

项目编号	
设计阶段	D
出版状态	
版次	

消防通道挡浪墙及路面塌陷修复工程

技术方案

中交第三航务工程勘察设计院有限公司

中国·上海

2025年04月

目 次

1. 概述.....	1
1.1. 工程背景.....	1
1.2. 本次工程内容.....	1
1.3. 修复设计依据.....	1
1.3.1. 文件及资料.....	1
1.3.2. 技术规范资料.....	2
1.4. 存在问题和建议.....	2
2. 修复工程技术条件.....	3
2.1. 坐标及高程基准.....	3
2.1.1. 坐标系.....	3
2.1.2. 高程基准面.....	3
2.2. 自然条件.....	3
2.2.1. 设计水位.....	3
2.2.2. 降雨.....	3
2.3. 原结构设计概述.....	4
3. 堤身缺陷检测、测量.....	4
3.1. 现场发现情况记录.....	4
3.2. 评定标准.....	8
3.3. 专家会结论和建议.....	8
3.4. 缺陷成因分析.....	9
4. 修复工程技术方案.....	10
4.1. 修复原则.....	10
4.2. 设计荷载及设计标准.....	10
4.3. 沉陷修复方案.....	10
4.4. 修复工程量.....	1
5. 存在问题和建议.....	1

1. 概述

1.1. 工程背景

连云港港徐圩液体散货泊位区应急消防通道位于吹填 4 区和 3 区围堤之间，消防通道主要分为 GF、EC 和 CD 三段，GF 段为爆破挤淤堤，长度为 938m，CE 段位砂被堤结构，长度为 566m，CD 段为砂被堤结构，长度为 1461m，龙口宽度 EF 约 100m，上跨两座钢便桥连接两段消防通道。



图 3-1 消防通道平面位置

1.2. 本次工程内容

消防通道建成后运营后，2025 年 3 月份现场发现 3#围堤与钢便桥衔接处挡浪墙及路面出现沉降凹陷，挡浪墙侧沉降约 8-10cm，挡浪墙下方局部腾空，路缘石侧沉降较小。本次工程修复工程范围在 3#围堤与钢便桥衔接处约 8.2m 长的条状区域。

1.3. 修复设计依据

1.3.1. 文件及资料

- 1) 《项目委托函》
- 2) 《连云港港 30 万吨级航道二期工程准备工程》施工图，中交上海航道勘察设计研究院有限公司，2013 年 7 月。
- 3) 《徐圩港区液体散货泊位区应急消防通道及综合管网工程》施工图，中交第三航务工程勘察设计院有限公司，2020 年 10 月。

1.3.2. 技术规范资料

- 1) 港口设施维护技术规范 JTS 310-2013
- 2) 水运工程水工建筑物原型观测技术规范 JTS 235-2016
- 3) 水运工程水工建筑物检测与评估技术规范 JTS 304-2019
- 4) 港口水工建筑物修补加固技术规范 JTS 311-2011
- 5) 水电水利工程控制性灌浆施工规范 DL/T 5728-2016

