

第 8 章 農地排水等の対策手法検討結果

8.1 農地排水対策案の検討結果

(1) 対策の種類

(※「平成 13 年度干潟排水対策調査検討業務」 報告書 P. 404 より抜粋)

背後地からの排水は、一時的に堤防内の潮遊池、水路に貯留した後、干潮時に排水樋門から滞筋を通り干潟域へと自然に排水されている。しかし、対象海域のように排水樋門前面の干潟が発達することにより、排水樋門下流域の滞筋に泥土が堆積し、自然排水能力の低下や排水樋門閉塞による排水不良を起こしている。

泥質干潟域の排水不良は、干潟が発達していくため、排水樋門から地区内排水を掃流する河道、海域までの滞筋が長い地区で顕在化しており、その原因は、浮泥の沈降堆積により滞筋が閉塞し、滞筋の掃流効果を低下させていくことにある。干潟排水対策の課題は、堤防前面における堆積浮泥をフラッシュさせ、滞筋を正常に維持管理することができる効果を示す対策を検討することにある。平成 10 年 3 月「干潟（泥干潟）排水対策技術検討資料」では、表 8-1 に示すように①水門操作によるフラッシュ、②機械排水と自然排水兼用の排水樋門、③導流堤の設置の 3 対策案が提案されている。また、先の委員会に対策の事例として示した①滞筋内に堆積した浮泥をスクリーにより巻き上げる浚渫対策、②地区内に貯水した排水を排水樋門より一気に滞筋に排水するフラッシュ対策、③浚渫及び④機械排水（ポンプの併用）等が排水対策として実施されている。

表 8-1 排水対策の種類と内容

対策種類	対 策 内 容
水門操作による フラッシュ対策	堤内または堤外に調整池を築造して、上げ潮時に海水を流入させる。干潮時に水門を開扉することにより、滞に堆積した潟土を水流により一気に押し流してフラッシュする対策である。堤内に調整池を設ける案と、干潟の発達した堤外に締め切り堤防を築造することが可能であれば、堤外調整池案が考えられる。
機械排水と自然排水 兼用の樋門案	排水樋門に排水機場の吐出樋管を接続して、ポンプによる汲み上げによりフラッシュを行い、滞筋維持を行う対策である。排水樋門の近くに排水機場が設置されている場合は、改修工事を行うことが考えられる。一方、多くの排水樋門においてこの対策を考える場合には、排水機場の新設計画が存在する地区に限定した対策と考えられる。
導流堤	導流堤には、えんがん漂砂を阻止する防砂堤的な機能と滞筋を安定させ掃流力を増して水深を維持する機能があり、主に砂干潟における開講閉塞防止対策として使われる。 一方、泥干潟の発達している湾奥部においては、基礎地盤が軟弱なこと、滞筋が長いこと導流堤の延長が長くなること、常時の流量が少ないため沈降・堆積する量が多いことから、導流堤では効果が得られにくいと考える。

