

国営農地再編整備事業 妹背牛地区における「地下水制御システム」の概要

札幌開発建設部 深川農業開発事業所 ○加藤 拓
今野 浩二
今野 秀一

国営農地再編整備事業妹背牛地区は、水稻を中心に小麦、豆類等の土地利用型の経営を行っている地域であり、本事業により圃場の大区画化が図られることを契機に、多様な作物に効果的な地下水制御システムを導入している。

地下水制御システムは、暗渠排水管を利用した地下かんがいや暗渠排水管の長寿命化を目的として用水によるフラッシング機能を取り入れた施設である。

本報では、この地下水制御システムの概要及び設計手法について報告するものである。

キーワード：フラッシング、暗渠排水、地下かんがい

1. 地区概要

本地区は、北海道空知支庁管内雨竜郡妹背牛町に位置し、石狩川支流の雨竜川の左岸に拓けた水田地帯である。

本地区は、既耕地を再編整備する区画整理 997 ha と水田の地目変換による農地造成 5 ha を一体的に施工し、生産性の高い基盤の形成と土地利用の整序化を通じ、農業経営の合理化と効率的な土地利用を図り、農業の振興を基幹とした本地域の活性化に資することを目的としている。

本地区の大きな特徴は、将来を見据えて農地集積することを事業の最大目標と定め、1 耕区 2.2 ha の大区画圃場を形成することである。また、圃場内の用排水路が土中に埋設されることから、附帯施設等が地上に現れることがなく、農地の有効利用を図ることが出来ることも特徴である。



図-1 妹背牛地区 位置図

2. 地区の営農概要

妹背牛町の農業は、水稻を主体とする平均経営規模 1 2ha/戸(1 耕区 0.5ha 程度)の稲作複合経営が展開されており、平成 15 年から妹背牛町米穀乾燥調整貯蔵施設を操業して米の品質向上を図っている。同時に畦畔へのハーブの植栽に取り組み、ハーブによる雑草の抑制や防虫効果を用いた減農薬栽培が推進されている。

この結果、平成17年産・平成18年産の北海道米のガイドラインランキングでは最高位の7ランクとなり、道内屈指の優良水稻生産地帯として認められている。しかし、近年の稲作を取り巻く情勢悪化から、花きや野菜などの高収益作物を導入した経営も広がってきている。

3. 地下水制御システム導入の背景と目的

1) 水稻、小麦、豆類を核とする水稻複合農業で経営を安定させるためには、品種改良や栽培技術の確立と、農地集団化を伴った区画拡大による大型機械化農業体系や水稻栽培時における水管理の省力化・適正化を図り、農作業時間の短縮・低コスト化とともに、均質でかんがい排水条件の整備された生産基盤を整備し、各作物の高品質化と収量安定化を追求する必要がある。

2) 従来までの圃場整備事業は、田畑輪換を進めるために透水性が悪く湛水被害のある圃場には排水路や暗渠排水を整備することで近代化農業の推進に大きな役割を果たしてきた。しかし、現状では汎用化が図られたにも拘わらず、未だに田畑輪換が定着しておらず、転換畑でかんがい用水を利用するという観念が不足していた。畑作

ブロックに用水を送水しない地区は多いが、畝間かんがいを実践している農家が高品質と安定多収を実現している状況からも、畑作利用時のかんがい用水補給の重要性がうかがえる。

3) 水田の排水改善対策としての暗渠排水は、作業性が改善されることによって、大型農業機械の導入が容易となり、大規模経営への展開が可能となる。

さらに、暗渠排水管を利用した地下かんがいによる用水補給は、圃場全体に対して均一に水分補給を行うことができるため、直播栽培において効果的である。

また、このシステムは用・排水ユニットをパイプライン化することにより用水管理の省力化・合理化が期待される。

4) 田畑輪換の最大の課題は湿害対策であるが、地下水位を低下させすぎると逆に干ばつになることもある。しかし、地下かんがいは、各作物の生育期別に必要な地下水位を設定することで暗渠排水機能の維持に必要な管理と地下水位調節が可能となり、かんがい用水を利用した給排水操作により暗渠機能の維持保全も容易に行えるこ

