

河川崩岸的发生机制及其治理方法

朱伟¹, 刘汉龙¹, 山村和也²

(1. 河海大学岩土工程研究所, 江苏 南京 210098; 2. 日本大学生产工学部, 日本 千叶 275-0006)

摘要:介绍日本治理河川崩岸的方法和经验, 综述日本有关崩岸预测和防治方面的主要研究成果和新的动向, 指出河川崩岸的治理主要是采用传统的护坡、坡脚防护和丁坝等技术; 在河川的弯曲部可以试用翼板法等方法以控制由离心力所引起的二次流, 有效地减轻河岸的侵蚀。将来的崩岸治理应加强长期规划, 注重景观和生态保护, 开发仿自然、保护自然的治理方法。

关键词:河川崩岸; 护坡; 坡脚防护; 丁坝; 翼板法

中图分类号:TV86

文献标识码:A

文章编号:1006-7647(2001)01-0062-04

河川崩岸一般多由河水、洪水对河岸的侵蚀和淘刷而引起。在洪水季节, 崩岸可以直接导致决堤而造成洪水灾害。在日本历史上的决堤事故中, 由侵蚀和淘刷所引起的事例约占10%左右^[1]。在最近(1998年)的阿武隈川的洪水灾害中, 其支流的荒川就因侵蚀而发生了决堤。据我国山东省的记载, 黄河的决堤中由侵蚀和淘刷所引起的事例同样占10%左右^[2]。其实, 由于及时的抢险活动和应急措施, 大部分由侵蚀和淘刷所引起的险情得到化解而避免了决堤的危险。但是从侵蚀和淘刷所引起的险情的普遍性出发, 研究崩岸的发生机制, 开发合理有效的防治方法, 从河川防灾的角度来讲是非常重要的。

我国的长江、黄河等大江大河的河道都是经过漫长的治水历史而自然形成的, 因此其流路的合理性未经充分的理论验证。而且与西方发达国家相比, 我国的河川整治尚在启动之中, 所以研究与崩岸相关的理论和技术就显得更加迫切和需要。

本文着重分析河川崩岸的发生机制和形态, 总结和介绍日本在防治崩岸中的一些技术、经验和方法, 综述崩岸预防、整治中的新技术和新方法, 并根据日本近年的研究动向, 摸索探讨适合我国的崩岸整治技术和方法。

1 河川崩岸的发生机理

根据以往崩岸灾害事例的调查结果^[3], 按河道特性、堤防坡面特性、灾害形态等要素可将崩岸发生原因分为以下3类:

a. 侧部侵蚀。河道拐弯时形成的水冲部位由于

直接的水流冲击而发生侵蚀。蛇行弯曲时, 由于离心力所产生的二次流的作用在外侧河岸部位发生侵蚀。而直线河道地段也会在护岸的不连续部或河床沉积物的变化部, 由于流沙的非平衡状态的出现而发生侵蚀。另外, 大洪水时侧岸的冲刷力增大, 或者水位超出护坡之上都可引起侧部侵蚀。由于侵蚀造成河岸下部土体流失, 最终引起崩岸(图1(a))。

b. 深部侵蚀。河堤坡面即使采用了护坡进行保护, 堤脚部的局部性河床低下也引起护坡基础埋深不足, 而导致护坡内部的土体从基础下部流失, 出现淘空现象造成崩岸(图1(b))。对自然河岸来说, 当上部地层是固结程度较高的粘性土, 而坡脚地层是较为松散的砂土时, 也会造成淘空而引起河岸崩垮。在河床变动比较频繁的地段, 深部侵蚀也多与流向变化所引起的二次流有关。

c. 局部侵蚀。主要发生在构筑物与河堤的接触部位, 比如在护岸的前后沿, 具有河床落差的堰体的下流部位, 桥台与河堤的接触部位(图1(c))等, 是由于水流发生紊乱而产生的冲刷作用造成的。

另外由河床内砂砾的乱采、乱挖等人为活动, 也会造成流沙产生非平衡状态而引起对河岸的侵蚀作用。

2 河川崩岸的治理方法

河川崩岸的治理从原理上一般可以分两个方面进行考虑: 一是增加河岸、河堤对流体力的抵抗能力, 主要采用以护岸、护坡为主的方法; 另一则是防止、减轻流体力对河堤的作用, 其方法以丁坝为代表。日本建设省河川砂防技术基准(案)^[4]也对崩岸

作者简介: 朱伟(1962—), 男, 甘肃平凉人, 博士, 主要从事堤防稳定性研究。

的防止从护坡和丁坝的两个方面进行了制定.在此综合日本的经验^[5-7]并对其主要方法进行阐述.

