

擴充灌溉渠道容量可行性方案之研究

Study on Feasible Project of the Extension of Irrigation Capacity

國立臺灣大學農工系教授

國立臺灣大學農工研究所研究生

甘 俊 二

莊 日 鴻

Chun-E Kan

Ryh-Horng Juang

摘 要

灌溉渠道有如人體之血管，負有輸水之責任，在農田水利灌溉方面扮演重要的角色。目前臺灣因農業生產結構改變，稻田整田型態改變，整田期縮短，尖峰用水量提高，加上輸水標的增多，致使渠道容量不足，維護管理困難，實有加以改善之必要。

本文對本省舊有灌溉渠道所面臨之問題，提出改善方法，其主要構想為：

1. 擴充灌溉渠道容量。
2. 不擴佔水路用地。
3. 不斷水施工或斷水施工期短。
4. 改善後之渠道維持原有水頭。

在上述四項前提下，本文所擬之渠道改善方法及特色為：

一、隔水布法：

1. 成品施工，簡便快速。
2. 施工斷水期短。
3. 改善後渠道完全防漏。

二、板樁法：

1. 成品施工，簡便快速。
2. 有效擴充渠道容量。

三、不斷水法：

1. 不斷水施工。
2. 改善後之倒E型渠道斷面，可以不斷水維護修補。

四、管路法：

1. 節省灌溉水資源。
2. 節省灌溉輸水路用地及增加土地利用面積。
3. 減少灌溉管理人力。

本文另以嘉南大圳幹線為例，模擬改善方案，引證本研究之可行性。

Abstract

The irrigation canals which working as human's blood vessel take a important role in irrigation engineering. At present, the part of old

irrigation canal systems in Taiwan faced several problems to be solved. They are:

1. The canal capacity are not enough due to land preparation period of paddy rice field have been shortened because of mechanized agriculture and more some canals are deteriorated caused big conveyance loses.
2. Some canal systems become multipurpose are for irrigation and water supply for domestic and industry.

This paper present improvement methods for Taiwan old canal systems, the main purpose and consideration of the improvement include:

1. Extension of canal capacity
2. Do not increase the land use for canal
3. No plugging in construction period for conveyance
4. Keep water head after improved

Following above purpose and consideration, the improvement methods and their advantages are:

1. Sheet Method:
 - (1) easy and quick construction with precasted material
 - (2) construction period is very short
 - (3) complete waterproof after improvement
2. Pile Method
 - (1) easy and quick construction with precasted material
 - (2) easy extension of canal capacity
3. No Cut-Off Water Method
 - (1) no plugging conveyance under construction
 - (2) after improvement which inverse "E" canal section can be maintained and repaired under no plugging conveyance
4. Pipe-Line Method
 - (1) saving irrigation water resource
 - (2) saving land use of canal and increase land use for farming
 - (3) reduce man power for irrigation management

This improvement method have been simulated to the Chia-Nan irrigation canal systems for reference.

一、前 言

水為農業上最重要之資源之一，過去無灌溉設施之農田，稱為「看天田」。隨着時代的變遷，灌溉方法的進步，農民開渠引水灌溉，是故有水的地方，始有水田灌溉，其灌溉水之輸送，則有賴渠道之送達，其重要性有如人體的血管。在進步的農業中，由於有灌溉渠道之設施，始能確保糧食生產，

由過去看天的農業，成為今日人定勝天的農業，其間之改變，灌溉渠道扮演極重要的角色，因此渠灌設施之投資，不但為一種建設性的投資，同時也是農業保險的投資。

我國重視農業已具五千餘年之歷史，今日臺灣地小人稠，政府大筆投資興建灌溉設施，舉凡可以開墾及引水灌溉之地，大部分闢為水田，食米自給自足而有餘，已成國際上奇蹟，農田灌溉渠道之開

關有極大的貢獻。

近年來我國工業突飛猛進，人口急遽增加，經濟繁榮，都市迅速擴展，對土地及用水之需求日益增加，本省部份農田水利灌溉渠道面臨嚴重之考驗，茲列舉如下：

1. 渠道老舊，輸水能力減小。
2. 輸水損失大。
3. 渠道輸水標的增多，維護管理困難。
4. 整田期縮短，尖峰用水量提高，致使渠道容量不足。

本研究特別注意上述問題，為配合目前社會之演變及將來灌溉管理之合理化與科學化，謀求渠道改善之道。本文之渠道改善，以擴充幹線渠道容量為主要目的。為因應潮流趨勢，配合時代背景及其施工條件，在不擴佔水路用地，不斷水施工或斷水施工期短及維持原有水頭之受限條件下，所發展出之渠道改善新構想，期使渠道改善之理論與技術達到整合實用地境，俾利本省大型灌溉渠道研究改善之參考。

二、灌溉渠道改善背景

一、擴充渠道容量原因

目前臺灣大型的灌溉渠道，其断面大部份為梯形断面，由於部份渠道設施陳舊，功能老化，普遍呈現断面不足現象，其原因為：

(1) 整田型態的改變

整田尖峯用水量為決定渠道容量之主要因素，近年來由於機耕取代牛耕，整田期距縮短，整田尖峯用水量大增，致使原來渠道容量設計，無法滿足目前整田尖峯用水量所需。

(2) 渠道輸水標的增多

早期之農田水利設施，主要供灌水稻，舉凡可以開墾及引水灌溉之地，均闢為水田，時至今日，耕地日闕，水源日竭，隨着時代的變遷，工商業快速的發展，人口急遽的增加，各方對水的需求亦日益增加，利用既設之農業灌溉渠道輸送其它用水，已不乏實例，致使灌溉渠道亦兼送其它用水（如工業用水或自來用水），且其輸送量有日益增加的趨勢，使得早期之灌溉渠道容量設計，面對現在使用相的變遷，以及未來輸送量的增加，部份渠道容量設計呈現不足現象。

