

浊水溪下游段河性分析与治理对策

谢锡钦¹, 姚嘉耀¹, 陈正炎²

(1. “经济部水利署”第四河川局; 2. 中兴大学土木工程学系, 台中 402)

摘要: 台湾地区随着国民生活水准提升, 都市土地充分利用后, 有关河川之治水、利水、亲水、保水、活水等功能渐受沿岸居民重视。目前浊水溪下游段深水槽经调查发现已严重下陷约 6 m, 当历经桃芝台风时其洪峰流量 29 000 cms 远超过 100 年洪水频率之洪峰流量 24 000 cms, 亦超过洪水频率 200 年之洪峰流量 27 000 cms, 但是下游段河防构造物却未受到任何损坏, 反而集集拦河堰上游之陈有兰溪及南清水沟溪受到土石流严重的侵袭, 造成人民生命财产重大的损失。探究原由乃是通洪断面增加, 深水槽流路稳定, 洪水未冲击堤防所致, 故将检视浊水溪下游河段治理计划之合理性, 探讨可否将以往浊水溪治理计划之两段式复式断面, 因势利导致为三段式复式断面布置, 更能符合河川治理之经济性、稳定性、可行性等需求。

关键词: 浊水溪; 河川特性; 治理对策

中图分类号: P343. 1 文献标识码: A 文章编号: 1005-3409(2005)05-0027-08

Stream Characteristic Analysis and Remediation Strategies at Downstream of Zhuoshui River

XIE Xi-qin¹, YAO Jia-yao¹, CHEN Zheng-yan²

(1. The Fourth River Management Bureau, “Water Conservancy Agency of Ministry of Economic Affairs”;
2. Department of Civil Engineering, Zhongxing University, Taizhong, Taiwan 402, China)

Abstract: The living standard is promoted and the city land is fully utilized in Taiwan, the residents along rivers gradually pay attention to regulating water, utilizing water, communing water, protecting water and running water. At present the deep-water trough at the downstream of Zhuoshui River has sunk seriously about 6 m since experiencing over the typhoon Taozhi with 29 000 cms of flood peak which goes beyond the 24 000 cms of flood peak under 100 years of flood frequency and also the 27 000 cms of flood peak under 200 years of flood frequency. There is no damage in the flood-prevention structures at the downstream of Zhuoshui River. However the great losses of people’s life and properties were caused by the debris flow on the Chenyoulan river and Nanqingshuigou river at the upstream of Jili weir. The reason is that the flowing section is increased at the downstream of rivers and the deep-water trough flows steadily on the way to cause the flood not to strike the dyke directly. The rationality of regulating water at the downstream of Zhuoshui River is evaluated and the feasibility from two-staged polymorphous section to three-staged polymorphous section in the past restoration plan of Zhuoshuei River is discussed. With the summarized analysis results, it is found that the three-staged polymorphous section can meet the requirements in economy, stability and feasibility in the river’s harness.

Key words: Zhuoshui River; stream characteristic; remediation strategies

1 前言

河川是大地上永续存在、珍贵且可更新的天然资源, 是地球上所有生物与人类赖以维生的重要资源, 河川更是水循环中最重要的一环, 它提供了治水、利水、亲水、保水、活水等功能。因此, 河川管理单位在拟订河川环境永续发展基本方针时, 常包含下列几项: (a) 确保河川水流之水量与水质, 提供人民安心用水。(b) 保育河川自然环境, 维持优质生态环境与青山绿水。(c) 改善河川泄洪机能, 保护人民安乐生活。(d) 营造水与绿融合的河川空间, 提供亲水之活动空间。(e)

调和河川环境与生活, 培育地区特有文化与教育。“经济部水利署”现阶段水利政策三大目标及五大策略主轴^[1]亦与治水、亲水、利水、保水、活水等河川基本功能密切结合, 其中三大目标如下: (a) 维护自然生态环境, 提升国民生活品质促进水资源永续利用。(b) 致力消减旱涝灾害损失, 确保人民生命财产安全。(c) 配合国土综合开发规划, 合理调配利用水资源, 促进经济建设与区域均衡发展, 奠定国家长期发展基础。五大策略主轴如下: (a) 治水- 推动流域综合治水, 降低淹水灾害及损失。(b) 利水- 合理有效使用水量, 确保水资源稳定供应。(c) 亲水- 落实河川环境改善, 扩充近自然亲水空间。

¹ 收稿日期: 2005-07-08
作者简介: 谢锡钦, “经济部水利署”第四河川局局长; 姚嘉耀, “经济部水利署”第四河川局管理课长; 陈正炎, 中兴大学土木工程学系教授。

