鋼製起伏堰（ゴム袋体支持式）の選定と機能について

網走開発建設部　網走農業事務所　工事課　○山田　章
矢部　知幸
上迫　正

国営直轄明渠排水事業「岐阜地区」では、農地への湛水被害を解消するため、ライトコロ川幹線排水路からイワケシ排水路へ分流するための水門設備を建設し、11号排水路との合流後に排水機場から強制的に常呂川に排水することとしている。
イワケシ排水路へ分流する水門設備（ライトコロ川分流堰）の形式の選定にあたっては、ライトコロ川幹線排水路との適合条件や経済性、維持管理性を検討した結果、鋼製起伏堰（ゴム袋体支持式）を採用することとした。
本報は、分流するための水門設備の選定経緯とその機能について報告するものである。

キーワード：水門設備、鋼製起伏堰

1. はじめに

水門設備にはゲート、堰などが考えられるが、その選定にあたっては地形・地質条件・経済性・維持管理性から検討する必要がある。本地区では水門設備を建設するにあたり鋼製起伏堰（ゴム袋体支持式）を採用することとした。本報は、水門設備の選定経緯とその機能について報告する。

2. 地区概要

国営直轄明渠排水事業「岐阜地区」は、網走支庁管内の北見市に位置し、小麦、ビート、馬鈴薯、玉葱、小豆などを中心にした大規模な畑作農業地帯である。

地区内を流下するライトコロ川幹線排水路は、気象の変化や土地利用形態の変化などにより、湛水被害が頻繁に起き、**表－1**のように作物被害が発生しており深刻な問題になっている。

本事業では、**図－1**のように排水機場と排水路と水門設備の整備を行い、強制的に常呂川へ洪水量を排出させることで、湛水被害を解消し、農業経営の安定化を図るものである。

表－1　岐阜地区湛水被害状況

年　度	被害要因	降雨期間	総降雨量（mm）	湛水面積（ha）	農作物被害金額（千円）
平成15年度	台風10号	8/8～8/10	106	19	29,381
平成13年度	台風15号	9/7～9/13	211	455	690,253
平成12年度	大　雨	9/1～9/3	92	16	33,527
平成10年度	大　雨	8/28～9/2	155	380	512,634

図－1　岐阜地区概要図

3.水門設備設置場所の現状

(1)地形・地質状況

本地区内の土地状況は、傾斜3°未満が96%以上でありほぼ平坦に近い地形となっている。また地質状況は、上位より表土（50cm）、中位には有機質粘土土層、下位に砂質土層（N値≦4）が堆積している。

(2)ライトコロ川幹線排水路の現況

堰を設置する箇所のライトコロ川幹線排水路の現況は、底幅1.0m、上幅7.90m、法勾配1:1.5、計画水位2.19m、河

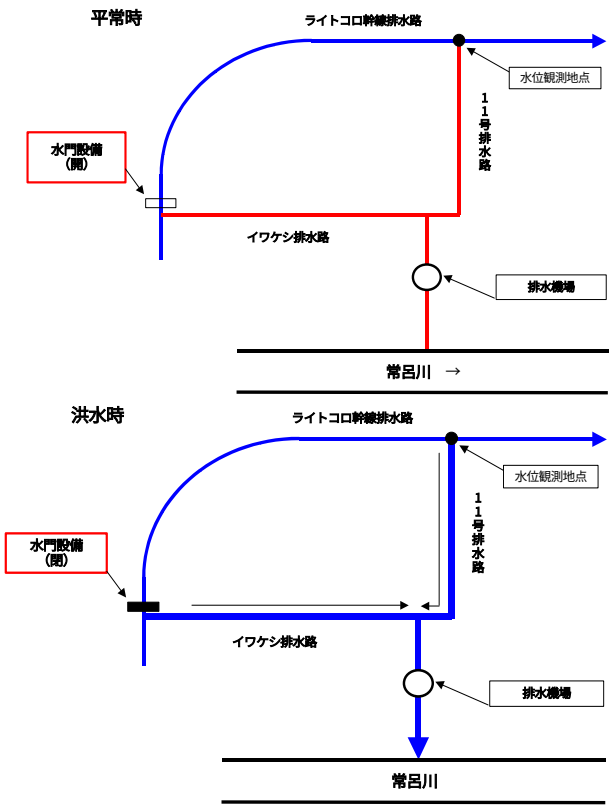
Akira Yamada, Tomoyuki Yabe, Tadashi Kamiseko