(3) 灌溉面積及期作的增加

臺灣日據時代有灌溉排水設施的耕地 561,999

公頃⁽⁷⁾，戰爭荒廢至接收時降至 263,264 公頃，足見光復時(民國35年)臺灣農業生產力只剩一半，經積極修復，至民國 41 年灌溉面積已提高至 458,567 公頃，6 年間增加 195,333 公頃，民國 55 年增至 573,267 公頃，20 年間增加 31,033 公頃。另外政府為提高農業生產，有效利用水土資源，鼓勵農民增加期作灌溉，渠道灌溉通水期延長，每期作之灌溉用水量增加，致使早期之渠道容量設計不敷使用。

二、擴充渠道容量背景

任何工程，在施工前，必須做詳細施工規劃，本研究之渠道改善，主要目的為擴充渠道容量，自有其施工背景及施工條件，茲列舉其基本條件如下：

1. 沿用原有水路断面，不擴佔水路用地

臺灣早期之農田灌溉是先開墾渠道，再引水入田灌溉。農田灌溉發展至今，幾凡可以引水灌溉者皆已開發殆盡，其灌溉渠道設施亦已固定成型，因此若要擴充渠道容量，必須沿用原有渠道断面，不可擴佔水路用地。因為渠道向兩旁延伸，渠道断面積加大，渠道容量雖增加，但增加之水路用地，勢必花一筆龐大的購地費用，且在徵購農民用地時，執行上容易發生糾紛，再者渠道兩旁若有建築物時，則在執行上亦有若干困難。

2. 不斷水施工或斷水施工期短

如前節所述，目前臺灣部份大型的灌溉渠道，除輸送農業用水外，亦兼送工業用水或自來用水，由於公共給水必須長期供應，渠道須終年通水，是故擴充渠道容量時，其施工之先決條件是渠道不可斷水或斷水期不可太長，以免影響下游公共給水之正常供應。

3. 維持原有水頭

由於明渠流為重力流，其輸送主要是靠水頭（Water Head），因此改善後之渠道必須配合原灌溉體系。換言之，改善後之渠道必須維持原有水頭，與原灌溉體系連貫，使渠道有足夠之水頭將灌溉用水送達田區末端。

本研究渠道改善方案，針對本省灌溉渠道之問題點，以擴充渠道容量為目的，並配合三個基本條件：①沿用原有水路断面，不擴佔水路用地②不斷水施工或斷水施工期短③維持原有水頭，以期達到渠道改善之目的。

茲以圖 1 表示灌溉渠道現存之問題點及改善基本條件之相關性。

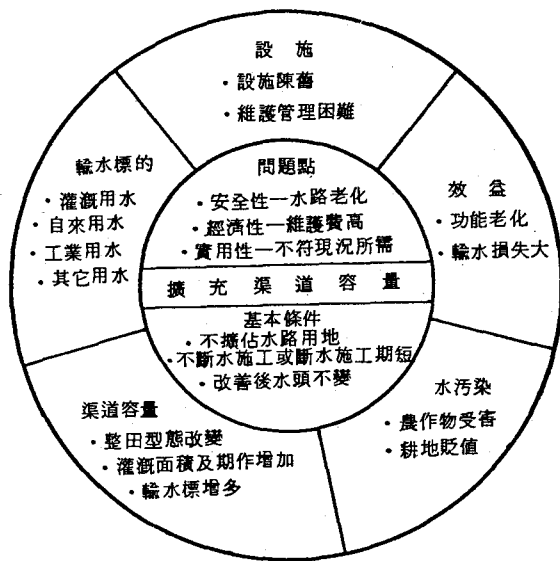


圖 1. 臺灣部份灌溉渠道問題點及其改善基本條件

三、擴充灌溉渠道容量方案

一、隔水布法⁽⁴⁾

PE 材料發展為隔水布，為近代科技產物，屋頂或隧道防水，垃圾掩埋均已大為廣用，而貯水池或渠道防水，國外早已使用多年，國內亦在迎頭趕上，除進口國外（西德、日本），國內廠商也有開發。

隔水布法在本省已有實際之施工實例，根據施工後之效果，其防水功能幾達 100%。由於隔水布法是在原有斷面上加鋪隔水布，故改善後之渠道，其容量增加有限，在系統變化不大時，此工法值得採用。其施工示意圖如圖 2 所示。

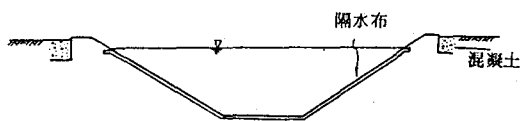


圖 2. 隔水布法施工示意圖

二、板樁法

近年來鋼材加工技術及鋼筋混凝土製造技術突飛猛進，土木工程甚多構體常可製成標準型態，成為通用之構材，如混凝土樁 (Concrete piles) 及混凝土涵管 (Concrete pipe) 等等。此等成品可設廠專業製造銷售。板樁法就是將鋼筋混凝土板

