

V. 小規模河川の水路装工について

— 中間報告 —

農水部土地改良課	石井重蔵
帯広開発建設部	落合信義
小樽開発建設部	泉敏郎
稚内開発建設部	五十嵐博道
札幌開発建設部	斎藤勇

緒言

土地改良事業で施工されている排水工事に対する調査にあたって特に標題を小規模河川としたのは、最近の傾向として排水路の新設、改良の事業が暗渠排水に対する幹線明渠排水としてのみにとどまらず河川的な性格、たとえば道費河川のような改修にまで及び非常に広範囲にわたっている現状からである。

しかしあくまで明渠排水事業は一般河川とは性格を異にして、治水事業では高水処理を主眼としているのに対し地下水処理を目的としていることである。

しかし、排水路も地域的にみて開発初期の地域と農耕地の高度に集約化された地域とではおのずからその条件も異なってくるわけである。すなわち未開の原野に掘削する排水路は排水の第一段階としてのいわゆる水道であって、洪水による氾濫も多少の河岸の欠壊もさして問題とならないことであるが、これが農耕地内を流れる排水路ともなれば、洪水による冠水、氾濫、耕土の流亡などは人畜、財産などに及ぼす影響はもちろん、農作物の減収、その他もろもろの社会的、経済的に及ぼす影響は常に甚大である。

これらの問題に対処すべく行なう事業はあらゆる角度から検討し、最少の経費で最大の効果を上げようように努力すべきで、これらの観点から今後の排水路の施工工法はどうあるべきか、またその前に今まで施工してきた工事がどのような状態におかれているか、またそれをどのように改良したらよいかというようなことを一度振り返ってみる必要があると思われここに課題を要望したしだいである。

またこのような調査の必要なことは他の一般的なことにもいえることであるが、一度工事が終わるとその構造物や水路がどのような状態におかれ、どう変化して行っているかということを調査観察されていないということである。

特に排水路は用水路と異なり年々管理を怠るがゆえに水草のハン茂、法面の欠壊、土砂の堆積による断面の狭小など、さらにこれが原因となって洪水の氾濫、地下水の停滞など排水機能が著しく減退して行っている現状である。

これらを防ぐためにも排水路にも装工し水路の保護が必要であることを強く感じられるしだいである。もちろん、これにも工事費など経済的問題が含まれているわけであるが、経済性を追求するがためにでき上がった構造物が弱いもの効果の少なくないものであってはならない。今少しの改良と費用の投入で大きな災害が防止できたとすれば成果は大いであろう。これらの点から考えても排水機能の上昇や維持管理の面からも装工による排水効果は非常に大きなものといえよう。

1. 材料および調査方法

排水路の装工材料としてはソダ法覆工、玉石ソダ法覆工、玉石張工、帯梢柵工、連柴柵工、コンクリートブロック装工、蛇籠工など多様であるが、耐久度の面から考えれば一応10～20年間の耐久性を有する材料として、

コンクリートブロック装工，鉄線蛇籠工法であるが今回は鉄線蛇籠について調査を行なった。

蛇籠工法は古くから河川護岸や災害時の応急的工事に使用された，明渠排水工事では法面の保護，構造物の前後の保護などに多く使用されてきた。しかしこれの耐久性はどうかとなると，はなはだ疑問とされた，使

表V-1 蛇籠工調査成績一覧表

項 目	資 料 番 号					
	1	2	3	4	5	6
計 画 通 水 量	1.34	1.90	3.30	4.24	4.28	8.62
既 注 最 大	—	1.54	—	3.43	3.66	—
土 質	泥 炭	砂 質	普 通 土	砂 土	砂 質	玉 石 交 り 土
水 質	清 水	"	"	"	"	"
底 幅	1.20 m	2.00	1.60	3.00	2.00	6.00
側 法	1.5	1.0	1.5	1.5	1.0	1.0
水 深	0.70 m	1.20	0.76	1.39	1.60	1.10
勾 配	1/560	1/2,500	1/200	1/3,000	1/2,000	1/800
蛇 籠	機 械 編	"	"	"	"	"
つ め 石	玉石 10~20 cm	" 13~15	" 13以上	" 13~15	" 13~15	" 12~15
籠 径, 籠 目	50cm, 10cm	45, 10	30, 10	45, 10	45, 10	45, 10
鉄 線	3.2 mm	3.2	2.3	3.2	3.2	3.2
施 工 年	昭 和 34 年	32	33	33	32	32
経 過 年 数	3 年	5	4	4	5	5
腐 蝕 の 程 度	ナ シ	"	水 際 初 期	ナ シ 部 下	"	"
洗 掘	"	"	"	法 面 一 部 下	"	"
延 長	23 m	75	92	148	270	240

