

台湾地区农地渠道与生态工法之探讨

陈意昌, 张俊斌, 颜正平
(台湾中兴大学水土保持学系, 台湾台中市)

摘要: 台湾地区之农田灌溉、排水渠道与农田水路, 以往多以输水效益、结构体之安定性为考量。如今自然生态环境保育意识抬头, 农地之排水渠道, 除须符合一般之规划设计外, 更需考量生态之效益, 复育逐渐丧失之水路生态空间且影响水生动植物正常栖息与繁衍的生态系统。本研究针对台湾地区农地排水渠道之发展过程、规划设计及相关效益之分析, 以探讨渠道生态工法之必要、可行性与其综合效益, 期能作为排水渠道生态工法之推广依据, 并唤起对日益恶化之农地生态环境的保育与关怀。

关键词: 农地生态系统; 灌溉; 混凝土沟; 生态工法

中图分类号: S 277, S181

文献标识码: A

文章编号: 1005-3409(2001) 04-0053-07

Study on Ditches and Ecological Engineering in Taiwan Farmland

CHEN Yi-chang, ZHANG Jun-bin, YAN Zheng-ping

(Soil and Water Conservation Department, Chung Hsing University, Taichung, Taiwan, China)

Abstract: It was considered that conveyance and stability of structure were very important in farmland of Taiwan. Now adays concrete drainage lines which replace grass ditch will cause ecological environment deterioration and influenced organism survival. The objectives of the study are to plan, to design, and to develop the concrete ditch on farmland of Taiwan, and then evaluated its influence on farmland ecological system. The results showed the people in Taiwan need to pay more attention on farmland ecological conservation.

Key words: farmland ecological system; irrigation; concreted ditch; ecological engineering

1 前言

台湾地区之农田灌溉、排水渠道等水利设施, 主要以输水效率为考量目标, 并依其功能主要可分为灌溉、排水及灌排兼用三种渠道。以往(1966 年以前)之灌溉渠道, 大部分由台湾省农田水利会建设, 并负责农田轮区之灌溉; 排水渠道由各地县政府及水利相关单位等负责建设改善。目前台湾办理之农地重划区, 拟整合区域性排水系统及农田水利会之灌溉系统予以规划建设, 迨重划完成后分别由县政府及农田水利会接管维护之 BOT 经营管理模式。

现今台湾农地排水渠道, 因建设土质、地形、用地取得等不同考量因素而可分为土渠、草沟、复式草

沟、干砌卵石内面工、无筋混凝土内面工、背填块石混凝土内面工、混凝土砌卵石内面工、砌砖沟、场铸混凝土沟、预铸混凝土沟等。其断面设计如图 1 所示。

近年来改善农水路工程施工法中, 以传统式的现场组模浇灌工法为主, 但其品质、技术无法提升, 在国民生活水准提高, 农村人力外流, 农村劳力不足以适应社会变迁, 尤以现代青年人不愿从事土木、水利等劳苦工作, 致工人严重缺乏, 工程施工迭受影响。为突破工人严重缺乏的问题及提高施工品质, 曾于 1986 年试办农用水路之预铸混凝土 U 型沟, 但却有以下问题尚待改善:

* 收稿日期: 2001-08-25

作者简介: 陈意昌, 中兴大学水土保持学系博士。

(1) 试办阶段之预铸混凝土制品, 铸造数量有限、无法量产, 故工程费偏高。

(2) 试办阶段所采用之断面, 未能符合实际之变动流量

(3) 预铸混凝土制品, 规格繁多未能统一。

直至 1992 年才正式将预铸 U 型沟工法应用于排水路渠道中, 以期能达到提升品质、减少劳力、缩短工期、节省公帑之目的。试办初期先行采用三种沟型, 试办结果其工程品质、外观受地方人士所肯定。惟因属初办期, 数量需求少, 经材料钢模之转嫁作用, 形成预铸沟 1 m 造价较现场灌浆者平均高约 183 元之现象。1994 年因应地形需求, 增加改进预铸 U 型沟为 62A、60B、60C、50A、50B、50C、及 40A 7 种型式。惟顾及预铸 U 型沟型式过多, 将造成管理不易及增加钢模成本, 于 1995 年删减 40A 规格为 6 种型式。1996、1997 年全面扩大推广办理, 删减 50C 规格为 5 种型式(“内政部”土地重划工程局, 1999)。1998 年为提升预铸品之轻便性, 减少施工困难度, 并藉统一规格型式, 简化钢模制作, 降低制作成本及缩短制作时程, 乃采用单一规格预铸 U 型沟, 其长度由原来之 1.15 m 改为 2 m, 并将两侧沟墙之高度设计相同(台湾省政府地政处, 1998)。

