



# 重力式码头抗滑抗倾稳定表达式 修订案例验证

叶建科<sup>1</sup>, 吴曼涓<sup>1</sup>, 严晨宇<sup>1</sup>, 麦远俭<sup>2</sup>

(1. 中交四航局港湾工程设计院有限公司, 广东 广州 510231;

2. 中交第四航务工程局有限公司 广东 广州 510231)

**摘要:** 对18个重力式码头案例, 按现行规范和正在修订的规范的表达式分别进行了抗滑抗倾稳定对比验算与统计分析。其结果表明: 在验算样本范围内, 正在修订的《码头结构设计规范》(征求意见稿修改稿)引入综合抗力分项系数 $\gamma_R$ 和对结构系数 $\gamma_d$ 进行调整后, 码头的抗滑、抗倾稳定与现行规范基本一致, 表达式的修订是可靠的、可行的。

**关键词:** 重力式码头; 抗滑抗倾稳定; 表达式; 修订

中图分类号: U 656.1<sup>+</sup>11

文献标志码: A

文章编号: 1002-4972(2013)04-0069-03

## Checking calculation of gravity wharf cases for revised stability formula to anti-sliding and anti-overtum

YE Jian-ke<sup>1</sup>, WU Man-juan<sup>1</sup>, YAN Chen-yu<sup>1</sup>, MAI Yuan-jian<sup>2</sup>

(Engineering Design Co., Ltd. of CCCC Fourth Harbor Engineering Co., Ltd., Guangzhou 510231, China;

2. CCCC Fourth Harbor Engineering Co., Ltd., Guangzhou 510231, China)

**Abstract:** The contrast calculation and statistic analysis in 18 cases of gravity wharf on the basis of current codes and the under-revision codes to anti-sliding and anti-overtum stability are carried out. The result reveals that the anti-sliding and anti-overtum stability calculated by the under-revision *Design Code for Wharf Structure*, which introduces the comprehensive resistance coefficient  $\gamma_R$  and adjusting structure coefficient  $\gamma_d$ , is almost the same as that calculated by the present code. Therefore, the revisions are feasible and reliable.

**Key words:** gravity wharf; anti-sliding & anti-overtum stability; expression; revision

现行的JTS 167-2-2009《重力式码头设计与施工规范》<sup>[1]</sup>(简称JTS 167-2-2009)规定: 重力式码头抗滑、抗倾稳定性验算采用多变量多分项系数的表达式, 且同一变量的分项系数在抗力项与作用项的取值相同; 结构系数 $\gamma_d$ 在抗滑稳定性验算时取为1.0(无波浪作用)或1.1(有波浪作用), 在抗倾稳定性验算时取为1.25(无波浪作用)或1.35(有波浪作用)。这些规定与GB 50158-1992《港口工程结构可靠度设计统一标准》中关于表达式及分项系数的规定相符合。

新修订发布施行的GB 50158-2010《港口工程结构可靠性设计统一标准》<sup>[2]</sup>(简称GB 50158-2010)对极限状态设计表达式的规定有了修订, 重力式码头抗滑、抗倾稳定性验算属于静力平衡确定, 其结构抗力设计值采用单一综合抗力分项系数 $\gamma_R$ 计算, 而作用项仍可按多变量多分项系数表达。GB 50158-2010还说明, 结构调整系数 $\gamma_d$ 只有在有需要的少量特殊情况下给定。据此, 目前在重新组合的《码头结构设计规范》(征求意见稿修改稿)<sup>[3]</sup>修编中, 对重力式码头抗滑、抗倾稳定

收稿日期: 2012-10-10

作者简介: 叶建科(1981—), 男, 工程师, 从事港口航道工程咨询设计工作。

性验算表达式的抗力项作了相应修订，旨在与GB 50158—2010的有关规定相吻合。《码头结构设计规范》（征求意见稿修改稿）建议引入综合抗力分项系数 $\gamma_R$ ，并调整结构调整系数 $\gamma_d$ 。建议：在抗滑稳定性验算时， $\gamma_R$ 取为1.05；在抗倾稳定性验算时， $\gamma_R$ 取为1.25；在抗滑稳定性验算时，当无波浪作用或波浪力为非主导可变作用时， $\gamma_d$ 取为1.0，当有波浪作用并为主导可变作用时， $\gamma_d$ 取为1.1；在抗倾稳定性验算时，当无波浪作用或波浪力为非主导可变作用时， $\gamma_d$ 取为1.0，当有波浪作用并为主导可变作用时， $\gamma_d$ 取为1.1。

为进一步检验按上述建议对重力式码头抗滑、抗倾稳定验算表达式进行修订后，码头的抗

滑、抗倾稳定与按现行的JTS 167-2—2009表达式计算的码头抗滑、抗倾稳定的差异，本文选取了18个重力式码头案例进行对比验算分析，为《码头结构设计规范》引入综合抗力分项系数 $\gamma_R$ 并调整结构调整系数 $\gamma_d$ 的修编提供充分依据。

### 1 案例对比验算

#### 1.1 验算案例

本文所验算的码头案例共18个，分别选自营口、烟台、厦门、漳州、钦州、防城港、广州、深圳、海口等地区，以及境外的沙特和安哥拉，码头结构类型包括沉箱结构、坐床式圆筒结构、方块结构和扶壁结构，对比验算结果共412组，见表1。

表1 重力式码头验算案例

码头结构类型	案例数量/个	对比验算结果数/组		案例来源地
		抗滑稳定性	抗倾稳定性	
沉箱结构	7	84	46	烟台、厦门、漳州、广州、深圳
坐床式圆筒结构	6	88	44	钦州、防城港
方块结构	3	72	60	营口、沙特
扶壁结构	2	12	6	海口、安哥拉
合计	18	256	156	

