

金平防浪堤爆破挤淤工程 对附近水域及岸上建筑物的影响分析

刘光新

(浙江省隧道工程公司,浙江 杭州 310005)

摘要:根据工程的地域特点和工程的施工要求,分析了爆破挤淤技术的原理、参数的选择和可能造成的影响,提出了减小影响的措施,论证了合理地选择爆破参数、采用爆破挤淤技术的可行性。施工实践证明用爆破挤淤技术建设防浪堤是成功的。

关键词:防浪堤;爆破挤淤;爆破参数;安全距离

中图分类号:TV542 **文献标识码:**B **文章编号:**1672-7428(2007)05-0052-03

Analysis on Influence on Adjacent Waters and Nearby Buildings from Mud Displacement by Blasting in Jinping Breakwater/LIU Guang-xin (Zhejiang Tunnel Engineering Company, Hangzhou Zhejiang 310005, China)

Abstract: Technical principle of mud displacement by blasting, parameter selection and the possible impact are analyzed according to the regional character and construction requirements with relative measures. Feasibility of rational selection on blasting parameters is stated and the technique of mud displacement by blasting is proved to be successful.

Key words: breakwater; mud displacement by blasting; blasting parameter; safety distance

1 概述

浙江嵊泗县菜园金平综合开发工程需建设防浪堤工程,通过多种施工方案比较,综合考虑施工成本,决定采用爆破挤淤。实施爆破作业前对爆破挤淤作业对附近水域及岸上建筑物可能造成的影响进行分析,确定相应的爆破参数。

设计依据:浙江嵊泗县菜园金平综合开发工程总平面布置图;嵊泗县菜园金平综合开发工程渔港防波堤工程 A-A' 工程地质剖面图;《爆破安全规程》(GB 6722-2003);现场的踏勘资料;类似工程资料。

2 工程概况、环境与地质条件

嵊泗县菜园镇金平综合开发工程防浪堤位于菜园镇金平乡附近,总长 1895 m,其中东堤长 1500 m,北堤长 395 m;底部堤宽 75 m,堤顶宽 12 m;堤高(海平面)16 m。堤结构类型为堆石坝型。

拟建防浪堤高已建防浪堤轴线距离 835 m,坡脚间距 776 m,口门最近距离 531 m;堤所处位置水深 7 m 左右,淤泥深度最深约 17 m;水下爆破点离居民最近房屋约 1000 m,离南岙山油库 800 余米。

附近海域无海产品养殖场,无大型码头,无重要

军事设施和民用设施。周边地形平坦,视野开阔,环境条件较好。

根据业主提供的工程地质剖面图,爆破区海域地层为淤泥、淤泥质粉质粘土、淤泥质粘土、粉质粘土和粉砂,底部为钾长花岗岩。淤泥层厚 6.9 ~ 18.1 m,淤泥质粘土层最深处底板高程为 -25.82 m。

地层自上而下依次为:

①淤泥、淤泥质粉质粘土层,层厚 1.8 ~ 2.8 m,由北向南渐厚。

②淤泥层、淤泥质粉质粘土层,层厚 5.7 ~ 8.0 m,最大层厚位于勘探线北段,向南层厚渐薄。自勘探线中部起向南,淤泥层底部粉质粘土成分增加,形成淤泥质粉质粘土层,厚度 0 ~ 2.8 m,淤泥层最厚处底板高程 -17.86 m。

③粉质粘土夹粉土和粉砂层,层厚 3.2 ~ 4.9 m。粉质粘土夹粉土分布于勘探线北段,北厚南薄,于 ZK7 钻孔处尖灭,最大厚度 4 m;粉砂层位于勘探线南段,厚 0 ~ 4.9 m,由南向北变薄,于 ZK4 ~ 5 钻孔间尖灭。最厚处底板高程 -20.74 m。

④淤泥质粉质粘土层、淤泥质粘土层和粉质粘土层,层厚 6.4 ~ 11.8 m,层位最厚处位于勘探线中

收稿日期:2007-03-01; 改回日期:2007-04-17

作者简介:刘光新(1961-),男(汉族),浙江常山人,浙江省隧道工程公司副总经理、总工程师、高级工程师,探矿工程、岩土工程专业,从事隧道、土石方、爆破、岩土工程及地质灾害防治工程施工管理与技术管理工作,浙江省杭州市湖墅南路 356 号锦绣大厦 8 楼。

部,厚达 11.8 m,底板高程 -23.00 m。

⑤粉质粘土层,层厚 >7 m。

3 爆破挤淤原理与施工流程

爆破挤淤法施工主要是通过爆炸产生的冲击作用来降低淤泥本身的结构强度,同时利用抛石堆积体的自重使爆前处于平衡状态的抛石体向强度降低处的淤泥内滑移,达到泥石置换的目的。