1970 年以前, 灌溉渠道通常用梯形内面工或砌石保护工, 于排水路也多以土渠或砌石保护工设施, 预铸混凝土沟渠道为政府近 10 年推广之工法, 其具有提高工程品质、节省用地、施工一元化、节省人力、缩短工期、不受天候影响、工期稳定、维护容易, 工程寿命长等优点。日本农地重划区内所有农田水利设施农水路多采用预铸混凝土工法及兼具自然生态、景观及亲水之考量(高须俊行, 1993; 榎井, 1991), 而台湾农水路工程新工法之推广, 则尚属起步阶段, 尚须参酌各国之作法与考量自然生态之生态工法, 才能更丰富农村之环境生态(廖等, 1997; Schiechtel, 1980)。

农地空间之合理性且合乎生态原则之利用、生产休闲已是时势所趋, 为了改善日益恶化之生态环境, 农业部门积极提倡生产、生活与生态之三生农地, 而生态环境与水边环境关系最为密切, 生态环境营造, 也应从此处着手(颜, 2001)。具有串连整合农地乡村生态环境功能之农地灌溉排水工程, 若能导入生态工程之技术将对农地之自然环境生态有重大的助益。因此, 本文将针对其推广之可行性、工法等作一整体性、全面性、深入性之探讨与评估, 并融入自然生态复育之工程方法以供日后办理农水路设施改善时之参考。

2 排水渠道之环境生态功能探讨

水对生物的发生和演替, 最突出的特性是在常温和常压的自然条件下, 可以三相共存。而且水是生物机体的主要组成部分, 同时又是维护生物的出现、生长和繁育的重要环境(关, 2000), 由此可知水对农地生态系统之营造是占多重要之角色。

台湾农地之水路渠道, 按大小可分为大、中、小排, 若按形式与功能则可分为干砌卵石、砌砖沟、草沟、预铸沟等(详图 1 说明)。早期之农水路多为土渠, 较有利于水生动植物之栖息、生长, 并维持动植物相互间食物链之正常循环。此即自然环境生态。是以, 现代化农地排水渠道, 除需充分利用土地空间, 维护景观绿美化外, 更应考量以下之生态功能。

(1) 排水顺畅。以免滋生污染源与病虫害

(2) 水质净化。利用植物与微生物分解有机质, 不致产生优氧化。

(3) 资源供应。提供生产者、消费者、分解者可利用之资源。

(4) 净化空气。植物可吸收、过滤空气中之废气、有毒气体。

(5) 有地下水补助。有助日益匮乏之地下水资源的补充。

(6) 沟岸保护。利用植生工程及生态工程, 稳定沟岸、防止冲蚀。

(7) 提供自然景观及亲水空间。排水渠道之自然环境生产环境, 及生活环境等功能有待开发利用。

3 一般排水路之规划设计及对生态之效益

排水路各渠道断面设计, 因该地区内之气象、地形、土壤及耕地面积资料而有所不同, 订定一合理理论根据之灌溉计划与排水计划, 依其计划求出合理之各渠道断面, 再以其断面设计所需渠道之规格。在相同坡度时, 利用不同材质之排水路会影响其流速, 相对地对沟面亦造成不同程度之冲刷。因此, 在维护管理及其使用年限上亦需多加考量。

