

12.4 大規模畑作地帯における排水施設の機能診断に関する研究

研究予算：運営費交付金（一般勘定）

研究期間：平 23～平 26

担当チーム：寒地農業基盤研究グループ（水利基盤チーム）

研究担当者：中村和正、高須賀俊之、石神暁郎

【要旨】

寒冷地での安定した農業生産にとって農地の排水性の確保は不可欠である。排水施設の機能診断は、全国共通の開水路の機能診断の手引きに基づいて行われているが、この手引きは全国的に広くみられる代表的な形式を対象として作成されている。そのため、北海道の大規模畑作地帯にみられる形式の排水路で機能診断を行う場合、このような地域での特徴的な施設の劣化についても診断できるような評価手法の補完が必要である。このため、本研究では、大規模畑作地帯の排水施設に適用できる機能診断技術を開発する。4年間の研究期間で得た成果は次のとおりである。

北海道内の明渠排水路を対象とした過去の機能診断結果を用いて、北海道でよく用いられる護岸形式である連節ブロック、積ブロック、鋼矢板、コンクリート柵渠の排水路について性能低下とその要因を分析した。また、4つの護岸形式毎の構成部材の変状に着目して、材料劣化に基づく健全度指標の立案および適用性の検証を行い、明渠排水路の機能評価手法の試案を作成した。さらに、試案に則って現地で機能診断を実施して、試案の適用性評価と運用上の課題抽出を行い、その結果をもとに健全度指標を改良した。この健全度指標を用いた機能評価手法についてとりまとめ、明渠排水路の機能診断マニュアルを作成した。

キーワード：畑地、排水施設、維持管理、機能診断

1. はじめに

農地の排水対策は、国の定めた食料・農業・農村基本計画¹⁾において、食料の安定生産のために推進の必要な事項であると位置づけられている。

寒冷地の畑地における排水対策は、(1)過剰な土壌水分の排除のほか、(2)融雪の促進による農耕期間の確保、(3)地温上昇による作物生育の促進、(4)土壌凍結の軽減による表土流亡の抑制など、作物栽培にとって不可欠な効果をもたらす。それゆえ、大規模畑作地帯を有する北海道では排水施設の整備が必須であり、1960年代から80年代にかけて国営土地改良事業により排水路整備が盛んに実施された。現在までの整備延長はのべ約4千kmに及んでおり、今後はこれら排水路の機能を適切に保全管理していくことが重要な課題となっている。

現在（平成24年度）のところ、排水路の機能診断は、農業水利施設の機能保全の手引き「開水路」²⁾（以下、手引きと略記する）を主に用いて行われる。手引きでは、国内で一般的な形式の開水路に関する記述はあるが、地域性のある水路形式やそこでの性能低下要因については詳述されていない。このため、本研究において北海道の大規模畑作地帯にある排水路を調査フ

ィールドとして、手引きを補足するための機能診断方法の検討を行うこととした。

本研究の進め方は次のとおりである。まず北海道内の明渠排水路の機能診断結果を用いて、北海道でよく用いられる形式の排水路における性能低下の要因分析を行った。これについては第2章で述べる。次に排水路の護岸形式毎の構成部材の変状に着目して、材料劣化に基づく健全度指標の立案および適用性の検証を行い、明渠排水路の機能評価手法の試案を作成した。これについては第3章で述べる。さらに、前章で提案した試案を実際の排水路で用いて健全度を評価し、その適用性評価と運用上の課題抽出を行い、その結果をもとに連節ブロック型排水路の健全度指標の改良を試みた。これについては第4章で述べる。

2. 明渠排水路の機能低下要因の分析³⁾

2.1 目的

国内の排水路の多くは低平地の集水路であり、排水量の増大により水位は上昇するが流速の増加は小さい。これに対し北海道の大規模畑作地帯における排水路は、流域に山地を抱える急勾配の流路が多いため、融雪時・大雨時には流量・流速が著しく増加する。このた

め、施設機能の劣化因子が国内の一般的な農業用排水路とは異なると考えられる。このことから、全国版の手引きに盛り込まれていない劣化のパターンについて、過去の排水路の機能診断データから分析した。

2.2 方法

2.2.1 機能診断データの収集およびデータベース化

機能診断データの収集は、北海道内の大規模畑作地帯である十勝地域と網走地域の基幹的な明渠排水路を整備した地区から、施工時期や護岸形式が様々なものを含むように選定した。十勝地域では 19 地区（23 条の排水路、4 基の落差工）、網走地域では 12 地区（28 条の排水路、7 基の落差工）を対象とした。施工時期は昭和 30 年代から近年までにわたり、排水路の護岸形式は連節ブロック型（26 条）、積ブロック型（7 条）、鋼矢板型（5 条）、コンクリート柵渠型（8 条）の 4 種類である。なお、4 種類の合計が 46 条となり、選定した路線数の 51 条と一致しないのは、落差工のみをデータ収集の対象とした路線があることと同一路線で複数の形式をデータ収集の対象とした路線があることによるものである。収集したデータは路線毎に表-1 の項目によりデータベース化した。

表-1 データベースの項目

諸元	評価区分	劣化状況
<ul style="list-style-type: none"> 畑地帯or牧草地帯 施設の経過年数 受益面積 護岸形式 	健全度 (S1-S5)**	部位・要因写真

※S5：対策不要、S4：要観察、S3：補修、S2：補強、S1：改築

2.2.2 排水路の護岸形式毎の性能低下とプロセス

手引き⁴⁾では、「鉄筋コンクリート開水路」と「無筋コンクリート開水路及びその他開水路」に対して、性能低下とその要因が図示されている。これらの図を参考にして、今回収集した性能低下事例を加味し、護岸形式 4 タイプと落差工の計 5 種類の性能低下とその要因として考え得るプロセスを図化した。