1.4. 存在问题和建议

(1) 注浆止漏的效果受多种因素影响，修复工程开展前宜做注浆测试，根据取样检测的评定，适当调整注浆技术参数。

(2) 本工程为边生产边修复工程，宜根据生产调度情况，安排修复工程的部位，保证港口生产平稳。

(3) 修复范围划定后，在排除可能存在的施工安全隐患外。尚宜在现场区域设置隔离装置和警戒标识，防止人员车辆误入，造成安全事故，排除可能存在的安全隐患。

(4) 根据有关规范要求并结合修复工程效果，编列相应的消防通道观测维修计划，开展消防通道的维护工作。

2. 修复工程技术条件

2.1. 坐标及高程基准

2.1.1. 坐标系

消防通道项目原设计采用“54 北京坐标系”。

2.1.2. 高程基准面

本工程潮位、水深及高程基准面均采用连云港零点（即连云港理论最低潮面），当地各基准面关系见下图 2-1。

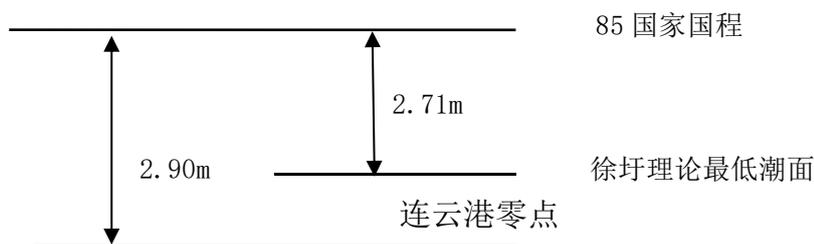


图 2-1 工程基准面换算关系

2.2. 自然条件

2.2.1. 设计水位

设计高水位	5.41m	（高潮累积频率 10%）
设计低水位	0.47m	（低潮累积频率 90%）
极端高水位	6.56m	（五十年一遇高潮位）
极端低水位	-0.68m	（五十年一遇低潮位）

2.2.2. 降雨

多年平均降水量:	895.1mm
累年最大降水量:	1380.7mm
多年最小降水量:	520.7mm
最大一日降水量:	432.2mm（1985 年 9 月 2 日）
多年平均降水日:	
日降水量 $\geq 1.0\text{mm}$	62.4 天
日降水量 $\geq 10.0\text{mm}$	24.1 天
日降水量 $\geq 25.0\text{mm}$	8.8 天
日降水量 $\geq 50.0\text{mm}$	3.4 天

2.3.原结构设计概述

挡浪墙沉陷处围堤原结构为爆破挤堤，堤顶宽 6.5m，内外边坡 1:1.5，地基处理采用全爆破挤淤法，堤身采用陆抛开山石结构 1~300kg，外坡采用 3T 扭王字块护面块体，抛石护底。内侧设置防渗倒滤层，倒滤层结构为复合反滤布、软体排泛绿，充填袋结构压载。

二港池围堤结构最初设计单位为连云港港山工程设计研究院有限公司在 2012 年 6 月进行设计，然后，2013 年 7 月中交上海上海航道勘察设计研究院有限公司在此基础上进行拓宽、内外坡防护设计；为建设消防通道，2021 年 12 月份，中交第三航务工程勘察设计院再次设计，对堤身进行陆抛 1~300kg 块石拓宽堤顶，局部新建钢筋混凝土挡浪墙，堤顶消防通道拓宽至 9m，道路采用沥青混凝土结构形式，内坡采用灌砌块石进行护砌，坡度 1:1.5。消防通道工程开工日期为 2020 年 9 月，竣工日期为 2021 年 12 月。

3. 堤身缺陷检测、测量

3.1.现场发现情况记录

2025 年 3 月，现场工作人员发现钢便桥北侧（3#围堤端部）约 8.2m 长区域挡浪墙（桩号 K2+516.92~K2+525.12，挡浪墙两端坐标为（X=3829646.565，Y=465397.091）；（X=3829640.037，Y=465392.098））发生沉降、错位，沉降约 8-10cm，挡浪墙底部素砼垫层破损严重，下部块石被掏空，仅剩大粒径块石，形成空腔高度约 10-40cm。挡浪墙结构未见明显破损。3#围堤约 91m 长度范围的外坡在前期工程中未进行防护施工。