床勾配1/10,000である。

(3)ライトコロ川幹線排水路と水門設備の関係

水門設備の役割は**図－2**のように、平常時は操作せずにライトコロ川幹線排水路の流れのままであり、洪水時（1/10確率年時）に操作を行いライトコロ川幹線排水路を堰き止めてイワケシ排水路に洪水量を導くことである。

洪水時（1/10確率年時）における、ライトコロ川幹線排水路の水位観測地点と堰設置地点の水位の関係を**表－2**に表し、水門設備の操作時には、周辺農地での湛水はないことをシミュレーション解析で確認している。



図－2　平常時と洪水時のライトコロ川幹線排水路と水門設備の関係

表－2　水位観測地点と水門設備設置地点の関係

	運転開始水位（閉）	最高内水位（開）	最低耕地面の標高
水位観測地点	EL=1.40m	EL=2.14m	EL=2.15m
水門設備設置地点	EL=1.90m	EL=2.48m	EL=2.77m

4.水門設備の選定

(1)水門設備の分類[1) 2) 3)]

水門設備の分類については、「ダム・堰基準」「構造令」により下記のとおり分類されており、本地区の場合は、洪水時にライトコロ川幹線排水路からイワケシ排水路に水流を変えることを目的とするため、「洪水吐ゲート」となる。

洪水吐ゲートには、ラジアルゲート・ローリングゲート・ローラゲート・ゴム引布製起伏ゲート・鋼製起伏ゲート・鋼製起伏堰（ゴム袋体支持式）がある。

(2)水門設備の種類と選定理由[1) 2) 3) 4)]

水門設備の中でラジアルゲートは使用目的が異なり、ローリングゲートは、ゲートの重量が重く現地の地質条件に合致しないため、今回選定の対象としなかった。

水門設備の候補は、ローラゲート、ゴム引布製起伏ゲート、鋼製起伏ゲート、鋼製起伏堰（ゴム袋体支持式）が考えられる。ローラゲートの選定については、構造上堰柱が必要となり、この堰柱の規定は、径間長が15m以上または河川計画流量の4分の1を阻害しない断面にしなければならない。検討の結果、径間長が13.9mとなり、現況の河川断面の改修が生じることになり工事費が増加し、ローラゲートは現場条件と合致しない。そのため、ローラゲート以外の3種類のゲートについて**表－3**で比較検討を行った。

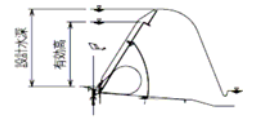
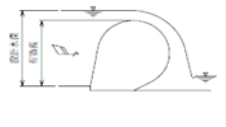
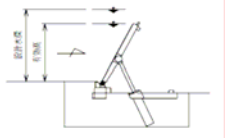
ゴム引布製起伏ゲートは、構造がゴム袋体のため単純であり維持管理は容易である。また、堰の重量も軽く地質条件と合致している。ゲート設置による河床落差も小さくライトコロ川幹線排水路の縦断形状と合致する。しかし、転倒時にゴム袋体の高さが均一でなくなり一点だけが極端につぶれるVノッチ現象を起こすことで転倒障害が生じることがある。本地区では、1/10確率年の最高内水位に達すると堰を転倒させる必要がある。この時に、Vノッチ現象を起こすと転倒障害に繋がるおそれがあるので、現場条件に適合しない。

鋼製起伏ゲートは、扉体重量が重く製作費や起伏装置で工事費が大きくなり、現場の地質条件に合致しない。ゲート設置には、河床落差が大きく必要であり、ライトコロ川幹線排水路は緩勾配なため建設が困難である。

