

土壌類型別営農排水施工法の確立

誌名	愛知県農業総合試験場研究報告 = Research bulletin of the Aichi-ken Agricultural Research Center
ISSN	03887995
著者	榊原, 正典 若林, 保 平木, 与一
巻/号	13号
掲載ページ	p. 440-447
発行年月	1981年10月

土壌類型別営農排水施工法の確立（第1報）

ポリエチレン製コルゲート暗渠管 の水利特性

榑原正典*・若林 保*・平木与一*

緒 言

水田利用再編対策を推進するには、転換畑の排水問題の解決が重要である。強粘土質の透水不良田や高地下水位の水田が極めて多い本県（湿田33%、半湿田37%、乾田30%）においては、土壌類型別排水対策の確立をみない限り、これら転換畑における生産安定は困難である。

そこでまず、は場排水のための暗渠施工で使用される暗渠排水吸水管、特に最近商品化されたポリエチレン製コルゲート暗渠管の水利特性について検討した。

コルゲート暗渠管は従来塩ビ製であったが、塩ビ製は低温になるともろくなり（脆化温度は一般にポリエチレンで-60℃、塩ビで-20℃である）、寒冷地では施工中に割れを起こし、梱包時の巻きぐせが残って取り扱いにくかった。

ポリエチレン製コルゲート管は、敷設が容易な長尺もので、軽量で取り扱いやすく、十分な耐圧強度（従来の網状管の約1.8倍：メーカー発表値）を有するので、今後有望な管材料となると思われる。しかし、コルゲート化することによる暗渠管の摩擦損失の増大が予想されるので、従来の市販の暗渠管の水利特性とともに比較検討した。

なお、本試験を遂行するにあたり、タキロン株式会社の諸氏の協力を得た。ここに感謝の意を表する。

材料及び方法

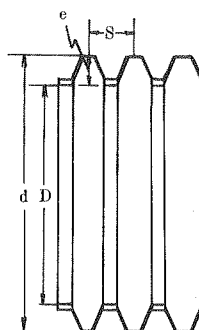
試験に用いた暗渠管は、呼び径50mm、60mm、80mm、100mmの4種類のポリエチレン製コルゲート管と、呼び径50mmの多孔塩ビ管、多孔ポリ管、塩ビ製コルゲート管、定尺網状管、長尺網状管、定尺土木用1/3目つぶし網状管の合計10本であった。各々の暗渠管の全長は、ポリエチレン製コルゲート管は約15mであり、他の6本

は約4mであった。本試験では吸水孔を閉鎖する必要があり、前者の4本は当初より孔のない管を用意し、後者は塩化ビニール製の収縮チューブで暗渠管を外被した。

ポリエチレン製コルゲート管の波形形状は、第1図のように突出部の深さ e と突出部の間隔 s によって特徴づけられた。

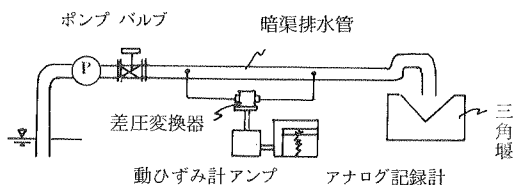
実験は水理実験室内で行い、その実験概要は第2図のようであった。

水はポンプで揚水し、暗渠管内の滴流を保証するため管の末端を少し上向きにした後、三角堰の水槽内に落した。流量はバルブで調整し、三角堰で実測した。



呼び径	外径 d (mm)	内径 D (mm)	突出部 深さ e (mm)	突出部 間隔 s (mm)
CR 50	60.5	51.5	4.0	7.6
CR 60	70.5	61.5	3.9	9.5
CR 80	95.5	82.0	6.0	12.7
CR100	117.0	102.0	6.5	15.2

第1図 ポリエチレン製コルゲート管の形状



第2図 実験概要図

* 基礎研究部

暗渠管の摩擦損失水頭の計測区間は、ポリエチレン製コルゲート管では中央部約8mをとり、他の6本では中央部3mをとった。計測区間前後は助走区間であるが、後者の6本は10D程度しかとれなかったが（D：暗渠管内径）、管内流速が一般に小さいので助走距離の影響は無視した。

