

The Study of Buttresses Spacing Impacts to soil Pressure of Buttress Retaining

Xuepeng LING

School of Civil Engineering and Architecture, Chongqing Jiaotong University, Chongqing, China

Abstract: This article uses numerical software FLAC3D to search the influence of pressure on the different buttresses spacing for the height of 10 m wall buttressed retaining wall, with the method of layered filling. Research shows that: the larger length of the buttresses spacing, the greater the pressure on walls. In addition, basing on the mechanics characteristics of uniquely buttressed retaining wall, there is the soil arching effect between soil and buttress, which leads to the pressure lower than coulomb's value. The research results can provide the basis for roadbed fill engineering design and construction.

Keywords: Soil pressure; buttresses spacing; placement in layers; academic conference; proceedings

扶壁间距对扶壁式挡土墙土压力影响研究

凌学鹏

重庆交通大学土木工程学院, 重庆, 中国, 400074

摘要: 本文主要采用数值软件 FLAC3D, 针对 10m 墙高的扶壁式挡土墙, 采用分层填筑的方式进行模拟, 研究不同扶壁间距对墙后土压力的影响。研究表明: 扶壁间距越大, 墙后土压力值越大。此外, 针对扶壁式挡土墙独有的力学特性, 发现了扶壁与土体的存在土拱效应, 这导致了墙后土压力值低于库伦土压力计算值。研究结果可为路基填方工程设计施工提供依据。

关键词: 土压力; 扶壁间距; 分层填筑; 数值模拟

1 引言

近三十年来, 随着我国现代化建设的不断发展, 交通基础建设也取得了举世瞩目的成就, 高速公路事业得到了迅速的发展。在此期间, 随着国家经济建设重点向广大西部地区倾斜, 西部山区高速公路建设获得大力发展。由于山区地形、地质、地貌条件复杂, 填料主要来源于路基两侧的山体挖方和隧道弃方, 大多是土石混合料, 高填方路堤具有节约土地、生态环境友好等特点, 这在山区已成为常用的路基工程措施。加之公路是一个带状的线性结构物, 高填方路堤在山区交通建设中不可避免。因此, 在山区交通建设中, 路基高填结构形式已变得极为普遍。

随着国家经济建设政策重点向广大西部地区倾斜, 西部广大山地城市得到了迅速发展, 例如重庆市及周边区县、贵州等。采取自然放坡的方式会增加边坡的占地面积, 从而减少了厂区的可利用土地资源, 这样以来就需要对边坡进行支护。同时, 这些填方边坡地区, 大部分的边坡岩石面和挡土墙之间的

距离较大并且边坡表面风化严重, 无法采取锚杆式挡土墙或岩石锚喷等边坡支护方法。以前工程中类似的填方边坡多数采用重力式毛石或素混凝土挡土墙, 石材料用量大使得施工速度受到限制, 且不易控制施工质量。

针对高边坡支护中遇到的问题, 采用扶壁式挡土墙是一种行之有效的方法。因为扶壁式挡土墙^[1-3]有以下优点: (1) 充分发挥材料力学性能, 提高挡土高度; (2) 对地基承载力的适应性强; (3) 保护环境, 节省大量的石材; (4) 施工工艺简单, 在很大程度上能加快工程建设的速度; (5) 安全可靠, 容易控制施工质量。

然而, 扶壁式挡土墙的墙后土压力分布是什么? 有什么因素对其造成影响?