(d) 保水—涵养水土保育地下水, 提升水源利用效率。(e) 活水—推动回收再生利用, 促进水源供应多元化。

浊水溪上、中游流域之水、砂汇集于浊水溪干流, 其后出二水隘口后, 进入浊水溪流域下游, 其水量、砂量大, 而坡度较为平缓。而浊水溪流域下游为彰化、云林之一部分, 其社经活动相对流域中、上游较为频繁, 依有关文献分析可知, 其自然河道特性为淤积型态, 但在 1971 年以后本河段开始采砂, 因大量超采之故, 造成河道高程大幅下降, 河道特性变化为冲蚀型态。本河段跨河构造物如西滨大桥、自强大桥、西螺大桥、溪州大桥、中山高中沙大桥、彰云大桥、二水铁桥等均产生桥墩冲刷之问题, 因此水利署于 2001 年公告浊水溪集集拦河堰至河口段禁采砂石。故浊水溪下游现阶段之课题, 在水量方面为如何消减流域整体洪水, 在河道输砂方面为如何调整疏浚采砂、河道冲淤之关系、桥基保护机制之检讨, 在河川空间利用方面为如何营造亲水、保育空间、稳定有效使用河川高滩地、有效解决风飞砂问题等。至于河口段, 因浊水溪在 1992~2003 年间, 出海口地层下陷最严重已达 170 cm, 致河口感潮范围已达内陆约 5 km 之台 17 线西滨大桥上游附近, 对于区域防洪及内水排水造成负面影响。此外, 在浊水溪河口之云林离岛式基础工业区的麦寮区六轻基地, 其大规模抽砂造地, 对云林沿海地区及河口地形之变迁影响甚大, 故浊水溪河口现阶段之课题为控制感潮范围及稳定河口地形变迁。

日本河川管理机构将河川治理与河川环境管理同时考量, 并与河川沿岸社区居民密切结合, 又将河川机能空间区分为人工系空间及自然系空间, 两者面积比为 4:6, 以充分利用河川空间达到亲水的功能, 同时又能符合治水的需求。浊水溪下游河段河幅宽广平均约 2 km 以上^[2], 河水流量丰枯比约 8:2^[3], 若能将河川空间利用与治理需求相结合, 必能创造更大的河川功能, 另一方面, 目前浊水溪河道主深槽严重下陷的情形下, 是否可将以往河川治理之两段式复式断

面因势利导改为三段式的复式断面, 其间的经济效益将有显著的差异。因此, 本文选定浊水溪下游段做为河川治理策略之研究对象, 期望藉由一系列的研究分析能研拟出较佳的治理策略, 做为尔后河川局治理与管理的参考。

2 研究范围与方法

2.1 研究范围

浊水溪流域位于台湾中部^[4], 北接彰化沿海河系流域, 南有北港溪流域相邻如图 1 所示, 流域面积广达 3 156.9 km², 为全省流域面积第二大之河川(仅次于高屏溪流域)主流全长约 186.4 km, 为全省最长之河川。根据统计^[5], 浊水溪流域五级坡以上约占全区面积的 60%, 而以六级坡 139 550 hm² 占全区面积 44%, 多集中在流域的东侧, 本流域三级坡以下仅占全区面积的 24%, 故本流域坡度相当陡峻。浊水溪流域丰水期为 4~10 月, 枯水期为 11 月至翌年 3 月, 其水量仅占全年径流量之 6.72%, 枯水期之月平均流量为 2.36~27.05 cms, 丰水期之月平均流量则为 68.10~307.08 cms, 而河道之平均坡降为 1/55, 浊水溪以其流水挟带泥砂特多, 致四季混浊而得名。

浊水溪流域主要包括南投、云林、彰化三县, 及小部分之嘉义县, 其高程变化由东向西, 从上游源头之平均高程 3 200 m 至滨海之 0 m 左右。经相关资料分析可知浊水溪之上、中、下游其高程转折变异很大, 上游其高程转折从上游源头至双龙桥之间 100 km 长范围内, 高程变化从 3 200 m 降至 500 m 左右, 地表平均坡度约 0.03。迨后中游从双龙桥至二水铁桥隘口约 40 km 长范围内, 高程变化从 500 m 降至 50 m 左右, 地表平均坡度约 0.01。其后下游从二水铁桥隘口至河口之间 40 km 长范围内, 高程变化从 50 m 降至 0 m 左右, 地表平均坡度约 0.001, 本研究即以二水铁路桥隘口至河口间为研究范围, 惟其相关的水文水理分析则采用全流域的分析资料作为基础。