とになる。

5) 暗渠排水を活用した用・排水管理及び暗渠機能保全を担う地下水制御システムの導入は、これまでの水稻を中心とした経営から、畑作を取り入れた新たな作物の導入等を積極的に行っており、地区の営農条件に適合した用・排水整備水準を向上させることを目的とする。

4. システムの概要

本システムは、従来開水路であった用・排水路を圃場整備に合わせてパイプライン化すると同時に、各耕区毎に取水と水位調整を行える水口(管理ユニット)を設置し用・排水路と連結させることで、幹線用水路および幹線排水路と各水田間の水頭差を利用し、自然圧で水田への給水・排水・水位管理等を行うことができ、水管理作業の効率化及び高水準の水位管理が可能となる比較的安価なシステムである。用・排水の複合利用により、暗渠の機能維持・保全にも有効であり、施設の長寿命化にも貢献する。

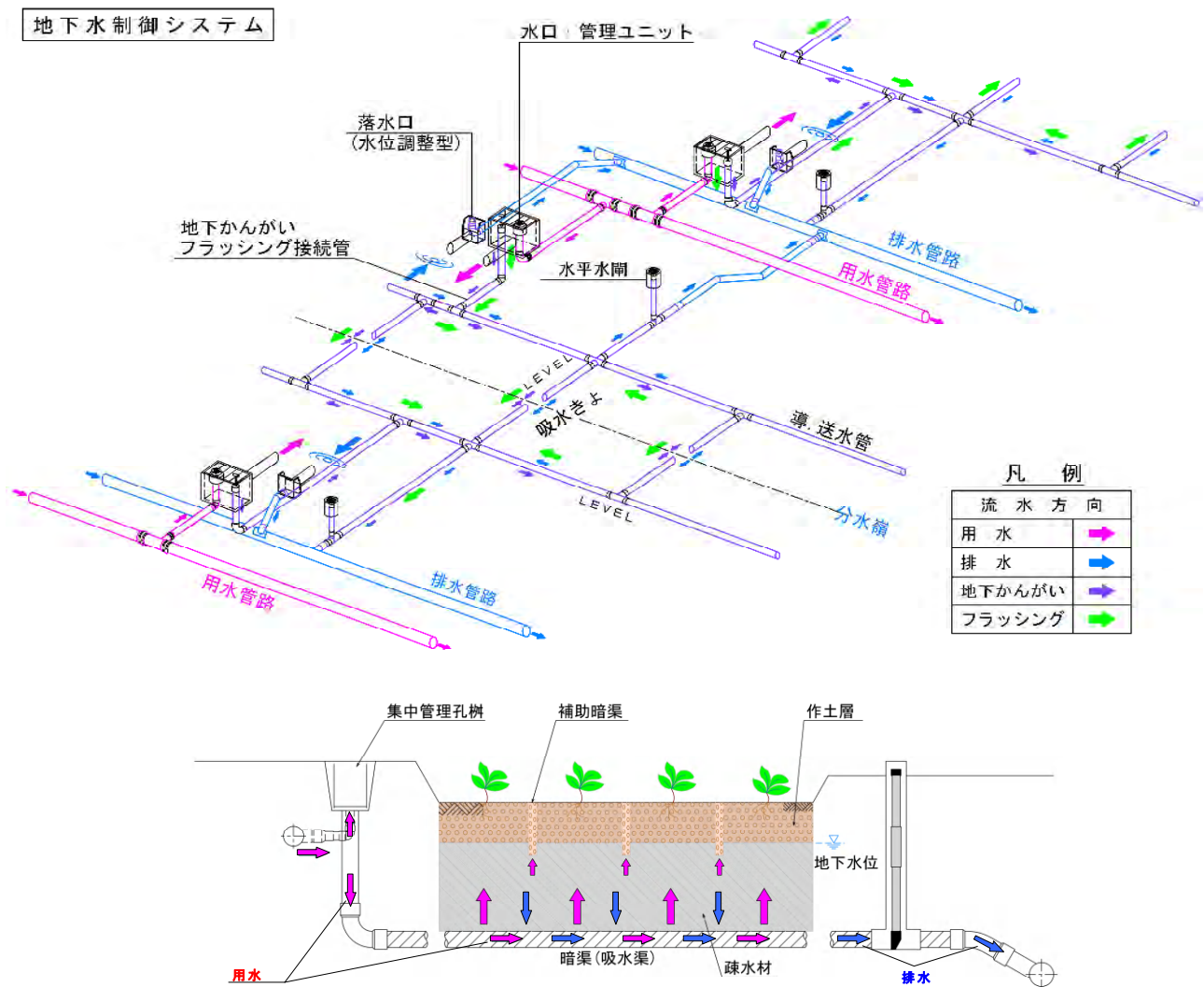


図-2 地下水制御システム

従来の暗渠は、管内の土砂・水あかを流し出す方法として、管出口から洗浄したり、吸水渠に各々管理孔を設けて用水路等から直接接続し、通水により管理作業を行っていた。また、設置してから15年に1回程度の更新を行ってきたのが現状である。しかし、このシステムは、水こうを閉じて管内に水を貯めてから水こうを開け、急激に水を流し出す作業を年に数回行うことで、維持管理が容易で暗渠機能を持続させることが可能である。フラッシング(洗浄)は、水こうを数回急激に開閉し、水の流れに衝撃を与えると効果的である。