#### 1.2 验算方式

本文采用的验算方式为：对于同一验算断面，考虑作用持久组合，采用相同的堆载和系缆力，在不同的设计水位下，考虑对应的波浪作用（如有），分别按JTS 167-2—2009和《码头结构设计规范》（征求意见稿修改稿）对码头抗滑、抗倾稳定性进行验算，得出相应的综合抗力设计值并进行对比分析。

考虑到近年来建造的重力式码头的胸墙结构通常与主体结构采用插筋连接，其抗滑、抗倾稳定已不再单独依靠界面摩擦力和自重。因此，本文未对胸墙结构的抗滑、抗倾稳定性进行对比验算。

### 2 对比验算结果统计分析

案例按结构类型、荷载作用类型划分并进行对比计算，将验算结果的对比值进行分类统计列表。其中，按JTS 167-2—2009计算得出的综合抗力设计值为 $R_{d1}$ ，按《码头结构设计规范》（征求意见稿修改稿）的修订建议计算得出的综合抗力

设计值为 $R_{d2}$ ，对比值为 $R_{d2}/R_{d1} \times 100\%$ 。

#### 2.1 按结构类型对比验算

按结构类型案例对比验算结果见表2。

#### 2.2 按荷载作用类型对比验算

按荷载作用类型案例对比验算的结果见表3。

#### 2.3 案例对比验算结果

案例对比验算结果如表4所示。

#### 2.4 对比值 ( $R_{d2}/R_{d1}$ ) 的分布

对比值 ( $R_{d2}/R_{d1}$ ) 的分布如表5所示。

#### 2.5 对比值 ( $R_{d2}/R_{d1}$ ) 的标准差和变异系数

对比值 ( $R_{d2}/R_{d1}$ ) 的标准差和变异系数见表6。

由表2~6可知，在选取的验算样本范围内，总体平均的 $R_{d2}$ 略小于 $R_{d1}$ ，只在考虑波浪作用，堆载土压力为主导可变作用时的 $R_{d2}$ 略大于 $R_{d1}$ ，表明按目前正在修订的《码头结构设计规范》（征求意见稿修改稿）中的表达式进行的验算结果与按现行的JTS 167-2—2009中表达式的验算结果差别甚微。而两者其码头的抗滑、抗倾稳定的验算结果基本一致。

表2 按结构类型案例对比验算

稳定性	结构类型	对比值 ( $R_{d2}/R_{d1}$ ) 的平均值/%	对比值 ( $R_{d2}/R_{d1}$ ) 范围/%	样本数
抗滑稳定性	沉箱结构	94.6	93.0~104.8	84
	坐床式圆筒结构	96.4	92.6~104.4	88
	方块结构	95.9	93.0~104.8	72
	扶壁结构	94.9	94.5~95.2	12
	合计	95.5	92.6~104.8	256
抗倾稳定性	沉箱结构	96.8	94.7~106.7	46
	坐床式圆筒结构	97.7	92.7~104.8	44
	方块结构	98.5	95.6~107.1	60
	扶壁结构	98.4	97.8~98.8	6
	合计	97.6	92.7~107.1	156

表3 按荷载作用类型案例对比验算

稳定性	荷载作用类型	对比值 ( $R_{d2}/R_{d1}$ ) 的平均值/%	对比值 ( $R_{d2}/R_{d1}$ ) 范围/%	样本数
抗滑稳定性	不考虑波浪作用, 由可变作用产生的土压力为主导可变作用	93.9	92.9~95.3	164
	考虑波浪作用, 波浪力为主导可变作用	93.7	92.6~94.7	33
	考虑波浪作用, 堆载土压力为主导可变作用	103.5	102.0~104.8	59
	合计	95.5	92.6~104.8	256
抗倾稳定性	不考虑波浪作用, 由可变作用产生的土压力为主导可变作用	96.2	92.7~98.8	100
	考虑波浪作用, 波浪力为主导可变作用	95.9	94.3~98.1	16
	考虑波浪作用, 堆载土压力为主导可变作用	103.7	100.5~107.1	40
	合计	97.6	92.7~107.1	156

表4 案例对比验算结果

稳定验算	对比值 ( $R_{d2}/R_{d1}$ ) 的平均值/%	对比值 ( $R_{d2}/R_{d1}$ ) 范围/%	样本数
抗滑稳定性	95.5	92.6~104.8	256
抗倾稳定性	97.6	92.7~107.1	156

表5 对比值 ( $R_{d2}/R_{d1}$ ) 分布

对比值 ( $R_{d2}/R_{d1}$ ) 分布	抗滑稳定性		抗倾稳定性	
	样本数	比重/%	样本数	比重/%
92% ≤ 对比值 < 94%	105	41.0	12	7.7
94% ≤ 对比值 < 96%	87	34.0	30	19.2
96% ≤ 对比值 < 98%	3	1.2	49	31.4
98% ≤ 对比值 < 100%	0	0	27	17.3
100% ≤ 对比值 < 102%	0	0	8	5.1
102% ≤ 对比值 < 104%	44	17.2	8	5.1
104% ≤ 对比值 < 106%	17	6.6	11	7.1
106% ≤ 对比值 < 108%	0	0	11	7.1
合计	256	100	156	100

表6 对比值 ( $R_{d2}/R_{d1}$ ) 的标准差和变异系数

稳定性	平均标准差/%	标准差范围/%	平均变异系数	变异系数范围
抗滑稳定性	2.0	0~5.0	0.020 2	0~0.050 9
抗倾稳定性	1.9	0~4.2	0.019 1	0~0.043 4

(下接第75页)