沿拟建堤轴线位置按拟建堤断面宽度和施爆设计抛石体堤顶高程抛填石料,筑成爆前抛石体。在爆前抛石体前缘的水下“泥-石”交界面处的一定范围内,利用专用机械设备将群药包按设计位置埋于淤泥中。群药包引爆后,由于抛石体与淤泥层材质不同,弹性模量差别很大,其爆破冲击波作用的结果也大不相同。淤泥层受爆破冲击后塑性变形并以爆心为原点被向外挤压、抛出,形成“基坑”。抛石体可塑性远远小于淤泥层,并能将部分爆破冲击波反射回淤泥层,在一定程度上起到聚能穴的作用。“基坑”形成后,受重力作用影响,抛石体前缘失稳,并向前滑移形成“爆炸石舌”,最终落入“基坑”中,同时抛石体前方和下方一定范围内的淤泥被爆炸弱化,强度降低,抛石体下沉滑移挤淤,至此一个“石-泥”置换完成。随后进入下一次的“石-泥”循环抛填,此时由于淤泥被强烈扰动后,强度大大降低,可出现多次“抛填一定向滑移下沉”循环。当抛填达到设计断面时,进行下循环装药放炮。以后的过程就是“抛填-装药-引爆”的重复循环,一次循环进尺为 5~7 m,依淤泥性质和现场试验而定。当新的循环进行时,其爆炸作用对已形成的抛石体仍有密实和挤淤作用。

4 爆破参数设计与安全验算

4.1 药量计算

按淤泥质粘土层最深处计算最大用药量。

4.1.1 线药量 q

$$q = q_0 L_H H_{mw}$$

$$H_{mw} = H_m + (g_w/g_m) H_w$$

式中: q ——线药量,kg/m; L_H ——单循环进尺量,一般为 5~7 m,取 6 m; H_{mw} ——计入覆盖水深的折算淤泥深度,为 22.7 m; H_m ——淤泥深度,18.1 m; H_w ——覆盖水深,7 m; q_0 ——爆破挤淤法单耗,即爆破单位淤泥所需的药量,一般取 0.6~1.0 kg/m³,本工程取 0.6 kg/m³; g_w ——水的密度,1.022 t/m³; g_m ——淤泥密度,取 1.554 t/m³。

经计算: $q = 81.72$ kg/m。

4.1.2 单次爆破炸药量 Q

$$Q = (0.8 \sim 1.2) Bq$$

式中: Q ——单次爆破炸药量,kg; B ——堤头处宽度, $B = 12$ m。

经计算: $Q = 980.64$ kg。

4.2 药包埋深 H_b

$$H_b = (0.2 \sim 0.45) H_{mw}$$

取 $H_b = 0.3 H_{mw} = 0.3 \times 22.7$ m = 6.81 m,药包埋深 6 m,钻孔超深 1 m。

4.3 药包间距

药包间距一般取 2~3 m,本工程考虑取 3 m。

4.4 群药包布药宽度 L_b

$$L_b = (0.8 \sim 1.2) B$$

堤侧爆炸处理参数的计算基本一致。

4.5 爆破振动安全允许距离 R

根据《爆破安全规程》(GB 6700-2003)6.2.2 和 6.2.3 之规定,爆破振动安全距离可按下式计算:

$$R = (K/V)^{1/\alpha} Q^{1/3}$$

式中: R ——爆破振动安全允许距离,m; Q ——炸药量,齐发爆破为总药量,延时爆破为最大一段药量,本工程建议采用延时爆破,每循环 6 m,按 3 m 间距设计布孔,齐发爆破药量为总药量的一半,即 $Q = 490.32$ kg; V ——保护对象所在质点振动安全允许速度,根据居民住房的结构特点,取 $V = 2.3$ cm/s; K 、 α ——与爆破点至计算保护对象间的地形、地质条件有关的系数和衰减指数,按爆区地基不同岩性选取,实施施工时应通过现场试验确定,本工程根据中硬岩石地基取值, $K = 250$, $\alpha = 1.8$ 。

经计算: $R = 108.9$ m。

这表明对一般砖房结构,在爆破点 110 m 以外是安全的。

爆破地震对地面建筑物产生破坏影响还没有完善的计算依据,在我国,一般采用地表质点振动的最大速度和建筑物离爆源的距离来判定。本工程地面建筑物(民房)离爆破点距离约 1000 m,根据爆破振动安全允许速度公式推算:

$$V = KQ^{\alpha/3}/R^{\alpha}$$

式中: $R = 1000$ m,其它参数同前。

经计算: $V = 0.041$ cm/s。

即本工程按上述爆破方式施工,对 1000 m 以外的岸上建筑物是没有影响的。

4.6 爆破冲击波允许安全距离

爆破区域水深 7 m,药包埋入淤泥 6 m 深处,根

据《爆破安全规程》(GB 6700-2003)6.3.6之规定:在水深 $>30\text{ m}$ 的水域内进行水下爆破,水中冲击波的安全允许距离,应遵守表1规定;对客船 1500 m ;其它船舶参照表2确定。