堤顶道路另一侧路缘石发生移位、松动，与道路边线偏移约 3-5cm，路缘石施工缝处发生破损，混凝土挤压剥落。

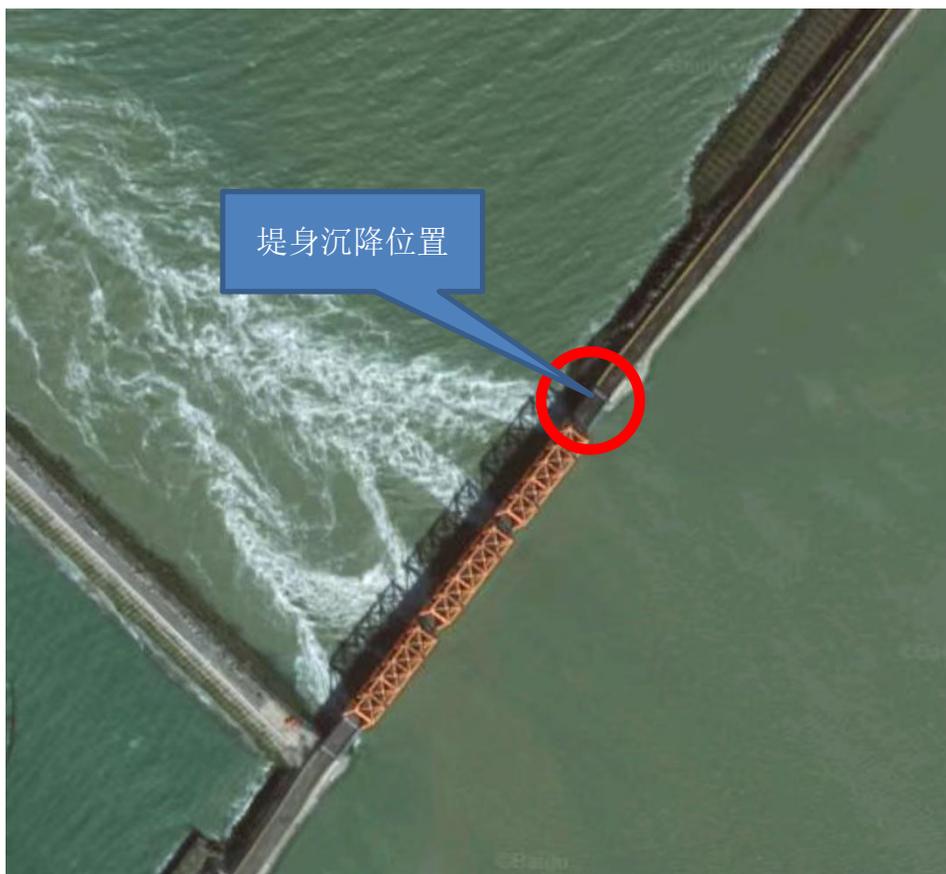


图 3-1 堤身沉降位置



图 3-2 挡浪墙底部掏空照片(1)



图 3-3 挡浪墙底部掏空照片(2)