樁設計成規格化，在工廠大量製成成品樁 (preformed piles)，再運送至施工地點，在現場以打樁機一塊塊貫入地層，塊與塊之接拼以止水帶處理，其樁頭再以溝型鋼連貫之，使其成為連續性結構之渠道壁體。其施工示意圖如圖 3 所示。

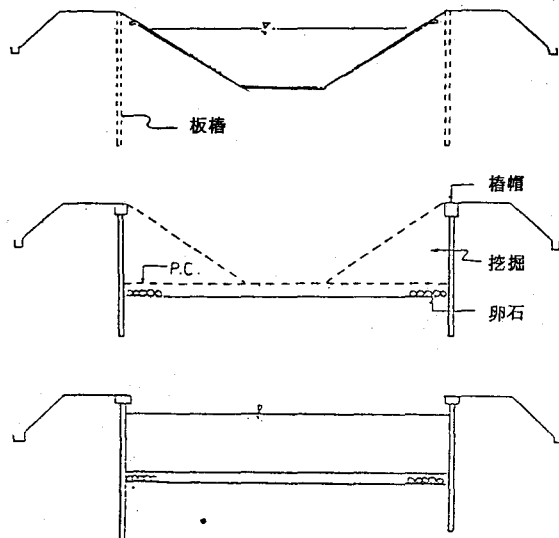


圖 3. 板樁法施工示意圖

三、不斷水法

目前臺灣部份之大型灌溉渠道，除輸送灌溉用水外，亦兼送公共給水或其它用水，因此渠道必須終年長期通水，以兼顧農時及民生所需，即使在非農時亦無法斷水維護或改善，致使渠道長期通水之緣故而毛病叢生，效用減低，直至今目前尚無一適當對策，亦或改善之道，以阻止渠道惡化之情形。

不斷水法即針對上述困難點，在不斷水、不擴佔水路用地及維持原有水頭之條件下，研擬一套擴充渠道容量之改善工法。

所謂不斷水法是利用中分原理，將鋼板樁貫入渠道中，使原有渠道斷面分成兩個通水斷面，其中一斷面繼續維持通水，另一斷面則封閉斷水施工，將原梯形渠道斷面開挖成矩形斷面，於現場排筋澆鑄混凝土，另於渠道中央處築一隔水牆。同樣步驟，改變通水斷面施工，最後拔除中央隔水之鋼板樁，待完成後兩斷面同時通水，形成倒 E 形之渠道斷面。其施工示意圖如圖 4 所示。