2.3 結果

排水路の各護岸形式および落差工の機能診断データから得られた性能低下とその要因となるプロセスを図-1(1)～(5)に示す。また、性能低下の要因を以下のとおり整理した。

(1) 連節ブロック型

流水の水面変動や背面地盤の地下水位の影響による法面の変形や崩壊、コンクリートブロックのズレ、剥がれ、水路底の洗掘、堆砂による底面上昇により排水路の性能低下を生じることが多い。最上段に記している変状の要因の中の「法面の変状」や「水路底面の変状」や、2 段目の変状の現象の中の「含銅線の劣化・損傷」が含まれていることが特徴的である⁵⁾。

(2) 積ブロック型

ブロック自体の安定性により水路断面を維持しているため、基礎地盤の沈下や背面地盤・法面の崩壊・陥没による変形、傾き、崩落が発生することが多い。最上段に記している変状の要因の中の「側壁の変状」や「水路底面の変状」が含まれていることが特徴的である。

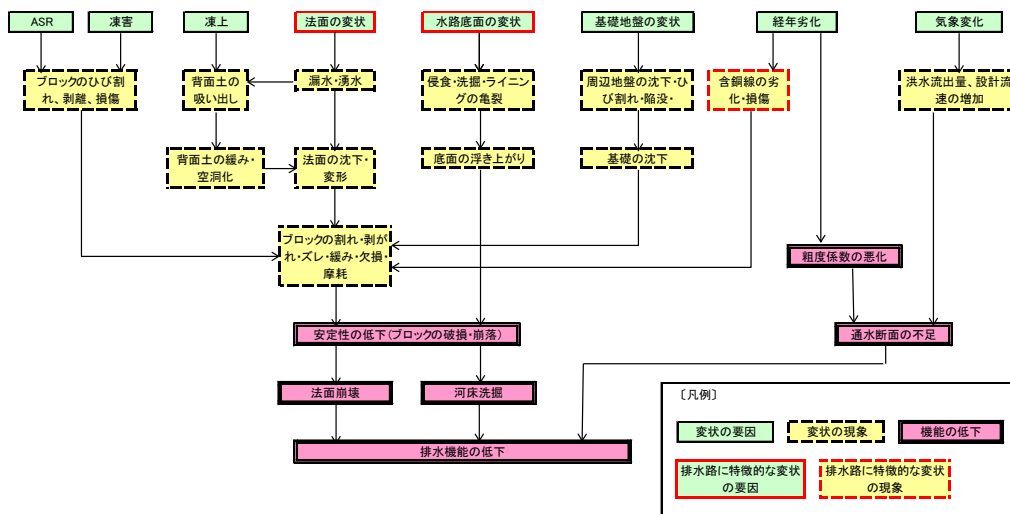


図-1(1) 性能低下とその要因 (連節ブロック型)

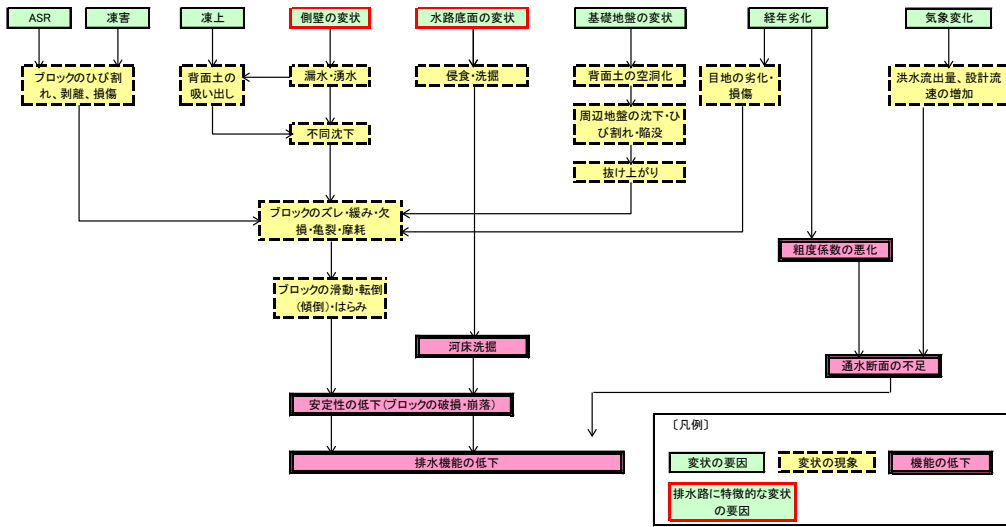


図-1(2) 性能低下とその要因(積ブロック型)