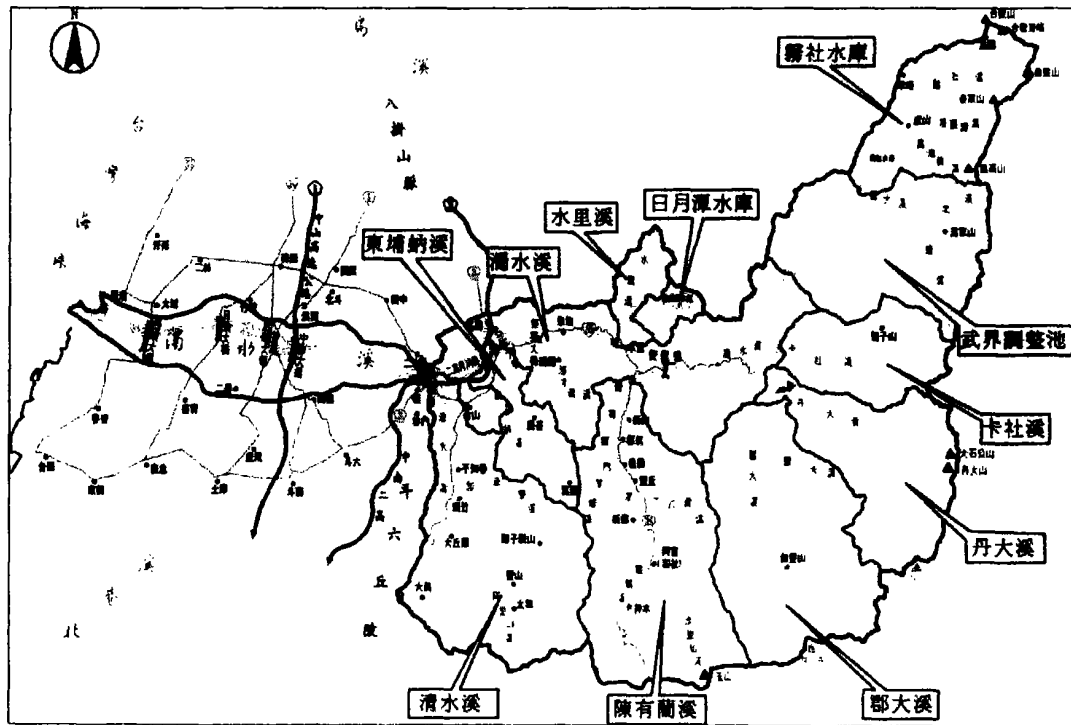


图 1 浊水溪流域图

2.2 研究方法

适宜的河川治理策略必须满足经济性、稳定性、可行性等需求, 所谓经济性即是以最少的工程支出成本创造最大的河川空间使用效益及治水效能; 稳定性即是维持河道深水槽流路变化最小, 河道纵向深水槽高度变化最小, 河防构造物能耐久使用, 河川高滩地能持续稳定地高价值使用; 可行性即是河道输洪能力符合水力分析要求、河道边坡稳定符合水力分析需求、工程技术可执行。由于这些需求涉及广泛的层面, 无法全面性地检讨分析, 因此本文就先就浊水溪下游河段河川特性予以定性分析, 并概略地提出本河段在治理与管理上存在的问题, 然后研拟一较佳的河道流路及河川断面作为尔后河川治理与河川管理的最终目标。

为了达成上述的目的, 本研究先搜集浊水溪历年研究成果为立论依据, 再辅以多年的河川治理与管理经验, 及参酌浊水溪目前治理与管理上的问题, 同时考量浊水溪下游段河段特性, 重新检视浊水溪下游河段治理计划之合理性, 并研议以三阶段式复式断面代替目前之二阶段式复式断面, 以发挥河川治理之经济性、稳定性、可行性等需求, 并达到河川治水、利水、亲水、保水、活水等功能。

3 河段特性分析

3.1 流路变化

图 2 显示从二水铁桥(断面 87)至断面 75 间^[5], 河槽变化相对较稳定, 主深槽由北渐趋于河道中间, 沿二水高滩地流向下游; 由图 3 可知断面 75 至 70, 主深槽亦由右岸(北岸)导向中间, 其最大偏差位于 仔埤圳进水口附近约 2 km。下水埔堤(断面 70)至西螺大桥(断面 49-1)为本河之过渡河段(由砾石河床转变为砂质河床), 坡度在 3‰左右。本段深水河槽大致位处河道断面中央, 变动范围在 500~600 m, 幅度最大处位于溪州大桥上游(断面 52)变动范围达 800 m, 上述河段主深槽趋于河道中间的原因, 显系第四河川局在 1996~2001 年间在河道中央约 1/3 至 1/2 断面处实施疏浚、

挖掘出一深水槽所致。

西螺大桥下游之流路主要偏向北岸, 尤以断面 45(自强大桥上游)至断面 10(西滨大桥下游)最为明显。1993 年至 1996 年间因南岸渔 及风吹砂之影响, 河口主深槽朝西北方向流出海, 1996 年至 2003 年间, 因联管疏浚致南岸渔 有往南退缩情形, 河口主深槽也呈现往南偏之趋势, 八年间流路变化幅度最大约 2 km, 详如图 4 所示。除河口段(西滨大桥下游)外, 自西螺大桥至西滨大桥间主深槽变动最大处位于深耕三圳进水口之上游(断面 27)幅度为 700~800 m, 大体而言其它断面变动范围为 300~400 m, 幅度相对较少而稳定。

1969~1987 年间西螺大桥至近河口处^[5], 其主深槽流路主要偏向北岸, 此与后期(1993 年以后)流路变迁仍属一致。河口主深槽于 1969~1976 年渐次由北岸偏向河道中央, 然 1986 年后仍回归北岸。断面 36(约为自强大桥处)及断面 12(约为西滨大桥处)流路变动范围为本区段最小幅度, 约为 500 m。断面 6 及断面 16 流路摆荡幅度最大达 1 km 以上, 惟断面 6 与 1993 年以后摆荡幅度约 2 km 相较图 4, 流路相对稳定, 断面 16 于 1993 年以后流路则趋于稳定。

