

起重船助浮沉箱下水情况下的 定倾高度与吊力关系研究

张佳运

(辽宁省交通运输事业发展中心, 辽宁 沈阳 110005)

摘要: 制作试验模型, 在实验室中模拟施工海域施工条件, 研究在有波浪作用, 起重船多吊点助浮沉箱时, 沉箱在复杂受力情况下, 定倾高度与吊力之间的规律, 为起重船助浮沉箱下水施工工艺提供数据参考。

关键词: 沉箱; 助浮; 定倾高度; 吊力

中图分类号: U674.35 **文献标识码:** A **文章编号:** 1006—7973 (2022) 02—0103—02

随着重力式码头墙身主要结构沉箱的不断大型化, 传统沉箱预制厂下水滑道不能满足沉箱自然起浮水深条件的工况时有发生, 当前的主要解决方案中, 起重船助浮沉箱下水较整体改造沉箱预制厂和沉箱水上接高^[1]有节约工期和节省成本的优势, 在起重船起重能力大幅提升后, 越来越成为较多工程施工组织设计的第一选择^[2]。现行技术标准和操作规程中均提及可采用起重船助浮沉箱下水的施工工艺, 但缺少详细的操作流程及明确的指标要求, 未对沉箱干舷高度、定倾高度、压载时机等做出量化规定, 导致缺少直接的施工依据^[3]。因此, 本文以大连港大窑湾北岸某 20 万吨集装箱码头工程为项目依托, 在实验室中模拟施工海域施工条件, 按比例制作沉箱模型, 分析试验数据, 研究沉箱在复杂受力情况下, 定倾高度与吊力之间的关系, 为类似工程中起重船助浮沉箱下水施工工艺提供数据参考。

1 工程概况及试验必要性

大连港大窑湾北岸某 20 万吨集装箱码头工程需预制沉箱 29 个, 沉箱尺寸 16 米 × 15.1 米 × 22.1 米, 理论重 2762.4 吨, 自然起浮需吃水 14.2 米。以当地理论深度基准面起算, 沉箱预制厂下水滑道末端水深 -10.3 米, 4 米以上潮高累计频率小于 10%^[4]。综合考虑预制厂前沿水深、漂浮接高需用水域、船机调遣等因素, 对比整体改造沉箱预制厂滑道、沉箱水上接高等方案, 起重船助浮沉箱下水是节约工期和节省成本的最优选择。在缺少现行技术标准明确指标要求和国内外项目可借鉴经验的情况下, 有必要进行物模试验确定在波浪作用、

起重船多吊点等复杂受力时沉箱定倾高度与吊力之间的规律, 进而得出适宜的干舷高度及仓内压载等要求, 获得起重船助浮沉箱下水施工工艺所需数据, 保证工程安全顺利推进。

2 试验准备

2.1 试验设备及道具

在大连理工大学海岸及近海工程国家重点实验室波流水池开展试验, 试验区前端配备蛇型三维不规则波造波机, 尾部安装架空斜坡碎石消能设备以避免波浪的反射, 另配备数据自动采集及实时分析系统、波浪测量系统, 影像采集系统, 有效试验区域 40 米 × 24 米 × 1 米。试验区上部设置定滑轮组, 滑轮组一端连接仿吊索系统及沉箱模型, 另一端连接可调节砝码作为吊力。调整试验用水浓度与施工海域相近。

2.2 试验模型

采用特种玻璃为原材按照几何相似的原则制作外型尺寸与沉箱原型线性相似的模型, 尺寸 40 厘米 × 37.8 厘米 × 55.3 厘米, 在模型适当位置配重, 使模型重量分布与原型满足重力相似, 实称模型重量 43.45 公斤, 转换实体重量为 2780.8 吨, 偏差 +0.67%, 满足试验要求。

3 试验过程

3.1 试验模型及系统的可靠性验证

试验对应定倾高度分别为 0.1 米、0.2 米时沉箱模型的起浮水位, 通过比尺关系换算成原型吃水, 并于理

论吃水进行对比, 结果如表 1。

在不同定倾高度情况下, 试验中模型自然起浮水位换算成原型沉箱起浮水位后与理论值较为接近, 偏差 +0.35%, 精度满足试验要求, 故采用该模型系统进行相关试验结果可靠。