このように、暗渠施設の機能保全対策の実施は、施設の有効活用や長寿命化を図り、ライフサイクルコストを低減し、施設の機能を保全する営みを合理化、効率化するものであり、これまで建設、管理、更新とそれぞれ個別に対処してきた内容について、総合的かつ長期的視点に立って考えた施設である。

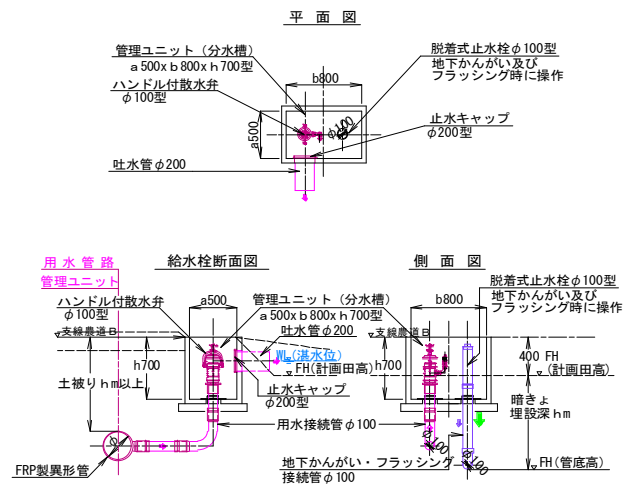


図-3 管理ユニット

6. 田・畑利用のメリット

1) 田利用

田利用時のメリットは以下のことが挙げられる。

①無代掻き移植や乾田直播が可能となる。地下かんがいを実施した場合は、無代掻きにより土壌が還元状態になりにくいことから中干しが不要となり、生育期間中湛水を続けることにより冷害を回避できる。乾田直播時では種モミの浮上を防止するため地下かんがいは効果的であると考えられる。

②従来方式では、中干し時に落水した場合、排水路側は過乾燥、用水路側は湿潤な状態となるが、地下かんがいによって地下水位を一定に保つことで水田全体が均一に乾く。

③中干し後に水を入れると、過乾燥状態で急激に湛水するため、稲の根は酸素不足となり根腐れを起こす。そこで、間断かんがいが行われているが、これは多くの用水ロスと労力を必要とする。また、一旦過乾燥状態になった水田は、亀裂等により漏水も多くなり、極端に水の使用量が増加するのみならず、肥料や農薬が外に流出して環境汚染を引き起こす恐れがある。そこで、地下かんがいによって水位を一定に保てば、田面には水が無くとも根に酸素を供給しながら生育に必要な水が供給される。