本文在研究之流程上, 以屏东水利会提供之玛家乡气象资料为例, 先试算其暴雨频率, 选定 10 年之日最大暴雨量, 调查该地区之土质与地形, 并以各种型式(材质)之渠道估算其流速、流量及断面大小, 并估算 1 m 之单价, 配合排水路之设施两侧用地增加及地价增加之估算, 建立预铸沟与其它渠道之评估方式。在用地不允许增加下, 另建立预铸混凝土沟

与现场浇灌混凝土在施工量及施工速度上之差异(台湾省地政处土地重划局, 1998)。

灌溉渠道容量之设计满足整田期间之最大尖峰用水量为原则, 自从农业机械化普及以来, 整田期距由 30 d 缩短至今之 15 d, 致使整田尖峰用水量相对增高, 部分现有小给水路容量已不敷负荷, 应在设计时考量; 在给水路混凝土沟之比较上, 亦采用预铸工法与现场浇灌之施工速度及实际工程费作比较。

3.1 作业程序

预铸混凝土 U 型沟之作业程序为钢模清理, 组模, 钢筋笼铺设, 混凝土捣筑, 前置养生, 蒸气养护, 抗压试验, 现场点交, 基础开挖及夯实, 基础级配铺筑及夯实, 按装, 调整固定, 回填及夯实(台湾省地政处, 1997)。

现场组模浇筑 U 型沟制作程序, 基地整理, 现场组立钢筋木模块合、预拌混凝土浇筑、拆模、沟面修饰等。

3.2 规划设计步骤

3.2.1 降雨资料搜集 以当地气象站实测之年雨量、月雨量、最大 1 日、2 日、3 日暴雨量等资料, 作为规划设计之依据。

3.2.2 暴雨频率计算 10 年之重现年期设计, 并采用海生法以估算之。

$$T = \frac{2N}{2m - 1}, T = \frac{1}{P},$$

式中: T ——周期; N ——记录年数; m ——位序。

海生法修正系数 $F = 1 + \frac{8.5}{N}$, $CV =$ 变异系数; $CS =$ 偏差系数。

3.2.3 排水量计算

$$Q = \frac{C \times R \div 1000 \times 10000}{86400 \times N}$$

式中: Q ——单位面积排水量(cms/hm^2); R ——最大日降雨量(采 10 年最大暴雨频率); N ——排水日数(1 日); C ——径流系数(农田 = 0.80、村庄 = 0.95)。

3.2.4 渠道断面之设计

采用曼宁公式(Manning Formula)计算

$$Q = AV$$

$$V = \frac{1}{n} R^{2/3} S^{1/2}$$

式中: Q ——流量(cms); V ——流速(m/s), A ——面积(m^2); n ——粗糙率; R —— A/P , 水力半径(m); P ——湿周(m), S ——水力坡降($\%$)。

梯形与矩形之最佳水力断面;

$$d = \frac{A \sin \theta}{2 - \cos \theta}$$

$$b = 2d \tan \theta / 2$$

式中: d ——水深(m); θ ——侧壁对水平之倾斜角; A ——通水断面面积; b ——底宽。

3.2.5 各形式渠道之成本分析 以工程费(1 m 单价)、人力、施工速度用地及年限维护以分析比较各形式渠道之差异, 其设计图如图 1 所示。

3.3 生态效益之探讨

3.3.1 土堤、草沟、复式草沟 为早期之排水渠道, 有利于多样化, 植物及微生物之栖息, 生长繁衍, 并有利于水源涵养与地下水补助。

3.3.2 砌砖沟、干砌卵石 因缝间有空隙能填充土壤, 可作为植物生长之基盘, 及水生小型动物之栖息场所。兼具工程之沟岸稳定与维护沟岸之生态环境。

3.3.3 混凝土砌卵石 因缝间以混凝土填满, 植物生长受限, 仅有利于苔藓类植物生长, 对微生物之食源供应不足。此工法强度优于砌砖沟土渠等传统渠道。

3.3.4 以模版浇制 表面比一般混凝土内面更光滑, 强度最大, 但其表面既光滑、垂直且无孔隙。大多数动植物皆甚难存活、栖息。

4 结果与讨论

4.1 雨量资料分析

以屏东地区为例, 各年平均降雨量如表 1 所示, 由表 1 可知自 1991 ~ 2000 年间, 年平均降雨量为 3 429.68 mm, 其中降雨量最大为 1999 年, 全年降雨量 4 820.40 mm, 最小为 1994 年, 全年降雨量为 2 174.70 mm。