項 目	資 料 番 号				
	7	8	9	10	11
計 画 通 水 量	9.05	16.09	27.63	29.40~33.50	36.58
既 注 最 大	11.00	22.80	—	40.00	43.00
土 質	泥 炭, 砂 ぐ 黄 た ぐ 不 透 明	砂 礫 土	普 通 土	砂 利 交 り 土	火 山 灰, 泥 炭
水 質	"	清 水	"	"	"
底 幅	3.00 m	5.00~6.00	5.20	2.00~4.00	6.00
側 法	1.0	1.5	1.5	1.5~1.0	1.5
水 深	1.40 m	0.97~1.30	2.80	2.00~2.50	2.00~2.30
勾 配	1/1,000	1/500 ~1/200	1/3,000	1/400~1/450	1/450~1/800
蛇 籠	機 械 編	"	"	"	"
つ め 石	玉石 cm	"	玉 石 15 以 上	" 12~15	" 10~20
籠 径, 籠 目	45cm, 10cm	45, 10	45, 13	45, 13	45, 10
鉄 線	2.3 mm	3.2	2.3	3.2	4.5
施 工 年	昭 和 33 年	28~34	29	28~34	29
経 過 年 数	4 年	9~3	8	9~3	8
腐 蝕 の 程 度	ナ シ	一 部 湛 し そ の 他 さ び 程 度	水 際 中 期	ナ シ	"
洗 掘	法 面 一 部 下	洪 水 に よ り 欠 壊	一 部 沈 下	ナ シ	法 面 一 部 沈 下
延 長	170 m	25, 526	20	3, 945	25

用する場所、水路の条件などで耐久度と異なり一様ではない。

また、妥当な工法とわかっていても設計の際の諸数値、施工後どの程度の年月を経てどのような変化をきたし、いかなる原因で破損し機能を失っているかなどの問題についてもたしか資料もなく今日に及び、相変わらず経験的なことで設計施工されてきた現状である。

また、コンクリートブロック装工材料と比較して長所、短所の比較もはっきりされていない。

一面古い工法と思われる蛇籠工法もその使用方法場所など、あらゆる条件を考え施工に妥当性を欠かなければこの工法も一応装工材料としてなら損色のないものと考えられるので、蛇籠の排水路への適合性を知るために実態調査を行なう必要から表 V-1 のような調査を行なった。

実態調査としては資料が少なく今年度のみでは結論を出しえなかったが、これも調査の対照となったのが開発局発足以来の施工したものについての調査であったので、経過年数などはまったく不十分であり、37 年度にはより多くの資料をより広範囲にわたって調査したい意向である。

2. 観 察

今回の調査の対照となった道内明渠排水路の蛇籠工について観察してみた。

1) 通 水 量

排水路の断面決定に当たり、洪水量を算定するが排水路が掘削された後にどの程度の流量が通過したかについての決定的な数値は解っていない。これらを明確に記録すれば設計の際に大いに役立つのであるが、残念ながら水位、流量の観測がなされていない現状である。

これがため、洪水の発生時に水位がどの程度であったかについては付近の住民からの聴取によるものであつたりして非常に不確かなものになってしまう。ゆえに施工されたものが破壊された場合、はたしてそれが異常洪水によるものか、設計自体に欠陥があったものか、その判定が困難となってくる。これらのことを明確にする必要上からも日記水位計の設置や量水標の設置などが重要であり、設計の際の数値決定の資料となりうるものであるこれは直接装工の高さ決定に影響するものである。

現在までの設計では装工の高さは設計洪水面まで施工してきているが、最近道内においても各地に異常降雨が発生し大きな災害が起きていることなどから考えても計画洪水位からさらに異常洪水位も算定して、設計に見込み装工は異常洪水位まで延ばすべきではなかろうかと考えられる。

2) 水路の土質

装工を考える場合、まず水路の土質が重要な要素となってくる。特にシルト質、砂質、火山灰質など流速による法面欠壊の考えられる場所には必要なことはいうまでもない。

これら細粒質の材料によって構成されている水路の場合、これに被覆する蛇籠が大粒径のものであることから考えて、水路の粒子の移動は当然考えられるわけでこれには地表水が水路に流入する場合の法面洗掘、また地下水の浸透流が法面を横切り流出する場合、浸透流速が粒子を移動しうる流速であれば当然法面の欠壊は考えられる。

しかし、なんといっても水路中の流速が大となった場合、蛇籠の詰石の間を通る流れが籠と法面との間を渦となって流れるための洗掘が一番大きな要素と思われる。

これらを防止する一方法として、籠と法面との間に砂利などで緩和層を造る必要があると思われる。

この緩和層の厚さやこれに使用する粒径については現場の土質に応じて決定し、設計することが望ましい。

これらのことはよう壁背面の排水などの構造物については細心に設計されているが、排水路では全然考慮されていないから現場の状態などから考えて設計の際に一段の配慮が必要である。