(一) 施工步驟

不斷水法之施工，可按施工期間通水量大小，而分為三種施工方法。設 Q 為原渠道之設計流量，

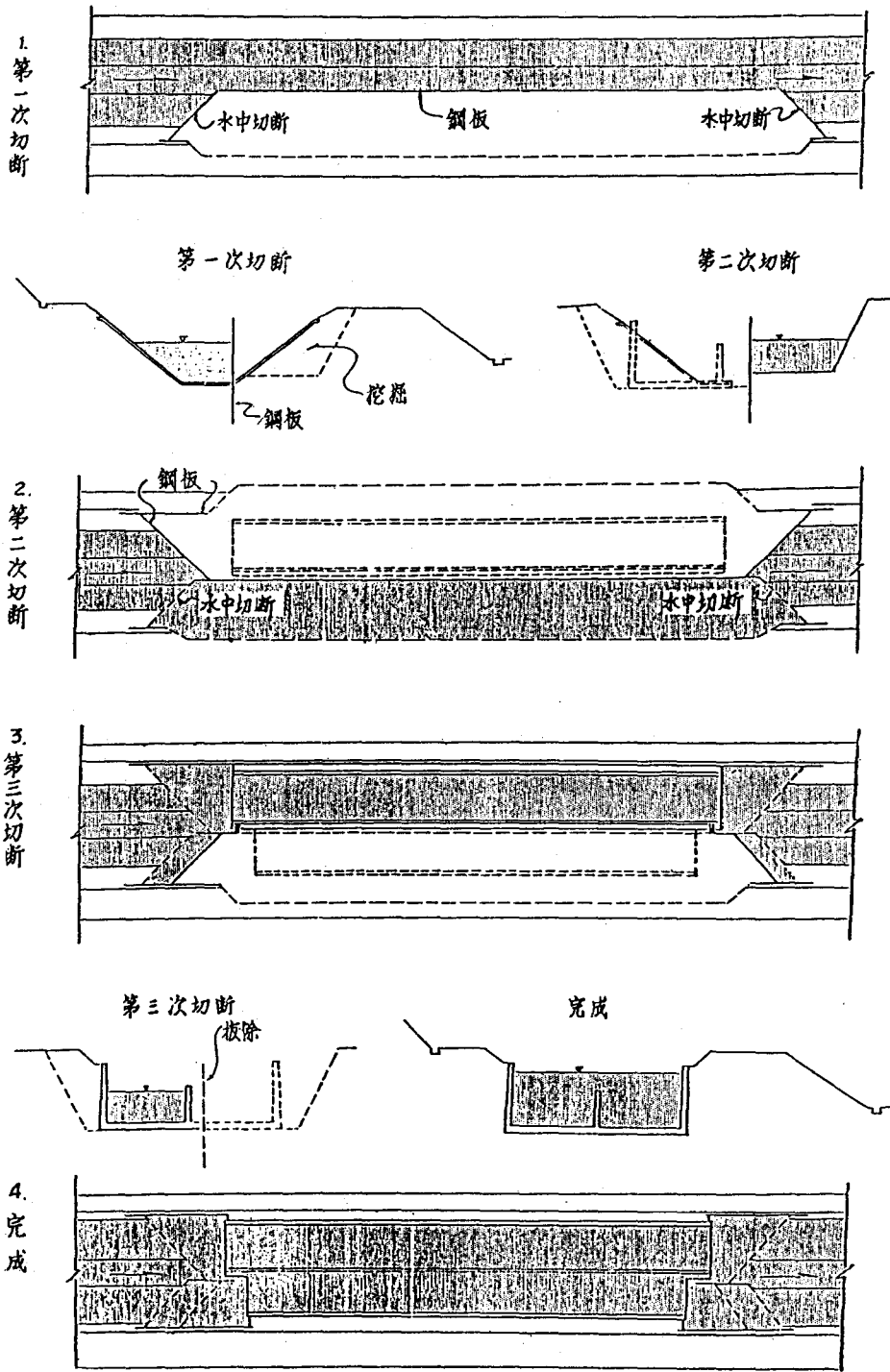


圖 4. 不斷水工法示意圖

Q' 為施工期間渠道流量， R 為兩者之流量百分比 ($R=Q'/Q$, $R=0\% \sim 100\%$)，則按 R 之大小，三種施工方法分述如下：

<Case I> $R=100\%$

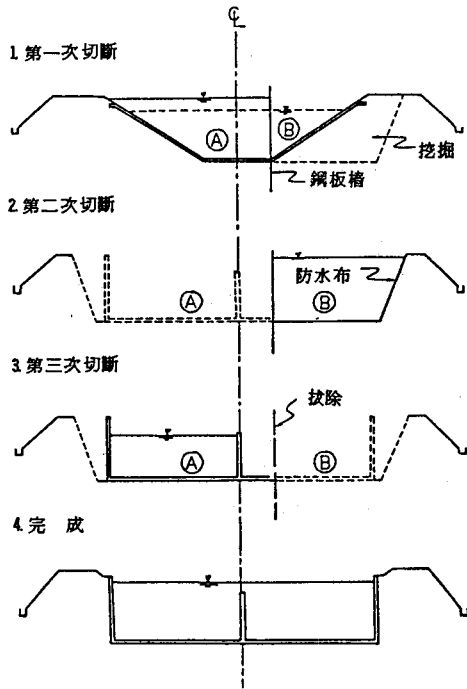


圖 5. $R=100\%$ 之施工示意圖

當施工期間必須維持與原渠道設計流量大小時，其施工示意圖如圖 5 所示，其施工步驟如下：

1. 打鋼板樁。
2. 封閉 B 斷面，A 斷面通水。
3. B 斷面施工，挖掘土方。
4. B 斷面鋪設防水布，並固定之。
5. B 斷面通水，A 斷面封閉。
6. A 斷面施工，挖掘土方，渠底鋪設級配。
7. A 斷面配模、鋼筋組立、混凝土澆置成 L 形斷面渠道。
8. A 斷面通水，B 斷面封閉，並拔除鋼板樁。
9. B 斷面配模、鋼筋組立、混凝土澆置，並與 A 斷面銜接。
10. A、B 斷面同時通水，形成倒 E 形之矩形斷面渠道。

<Case II> $50\% \leq R < 100\%$

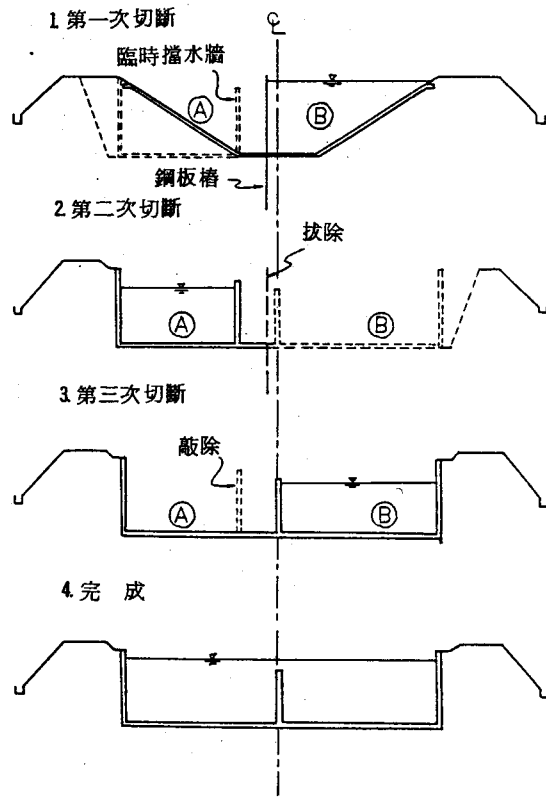


圖 6. $50\% \leq R < 100\%$ 之施工示意圖

當施工期間其通水量 Q' 維持在 Q 之 $50\% \sim 100\%$ 時，則其施工示意圖如圖 6 所示，其施工步驟如下：

1. 打鋼板樁。
2. 封閉 A 斷面，B 斷面通水。
3. A 斷面施工，挖掘土方，渠底鋪設級配、鋼筋組立、混凝土澆置，並築造一臨時擋水牆，形成矩形斷面渠道。
4. A 斷面通水，B 斷面封閉，並拔除鋼板樁。
5. B 斷面施工，挖掘土方，渠底鋪設級配、鋼筋組立，混凝土澆置，並築造一中央隔水牆與 A 斷面銜接。
6. B 斷面通水，封閉 A 斷面，敲除 A 斷面之臨時擋水牆。
7. A、B 斷面同時通水，形成倒 E 形之矩形斷面渠道。