※平成 10 年 3 月 「干潟（泥干潟）排水対策技術検討資料」より抜粋

また、八代海湾奥部は干潟に面した滞に属し、泥質干潟域における干潟排水対策を表 8-2 のように整理されている。

表 8-2 泥質干潟域における滞特性と最適な干潟排水対策

滞の位置		河口に隣接		干潟に面する	
滞形状	勾配	急	1/1,000以上	緩	1/1,000以下
	滞長	短	250m未満	長	1,000m以上
	滞幅	狭	20m未満	広	50m程度
滞の水理特性	堆積浮泥の再浮上(せん断応力の大きさ)	大	平均流速が15cm/s以上	小～中	平均流速が15cm/s未満
	浮遊浮泥の運搬除去(帰流力大きさ)	大	粘土層の含水比が低い(粘土層最上部で100～190%)	小～中	粘土層の含水比が高い(粘土層最上部で180～270%)
	高濃度浮泥層の形成(軟弱粘土地盤の形成)	小	主要濃度帯が10,000度以下	大	主要濃度帯が10,000度～60,000度以上
滞の地形変化特性		①	樋門敷高が低い(E.L.-3m)場合には、全ての海底勾配で堆積傾向にある。		
		②	海底勾配が1/1,000の場合には、全ての樋門敷高(E.L.-1～-3m)で堆積傾向にある。		
		③	樋門敷高(E.L.-1～-2m)の場合には、敷高-1mで樋門前面100～200m、-2mで樋門前面400mまでが堆積傾向にある。		
最適な干潟排水対策	フラッシュ対策	◎	現状で実施されている対策であり、一次元モデルでも効果を確認した。	◎	一次元モデルでは、小潮期の干潮時前、大潮期の下げ潮最強時～干潮時前に効果を発揮する。また、フラッシュ効果は、大潮期で大きいいため、大潮期での対策実施が有効である。
	スクリー・浚渫対策	○	滞が河口部の堤防前面に位置するために、対策実施が難しいが、陸上よりの浚渫工法との組み合わせにより、効果が期待できる。	○	滞が航路等して用いられているケースが多いが、日常的に実施することが有効である。しかし、効果は、フラッシュ対策に比べて小さい。
	潜堤	×	滞が河口部の堤防前面に位置するために、対策実施が難しい。	△	効果としては、高濃度浮泥層の進入防止、滞の帰流効果、浮泥の再浮上などに有効であるが、工事費が高い。
	耕耘対策	×	滞が河口部の堤防前面に位置するために、対策実施が難しい。	○	船舶等で曳航する対策であり、いつでも手軽に実施可能である利点がある。効果としては、圧密粘土の軟泥・帰流化があげられ、フラッシュ対策の補助対策として有効である。
	浚渫・作滞工	△	陸上よりの浚渫により、堆積浮泥を除去し、樋門前面の閉塞を解消する有効な対策である。但し、浚渫土の処分が困難であることと維持管理には、周期的な実施が必要となる。	×	船舶等を用いた浚渫により、滞内の堆積浮泥除去、新たな滞の造成を実施し、滞の帰流効果を高める有効な対策である。しかし、工事費が高く、浚渫土の処分が困難であるとともに、帰流効果の継続的維持には、フラッシュ対策、スクリー・浚渫、耕耘対策などを組み合わせる必要がある。

さらに、4省庁合同の八代海北部海域に対する共通認識及び目指す姿に示されている特徴「不知火干拓の特殊な地形」「干潟地盤の上昇 滞の消失(湾奥部)」から直接的に引き起こされる問題点として「後背地からの排水機能低下」が挙げられている。

これらの過去の検討結果や問題点、さらには平成17年から平成19年に延長約千メートルの浚渫工事を終えた湾奥部の豊川地区の現状を踏まえ、対策案を次に示す。

(2) 対策(案)

案1：滞の浚渫(現状施設相当)

排水樋門から海面へ内水域の排水ができなければ農地のみならず、宅地、道路、その他公共の施設へ甚大な被害を及ぼす。そのために、必要最小限の対策として滞の排水機能を回復させるために浚渫を行わなければならない。案1の問題点として、①浚渫工事直後は、十分な滞の排水断面があるが、浮泥堆積のメカニズムで示したように、潮汐による浮泥の巻き上げ、沈降、圧密沈下の繰り返しにより、わりと短い期間で滞の断面が縮小する。(現象：約2年半前に浚渫した5号樋門の滞断面が目視で半分以下になっている。想定：5号樋門は浚渫後、樋門が電動化されていなかったこともあり、フラッシング管理を昨年まで行っていなかった。フラッシング管理をしない場合、5年に1回程度より短い間隔で滞の浚渫が必要な可能性がある。)

案2：滞の浚渫(4号樋門付近のみ)

豊川地区の樋門は1号から5号まで5箇所に分かれているが、すべて滞を不知火干拓沖合の水深のある大きな滞まで浚渫を行った場合、案1のように延長が約2.5kmあるが、案2のように1つの樋門だけ浚渫をする場合、延長が2.0kmと約500m短くなる。つまり、浚渫の工事費用が単純に2割程度軽減できる。

