

困難な現況下におけるほ場整備設計

－急傾斜地、ため池からのポンプ圧送－

福原 新五

1. はじめに

本稿は、国営緊急農地再編整備事業「今金北地区」における「区画整理設計業務」の事例報告である。対象農区では、農地が高低差のある棚田で変形、かつ水源である「ため池」が低位地であるためポンプ圧送が必要な現状であり、平坦な殖民区画及び自然圧送が可能な用水施設の設計に比べて多くの課題があった事例について報告をするものである。

2. 地区概要

今金北地区は、北海道南西部の瀬棚郡今金町に位置し（図－1）、一級河川後志利別川沿いに広がる水稲を主体とした農業地帯である。ばれいしょ、大豆、小麦、野菜類等も導入した複合経営が行われており、特に「今金男しゃく」は、品質の高さから高い評価を得ている（写真－1）。

しかし、地区の農地は小区画で、土壌や排水不良もあいまって農作業の障害となっており、耕作放棄地が急増するおそれがある。また、用水施設は、国営北桧山右岸土地改良事業（昭和43年度～平成元年度）や国営利別川土地改良事業（平成7年度～平成18年度）により整備されたが、造成後20年以上が経過した一部の施設では、経年劣化による用水の安定供給に支障をきたしており、維持管理にも多大な費用と労力を要している。

そこで、本事業において区画整理1,136haと農業用排水864haを一体的に施工することにより、土地利用の計画的再編、担い手への農地利用集積、農業用水の安定供給確保を図り、地域の農業振興と活性化を目指している¹⁾。

3. 業務内容

対象となる業務は、水田と畑からなるA農区（12.6ha）と水田のみのB農区（6.2ha）の「区画整理設計業務」である（図－2）。両農区とも、低位

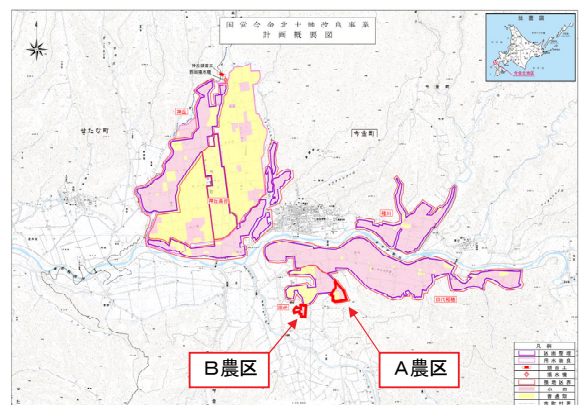
置の「ため池」を水源とする農区ではあるが、本稿では用水水掛りの課題や高田差のため区画割に制約がある等、より設計課題が多いA農区を対象として報告をする。



図－1 今金北地区 位置図



写真－1 今金男しゃく（提供：農林水産省⁴⁾）



図－2 対象業務の位置図

4. 対象農区の現状と課題

(1) 農区の現状

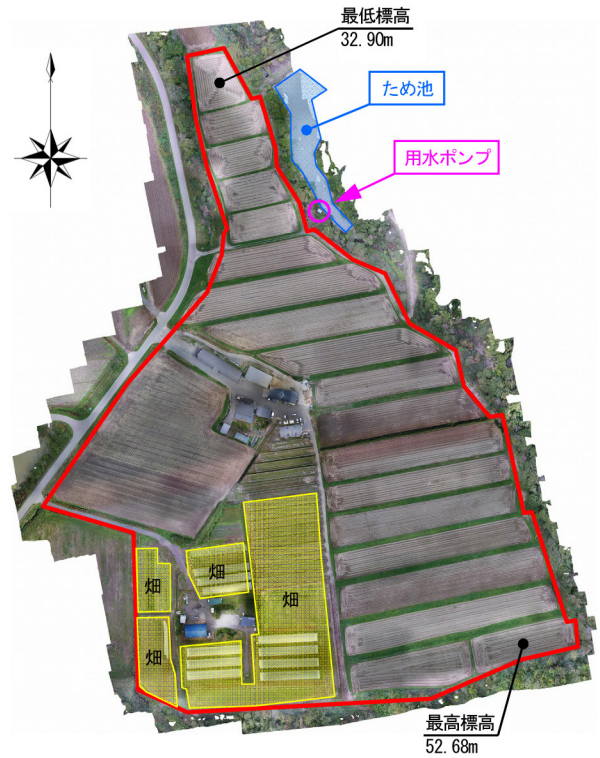
対象農区は、町道と山林および無名川に挟まれ、水田区域と畑区域に分かれている。南北方向に傾斜しており、南側へ向かって広がる変形な形状である。また、水田区域は、棚田状の狭小区画である（写真－2）。