鋼製起伏堰（ゴム袋体支持式）は、扉体とゴム袋体による単純な構造であり、洪水時の操作も容易で維持管理性も良い。堰建設のための河床落差も小さく、堰本体の重量も軽く地形及びライトコロ川幹線排水路の現場に合致した堰である。転倒時は、扉体の下にゴム袋体が収納されて、河川環境にも配慮した堰である。倒伏時のVノッチ現象は、ゴム袋体が扉体によって保護されているので発生しない。

この結果、ライトコロ川分流堰では、鋼製起伏堰（ゴム袋体支持式）が現場条件に適合していると考え選定した。

表－3　水門設備の選定表[1) 2) 3) 4)]

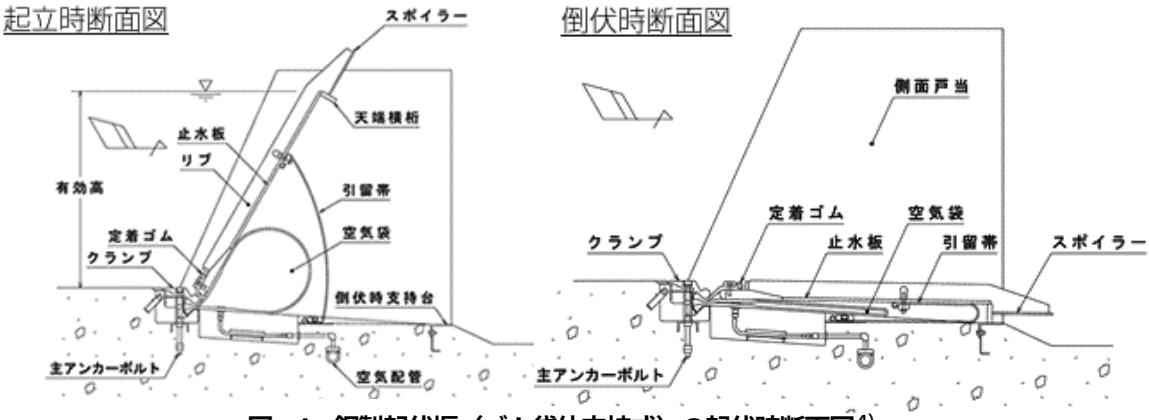
ゲートの種類	鋼製起伏堰（ゴム袋体支持式）	ゴム引布製起伏ゲート	鋼製起伏ゲート
構造図・写真			
構造	河床に繁留した扉体を下流側根元のゴム引布製空気袋で支持し、空気袋の膨張・圧縮により起立・倒伏を行う。	ゴム引布製の袋体内に空気を圧入、排出して膨張・収縮させ起立・倒伏を行う。	扉体下部に取付けた油圧シリンダで支持し、油圧シリンダを伸縮させて起立・倒伏を行う。 ゲート設置には、油圧シリンダーの固定するため河床落差が大きく必要である。
操作性	起立操作は、空気圧縮機により空気袋を膨張させる。 倒伏操作は、排気弁を開き空気袋をを収縮させる。駆動動力は、不要。	起立操作は、ブローにより空気袋を膨張させる。 倒伏操作は、排気弁を開き空気袋をを収縮させる。駆動動力は、不要。	起立操作は、油圧ポンプでシリンダをを膨張させる。 倒伏操作は、排油弁を開く。駆動動力は、不要。
水位制御	基礎面と扉体に固定された定着ゴムによる下部の止水性は良好である。 扉体を任意の起立姿勢に保持でき水位制御が容易である。	基礎面に固定された袋体の止水性は良好である。 倒伏時にVノッチ現象が発生すると、水位制御が難しい。	水密ゴムにより、止水線を形成し止水性は良好である。 扉体を任意の起立姿勢に保持でき水位制御が容易である。
耐用年数	30～50年 袋体は、30年程度 水密ゴムの交換は、15年程度	30年 袋体は、30年程度	30～50年 水密ゴムの交換は、15年程度
輸送・据付	ユニット化されているので、寸法・重量とも分割できるので輸送・据付とも容易である。	大きいものは、輸送・据付に重機が必要。	扉体は、寸法・重量とも大きく輸送・据付とも大型車両やクレーンが必要である。
経済性	上下部工とも荷重が集中しない構造のため、設備が簡略化され経済的である。	上部工は、袋体が大きくなる程工事費が大きくなる。 鋼製起伏堰（ゴム袋体支持式）より高い。	起伏装置・下部工が割高であり経済性に劣る。
判定	◎	△	×