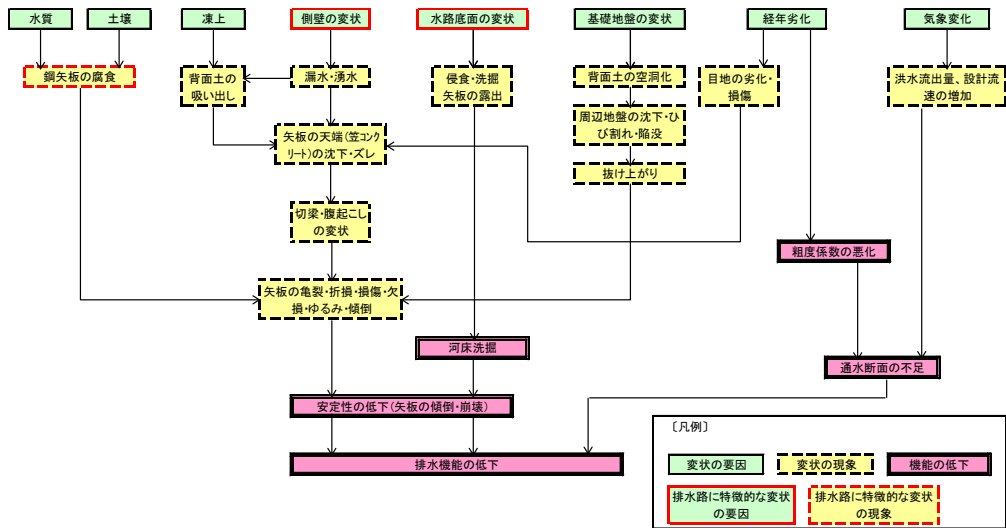


図-1(3) 性能低下とその要因(鋼矢板型)

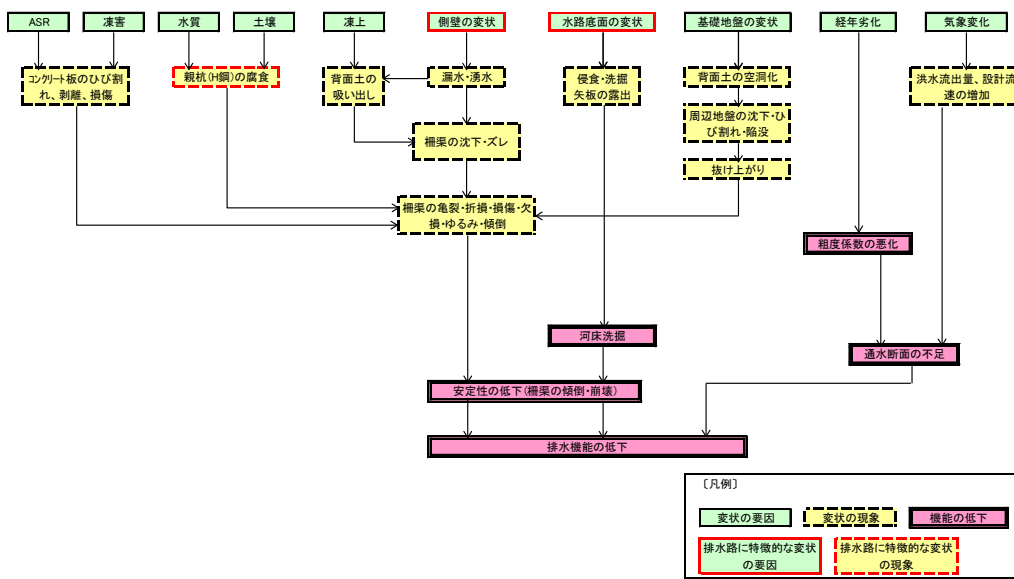


図-1(4) 性能低下とその要因(コンクリート柵渠型)

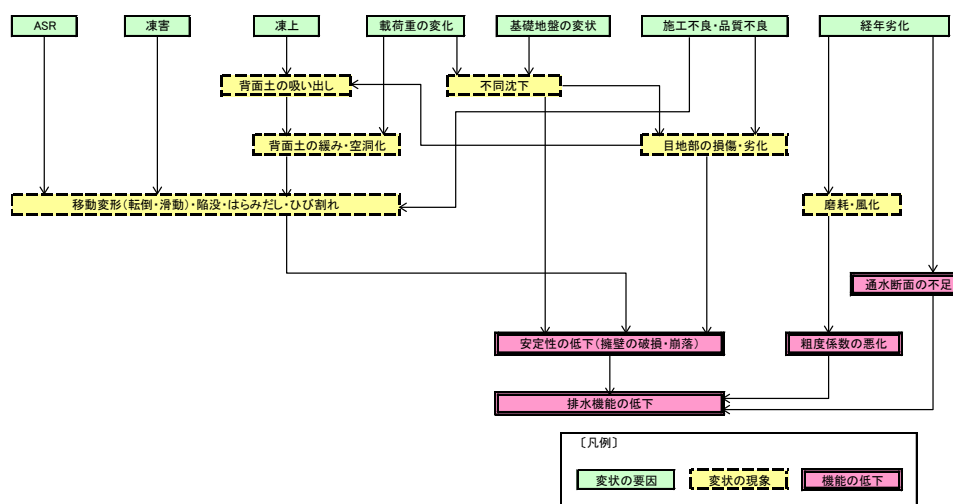


図-1(5) 性能低下とその要因(落差工)

(3) 鋼矢板型

鋼矢板の腐食および軟弱地盤であることや地下水位の変動に起因する不均沈下やはらみ、ズレ、傾倒が発生している。最上段に記している変状の要因の中の「側壁の変状」や「水路底面の変状」、2段目の変状現象の中の「鋼矢板の腐食」が含まれていることが特徴的である。なお、鋼矢板型では水路底面は施工しないが、「水路底面の変状」は、これが進行すると侵食・洗掘、矢板の露出につながるため、要因として挙げている。

(4) コンクリート柵渠型

親杭(H鋼)の腐食やコンクリート板の劣化が発生している。また、軟弱地盤や地下水位の変動に起因する不均沈下やH鋼やコンクリート板のはらみ、ズレ、傾倒が発生することが多い。最上段に記している変状の要因の中の「側壁の変状」や「水路底面の変状」、2段目の変状現象の中の「親杭(H鋼)の腐食」が含まれていることが特徴的である。