また、用水側に設置する管理ユニットからも田面排水ができるため、排水の迅速化が図れる。

2) 畑利用

畑利用時のメリットは以下のことが挙げられる。

①湿害と干ばつを回避でき、作物の安定した生産が図れる。

②転作を続けると畦畔や下層土に亀裂が入り、水田に戻したときには水持ちが悪くなるが、地下かんがいを行うことにより水田としての機能が持続する。

③水田を乾燥させ過ぎると、有機物分解が進行し地力が極端に低下するが、地下かんがいを行うことで地力維持

5. システムの特徴及び効果

1) 水管理作業時間の軽減

水田への給水・排水・水位設定が農道側(同じ場所)で集中して行えるため、水管理の操作の的確性と省力化が図れる。

2) 水資源の有効利用

用・排水路のパイプライン化により、水田の水位設定が確実で無効放流が少なく、水の水頭損失や水路からの漏水も少なくなり、水の有効利用が図れる。

3) 圃場の不陸抑制(地下水位の均一)

泥炭層の乾燥と分解に起因した圃場の不陸に対して、地下水位を均一に保ち、泥炭層の不同沈下が抑止される。

4) 作物生育に適した地下水位の設定

水稻や畑作物には各々の生育期に合わせた適正な水管理が容易となり、水稻直播栽培にはより有効である。特に畑作物は、降雨時の過湿被害を避けるための速やかな表面排水や、適正な地下水位の維持が可能となり、発芽揃いや発芽率の向上が図れる。

5) 環境保全に役立つ

地下かんがいによって水位を一定に保つことにより水田の漏水が少なくなるため、肥料や農薬の使用量を減らすことが可能である。また、排水を少なく出来るので、環境保全が図れる。

が可能となる。

④水田において、畑作物を連作すると畑雑草が繁茂するとともに、病気や害虫被害、連作障害等が発生するが、田畑輪換によってこれらが回避され、畑地よりも理想的な畑作が行える。

⑤用水側に設置する管理ユニットからも排水ができることから、迅速な排水が行える。

⑥地表かんがいを行うと、畑作に必要な土壌の団粒構造を壊す恐れがあり、また、播種、定植時における種子や苗の流亡、スプリンクラーかんがいでおこりがちな飛散土粒子や菌の付着が発生するが、地下かんがいによってこれらを回避できる。

7. 暗渠排水の水利検証

1) 暗渠排水配線モデル

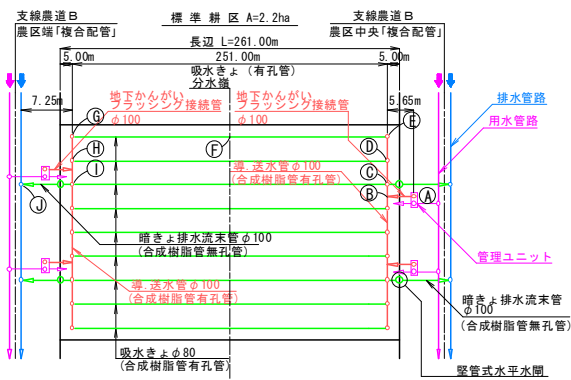


図-4 暗渠排水配線モデル

2) 水位差の設定

本地区は泥炭土壌が主であり、浅層化による不同沈下の予防の観点から、暗渠管内は充水とすることを標準とし、排水時における最大水位差は、計画田高と計画地下水位の差を 0.60m として規定する。なお、堆砂を起こさない最小流速 $V=0.50\text{m/s}$ を目標値として検証する。

