



# 高强混凝土联锁块在港区堆场中的应用

孙增春<sup>1</sup>, 何光春<sup>2</sup>

(1. 重庆交通大学 河海学院, 重庆 400074; 2. 重庆西南水运工程科学研究所, 重庆 400016)

**摘要:** 针对高强混凝土联锁块面层结构在港口堆场中的应用问题, 对高强混凝土联锁块的特点、结构设计、施工工艺和经济效益等进行了分析讨论, 认为高强混凝土联锁块在港区堆场应用中性能较优、经济效益明显, 具有广阔的应用前景。

**关键词:** 高强联锁块; 港区堆场; 面层结构; 应用

中图分类号: U 654

文献标志码: A

文章编号: 1002-4972(2016)07-0154-04

## Application of high-strength concrete interlocking block in the port-area storage yard

SUN Zeng-chun<sup>1</sup>, HE Guang-chun<sup>2</sup>

(1. College of River and Ocean Engineering, Chongqing Jiaotong University, Chongqing 400074, China;

2. Southwest Water-Transport Engineering Institute, Chongqing 400016, China)

**Abstract:** It was discussed and analyzed the characteristics, structural design, construction techniques and economic effects to the application of high-strength concrete interlocking blocks pavement structures in port yard. It has known that the high-strength concrete interlocking blocks has better property, remarkable economical benefit and broad prospects in port yard.

**Keywords:** high-strength interlocking block; port-area storage yard; surface structure; application

随着经济快速发展和节能减排及绿色运输的要求, 港口货物的吞吐量增长尤为明显。港口朝着大规模方向发展, 因此对港口工程中堆场的需求大幅上升, 对堆场质量要求也越来越高, 堆场建设在整个港口工程建设投资中所占的比例也大幅度提高。高强混凝土联锁块面层作为一种新型面层结构, 以其特有的优点, 在港区堆场得到了广泛的推广应用。高强混凝土联锁块的合理使用对发挥港区堆场的功能、节约工程投资、满足设计使用年限等具有重大意义。

### 1 混凝土联锁块结构的特点

混凝土联锁块结构应用于港区堆场中, 主要有以下特点:

1) 力学性能好。混凝土联锁块是经过挤压强振成型的一种高强混凝土块体, 主要材料为水泥和密实骨料。块体密实度大、强度高, 单块面积小, 不易产生隆起、断裂、折断等现象。

2) 施工速度快。高强联锁块是在预制厂内经过专业机械设备加工制成的, 成品速度快、单块面积小、运输方便、受风雨等恶劣天气的影响较小、工期安排方便。在施工过程中, 只要将基础工程处理完成后即可对联锁块进行铺砌, 使施工工艺得到很大程度的简化。

3) 便于维修。面层结构维修和埋置于面层下方管线的维修是两个经常遇到的比较难处理的问题。堆场由于长期承受较大的荷载, 在使用一段时间后堆场易发生损坏, 联锁块堆场只需将损坏

收稿日期: 2016-03-01

作者简介: 孙增春(1993—), 男, 硕士研究生, 从事水工结构研究。

的块体取出, 替换成新的块体即可。如果使用现浇混凝土堆场需要凿开损坏的部分, 重新浇筑混凝土面层, 耗费时间长、造价高。同样在对联锁块堆场面层下方管线进行维修时, 只需将管线上方的块体取出, 挖开覆盖层进行维修施工即可, 节省了维修成本和时间。

4) 附加功能。在联锁块预制过程中, 向搅拌设备中投用不同颜色的水泥拌合料, 制作成不同色彩的联锁块。根据不同的需求拼成各种图案或进行区域划分, 使港区堆场的利用更加合理, 提高了整个港口的工作效率。

5) 可重复使用。联锁块是由刚性材料制作成的柔性结构, 比现浇混凝土面层造价低, 对大型机械设备的需求少。混凝土强度等级基本在 C50 以上, 强度高, 在较大的冲击荷载下能保持原有形状, 可重复多次使用<sup>[1]</sup>。