表1 对人员的水中冲击波安全允许距离取值表 /m

装药及人员状况	炸药量/kg			
	≤ 50	$> 50 \sim \leq 200$	$> 200 \sim \leq 1000$	
水中裸露装药	游泳	900	1400	2000
	潜水	1200	1800	2500
钻孔或药室装药	游泳	500	700	1100
	潜水	600	900	1400

表2 对船舶的水中冲击波安全允许距离取值表 /m

装药及船舶状况	炸药量/kg			
	≤ 50	$> 50 \sim \leq 200$	$> 200 \sim \leq 1000$	
水中裸露装药	木船	200	300	500
	铁船	100	150	250
钻孔或药室装药	木船	100	150	250
	铁船	70	100	150

当一次爆破药量 $>1000\text{ kg}$ 时,对人员和施工船舶的水中冲击波的安全允许距离为:

$$R_1 = K_0 \sqrt[3]{Q}$$

式中: R_1 ——水中冲击波的最小安全允许距离,m;
 K_0 ——安全系数,按表3选取。

表3 安全系数 K_0 取值表

装药条件	保护人员		保护施工船舶	
	游泳	潜水	木船	铁船
裸露装药	250	320	50	25
钻孔或药室装药	130	160	25	15

根据表3的安全系数计算,由表3所给定的条件的保护对象的允许安全距离见表4。

表4 允许安全距离计算结果表 /m

装药条件	保护人员		保护施工船舶	
	游泳	潜水	木船	铁船
裸露装药	1972.5	2524.8	394.50	197.25
钻孔或药室装药	1025.7	1262.4	197.25	118.35

本工程拟采用钻孔爆破,一次爆破的总药量为 490.32 kg ,爆破期间为确保水上人员安全,游泳人员应在距爆区 1100 m 以外,潜水人员应在 1400 m 以外,木船应在 250 m 以外,铁船在 150 m 以外。要减小爆破对人员和施工船舶在水中的冲击波影响,可采用减小一次爆破的总装药量来解决。

由于该区域水深 $>6\text{ m}$,按规程可以不考虑飞石对地面或水面以上人员的影响。

爆破产生的涌浪可能对堤岸、岸边建筑物产生

危害,爆破前应做好防护措施,以确保安全;爆破产生的有害物对爆区附近海域的水产、水生物有一定的影响;噪声影响不大,可以不采取措施。

5 实施及效果

本工程于2006年4月开始实施,选取的典型爆破参数见表5、振动检测成果见表6。

表5 选取的爆破参数

爆破序号	水深 /m	淤泥厚 /m	孔深 /m	药包埋深 /m	药包间距 /m	单次爆破药量 /kg	齐发药量 /kg
1	6	8.5	6.8	6	2.5	480.8	240.4
4	6	9	8	7	3	560	280
17	7	15.4	10	8	3.5	854.6	427.3
22	7	17	14	13	3	980	490
26	7	17.3	14	13	3	980	490

表6 测点振动速度监测成果表

爆破序号	测试时间 / (月·日)	齐发药量 /kg	测点离爆源距离 /m	振动速度 / (cm·s ⁻¹)
1	4.22	240.4	825	0.053
4	5.01	280	835	0.051
17	5.29	427.3	910	0.047
22	6.11	490	938	0.043
26	6.24	490	963	0.043

注:经分析, $K=226, \alpha=1.912$ 。

附近海域无海产品养殖场,无大型码头,无重要军事设施和民用设施。周边地形平坦,视野辽阔,环境条件较好。水下爆破点离居民最近房屋约 1000 m ,离南岙山油库 800 余米,所以爆破实施前期,我们选定南岙油库附近的岸边设置振动监测点,监测表明振动速度均在允许安全速度范围内,振动对油库和居民房屋没有造成影响。由于爆破期间对附近海域进行了管制,无过往船只通行,所以对船只造成危害。爆破只造成海水和泥浆的飞溅,没有飞石产生,且泥浆的飞溅距离影响很小。爆破造成了一定的涌浪,由于在距岸边 10 m 海水面放置了 2 m 宽的渔网作为减涌网,起到了较好的防涌浪效果。

6 结语

爆破法挤淤技术是近几年发展并积极推广的一项软土地基处理新技术,在国内很有发展前景。通过本次工程的实施,验证了爆破挤淤筑堤爆破参数设计的正确性并安全优质地完成了工程,实现了社会效益和经济效益的双赢,也为今后类似工程的施工取得了宝贵的技术积累。