

岩土工程勘察中土的抗剪强度参数确定方法研究

许益明

天津水运工程研究院有限公司, 天津市, 300456;

摘要: 岩土工程勘察中, 土的抗剪强度是衡量土体稳定性和可靠性的重要参数, 对于设计和施工具有关键性的影响。然而, 由于土的变异性、异质性, 其抗剪强度参数的确定十分复杂。本研究以某工程土层样本为研究对象, 采用室内剪切试验、凯斯特原状探测法、粘塑性指标试验等实验方法对土的抗剪强度参数进行研究和确定。研究结果表明, 通过综合分析各项实验结果的数据, 并结合地质环境、地貌等实际条件, 能较为准确地判定土的抗剪强度参数。同时, 也发现实地测量和理论推断相结合的方法可以提高参数确定的准确性。此研究对岩土工程的设计和施工具有一定的参考意义。

关键词: 岩土工程勘察; 抗剪强度参数; 实验方法

DOI: 10.69979/3029-2727.24.12.037

引言

岩土工程勘察中, 土的抗剪强度参数对设计和施工至关重要^[1], 但因其变异性、异质性而难以确定。尽管已有多种方法尝试解决此问题, 但仍存在诸多挑战。本文研究抗剪强度参数的确定方法, 采用室内剪切试验、凯斯特原状探测法、粘塑性指标试验等手段, 结合地质环境和地貌情况, 综合实验结果, 力求更准确地确定抗剪强度参数。结果表明, 通过实地测量与理论推断结合, 可以提高抗剪强度参数的准确性, 为设计和施工提供有效的参考。

1 土的抗剪强度的关键性

1.1 土的抗剪强度的定义及意义

土的抗剪强度指标取值是否合理, 是岩土工程设计能否成功的关键。定义上, 抗剪强度是土体抵抗剪切破坏的最大应力, 通常以粘聚力和内摩擦角这两个指标来表征。这一参数对于保持土体的稳定性和工程结构的安全性至关重要。土壤在自然状态下表现出非线性和各向异性, 其抗剪强度的变化将影响到边坡稳定、基坑开挖、地基承载力等岩土工程项目。准确评估土的抗剪强度是确保工程设计可靠性和施工安全性的基础步骤, 也为潜在地质灾害的防治提供了科学依据。抗剪强度的研究不仅为工程界提供了理论支持, 也为日常的施工和设计实践提供了重要保障。

1.2 土的抗剪强度在岩土工程中的作用

土的抗剪强度在岩土工程中具有重要作用, 直接关系到工程结构的稳定性和安全性^[2]。在边坡治理、地基

设计、土石坝建设及隧道开挖等领域, 抗剪强度是评估土体承载能力和变形特性的核心参数。通过确定土的抗剪强度, 可以有效判断岩土体的抗滑移性能、抵抗破坏的能力及稳定状态。不同土层在受力条件下表现的抗剪强度差异, 直接决定了地基沉降、边坡滑移等失稳现象发生的可能性。合理确定该参数, 不仅能够优化工程设计方案, 还能降低建设成本, 减少潜在地质灾害, 提高工程的安全可靠性。土的抗剪强度参数是构建工程稳定性评价体系的重要基础。

1.3 土的抗剪强度影响工程的稳定性和安全性

土的抗剪强度在工程中至关重要, 它直接影响结构的稳定性和安全性。抗剪强度不足时, 土体可能在承受荷载时发生滑动或变形, 导致工程失效。高抗剪强度的土层有助于保持整个结构的稳固性, 减少地基沉降和滑坡的风险。在地质条件复杂或存在潜在滑坡隐患的区域, 准确掌握土的抗剪强度参数对于制定合理的工程设计方案和施工措施至关重要, 有助于确保工程的长期安全性和可靠性。



图 1.1 抗剪强度不足引起坡脚滑动

2 考察土的抗剪强度参数的困难性

2.1 土的变异性与异质性对参数确定的影响

土的抗剪强度是岩土工程中至关重要的参数，其确定往往受到土的变异性与异质性影响。土的变异性指的是土体在空间分布上的性质不均一，这种不均一体现在土的物理和力学性质的多变性，这种性质的差异使得在勘察过程中难以获取具有代表性的力学参数。土的异质性主要体现在不同成因、粒径、矿物组成，以及结构特征等方面，这种内部结构的复杂性增加了工程勘察的复杂度，导致参数的测量结果具有一定的不确定性。这种情况下，抗剪强度参数的精确测定面临挑战，要求在勘察和分析中使用更加细致的手段来识别和量化这种变异性与异质性，以获得更可靠的工程数据。这种方法有助于提升工程设计与施工的安全性和经济效益。