表 1 年降雨量表 mm

年份	1991	1992	1993	1994	1995
年雨量	3 519.10	3 944.60	2 435.10	2 174.70	2 888.10
年份	1996	1997	1998	1999	2000
年雨量	3 507.10	3 465.60	3 815.40	4 820.40	3 726.70
平均年降雨量为 3 429.68 mm					

在暴雨频率分析方面, 利用海生法(Hazen Method)以每年之最大降雨量纪录为基准, 估算其暴雨频率, 再发生年数十年之最大 1 日暴雨量为 346.10 mm, 100 年再发生年数之最大 1 日暴雨量为 701.56 mm, 其详细计算如表 3 所示。

表 2 暴雨频率分析表

发生频率/ $\%$	99	95	80	50	20	10	5	1
再发生年数	1.01	1.05	1.25	2	5	10	20	100
一日	138.49	145.33	161.99	195.98	272.87	346.10	431.66	701.56

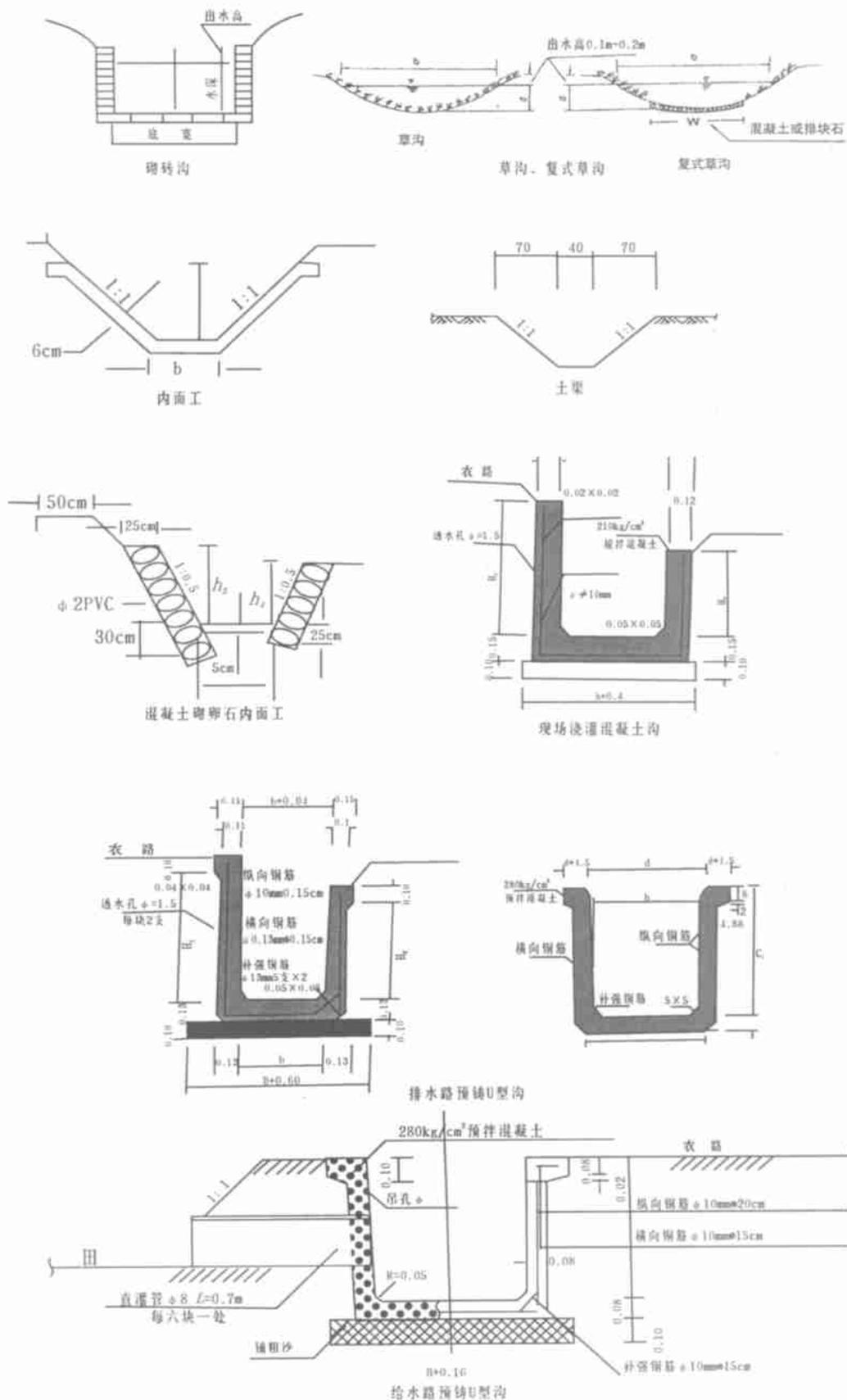


图 1 各形式农水路渠道

表 3 暴雨频率计算表

公元 / 年	最大 1 日连续降雨量 / mm	依顺序排列	发生百分率 / %	频率 / 年	与平均值之比	(7) - 1	(8) ²	(8) ³	发生百分率 / %	偏差因子	(12) × C. V.	(13) + 1	(14) × 平均值
1991	256.20	465.00	5.00	20.00	2.038	1.038	1.077	1.118	99	-0.92	-0.393	0.607	138.49
1992	465.00	313.00	15.00	6.67	1.372	0.372	0.138	0.051	95	-0.85	-0.363	0.637	145.33
1993	161.30	256.20	25.00	4.00	1.123	0.123	0.015	0.002	80	-0.68	-0.290	0.710	161.99
1994	313.00	219.00	35.00	2.86	0.960	-0.040	0.002	0.000	50	-0.33	-0.141	0.859	195.98
