

中國農業工程學會通訊

第三期

發行人 江 鴻 編輯者 張 建 勛
會 址 臺北市國立臺灣大學農業工程學系內 出版日期 中華民國四十四年九月一日

論文摘要

安定渠道之討論

張 建 勛

應用推移力之觀念以設計渠道，理論上雖有如上述之優點，但實驗室之資料究難與天然土渠道了情形相符。實驗室之研究可取其種粒徑之裸粒而觀測其推移狀態，而天然渠道則非為均一之裸粒做成。且實驗資料多為屬於較小之裸粒，而在天然渠道中則包括各種大小裸粒之混合。由於較小之裸粒為大裸粒所阻，在天然渠道中各種粒徑之推移極限往往難於鑑定。故以實驗室求得之數值用於渠道設計，往往與實際情形未盡相符。因此美國墾務局乃在聖路易河谷 (San Luis Valley) 地區之渠道作詳細之觀測實驗，用為研究天然渠道之推移極限，以作渠道設計之參考。

實驗渠道為在李奧格蘭 (Rio Grande) 河流出克羅拉多 (Colorado) 山區進入其沖積地帶之渠道。故渠道之構成物質乃由粗及細而包括各種大小不同之裸粒。此一地區之渠道皆已在安定狀態，構成物質為無黏結性之砂礫，渠道直而斷面齊整，用為觀測各種大小裸粒之推移極限甚為理想。

據上述之理論，水流之推移力當可將各種大小粒徑之裸粒分別沖積於渠道中之各段，而可由機械分析加以證實。但事實上並無此種現象發生，天然渠道雖在安定狀態中仍為各種大小裸粒之混合。故研究渠道裸粒之推移，其構成物質之粗細度必須另訂比較之標準。聖路易河谷之觀測，乃取渠道之構成物質有 25% 大於某一粒徑為表示粗細度。觀測之渠道共有 15 處。其流量自 17 C.F.S. 至 1,500 C.F.S.，坡度自每哩 4.2 呎至每哩 52 呎。觀測之結果繪出如圖 (3)，下段之設計舉例即應用圖上之曲線。

渠道側坡裸粒之推移力因同時受裸粒重力之影響，故與渠底之推移極限不同。計算側坡裸粒之推移力可用下式：

C. S. A. E. NEWS

Published by

CHINESE SOCIETY OF AGRICULTURAL ENGINEERS

No. 3

September 1955

$$K = \cos\phi \sqrt{1 - \frac{\tan^2\phi}{\tan^2\theta}}$$

式中之 K 為裸粒在側坡之推移力與在水平之推移力之比。

θ = 渠道物質之休止角

ϕ = 渠道之側坡

為計算之便利，上式之 K 值可繪出如圖 (4) 例如渠道物質之休止角為 30° ，側坡為 2:1，則側坡裸粒之推移力等於同粒徑裸粒水平推移力之 0.44。至於各種裸粒之休止角亦視其裸粒之大小與形狀而異，較細之裸粒在淹浸狀態下之休止角與在乾燥狀態時稍有不同，但較粗之裸粒則影響較少。渠道設計可用圖 (6) 上之數值。

墾務局之研究指出無黏結性物質築成之渠道，其糙率亦受裸粒大小之影響。欲求流量計算之準確，其渠道糙率之估計亦應重視。在無黏結性裸粒之渠道，其裸粒較大則其糙率亦大。墾務局觀測渠道糙率之結果與下式甚為接近。