## 2 结构设计

现浇混凝土面层、沥青混凝土面层和高强混凝土联锁块面层是国内外港区堆场最常用的 3 种面层结构。其中作用在现浇混凝土面层上的荷载主要依靠面板的绕曲来扩散, 沥青混凝土面层上的荷载依靠面层自身的连续性扩散, 二者的理论研究和结构设计比较成熟。而高强联锁块面层比现浇混凝土面层和沥青混凝土面层结构复杂, 研究深度仍有不足。

港区堆场联锁块面层结构自上而下由高强联锁块层、砂垫层、基层和原始地基组成(图 1)。一般来说, 联锁块面层承受和传递荷载主要依赖于块体之间的嵌锁作用, 位于联锁块面层的地基并非处于完全密实状态中, 块体与块体之间存在 2~3 mm 的缝隙, 在铺砌过程中用砂粒填充此缝隙。在荷载作用之前, 只要依靠填缝砂来传递荷载, 块体之间的嵌锁作用基本上没有发挥出来。当联锁块层逐渐形成稳定的结构层以后, 块体在荷载的作用下发生弯沉, 块体间由于存在缝隙没有处于紧密接触状态中, 所以块体会出现微小转动, 使块体之间产生水平挤压力, 面层由于挤压力作用产生一定的拱度。孙立军<sup>[2]</sup>经过对联锁块体

进行室内足尺承载板试验和现场承载试验, 分析块体间接缝的力学特性和联锁块层扩散荷载的原理, 提出了联锁块在荷载作用下的“拱效应”。联锁块在荷载作用下将从上部传来的竖向压力变为水平挤压力, 使得作用在单个块体的荷载向周围更大区域内扩散。荷载扩散过程中回弹弯沉起着重要作用, 故块体不会出现单体沉降、局部沉降的情况, 对生产作业的影响相对于现浇混凝土面层和沥青混凝土面层小得多。

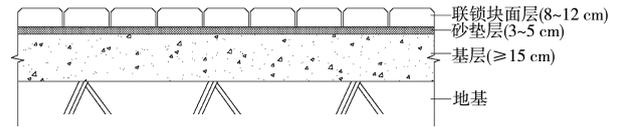


图 1 港区堆场联锁块面层结构

根据相关规范要求以及使用经验, 联锁块体常用厚度为 8、10、12 cm, 最小厚度不宜小于 8 cm, 联锁块在厚度选取时要充分考虑荷载的作用, 荷载作用次数越多则块体的厚度应越大。基层厚度与除基层以外的各层厚度有关, 当各层厚度确定下来后, 根据基层的类型、基层以下回弹模量和基层所受荷载状况选取, 基层最小厚度不宜小于 15 cm<sup>[3]</sup>。

## 3 混凝土联锁块面层结构的施工流程

1) 若原始地基良好, 满足设计要求, 则对地基进行简单处理后可直接进行基层施工。若原始地基为含水量高、压缩性大、强度低、透水性差的淤泥质或软土地基, 则需对地基进行开挖和换填处理。地基开挖后, 回填一定厚度的碎石, 进行强夯和预压加固处理, 当地基高程下降后回填至原设计高程再进行夯击, 直至地基压实度不小于 95% 为止。然后进行粗平、细平, 最后用振动压路机对地基进行压实 10~12 遍至地基表面没有明显的车轮痕迹<sup>[4]</sup>。

2) 基层施工主要在地基上摊铺贫混凝土, 此环节在整个混凝土联锁块面层施工过程中占有十分重要的地位。施工过程中分两次摊铺, 若基层总厚度为 40 cm, 则每次摊铺 20 cm, 摊铺过程中必须对摊铺后的顶面高程进行测量, 若超过施工规范要求, 必须进行人工细平, 确保基层顶面的