用水供給は、低位部の「ため池」からのポンプ圧送が必要で、一部の畑地では雨水で賄っている。また、排水施設については未整備である。

(2) 農区の課題

1) 急峻な地形

南北方向の傾斜地で、現況田面は南側の最高標高点E L = 52.68m、北側の最低標高点E L = 32.90m、標高差 $\Delta H = 19.78m$ 、 $I = 1/30$ 勾配の急峻な地形である（写真－3）。また、南西側の畑区域は、東側の水田区域より低位置にあり、湿害や大雨時の冠水被害を受けている（写真－4）。



写真－2 農区UAV空撮写真



写真－4 高位部における水田・畑地間

2) 棚田状の水田

水田区域は、東西方向を長辺とした1枚当り面積0.16～0.51haの狭小ほ場が棚田状に19枚連続しており、これらの中で最大の田差は $\Delta H = 2.63m$ と大きい。また、これらの田差部の法面では崩壊が起きており、部分的に土留め等による補修が行われている（写真－5）。



写真－3 農区3Dモデル



写真－５ 大きな田差法面



写真－８ 用水の田落とし

3) ポンプ圧送が必要

水田区域への給水は、北東側の低位部の「ため池」からポンプ圧送式パイプラインで給水すると併せて、高位部の水田から低位部へ田落としを行うこととで賄っている（写真－６、７、８）。ため池の貯水量は、自然条件による影響を受けやすく、低位部からのポンプ圧送のため水頭も不十分な状況である。また、畑区域では、雨水を貯水利用しており用水確保に苦慮している。

4) 貧弱な排水施設

排水は、一部水路がトラフ装工されているが、多くが土水路となっている（写真－９）。水田の表面排水は田落としにより低位部ほ場へ集水し、ため池、生活排水路や町道側溝（写真－１０）に落水させている状況で、大雨時には、畑区域への冠水被害発生や町道側溝からの逆流などが発生してその管理に苦慮している。



写真－６ ため池



写真－９ 生活排水路（トラフ装工）



写真－７ 既設ポンプ



写真－１０ 町道側溝

5. 設計の内容

設計にあたっては、事業計画を基本に施工性や経済性を考慮し、農区の課題を踏まえた上での区画および用排水施設の設計とした。

(1) 区画設計

区画計画は大区画化を目的に、耕区面積が地区標準面積（1.1ha）を確保することを目標として、各耕区面積と田面差、最高位の田面標高、経済性等を考慮した3案を作成し、受益者説明会において意向確認を行った。事前の要望聞取りの結果から、区画割位置は現況区画割（畦畔）位置とすることを基本とした。なお、畑区域については畑寄せ等の計画は行わず、工事区域外とした。

受益者打合せの結果、営農性および用水の有効水頭確保を優先して、第1案で設計を進めることとした。

第1案：中央部から北側は、整備後も狭小・変形耕区となることから、面積を大きく確保するよう現況9枚から2枚へ、最高位ほ場田面高を低く設定するため南側から現況4枚を1枚へ、残りの現況6枚を3枚への区画割とした案（図-3）。