摩擦損失水頭は、事前に検定をして置いた差圧変換器とアナログ記録計を使用して測定した。その計測値はポンプの息によって波打つので、その平均値を読み取った。

試験結果及び考察

1 暗渠排水管の水利特性についての研究

暗渠排水管は、計画暗渠排水量（10～50mm/day）を満流に至らせないで流去させ得る能力を持つことを基準としている⁽¹¹⁾。

暗渠排水管の水利特性は、暗渠管の管径、勾配、形状、材質などによって決定されるが、暗渠排水能力の点ばかりでなく、暗渠管内の堆積物による排水阻害の点からも十分に検討されねばならない。暗渠埋設後数年を経て排水効果が少なくなった場合での調査を行うと、しばしば暗渠管内の堆積物が排水阻害を起している場面に出会うからである。

暗渠排水管内の堆積物による排水能力の低下は、次の三つの要因によって引き起こされると思われる。

- (1) 暗渠勾配が小さいため、堆積物を自浄する管内流速が得られない。
- (2) 暗渠施工精度が悪く、逆勾配が生じている。
- (3) 暗渠排水管の耐圧強度が小さく、管がつぶれている。

第1要因について、LUTHIN⁽⁷⁾は、暗渠排水ラインを自浄するために堆積物をラインの外へ運び出すのに十分な流速を与える暗渠排水管の勾配が必要であり、ヨーロッパの文献によれば20～25cm/secの流速が適当であり、アメリカの試験によれば少し高い流速の30～45cm/secが必要であると記述している。また、De JAGERとH AAYEは、暗渠管内流速は自浄作用のため最低35cm/secの流速を必要とすることを報告している⁽¹²⁾。

第2要因について、アメリカ合衆国干拓局の施工仕様においては、勾配の最大許容誤差は暗渠管の内径の10%以内、路線からそれる最大許容誤差は暗渠管の内径の20%以内にならなければならないと明記し、相当に厳格な暗渠施工精度を要求している⁽⁷⁾。

第3要因について、FOUSS⁽²⁾、⁽³⁾は、平行な板の間に暗渠管をはきんで荷重をかけた時、管の単位長さ当たりの荷重量と管径の垂直なたわみ長さとの比を硬直率と呼ぶ新しい強度試験法を提唱した。DRABLOSとSCHW

AB⁽¹⁾は、暗渠管のたわみのほとんどは埋設後最初の2年間に起こり、「点」たわみの平均割合は6.7%であり、「線」たわみの平均割合は16.4%であり、4インチの直径のコルゲート管に対する合理的な最少強度は約3%のたわみ割合の時に硬直率1.4kg/cm²であることを報告している。

我が国においては、上記の三つの要因についての研究は少なく、覆土による土圧と地表を走行した機械の集中荷重による塩ビ吸水管の歪とたわみと沈下を実測した田地野らの研究⁽¹⁴⁾、偏平試験を行ってプラスチック吸水管の力学的特性を調査した根岸らの研究⁽⁸⁾が見られるのみである。

暗渠排水の研究は、暗渠排水による土壌水の移動などの土壌物理学的な面もさることながら、暗渠施工後の維持管理の面から再検討する必要があり、本試験もそのような観点から第1要因にかかわる暗渠勾配と管内流速に関する暗渠管の水利特性を調査した。

我が国における暗渠管の水利特性の研究は、塩ビ吸水管において0.008の粗度係数を示した田地野らの研究⁽¹⁴⁾、網状暗渠管において0.0117～0.0135の粗度係数及び管壁にパテ状物質を塗布して土壌物質の管内堆積を横して行われた根岸らの研究⁽⁹⁾がある。これらの研究は、暗渠管内流速Vは Manning式により算出し、粗度係数nによって暗渠管の水利特性を表示した。

$$V = \frac{1}{n} R^{\frac{2}{3}} I^{\frac{1}{2}} \quad (1)$$

ここに、R：径深（満流時D/4）、I：動水勾配、D：暗渠管内径であり、n値はm^{-1/3}・secという単位を持つ。

アメリカの研究においては、TSANGとIRWIN⁽¹⁵⁾が、農業用の暗渠管における水の流れは一般的に滑らかな乱流領域にあり、Manningのn値は粘性や管径の影響を無視するため水利計算に経験的なManning式を使用することは妥当でないと指摘しており、ほとんどの研究報告はダルシー・ワイズバッハのf値を計算し、便宜や比較のためn値を並記している。

$$h = f \frac{L}{D} \frac{V^2}{2g} \quad (2)$$

ここに、h：管の長さLにおける損失水頭、f：摩擦損失係数、g：重力加速度である。

I = h/L であるから、満流時のn値とf値の関係は(2)式を(1)式に代入して得られた次式で示される。

$$n = 0.0896 D^{\frac{1}{6}} f^{\frac{1}{2}} \quad (3)$$

HERMSMEIER と WILLADSON⁽⁴⁾ は、内径 1.37 ~ 4 インチの 7 種類のプラスチック製コルゲート暗渠管の f 値と n 値を測定し、設計に使用する推奨 n 値は 2 インチ以下では 0.018、2 ~ 3 インチでは 0.017、3 インチ以上では 0.016 を得た。