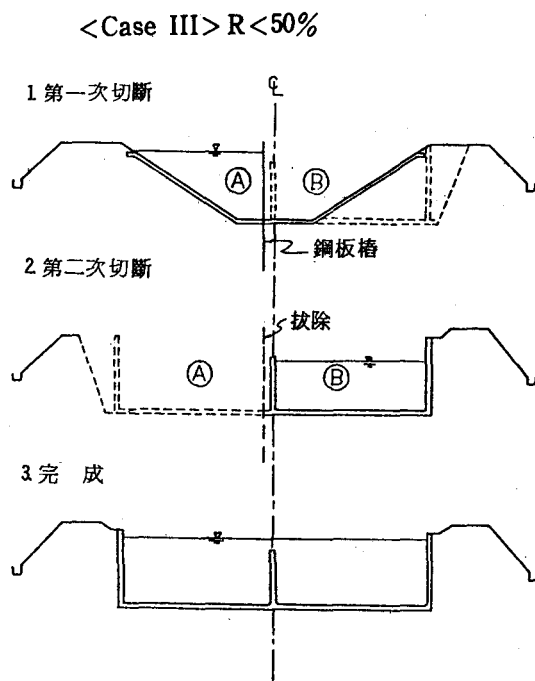


圖 7. $R > 50\%$ 之施工示意圖

當施工期間其通水量 Q' 僅維持在 Q 之 50% 以下時，其施工示意圖如圖 7 所示，其施工步驟如下：

1. 打鋼板樁。
2. 封閉 B 斷面，A 斷面通水。
3. B 斷面施工，挖掘土方，渠底鋪設級配、配模、鋼筋組立、混凝土澆置，並與 B 斷面銜接。
4. A、B 斷而同時通水，形成倒 E 形之矩形斷面渠道。

(二) 方法比較

上述三種不同之不斷水施工法，其取決因素端視施工期間通水量大小而定，其中以 Case I 之施工法較為複雜，須經過三次之水流改道，且須加鋪防水布，而 Case III 之施工法較為簡單，經費上亦較省，故若能選擇非農時期，渠道通水量少於原來之一半時，則採用 Case III 之施工方法。

此外，上述之施工中，當 A、B 兩斷面銜接時，以預留鋼筋之簡力樁及止水帶加以銜接，以防止不同時段澆置之混凝土，其潛變不同所造成之漏水現象。簡力樁及止水帶之佈置如圖 8 及圖 9 所示。

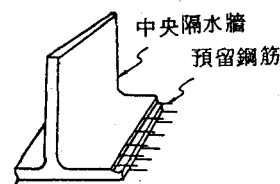


圖 8. 剪力樁圖

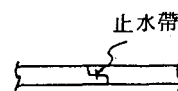


圖 9. 止水帶佈置圖

四、管路法

農業用水之輸水與配水採用管路化，是近年來世界各國農業政策之趨勢，從農業背景與農業政策上着眼，本省人口密度集中，水資源與土資源在天然條件受限下，難以取得更多的水、土資源，因此灌溉管路化是節省水、土資源最有效的對策之一。

近年來農業用水逐年減少，灌溉用水受污染的情形亦日趨嚴重，如何節約灌溉用水，減少輸水損失，有效防阻灌溉用水受污染，乃是當今灌溉用水之一大課題。

灌溉管路化後，對於上述之問題即可獲得改善，此在農業觀點上，具有下列意義：

1. 水路用地不易取得處，灌溉管路化後即可迎刃而解。
2. 灌溉管路埋設於地下，有助於大型機械之操作。
3. 灌溉管路化可以有效防止灌溉水受污染。
4. 農業勞動力質與量的減低。

隨着時代的進步，農業環境的改變，農業經營結構亦異於往者，農田水利灌溉設施仍維持原狀，浪費人力維護管理，實不經濟，如何簡化農業灌溉用水之營運管理，與現代化農業相配合，進而合理的調配農業灌溉用水，此為灌溉管路化之最大目的。

(一) 施工步驟

本文所謂的管路法，是於現有明渠水路中打設鋼板樁，承襲不斷水法方案，將渠道斷面分為兩個通水斷面，在不斷水、不擴佔水路用地的條件下，將水集中於半斷面通水，另半斷面斷水埋設管路，待完工後拔除鋼板樁，填砂、填土，則原灌溉渠道填平後，成為另一新生土資源，可資利用。其施工示意圖如圖 10 所示，施工步驟為：

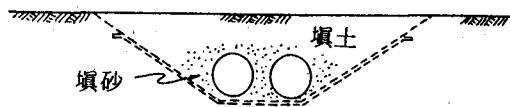
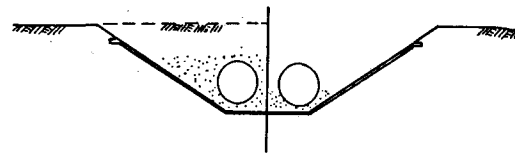
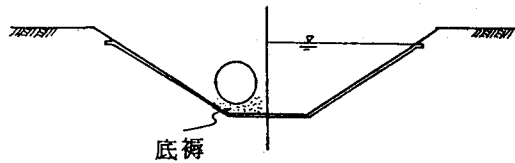
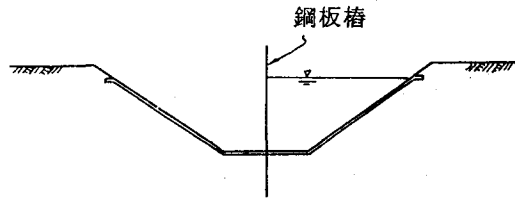