案3：滞の浚渫+排水施設の統廃合

案2の対策を可能にするためには、案3に示すように排水施設の統廃合が必要であり、内水域の新たな排水計画、地元意向の確認が必要である。また、当地区はフラッシングに必要な水量が、樋門背後の流域面積が五丁川と豊川干拓地を合わせて約15km²と非常に小さいため、充分でない。そのため、排水先を1箇所にまとめることで、単純計算にはならないが、5倍のフラッシング効果が現れる可能性がある。さらに、樋門と別の場所から排水している3箇所の排水機場の排水先を樋門の中に引き込むことで、滞が仮に閉塞しても強制排水の力で開かなくなったフラップもしくはマイターゲートを再び機能するようにできる可能性がある。

案4：滞の浚渫+大型タイドプールの設置

フラッシングのための水量が充分でない場合に講じる他地区で実例のある対策で、潮が満ちた際に海水を矢板で囲んだプールに貯め、干満差を利用し1日に2回フラッシングすることが可能で、滞の閉塞するスピードを遅くする効果がある。このプールの規模や設置箇所数等を設定するためには、潟土の詳細な調査、分析、解析を行う必要があり、検討に時間、労力、費用を要する。

案5：滞の浚渫+掻き出し等とスクリーンによる潟土除去

フラッシング管理と並行して行う対策で、滞内に圧密進行して貯まった潟土を人為的に掻き回し、フラッシュ水で流れる状態にして元の断面を維持していくことができる。この対策も有明海では行われており、維持管理の労力、費用は要するが、滞の排水機能を長期間維持することが可能である。

ここまでの対策は、現状の干潟環境を大きく変化させずに豊川地区の排水機能を低下させない案であったが、いずれも、潟土の湾奥に堆積するスピードが速ければ浚渫を行う回数が増えることになる。そこで、莫大な費用を要するが、滞の排水機能を河川、排水路と同等のレベルまで整備する思想のもと、擁立される案が案6、7である。また、監視機器等を使用することによる対策が案8である。

案6：濇の浚渫＋潜堤型の大導流堤防

浚渫した濇の断面の内側に袋詰め捨石等を設置し護岸をすることにより潟土の流入を押さえ、濇内の流れを良くし、さらに干潟面以上の高さまでL型擁壁等で浮泥の進入を防止する機能を有した捨石を設置することで、浮泥の堆積メカニズムで示したような濇の閉塞を防止する案である。この干潟面以上の部分に設置するL型擁壁等で浮泥の進入を防止する機能を有した捨石の設置高を T.P. ; +1.0m 程度としたものが案6である。

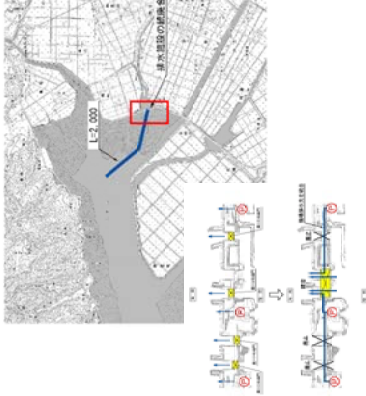
案7：濇の浚渫＋HWLを超える大導流堤防＋排水樋門

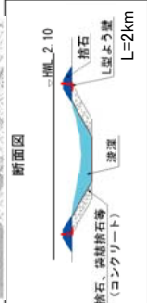
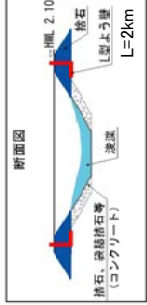
捨石設置高を朔望平均満潮位 T.P. +2.10m 程度とし、濇の下流端に浮泥の進入を防止する樋門を設置したものが案7である。濇内進入する浮泥の量からすると案6より案7が農地の排水機能として果たす役割が高い反面、濇と干潟を人工構造物で分離することで、現状の干潟環境を大きく変えてしまう可能性が高くなる。また、末端排水樋門の管理が困難である。

案8：(他案)＋監視(水管理)システム導入

内水域の水を使ったフラッシング管理をする上で、突然の降雨等で内水位が急上昇した場合に起こる湛水被害の防止、ならびに内外水位差をリアルタイムに把握しフラッシングによる効果をより発揮させるためにも必要な設備である。設備費用は、レベル、安全性、確実性等により多少変動するが、水位計2～3箇所、監視カメラ2台と中央管理所にその設備、モニター等を配置することで、かなりの効率性、安全性が得られると考えられる。