TSANG と IRWIN⁽¹⁵⁾ は、コルゲート管に対しエネルギーを消滅する渦はコルゲート壁面内で発生し、摩擦要因に影響を与えていることを示唆した。

IRWIN と TSANG⁽⁵⁾ は、コルゲートの大きさを示す要素として突出部の深さ e と暗渠管内径 D との比をとり、レイノルズ数 Re とともに次のように分類した。

$$f \left\{ \begin{array}{ll} \text{func. } (Re) & \text{層流に対して} \\ \text{func. } (Re, e/D) & \text{滑らかな乱流に対して} \\ \text{func. } (e/D) & \text{粗な乱流に対して} \end{array} \right\} \quad (4)$$

また、 ϕ 100 mm のプラスチック製コルゲート管の f 値と n 値を測定し、 0.0160 ± 0.0015 の n 値を得たが、この約 10% の変化はちょっとしたコルゲートの断面の e の違いに基づくものであると述べている。

SHIPTON と HARALD⁽¹³⁾ は、 ϕ 100 mm のプラスチック製コルゲート暗渠管の f 値が Re 数によって四つの領域（領域 1：層流を残留する振動領域、領域 2： $h \propto V^{1.75}$ の遷移領域を示す下降曲線部分、領域 3：完全な乱流領域、領域 4： $h \propto V^{2.13}$ のよりはるかな遷移領域）に分かれて変化していることを報告している。

IRWIN と MOTYCKA⁽⁶⁾ は、次元解析から f 値は一定ではなく、幾つかの無次元量に依存することを述べ、 n 値を e/D で一次回帰した実験式を示した。しかし、彼らの実験式は回帰計算ミスをしたようで、われわれが訂正した式は次のとおりであった。

$$n = 0.268 \{ (e/D) - 0.0157 \} \quad (5)$$

一方、YEAPLE らは、 $D = 3/4, 1, 1\frac{1}{4}, 1\frac{1}{2}, 4$ インチの径の金属コルゲート管に対して、 $Re = 2.04 \times 10^4 \sim 1.32 \times 10^5$

の範囲で水を用いた実験の結果、コルゲートの溝部は死水域を形成するとして次の実験式を得た⁽¹⁰⁾。

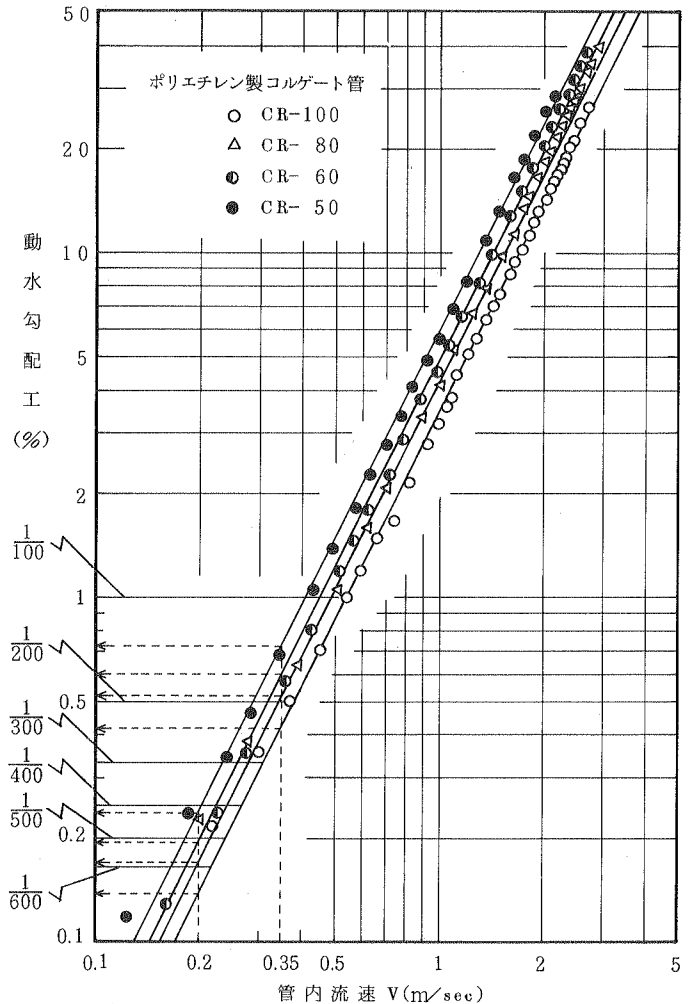
$$f = \frac{D}{S} \left\{ 1 - \left(\frac{D}{D + 0.438 S} \right)^2 \right\}^2 \quad (6)$$