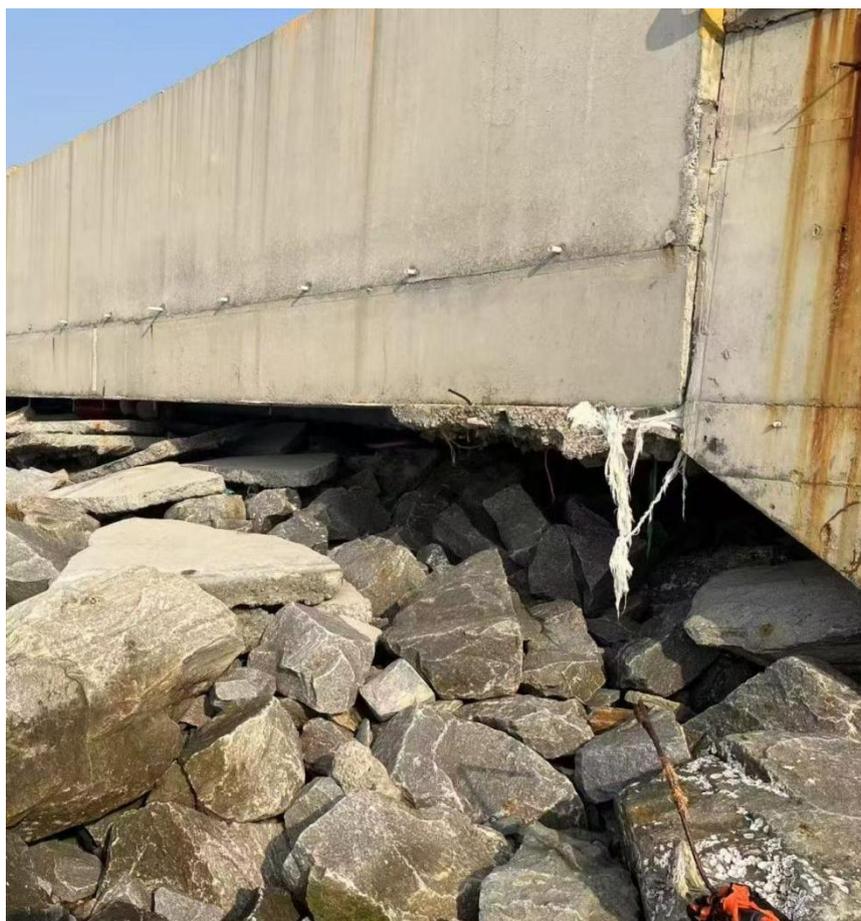


图 3-4 挡浪墙底部掏空照片(3)



图 3-5 路缘石错位照片(4)



图 3-5 挡浪墙沉降、移位照片(5)

3.2. 评定标准

根据《港口设施维护技术规范》(JTS 310-2013)4.1.4 条规定,挡浪墙沉降、位移较为明显,堤身结构整体稳定,总体上可认为,该段围堤技术状态属于三类(较差)。港区护岸技术状态分类见表 3-1。

表 3-1 港区护岸技术状态分类

项 目		技术状态				
		一类(好)	二类(较好)	三类(较差)	四类(差)	五类(危险)
结构沉降、位移,整体稳定		基本无沉降、位移,整体稳定	无明显沉降、位移,整体稳定	有明显沉降、位移,整体稳定	沉降、位移较大,但发展缓慢,影响整体稳定	沉降、位移严重,呈发展趋势,整体不稳定
上部结构	胸墙挡浪墙	完好,或有轻度损坏,无锈迹	小于10%轻度损坏,有锈迹	10%~20%的轻度损坏,或小于10%的中度损坏,有明显锈迹	20%以上轻度损坏,或10%以上中度损坏,钢筋锈蚀严重	—
	半圆形构件	块体稳定	块体基本稳定,或小于5%的块体超过安装允许偏差的滑移	小于10%的块体超过安装允许偏差2倍的滑移,但不影响正常使用	10%~20%的块体超过安装允许偏差2倍的滑移,影响正常使用	20%以上的块体超过安装允许偏差2倍以上的滑移,或有局部过大滑移,严重影响使用
堤身护面		完好	基本完好,护面层略有散乱,不影响堤身稳定	护面层局部散乱,小于10%的块体断裂或缺失,不影响堤身稳定	护面层散乱,10%~20%的块体断裂或缺失,垫层石局部暴露,影响堤身稳定	护面层严重散乱、下滑,20%以上的块体断裂,垫层石暴露广泛,严重影响堤身稳定
基床、护坦与棱体		完好	基本完好,局部冲刷流失,不影响堤身稳定	明显冲刷流失,影响局部堤身稳定	严重冲刷流失,影响堤身稳定	—

从目前情况看,尚未收到有关围堤沉陷和变形的测量数据,围堤尚处于平稳的运行状态。由于沉陷段处于与钢便桥衔接处,堤顶道路已出现高低起伏情形,为避免沉降脱空进一步加剧挡浪墙及路面破损、堤身失稳等严重情况,应及时对沉陷区域进行修复。

3.3. 专家会结论和建议

2025年3月19日下午,连云港徐圩港口控股集团有限公司组织召开了徐圩新区消防通道挡浪墙修复方案专家咨询会,会议邀请了徐圩新区港区办及港航方面的专家。形成意见如下:

(1) 专家认为，塌陷原因主要是常年冲刷和大风浪冲击造成。为防止进一步塌陷，应尽快进行修复。

(2) 建议委托专业设计单位做修复方案，应充分考虑进出水口冲刷因素。

3.4. 缺陷成因分析

从目前发现缺陷看，初步分析意见如下：

沉陷所在位置为现 3#围堤堤头处，该处原为设计围堤龙口位置，龙口宽度 330m，为防止冲刷严重，在龙口处进行爆破挤淤形成护底结构；根据相关要求，龙口宽度缩小至约 100m，因此在原爆破挤淤形成的护底结构上进行抛石筑堤，堤身结构复杂的同时，龙口宽度缩窄，龙口处涨落潮时的流速达 6-7m/s，且前期工程中堤头处未做相应的防护措施；因此，在长期的水流冲刷下，堤头处小块石颗粒被水流带走，导致最终堤身沉降，挡浪墙脱空、变形。