3) 流速と籠径について

現在素掘水路の流速は土質により異なるが、一応制限流速を 2.00 m として設計している。

これらの水路に蛇籠で装工した場合、どの程度の流速にまで耐えうるかが問題となってくる。今流速と蛇籠を球と考えた場合その籠の石の詰め方による空隙を考慮し、流送力とその抵抗力が平衡を保ちうる時は蛇籠は安全なわけである。

この平衡の限界の流速を v とすれば $v=c\sqrt{d}$ c : 係数, d =籠径, となる。これに空隙を考え、河床構成材料による c を種々変化させると図 V-1 のようになる。

しかし、蛇籠はさらに横方向の連結があるからさらに余裕があるものと思われる。

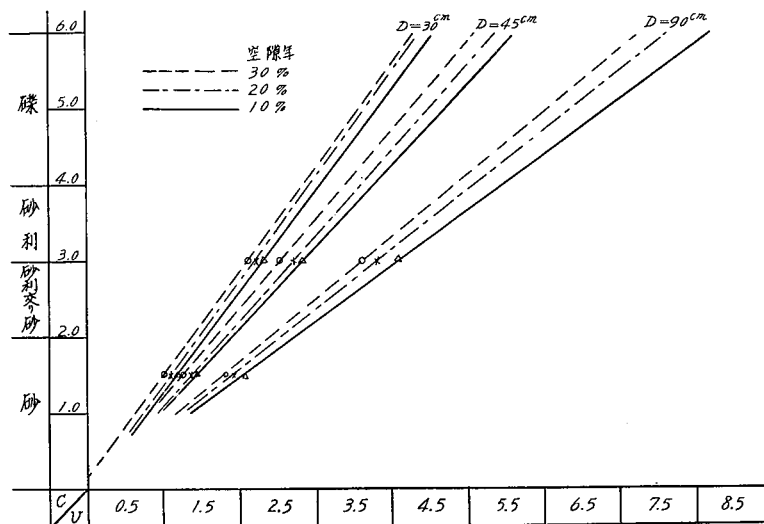


図 V-1 籠径と流速

4) 籠の移動

蛇籠は流向に対し直角に置かれる性質上その先端において流掘が発生すれば流掘にしたがって移動を開始する。

すなわち、蛇籠装工末端部において素掘水路と蛇籠との取付部分で相互の相度係数の相違から流水の偏流が生じて、水路底の洗掘が進み籠の底部を洗い籠を移動させる場合、また流速が相当に速くなって、そのために籠が浮き上がるような場合には当然縦断方向の移動が発生する。移動防止の方法も蛇籠装工の場合工費との関係から木グイにするかまたは木矢板にするかなど現場の状況から適正な方法を見出すことが望ましい。一例として、落差工の下流取付水路に木矢板で 20 m 区間で、末端と中間に止水と兼ねた矢板を使用していたが籠は法面の沈下とともに相当沈下していたが、縦断方向の移動が全然見られず落差工の取付保護の効果を十分にはたしていた。

5) 詰石

詰石は 10~15 cm で、すべて玉石を使用しているが詰石の大きさは設計した籠目によって決まるものであるが、最近工事量の増大にともない詰石の不足や遠距離からの運搬のため単価が嵩む傾向にあるが、これは編目を小さくすることで、詰石は径を変えうるが反面籠自体の単価の増により工費に影響することになるから、いずれが得策であるかは設計の際に比較検討の必要があろう。

6) 使用鉄線

籠を編んでいる鉄線は 2.3~4.5 mm であった。

施工後 4 年で水際に腐蝕の初期にある 2.3mm のものが 2 箇所あるが、常時被水しているような箇所には特に太線を使用する必要があるように思われる。腐蝕に対しては現在は含銅線を使用しているのが多いから腐蝕によるものよりもむしろ、摩耗に対する面から考えての太線を使用することが適当かも知れない。

鉄線の軽重による価格の増減よりも耐久力の増加の方がその割合が非常に大きいものであるから、腐蝕や摩耗による破損を考えれば可能な範囲で太線を使用した方が得策ではないかと考える。

7) あとがき

以上蛇籠についての実態の調査報告をしたが今回の調査では結論を出すには資料の数が不足なことと、さらに調査内容についてももっと水路の状態を細分して観察調査の必要がある。

ずなわち水位、流量、流速、装工の法勾配の適正值、粗度係数、水路内の流下物調査、洗掘と堆移の状態、洪水後の籠の移動状態、工事費の比較などである。また北海道の特殊性から蛇籠が明渠排水路の装工材料として経済的かつ施工期間の問題から妥当な工法であるとされた場合、さらに一歩進んで蛇籠の永久工法化について使用箇所に対する工法の適正化、ならびに改良などについてさらに調査研究を進めて行きたい。

今回は中間報告として経過を報告したが、十分な報告のできなかつたことをおわびするしだいである。