传统的库伦土压力理论认为, 墙后的土压力分布是线形的。库伦公式是基于墙后产生滑动楔体的模型推导的。然而, 扶壁式挡土墙墙后产生滑动楔体时, 墙土接触面不止一个。因此, 库伦公式并不能完全反应扶壁式挡土墙墙后土体的土压力分布规律。

因此, 本文拟采用数值模拟的方法对土压力分布规律进行细致的研究。

2 研究现状

针对扶壁式挡土墙的研究现状主要分为内力计算与结构稳定性分析两类。

2.1 扶壁式挡土墙结构内力计算方面

杨萍(2004)^[4]在对扶壁式挡土墙的设计中, 评价了库仑理论、朗肯理论的适用性并分析了第二破裂面出现时, 对挡墙内力计算的影响。

张晓莹(2006)^[5]针对某煤矿公路二级道路的扶壁式挡墙, 对扶壁式挡墙进行了受力分析及荷载计算, 并对其稳定性进行了验证。

肖寿庄(2007)^[6]对扶壁式挡土墙计算进行优化, 在此基础上对不同参数下的截面状态和工程造价进行了分析比较。

陈群等(2009)^[7]结合工程实践, 对扶壁式挡墙的力学建模进行了一系列的简化, 同时对受力计算和结构验算方法的优化进行探讨, 介绍了其使用效果及经济性。

2.2 扶壁式挡土墙结构稳定性计算方面

马石城等(2000)^[8]对不同土压力作用下悬、扶壁式挡土墙抗倾覆稳定性进行了比较, 得出采用我国规范推荐的计算方法计算这两种挡土墙的抗倾覆稳定安全系数要比国外推荐的方法的安全度高。

杜永峰、赵广强(2007)^[9]在挡土墙的防滑措施探讨中, 通过与挡土墙其它防滑措施的对比分析, 看出防滑凸榫既能满足抗滑稳定要求, 同时对地基的嵌固作用。

曾革、周志刚(2009)^[10]通过力学分析提出了挡土墙倾覆破坏模式, 结果表明: 抗倾覆稳定系数与地基极限承载力有确定关系, 随地基极限承载力的增大而增大。

3 数值分析

3.1 数值分析的工况

根据《公路挡土墙设计与施工技术细则》中, 扶壁间距宜按经济性原则确定, 常用值为墙高的1/3~1/2。立壁采用等厚的竖直板, 顶宽不应小于0.2m, 本报告中立板采用等厚的竖直板。

本次数值分析的扶壁间距选取了以下5种工况:

表 1. 扶壁间距工况表

工况	工况 1	工况 2	工况 3	工况 4	工况 5
扶壁间距 (m)	1.8	2.1	2.4	3.3	5.1

3.2 模型参数

扶壁式挡土墙墙后填土采用碎石土, 土体的等效

内摩擦角取 32°。

表 2. 模型材料参数表

参数	体积模量/MPa	剪切模量/MPa	容重(kg/m ³)
背后填土	21.2	9.3	2000
支挡结构	12900	11000	2500
基础	1780	1747	2490

3.3 建模

3.3.1 软件简介

FLAC3D 软件是目前国内外比较通用的岩土工程领域数值分析软件, 是一种有限差分软件, 其拥有强大的计算功能, 以及完善的模拟功能, 特别是对于岩土专业涉及到的非线性和大变形问题, 其具有强大的

计算能力。其内置的本构模型和单元模型, 可以很方便且专业地模拟岩土工程问题, 因此在国内外岩土专业领域都得到了广泛地使用。

3.3.2 建模方法及边界条件的设置

支挡结构设置为三跨, 将模型分三部分建立, 分别为支挡结构、背后填土及基础。三组材料参数设置

如表 2.所示。

3.3.3 边界条件的设置

将背后填土向后延伸至 2.5 倍墙高的距离处，地基向下取 1 倍墙高处，从支挡结构向前延伸至 1.5 倍墙高处。在 X 方向两端截面上设置 x 方向约束，在 Y 方向两端截面设置 y 方向约束，在基础最下端设置 x、y 和 z 方向约束。