3.2 河道纵坡降变化

浊水溪河道纵向坡度的变化, 自二水铁桥(断面 87)至断面 70 其纵坡为 1/200 左右, 断面 70 至西螺大桥(断面 49-1)约为 1/530, 西螺大桥以下至自强大桥(断面 36)约为 1/770, 自强大桥以下至河口为 1‰左右之坡度。二水铁桥至断面 70 处因坡度较陡流速较高, 而断面 70 至西螺大桥流速稍有减小, 下游段流速渐次减少。由于上游为砾石河床, 泥砂激活条件较高, 而且集集拦河堰阻绝作用及土石流堆积影响, 上游底床质移动量相对较下游为少, 且粒径粗化现象加重, 预计悬浮载会在下游沉积一部分, 自 2001 年起已采取全面禁采砂石措施且加强管理, 研判河槽可能会因上游带来的输沙而逐渐增高, 河床回复的速率即可反映出来, 惟依据评估其回复率应是缓慢的。

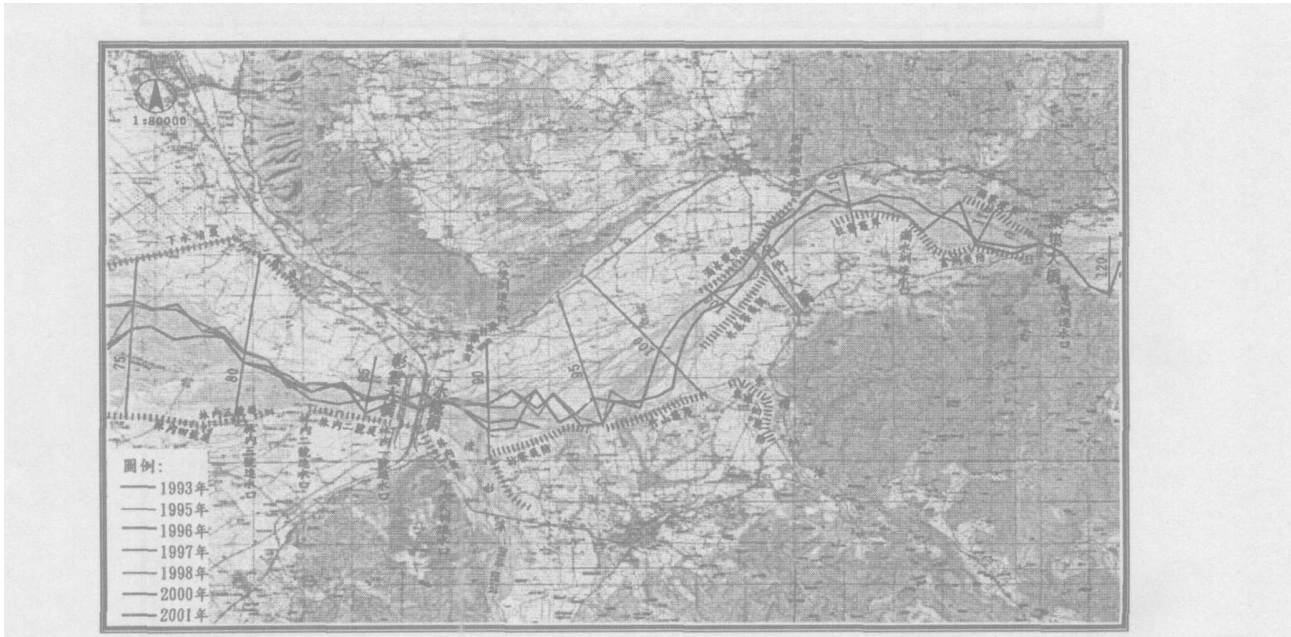


图 2 浊水溪主深槽流路变化图(1)

浊水溪自双龙桥至名竹大桥上游, 由 1904~2001 年间平均河床高有渐次回淤之现象, 尤以静和桥(断面 143)至玉

峰大桥(断面 133)最为明显, 研判集集拦河堰蓄水减缓流速沉积泥砂系原因之一, 惟最主要因应系 '9·21' 地震破坏坡

地表面, 后因桃芝风灾形成土石流所致。自名竹大桥以下迄二水铁桥产生河床冲刷之现象, 自彰云大桥至中沙大桥间断面坡降变化明显递减, 为过渡河段, 河床冲刷相当严重, 研判系 1996~2000 年间实施联管疏浚所致, 自 2000 年后并无继续刷深之现象, 详如图 5 所示。中沙大桥至西滨大桥河床之间冲刷亦甚明显, 其中仅西滨大桥河床高程变动不大, 而中沙大桥近年亦有稍微缓和之现象。

1904~2001 年间, 自双龙桥至玉峰大桥主深槽有渐次淤高之情形, 桥墩并无冲刷之迹象, 然自集集大桥主深槽明显刷深, 尤以名竹大桥至二水铁桥间最为严重, 研判上游砂原因拦河堰阻隔无法供给下游为可能原因之一, 另一原因系联管疏浚所致, 第三个原因系河口段地层下陷 1.7 m, 致主深槽坡度重新动态平衡所致。图 6 显示自彰云大桥以下迄西滨大桥, 主深槽严重刷深, 尤以溪州大桥迄自强大桥间最为明显。