以上のようにアメリカでの暗渠管の研究は、ほとんどプラスチック製コルゲート管を対象としている。

なお、コルゲート管に使用される通常のプラスチックは、アメリカにおいては高密度ポリエチレンであり、ヨーロッパにおいては塩化ビニールである⁽⁸⁾。その理由は、アメリカでは高密度ポリエチレンが塩化ビニールよりも安価であるためで、ヨーロッパでは逆である。

2 ポリエチレン製コルゲート管の水理特性

第 3 図は、ポリエチレン製コルゲート管における管内



第 3 図 ポリエチレン製コルゲート暗渠管の管内流速と動水勾配の関係

流速に対する動水勾配（%表示）をプロットしたものであり、図中の実線はデータに適合する $h \propto V^2$ の直線を記入したもので、両者の関係はダルシー・ワイズバッハの式に適合することを示す。

図中の破線は、管内の堆積物を自浄するのに最少限必要とされる管内流速の 0.2 ~ 0.35 m/sec の範囲を示したもので、吸水渠の勾配は 1/100 ~ 1/600 とすることを標準とする設計基準⁽¹¹⁾と合致する。しかし、管内流速が 0.3 m/sec 以下になるとデータは直線上から遊離し、逆に勾配があっても管内流速が小さくなるので、第2要因にかかわる施工精度も鑑みて暗渠勾配はできる限り大きくする必要がある。

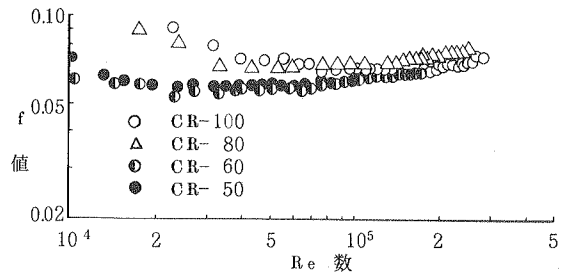
しかし、実際の暗渠排水施工は、30m × 100 m のは場区画形状と排水路の水位が浅いという条件から、暗渠上流端を地表面下 50 ~ 70 cm、下流端を 60 ~ 80 cm にするのが多く、暗渠勾配も 1/300 ~ 1/500 にとるのが限度である。

最初に述べた第1要因と第2要因を防ぐためにはできる限り勾配を大きくすることであり、土地基盤整備事業に当たっては水田の転換畑利用も念頭に置き、排水路を深くし、暗渠長が短くなるような 50 m × 60 m のは場区画を採用するなど、用意周到な設計計画が必要である。

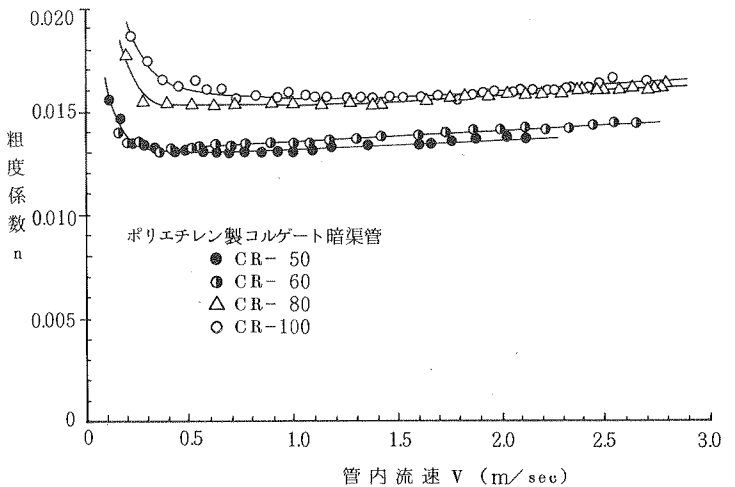
なおかつ暗渠管内の堆積物が管内流速の自浄作用によって除去できない場合を想定し、友広⁽¹⁶⁾が報告しているように、暗渠管の上流端を伸ばして畦畔上に立ち上がらせ、洗浄水をポンプ注入して堆積物を押し流すことができるように暗渠施工をして置く。