2.1 护坡

护坡主要是为了增强坡面、河岸的防侵蚀能力而设置.一般来说,在冲积扇等急流地区,由于水路变化频繁,侵蚀活动比较剧烈,宜在全区域设置护坡.在河川下游的缓流区间,水流易出现蛇行,此时受水冲击的部位比较容易确定,一般只在水冲部位设置护坡.另外,在有桥梁、水闸、水门、堰等构筑物的前后,由于水流容易出现紊乱而引发局部侵蚀,宜设置护坡进行防护.

护坡可分为高水位护坡和低水位护坡两种.高水位护坡主要针对洪水时的侵蚀作用,一般设置在河堤的正坡面.低水位护坡是针对平时的流水侵蚀作用,一般在天然河岸上设置.

护坡的破坏主要发生在以下部位:①坡脚,由深部侵蚀引起.应加强对坡脚的防护.②护坡与自然河岸的接触带,由局部侵蚀引起.要设置相应的过渡性护坡或在两侧施加石笼等.③护坡面,受流体力作用发生上浮、滑动.应充分考虑护坡材料的比重、大小以及下部土体之间的摩擦力.④顶部上沿,低水位护坡在洪水时其上沿易发生侵蚀,应设一定宽度的保护带.⑤护坡内部土粒子通过缝隙被吸出、淘刷,此时应设置反滤材料进行防护.

护坡的构造形态应根据河道地形、河堤特性以

及侵蚀的种类来设定.一般来说,低水位护坡(护岸)应优先选择自然河岸,利用树木、灌木、芦苇等植物以增加河岸的耐侵蚀能力.高水位护坡则一般选择砌块石、铺混凝土块等方法.根据护坡的构造特征,可将其分为护坡本体和坡脚防护两个部分来设计.

护坡本体的种类很多,近年在日本常用的方法可以总结于图2.除传统的方法以外,最近也使用人工材料并且提倡护坡表面覆土,以促进植物生长,维持自然景观.

护坡必须设计合理的坡脚防护,以避免引起深部侵蚀.坡脚防护的代表性方法见图3.坡脚的水流快而急,坡脚防护要具有足够的重量来承担流体力.同时要具有防止深部侵蚀的深度和宽度,还应具有一定的耐久性.除传统的用铁丝、藤条、木材制作的石笼以外,最近采用各种混凝土构件、混凝土板桩、钢板桩的工程大大增加.

2.2 丁坝

丁坝主要用来降低水流的流速或控制流向以削弱流势,减轻流体力对河堤、河岸的作用.一般多采用以某种角度从河岸向河心突出的构造形态.丁坝一般是结合护坡使用在冲积扇等急流地区,或者蛇行河道的水冲部.在多数丁坝设置的地段,仅仅利用丁坝就足以防止侵蚀时,可以省略护坡.