1989 年平均河床较计划河床高 2 m 左右, 1993 年时已大约与计划河床接近, 但主深槽已较计划河床降 2 m 左右, 最大降深之河段在中沙大桥至自强大桥间, 上游二水铁桥至断面 70 其纵坡则稍为增加为 1/170, 中沙大桥段由 1/530 降为 1/590 左右, 而西螺大桥至自强大桥之坡度已由 1/770 降为 1/910。1995 年下游河床则又持续下降, 西螺大桥至自强大桥河床坡度已降为 1/910, 自强大桥至河口段则为 1‰, 虽然平均河床高程与计划河床接近, 但主深槽已大幅下降, 最深下降 7 m 左右。1997 年河床变化情形, 河床纵坡与 1993 年类似, 平均河床高与计划河床高接近, 但主深槽已大幅下降约 3 m 左右。2000 年实测二水铁桥至断面 70 间之河床断面, 显示平均河床高与计划河床高接近, 但主深槽下降约 2 至 4 m 之间。平均河床坡度为 1/170。2001 年实测双龙桥至河口, 河床纵坡与 1993、1997 年类似, 显示平均河床高与计划河床高接近, 但主深槽下降约 4 m 之间。



图 3 浊水溪主深槽流路变化图(2)



图 4 浊水溪主深槽流路变化图(3)

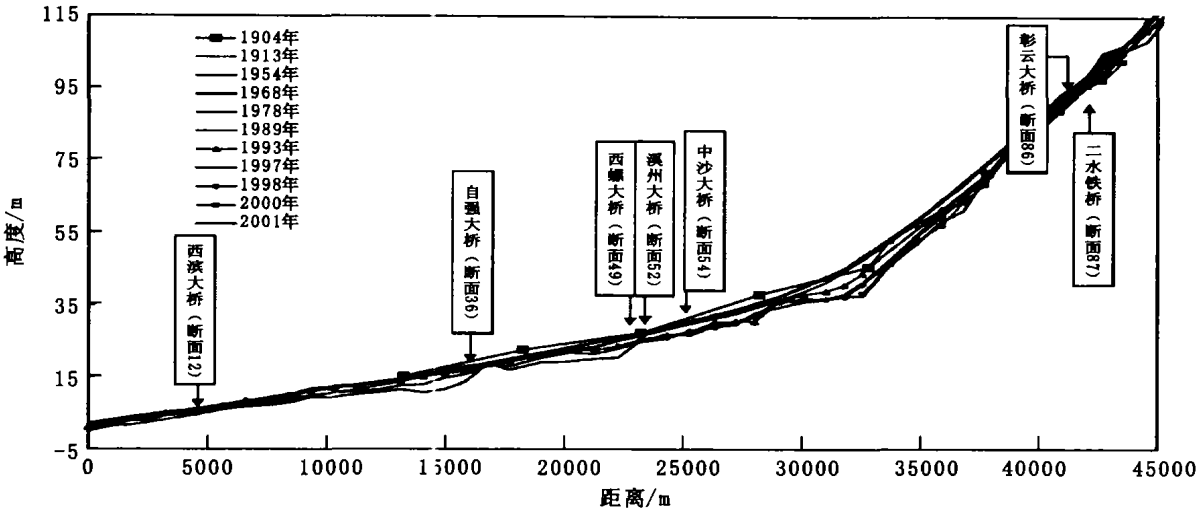


图 5 浊水溪历年来平均河床高程变化图

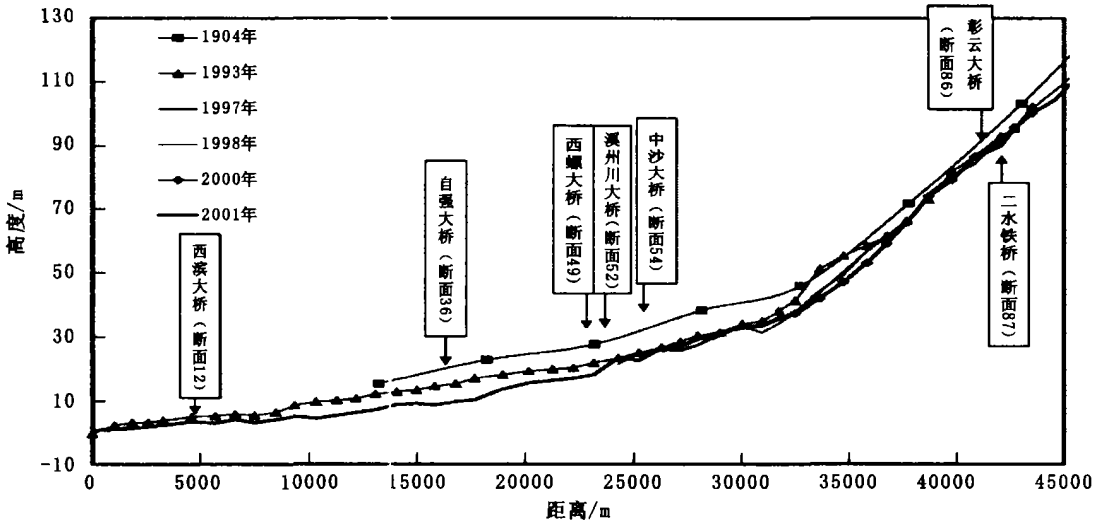


图 6 浊水溪历年来主深槽高程变化图

长期而言,由 1913~2001 年浊水溪自双龙桥(约为 151 断面)以迄集集拦河堰(约为 117 断面)间平均河床明显渐次淤高;在名竹大桥(约为 106 断面)至西滨大桥间(约为 12 断面)平均河床已严重下降,最大冲刷区位于断面 69(下水埔导流堤)附近,为 10 m 左右,研判其因乃因河道断面宽至此突然窄缩 30% 所致,惟最主要原因仍是联管疏浚挖取砂石所致;此外于二高河川桥(约为 104 断面)、彰云桥、西螺大桥及自强大桥等桥下游河道明显呈现冲刷现象。研判主深槽下降及纵坡改变,除因河道几何条件所造成外,可能系大洪水如道格、贺伯、桃芝及纳莉等所致,另外部分则与沿海地区地层下陷、河床采取砂石及台塑六轻计划 1991 年起于云林麦寮浊水溪口抽砂填海造陆引发之河道深槽化,以致河床有下降之趋势。