4. 修复工程技术方案

4.1. 修复原则

- 1) 维修结构的设计方案应与现状情况相一致，充分保证生产与维修的协调性，确保生产运行平稳。
- 2) 维修工作结合生产调度情况，合理安排。按风险等级的大小，安排优先等级。
- 3) 修复就地取材，采用成熟填埋、注浆工艺技术
- 4) 修复时的注浆工艺设计应结合现场试验的检测成果，进行调整，取得最优解决方案。

4.2. 设计荷载及设计标准

- 1) 设计荷载：消防车辆。
- 2) 设计标准：堤顶道路路基回弹模量不小于 40MPa；

4.3. 沉陷修复方案

- 1) 根据现场沉陷的挡浪墙位置，确定拆除挡浪墙、路缘石和堤顶道路的范围，目前暂定长 8.2m 段的挡浪墙、路缘石和堤顶道路进行拆除，现场可根据拆除后堤身沉陷情况调整修复宽度。
- 2) 对开挖后的围堤堤身块石进行整平，并进行 C30 混凝土注浆，
- 3) 注浆凝固后，在堤顶道路下方浇筑 C15 贫混凝土约 200-300mm，施工至顶高程+5.3m；
- 4) C15 贫混凝土强度达到之后，进行外坡和内坡的施工，外坡按照原 3# 围堤的设计图纸进行施工，设计方案详见图纸《3#围堤断面图（1/2）》（连云港港 30 万吨级航道二期工程准备工程竣工图，2012-105D-2S-01（竣））。内坡采用 1-300kg 块石理坡后，进行灌砌块石护面施工，内坡坡度 1:1.5。施工断面详见附图。
- 5) 3#围堤前期工程中未对外坡进行防护的约 91m 长围堤区域应一并施工，理坡后安装护面块体。
- 6) 内外坡施工完后进行挡浪墙及堤顶道路的施工；堤顶道路施工时应保证与周边道路和钢便桥高程顺接。