(5) 落差工

落差工の形式である重力式、もたれ式は、自重により背面土圧に抵抗する形式の水路であり、軟弱地盤や背面土の空洞化、土圧の増大、地下水位の上昇、凍上の影響による転倒や変形の発生することが多い。

2.4 考察

大規模畑作地帯における排水路特有の性能低下とその要因としては、水路底面の変状に伴う侵食・洗掘および法面や側壁の変状に伴う護岸材料の変形や欠損等が挙げられる。これは護岸自体の水密性が高くないことや大雨時に流量、流速がともに増大する大規模畑作地帯の排水路の特性によるものと考えられる。また、連節ブロック型の含銅線の劣化・損傷や鋼矢板型の鋼

矢板の腐食、コンクリート柵渠型の親柱(H鋼)の腐食といった、各護岸形式の構成部材の劣化に起因する性能低下があることがわかった。

3. 各護岸形式の材料劣化に着目した機能評価手法の試案作成⁶⁾

3.1 目的

これまでの排水路の機能診断では、施設の健全度が法面の変形や底版の浮上等の外部要因で評価されることが多く、その評価は定性的な観察に委ねられる部分が含まれるものとなっている。このため、定量的な評価に近づける目的で排水路の護岸形式毎の構成部材の変状に着目して、材料劣化に基づく健全度指標を立案し適用性を検証した。この結果に基づき、明渠排水路の機能評価手法の試案を作成した。

3.2 方法

3.2.1 既設排水路の護岸形式による分類

国において機能診断を実施した十勝地域および網走地域の基幹的な明渠排水路のうち254路線を護岸形式により分類した。また、各護岸形式の構成部材とその変状の種類と程度を整理した。

3.2.2 構成部材の変状に着目した健全度指標の立案

護岸形式毎に、構成部材の変状の種類・程度により、部材の健全度指標を立案した。なお、健全度の評価区分は手引き⁷⁾の健全度ランクに対応し、「A(変状がほとんど認められない)」、「B(軽微な変状が認められる)」、「C(変状が顕著に認められる)」、「D(施設の構造的安定性に影響を及ぼす変状が認められる)」、「E(施設の構造的安定性に重大な影響を及ぼす変状が認められる)」を目安とした。

3.2.3 健全度指標による評価

3.2.2 で立案した指標を用いて、3.2.1 と同じ 254 路線を対象に写真等のデータから健全度評価(以下、A-E 評価と称する)を行った。これと手引きによる健全度評価結果(以下、S 評価と称する)とを照合した。また、施設の経過年数と評価結果を基に標準劣化曲線(単一劣化曲線モデル)を作成した。これは、施設全体を対象とした S 評価と構成部材を対象とした A-E 評価の結果を比較することで、施設全体の健全度に対してどの構成部材の劣化が支配的か、どの構成部材を調査すれば当該護岸形式の健全度が評価できるかを検証するためのものである。

3.3 結果と考察

3.3.1 既設排水路の護岸形式による分類

調査対象とした明渠排水路について、護岸形式毎に分類し、構成部材、延長を整理した結果を表-2 に示す。護岸形式は連節ブロック型(写真-1)が最も多く約 8 割を占め、次いで積ブロック型、コンクリート柵渠型の順となっている。これら 3 タイプの護岸形式で約 9 割の延長を占めている。

表-2 調査対象排水路の護岸形式による分類

護岸形式	構成部材	延長 (m)	割合
鉄筋コンクリート	鉄筋コンクリート	15,448	1.6%
連節ブロック	ブロック、含銅線	743,859	78.9%
積ブロック	ブロック	45,953	4.9%
コンクリート柵渠	柵板、H鋼親柱	39,964	4.2%
鋼矢板	鋼矢板、切梁材、笠コンクリート	16,583	1.8%
鋼製柵渠	柵板、H鋼親柱	1,503	0.2%
かごマット	中詰材、鉄線	7,016	0.7%
その他		71,888	7.6%
計		942,214	



写真-1 連節ブロック型排水路

3.3.2 構成部材の変状に着目した健全度指標の立案

各護岸形式の健全度指標は構成部材毎に変状の種類・程度を基に立案した。一例として連節ブロック型排水路の健全度指標(案)を表-3 に示す。評価区分は、コンクリート部材ではひび割れ、剥離、損傷、鉄筋露出、脱落について、鋼製部材ではさび、腐食、破断に

ついて、それらの有無や程度によって A~E とした。

表-3 連節ブロック型排水路の健全度指標(案)

護岸形式	構成部材	変状の種類・程度	健全度指標	適用	イメージ図
連節ブロック	ブロック	ひび割れ、剥離、損傷などが無い	A	「農業水利施設の機能保全の手引き」p53~その他開水路(ライニング水路)~S-5	
		ひび割れ、剥離、損傷などが部分的(50%未満)	B	「農業水利施設の機能保全の手引き」p53~その他開水路(ライニング水路)~S-4	
		ひび割れ、剥離、損傷などが全体的(50%以上)	C	「農業水利施設の機能保全の手引き」p53~その他開水路(ライニング水路)~S-3	
		ひび割れ、剥離、損傷によるブロック脱落が部分的(50%未満)	D	-	
		ひび割れ、剥離、損傷によるブロック脱落が全体的(50%以上)	E	-	
含銅線	含銅線	さびが無い、またはさびは生じているが全体的に薄い緻密なさびである	A	コンクリート標準示方書[維持管理編]2007~p90 腐食グレードと鋼材の状態~腐食グレードⅠ	
		部分的に浮きさびはあるが、小面積の斑点状である	B	コンクリート標準示方書[維持管理編]2007~p90 腐食グレードと鋼材の状態~腐食グレードⅡ	
		断面欠損は目視観察では認められないが、全周または全長にわたって浮きさびが生じている	C	コンクリート標準示方書[維持管理編]2007~p90 腐食グレードと鋼材の状態~腐食グレードⅢ	
		断面欠損が生じている	D	コンクリート標準示方書[維持管理編]2007~p90 腐食グレードと鋼材の状態~腐食グレードⅣ	
(該当なし)	(E)	-			