第4図は、ポリエチレン製コルゲート管における Re 数と f 値とをプロットしたもので、Irwin⁽⁶⁾の論述したように f 値は一定でなく、データは SHIPTON⁽¹³⁾が指摘した第2領域から第4領域に分布している。

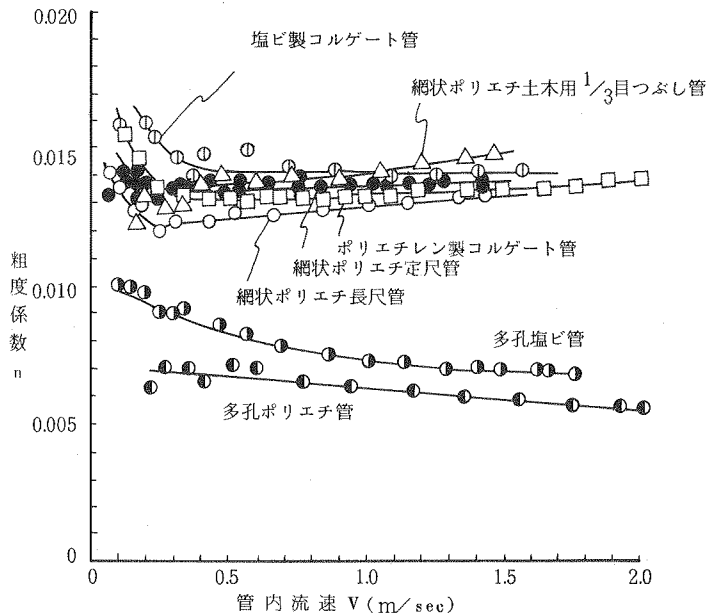
第5図は、ポリエチレン製コルゲート管における管内流速と(3)式から算出した n 値とをプロットしたものであるが、管内流速の 0.3 m/sec 以上においてはほぼ一定値を保持するが、0.3 m/sec より小さくなると n 値は著しく大きくなる。前述のように管内の堆積物に対する自浄流速が望めないことを明示している。



第4図 ポリエチレン製コルゲート管の f 値



第5図 ポリエチレン製コルゲート管の粗度係数 n



第6図 各種暗渠排水管の粗度係数 n (呼び径 50 mm)

第6図は、呼び径50mmの市販の暗渠排水管の粗度係数 n を示したもので、ポリエチレン製コルゲート管は塩ビ製コルゲート管より n 値が小さく、プラスチックの材質の差による違いは多孔暗渠管の場合でも同様な現象が見

られ、ポリエチレンは塩化ビニールより滑らかな管壁を形成するようである。

網状ポリエチ管は、長尺管、定尺管、土木用 1/3 目つぶし管の順で n 値が大きくなるが、長尺管と定尺管と

では網目の形状が異なり、土木用 1/3 目つぶし管では粗な管壁との接触面積が多くなり n 値が大きくなったようである。

なお、多孔暗渠管のように滑らかな管壁の場合には Manning 式が適応できず、 n 値は一定値を得られなかった。

第1表は、試験した暗渠管の形状と水理特性を示したもので、 n 値は管内流速 0.3 m/sec 以上のデータを算術平均した。

ポリエチレン製コルゲート暗渠管の設計 n 値は、呼び径 ϕ 50 mm と ϕ 60 mm に対しては 0.014、 ϕ 80 mm と ϕ 100 mm に対しては 0.016

を使用することができる。これらの値は現在使用されている網状管と同程度の水理特性を有するので、従来どおりの設計ができる。

暗渠管のコルゲート化は、石油化学製品の原材料費の高騰に対し、管の肉厚を薄くして材料を節約するとともに(第1表)、従来不足しがちな耐圧強度も増すことができるので今後広く使用されるであろう。そして、材質にポリエチレンが用いられることにより、従来の塩ビ製コルゲート管に比べて水理特性が良くなり、低温に対するもろさも解消されるので、通常非灌漑期に行われる暗渠施工や寒冷地での暗渠施工でも安心して使用できる。

なお、暗渠管のコルゲート化による耐圧強度の増大は、第3要因を解決する有力な方法であるが、耐圧強度の測定方法に不明確なものがあるので、次報で論述する。

ポリエチレン製コルゲート管の f 値に対する影響因子を検討するため、本試験データ及び既に発表されたデータを取りまとめたものが第2表である。ただし、 f 値は Re 数によって変化するのであるが、一定値と見なしてその算術平均値を用いた。