$$2.3n = \left[\frac{k_{35}}{R} \right]^{1/6}$$

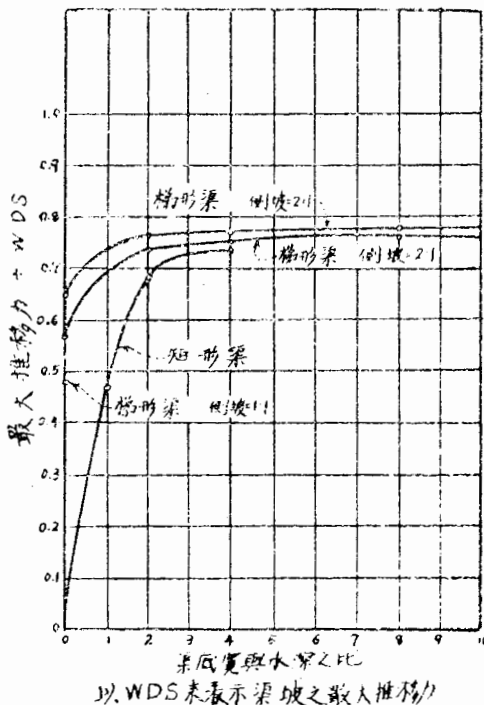
式中之 k 為渠道無黏結性物質裸粒其中 35% 為較大之粒徑

R = 水力半徑

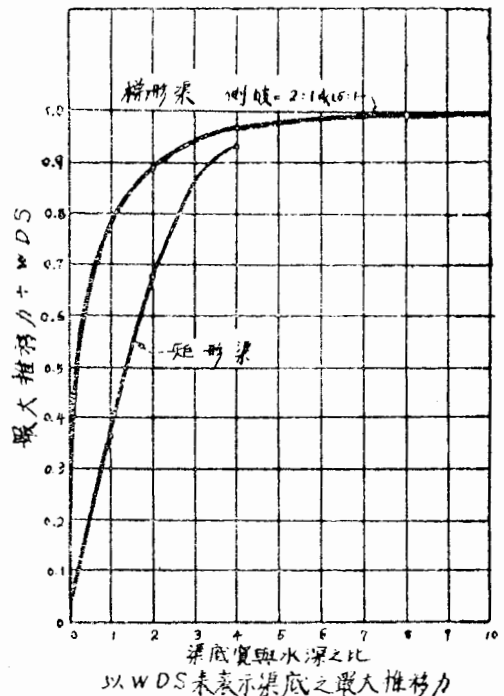
n = 曼寧流量公式之糙率

應用上述之方法，設計無黏結性物質構築之渠道，可舉例說明如下：

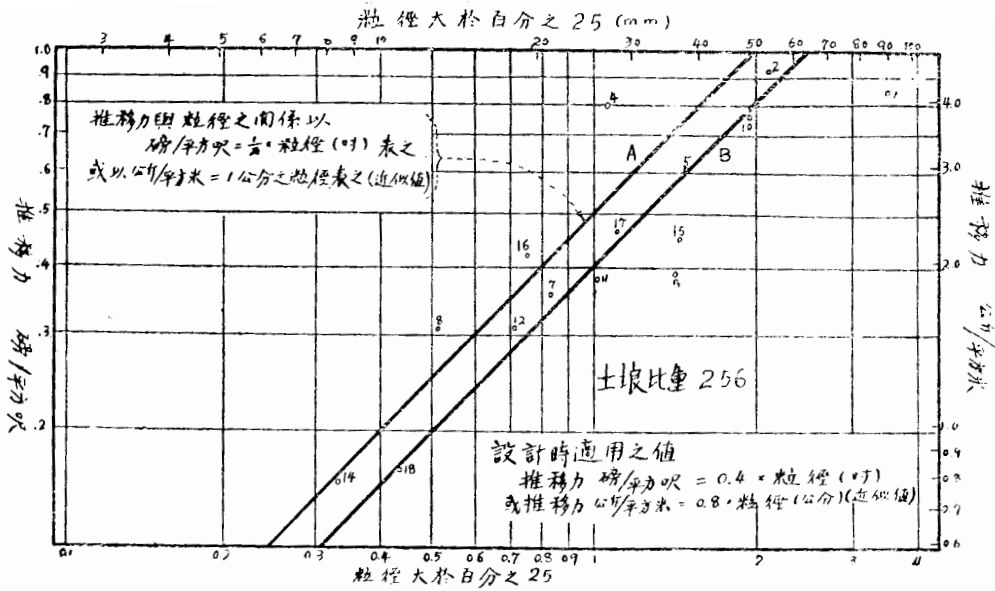
設一渠道所經之土質為無黏結性之砂礫土，25% 為大於 1 吋之粒徑。渠底寬 10 呎，深 5 呎，側坡 2:1。在圖 (2) 可以求得最大之渠底推移力為 0.8) WDS。又從圖 (3) 研究之結果，可查得推移力為每平方呎 0.40 磅，因此 $0.40 = 0.89WDS$ ， $W = 62.5$ ， $D = 5$ ，故渠道之最大許可坡度應為 $S = 0.40 \div 0.89 \times 62.5 \times 5 = 0.00144$ 。換言之亦即小於此坡度，可不致發生冲刷。又渠