此外,因历年强烈东北季风之风吹砂作用,北岸高滩地有渐次降低,南岸高滩地则有逐渐升高之趋势。惟自 1997 年联合管理采砂计划及 2001 年全面禁采砂石后,局部地区冲刷现象有减缓之趋势。

3.3 河道冲淤分析

为了解浊水溪历年之河床冲淤变化^[5],依据河床断面资

料,将其历年各断面之河床平均高度作一比较,并计算冲淤量,示如图 7。又将浊水溪历年河床单位长度沿程高度变化率分析如图 8。由上述二图研判河床之演变情形分段说明如下:

浊水溪下游自 1916 年起堵截支流^[6],束范河水于西螺溪导流出海,形成今日之浊水溪。由于上游山区洪水集中由目前河道出海,泥砂亦集中由此河道运输,本河段因位于冲积扇上,坡度平缓,输砂能力降低而造成淤积。1913~1954 年为主要之淤高期间,河床平均淤高约 0.97 m,1954~1968 年间仍呈淤积状况,但淤积趋势已较为缓和,此期间河床平均淤积约 0.3 m;1968~1978 年间,本河段的河床互有冲淤,而呈平衡状态^[7]。

(a) 河口至西螺大桥(断面 1~49-1)。1978~1992 年间由于本省工商发展迅速,各项建设对砂石之需求量大增,又加上淡水河禁采,本溪砂石盗采严重,致本河段河床年年下降,河床平均下降约 0.76 m。1978~1989 年间平均下降约 0.26 m;1989~1992 年间下降约 0.50 m;1992~1997 年下降约 0.99 m;1997~2001 年下降约 0.76 m,自 2001 年以后因禁采砂石河床冲刷已有减缓之趋势。

