

文章编号:1671-8879(2008)02-0097-03

仿冲击振动压实技术

冯忠绪,张志峰,姚运仕,董秀辉,王文君

(长安大学 道路施工技术与装备教育部重点实验室,陕西 西安 710064)

摘要:为了探索节约型压实技术,开发了仿冲击振动压实技术,并对该技术进行了试验研究。通过对压实度、振动轮时域信号的频谱及功率谱分析可知,压实 12 遍时,150 mm 处压实度达到 91%,300 mm 处压实度达到 80%;频率成分丰富,多种频率参与压实作用,振幅为 4~8 mm,压实能量高。研究结果表明,仿冲击振动压实机具有多频参与压实作用、压实效率高特点,有明显的高效节能的优势。

关键词:机械工程;压实;振动压路机;仿冲击振动

中图分类号:U415.51 **文献标志码:**A

Impact-like vibrating compaction technique

FENG Zhong-xu, ZHANG Zhi-feng, YAO Yun-shi, DONG Xiu-hui, WANG Wen-jun

(Key Laboratory for Highway Construction Technology and Equipment of Ministry of Education, Chang'an University, Xi'an 710064, Shaanxi, China)

Abstract: In order to save the energy of compaction machine, the impact-like vibrating compaction technique was developed, and the technique was studied with test. According to the degree of compaction and the frequency spectrum and the power spectrum for the time-domain signal of the vibration wheel, it was found that the degree of compaction reaches 91% under the depth of 150 mm, 80% under the depth of 300 mm when the 12 times compaction is completed. The signal has multi-frequency, so it is helpful for soil compaction. The energy is high because of the amplitude is from 4 mm to 8 mm. The results show that the impact-like vibratory compaction has the obviously characteristics of highly efficiency and energy-saving with multi-frequency. 7 figs, 9 refs.

Key words: mechanical engineering; compaction; vibratory roller; impact-like vibrating

0 引言

目前振动压路机已成为压实机械的主导产品。振动压实使得压实轮线压力的增长不再简单地依靠机器质量的增长。与静力压实相比,振动压实为动载荷作用,压实力大,适应材料范围较广,压实效率较

高。但是,振动压实的缺陷也逐渐突出,例如间接的激振方式不可避免地造成能量传递的损失,振动轮的“跳振”现象导致地面压实的不均匀及能量的浪费^[1]。在施工过程中,振动波的传播规律决定了振动压实过程中大部分能量耗散掉^[2-3],能量利用率较低,对环境造成严重影响,使沿路多处居民的土坯房出现裂缝等

收稿日期:2007-05-28

基金项目:国家 863 计划重大项目(2001AA422012)

作者简介:冯忠绪(1949-),男,陕西凤翔人,教授,博士研究生导师,E-mail:fengzhxu@chd.edu.cn

损伤^[4]。为此,本文从提高压实能量的利用率出发,提出了一种节约型压实机方案——仿冲击振动压实技术,并进行了初步分析和试验研究。

1 节约型压实技术

1.1 智能压实技术

为了适应被压实介质及其在压实过程中力学性能的变化,提高压实质量和效率,国外已研制成功了智能压路机。机器的振幅、频率、行驶速度等能与被压实介质的状态和性质相适应,这在一定程度上克服了振动压实能量利用率低的问题。但是,由于该技术不能改变振动压实过程中振动波以空间波及界面波形式的传播规律,因此即使在智能控制的压实过程中,大部分能量仍以界面波传播而发散掉。

1.2 振荡压实技术

20 世纪 80 年代,研制成功了振荡压路机^[5]。压路机在工作过程中,滚轮始终与地面接触,振动波向道路两侧发散小,从而改善了机器本身的工作条件,大大减轻了对环境的干扰。