3.3.3 健全度指標による評価

S 評価と A-E 評価それぞれの健全度指標の考え方を表-4 に、連節ブロック型、積ブロック型、コンクリート柵渠型の各護岸形式の S 評価と A-E 評価の一致度合いを表-5 に示す。S 評価と A-E 評価の一致とは、S 評

表-4 健全度指標の考え方

健全度指標		施設および構成部材の状態
S 評価	A-E 評価	
S-5	A	変状がほとんど認められない
S-4	B	軽微な変状が認められる
S-3	C	変状が顕著に認められる
S-2	D	施設の構造的安定性に影響を及ぼす変状が認められる
S-1	E	施設の構造的安定性に重大な影響を及ぼす変状が認められる

表-5 S 評価と A-E 評価の一致度

護岸形式	構成部材	データ総数	有効数 (a)	一致数 (b)	一致率 (b/a)
連節ブロック	ブロック	878	539	226	41.9%
	含銅線	878	244	73	29.9%
積ブロック	ブロック	97	79	30	38.0%
コンクリート柵渠	柵板	35	33	14	42.4%
	親柱	35	32	12	37.5%

価が S-5、S-4、S-3、S-2、S-1 の場合に A-E 評価がそれぞれ A、B、C、D、E となることを指す。いずれの構成部材においても一致率は半分に満たず一致傾向はみられなかった。この理由は S 評価では法面の变形や底版の浮上等の外部要因による劣化を考慮しているのに対し、A-E 評価では材料劣化のみを考慮していることにある。外部要因による劣化がみられる場合は、S 評価の健全度評価が低くなるので相対的に A-E 評価の方が評価は高くなる。反対に外部要因を含めた劣化範囲は小さいが材料劣化が進んでいるような場合には A-E 評価の方が評価は低くなる。

施設の経過年数と健全度の関係を図-2(1)～(4)に示す。施設の S 評価と構成部材の A-E 評価の劣化傾向が類似しているのは、連節ブロック型排水路のブロックとコンクリート柵渠型排水路の柵板である。これらは S 評価と A-E 評価の関連性を示す結果となった。一方、施設の S 評価と構成部材の A-E 評価では一致傾向が見られなかったのは、連節ブロック型排水路の含銅線とコンクリート柵渠型排水路の H 鋼である。これは、含銅線の場合はブロックが崩壊していれば腐食状況を確認できるが、健全部での確認は困難なため、評価可能な含銅線は低い評価に偏る傾向にあるためである。これは表-4 のデータ有効数がブロックに比べて少ないことに現れている。H 鋼の場合は A-E 評価で C、D 評価が無く、施設の S 評価に対して劣化の進行が遅い傾向であることによる。積ブロック型排水路のブロックと鋼矢板型排水路の鋼矢板は、施設の S 評価よりも劣化の進行が遅い傾向である。このことから積ブロック型排水路および鋼矢板型排水路では外部要因が劣化の進行を支配していることが示唆される。

これらの結果、施設と構成部材との評価は必ずしも一致しないものの、構成部材によっては A-E 評価と施設の S 評価で劣化の進捗の傾向が近いものがあつた。施設全体の健全度の低下と類似の低下傾向を示す構成部材を特定すれば、構成部材の A-E 評価により、施設全体の健全度評価が可能である。

3.4. 明渠排水路の機能評価手法の試案作成

排水路の構成部材の変状に着目した健全度指標による、北海道における大規模畑作地帯に造成された明渠排水路の機能評価手法の試案を作成した。目次構成は以下のとおりとした。

- 第 1 章 対象施設（適用範囲）
- 第 2 章 明渠排水路における健全度指標
- 第 3 章 明渠排水路の機能評価手法
- 第 4 章 明渠排水路の性能低下予測

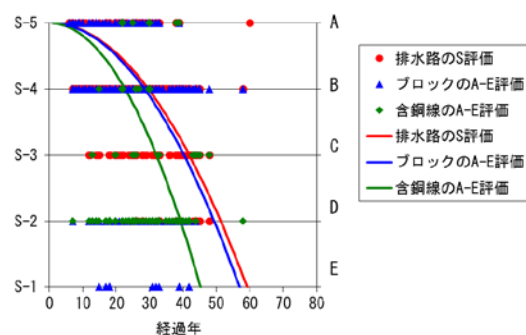


図-2(1) 施設の経過年数と健全度の関係 (連節ブロック型排水路)

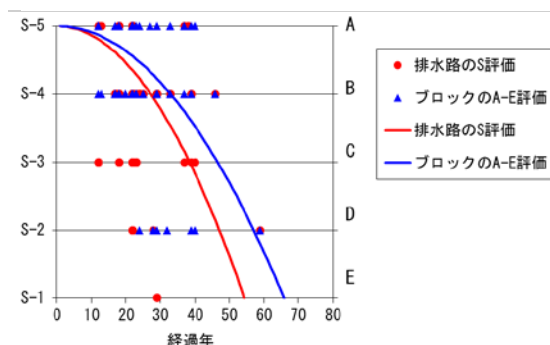


図-2(2) 施設の経過年数と健全度の関係 (積ブロック型排水路)