由长期趋势观之, 1913 ~ 1978 年河床成淤积现象, 淤高约 1.28 m, 即较 1954 年淤高 0.31 m; 1913 ~ 1993 年长期间

比较, 1993 年之河床平均高较 2 年高 0.54 m。1913 ~ 2001 年长期间比较, 2001 年之河床平均高较 2 年下降 1.33 m。

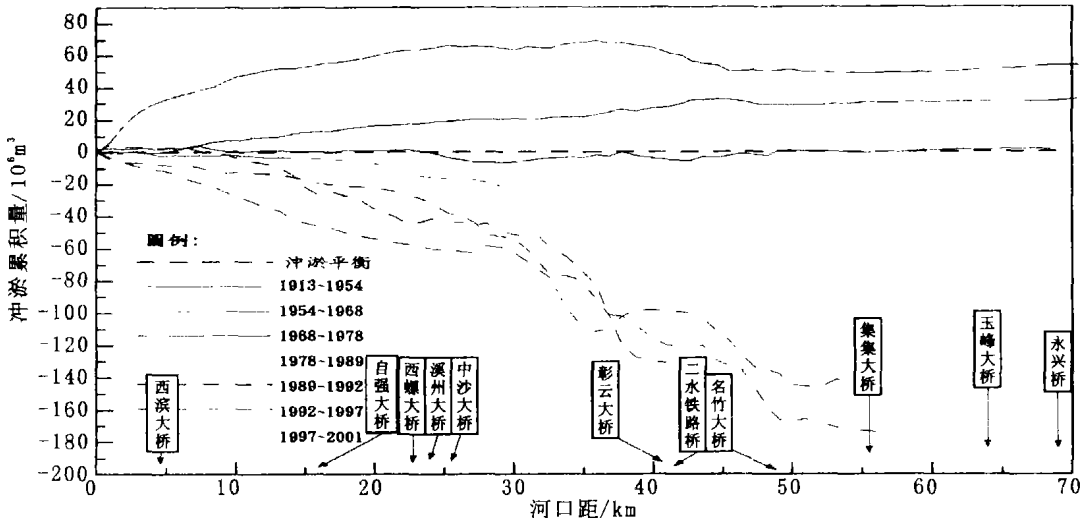


图 7 浊水溪历年河床冲淤沿程累积量图

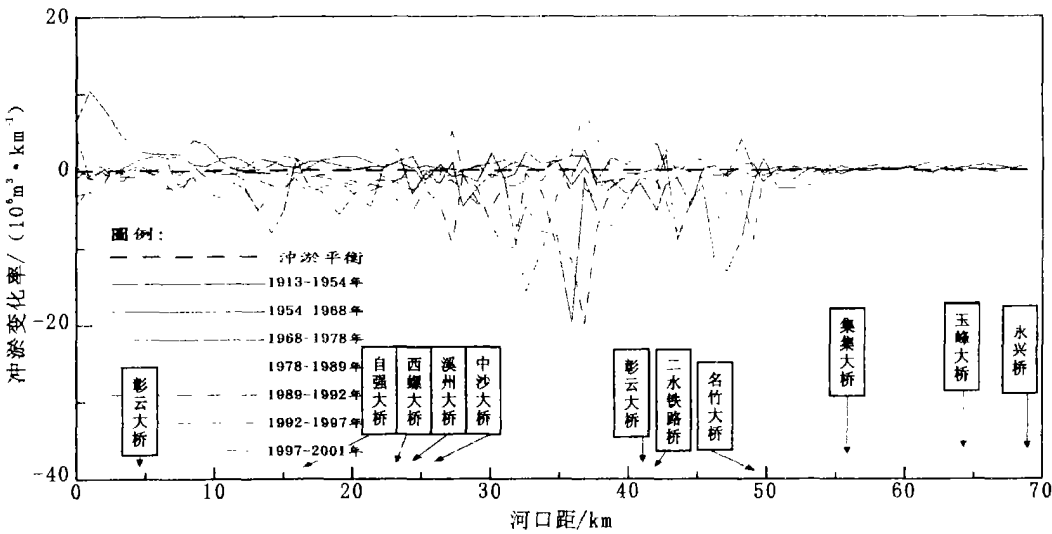


图 8 浊水溪历年河床冲淤沿程变化率比较图

(b) 西螺大桥至二水铁路桥(断面 49- 1~87)。本河段为浊水溪与支流清水溪合流形成之冲积区, 本河段恰为砾石质河床转变为砂质河床之过渡段。1913~1954 年间本河段河床互有冲淤; 1954~1968 年间, 则呈淤积状况, 河床平均淤高约 0.26 m, 1968~1978 年间, 虽冲淤互现。但整个趋势为下降情况, 此期间本河段河床平均刷深约 0.18 m, 1978~1989 年间, 本河段呈完全冲刷状况, 平均刷深约 0.61 m^[8]。1989~1992 间, 河床平均刷深约 2.01 m, 西螺大桥至浊断 63 之河床仍急遽下降, 尤以中沙大桥附近(断面 51~59)之河床下降约 2.14 m, 中沙大桥至影云大桥冲淤累积量下降梯度(河床高度沿程变化率)最大; 1992~1997 年, 浊断 77 至二水铁路桥河段, 呈局部淤高状况^[9]。

由长期趋势观之, 1913~1978 年, 本河段河床互有冲淤, 而呈平衡状态; 1913~1992 年长期间比较, 1992 年之河床平均高较 2 年下降 2.75 m。1913~2001 年长期间比较, 2001 年之河床平均高较 2 年下降 4.68 m, 为最严重河段, 惟

河床刷深现象已较 1992~1997 年缓和。

4 新治理方案研拟

4.1 河道断面治理原则

浊水溪治理规划报告^[10]所拟订浊水溪河道治理原则为: (a) 维持现况之地形、流路及河性, 并避免影响河道之稳定平衡状态。(b) 易遭洪水泛滥地区以堤防保护, 另现有防洪构造物高度及强度不足支助应予加强改善。(c) 部分水流冲击激烈之河段应加设保护工, 以免危及堤身, 防止土地流失。浊水溪河道断面治理原则为: (a) 维持现况之地形、流路及河性, 并避免影响河道之稳定平衡状态, 深水槽宽度需考虑通洪能力, 以满足建槽流量。(b) 低水流路应尽量利用现有深水槽, 易遭洪水泛滥地区以堤防保护, 另现有防洪构造物高度及强度不足之处应予加强改善。(c) 低水流路之流速应控制在 2 m/s 左右为原则, 部分水流冲出激烈之河段应加强保护工, 以免危及堤身, 防止土地流失。(d) 配合现有防洪设施, 规

划高滩地空间做多目标利用。经上述原则评估后,其计划水道横断面如图 9 所示。

4.2 浊水溪现况横断面

“经济部水利署”第四河川局在 1995 年、1999 年、2001 年曾实施三次大断面测量,经汇总详如图 10,由图中可知,在各桥梁处,现况河床高比计划河床高刷深下降约 4 m,浊水溪治理计划方案水理演算成果列如表 1。

4.3 新治理方案横断面

新方案拟订的原则亦比照 1996 年版浊水溪河道治理原则,维持现况之地形、流路及河性,并避免影响河道之稳定平衡状态;惟在防洪策略上则以布置适宜的河川环境达成治理目的,而不采堤防保护工来维持治理目的。根据桥梁上下游水流特性之研究结果^[1]得知,浊水溪建槽流量约为 5 000 cms,本方案深水槽的通洪能力,亦以满足建槽流量为原则,