5.鋼製起伏堰（ゴム袋体支持式）の機能

(1)堰の特徴[2) 3) 4)]

鋼製起伏堰（ゴム袋体支持式）は、鋼製の扉体を有し、ゴム袋体の膨張・伸縮により扉体を起伏するゲート形式である**（図－3・4参照）**。このような形状なため、油圧シリンダー式等の鋼製起伏ゲートとゴム引布製起伏ゲートとの中間的な特性を有している。上部工、下部工、操作設備で構成され、上部工は、扉体、袋体、定着部、水密ゴム、扉体留具等から、下部工は、床版、側壁等から構成されている。また、操作設備については、給排気管を含む起伏装置、管理施設等からなる。鋼製の扉体は、転石や流木による空気袋の破損を保護している。

図－3　鋼製起伏堰（ゴム袋体支持式）の写真[4)]



図－4　鋼製起伏堰（ゴム袋体支持式）の起伏時断面図[4)]

扉体と袋体の組合せによるユニット構造で、堰柱を設けず堰幅拡張が可能（過去の国内実績幅36.9m）である。扉体にかかる荷重は、堰幅全体で分散支持できるので基礎部への負担が小さい。

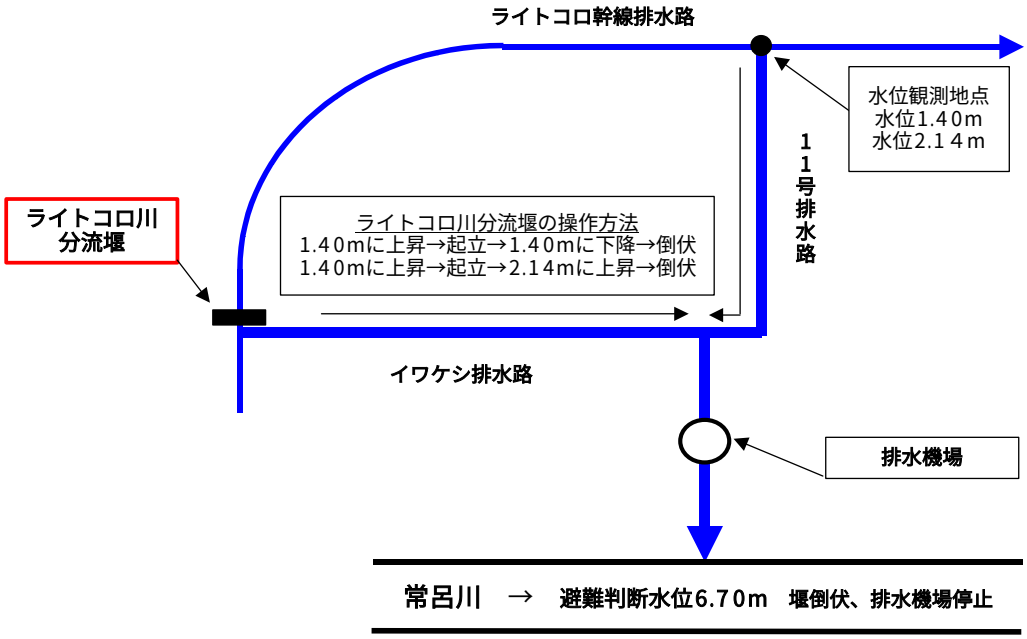
(2)堰の操作・機能

ライトコロ川幹線排水路と11号排水路の合流地点付近の農地が最低耕地面（2.15m）であり、合流地点を水位観測地点とした。**表－4**のように、観測地点の水位が運転開始水位1.40mに到達すると堰を起立させ排水機場の運転を開始し常呂川に強制排出を行う（**図－5参照**）。排水機場の運転中に観測地点の水位が1.40m迄下降した場合と水位が計画洪水時における最高内水位2.14mに達した場合堰を転倒するが、排水路内の排水を排出するので排水機場は運転したままである。常呂川が6.70m避難判断水位に達した場合は排水機場の運転を停止する（**図－6参照**）。