1995	191.00	191.00	45.00	2.22	0.837	-0.163	0.027	-0.004	20	0.46	0.196	1.196	272.87
1996	182.00	182.00	55.00	1.82	0.798	-0.202	0.041	0.008	10	1.21	0.517	1.517	346.10
1997	219.00	182.00	65.00	1.54	0.798	-0.202	0.041	-0.008	5	2.09	0.892	1.892	431.66
1998	137.00	175.00	75.00	1.33	0.767	-0.233	0.054	-0.013	1	4.86	2.075	3.075	701.56
1999	182.00	161.30	85.00	1.18	0.707	-0.293	0.086	-0.025					
2000	175.00	137.00	95.00	1.05	0.600	-0.400	0.160	-0.064					
计(10)		2281.050					1.641	1.049					
平均值		228.15											

$$F = 1 + \frac{8.5}{N} = 1.85$$

$$CV = \frac{(9) \text{ 栏}}{N - 1} = 0.427$$

$$C.S. = \frac{(10) \text{ 栏} \times F}{(N - 1) \times (CV)^3} = 2.77$$

4.2 排水断面分析

依据屏东县农田水利会所提供之雨量记录资料,经分析结果采用频率 10 年 1 次的 1 日暴雨量排水为目标,其计算田间排水及村庄排水量之径流系数为 0.80 及 0.95 计算,并依照轮区面积之大小以决定其排水断面。

(1) 田间排水: $Q = \frac{0.8 \times 346.10 \div 1000 \times 1000}{86400 \times 1}$
 $= 0.032 (\text{cms} / \text{hm}^2)$

(2) 村庄排水: $Q = \frac{0.95 \times 346.10 \div 1000 \times 1000}{86400 \times 1}$
 $= 0.0381 (\text{cms} / \text{hm}^2)$