3.3.4 填筑方式

扶壁式挡土墙后的填土分 5 层填筑，每层填土厚度为 2m。

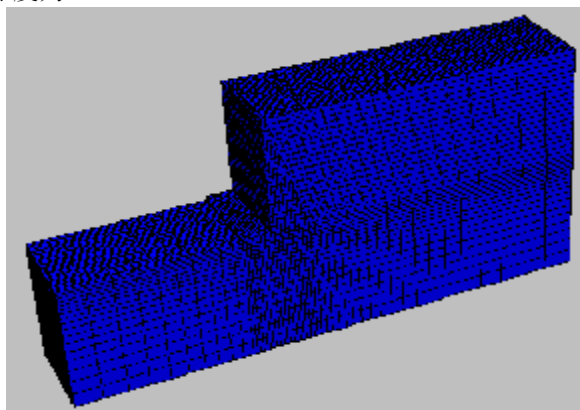


图 1. 扶壁式挡土墙整体模型效果图

3.4 结果分析

3.4.1 扶壁间距的影响

取中跨扶壁跨中立板的沿高度方向的土压力值，如下图 4 所示。

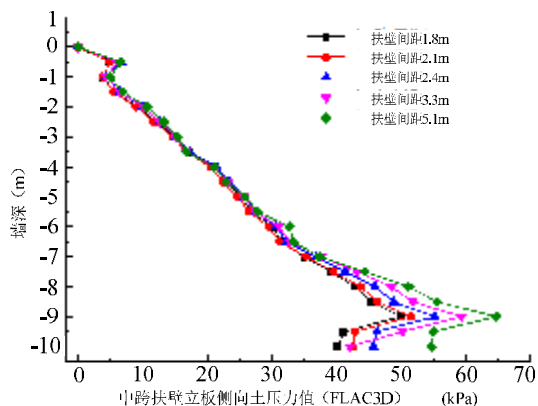


图 2. 扶壁式挡土墙土压力分布曲线图

随着扶壁间距的增大，作用在仓扶式支挡结构的侧向压应力在中下部逐渐增大。说明扶壁间距对墙后

土压力大小的影响相当显著。因此，可以通过控制扶壁间距的大小来改善墙后填土对墙体的作用力。

3.4.2 土压力分布规律

由图 5.可知，墙深大约在 0~6 米处，土压力分布规律呈线性。墙深在 6~9 米，土压力分布与库伦土压力相比，呈现出非线性。墙深在 9~10 米，由于扶壁的摩擦作用显著，土压力值开始减少，土压力分布出现反弯，出现了最大值[11,12]。扶壁式挡土墙的土压力值整体上小于库伦土压力值。

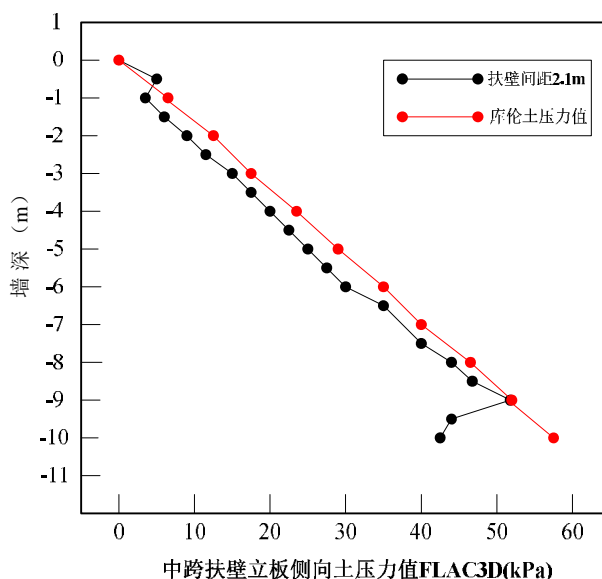


图 3. 土压力分布曲线对比图

因此，根据库伦公式计算的主动土压力进行结构设计，会导致设计的结果偏于安全。

3.4.3 力学分析

由于扶壁式挡土墙设置了扶壁，扶壁与土体产生摩擦，使得扶壁间的土体在间距方向上变形发展不均匀，从而会形成以扶壁的侧面为拱脚的土拱。由于土拱的存在，将作用在立板的土压力通过拱脚传到扶壁上，（如图 6 所示）使得作用在立板的土压力大大降低。