第7図は e/D と f 値、第8図は s/D と f 値をプロットしたもので、第9図は e/D 、 s/D と f 値の重相関を調べたものであるが、すべて同程度の相関係数 r を得た。

第1表 各種暗渠管の形状と算術平均 n 値

暗渠管	外径 (mm)	内径 (mm)	重量 (g/m)	n 値 ($m^{-1/3} \cdot sec$)
多孔ポリエチ管	54	50	322	0.0062
多孔塩ビ管	54	50.5	408	0.0078
網状ポリエチ長尺管	55	50	237	0.0129
網状ポリエチ定尺管	55	50	220	0.0136
網状ポリエチ土木用 1/3 目つまり管	52	48	245	0.0137
塩ビ製コルゲート管	50	45.2	181	0.0146
ポリエチレン製コルゲート管 CR-50	60.5	51.5	173	0.0133
“ CR-60	70.5	61.5	237	0.0137
“ CR-80	95.5	82.0	304	0.0158
“ CR-100	117.0	102.0	436	0.0160

第2表 ポリエチレン製コルゲート暗渠管の形状特性と水理特性

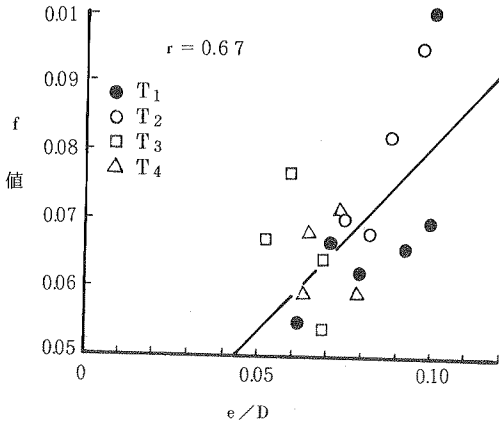
	D (mm)	S (mm)	e (mm)	f 値	n 値
T ₁	34.9	9.96	5.55	0.0945	0.0160
	44.5	9.96	5.55	0.1000	0.0169
	50.8	10.44	6.35	0.0695	0.0151
	63.5	10.44	7.15	0.0654	0.0145
	72.1	10.41	6.00	0.0664	0.0149
	76.2	10.44	7.15	0.062	0.0151
	101.6	13.14	7.15	0.0551	0.0144
T ₂	101.6	12.7	7.6	0.070	0.016
	201.6	33	18.3	0.082	0.019
	251.4	33	20.5	0.068	0.018
	301.7	50.8	29.2	0.095	0.022
T ₃	101.6	13	5.3	0.067	0.0156
	101.6	13	7	0.054	0.0148
	101.6	13	6	0.077	0.0176
	101.6	13	7	0.064	0.0160
T ₄	51.5	8.6	4.5	0.0592	0.0133
	61.5	9.9	4.5	0.0592	0.0137
	82.0	13.8	6.75	0.0716	0.0158
	102.0	17.3	7.5	0.0682	0.0160