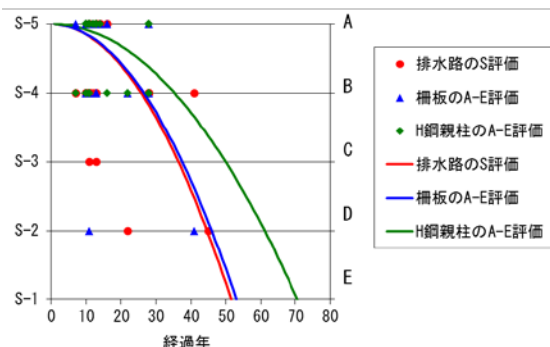


図-2(3) 施設の経過年数と健全度の関係 (コンクリート柵渠型排水路)

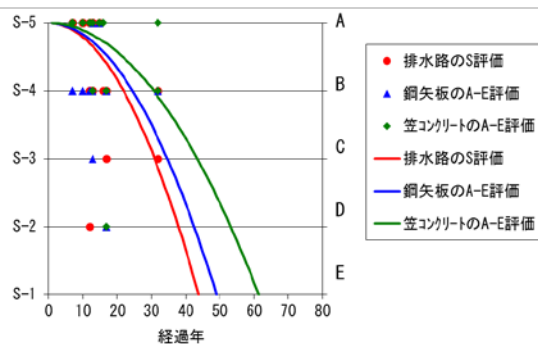


図-2(4) 施設の経過年数と健全度の関係 (鋼矢板型排水路)

4. 試案の適用性評価⁸⁾

4.1 目的

前章で提案した明渠排水路の機能評価手法の試案（以下、試案と略記する）を実際の排水路で用いて健全度を評価し、その適用性評価と運用上の課題抽出を行い、その結果をもとに各護岸形式排水路の健全度指標の改良を試みた。

4.2 方法

4.2.1 調査対象

北海道東部の大規模畑作地帯である帯広および網走の2地域を対象とし、国営土地改良事業で整備された明渠排水路から、経過年数のばらつきを考慮して調査対象路線を選定した。護岸形式別の内訳は、連節ブロック型7条49.4km、積ブロック型5条22.8km、鋼矢板型2条10.4km、コンクリート柵渠型5条11.7kmである。これらの区間から、現地踏査により排水路の劣化状況や、現場条件など調査の実行性を把握し、調査地点を連節ブロック20点、積ブロック6点、鋼矢板6点、コンクリート柵渠7点を選定した（図-3）。

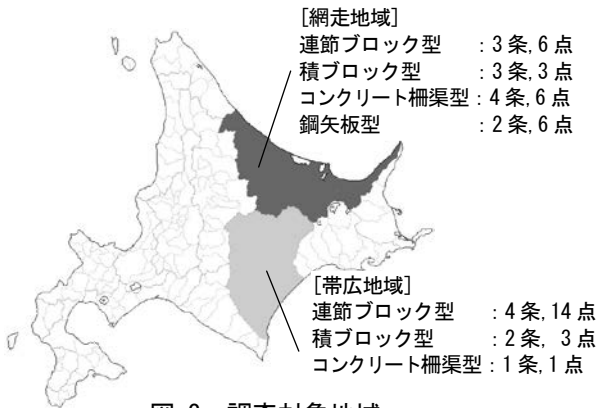


図-3 調査対象地域

4.2.2 調査・評価方法

選定した調査地点について、手引きおよび試案に基づく調査・評価を行った。手引きによる評価では、構成部材の劣化に加えて、法面や底面、周辺地盤等の変状について健全度を評価した。一方、試案による評価では、構成部材の劣化に着目してA～Eの5段階で評価し、その他に著しい変状が認められた場合には、評価を1ランクダウンして総合評価を行った。

4.2.3 「試案」の適用性評価方法

手引きおよび試案による健全度評価について、各評価区分であるS-5～S-1とA～Eの対比により一致性の検証を行った。また併せて、経過年数と各評価結果を基に単一劣化曲線モデルを作成し、比較検証を行った。

4.3 結果と考察

4.3.1 健全度評価及び試案の適用性評価

手引きと試案に基づく健全度評価（以下、それぞれS評価及びA-E評価と略記する）の間には4つの護岸形式の全てにおいて不一致が見られた。このうち、連節ブロック型排水路の例を表-6に示す。

S評価の健全度が高く評価が一致しない場合、その理由はA評価が構成部材の劣化程度に着目しているのに対し、S評価は劣化の面積割合で判定しているためである。これは、狭い範囲で構成部材の劣化が著しい場合が該当する。逆にA-E評価の健全度が高い場合、その理由はA-E評価では構成部材以外の変状が評価に反映されないためであり、ブロックは健全であるが、地盤等の変状が見られる場合が該当する。

施設の経過年数と健全度評価を基に単一劣化曲線を作成した結果、A-E評価は構成部材の劣化程度を反映してS評価よりも劣化進行の速い、安全側の劣化予測結果となった（図-4）。