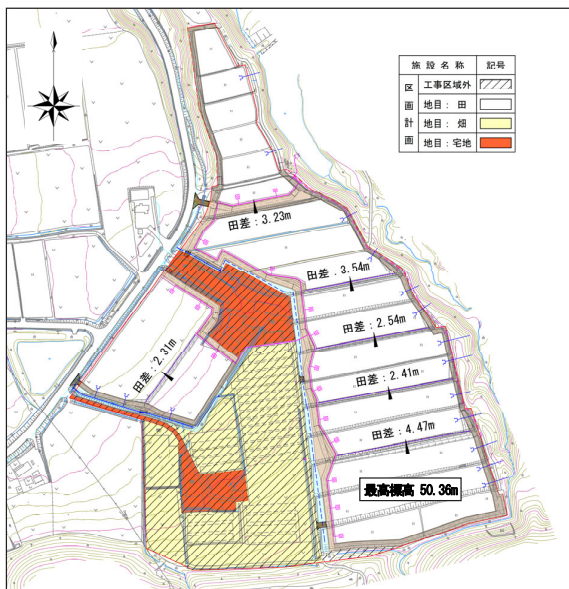


図-3 区画割図（第1案）

第2案：中央部から北側は、整備後も第1案と同様とし、現況9枚から2枚へ、残りの現況10枚を各ほ場間の田差が小さくなる4枚への区画割とした案（図-4）。

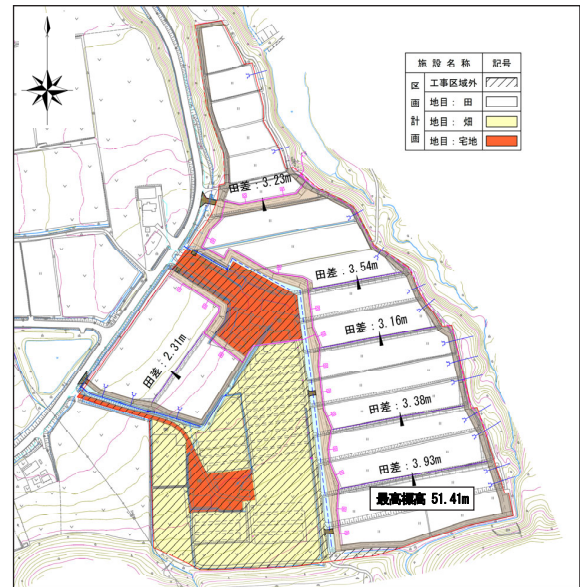


図-4 区画割図（第2案）

第3案：現況19枚を各ほ場間の田差が小さくなる6枚への区画割で、最も運土が少ない案（図-5）。

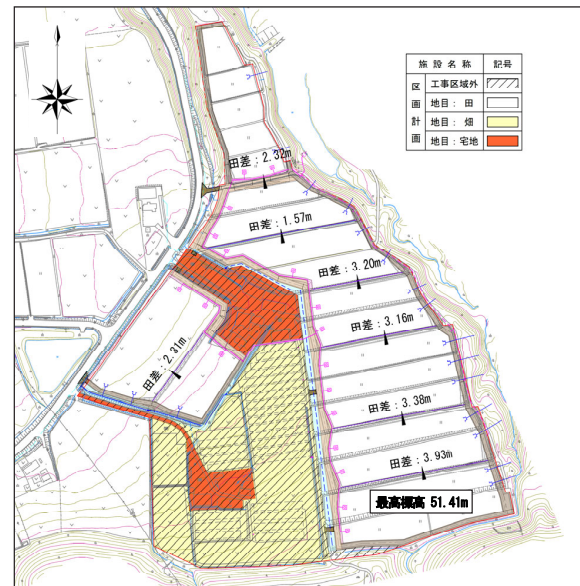


図-5 区画割図（第3案）

(2) 用水施設設計

新設用水施設として「ため池」を取水源としたポンプ圧送式パイプラインを採用することは、既存の用水施設同様に水理条件的において不安定な要素が多いことから、本設計では、対象農区の用水を「T揚水機」の用水掛りとして計画することを検討した。また、揚水機場から各農区まで連絡する支線用水路は、同年時の関連業務において実施設計を行っている。

本設計において、対象農区の農地標高条件等を含めた上での施設規模の再検討を提案した。その結果、必要となるポンプ規格が想定よりも大幅な高揚程が必要となり、事業費が大幅に増加することが判明した。

