,能够确保样品的代表性和数据的准确性。岩土样品的采集应基于具体的地质情况,以确保获取具有代表性的样本。采样过程中应注意样品的完整性和标识,以避免样品变形或混淆,确保后续的室内试验能够准确地反映原地层的力学性质。在采集到岩土样品后,接下来是样品的室内分析。常见的分析方法包括颗粒分析、液限指数、塑限指数等。颗粒分析用于确定土壤中颗粒的分布特征,液限和塑限指数则用于判断土壤的塑性和可塑性。这些参数是岩土力学性质研究的基础,为后续的工程设计提供了必要的信息。此外,现代科技的发展也为岩土样品的分析提供了新的手段。X射线衍射、扫描电镜等技术可用于进一步分析土壤和岩石的微观结构,为深入了解其物理和化学性质提供了更为精细的信息。通过全面了解岩土的物理、力学、化学等性质,工程师能够更科学地进行结构设计和地基基础的施工规划,以确保工程在复杂地质条件下的安全可靠。

3.3 地下水勘察方法

地下水勘察是岩土工程勘察的重要组成部分,旨在了解地下水位、水文特性等信息,为工程设计和施工提供必要的水文地质数据,合理选择地下水勘察方法对于获取准确可靠的地下水信息至关重要。一种常用的地下水勘察方法是井孔测定法,通过在地面上或井孔中测定水位,可以迅速获取地下水位的变化情况。这种方法对于水位变动较大的区域非常有效,为了获取更为精确的水位数据,可以使用水位计等专业仪器^[3]。地下水泉水化学分析也是重要的勘察手段之一,通过分析地下水中的溶解物质,可以了解水质的特性,包括pH值、电导率、溶解氧等。这对于评估地下水的适用性和可能的对工程的腐蚀性提供了重要信息。电法勘探是一种用电极对地下水进行电阻率或电导率测定的方法。通过在地面上或井孔中进行电法测定,可以较全面地揭示地下水的分布情况。电法勘探对于寻找水文地质中的不同层位、水土岩石的界面等方面有较好的应用。

3.4 地球物理勘探技术

地球物理勘探技术是一种有效的岩土工程勘察方法,通过测量地下物质的物理性质,如密度、电阻率等,揭示地层结构和地质性质。这些技术为工程设计和施工提供了深入了解地下环境的手段。其中,地震勘探是常用的一种地球物理勘探技术。通过在地面上放置震源并记录地震波在地下传播情况,可以推断地下岩层的结构、分布和性质。这对于识别地下隐患、探测不同地层的边界等有着重要的应用。电法勘探则是通过电流在地下传播情况来了解地下结构,在地面上布设电极,通过测量电流通过地下的阻抗变化,可以推测不同地层的电阻率差异,从而揭示

地层的分布情况。这对于寻找水文地质中的水土界面、不同层位的分布等有着较好的适用性。磁法勘探是通过测量地下磁场的强度变化来了解地下物质的性质。对于含磁性矿物的岩层,其磁场强度会呈现特定的变化,因此可以通过磁法勘探来识别不同地层的边界和分布情况。

3.5 先进的岩土工程勘察技术

先进的岩土工程勘察技术在近年来得到了广泛应用,为工程设计和施工提供了更为精确和全面的地质信息。这些技术的不断发展推动了岩土工程勘察的进步,提高了勘察数据的质量和可靠性。一项重要的技术是激光扫描(LiDAR)技术,通过激光束对地形进行高精度、高密度的三维扫描,提供了详细的地形和地貌信息。这对于工程规划中的地形分析、边坡稳定性评估等方面有着重要的应用,为规遍地质信息提供了高效的手段。地质雷达是一种能够穿透地下岩土层的技术,通过探测反射信号获取地下结构的信息。这对于地下水位的识别、岩土层的分布情况等提供了非常有力的工具,能够在较大范围内进行高分辨率的地质勘察。卫星遥感技术的进步也为岩土工程勘察提供了全新的视角。高分辨率的卫星影像能够提供大范围、实时的地表信息,用于辅助地质条件的初步分析和选择勘察点的确定。

4 结语

岩土工程勘察在结构设计中的应用对于确保工程的稳定性和安全性至关重要。通过深入了解地下环境,科学利用先进勘察技术,我们能够提供精确可靠的地质数据,为结构设计和基础施工提供科学依据。岩土工程勘察直接影响工程的耐久性和安全性,是工程质量保障的关键环节。通过不断提升勘察技术水平,我们能够更好地应对地质挑战,确保岩土工程的可持续发展和长期安全运行。

[参考文献]

- [1]张晶. 浅谈岩土工程勘察在结构设计中的应用[J]. 城市建设理论研究(电子版), 2023(30): 142-144.
- [2]侯雅东. 岩土工程勘察在地基基础设计中的应用[J]. 建筑技术开发, 2021, 48(14): 157-158.
- [3]张富. 岩土工程勘察报告在结构设计中的应用[J]. 江西建材, 2020(7): 57-58.

作者简介: 申强利(1982.11—), 毕业院校: 中国地质大学(北京), 所学专业: 岩土工程, 当前就职于: 河南省地质局生态环境地质服务中心, 当前职称级别: 中级工程师; 董国松(1988.5—), 硕士研究生学历, 毕业院校: 西安科技大学, 所学专业: 建筑与土木工程, 当前就职于: 河南省地质局生态环境地质服务中心, 职务: 副所长, 职称级别: 工程师。