4.3 各形式断面流速及流量及效益分析

依农水路渠道坡度为 1/500, 通水断面面积尽量控制在相近情形下, 将土渠、草沟适用斜坡比为 1 1 之梯形断面, 以底宽 0.45 m, 顶宽 1.35 m, 沟高 0.45 m, 出水高设为 0.12 m 设计, 粗糙系数 n 分别为 0.02 及 0.04; 浆砌卵石及干砌石卵石采用斜坡 1 0.3 之梯形断面, 以底宽 0.55 m, 顶宽 0.85 m, 沟高 0.5 m, 粗糙系数 n 分别为 0.02 及 0.04; 现场浇灌混凝土沟及预铸混凝土 U 型沟采矩形断面, 以底宽 0.60 m, 顶宽 0.60 m, 沟高 0.60 m, 出水高设为 0.14 m 设计, 粗糙系数 n 分别为 0.014 及 0.013 如表 3 所示。由曼宁公式(Manning's formula) 得流速 V 及流量 Q 。经试算结果, 如表 4 所示预铸混凝土 U 型沟之流速(1.015 3 m/s) 分别为草沟及干砌石沟之 3 倍及 2.2 倍, 若以上式田间排水之每公顷比流量计算, 暂不考量沟面之入渗量与蒸散量, 则预铸混凝土 U 型沟一日可排除之水量为 7.7 hm^2 , 草沟及

干砌石沟仅分别为 2.9 hm^2 及 3.5 hm^2 。

利用草沟, 即土渠配植草, 土渠 1 m 单价为 190 元, 百慕达草皮铺植 1 m^2 90 元, 共 1.722 8 m^2 , 计 1 m 345 元; 浆砌卵石 1 m 单价约 620 元, 干砌卵石需较专业技术人力, 故其单价较高约 1 m 870 元; 现场浇灌混凝土, 含挖方、回填方、210 kg / cm^2 预拌混凝土、丙种模型、钢筋加工组立等概估 1 m 约需 1 550 元; 预铸混凝土 U 型沟因采 280 kg / cm^2 预拌混凝土, 并采用铁模, 估算 1 m (cms / hm^2) 约需 1 620 元 (如表 5), 其成本随地点远近、需求数量等有所影响, 而以上不同型式渠道之单价, 尚未考量其使用年限、维护年限等因素。

在用地面积之使用量上, 以土渠及草沟占地面积较大, 1 m 约需 1.75 m^2 。浆砌卵石与干砌石卵石则约需 1.45 m^2 , 分别为现场浇灌混凝土沟及预铸混凝土 U 型沟 1.75 倍及 1.45 倍。若以平均 100 hm^2 施设 3 500 m 之排水路情况计算, 则多需负担公共设施面积为 2 625 m^2 。因此, 在寸土寸金的台湾土地上, 此项因素反而显得格外重要。

表 4 各形式沟内物质粗糙系数 n 值比较

沟内物质	最大值	最小值	平均值
黏土质沟身整齐者	0.022	0.016	0.020
砂壤、黏壤土沟身整齐者	-	-	0.020
稀疏草生	0.045	0.035	0.040
全面密草生	0.060	0.040	0.050
浆砌卵石	0.030	0.017	0.020
干砌卵石	0.035	0.025	0.033
纯水泥浆平滑者	0.014	0.010	0.012
混凝土抹光	0.015	0.011	0.013

表 5 各类沟渠设计表

形式	土渠	草沟	浆砌卵石	干砌卵石	场铸 U 型沟	预铸 U 型沟
底宽/m	0.45	0.45	0.55	0.55	0.6	0.6
顶宽/m	1.35	0.15	0.85	0.85	0.6	0.6
沟高/m	0.45	0.45	0.5	0.5	0.6	0.6
渠道坡度	1/500	1/500	1/500	1/500	1/500	1/500
出水高/m	0.12	0.12	0.1	0.12	0.14	0.14
全断面积/m ²	0.405	0.405	0.35	0.35	0.36	0.36
通水断面积/m ²	0.2574	0.2574	0.2523	0.2523	0.2438	0.2438
润湿周/m	1.3834	1.3834	1.3434	1.3434	1.5205	1.5205
水力半径/m	0.1861	0.1861	0.1878	0.1878	0.1603	0.1603
粗糙系数	0.02	0.04	0.02	0.033	0.014	0.013
流速/(m·s ⁻¹)	0.7288	0.3644	0.7333	0.4445	0.9428	1.0153
流量/CMS	0.1876	0.0938	0.1850	0.1121	0.2299	0.2475
1 m 单价	190	345	620	870	1580	1620
占地面积/(m ² ·m ⁻¹)	1.75	1.75	1.45	1.45	1.00	1.00