4) 现浇混凝土面层结构比高强联锁块面层结构造价高<sup>[3]</sup>, 见表2。

表2 面层结构造价比较

面层结构	结构形式	结构层 厚度/cm	单价/ (元/m <sup>2</sup> )
混凝土联锁块面层	10 cm 混凝土联锁块	80	约 295
	5 cm 中粗砂		
	40 cm 贫混凝土		
	25 cm 级配碎石 一层土工格栅加筋		
现浇混凝土面层	40 cm 现浇混凝土面层	80	约 345
	25 cm 水泥稳定碎石基层		
	15 cm 级配碎石底基层		

由表2可知, 现浇混凝土面层的单价高于混凝土联锁块面层约15%, 如果将浇筑混凝土面层所需要的大型机械设备和后期维修费用计算在内, 现浇混凝土面层结构的造价还将增加。

## 6 结语

1) 通过国内外大量的港口工程堆场的应用, 可知高强混凝土联锁块强度高、面层结构整体性好、对软土地基和高回填地基适应性强、不会出现单体沉降和局部沉降的情况, 施工速度快, 便

于局部调整维修, 块体可重复使用。

2) 高强混凝土联锁块面层结构工程造价较低, 一般为现浇混凝土面层的85%左右, 若加上地基处理等费用以及后期维修费用, 其经济效益更为明显。

3) 由于高强混凝土联锁块良好的性能和显著的经济效益, 在港口工程的堆场应用中具有广阔的应用前景。

## 参考文献:

- [1] 曹琦. 高强度混凝土连锁块在港口堆场道路中的应用[J]. 港工技术, 2002(2): 35-36.
- [2] 孙立军. 连锁块铺面的结构承载理论[J]. 土木工程学报, 1995, 28(4): 15-21.
- [3] 王敏. 集装箱堆场面层结构比选[J]. 中国港湾建设, 2015(4): 6-8.
- [4] 齐威, 杨沛霖. 混凝土连锁块施工工艺及质量控制[J]. 中国水运: 下半月, 2015(5): 127-128.
- [5] 肖勇, 刘克玉, 潘文龙, 等. 大面积连锁块铺砌工艺及其在瓜达尔港口项目中的应用[J]. 中国港湾建设, 2005(S1): 130-133.

(本文编辑 武亚庆)

(上接第153页)

## 参考文献:

- [1] 刘晓平, 陶桂兰. 渠化工程[M]. 北京: 人民交通出版社, 2009.
- [2] 钮新强, 宋维邦. 船闸与升船机设计[M]. 北京: 中国水利水电出版社, 2007.
- [3] 辛彦清. 船闸混凝土温度裂缝的经验教训[J]. 水运工程, 2002(8): 78-80.
- [4] 张国新. 五强溪船闸裂缝的流形元模拟[J]. 水力学报, 2003(11): 37-42.
- [5] 张庆亮. 船闸闸首热-结构耦合及裂缝计算分析[D]. 重庆: 重庆交通大学, 2013.
- [6] 京杭运河船闸扩容工程施桥、邵伯三线船闸工程建设办公室. 混凝土质量通病治理新技术研究[R]. 南京: 南京水利科学研究所, 2011.
- [7] 曹周红. 船闸结构时变演化的多场耦合静动力分析与研究[D]. 天津: 天津大学, 2012.
- [8] Gawin D, Pesavento F, Schrefler B A. Hygro-thermo-chemo-mechanical modeling of concrete at early ages and beyond. Part II: Shrinkage and creep of concrete [J]. International Journal for Numerical Methods in Engineering, 2006, 67: 332-363.
- [9] Yuan Y, Wan Z L. Prediction of cracking within early-age concrete due to thermal, drying and creep behavior [J]. Cement and Concrete Research, 2002, 32: 1 053-1 059.
- [10] Li H, Liu J P, Wang Y J, et al. Deformation and cracking modeling for early-age sidewall concrete based on the multi-field coupling mechanism [J]. Construction and Building Materials, 2015, 88: 84-93.

(本文编辑 武亚庆)