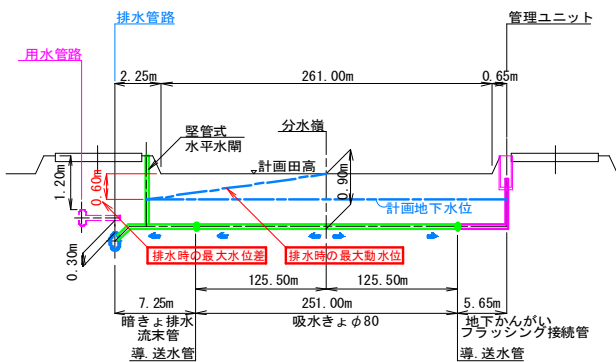


図-5 水位差

3) 排水時の水利計算結果

表-1 水利計算結果一覧表

導水管	流速規定 (m/s)						水頭規定 (m)		
	吸水きよφ80			導水管			水頭規定		
	計算値	規定値	判定	計算値	規定値	判定	計算値	規定値	判定
φ80	0.11	< 0.5	NG	0.11 ~ 0.26	< 0.5	NG	0.16	< 0.60	OK
φ100	0.11	< 0.5	NG	0.07 ~ 0.17	< 0.5	NG	0.08	< 0.60	OK
φ125	0.11	< 0.5	NG	0.05 ~ 0.11	< 0.5	NG	0.08	< 0.60	OK

水利計算の結果、水頭規定では、いずれの管径においても必要水頭は最大値である 0.60m 以内となり、計画排水量 50mm/日 が排水可能である。

しかし、流速規定では、すべて許容流速 $V=0.50\text{m/s}$ を下回るため、土砂の堆積が懸念される。(表-1)

したがって、維持管理が行えるよう用水と接続させ、フラッシング(洗浄)することを標準とする。

8. フラッシング時の水利検証

1) フラッシングモデル

a) 片側水こう開放

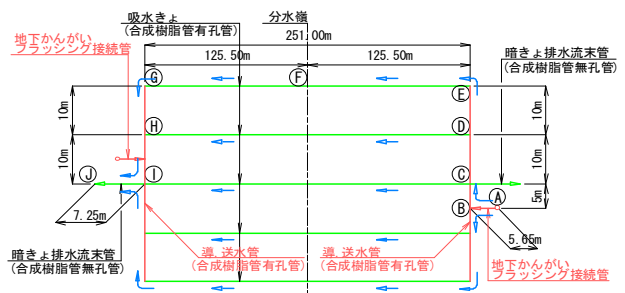


図-6 フラッシングモデル(片側)

b) 両側水こう開放

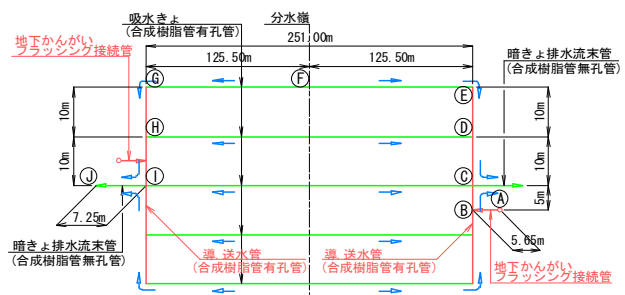


図-7 フラッシングモデル(両側)

c) 検証ケース

以下の6ケースにより水利計算を行い検証する。ケース1、2、3は最遠ルート「A~J」とし、ケース4、5、6は「F~J」で検証する。

- ケース 1：片側水こう開放(導.送水管 φ80)
- ケース 2： // (導.送水管 φ100)
- ケース 3： // (導.送水管 φ125)
- ケース 4：両側水こう開放(導.送水管 φ80)
- ケース 5： // (導.送水管 φ100)
- ケース 6： // (導.送水管 φ125)

d) 水位差の検証

暗渠流末の水位は、用排水管路の土被り、縦断勾配、管径、管内水深により異なるため、標準管径と埋設深から設定する。

排水管内の水位は Q55%流量時においても管中心以下であることから、計画田高から排水管路中心までの高さ 1.50m を水位差として設定する。

なお、フラッシングにおける流速は、暗渠土砂掃流実験(平成 20 年度 国営農地再編整備事業妹背牛地区 拓殖工区区画整理設計等業務)では、土砂がほぼ掃流された流速は $V=0.60\text{m/s}$ であった。