并以高滩地空间多目标利用为其效益。

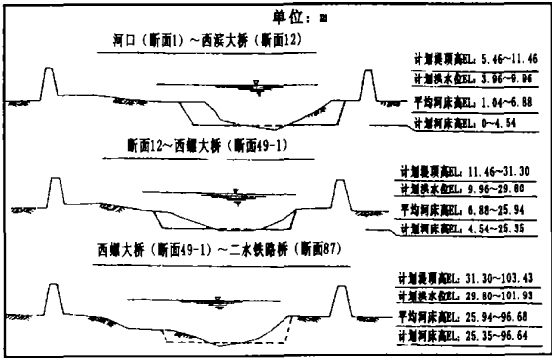
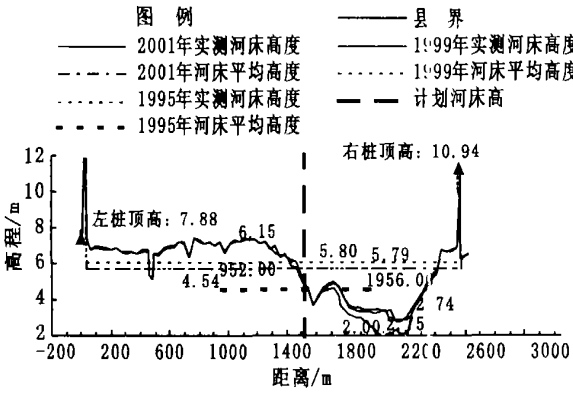
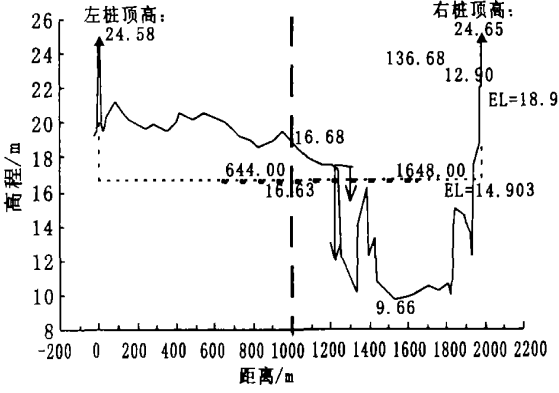


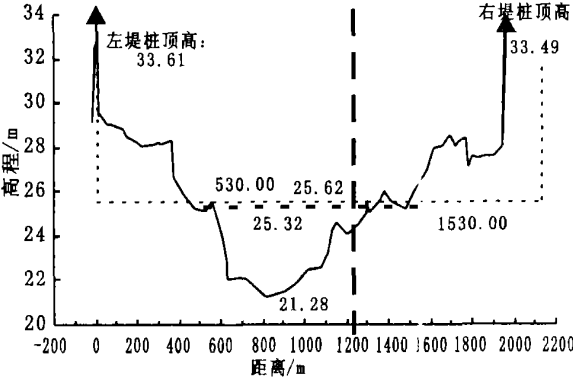
图 9 浊水溪水系本流计划水道横断面图



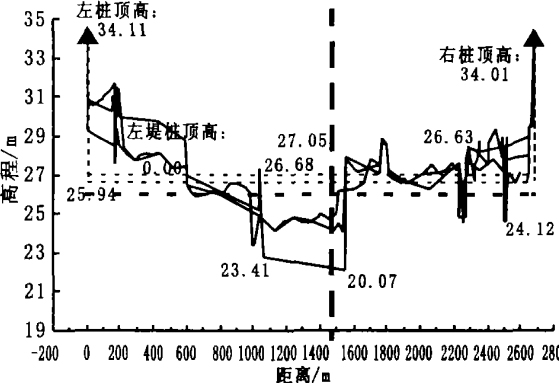
(a) 浊水溪第 12 号大断面图西滨大桥



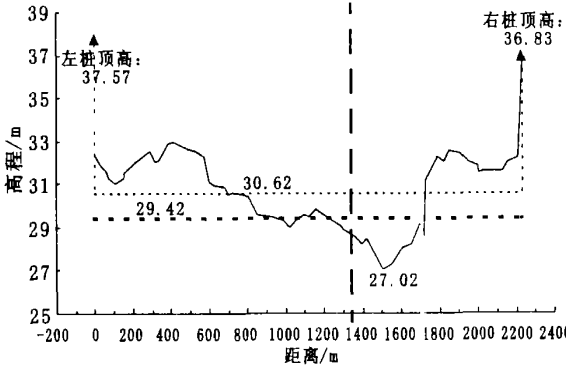
(b) 浊水溪第 36-1 大断面图自强大桥



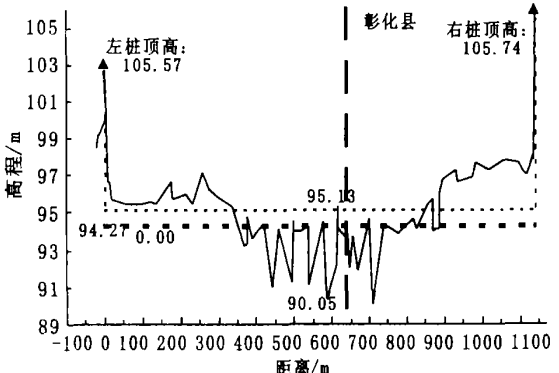
(c) 浊水溪第 49-1 号大断面图西螺大桥



(d) 浊水溪第 52 号大断面图溪洲大桥



(e) 浊水溪第 54-1 号大断面图中沙大桥



(f) 浊水溪第 86-1 大断面图彰云大桥

图 10 浊水溪大断面图