表-6 S評価及びA-E評価結果

地域	路線No.	経過年数	地点No.	S評価	A-E評価		
					ブロック	他要素含	その他の変状内容
帯広	1	23	1-1	S-4	B	B	
			1-2	S-3	B	C	底面ブロックの浮上り
			1-3	S-4	B	C	含銅線の腐食
	2	12	2-1	S-4	B	B	
			2-2	S-3	A	B	底面の洗掘
			2-3	S-4	A	A	
			2-4	S-4	A	B	底面の洗掘
	3	31	3-1	S-4	B	C	含銅線の腐食
			3-2	S-4	B	B	
			3-3	S-4	A	B	ブロックのずれ
	4	45	4-1	S-4	D	E	含銅線の腐食・欠損
			4-2	S-3	C	C	
4-3			S-4	A	B	ブロックのずれ・浮上り・傾倒	
4-4			S-4	A	B	含銅線の腐食	
			S-4	A	B		
網走	5	61	5-1	S-4	B	B	
			5-2	S-5	A	A	
			5-3	S-4	D	D	
	6	12	6-1	S-3	B	C	ブロックの陥没
				S-5	A	A	
	7	39	7-1	S-5	A	A	
			7-2	S-4	D	E	含銅線の腐食

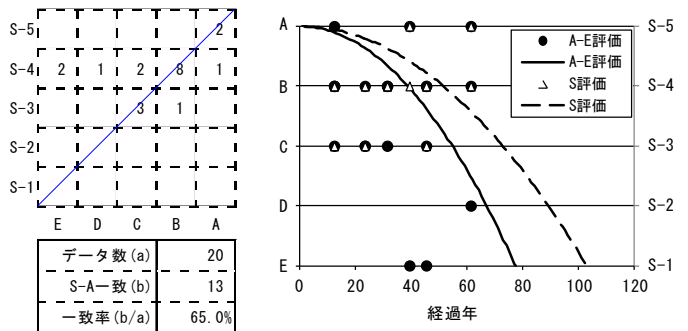


図-4 S評価とA-E評価の関係

4.3.2 健全度指標の改良

適用性評価により明らかとなった試案の課題を踏まえ、健全度指標の改良を行った。主な改良点として、構成部材の劣化に加えて、外部要因による劣化（洗掘

や法面滑りなどの地盤変状) を評価項目に追加した。また、一律的なランクダウンを見直し、水理機能(通水性など)の低下に至る構造機能の低下過程を推定して評価区分を再設定した。表-7(1)~(4)の健全度指標

において、構造物自体の変状の下に外部要因による変状を評価項目に追加しており、表中の矢印で構造機能の低下過程を示している。

表-7(1) 連節ブロック型排水路の健全度指標 (改良案)

健全度ランク		A	B	C	D
内部要因	構造物自体の変状	ブロック	ひび割れ、剥離、損傷など なし	ひび割れ、剥離、損傷あり	
		脱落			ブロック脱落が部分的
	含銅線	発錆 全体的に薄い緻密な錆または斑点状の部分的な浮き錆	全周または全長にわたる浮き錆	断面欠損あり	
外部要因	法面・底面・周辺地盤の変形	なし	局所的/やや変状あり	法面滑り 吸出し 全体的/明らかに変状あり	法面崩壊による断面縮小あり
	水路底面	なし	部分的	縦断方向の50%未満	縦断方向の50%以上

表-7(2) 積ブロック型排水路の健全度指標 (改良案)

健全度ランク		A	B	C	D	
内部要因	構造物自体の変状	ブロック	ひび割れ、剥離、損傷など なし	ブロックのひび割れ、剥離、損傷	ブロックの脱落	
外部要因	構造物自体の変状	側壁	なし	ブロックの傾倒	ブロックの傾倒	ブロックの転倒・法面崩壊
		不同沈下、ブロックの脱落	なし	ブロックの洗下	ブロックの脱落	基礎の不安定化
	水路底面	なし	底面の洗掘	基礎底面以下の洗掘	基礎の不安定化	
	水路背面	なし	ブロック背面土の吸出し	ブロックの脱落	基礎の不安定化	
構造物周辺の変状	地盤変形	抜き上がり、ブロックの脱落	周辺地盤の抜き上がり	ブロックの脱落	背面の不安定化	

表-7(3) コンクリート柵渠型排水路の健全度指標（改良案）

健全度ランク			A	B	C	D
内部要因	構造物自体の変状	柵板	ひび割れ、剥離、損傷など なし	柵板のひび割れ、剥離、損傷	柵板の脱落	脱落箇所からの土砂流出
		H鋼親柱	腐食 H鋼親柱の表面的な腐食	腐食 H鋼親柱のさび層の剥離	腐食 H鋼親柱の腐食による断面欠損	腐食 H鋼親柱の腐食による剛性低下
外部要因	構造物自体の変状	側壁	H鋼親柱の変状 なし		H鋼親柱の変位	H鋼親柱の倒壊 倒壊による土砂流出
		水路底面・背面	洗掘、背面土の吸出し、法面崩壊 なし	洗掘	背面土の吸出し	吸出しの進行 法面崩壊

表-7(4) 鋼矢板型排水路の健全度指標（改良案）

健全度ランク			A	B	C	D
内部要因	構造物自体の変状	鋼矢板	腐食 鋼矢板の表面的な腐食	腐食 鋼矢板のさび層の剥離	腐食 鋼矢板の腐食開孔	腐食 鋼矢板の腐食破断 鋼矢板からの吸出し
		鋼矢板の変位	なし	荷重による変位あり	明らかな変位あり	鋼矢板の剛性低下 鋼矢板の吸出し 鋼矢板の折壊
外部要因	構造物自体の変状	側壁	切梁・腹起こしの変状 なし		たわみあり	法面崩壊 変位増大 座屈あり
		背面土の吸出し、法面崩壊			背面土の吸出し	吸出しの進行 法面崩壊
	水路底面	洗掘、鋼矢板の変位 なし	洗掘による変位あり	明らかな変位あり	変位の増大	

