

既有填方工程薄条形帮宽结构及其施工方法

职瑞¹ 江晓星² 蒋成伟³

1 南京市江宁区秣陵街道水务管理服务站，江苏南京，211100；

2 南京市江宁区湖熟街道水务管理服务站，江苏南京，211100；

3 南京市江宁区江宁街道水务管理服务站，江苏南京，211100；

摘要：一种既有填方工程薄条形帮宽结构及其施工方法，属于岩土工程技术领域，该施工方法包括以下步骤：S1：根据帮宽体宽度确定锚固加固件的规格参数、数量及位置；S2：搭建临时平台进行锚固加固件的施工；S3：在既有填方工程边坡从上至下施工锚固加固件外侧连接的沿纵向水平铺设的连接件；S4：立模浇筑施工，由下向上按梯度浇筑帮宽体。提出的帮宽结构及其施工方法能够解决宽度小于2m较窄帮宽体的各高度梯层稳定性和整体稳定性，避免了传统的填筑施工压实困难、施工高风险、必须满足最小填筑宽度等问题，并具有施工简单、经济、环保等特点，利于该结构及施工方法的推广使用。

关键词：填方工程；薄条形；帮宽结构；施工方法

DOI：10.69979/3060-8767.26.02.042

1 背景技术

既有填方工程帮宽的需求在工程实践中经常遇到，传统的帮宽施工方法有：一、在既有填方边坡上挖台阶，在外侧进行填筑帮宽；二、在既有填方边坡上设置收坡支挡结构，在支挡结构内侧填筑帮填体；三、在既有填方边坡坡脚设置加固结构，在加固结构内侧进行挖台阶帮宽填筑；四、采用混凝土进行浇筑帮宽等。

传统施工方法存在以下问题：当帮宽的宽度小于2m时，传统施工方法一、施工方法三填筑施工困难，大型施工机械无法采用，只能采用小型机械，施工效率低、斜坡施工安全风险大、帮宽填筑压实困难、质量难以保证，既有填方边坡挖台阶影响既有工程的稳定性，且帮宽的宽度必须满足一定的技术要求，此外，当帮填宽度较小，现有传统施工方法一至四的帮宽结构整体稳定性均较差，特别是在地震作用下，小于2m的薄条形帮宽体的稳定性难以保证。

故提出一种合理的既有填方工程薄条形帮宽结构及有效的施工方法具有重要意义，且应具有施工方便、设计简单、经济、环保和利于推广应用等特点。

2 技术方案

既有填方工程薄条形帮宽施工方法，包括以下步骤：

S1：在既有填方工程边坡上根据帮宽体宽度确定锚固加固件的规格参数、数量及位置；

S2：在确定好的所述锚固加固件位置搭建临时平台进行所述锚固加固件的施工，所述锚固加固件按照15-35°水平夹角固定在所述既有填方工程边坡，在纵向和竖向分别按照设计间距均匀设置；

S3：在所述既有填方工程边坡从上至下施工所述锚固加固件外侧连接的用于给所述锚固加固件施加反向拉力的连接件，设置在同一高度的相邻所述连接件沿纵向首尾交错搭接，从上至下固定完所述连接件后，将所述连接件向上翻转，临时安置在所述既有填方工程边坡上；

S4：立模浇筑施工，由下向上按梯度浇筑所述帮宽体：先将所述帮宽体浇筑至所述锚固加固件高程，在所述帮宽体初凝至终凝前，将所述连接件平铺在所述帮宽体浇筑平面并拉紧所述连接件，在所述帮宽体浇筑平面间隔设置固定棒用来固定拉紧铺平的所述连接件。

3 附图说明

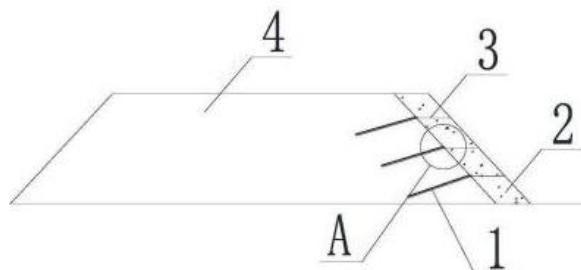


图1是本方法的横向剖面图

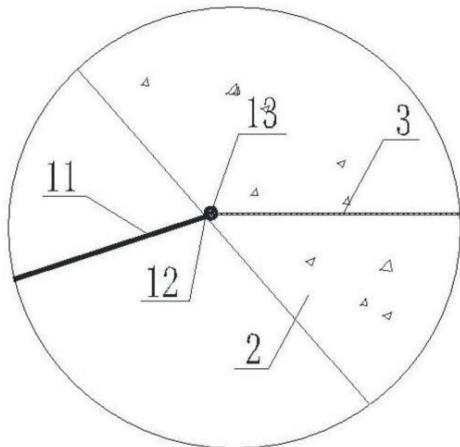


图2是图1中A节点放大图;