このことから、設計協議の上で、対象農区を「T揚水機」の用水掛りとすることを断念し、既存の「ため池」から取水する設計とした。

なお、業務の初期段階から「T揚水機」用水掛りの課題を想定して受益者へは説明済みであり、円滑に打合せを進めることができた。

1) 水理計画

「ため池」からの取水方法については、受益者が所有する既設ポンプを利用したパイプライン形式とする設計とした。

a) 設計流量

設計流量は、地区の基本事項に則り、代掻期最大流量（ローテーション流量）により算出するが、既設ポンプ（メーカー品番照会）の標準吐出し量 $Q=0.0233\text{m}^3/\text{s}$ 、全揚程 $H=38\text{m}$ （表-1）を最大通水量として設計した。

表-1 既設多段渦巻ポンプ性能表

口径 mm	段数	出力 kW	吐出し量 m^3/sec	全揚程 m	吐出し量 m^3/sec	全揚程 m	吐出し量 m^3/sec	全揚程 m
125	2	15	0.0186	44	0.0233	38	0.0266	33

b) 水位条件

水位条件はポンプ圧送式（ポンプ直送式）であることから、ポンプ押込水位を静水位とし（図-6）、以下の算出式により $HWL=60.05$

mとした²⁾。

算出式

$$\begin{aligned} \text{静水位} &= \text{ため池水位} - \text{吸込口深さ} + \text{全揚程} \\ &\quad - \text{ポンプ損失水頭} \\ &= 25.05\text{m} - 0.50\text{m} + 38\text{m} - 2.5\text{m} \\ &= 60.05\text{m} \end{aligned}$$

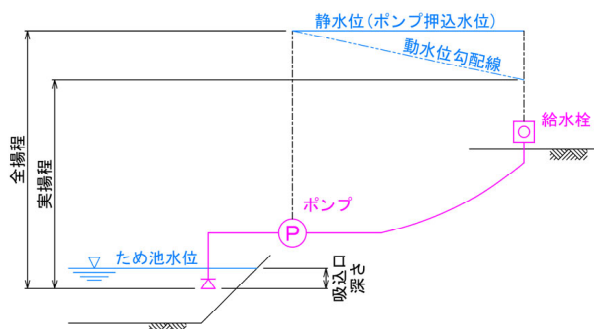


図-6 ポンプ圧送式 水理イメージ

ポンプ損失水頭については、使用ポンプが昭和50年代製で、吸込配管についても既設利用となることから、経年的な損失も考慮すると、詳細なポンプ損失水頭を算出することは困難であると判断した。このことから、『土地改良事業計画基準 設計「ポンプ場」技術書』³⁾に示された「仮全揚程決定のための損失水頭」（表-2）より、「用途：高揚程、軸形式：横軸」の条件から、ポンプ損失水頭（吸込管含む）を2.5mとした。

管路損失水頭については、摩擦損失水頭と各種損失水頭の合計となるが、各種損失水頭は口径300mm以下かつ、設計水圧1.0MPa以下であり、摩擦損失水頭に比べて小さいことから、摩擦損失水頭の10%を計上した²⁾。

表-2 仮全揚程決定のための損失水頭

用途	軸形式	吸込水槽形式	計画実揚程に加算する仮損失水頭								
			吐出し管形式タイプ1			吐出し管形式タイプ2			吐出し管形式タイプ3		
			吸込側 損失水頭	吐出し側 損失水頭	損失 水頭 合計	吸込側 損失水頭	吐出し側 損失水頭	損失 水頭 合計	吸込側 損失水頭	吐出し側 損失水頭	損失 水頭 合計
高揚程	横軸	標準流速 オープン形	主ポンプ廻り損失水頭 (2.5m)+送水管損失水頭								
	立軸		主ポンプ廻り損失水頭 (1.5m)+送水管損失水頭								
低揚程	横軸	標準流速・高流速 オープン形	0.1m	0.5m	0.6m	0.1m	0.9m	1.0m	0.1m	0.9m	1.0m
	立軸	標準流速・高流速 オープン形		0.5m	0.5m		0.9m	0.9m		0.9m	0.9m
		セミクロズ形		0.1m	0.5m	0.6m	0.1m	0.9m	1.0m	0.1m	0.9m