丁坝的破坏主要是由其周围的局部侵蚀所引起,所以要考虑充分的坡脚(根基)防护.另外,以降

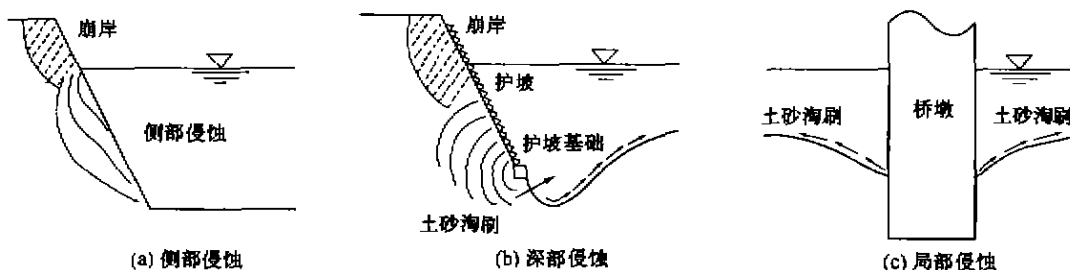


图1 河岸侵蚀的形态和机制

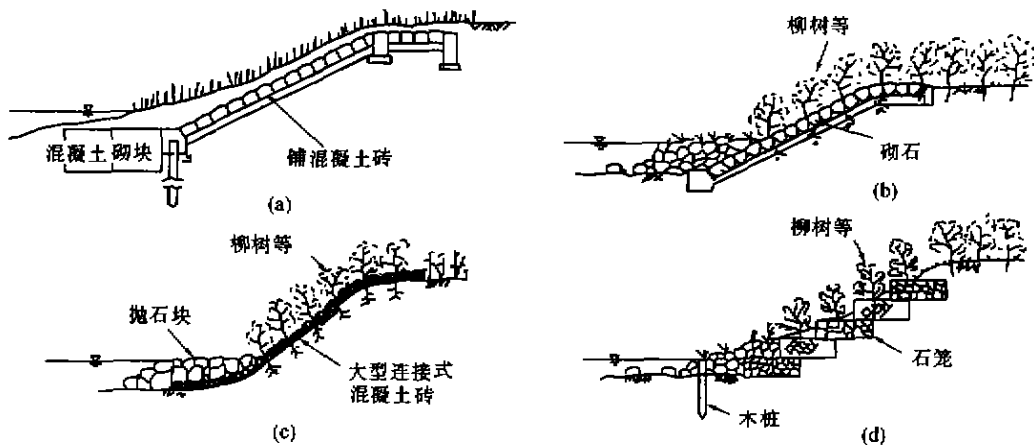


图2 护坡的代表性方法

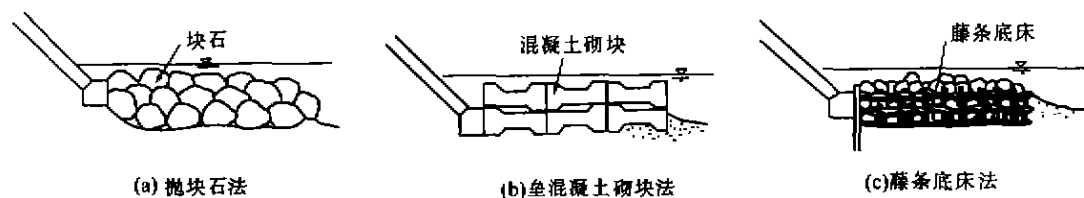


图3 坡脚防护的代表性方法

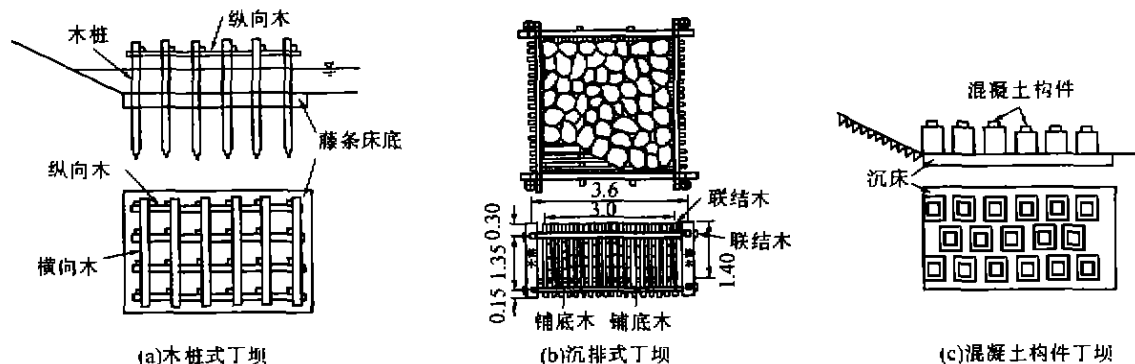


图4 丁坝的代表性方法

低流速为主要目的的丁坝,由于其构造上的复杂性,流速计算理论中的一些系数需通过试验来决定,以确保其设计效果。

丁坝可分为透水丁坝和不透水丁坝两种.透水丁坝的主要机能是降低流速而堆积土砂以防止侵蚀.而不透水丁坝主要以改变水的流向而防止侵蚀。

丁坝的代表性设置方法见图4,传统方法多采用木石材料.最近各种混凝土制件的使用比较普遍。

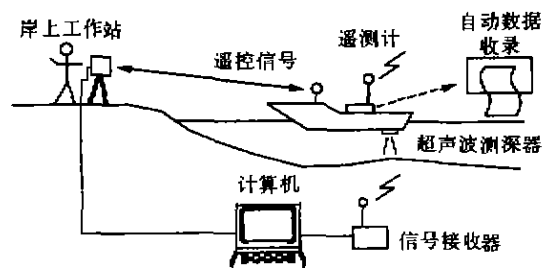


图5 遥控式观测船的工作方法

是由多节式圆筒构成的,每节圆筒长10 cm,在其表面缠绕5 m长的光纤.各节圆筒的光纤连成一根,具有一个整体长度.将这样的多节式圆筒预埋在河岸内,或者通过斜向钻孔进行埋设.当河岸发生侵蚀时,最上端的一节10 cm的圆筒受侵蚀而被冲走.这时与下一节连结处光纤被切断,整体长度损失5 m.这一损失可以利用岸上的测定系统来量测.最终能以10 cm的精度对侵蚀量进行实测,进而预测河岸崩岸的发生。