图中示出构建和对应的标记为：1-锚固加固件，11-注浆锚杆，12-环形孔，13-纵向钢筋，2-帮宽体，3-连接件，4-既有填方工程。

4 具体实施方式

如附图1-2所示，提供了一种既有填方工程薄条形帮宽施工方法的实施例，包括以下步骤：

S1：在既有填方工程4边坡上根据帮宽体2宽度确定锚固加固件1的规格参数、数量及位置，具体为：

对帮宽体2进行整体稳定性和各梯层稳定性进行计算检验，检算内容包括：

$$F' L = \sum n_i f_{Li} \quad (1)$$

$$f_{Li} \leq f_c \quad (2)$$

$$f_{Li} \leq f_j \quad (3)$$

$$f_{Li} \leq f_{mi} \quad (4)$$

$$f_{mi} = w_i \mu \quad (5)$$

式中 $F' L$ 为锚固加固件提供总水平拉力，kN； n_i 为第 i 层锚固加固件数量，个； f_{Li} 为第 i 层单个锚固加固件提供的水平拉力，kN； f_c 为连接件的材料抗拉强度，kN； f_j 为钢筋的抗拉强度，kN； f_{mi} 为第 i 层连接件与帮宽体间的摩擦力，kN； w_i 为第 i 层连接件上方的帮宽体重力，kN； μ 为连接件与帮宽体间的摩擦系数。

根据每个锚固加固件1埋入的锚固段长度和直径可以算出其能提供的拉力大小，计算多个锚固加固件1的拉力得出总水平拉力，边坡安全系数一般要求不小于1.25，通过计算帮宽体2在没有设置锚固加固件1时达到安全系数1.25需要的力来确定保证帮宽体2稳定性的总水平拉力的大小，即通过锚固加固件1提供的总水平拉力 $F' L$ 不低于帮宽体2维持稳定系数不低于1.25时的力来保证结构的稳定性。

在满足公式(1)至(4)条件下，根据 f_{Li} 进行锚固加

固件1规格参数与数量的确定，规格参数包括锚固加固件1的埋入锚固段长度、直径及材质。先预设锚固加固件1的数量和规格参数，通过上述公示(1)至(4)进行计算检验，如果计算出的 f_{Li} 过大，预设参数的锚固加固件1实际提供的拉力值难以满足要求，根据公式(1)增加锚固加固件1数量 n_i ；或者根据计算出的 f_{Li} 选择适合长度和直径的锚固加固件1。

确定好锚固加固件1的数量和规格参数后进行位置确定，使锚固加固件1在既有填方工程4边坡在纵向和竖向上均匀分布。

S2：在确定好的锚固加固件1位置搭建临时平台进行锚固加固件1的施工，锚固加固件1按照15-35°水平夹角锚固在既有填方工程4边坡，在纵向和竖向分别按照设计间距均匀设置。

锚固加固件1由注浆锚杆11和纵向钢筋13组成，注浆锚杆11按照不同高度间隔纵向成排埋入到既有填方工程4中，注浆锚杆11采用直径20-32mm的螺纹钢制作，长度不小于4m且进入既有填方工程4和帮宽体2的潜在圆弧滑动面以内不小于2m，注浆锚杆11埋入既有填方工程4边坡的外端露出部分加工成环形结构，通过焊接形成环形孔12，环形孔12尺寸不小于纵向钢筋13直径；纵向钢筋13穿过注浆锚杆11外端的环形孔12，安装在注浆锚杆11的外侧，纵向钢筋13采用直径20-32mm的钢筋制作，纵向钢筋13之间可采用焊接或套筒固定的形式进行接长。环形结构用于固定纵向钢筋13，为纵向钢筋13提供锚杆拉力，环形结构要有足够的强度，在受力时不会被拉开，所以采用焊接增加强度。纵向钢筋13穿过环形孔12将排布在同一高度的注浆锚杆11连接起来。

S3：在既有填方工程4边坡从上至下施工锚固加固件1外侧连接的用于给锚固加固件1施加反向拉力的连接件3，设置在同一高度的相邻连接件3间沿纵向首尾交错搭接，相互交错搭接部分不小于0.2m，从上至下固定完不同高度的连接件3后，将连接件3向上翻转，临时安置在既有填方工程4边坡上。连接件3提前与内侧的锚固加固件1连接，便于后续帮宽体2未达到设计强度时可以方便施工并快速实现连接件3在帮宽体2中铺设和固定，连接件3向上临时固定在既有填方工程4边坡上从而可以不影响下部帮宽体2的浇筑施工。

连接件3与内侧锚固加固件1的纵向钢筋13连接，连接件3采用土工格栅或钢筋网结构，采用土工格栅时要使用玻璃纤维材质以外的土工格栅，土工格栅穿过纵向钢筋13反包长度不小于0.3m且采用固定棒用来固定

土工格栅。连接件3采用钢筋网结构时，钢筋网格间距不大于30cm，钢筋网钢筋直径不小于12mm；钢筋网与纵向钢筋13采用间隔绑扎或焊接连接，绑扎或焊接点间距不大于50cm。