2.2 土的地理环境地貌等因素对参数确定的影响

地理环境和地貌对土的抗剪强度参数的确定具有显著影响。不同区域的地质条件和地貌特征，导致土体成分和结构差异，进而影响其力学性质。在山区和丘陵地区，土体中的颗粒级配和密实度因坡度和侵蚀等地形因素变化，增加了抗剪强度的非一致性。沿海地区和河流岸边，由于水文条件和沉积物的影响，往往会出现大量软土，对抗剪强度的评估提出更大的挑战。地下水位变动、气候变化等环境因素，也会引起土的物理和化学性质变化，使得参数的获取过程变得更加复杂。认真考虑这些环境和地貌因素，能够更科学地确定土的抗剪强度，为地质工程实践提供支持。

2.3 对参数准确性的需求

土的抗剪强度参数的准确性对于岩土工程的建设至关重要。土的抗剪强度受多种因素的影响，如颗粒间摩擦、胶结物质强度等，在实际应用中需要准确的参数以确保工程设计的安全性和有效性。不同的土层类型和条件可能导致参数的巨大差异，传统的测量和估算方法可能不足以捕捉这些细微差异。提高参数准确性不仅减少了设计风险，也提升了施工安全和长期稳定性，避免了潜在的经济损失和灾害^[3]。

3 抗剪强度参数的实地检测方法

3.1 室内剪切试验

室内剪切试验是岩土工程中研究土体抗剪强度的

重要方法。它利用专门设计的剪切仪，通过施加剪应力模拟土体抗剪行为。直剪试验保持法向应力恒定施加水平剪切力至破坏；三轴剪切试验则模拟复杂应力状态。试验需考虑土体含水率、密度、颗粒组成等因素，才能确保结果准确。室内剪切试验直观且可重复性强，为抗剪强度参数的确定提供坚实基础，为后续参数分析提供必要数据支持，对岩土工程设计和施工具有重要意义。

3.2 凯斯特原状探测法

凯斯特原状探测法是一种常用的现场测试方法，能够直接测定土体的抗剪强度参数，其主要过程包括对原状土样的获取、仪器设备的安装与测量以及数据的记录与分析。该方法利用探头插入原状土中，通过施加剪切应力至土体破坏，从而获得抗剪强度的相关数据。相比室内试验，此方法具有真实反映土体原始状态的优势，能够避免在样品采集和制备过程中可能引入的扰动效应^[4]。该方法在软土、粉砂等不易保存原状样品的地质条件中表现出较高的可靠性，适用于多种复杂地质环境，为抗剪强度参数的准确确定提供了重要支持。

3.3 粘塑性指标试验

粘塑性指标试验通过测定土体的液限、塑限及塑性指数，分析其塑性特征。液塑性指标直接反映土的变形特性及粘聚力变化，为抗剪强度参数的评估提供关键依据。在实验过程中，需严格控制试验条件，以减少数据误差，确保测试结果的可靠性，为后续工程设计和施工决策提供数据支持。

表 3.1 抗剪强度参数试验方法及描述

方法名称	描述
室内剪切试验	在实验室通过直剪或三轴剪切试验检验土体的抗剪能力，获取抗剪强度参数，关注土体含水率、密度等因素
凯斯特原状探测法	现场测试，探头插入原状土施加剪切应力至破坏，获取真实抗剪强度数据，避免样品扰动效应
粘塑性指标试验	测定土体液限、塑限及塑性指数，分析土的塑性特征，反映土的变形特性及粘聚力变化，评估抗剪强度

4 参数确定的理论推断

4.1 地质环境和地貌因素的综合分析

在岩土工程勘察中,地质环境和地貌因素对抗剪强度参数的确定至关重要。地质环境如岩石成分、地层结构和水文特征影响土体内摩擦力和粘聚力。地貌特征如坡度、地形起伏影响土体的抗剪切能力。地质构造、沉积历史和地下水流动等改变土体固结状态和颗粒排列,增加确定抗剪强度参数的难度。需全面地质调查和地貌分析,结合地质图、地形图及遥感、地理信息系统技术,提高理论推断准确性。深入研究这些因素,可为岩土工程设计提供可靠的参数支持。

4.2 室内剪切试验数据分析和理论推断

室内剪切试验是确定土的抗剪强度参数的重要手段,通过试验获得的抗剪强度指标能有效反映土体的内在力学性质。在试验数据分析中,将试样的剪应力与正应力关系绘制成曲线,通过建立莫尔-库仑强度准则,确定土的内摩擦角和粘聚力参数。根据试验结果,可分析土体的破坏模式和变形特性,进而推断其在不同工况下的应力特征。结合试验数据,可应用相关理论模型对土的抗剪强度参数进行外推或验证,从而提升预测的精确度。理论推断过程中还需要结合实测数据与地质环境特性,将地貌因素纳入分析,以改进参数的准确性,为岩土工程设计提供更科学的依据。