圖10. 管路法施工示意圖

1. 打設鋼板樁。
2. 封閉半邊渠道，半邊通水。
3. 安置管路一（底褥處理）。
4. 填砂、填土、管路一通水。
5. 安置管路二（底褥處理）。
6. 拔除鋼拔樁。
7. 填砂、填土、夯實（兩管通水）。

四、嘉南大圳改善方案

本研究以嘉南大圳北幹線0+000~0+771.8段為設計例，其原渠道橫斷面如圖11所示。

該段渠道原設計輸水能力為78.86cms，然該流量設計係在理想狀況 $n=0.014$ ，又無量水設備水頭影響下之最大流量。嘉南大圳鋪設內面工通水

至今已20餘年歷史，但截至目前北幹線之最大流量記錄為41.758cms，與原渠道設計流量頗有出入。

單位：m $Q=78.86\text{cms}$
 比例：1/200 $S=1/10000$
 $n=0.014$

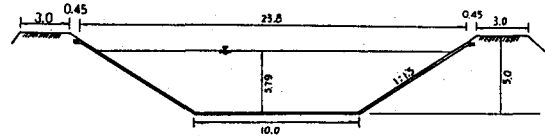


圖11. 嘉南大圳幹線斷面圖

今以嘉南大圳北幹為本研究之渠道改善對象，其改善方案如下：

(一) 隔水布法

1. 渠道斷面設計

如圖12所示

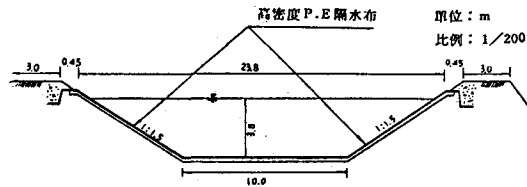


圖12. 嘉南大圳改善隔水布法示意圖

(二) 板樁法

渠道斷面設計

如圖13所示

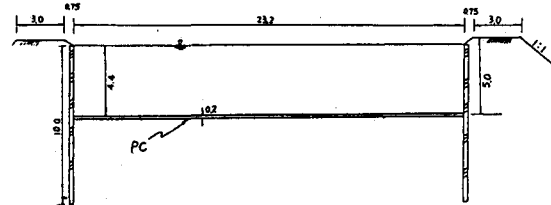


圖13. 嘉南大圳改善板樁法示意圖

(三) 不斷水法

1. 渠道斷面設計如圖14所示

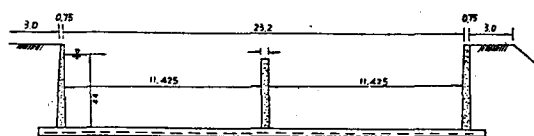


圖14. 嘉南大圳改善不斷水法示意圖

四管路法

1. 渠道断面設計如圖15所示

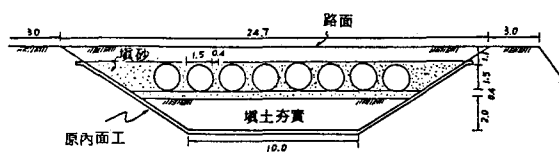


圖15. 嘉南大圳改善管路法示意圖

2. 渠道容量比較

上述嘉南大圳改善方案係在原有的水路斷面下改善，是故改善方案按原有水路斷面設計，以不擴佔水路用地為原則，以達擴充渠道容量為目的。

今將上述各改善方案之水理設計要素，在相同水深（ $D=3.8m$ ）條件下，加以比較，列如表 1 所示。

今以渠道水深 D 為縱軸，斷面積 A ，流速 V 及流量 Q 為橫軸，比較各改善方案之 $D-A$ ， $D-V$ ， $D-Q$ 曲線，如圖16，圖17，圖18所示。由圖中之渠道水深 D 即可推求該水深之斷面積 A 、流速 V 及流量 Q ，可供渠道断面設計之參考。

由表 1 知，改善後之渠道容量以板樁法最大（1.6倍），不斷水法次之（1.2倍），隔水布法最小（1.1倍），另管路法之流量可由管徑大小及管數多寡來控制，是故上述渠道改善方案，皆已達到擴充渠道容量之目的。

3. 優劣點比較

嘉南大圳渠道改善，本文所擬改善方案之優劣點，列如表 2，表 3

表 1. 渠道改善方案水理設計比較表

水理要素 方案別	断面圖	斷面積 A (m^2)	粗糙率 n	底寬 B (m)	水深 D (m)	潤濕週 P (m)	水力半徑 R (m)	流速 V (m/s)	流量 Q (cms)
內面工		59.66	0.014	10.0	3.8	23.7	2.517	1.322	78.86
隔水布法		59.66	0.013	10.0	3.8	23.7	2.517	1.423	84.92
板樁法		88.16	0.014	23.2	3.8	30.8	2.862	1.439	126.86
不斷水法		86.83	0.014	23.2	3.8	38.1	2.279	1.085	94.21
管路法		14.16	0.014	—	—	37.68	—	5.67	80.00