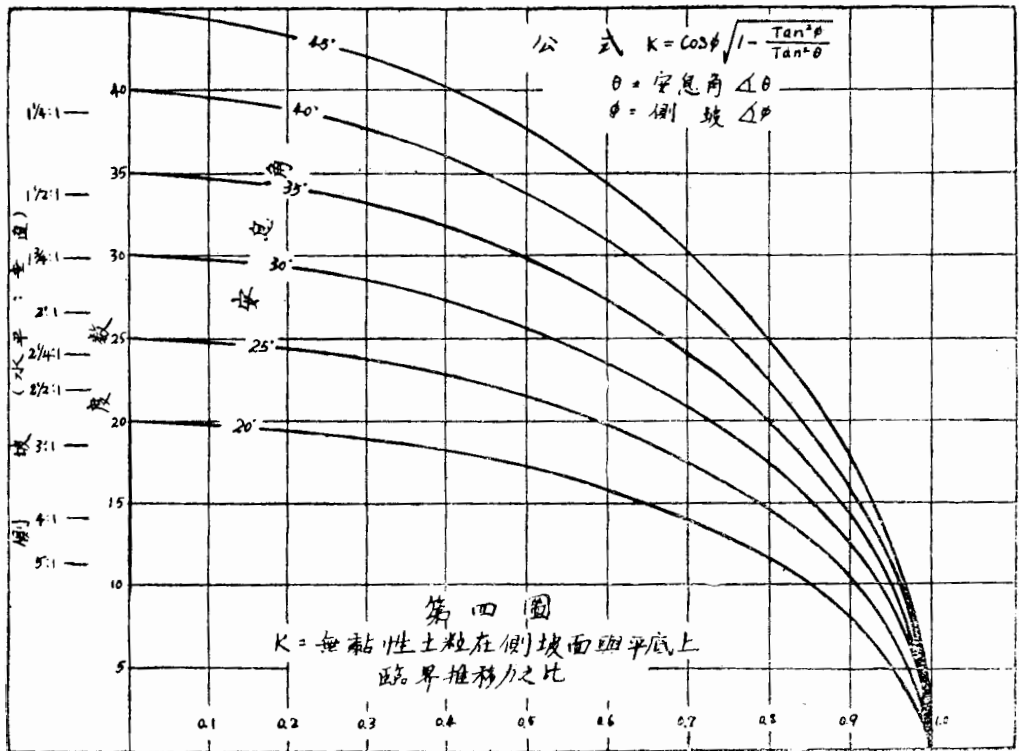
第一圖

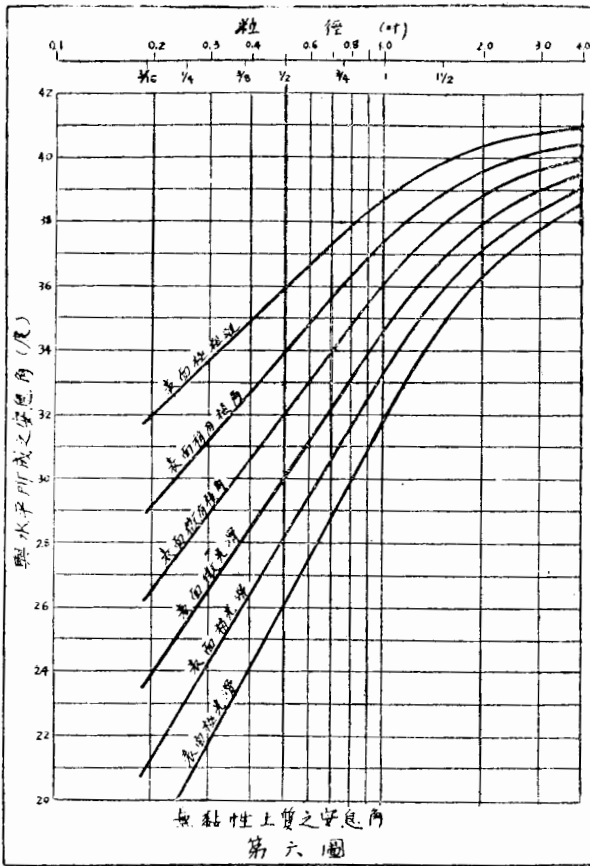


第二圖



SAN LUIS 流域渠道土壤研究結果
第三圖





道側坡之裸粒兼受其本身重力之影響，其情形與渠底之裸粒不同。在圖(6)查得1吋粒徑稍俱稜角之裸粒，其休止角為 36° ，再由圖(4)查得其推移力約為水平推移力之0.64，故側坡裸粒之推移力應為 $0.64 \times 0.40 = 0.26 \text{ lb/sq. ft.}$ 但圖(1)所查得之最大側坡推移力為 0.76 WDS ，故 $S = 0.26 \div 0.76 \text{ WDS} = 0.00108$ 。此數較渠底之許可坡度 0.00144 為小，亦即謂渠道側坡之裸粒先起移動，故設計渠道之最大坡度不能超過 $S = 0.00108$ 。

上舉之例專為用於較粗裸粒無黏結性土質如砂礫土所構築之渠道設計。所用之圖表均為墾務局根據觀測研究之結果繪成。至於無黏結性之細砂土及有黏結性之土壤，則未有足夠之實驗資料以估算其極限推移力。墾務局對此項問題尚在不斷研究中。目前則仍根據斯高比氏(Scobey)與愛矢華利氏(Etcheverry)之極限流速以推算其極限推移力。——待續

新想法—新設計—實例一

渠道排砂渦漩管之設計實例

