

配合山地開發需要的

林芳明

管路灌溉系統設計

我國目前之農田灌溉都屬於明渠系統之設計，但明渠系統頗受地形限制，故僅限於在平原地區發展。去年九月蔣院長在施政報告中，曾指示十二項建設，欲在本省中央山脈開發三條橫貫公路，藉資開採各項資源及籌建各種設施。而此等建設均需水資源配合，而明渠設計系統在山地使用十分困難，系統內之構造物將大為增加，工程費亦將隨之而增加。因此，在明渠系統不能適用的情形下，採用管路系統最為恰當不過。

但除此以外，管路系統並非必需在不能設計明渠系統時方行採用，管路系統的優點很多，如管理容易、消除水路滲漏損失、減少水路蒸發損失、不佔耕地面積、不妨礙機械作業之耕作、減少田間雜草、減輕維護費及維護工作、易於自動化而可節省灌溉人工、配水容易增加灌溉效率、耐用、無土砂之流入及便於設表計量收費、不受地形限制等，均非明渠系統所能及。為配合今後山地開發之灌溉需要，茲舉其設計要點供農民們參考。

設備及裝置

管路灌溉系統其水管埋於地下，輸水至農田，水管為滿流狀態，承受內壓力。明渠水力計算及設計條件，甚多在管路設計中不須考慮。通常管路多沿路邊裝設，埋入水管只須在水力坡線之下，均可以上下坡，不必如渠道系統要沿地形之高線。管路系統須有足夠之水頭，包括田區分支線之摩擦損失作為水管之壓力水頭。水管系統之設計大致上有開（有壓力）及閉（全壓力）兩種系統，各有其設計標準。管路系統用於抽水灌溉與噴灑灌溉之農場更為普遍。

開式有限壓力管路系統用低壓水管輸水，並有用整流牆或閘門控制之豎管，沿管道不同間距設立，如用管距豎管可在部分流量時發生湧浪。整流牆之作用如制水閘，其頂高應使豎管間有足夠之水頭將全部流量送入田間，豎管高度應根據滿流時整

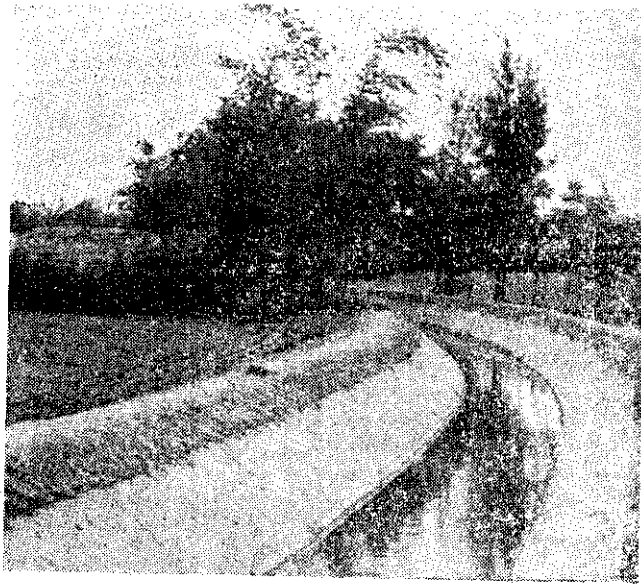
流牆在溢流堰狀態下加上最少出水高而定。水堰可為潛堰或自由溢流之狀態，但如屬自由溢流狀態，可能有空氣混入，則水管須有排氣孔。水管承受之壓力為水力坡線（最大輸水量時）至水管中心線之水頭，水管之大小須能供應每一田區之最大需要量，送水門之有限壓力可用低壓水管，為使豎管易於管理，整流牆之高度應有限制。

開式管路系統之操作控制，須從每一分支線及田間送水開始，必須注意流量改變時不使豎管漫溢。量水錶與制水閘須設於每一分支線及田間送水管，使能作必要之調節。在天寒結冰地區，水管須在不使用之季節放空。每一管線末端或近末端通常設退水道。閉式或全壓力式系統，須用中壓至高壓水管，視地形與田間送水之需要而定，通常閉式系統之水頭為配水系統進口水面之水位或抽水機之水頭。水管之設計，須承受進口之靜水頭加上可能由於水閘關閉而產生之水錘。若地形坡度甚大，或須在幹線裝設減壓閘或水面控制塔，降低水力線，較為經濟。若用壓力調節設備，下坡系統須有某種保護措施，如裝設安全閘以保護較低部分系統，以防調節閘發生故障。水面控制塔須有溢流設備，放入天然排水路或下游排水管，以防控制塔發生故障，如忽視此點可能危及水管

之安全。管線之大小，以供應田間需水量最大時之全部流量為根據。閉式系統之操作控制，由每一田區送水開始，流量用制水閘控制，當需水量最小時，水流通過調節閘水頭可大為降低，調節閘之後可能發生穴蝕，必須預為防止。田區調節閘之調整必須緩慢，以免引起支線內之壓力湧浪。通常閉式系統較開式系統易於操作及節省人工。水管系統分支線，若需供給噴灑灌溉之壓力，可考慮裝設減壓閘。

水管系統設計

配水管系統設計所需之田間資料，大致上與明渠支線相同，設計上應考慮不同之點如下：(1)水管系統之輸水損失甚少。(2)在指定地區，水管系統之淨灌溉面積應大於明渠系統，因其不須扣除渠道幹支線之用地。(3)水管之最小理論流量，須根據最大需水期二四小時連續輸水由斗門至田區水門之需水