扶壁肋板对填料的影响效果随着覆土深度的变化而不同。扶壁的宽度随着覆土深度的增加而增大，影响效果变得明显。这就使得墙高方向土压力分布在覆土的深度较小时，表现为明显的线形，到达一定深度后，随覆盖土层厚度的增加，表现为明显的非线性。当覆盖土层厚度增大到一定数值时，土压力开始急剧减小，形成图中的反弯趋势，这对扶壁式挡土墙是极

为有利的。

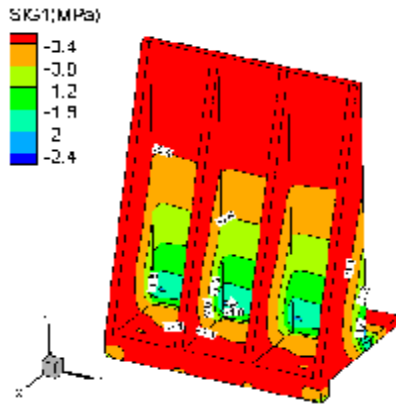


图 4. 扶壁式挡土墙最小主应力云图

3.5 结论与建议

3.5.1 结论

通过数值软件 FLAC3D, 对 10m 墙高的扶壁式挡土墙 5 种不同扶壁间距进行分析, 得出如下结论:

1、扶壁式挡土墙的土压力分布并非如库伦土压力理论一样, 表现为完全线性的规律; 此外, 由于扶壁与土体的摩擦作用, 导致墙后土压力值低于库伦理论的土压力值。

2、扶壁间距越大, 墙后土压力值越大。

3、扶壁与土体的摩擦导致了土拱效应, 并随覆土深度的增加, 影响效应更为显著。

4、竖向土拱效应导致临近墙底的土压力值出现急剧的减小。

3.5.2 建议

通过对扶壁式挡土墙的分析, 根据其结构特性以及力学特性, 作出以下建议:

1、扶壁间距应根据墙体的高度进行酌情取值, 墙体越高(满足规范要求 10m 以下), 间距越小。达到极限高度 10m 时, 建议取值为 2m~2.5m。

2、若墙后土体的工程性质较差, 可对填料设置土工格栅, 提高土体的力学性能, 从而减少土压力。

References (参考文献)

- [1] GB 50330-2013, 建筑边坡工程技术规范[S]. 北京: 中国建筑工业出版社, 2013.
- [2] TB10025-200, 铁路路基支挡结构设计规范[S]. 北京: 中国铁道出版社, 2009.
- [3] SL379-2007, 水工挡土墙设计规范[S]. 北京: 中国水利水电出版社, 2007.
- [4] 杨萍. 扶壁式挡土墙的设计[J]. 建筑设计, 2004, 4: 22-25.
- [5] 张晓莹. 扶壁式挡土墙结构受力分析及其设计计算[J]. 山西建筑, 2006, 32(19).
- [6] 肖寿庄. 扶壁式挡土墙优化设计[J]. 福建建设科技, 2007, 2: 32-33.
- [7] 陈群, 李建刚, 彭钦帮. 扶壁式挡墙在工程运用中的探讨[J]. 道路工程, 2009, 29(11): 22-25.
- [8] 马石城, 绝银生, 王贻荪. 不同土压力下悬扶壁式挡土墙抗倾覆稳定比较[J]. 建筑科学, 2000, 16(6): 56-58.
- [9] 杜永峰, 赵广强, 李慧等. 防滑凸榫挡土墙的防滑探讨[J]. 兰州理工大学学报, 2007, 32(2): 88-90.
- [10] 曾革, 周志刚. 公路挡土墙抗倾覆稳定性设计方法[J]. 中南大学学报(自然科学版), 2009, 40(4): 127-180.
- [11] Schanz T, Vermeer P A, BONNIER P G. The hardening soil model: Formulation and verification [J]. Beyond 2000 in Computational Geotechnics-10 Years of PLAXIS, 1999: 45-48.