c) 有効水頭

本地区では、給水栓の分岐点における有効水頭を田面高から $H=1.10\text{m}$ 以上としている。なお、本設計では、全ての給水栓で確保できた。

d) 既設ポンプ利用上の制約

本地区における施設計画では、1日当たり代掻面積 2.2ha として設定し必要流量を算定している。しかし、対象農区では既設ポンプを利用するため、その能力に合わせて通水量を $Q=0.0233\text{m}^3/\text{s}$ と設定した。これにより、面積が 2.2ha 未満であっても、代掻期に管理用水を取水しながらの別耕区での代掻用水の取水が不可能である。また、最大面積耕区 (1.477ha) においては、1耕区のみで取水した場合でも代掻期の取水日数が1.2日掛かる計算となったことから、受益者へは各耕区に必要な代掻期取水日数を明示し、説明を行った。

算出式 (A農区最大面積耕区)

$$\begin{aligned} \text{ポンプ吐出量} &: 0.0233 \text{ m}^3/\text{s} \cdots \text{①} \\ \text{粗単位用水量} &: 0.0187757 \text{ m}^3/\text{s}/\text{ha} \cdots \text{②} \\ \text{耕区面積} &: 1.477 \text{ ha} \cdots \text{③} \\ \text{必要取水日数} &= \text{②} \times \text{③} \div \text{①} \\ &= 0.0187757 \times 1.477 \div 0.0233 \\ &= 1.19 \approx 1.2 \text{ 日} \end{aligned}$$

e) 水理計算

施設規模の計画にあたっては、ローテーション流量 (必要流量) を算出し、既設ポンプ能力の $Q=0.0233\text{m}^3/\text{s}$ 以上となる区間については、ポンプ能力の通水量とした (表-3)。

また、接続する既設配管の口径は 125mm であるが、より有効水頭を高く確保できるよう、最小口径を 150mm に拡大する計画とし、流速等の諸条件を満足した。

f) 用水路線形

平面線形については、当初の受益者要望では、給水栓管理がしやすい耕区西側の短辺方向の配置 (図-7) としていたが、路線延長が長くなること及び曲点が多くなることから、協議の上、最短距離となる耕区東側の短辺方向へ変更し、曲点配置についても 90° 曲点を減らす配置へ変更した (図-8)。

表-3 必要流量と施設計画流量

路線・給水栓名	測点	必要流量	施設計画流量
		(m ³ /s)	
第A-1号用水路			
BP	0.00	0.0507	0.0233
第A-2号分岐	16.60	0.0507	0.0233
NO.1	78.40	0.0488	0.0233
NO.2	125.00	0.0478	0.0233
NO.3	175.80	0.0467	0.0233
NO.4	204.30	0.0460	0.0233
第A-3号分岐	232.34	0.0453	0.0233
NO.5	247.80	0.0427	0.0233
NO.6	269.50	0.0421	0.0233
NO.7	299.30	0.0415	0.0233
NO.8	325.10	0.0352	0.0233
NO.9	364.60	0.0277	0.0233
NO.10	390.30	0.0185	0.0185
EP	NO.11	416.40	0.0092

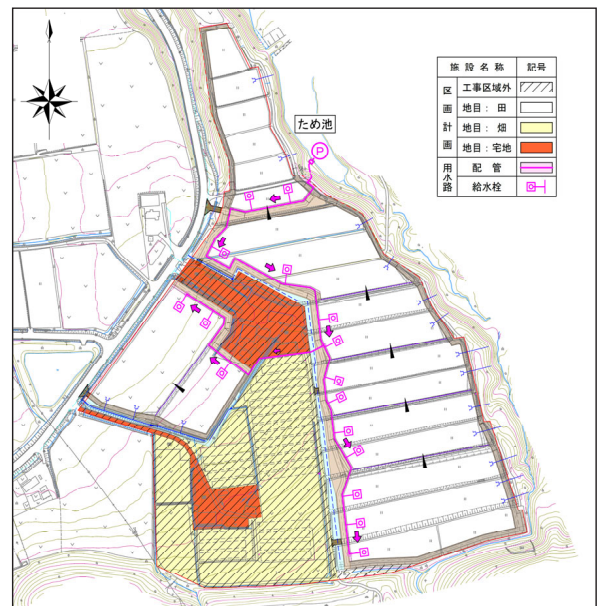


図-7 用水路 計画平面線形 (当初案)