【豊川地区限定対策案】

案	1. 滞の浸滞 (現状施設相当)	2. 滞の浸滞 (4号樋門付近のみ)	3. 滞の浸滞 + 排水施設の統廃合	4. 滞の浸滞 + 大型タイドプールの設置
図				
改善点	・ 内水域の排水改善	・ 内水域の排水改善 ・ 浸滞事業費の削減	・ 内水域の排水改善 ・ 自然排水によるフラッシング効果の向上 (滞の機能の持続性向上)	・ 内水域の排水改善 ・ 潮汐の干満を利用するため、毎日フラッシングを行うことが可能。(滞の機能の持続性向上)
特徴	① 排水機能 ・ 不安定 (流域が小さくフラッシング水が不足しているため) ② 滞の機能 ・ 滞の敷に対し、フラッシング水が不足しており数年で閉塞する状況 ③ 維持管理 ・ 自然排水によるフラッシング管理、今年度から月に1回の間隔 ④ 干潟環境 ・ 浸滞は、泥質干潟の耕転と同様の効果があるが、浸滞土により地形変化の要因となる。浸滞時は海域の滞りの原因となる。	① 排水機能 ・ やや安定 (少量のフラッシング水を1箇所集中できる) ② 滞の機能 ・ 滞を1本化することで閉塞する速度を遅らせる効果がある。 ③ 維持管理 ・ 他の樋門の滞が閉塞する可能性がある。自然排水によるフラッシング管理、今年度から月に1回の間隔 ④ 干潟環境 ・ 浸滞は、泥質干潟の耕転と同様の効果があるが、浸滞土により地形変化の要因となる。浸滞時は海域の滞りの原因となる。	① 排水機能 ・ 内水域の排水計画の見直しが必要。 ② 滞の機能 ・ 排水先を1本化する構想で、フラッシング水を有効に活用可能。 ③ 維持管理 ・ フラッシング管理が1箇所より良くなり簡素化される。 ④ 干潟環境 ・ この案による干潟環境の変化はないと考えられる。 ・ 浸滞は、泥質干潟の耕転と同様の効果があるが、浸滞土により地形変化の要因となる。浸滞時は海域の滞りの原因となる。	① 排水機能 ・ 安定 (十分なフラッシング水が確保できるため) ② 滞の機能 ・ 1本化された滞とフラッシング施設で閉塞しにくくなる。 ③ 維持管理 ・ 1日2回潮汐を利用し、自動化することで管理しやすくなる。 ④ 干潟環境 ・ 鋼矢板のタイドプールが設置されるが海水を使用するため、環境に与える影響は小さい。 ・ 浸滞は、泥質干潟の耕転と同様の効果があるが、浸滞土により地形変化の要因となる。浸滞時は海域の滞りの原因となる。
施工性	・ 施工は容易で実績有り	・ 施工は容易で実績有り	・ 施工は可能であるが、統廃合計画が重要	・ 施工実績有り (佐賀県で設置後7年経過)
経済性	〈インシヤルコスト〉 浸滞 3億/km × 2.5km = 7.5億 (実績で3億/km) 〈年効果額〉 ただし、フラッシング対策を講じない場合、5年に1回程度、浸滞に必要な可能性大 7.5億 × 0.2246 {5年} = 1.68億	〈インシヤルコスト〉 浸滞 3億/km × 2.0km = 6億 (実績で3億/km) 〈年効果額〉 ただし、フラッシング対策を講じない場合、5年に1回程度、浸滞に必要な可能性大 6億 × 0.2246 {5年} = 1.35億	〈インシヤルコスト〉 ・ 3号樋門の4号樋門への統合 10億 (3号・6億参考) ・ ポンプは新設 (更新) 10億 × 3箇所 = 30億 ・ 浸滞 3億/km × 2.0km = 6億 (実績で3億/km) [2号・5号は3・4号へ統合の場合である] 約46億 〈年効果額〉 統合樋門 10億 × 0.0578 {30年} = 0.58億 統合機場 30億 × 0.0736 {20年} = 2.21億 (施設を統合することで更新費用が減) 計約 2.79億	〈インシヤルコスト〉 浸滞 3億/km × 2km = 6億 タイドプール 5億/箇所 × 2箇所 = 10億 (佐賀県七浦の概算工事費より) 約16億 〈年効果額〉 浸滞 6億 × 0.1233 {10年} = 0.74億 タイドプール 10億 × 0.0736 {20年} = 0.74億 計約 1.48億
備考	既存の事業制度の枠組みでは対応困難で他省庁との調整が必要である。	既存の事業制度の枠組みでは対応困難で他省庁との調整が必要である。	・ 現在1号・3号は機能していない状況であるが今後、内水域の排水計画を見直した上で、統廃合計画に対する地元の合意が必要である。 ・ 既存の事業制度の枠組みでは対応困難で他省庁との調整が必要である。	・ タイドプールの規模・箇所数を決める上で浮泥の性状調査・分析が必要でシミュレーションによる予測が必要。 ・ 既存の事業制度の枠組みでは対応困難で他省庁との調整が必要である。