4.3.1 给水混凝土预铸 U 型沟 在工程量及施工速度之比较上,以屏东县子脚工区为例在 1 900 m 给水路中,预铸 U 型沟每天施工长度 140 m,每天所需人力 5 人,共需 14 d;现场模版组合浇灌所需人力 13 人每天施工长度 90 m,共需 22 d。给水路预铸 U 型沟采用机械化施工,施工速度较现场浇灌每天快 50 m,可缩短工期约 8 d 外,亦可减少人力约 8 人。如此,可减少施工造成交通不便及缩短对工作期之影响。

经应力结构计算,给水预铸 U 型沟被动土压嵌入深度 28 cm(包括沟底厚度 8 cm)方不产生位移。然一般给水路设计时,水路之水位应高于田面 10 cm,才可直接灌溉,在此情况下,水深至少 30 cm 才符合上述原则。依据土地重划工程局(1999)分析结果,在底宽 50 cm、坡降 1/500、流量 0.15 cms 以上时,水深才能达到 30 cm。故在底宽不变、坡降较陡、或流量较小,嵌入深度小于 28 cm,将会产生位移。此为给水预铸 U 型沟之困难处。预铸混凝土沟之比重为 2.4;混凝土强度为 280 kg/cm²,吸水率在 8% 以下。其强度较一般常用之现场浇灌之混凝土强度 210 kg/cm² 大。

4.3.2 排水与灌溉给水渠道之探讨

(1) 灌溉渠道之功能乃以供应水源为主,为使水资源得到合理之利用,其输水损失以降到最低为诉求,故采用土渠、草沟以外之工法设施。

(2) 排水路为使田间多余水或降雨径流量排除,并配合近年来生态环境之追求,尽量采用可使生物栖息之土渠、草沟、复式草沟或砌石沟。

(3) 为防止给水路入渗至地下,因此每块给水路预铸 U 型沟之衔接接处,应按装挤压式填缝带,以防止渗水。

(4) 采用给水路预铸 U 型沟时,每一块农田最高之入水口处,应设置 $\psi=8''$,长度 70 cm 之直灌管,以利水源流入田间;排水路预铸 U 型沟则于每一块最低处设置 30 cm、宽 40 cm 高之排水出口。

4.3.3 综合效益探讨 从前节支流速流量单价与比较等分析中,可得知农地排水渠道应兼顾之效益为排水、灌溉、给水功能及维护水域自然生态功能,而基于社会成本考量,也应评估其经济效益。因此,各种排水渠道之初步综合评价为:

(1) 以 1 m 之单价为考量,则以土渠之成本最低,而预铸 U 型沟为最高。

(2) 若以维护自然生态之工法及对当地生态之冲击为考量,则以干砌卵石,及草沟为最佳,钢筋混凝土沟为最差。

(3) 若以施工时间及占地为考量,则以预铸 U 型沟较佳,土沟草沟占地较大。

(4) 若以渠道内之输水功能(流量、流速)为考量,则预铸 U 型沟之效益最大,草沟输水效益最小。

5 结论与建议

生态保育、生态工程之实践不应只局限于特定之自然保护区,野溪等人们较少接触到的地区,而该从我们周遭之环境做起,才能更加体会其对生态之重要性。农地重划,应朝三生三化之目标迈进,生态

保育与土地利用并重, 适地适作, 促进农地资源的合理运用。农地渠道为农地重划之重要命脉, 其发展之过程, 形式、效益及生态上之功用, 将对台湾之农地重划, 竖立一个新的里程碑。兹将初步研究结论与建议概述如下:

(1) 农水路设计工法, 仅以农水路结构体安定性为考量因素, 造就现今农水路设施全面为混凝土石化建材所塑造之景观; 依农路标准虽两侧各留有 50 cm 路肩, 但在农民要求增加农路宽度下, 完全铺满碎石级配或沥青混凝土, 在整个农业环境下显得不协调、不美观。