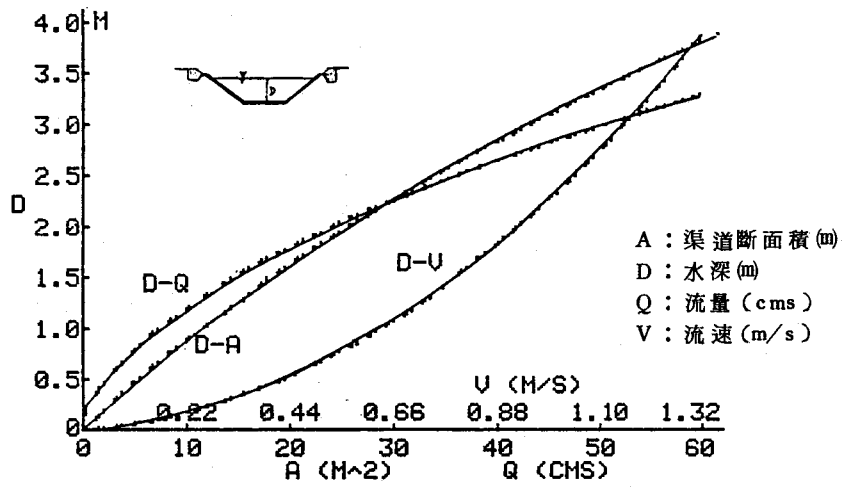


圖16. 嘉南大圳改善隔水布法 D-A, D-V, D-Q圖

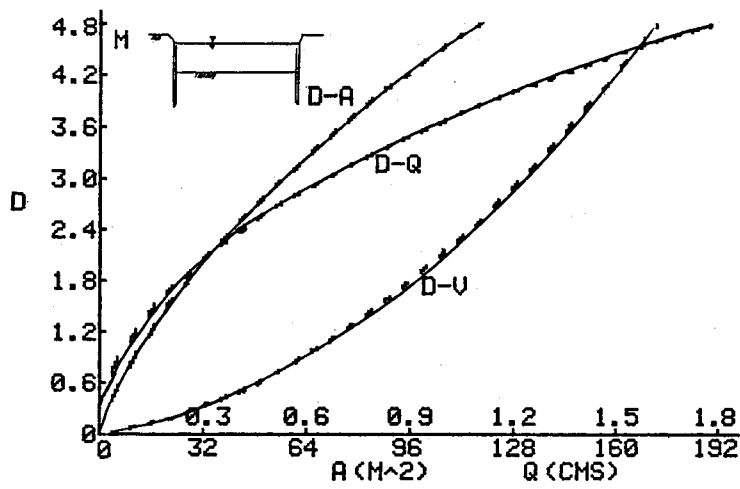


圖17. 嘉南大圳改善板樁法 D-A, D-V, D-Q圖

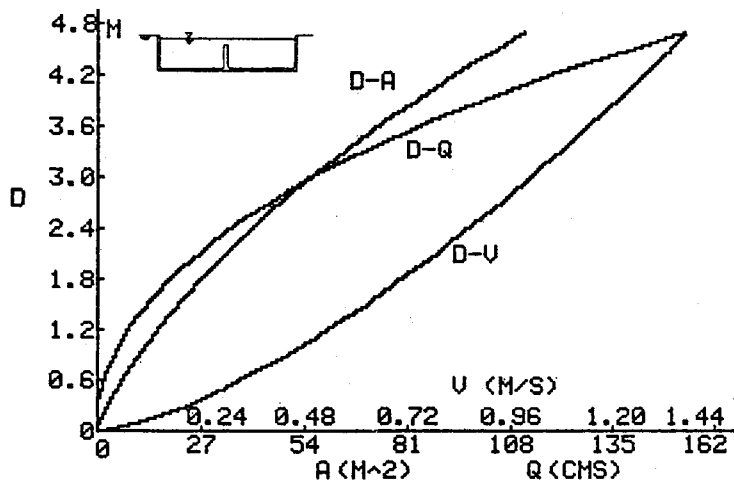


圖18. 嘉南大圳改善不斷水法 D-A, D-V, D-Q圖

表 2 擴充渠道容量方案比較一覽表

方案別 項目	內面工(現在)	隔水布法	板樁法	不斷水法	管路法
斷面					
材料	無筋混凝土	高密度 P.E 隔水布	混凝土板樁	鋼筋混凝土	延展性筋鐵管
施工	優點·施工簡便 ·側坡容易控制 劣點·接縫不易處理 ·施工費時	優點·施工簡便 ·施工快速、施工 期短 劣點·必須在完全乾燥 條件下施工 ·施工前渠道雜物 必須清除乾淨	優點·施工快速 ·成品施工，型 式多可供選擇 劣點·卵石、礫石地 層不適施工 ·接縫不易處理	優點·不斷水施工 劣點·施工費時 ·施工機具多	優點·施工簡便 ·施工快速，施 工期短 劣點·管材重量大， 搬運不易
維護管理	優點·減少滲漏 ·防止沖刷 劣點·易龜裂、剝落 ·維護費高	優點·渠內表面平整， 美觀，完全防止 漏水 ·損害補救措施容 易 劣點·不耐火 ·易遭人破壞	優點·輸水能力高 ·整齊美觀，維 護管理容易 劣點·損壞補救困難 ·淤砂不易處理	優點·渠體堅固 ·不斷水維護修 補 ·枯水期抬高水 頭	優點·防止水污染 ·節省勞力 ·用水量節約 劣點·維護困難
水理特性	優點·適合各種渠道 劣點·糙率大，流速 低	優點·表面光滑，增加 流速，減少淤積 劣點·斷面不變，容量 增加有限	優點·有效擴充渠道 容量	優點·兩個通水斷面 ，有效調配用 水 劣點·中央隔水牆影 響流速	優點·有效利用自然 落差— 節省水路用地 劣點·附屬設施多