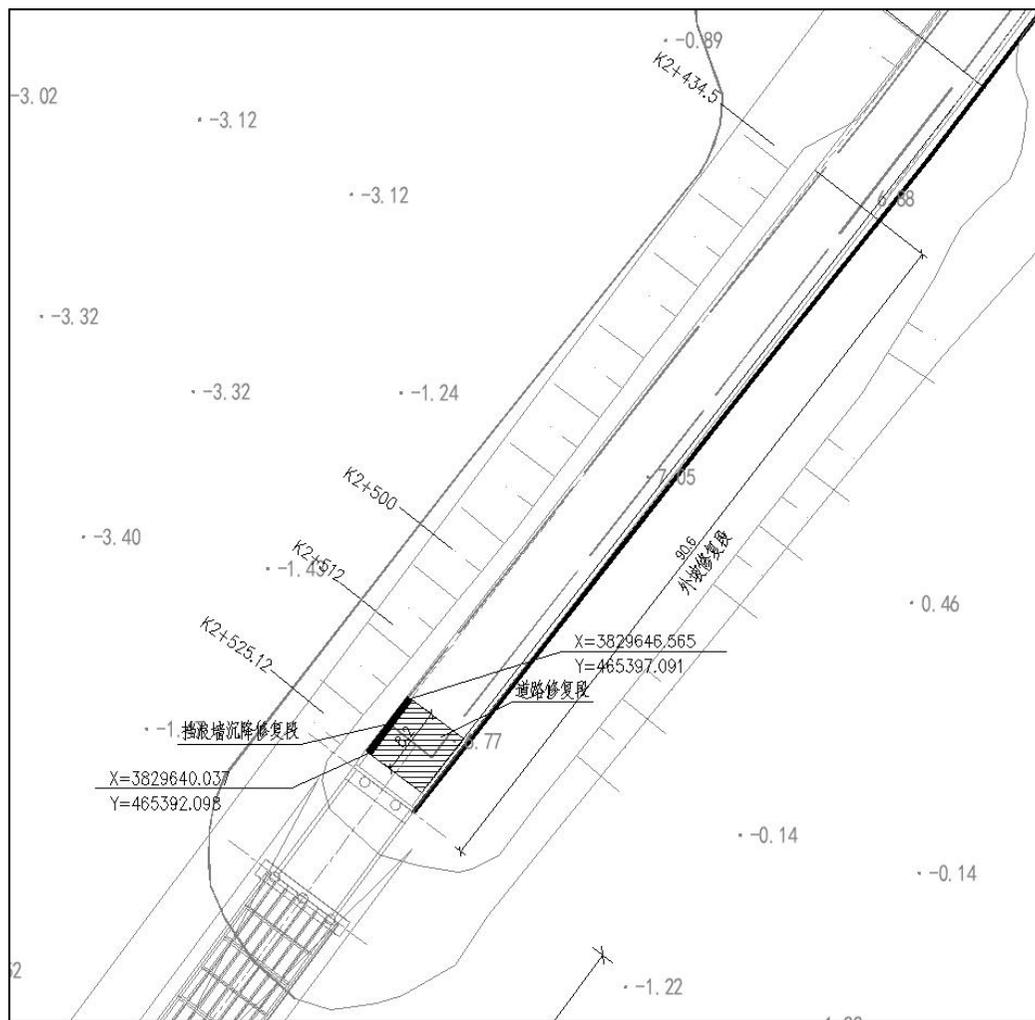


图 4-1 修复平面示意图

4.4. 修复工程量

表 4-1 拆除工程量

项目	工程量	单位	备注
拆除道路	96.0	平方	原道路面层结构：40mm 细粒式沥青混凝土（AC-13）+黏层+80mm 粗粒式沥青混凝土（AC-25）+下封层+360mm 水泥稳定碎石基层+180mm 级配碎石垫层
拆除挡浪墙	26.9	立方	C40 钢筋混凝土+C15 素砼垫层
拆除挡坎	4.8	立方	

表 4-2 修复工程量

项目	工程量	单位	备注	
级配碎石补填	14.4	立方		
注浆	19.2	立方	C30 素砼注浆	
新建钢筋混凝土挡墙	26.9	立方	C40 钢筋混凝土现浇+C15 素砼垫层	
新建堤顶道路	96.0	平方	新建道路面层结构：40mm 细粒式沥青混凝土（AC-13）+黏层+80mm 粗粒式沥青混凝土（AC-25）+下封层+360mm 水泥稳定碎石基层+180mm 级配碎石垫层	
新建挡坎	4.8	立方	C30 钢筋混凝土现浇+C15 素砼垫层	
外坡（挡墙修复段）	理坡	360	平方	
	150~300kg 块石垫层	384	立方	1.0m 厚
	3t 扭王字块体	240	个	利旧、吊装
	300-500kg 护底块石	360	立方	2m 厚
	3t 扭王字块体	67	个	利旧、吊装

注：工程量中暂按围堤宽度均进行修复，修复宽度根据现场探摸情况进行核减。

本工程预计修复工程费用为 **64.4** 万元，其中挡浪墙和道路修复约 **19.5** 万，外坡修复约 **44.9** 万。

5. 存在问题和建议

（1）注浆止漏的效果受多种因素影响，修复工程开展前宜做试验段，根据取样检测的评定，适当调整注浆技术参数。

（2）本工程为边生产边修复工程，宜根据生产调度情况，安排修复工程的部位，保证港区生产平稳。

(3) 修复范围划定后,在排除可能存在的施工安全隐患外。应在现场区域设置隔离装置和警戒标识,防止人员车辆误入,造成安全事故,排除可能存在的安全隐患。

(4) 考虑到消防通道堤身长度较长,堤身结构形式不同,使用期间,应做好堤身的沉降位移监测工作,才能保证消防通道的长期稳定使用。