T₁ : Hermsmeier & Willardson's data

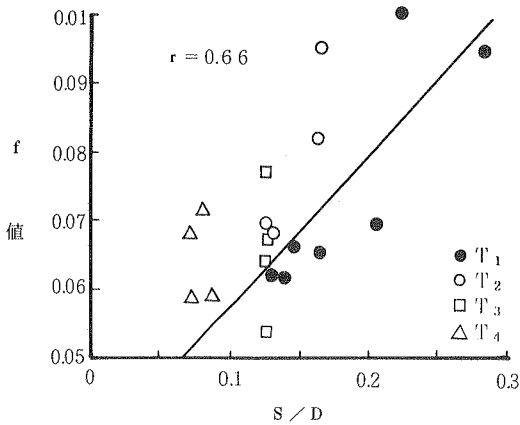
T₂ : Irwin & Tsang's data

T₃ : Irwin & Tsang's data

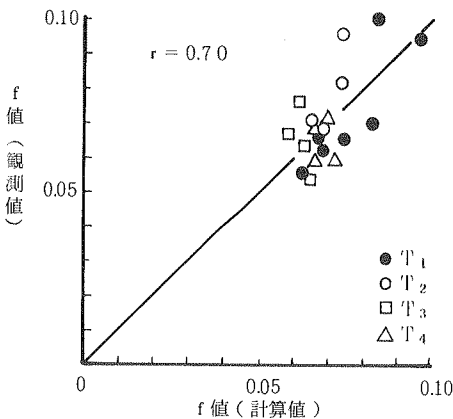
T₄ : 本試験データ



第7図 $f = \text{func}(e/D)$ による相関



第8図 $f = \text{func}(S/D)$ による相関



第9図 $f = \text{func}(e/D, S/D)$ による相関

$$f = 0.513 (e/D) + 0.031 \quad [r = 0.67] \quad (7)$$

$$f = 0.214 (s/D) + 0.037 \quad [r = 0.66] \quad (8)$$

$$f = 0.309 (e/D) + 0.107 (s/D) + 0.030 \quad [r = 0.70] \quad (9)$$

$e \rightarrow 0$ 及び $s \rightarrow 0$ とした値はポリエチレン管の摩擦損失係数に相当するのであるが、(7)、(8)、(9)式の 0.030 ~ 0.037 の値は多孔ポリエチ管で得られた f 値の 0.013 と比較すると少し大きい。解析は、 Re 数の項を含めて行われなければ高い相関が得られないようである。

また、ポリエチレン製コルゲート管に対して YEAPLE らの実験式を適応してみたが、金属コルゲート管の材質係数 0.438 に対して 0.349 を得た。その相関係数は 0.65 であり、 s/D の一要素で関連した(8)式と同程度であった。

ポリエチレン製コルゲート管の f 値は、現在のところ(9)式によって算出するのが最も合理的なようである。

摘 要

暗渠排水管内の堆積物による排水阻害は、次の三つの要因によって起こるものと考えられる。

- ① 暗渠排水管内の堆積物を自浄するのに十分な管内流速 0.2 ~ 0.35 m/sec を得る暗渠勾配がない場合
- ② 施工精度が悪く、逆勾配が生じている場合
- ③ 暗渠管の耐圧強度が小さく、暗渠管がつぶれている場合

この三つの要素を防止するためには、水理学的な摩擦要素が小さく、かつ、耐圧強度が大きい暗渠管を使用して、十分な暗渠勾配で施工することが必要と思われる。

最近商品化されたポリエチレン製コルゲート暗渠管は、耐圧強度も大きい（網状管の約 1.8 倍）うえ、脆化温度特性も良いが、一般にコルゲート形状は水理学的摩擦要素が悪いと言われているので、その水理学的特性について試験を行った。

水理試験は、1980年に当場内の水理実験室において、ポリエチレン製多孔管、塩ビ製多孔管、網目形状の異なった3種のポリエチレン製網状管、塩ビ製コルゲート管及び口径の異なった4種のポリエチレン製コルゲート管の合計10本を用いて行った。

その結果は次のとおりであった。

- 1 ポリエチレン製コルゲート暗渠管の摩擦要素は、塩ビ製コルゲート暗渠管より小さく、従来使用されている網状ポリエチレン製暗渠管と同程度であった。
- 2 コルゲート管及び多孔管における摩擦要素に対する材質の差は大きく、ポリエチレンは塩化ビニールより滑らかな管壁を形成するようであった。
- 3 ポリエチレン製コルゲート暗渠管の設計 n 値は、

呼び径 ϕ 50 mm と ϕ 60 mm に対して 0.014、 ϕ 80 mm と ϕ 100 mm に対して 0.016 がよいものと思われた。

4 ポリエチレン製コルゲート暗渠管のダルシー・ワイズバッハの摩擦係数 f は、突出部の深さ e と間隔 s とによって直線的に増大し、次の実験式によって表された。