连接件3竖向均匀设置，在帮宽体2中竖向间距不大于3m，竖向设置排数不小于2排。

同一高度安装的锚固加固件1的注浆锚杆11纵向间距设置为3-8m，竖向间距设置与连接件3竖向间距一致，竖向相邻两排间的注浆锚杆11可交错布置。通过外端设置的纵向钢筋13与连接件3相连，即可实现连接件3与锚固加固件1的有效连接，又可大幅减小注浆锚杆11的纵向设置数量，从而节省工程投资。

S4：立模浇筑施工，由下向上按梯度浇筑帮宽体2：先将帮宽体2浇筑至锚固加固件1高程，在帮宽体2初凝至终凝前，将连接件3平铺在帮宽体2浇筑平面并拉紧连接件3，在帮宽体2浇筑平面间隔设置固定棒用来固定拉紧铺平的连接件3。

立模施工紧邻地面的帮宽体2至设置在最下方的锚固加固件1高程，帮宽体2埋入非基岩地面以下，深度不小于0.3m，在浇筑的帮宽体2初凝至终凝前，将临时安置在既有填方工程4坡面的连接件3转至水平铺设，在帮宽体2中拉紧铺设连接件3，并在帮宽体2中间隔插入固定棒用来固定连接件3，连接件3固定前应拉紧铺平，拉紧力控制在5-10kN/m。

帮宽体2埋入非基岩地面以下的深度不小于0.3m有利于帮宽体2的稳定性，连接件3拉紧铺平后间隔设置固定棒来固定，可以增加连接件3与帮宽体2之间的摩阻力，拉紧力5-10kN/m可使连接件有效张开拉直，并对锚固加固件1具有一个初拉力作用，从而帮宽体2成型后具有一定的预应力，帮宽体2与既有填方工程4之间不会形成施工变形缝，避免了地表水的下渗，增加了帮宽体2的稳定性。连接件3在浇筑面方向水平满铺，因无法搭建施工平台，固在倾斜的帮宽体2外对连接件3施加比较大的张拉力比较困难；再者，对连接件3施加大的张拉力同时也要增加锚固加固件1的拉力，但是实际效果并未因提升张拉力而得到明显提升且浪费了锚固加固件1和连接件3的设置强度而产生配置浪费。

不同高度浇筑的帮宽体2必须在终凝前完成连接件3施工才能使同一高度的帮宽体2梯层间具有较好的摩阻力和较好的整体性，连接件3才能更好地实现对帮宽体2拉稳作用，从而增加帮宽体2的稳定性。

帮宽体2采用流态土浇筑，流态土浇筑成型后单轴

饱和抗压强度不小于550kPa。流态土为“水泥、石灰、粉煤灰等改善土体性能、增强土体强度的固化剂+土体+水”一起搅拌形成具有较好流动性且自密成型强度较高的一种拌合材料，流态土施工不需要碾压能自密实达到较高强度，且成本低，通常为混凝土的1/4-1/3。连接件3在帮宽体2中间隔设置固定棒于帮宽体2中插入固定，连接件3与帮宽体2之间为面接触传力，故可有效实现非混凝土结构的流态土非集中传力，故流态不需要太高的强度，从而具有较好的经济性。

锚固加固件1设置在稳定的既有填方工程4边坡内，为帮宽体2分层提供水平稳定力，从而帮宽体2可以实现各高度梯层稳定性和整体稳定性，特别是在较窄的帮填宽度时具有极为有效加固稳定作用；帮宽体2采用流态土通过流动性立模浇筑施工，避免了较窄帮填时的压实困难、施工高风险等问题，并且强度高；通过竖向均匀设置的连接件3，实现帮宽体2与既有填方工程4连接成一个整体，连接件3把锚固加固件1的锚固力按照各高度梯层传递至帮宽体2，解决了帮宽体2的各高度梯层稳定性和整体稳定性。

上述施工过程必须先施工锚固加固件1，从而实现后期各梯度帮填体2在初凝前铺设连接件3，否则后期施工锚固加固件1没有施工平台搭建的场地。

5 有益效果

提供的一种既有填方工程薄条形帮宽结构及其施工方法，提出的帮宽结构可以解决较窄帮宽体的各高度梯层稳定性和整体稳定性，避免了传统的填筑施工压实困难、施工高风险、必须满足最小填筑宽度等问题，并具有结构简单、经济、环保等特点；本发明提供的施工方法明确了施工顺序和施工要点，可以实现帮宽结构的快速、高质量控制；该施工方法操作简单、能保证帮宽体的各高度梯层稳定性和整体稳定性的控制，利于该薄条形帮宽结构的推广使用。

参考文献

- [1]王定顺. 中川铁路路基帮宽段复合地基承载特性及既有路基变形研究[D]. 兰州交通大学[2025-12-25].
- [2]张兆喜. 论铁路既有线高填方路基帮宽安全质量控制[J]. 城市建设理论研究: 电子版, 2013, 000(014): 1-3. DOI: 10. 3969/j. issn. 2095—2104. 2013. 14. 222.
- [3]李玉玲, 张永奎. 浅析保证路基工程质量的技术措施[J]. 黑龙江交通科技, 2011(11): 19-19. DOI: 10. 3969/j. issn. 1008-3383. 2011. 11. 013.