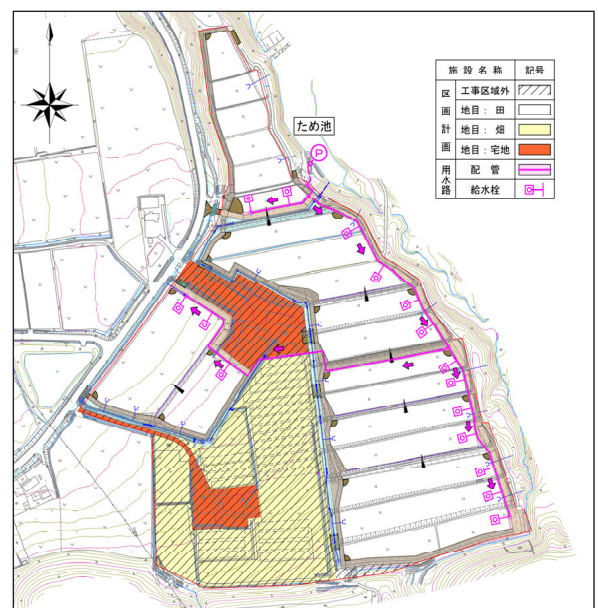


図-8 用水路 計画平面線形 (決定案)

(3) 排水施設設計

1) 受益者の要望

排水施設における受益者要望は、表面排水のため池への還元と排水施設敷地による作付面積減少を極力避けることであった。また、東側耕区の排水は、東側の沢地（受益者所有地）への直接排水、西側耕区の排水は町道側溝への排水とし、東側耕区と既畑の間には境界排水を設置することを要望していた。

2) 排水施設の配置

しかし、東側耕区と既畑との高低差が2m以上となる場所もあり、事前聞き取りでの湿害や大雨時の越水被害を想定した場合、表面排水の落水口

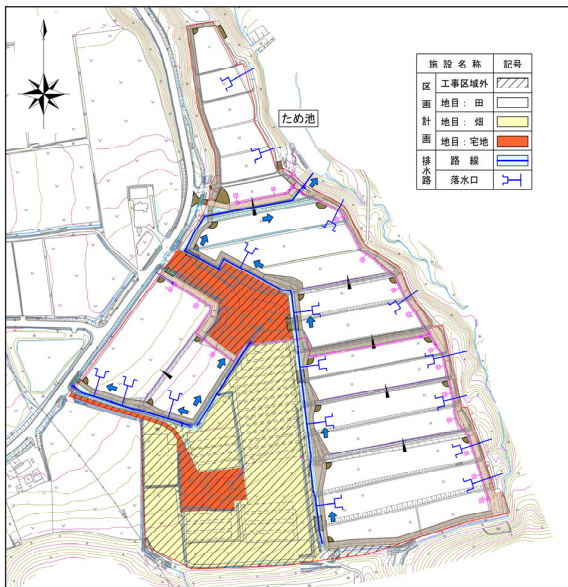


図-9 排水路 計画平面線形（決定案）

をほ場両短辺へ分散し、東側耕区と既畑の間に排水路を整備することが望ましいと判断した。このことから、重要課題であるため池への表面排水の還元は、排水流末をため池とする線形とすることで対応し、施設用地も極力少なくなるよう計画した（図-9）。この際、潰れ地については線形の設定上、境界排水（土水路）の場合とほぼ変わらないことを図面にて示し、受益者へ説明を行った（図-10）。