明渠灌溉

量，但為節省人工，習慣上（若土壤滲透率許可）常以數農場為單位，取輪灌方式輸水。用此種方式送水，其時間須照面積計算，其詳細輪灌計畫更須與灌溉區洽定。(4)水管系統若須增加水量，其工程費之增加較明渠系統為多，因此水管系統用輪灌方式較用隨時灌溉方式為普遍。(5)若田區內由明渠供水，送水口須在田區高點，並須有最小之淨水頭（除去送水損失外）以送水入田間。(6)若田間送水系統亦為水管而有自流出口，則送水之最小淨水頭應高於田區最高地面適當之高度，另加田間管路之摩擦損失。(7)若用噴灑灌溉，淨送水壓力須另加噴灑壓力，此高壓水頭可為系統內之重力水頭，亦可在系統內以抽水機加壓，抽水機直接連於支線並非適宜，因此則全支線系統須為可能產生之水錘水頭設計。

管路系統使用何種水管，須視水頭、覆蓋及其他當地情形而定。無鋼筋混凝土有橡皮墊接頭可用於低水頭，通常鋼筋混凝土壓力水管可用於甚高水頭，並有各種口徑水管之標準設計。特殊設計之鋼筋混凝土管及鋼管，則可用於承受更高之水頭。

但管路灌溉系統之規畫設計，每因土壤、地形、作物及灌溉方法等複雜因素之影響，設計上難有一定之標準，但可略舉其須考慮之事項如下——

設計注意事項

- (1) 給水閘之選擇應考慮容量、型式與間距。
- (2) 給水管路之間距。
- (3) 管徑之決定，依開式系統或閉式系統之實際需要設計。
- (4) 管路系統中構造物：開式系統中如給水閘、壅管、砂井、排氣閘、制水閘、量水計等。及閉式系統中如給水閘、排氣閘、制水閘、量水計等。
- (5) 田間給水管須埋入地下足夠之深度，以免防碍耕作。
- (6) 埋設給水管避免急彎。
- (7) 埋設於交通道路之下，須獲得管理機構之准許。
- (8) 埋設須有適當深度，寒冷地區有凍結可能時須埋下更深。
- (9) 若必須考慮路面荷重而埋設深度不夠時，須加保護設施或採用強度較大之管。
- (10) 管水路之埋設標高，須在水力比降線以下。
- (11) 給水管種類依所受最大水頭而選用。
- (12) 給水管凸部須設排氣閘，同

時須併設止水閘。(13) 管內流速以每秒三公尺為最大，以平均每秒一·一·五公尺為宜。(14) 管路凹部擇適當排水路設排污管，管徑約為給水管 $\frac{1}{2}$ ，每隔一〇〇—三〇〇公尺，可設置伸縮縫，一般埋設管直徑在一二五公厘以下者，可以不考慮伸縮縫。(15) 給水管至田區之給水閘，在閉式管路採用角閘 (angle valve)。(16) 閉式管路系統則最好採用有活瓣之給水閘。(17) 閉式管路的給水路末端必須連接排水路，使能全量放水。(18) 閉式系統之壅管設計應為一種能調節水量之溢流式壅管，併設排砂門及在分線設排砂閘，使能調節分水量。(19) 閉式系統之分水壅管，在原則上應設放水設施，並與適當之排水路相連。

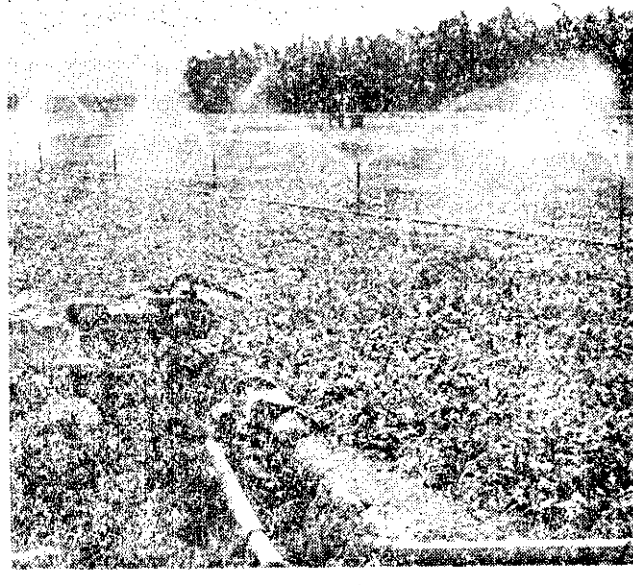
管路灌溉電腦化

灌溉管路化乃應用管道或現行之塑膠管作材料，使原來佔地相當大之渠路系統改為管路系統。因為電子計算機，過去只供學術研究之用，而目前則

不但用以計算有效雨量，釐定配水計畫，設計灌溉管路系統，計算應收水費，進而用電子計算機控制整個系統之營運管理，且目前已使用電子計算機遙控整個管路系統，並能加以自動化。

再就工業材料而言，各種塑膠之發明，已使管路灌溉器材整個革新，塑膠製品有價廉質軟、不銹、不蝕等優點，因此在灌溉管路而言，除特大管徑之外，可謂已完全為塑膠管所獨占。在市場上種類逾百之塑膠中，以PE及PVC在灌溉器材中使用最廣，將來玻璃纖維強化塑膠FRP在此方面相信亦大有發展。而實際上，灌溉系統管路化、自動化、實為農業機械化運動中不可缺少之一環。特別在目前開發水資源單位成本日益增加之際，提高灌溉效率以節省灌溉水量更有其必要。

目前本省雖尚未全面推行管路灌溉系統，但甚多使用明渠系統在營運上難以克服之困難，可以由管路系統獲得解決或改進。將來台灣省灌溉事業之發展，管路灌溉系統必將有其重要性。



管路噴灑灌溉