表 3 擴充渠道容量方案比較一覽表

方案別 項目	內面工(現在)	隔水布法	板樁法	不斷水法	管路法
斷面圖					
接縫處理	柏油、砂漿	同材質熱熔膠接	橡膠(塑膠)止水帶	金屬(銅、鉛)	
理化特性	耐久性、抗酸鹼	抗老化、抗酸鹼	強度高、抗酸鹼	耐久性、抗酸鹼	耐久性、抗腐蝕
強度	80 Kg/cm ² 以上	120 Kg/cm ² 以上	600 Kg/cm ² 以上	210 Kg/cm ² 以上	3,800 Kg/cm ² 以上
使用年限	20 年	50 年	30 年	30 年	50 年
造價	13,245 元/m 222 元/m ²	41,762 元/m 700 元/m ²	33,542 元/m 329 元/m ²	48,438 元/m 481 元/m ²	65,700 元/m ^{**}
年建造本	19 元/m ²	44 元/m ²	24 元/m ²	35 元/m ²	3,566 元/m ^{**}

* 以民國 74 年物價為根據
(土木水利季刊, Vol. 12,
No. 4 75 年 2 月, P. 94~95)

** 不含附屬設施

五、結論與建議

(1)本研究對本省傳統式之梯形渠道断面，就目前存在之缺點，提出謀求改善之道，並以擴充渠道容量為目的，在不擴佔水路用地、不斷水施工或施工斷水期短及維持原有水頭的條件下，研擬一套適合本省灌溉渠道改善之可行性方案，研究結果之改善方案為：①隔水布法②板樁法③不斷水法④管路法。

(2)隔水布法改善方案，其最大特色為：①成品施工，簡便快速②施工斷水期短暫③改善後渠道完全防漏。此方案在本省已被採用（石門、嘉南水利會），國際灌排協會亦正研究推廣中，對於損失大且輸水容量足夠之渠道，為最容易有效之改善方案，將來之推展亦頗具發展潛力。

(3)板樁法改善方案，其最大特色為：①成品施工，簡便快速②有效擴充渠道容量。惟因需將板樁貫入地層，限於板樁貫入地層之難易度，施工地段之土質條件，應做詳細之調查及探測，另應注意板樁與板樁間之止水處理。

(4)不斷水法改善方案，其最大特色為：①不斷水施工（施工期間不影響下游供水）②改善後倒E型渠道断面，俾利不斷水維護修補。對於新水源不易獲得，土地價格昂貴，而沿用既成之灌溉渠道輸送公共給水或工業用水，致使灌溉渠道終年通水，維護管理困難之渠道，不斷水法為最佳之改善方案，尤以本省浮圳側坡易坍塌之渠道，採用此方案改善，尤屬為佳。

(5)管路法改善方案，其最大特色為：①節省灌溉水資源②減少灌溉輸水路用地及增加土地利用面積③減少灌溉管理人力。管路輸水便於管理，減少維護費，避免水源污染等諸多優點可彌補明渠諸多缺失；就水資源及土地資源之利用而言，灌溉管路化為必然之趨向，依目前本省工商業之發展速度，水資源必更趨寶貴，人工更缺乏，為因應未來趨勢

，尤其是新設水路，在經濟條件許可下，管路法為一前瞻性之渠道改善方案。

(6)本研究以本省嘉南大圳幹線為例，沿用本文所擬之渠道改善方案，各方案之施工條件、使用材料、水理特性、造價成本、使用年限及維護管理等，皆具詳細之比較說明，改善結果並與原內面工梯形渠道比較，可供本省灌溉渠道改善之比較與選擇。

(7)以往農田水利規劃政策注重水與土地分開，今後應注重水與土地兩方面之整合規劃運用，灌溉渠道扮演兩者之溝通管道，是故渠道改善應配合其發展趨勢，以利水田高度利用及多目標經營。

(8)依目前國內工程技術，本研究擬渠道改善方案，就技術及施工而言，為可行性之改善方案，就財政而言，則可配合政府農地重劃政策，由政府專案補助其工程費。

六、參考文獻

1. 甘俊二、湯松義：烏山頭水系灌溉配水計畫與農業用水量推估之有關研究，pp. 1-24. 62年12月。
2. 農工學會：中日「水與農業」研討會論文集，pp.180-193. 73年3月。
3. 農工中心：新近灌溉設施研討會資料專輯，pp. 161-272. 73年3月。
4. 陳獻：渠道防漏及施工方法之研究，73年12月，農工中心。
5. 汪樊之：土木工程施工學（上册），74年6月，（下册）75年3月，大中國圖書公司。
6. 水利局：灌溉排水工程設計（上册），pp. 174-340.（下册）pp. 472-525. 67年12月。
7. 謝堡丁：臺灣灌溉的組織經營與技術，pp. 1-27 61年2月。
8. 日本農業土木學會誌，vol.48 No. 3. pp. 1-32. 1980年3月。
9. 久保田鐵工株式會社：ダクタイル管，1971年11月。
10. 農業土木學會：パイプラインの設計資料，1978年6月。