臺灣的灌溉渠道設計，漏水與淤砂常為較難解決之兩大問題，其中對淤砂問題之處理以往有沈砂池之辦法；如臺東之卑南大圳，即在原設計中建沈砂池，又如臺北之後村圳，在使用數十年後補建沈砂池，以期排出大部之泥砂。最近斗六六圳新建之清水溪底引水暗渠與麻園支線曾設計新式之排砂渦漩管(Vortex tube sand trap)，均已完成，正試驗其排砂效果中。

排砂渦漩管為安置在渠底與流向成 45° 斜交在管頂開口的管槽，如設計圖。當渠水攜帶較重之砂石滾過管槽上口時，較重之砂石即陷入管槽中，同時急速的水流在管槽中引起渦漩，漩攪砂石推向管槽下端而沖出渠道之外。此法專用於排除在渠底滾動較重之砂石(bed load)。試驗證明，如設計得當，此種管槽可能排除渠底滾動砂石之90%，其所損失之水量亦可能佔全流量10%~15%。其設計要點，似在使管槽中能發生渦流之足夠的渠水流速，根據實驗結果管上流水，在臨界流速換言之流速太小或接近臨界流速時除砂效果最大。管槽中不發生渦流時，則難於滾動較重之砂石。至於排出口外之砂石沖去問題亦應在設計時加以考慮。

最近美國 Republic Diversion Dam 渠首工程模型試驗研究結果，在渦漩管上另加設計分砂翼(Actuating Vane)，其排砂效果更為顯著。其設計要點為渦漩管及分砂翼與渠首工中心線成 90° 角，分砂翼下面離開管頂15吋，渠首工檻(Sill)上游成一坡度。請參看圖一：