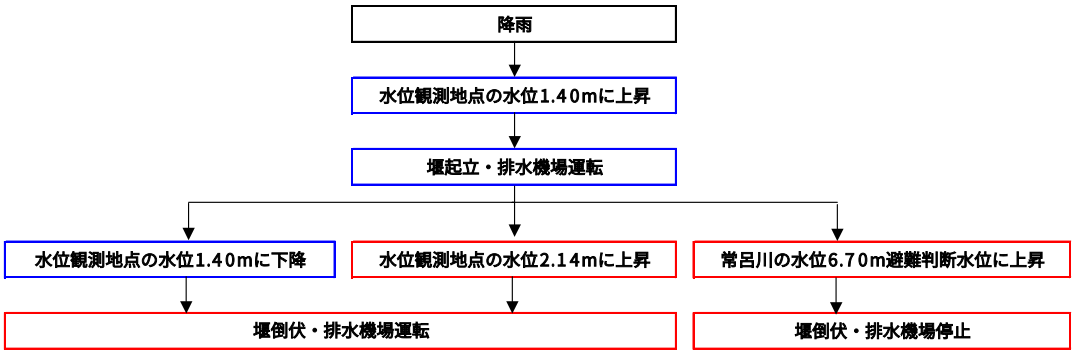
起立操作は、コンプレッサーの起動と弁操作のみであり、操作手順は単純で動作の信頼性は高い。倒伏操作は、排気弁を開けるのみの容易な操作である[2)]。起立時間について、急激な水位変化を伴わないように30分程度に決定した。シミュレーション解析から、1時間当り水位上昇が20cm程度との結果が得られている。堰の起立は、水位観測地点の水位が1.40mになったときに行われ、同時に排水機場の運転が開始される。この時の堰設置地点の水位1.90mであり、周辺農地の地盤高は（EL=2.77m）

表－4　堰と排水機場の操作水位

平常時	堰	排水機場
ライトコロ川幹線排水路 運転開始水位EL=1.40m	起立	運転
ライトコロ川幹線排水路 最高内水位EL=2.14m	倒伏	運転
常呂川 避難判断水位EL=6.70m	倒伏	停止



図－5　岐阜地区洪水時の操作態勢



図－6　ライトコロ川分流堰の操作方法

に対し、十分な余裕があるため、急激な水位変化を起こさない起立時間30分に決定した。

6.おわりに

鋼製起伏堰（ゴム袋体支持式）の国内施工実績は、50例程あるが、北海道では初めての建設であり、冬期の凍結が経年変化にどのように影響を与えるか観察していきたい。今回設置するライトコロ川分流堰の堰高は2.6mであり、国内実績の堰高3mの範囲内であるが、堰高3.0mを超える場合は、機能や構造等について十分検討を行った上で採用することが望ましい。

岐阜地区では、供用開始後、大雨や洪水時に今回整備した堰、排水路、排水機場が機能することでライトコロ川幹線排水路周辺農地の湛水被害を解消し、農業経営の安定が図られ、事業の目的が達成できると考える。

謝辞：本報告を行うにあたり、サン技術コンサルタント（株）ならびに（株）笛吹技研にご協力を頂きました。未筆ながら、関係者の皆様に対して深く感謝いたします。

参考文献

1）　財団法人　国土開発技術研究センター（H12）：改訂　解説・河川管理施設等構造令
2）　SR堰技術検討会（H19）：鋼製起伏堰（ゴム袋体支持式）設計指針（1次案　増補版）　－特性を踏まえた設計の考え方を中心に－
3）　北海道建設部土木局河川課（H18）：河川事業実務要領・設計要領
4）　株式会社笛吹技研HP：http://fuefuki-giken.com/

Akira Yamada, Tomoyuki Yabe, Tadashi Kamiseko