表 1 试验模型起浮水位结果

定倾高度 (m)	实验值		理论值 (m)
	模型 (cm)	原型 (m)	
0.1	35.1	14.05	14.00
0.2	35.5	14.20	14.15

3.2 试验条件及数据

通过试验区前端的蛇型三维波造波机制造相当于施工海域 0.5 米波高的规则波, 不考虑风况对沉箱起浮的影响的情况下, 开展两类试验: 一是沉箱模型箱内仅压载平衡水, 调整吊力并根据自然起浮状态下的吃水计算定倾高度, 研究固定压载情况下定倾高度和吊力之前的关系; 二是固定吊力, 根据实际压载情况计算定倾高度并记录对应吃水, 研究固定吊力下定倾高度和沉箱吃水的关系。试验主要数据统计情况见下表:

表 2 试验数据及结论

试验	模型值			原型值		
	m 值 (cm)	水位 (cm)	吊力 (kg)	m 值 (m)	水位 (m)	吊力 (t)
1	-5.20	25.2	4.96	-2.08	10.08	317.4
2	-3.25	27.3	4.32	-1.30	10.92	276.5
3	-2.86	28.0	4.02	-1.14	11.20	257.3
4	-1.57	29.8	4.02	-0.63	11.92	257.3
5	-0.26	31.4	4.02	-0.10	12.56	257.3
6	0.22	32.2	4.02	0.09	12.88	257.3
7	0.48	32.5	4.02	0.19	13.00	257.3

4 试验结论

根据试验数据拟合吊力 P 与定倾高度 m 值之间的关系, 得 $P = -71.87m^2 - 295.3m + 13.97$, 式中 P 为吊力 (单位: 吨), m 为定倾高度 (单位: 米)。

固定吊力值 $P = 257.3$ 吨时, 以原型数据拟合得水位的 T 与定倾高度 m 值的相关公式: $T = 1.342m + 12.73$, 式中 T 为水位 (单位: 米)。

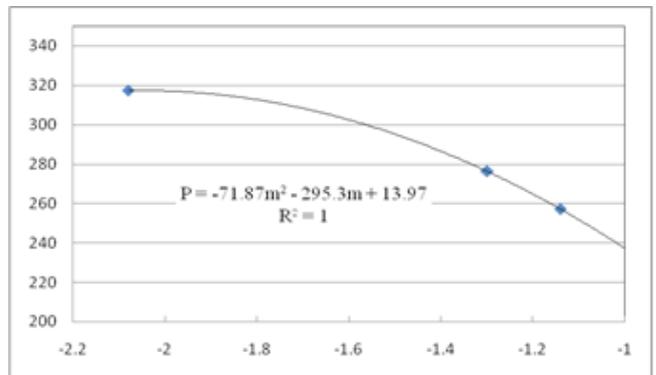


图 1 根据试验数据拟合吊力 P 与定倾高度 m 值之间的关系图

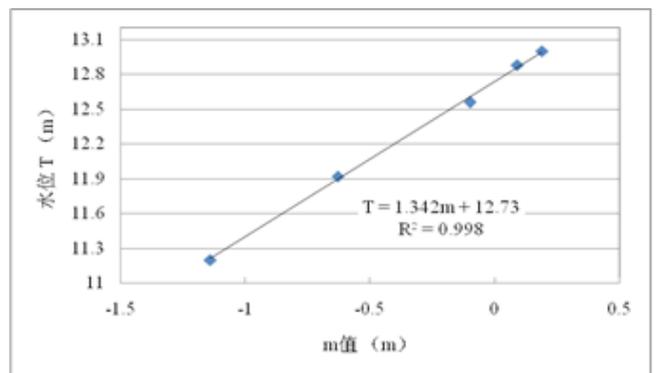


图 2 以原型数据拟合得水位的 T 与定倾高度 m 值之间的关系图

参考文献:

- [1] 张仲文, 刘子琪, 郭科, 等. 港口工程施工手册 [M]. 北京: 人民交通出版社, 2015.
- [2] 于洋. 浮箱助浮沉箱出运工艺技术探讨 [J]. 珠江水运, 2021(7):047.
- [3] JTS167-2-2009, 重力式码头设计与施工规范 [S].
- [4] 李永锋. 大型沉箱起重船大吊力助浮出运技术 [J]. 水运工程, 2020(7):223-226.