5. まとめ

本研究ではまず北海道内の明渠排水路の既存の機能診断結果を用いて、北海道でよく用いられる形式の排水路の性能低下要因を分析した。その結果、水路底面の変状に伴う侵食・洗掘および法面や側壁の変状に伴う護岸材料の変形や欠損等が特徴的な性能低下要因と考えられた。さらに、各護岸形式の構成部材の劣化に起因する性能低下があることがわかった。

次に、定量的な調査に基づく機能診断手法の開発を

目指し、施設全体の健全度と定量的に調査できる構成部材の劣化度合いの関連性を調査した。すなわち、排水路の護岸形式毎の構成部材の変状に着目して、材料劣化に基づく健全度指標を立案し、その指標による健全度評価と手引きによる施設全体の健全度評価を比較し適用性を検証した。その結果、構成部材によっては双方の劣化の進捗傾向が近いものがあった。それゆえ、施設全体の健全度の低下と類似の低下傾向を示す構成部材を特定すれば、構成部材の健全度評価により、施

設全体の健全度評価が可能となる。さらに、この検証結果を反映させ北海道における大規模畑作地帯に造成された明渠排水路を対象とした機能評価手法の試案を作成した。

続いて、提案した機能診断手法の試案を実際の排水路で用いて健全度を評価し、その適用性評価と運用上の課題抽出を行い、その結果をもとに健全度指標の改良を試みた。主な改良点として、構成部材の劣化に加えて、外部要因による劣化（洗掘や法面滑りなどの地盤変状）を評価項目に追加した。また、一律的なランクダウンを見直し、水理機能（通水性など）の低下に至る構造機能の低下過程を推定して評価区分を再設定した。現地での適用性や運用上の問題点を整理することにより、「明渠排水路の機能診断マニュアル（案）」として取りまとめた。

現在「明渠排水路の機能診断マニュアル（案）」を、排水路に関する機能診断手法に特化した手引書として、活用、普及を図るため、関係機関とその運用のあり方、改良等について調整中である。

本研究を進めるに当たり、北海道開発局から貴重なデータの提供を受けるとともに現地調査では関係自治体にご協力を頂いた。関係各位に深く感謝申し上げます。

参考文献

- 1) 食料・農業・農村基本計画、2010
- 2) 食料・農業・農村政策審議会農業農村振興整備部会技術小委員会：農業水利施設の機能保全の手引き「開水路」、2010年6月
- 3) 佐藤智・金田敏和・中村和正：大規模畑作地帯における排水路の性能低下要因、寒地土木研究所月報、Vol.716、pp.30-35、2013
- 4) 2)と同じ、pp.12、14
- 5) 中村和正・佐藤智・金田敏和・石神暁郎・澤田和男・末永俊雄・林保慎也：北海道の畑作地帯における排水路の性能低下予測に関する一考察、平成24年度農業農村工学会大会講演会講演要旨集、pp.330-331、2012
- 6) 佐藤智・石神暁郎・青山裕俊・渡部浩二・中村和正：北海道の畑作地帯における排水路の材料劣化に着目した機能診断手法の提案、平成25年度農業農村工学会大会講演会講演要旨集、pp.798-799、2013
- 7) 2)と同じ、pp.46、47
- 8) 佐藤智・石神暁郎・高須賀俊之・青山裕俊・渡部浩二・中村和正：北海道の畑作地帯における排水路の機能診断手法に関する一検討、平成26年度農業農村工学会大会講演会 pp.670-671、2014

A STUDY ON THE DIAGNOSIS OF DRAINAGE FUNCTION IN A LARGE-SCALE UPLAND FIELD AREA

Budgeted : Grants for operating expenses General account

Research Period : FY2011-2014

Research Team : Cold-Region Agricultural Development Research Group
(Irrigation and Drainage Facilities)

Author : NAKAMURA Kazumasa

TAKASUKA Toshiyuki

ISHIGAMI Akio

Abstract : Maintaining drainage function is essential for stable agricultural production in cold regions. Diagnosis of drainage functionality should be made in accordance with the national guideline of open canal functionality diagnosis. However, that guideline applies only to the types of canals that are common in Japan. In cases where a diagnosis is necessary to evaluate distinctive deterioration in the drainage canals that are common in large-scale upland field areas of Hokkaido, more appropriate methods need to supplement the national-level evaluation. Therefore, this study aims to establish drainage functionality diagnoses for large-scale upland field areas. The findings from this four-year study are summarized below.

Past diagnoses of functionality for open-ditch drainage canals in Hokkaido were used for analyzing the performance degradation and their factors regarding common revetment-type drainages in Hokkaido which were built by using articulated blocks, laying blocks, steel sheet piles, or concrete frames and slabs. Focusing on the deformed components of these four different kinds of revetment-type open-ditch drainages, the authors designed a material soundness index on the basis of the extent of deterioration, verified the applicability of the index, and drafted a method for evaluating open-ditch drainage functionality. Additionally, the drafted method was used for on-site diagnoses of the functionality of revetment-type open-ditch drainages to evaluate the applicability of the authors' proposal and to identify problems in implementing the proposal. Based on the findings, the soundness index was revised. The functionality evaluation method utilizing the revised soundness index was compiled into a manual on functionality diagnoses of open ditch drainages.

Keywords: Upland farm, drainage facility, maintenance, functional diagnosis

Keywords : upland farm, drainage facility, maintenance, functional diagnosis