(2) 灌溉、排水路为土渠时, 在施工初期尚未稳定, 水路边坡容易崩塌、冲蚀, 需维护。

(3) 预铸沟之供应无法有效配合每区工地安装, 故在施工时部分有所延误, 造成农民不满。宜兰位居多雨地区且地质松软, 施做较为困难, 故农民对预铸 U 型沟极为反对, 认为预铸 U 型沟破损率高, 衔接处多, 容易发生滑动情形, 且沟墙太薄对品质产生疑虑。

(4) 预铸混凝土沟之比重为 2.4; 混凝土强度为 280 kg/cm^2 , 吸水率在 8% 以下。其强度较一般常用之现场浇灌之混凝土强度 210 kg/cm^2 大。

(5) 由于传统灌溉渠道(混凝土或内面工)施工方式均为现场浇筑而成, 施工缓慢并受天候影响赶工不易造成未能及时取得灌溉用水及施工过程中长期占用道路阻碍交通, 另一方面因工程品质不易控

制而影响构造物之结构安全, 预铸混凝土制品于公共工程品质设施中对于提高工程技术, 施工品质有莫大贡献。如用于灌溉排水路则又能提高耕地利用率, 节省用地, 缩短工期, 开发土地资源等优点, 故推行预铸工法较佳, 但能加入生态功能之措施则更好。

(6) 于砂质地施设预铸 U 型沟, 常造成土壤渗漏沟底淤积, 且靠田侧回填土, 因施工完成阶段, 土质尚未紧密, 导致灌溉水由接缝处之空隙流失, 农田无法蓄水, 影响农民耕作。

(7) 施作伸缩缝补助地下水方面, 一般人认为地下水的补充主要来源为大农场之渗透量, 及中、大排水路之渗透量, 而小排水路之作用为于平常应保持无水状态, 以减少污染, 下大雨时应尽速排水, 以免造成灾害或农作物损失, 对于渗透补充地下水的作用较小。

(8) 排水渠道在选择生态工法措施前, 应需考量良好之水质, 适当的地形环境, 用地的取得, 经济效益, 地下水补助, 生态生育基盘营造, 如此才能创造一个适合动植物生长之良好生态环境, 也才能改善我们的农地环境。

(9) 较具生态工法之干切卵石, 草沟等, 相关单位已多不使用, 致使此特殊工法之技术已不普遍, 而如今人工成本以日益提高, 若有需大量使用些特殊生态工法, 应加以大量培训、教育训练, 则不仅可符合施工成本, 亦可提高生态功能。

参考文献:

- [1] “内政部”土地重划工程局. “预铸 U 型沟工程”施工规范[S]. 2000. 28.
- [2] “内政部”土地重划工程局. 农地重划区农路挡土墙暨给水路 U 型沟采预铸工法之研究[J] 1999. 35.
- [3] 台湾省政府地政处. 农地重划区预铸混凝土 U 型沟施工规范[S]. 1997. 24.
- [4] 台湾省政府地政处(1998), 预铸 U 型沟- 五年评估报告[R]. 10~20.
- [5] 台湾省政府地政处土地重划工程局, 1998 年度台南、屏东等县早期农地重划区农水路更新改善工程给水路预铸 U 型沟与模板浇筑 U 型沟施工评估报告[R], 1998. 29~31.
- [6] 廖一光、林敏棋、陈荣俊. 研习德国巴伐利亚邦乡村发展报告[R]. 台湾省政府农林厅, 1997. 30~51.
- [7] 颜正平, 生活环境学[M]. 牛顿开发教科书, 2001. 195~272.
- [8] 关君蔚. 运筹帷幄决胜千里——从生态控制系统工程谈起[M]. 北京: 清华大学出版社, 2000. 22~31.
- [9] Schiechl. H. Bioengineering for land reclamation and conservation[Z]. The Univ. of alberta. 33~55.
- [10] 高须俊行. 农地·农村の 整備- 环境保全 の 工学的展开[M]. 昌和株式会社. 19~31.
- [11] 梶井善雄. 水边の 环境学[M]. 新日本出版社, 1991. 352~74.