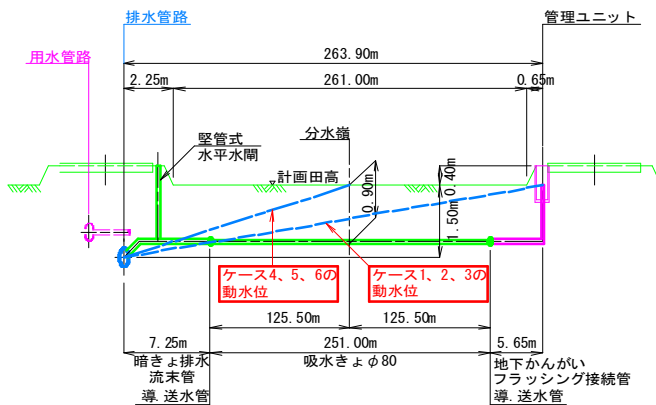


図-8 動水位

e) 結果

水理検証の結果、フラッシング時の実験結果である流速 $V=0.60\text{m/s}$ に近いケース 5：両側水こう開放(導.送水管 φ100)を採用する。(表-2)

片側水こうのみを開放したケース 1~3 においては、土砂堆積をおこさない最小流速 $V_{\text{min}}=0.50\text{m/s}$ を確保することが出来ず、フラッシングによる洗浄効果が低いと考えられる。

したがって、代かき作業後等、水田に水を湛水した時点で、一度両側水こうを開放することが望ましい。

表-2 フラッシング時の水理検証結果一覧表

検証ケース	平均流速(m/s)			判定
	吸水きょ ①	導.送水管 ②	平均流速 (①+②)÷2	
ケース1: 片側水こう開放ケース (導.送水管 φ80)	0.28	0.28 ~ 0.84 平均 0.56	0.42	
ケース2: 片側水こう開放ケース (導.送水管 φ100)	0.38	0.24 ~ 0.73 平均 0.49	0.44	
ケース3: 片側水こう開放ケース (導.送水管 φ125)	0.44	0.18 ~ 0.54 平均 0.36	0.40	
ケース4: 両側水こう開放ケース (導.送水管 φ80)	0.40	0.40 ~ 0.80 平均 0.60	0.50	
ケース5: 両側水こう開放ケース (導.送水管 φ100)	0.54	0.34 ~ 0.69 平均 0.52	0.53	採用
ケース6: 両側水こう開放ケース (導.送水管 φ125)	0.62	0.25 ~ 0.51 平均 0.38	0.50	

9. 今後のさらなる向上にむけて

地下水制御システムは、暗渠排水のフラッシング機能を設計段階から取り入れ、長寿命化によるライフサイクルコストの低減を目的とした施設である。

しかし、管内土砂の堆積状況を定量的に判断することや、維持管理費の把握が極めて難しいのが課題である。

- 1) 今後、施工現場での実践とデータの蓄積を踏まえた追跡調査を行い、適正な維持管理手法を構築していくとともに、さらなる精度向上、技術革新を行うことが重要である。
- 2) 施設の機能保全計画を策定し、これを日常的に管理、運用していく仕組みを構築する必要がある。
- 3) 地下かんがい可能な施設であることから、より均等に充水させるための「補助暗渠」を施すことが重要になる。

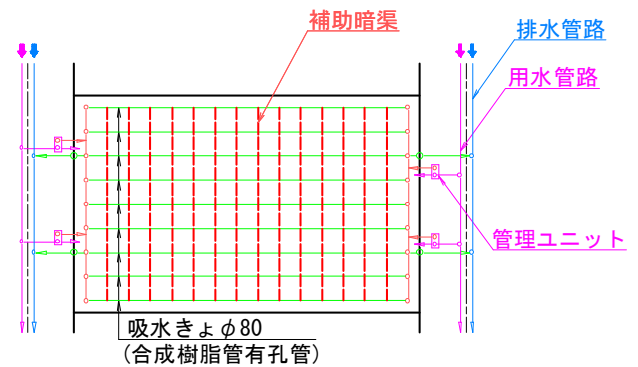


図-9 補助暗渠

謝辞：最後に、大区画圃場を計画し妹背牛地区を樹立させた、もせうし町土地改良センター、妹背牛町役場、期成会役員、地元関係者の方々に敬意を表します。