案	5. 湾の浚渫+掻き出し等とスクリーンによる 濁土除去	 	6. 湾の浚渫+潜堤型の大導流堤防	 	7. 湾の浚渫+HWLを超える大導流堤防+排水樋門	 	8. (他家)+監視(水管理)システム導入	 
改善点	- 内水域の排水改善 - 小型船による掻き出しで、堆積土の除去が可能。 (湾の機能の持続性向上)	- 内水域の排水改善 - 潮汐の干満による浮泥の浸入を軽減する。 (湾の機能の持続性向上)	- 内水域の排水改善 - 潮汐の干満による浮泥の浸入をほぼ防止する。 (湾の機能の持続性向上)	- 被害の軽減、安全性の向上 - データの蓄積				
特徴	① 排水機能 ・ やや安定(船による管理に依存する。) ② 湾の機能 ・ フラッシュ水が不足しており船による管理に依存する。 ③ 維持管理 ・ 自然排水によるフラッシング管理に合わせ、船による掻き出しが月2回程度必要。 ④ 干潟環境 ・ 泥質干潟の耕転と同様の効果があり、環境に与える影響は小さい。	① 排水機能 ・ 安定(海域からの浮泥の浸入が若干あるが堆積は少ない。) ② 湾の機能 ・ フラッシュ水の不足を護岸により補うことで機能を維持できる。 ③ 維持管理 ・ 自然排水によるフラッシング管理が必要 ④ 干潟環境 ・ 泥質干潟の耕転と同様の効果があり、環境に与える影響は小さい。	① 排水機能 ・ 安定(海域からの浮泥の浸入が若干あるが堆積は少ない。) ② 湾の機能 ・ フラッシュ水の不足を護岸により補うことで機能を維持できる。 ③ 維持管理 ・ 自然排水によるフラッシング管理が必要 ④ 干潟環境 ・ 泥質干潟の耕転と同様の効果があり、環境に与える影響は小さい。	他家との組合せでシステム導入することで、洪水に対する安全性、フラッシング管理の利便性が高まる。				
施工性	施工は容易で実績有り	技術的には可能であるが、多量の捨石を必要とする。	技術的には可能であるが、多量の捨石を必要とする。	施工は容易				
経済性	(イニシャルコスト) 浚渫 3億/km ² ×2km=6億 月2回程度の小型船による維持管理費用が別途必要 (年効果額) 6 億 × 0.1233 {10年} = 0.74 億 月2回程度の小型船による維持管理費用が別途必要	(イニシャルコスト) 大導流堤防 + 浚渫 70万/m ² ×2,000m=14億 (年効果額) 水路の耐用年20年は浚渫しなくていい場合 14 億 × 0.0736 {20年} = 1.03 億	(イニシャルコスト) 樋門 60億 (局有明白石樋門参考) 大導流堤防 + 浚渫 85万/m ² ×2,000m=17億 約77億 (年効果額) 樋門 60 億 × 0.0578 {30年} = 3.47 億 大導流堤防 + 浚渫 17 億 × 0.0736 {20年} = 1.25 億 計 約 4.72 億	(イニシャルコスト) システム 2億程度 (年効果額) 2 億 × 0.1233 {10年} = 0.25 億				
備考	既存の事業制度の枠組みでは対応困難で他省庁との調整が必要である。	既存の事業制度の枠組みでは対応困難で他省庁との調整が必要である。	既存の事業制度の枠組みでは対応困難で他省庁との調整が必要である。					