$$f = 0.309 (e/D) + 0.107 (s/D) + 0.030$$

なお、満流時の n 値 ($m^{-\frac{1}{3}} \cdot \text{sec}$) は次式によって f 値から換算される。

$$n = 0.0896 D^{\frac{1}{6}} f^{\frac{1}{2}}$$

引用文献

- DRABLOS, C. J. W., and G. O. SCHWAD, 1971, Field evaluation of 4in. corrugated plastic drain tubes, National Drainage Symposium Proceedings, Chicago, Illinois, ASAE, St. Joseph, Michigan, P. 20 ~ 24.
- FOUSS, J. L., 1971, status of specifications for corrugated plastic drain tubing, National Drainage Symposium Proceedings, Chicago, Illinois, ASAE, St. Joseph, Michigan, P. 32 ~ 33, 36.
- FOUSS, J. L., 1974, Drain tube materials and installation, In, "Drainage for agriculture," American Society of Agronomy, Inc., Publisher Madison, Wisconsin, USA, P. 147 ~ 178.
- HERMSMEIER, L. F., and WILLAVDSON, L. S., 1970, Friction factors for corrugated Plastic tubing, J. of Irrig. and Drainage Div. Proc. ASCE, 96, P. 265 ~ 271.
- IRWIN, R. W., and TSANG, G., 1972, Hydraulic roughness of corrugated Plastic tubing, Trans. of ASAE, 15, P. 290 ~ 291, 295.
- IRWIN, R. W., and MOTYCKA J., 1979, Friction factors for corrugated plastic drainage pipe, J. of Irrig. and Drainage Div. Proc. ASCE, 105, P. 29 ~ 36.
- LUTHIN, J. N., 1973, Drainage Engineering, Robert E. Keiger Publisher Co., Inc., P. 180 ~ 183.
- 根岸久雄・多田敦・林直幹, 1974, 暗キヨ排水の施工改良に関する研究(7), プラスチック吸水管の性能・施工方法の検討, 農土試報 12, P. 45 ~ 87.
- 根岸久雄・中山熙之・長谷川周一, 1981, 網状暗キヨ管の粗度係数について, 農土試技報 A 25, P. 43 ~ 73.
- 日本機械学会編, 1979, 技術資料・管路ダクトの流体抵抗, P. 33.
- 農林水産省構造改善局, 1979, 土地改良事業計画設計基準・計画・暗渠排水, P. 29 ~ 30.
- RAADSMAN, S., 1974, Current draining plastics in flat areas of humid regions in Europe, In, "Drainage for agriculture," American Society of Agronomy, Inc., Publisher Madison, Wisconsin, USA, P. 126 ~ 128.
- SHIPTON, R. J., and GRAZE, H. R., 1976, Flow in corrugated pipes, J. of Irrig. and Drainage Div. Proc. ASCE, 102, P. 1343 ~ 1351.
- 田地野直哉・橋村千寿子・根岸久雄・守屋貢・森川正雄, 1967, 暗キヨ排水の施工改良に関する研究(6), 暗キヨ排水用塩ビ管の材料試験, 農土試報告 5, P. 87 ~ 97.
- TSANG, G., and IRWIN, R. W., 1971, discussion of "Friction factors for corrugated plastic tubing," by Lee F. Hermsmeier and Lymas S. Williamson, J. of Irrig. and Drainage Div. Proc. ASCE, 97, P. 334 ~ 340.
- 友広啓二郎, 1972, 重粘土水田における暗キヨ工法の改善, 農業および園芸, 47, P. 721 ~ 724.

Studies on Farm Drainage Technique by Soil Types I Hydraulic roughness of polyethylene corrugated drainage pipes

Masanori SAKAKIBARA, Tamotsu WAKABAYASHI,
and Yoichi HIRAKI

Summary

Following three factors are considered to cause decline of drainage function due to the sediment in drainage pipes: ① a drain line does not have a grade that gives the flowing water enough velocity of 20 to 35 cm/sec to carry the sediment out of the line, ② a drain line has a reverse grade because of imprecise installation of the pipes, ③ drainage pipes are being crushed by earth pressure due to the lack of their intensity.

To avoid the three factors above, drainage pipes that hold strong intensity and are smooth in hydraulic function are needed to be installed with an enough grade.

Recent products of polyethylene corrugated drainage pipes are proved to have strong intensity and not to become brittle at low temperatures. But, in general, it is thought that the shape of corrugation retains a bad friction factor.

Therefore, the authors conducted an experiment on hydraulic roughness of the corrugated pipes.

1. The Manning friction factor of the polyethylene corrugated pipe was smaller than that of the polyvinyl chloride pipe and similar to that of the conventional polyethylene net pipe.

2. Difference in plastic material between polyethylene and polyvinyl chloride of corrugated or perforated pipes brought about a large effect on the friction factor, confirming that inside wall of polyethylene pipes was smoother than that of polyvinyl chloride.

3. The Manning friction factor of polyethylene corrugated drainage pipe for design use was proposed to be: $n = 0.014$ for $D = 50$ mm and 60 mm, and $n = 0.016$ for $D = 80$ mm and 100 mm.

4. Darcy-Weisbach friction factor of polyethylene corrugated drainage pipe (f) increased linearly with roughness depth of projections (e) and roughness spacing (s), and could be described by the following empirical equation:

$$f = 0.309 (e/D) + 0.107 (s/D) + 0.030$$

The Manning fraction factor (n) is calculated by the friction factor (f) as $n = 0.0896 D^{1/6} f^{1/2}$.