3.2 翼板法防侵蚀技术

近年来成为研究课题的是一种翼板式方法.该方法由 Odgaard^[10]提出,最近在日本作了很多研究工作^[11,12].翼板法的原理比较近似于丁坝,主要用来减弱河川弯曲部由离心力所引起的二次流的作用.与丁坝的降低流速或控制流向不同,翼板主要是依据其导流机能改变二次流的流向.翼板的形态和设置的方法见图6.翼板主要设置在河床转弯的外侧部,其高度一般为水深的1/3~1/4左右.翼板分单列或群列两种,在倾向外河岸时主要是消弱二次流的作用.在倾向内河岸时主要是改变整体水流的流

3 崩岸防止的新技术与新动向

3.1 崩岸的预测技术

河岸从侵蚀开始到崩岸发生是一个逐步进行的过程.如果能够及时地发现,掌握河岸、河床的侵蚀部位和侵蚀状况的话,就可以采取一定的应急措施以免除崩岸的发生.常用的方法是使用观测船,直接量测河底、河岸的深度,或者直接派遣潜水员了解水下情况.但是,洪水发生时,由于水深流急,这种量测方法往往有一定的危险.而且由于需要受过特殊训练的潜水人员或大型设备,故很难适用于河岸的定期检查、洪水后的检查等大量工作。

为了满足大量工作的要求,日本建设省土木研究所研究开发了遥控式小型观测船^[8].其测定原理见图5.在小型观测船上搭载超声波探测器,对河底的深度进行探测.测定的数据通过无线系统传送到岸上的工作站.数据经过计算机处理可以得到河岸和河床的地形以掌握侵蚀的发生与否和发生状况。