6. 受益者説明時の対応

(1) 事前説明と細やかな対応

本業務においては、受益者説明会を対面形式にて3回実施した。前項で述べた通り、対象農区は用水掛りが不確定な状況や、傾斜地における区画割や施設配置の決定等、課題が多い農区であった。そこで、受益者説明会で挙げられた課題や要望を整理し、想定事案についての各方面への事前説明を行い、次回の説明会では、事前説明に整合した設計計画を提案するようこころがけた。これにより、受益者も各事案に合わせた要望や疑問等を次回の説明会までに用意できて円滑な業務実施となった。

また、計画案の提案については、受益者が選択し易いように複数の案を示し、各案のメリット・デメリットを含めた説明を行うことや、受益者の要望が対応不可の場合における説明を根拠に基づき行い、対案の提案を行うなど丁寧な対応に努め

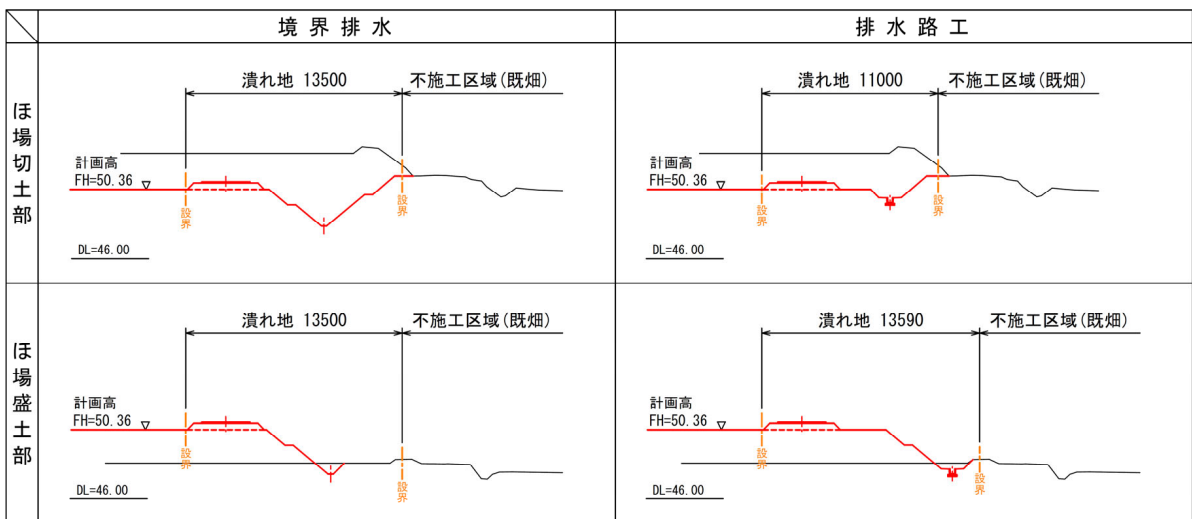


図-10 排水施設潰れ地比較

ることにより、スムーズな業務進行を行うことができた（写真-11）。



写真-11 受益者説明状況

(2) 3Dモデルの活用

農区は各耕区の高低差が大きいため、耕区間、

排水路及び農道等に発生する法面が耕区形状に影響し、施設用地面積が大きくなるとともに、水張り面積確保のためには農道平面線形が複雑となる。しかし、2Dによる計画平面図や横断図だけでは、受益者には伝わらず理解を得ることが難しい。

このことから、計画農区の3Dモデル（図-11）を作成し受益者説明に使用することとした。3Dモデルでは農区全体の配置状況を確認できるだけでなく、局所の拡大（図-12）により詳細部の状況も確認が可能のため、受益者の理解向上とつながり、より具体的な説明を行うことができた。

また、受益者自身が整備後農区での営農をイメージしやすいこともあり、積極的な意見や改善要望があったほか、視覚的に感じた営農作業時の留意すべき点の書き出しを行うなど、有意義なものとなった。