1.3 冲击振动压实技术

冲击作用能对地面产生比静压力更大的作用力(图 1),从表面传至土层的压力波也比振动压实作用更深^[6]。南非在 20 世纪 70 年代开始研究非圆形冲击压实技术,使得夯实作业能像滚碾那样连续进行,该技术于 20 世纪 90 年代在中国得到应用。这种压实机的碾轮就是激振源,直接向被压材料施力,冲击能量大而集中,压实的有效深度可达 1~2 m。尽管冲击压实的使用场合有限,但是它与振动压实相比,碾轮直接激振的方式及空间波分量的增加,使界面波能量所占的份额下降,提高了压实能量的利用率。

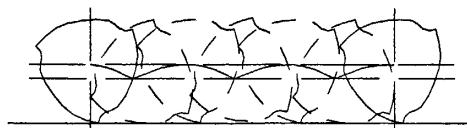


图 1 冲击式压路机工作轮轴心轨迹

2 仿冲击振动压实技术

2.1 仿冲击振动压实技术

本项目课题组在多年研究的基础上,提出了一种节约型压实机的方案,暂称为仿冲击振动压实技术^[7-9],并研制了仿冲击振动压实样机。该样机综合了冲击压实影响深度大及普通振动压实表面质量好的特点,采用特殊结构的振动轮,不仅振动轴上动力平衡,不需要减振机构,而且在压实过程中滚轮能产

生冲击压实效应,压实影响深度大,亦可保证表层压实度较均匀、平整,试验样机如图 2 所示。

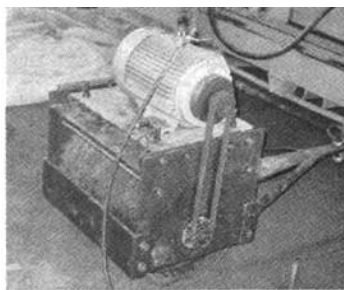


图 2 仿冲击振动压实样机

2.2 仿冲击振动压实试验

为了测试仿冲击振动压实样机不同作业参数和动态性能参数对压实质量的影响,依据正交试验设计方法对仿冲击振动压实样机进行了多组对比试验。试验是在大型土槽中进行的,试验现场见图 3。试验用土为级配土,级配曲线见图 4。在试验过程中,测试了振动轮的加速度响应信号,并在同等试验条件下与普通振动压实的情况作了对比(图 5)。图 6、图 7 分别为振动压实与仿冲击振动压实对比试验的时域曲线和频域曲线。

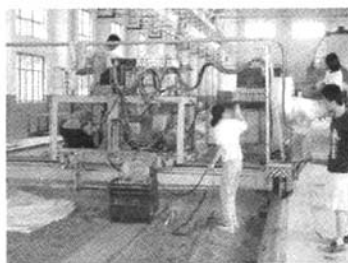


图 3 试验现场

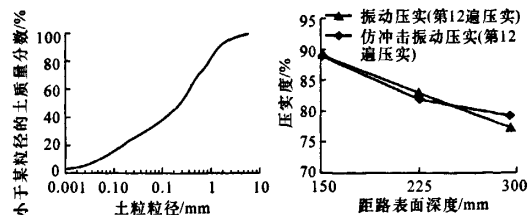
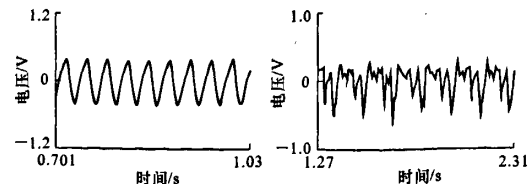


图 4 试验用级配土

图 5 压实曲线



(a) 振动压实 12 遍时的 竖向时域曲线 (b) 仿冲击振动压实 12 遍时的 竖向时域曲线

图 6 时域曲线

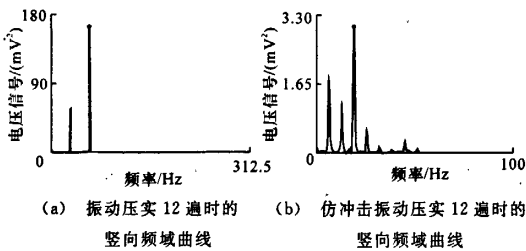


图7 频域曲线

由图5~图7可知,仿冲击压实技术具有以下特点:

(1)空间波分量强,压实影响深度大。振动压实振幅为0.4~2 mm,仿冲击振动压实振幅为4~8 mm。当压实轮质量为300 kg,虚铺层为350 mm的级配土时,按规定压实12遍,150 mm处压实度可达91%,300 mm处可达80%(图5),这相当于6 t的振动压路机的室内试验结果。

(2)同时有多种频率作用,压实效率高。普通压实的主频是激振频率,能量集中;而仿冲击压实技术具有明显的宽频带,多频成分参与压实,且速度发生剧烈变化(图6、图7)。

(3)由于土壤颗粒的多样性,使得压实能量能更好地被压实介质吸收,压实效率高,压实8遍就可达到上述试验条件下的压实度。

(4)碾轮是采用专有技术、特殊设计的圆钢轮,振幅恒定,不随压实材料而变化,压实度均匀,表面平整。

(5)碾轮结构采用动平衡设计,各零件受静力作用,结构简单,可靠性好。

(6)不需减振系统,没有额外的能量损失。

3 结 语

(1)从节能观点来看,振动压实的能量利用率较低,并且对环境造成了严重污染。

(2)提出了仿冲击振动压实技术,试验研究证明,仿冲击振动压实具有多频成分参与压实、压实深度大、振幅稳定、不需减振机构等特点,按规定压实12遍时,150 mm处压实度可达91%,300 mm处压实度可达80%,是一种高效节能的压实技术。

参考文献:

References:

[1] 刘永跃,蒋璐璐,高雁北. 冲击压实在高填方施工中的应用[J]. 筑路机械与施工机械化, 2007, 24(2):

55-57.

LIU Yong-yue, JIANG Lu-lu, GAO Yan-bei. Application of impact compaction in high-filled embankment construction [J]. Road Machinery & Construction Mechanization, 2007, 24(2): 55-57.

[2] 左文军,谢立杨. 振动压路机引起的环境振动及其危害[J]. 长安大学学报: 自然科学版, 2003, 23(4): 81-84.

ZUO Wen-jun, XIE Li-yang. Environmental vibration and damage effect caused by vibratory rollers [J]. Journal of Chang'an University: Natural Science Edition, 2003, 23(4): 81-84.

[3] Muro T, Hoshika Y. Performance and compaction effect of a road roller running on a weak sandy soil [J]. Journal of Terramechanics, 1995, 32(5): 245-261.

[4] 张志峰. 振动压实对环境的影响[D]. 西安: 长安大学, 2004.

[5] 孙祖望,卫雪莉,王 静. 振荡压实的动力学过程及其响应特性的研究[J]. 中国公路学报, 1998, 11(2): 117-126.

SUN Zu-wang, WEI Xue-li, WANG Que. The dynamic process of oscillatory compaction and its response characteristic [J]. China Journal of Highway and Transport, 1998, 11(2): 117-126.

[6] 杨人凤,张永新,杨云岭. 冲击振动联合作用下土的压实机理试验[J]. 长安大学学报: 自然科学版, 2003, 23(3): 64-66.

YANG Ren-feng, ZHANG Yong-xin, YANG Yun-ling. Test for soil compaction principle by impact and vibration [J]. Journal of Chang'an University: Natural Science Edition, 2003, 23(3): 64-66.

[7] 王文君. 仿冲击振动压实的试验研究[D]. 西安: 长安大学, 2004.

[8] 姚运仕,申宝成,冯忠绪. 仿冲击压实机的试验研究[J]. 筑路机械与施工机械化, 2007, 24(2): 58-60.

YAO Yun-shi, SHEN Bao-cheng, FENG Zhong-xu. Experiment study of impact-like roller [J]. Road Machinery & Construction Mechanization, 2007, 24(2): 58-60.

[9] 韩 红. 冲击压实技术在肃临公路施工中的应用[J]. 筑路机械与施工机械化, 2007, 24(9): 57-58.

HAN Hong. Application of impact compaction technology in construction of Sulin highway [J]. Road Machinery & Construction Mechanization, 2007, 24(9): 57-58.