另一种技术则是使用光纤技术对河岸的侵蚀进行预测^[9].利用光纤特有的后方散乱光,可以对光纤的长度进行测定,其精度为2~3 m.河岸侵蚀传感器

向,此时翼板高度应达到水面附近。

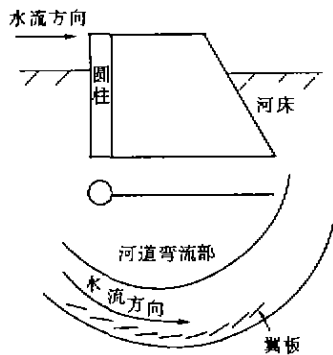


图6 翼板的形状及其设置方法

3.3 崩岸防护与自然保护

河岸由于水流的侵蚀而引起崩岸,而防止崩岸的主要方法是护坡。对于整治崩岸来说应通过尽快的设置护坡来防止河堤的破坏和土砂的流失。但是自然河岸中丰富的植物、动物等生物资源应在治理河岸的同时尽可能地加以保护,这也是日本近年的热门话题。由此,产生了多自然型河川治理法以及所谓的环境护岸等构想,就是说用最小限度的人工护坡来达到防止侵蚀的最终目的。同时,所采用的护坡还应该考虑到与景观及生物环境的融和。除尽可能地采用天然材料和传统方法以外,在采用由人工材料制成的混凝土砖、混凝土块、混凝土构件时,除护坡所需的强度、耐久性以外,也应考虑到植物的生长,昆虫、鱼类、小动物的生息环境,常用表面覆土等方法。在景观上,应该把崩岸治理与城市规划相结合,建立水边公园等多功能护岸设施,设计优美的河边环境。

4 结 语

河川崩岸的治理应该首先明确侵蚀的部位和机理,采用护坡、坡脚防护、丁坝、翼板等多种方法因地制宜,综合治理。在设置护坡、丁坝等构筑物时,应考虑到由此所引起的局部侵蚀,加强坡脚防护、护坡前后沿防护以确保护坡的稳定性。

防止崩岸发生的另一重要方法是通过预测和预报而达到预防的目的。应加强管理措施,建立定期巡视、洪水后巡视等检查制度,并积极开发预测方法,建立预报体制以争取防患于未然。

注重自然及环境保护是将来的必然趋向。崩岸治理应尽可能保存自然景观和自然生态,采用融合于自然的防护方法,并可结合城市规划、流域规划创造出优美的河边景观。

参考文献:

- [1] 山村和也.河川堤防の土質工学的研究[D].日本:京都大学,1971.12~14.
- [2] 玉光弘明,等.堤防の設計と施工——海外の事例を中心として——土木工学会編集[C].技報堂出版,1991.305~308.
- [3] 辻本哲郎.洗堀破堤とその防止工に関する研究,洪水時における河川堤防の安全性と水防技術の評価に関する研究[R].文部省科学研究費自然災害特別研究成果,1986.88~106.
- [4] 日本河川協会.建設省河川砂防技術基準(案)同解説・設計編[S].建設省河川局監修.山海堂出版,1997.30~48.
- [5] 室田明.河川工学[M].技報堂出版,1986.291~297.
- [6] 芦田和男,等.河川の土砂災害と対策[M].森北出版,1983.240~250.
- [7] 宇田高明,等.河川防御の設計手法に関する研究[J].土木技術資料,1996,38(4):44~49.
- [8] 中野正則,等.橋梁基礎周辺における洗堀調査手法の適用性確認試験[J].土木技術資料,1995,37(10):48~53.
- [9] 柿崎恒美,等.長良川における河岸浸食の現地観測(中間報告)[A].見:第4回河道の水理と河川環境に関するシンポジウム論文集[C].1998.
- [10] Odgaard A J, Kennedy J F. Analysis of sacramento river bend flows and development of a new method for bank protection [R]. IHR Report, No. 241, 1982.
- [11] 渡辺明英,等.河岸浸食防止するベンエの設計法の研究[A].見:土木学会論文集[C].No. 485/II-26, 1994. 55~64.
- [12] 福岡捷二,等.ベンエ設置され左湾曲部の流わと河床形状の解析[A].見:土木学会論文集[C].No. 479/II-25, 1993. 61~70.

(收稿日期:1999-06-14 编辑:马敏峰)

(上接第33页)

参考文献:

- [1] 张旭,万群志,程晓陶,陆吉康.关于全国推广洪水风险图的认识与设想[J].自然灾害学报,1997,6(4):61~67.
- [2] 程晓陶,仇劲卫,李娜,等.城市洪涝仿真模型开发研究,国家自然科学基金、“八五”重大项目“城市与工程减灾基础研究”502子专题研究报告[R].1997.
- [3] 陈浩,陆吉康,刘树坤.城市洪涝灾害经济损失评估的模式与方法[A].见:城市与工程减灾基础研究论文集[C].北京:中国科学技术出版社,1997.

(收稿日期:1999-09-08 编辑:熊水斌)