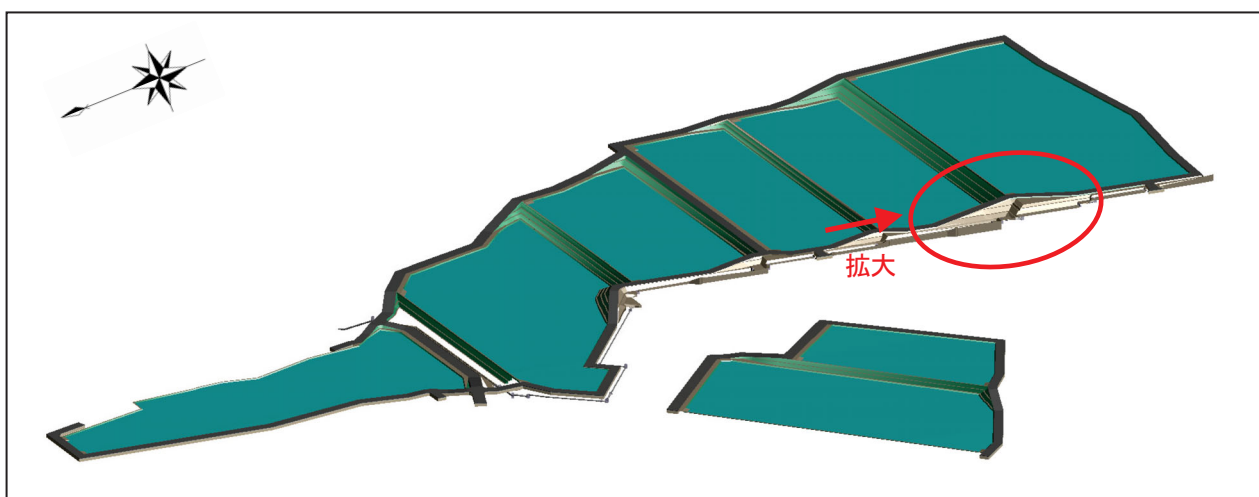


図-11 農区 計画3Dモデル

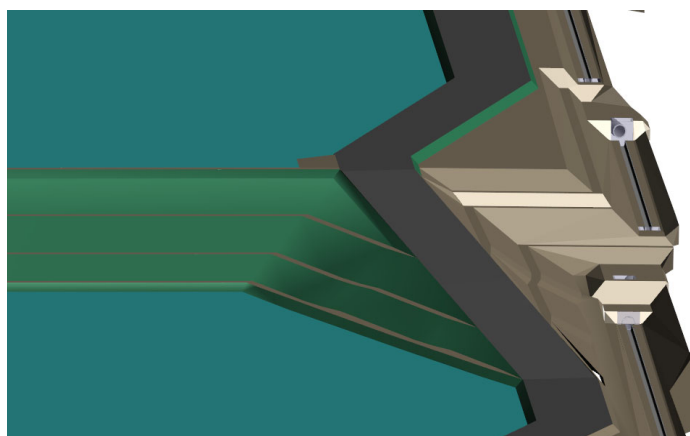


図-12 3Dモデル（局所拡大）

7. おわりに

本稿では、国営緊急農地再編整備事業「今金北地区」における設計事例を紹介した。

対象農区において、「ため池」を取水源とするポンプ圧送パイプラインの設計とすることは、最良の選択ではなかったことは否めない。しかし、限られた条件下において、受益者が納得できる機能を有した施設設計を行うことができたことは、良かったと考えている。

今後も土地改良事業の設計において、多くの課題に直面した時に、今回の経験を生かすとともに研鑽に努め、対応していきたい。

最後に、本稿を作成するにあたり、ご指導・ご協力いただきました函館開発建設部 函館農業事務所の関係各位、ならびに本稿の発表機会を与えてくださいました北海道土地改良設計技術協会に心より感謝申し上げます。

(株三幸ランドプランニング 技術部主任技師 (技術士))

引用文献

- 1) 北海道開発局：国営今金北地区土地改良事業計画書
- 2) 農林水産省：土地改良事業計画設計基準及び運用・解説 設計「パイプライン」
- 3) 農林水産省：土地改良事業計画設計基準及び運用・解説 設計「ポンプ場」
- 4) 農林水産省HP：輸出・国際／地理的 (GI) 保護制度／登録産品一覧／登録番号第61号～90号／登録の公示 (登録番号第86号) (https://www.maff.go.jp/j/shokusan/gi_act/register/86.html)