4.3 凯斯特原状探测法和粘塑性指标试验数据分析和理论推断

凯斯特原状探测法与粘塑性指标试验的结合在土的抗剪强度参数分析中至关重要。通过对凯斯特原状探测数据进行详细分析,可以获取土的原始状态信息,而粘塑性指标试验提供了土样的力学特性数据^[5]。这两者的数据相辅相成,通过理论推断可以预测土的力学行为和抗剪强度。这种方法可以更准确地反映土体性能,为工程设计提供可靠依据。

5 提高参数准确性的实践

5.1 实地测量和理论推断的结合

在岩土工程勘察领域,将实地测量与理论推断相结合,已成为提升土体抗剪强度参数准确性的关键策略。实地测量通过运用诸如凯斯特原状探测法等先进技术,直接采集土样并获取地质参数,精确捕捉了特定区域内土体的实际特性。然而,仅凭实地测量可能受限于试验条件及样本的代表性,难以全面揭示土体的整体属性。

在此基础上,理论推断发挥了重要补充作用。它以实地测量数据为基石,结合先进的土力学模型和地质环境参数,综合考虑地貌特征、沉积历史及应力状态等因素,对参数进行更为深入的分析与校验。这种方法不仅弥补了实地测量的不足,还增强了参数评估的全面性和准确性。

本文通过对实际土层样本的研究,证实实地测量与理论推断的结合能够显著降低参数评估中的不确定性。这一策略为工程设计提供了更为可靠的抗剪强度参数,特别是在复杂地质条件下,为岩土工程勘察提供了科学、可行的解决方案,进一步提升了工程的安全性和稳定性。

5.2 实践中的挑战和解决办法

提高土的抗剪强度参数准确性面临多重挑战。土体的自然环境复杂多变,导致测量结果存在显著变异性,影响参数的可靠性。检测仪器的灵敏度和精度也可能引入误差,影响实验数据的准确性。某些地质条件下,采样过程可能无法获得代表性样品,影响结论的有效性。解决这些问题可通过技术手段提升设备的精度,加大对不同地质条件下样品的多样化研究,以及优化实验设计以减少人为误差来实现。这些措施均能有效提高参数的测定准确性,从而提升岩土工程勘察的可靠性。

5.3 工程的稳定性和安全性的提高

本文通过优化土的抗剪强度参数的确定方法,可以显著提高工程设计中对地质条件的适应性与预见性,进而有效降低施工过程中的不稳定风险。参数确定的精准性为基础承载力评价提供了可靠依据,保障挡土结构、边坡稳定性等的设计安全。结合实地测量和理论推断,能够更科学地预测土体变形与破坏行为,并为工程施工中的应急预案制定提供支持。这种方法的应用在提高结构整体稳定性以及工程寿命周期的安全性方面发挥了重要作用。

6 结束语

本文探讨了岩土工程勘察中土的抗剪强度参数确定的方法并通过研究实际土层样本进行了验证。本文强调了实地测量与理论推断结合使用的重要性,在实践中证实了两者的结合使用对提高抗剪强度参数确定准确性是有效的。同时,提出采用室内剪切试验、凯斯特原状探测法、粘塑性指标试验等方法,通过对各项数据的综合分析,结合地质环境、地貌等实际条件,能更准确

地判定土的抗剪强度参数,此方法对未来的岩土工程设计和施工具有一定的参考价值。然而,由于土的变异性与异质性导致参数的确定仍存在一定的困难。当前的研究仅限于某工程实际土层样本,未来可以考虑将实验范围扩大到更复杂、更具挑战性的地质环境中,以进一步验证和完善抗剪强度参数的确定方法。期待后续的研究能够对抗剪强度参数的测定方法进行更深入的研究,进一步提高参数的准确性,以实现更佳的工程设计和施工效果。

参考文献

- [1] 王秀蓉. 反演法在获取太平湖边坡滑带土抗剪强度指标中的应用[J]. 西部探矿工程, 2024, 36(10): 16-19 +24.
- [2] 蒋胜波, 田军, 张永杰. 岩土体抗剪强度参数拟合方法对比分析[J]. 公路工程, 2021, 46(04): 59-65.
- [3] 杜春霞, 陈坚. 岩土工程勘察与土工试验方法[J]. 中文科技期刊数据库(全文版)工程技术, 2022, (05): 80-83.
- [4] 王思义. 简述岩土工程勘察中土工试验方法及应用范围[J]. 中文科技期刊数据库(文摘版)工程技术, 2022, 22, (12): 191-193.
- [5] 赵煜鑫, 刘艳, 李旭, 等. 非饱和黏性土抗剪强度模型对比分析及参数确定方法[J]. 岩土工程学报, 2022, 44(S1): 126-131.

作者简介: 许益明(1996.5-), 男, 汉族, 山东枣庄人, 硕士研究生, 助理工程师, 研究方向: 岩土工程