

報文集

令和6年度



報文集 第36号 目次

地下水位低下工法を用いたパイプラインの仮設計画	1
	山本大輔
D Xを取り入れた用水路（管水路）の機能診断調査	9
	伊東啓人
パイプライン附帯施設の更新整備における仮設計画	17
	酒井秀聡
岩見沢大願地区における揚水機場撤去設計の取り組み事例	25
	久保雅俊
双葉ダムにおける洪水調節効果の検証について	33
	和田洋之
国営かんがい排水事業におけるデジタル技術を活用したパイプライン設計の事例	41
	大野充雅
湿原外縁部での既施設（横断工）を利用した排水路の設計	50
	荒口誠
農業農村整備事業におけるB I M / C I M設計の取り組み事例	
—国営環境保全型かんがい排水事業 別海北部地区の事例—	58
	村山和佳・横山智貴
農業水利施設の機能保全における最近の機能診断調査の取り組み	63
	永野信広

地下水位低下工法を用いたパイプラインの仮設計画

山本 大輔

1. はじめに

国営緊急農地再編整備事業今金北地区の中トマンケシ北工区区画整理工事において、素掘り開削工法によって用水路（パイプライン）を施工するため施工前に試掘を行ったところ、地下水による砂層の流れ出しが発生し、掘削法面の崩壊に加え掘削底面に盤ぶくれが生じた。本稿は、これらを解消するため、地下水位低下工法を用いて素掘り開削工法で設計した事例を報告する。

2. 地域の概要

(1) 今金町の概要¹⁾

国営緊急農地再編整備事業今金北地区は、北海道の南西部、檜山管内北部にある瀬棚郡今金町に位置する（図－1）。地形は、南はユーラップ山系を挟んで八雲町と、北は狩場山系を介して島牧村と、東は低い山地を経て長万部町と、西はせたな町と接している。道南地域では珍しく海岸線には接しておらず町の全域が一級河川後志利別川沿いに広がる農業地帯である。水稻を主体にばれいしょ、野菜類等を導入した農業経営が行われており、地理的表示保護制度（GI制度）に登録された今金男しゃくはブランド化され、ミニトマト、軟白長ネギ、黒毛和牛など豊かな自然を活かした特産品が収穫されている。



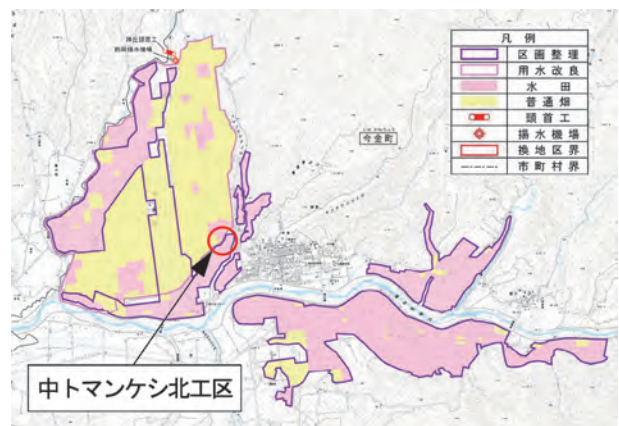
図－1 今金北地区位置図

(2) 今金北地区の概要²⁾

今金北地区の農地は、担い手不足により離農跡地の継承が進まず、一部の農地は耕作放棄地となっている。営農の効率化を図り担い手への利用集積を促進するため、大型機械の導入を必要としているが、現況ほ場は、2ha未満の畑が約8割、50a未満の水田が約8割を占める小区画ほ場が大部分であり、全域において土壌に起因する排水不良が生じ、農地の約3割において石礫が多く出現し、営農上の支障となっていること等から、今後、耕作放棄地が増加するおそれがある。また、地区内の用水施設は、造成後20年以上が経過し、経年的な劣化により農業用水の安定供給に支障を来しているとともに、施設の維持管理に多大な費用と労力を要している。このため、本事業では、区画整理と用水改良を一体的に施行し、農地の土地利用再編と担い手への農地の利用集積を進め、生産性の向上と耕作放棄地の解消による優良農地の確保を図るとともに、農業用水の安定供給及び施設の維持管理費用と労力の軽減を図り、農業の振興と地域の活性化に資することを目的としている。

3. 当該業務用水路の概要

中トマンケシ北工区（図－2）で施工する用水路



図－2 当該業務位置図

は、6-4幹線用水路（FRPM φ 900mm）、第1-17-1号用水路（VU φ 350~400mm）の2路線である。各用水路の上流部分は単独配管で途中から並列配管となる。

4. 試掘による土質と法面安定性の確認

試掘は、6-4幹線用水路の13箇所（試掘1～13）で行った（図-3）。掘削法勾配1：0.5で、基礎底面まで掘削を行い、1日後の法面の安定状況を確認した。試掘の結果を写真-1～7に示す。確認された掘削範囲の主たる土質は泥炭で、部分的に砂層を挟む箇所が見られた。地下水位は比較的高く掘削範囲に出現するが、泥炭の法面は地下水の有無に関係せず安定している。一方、砂層は地下水がない場合は安定しているが、地下水があると砂の流れ出しによる法面崩壊が多く発生した。試掘1～6及び8～9（写真-2、3）は、底面付近に地下水の噴出が

少量～中量見られたが法面は安定している。試掘7及び10～11は、底面及び砂層の法面から地下水の噴出が多量に見られ、法面崩壊の恐れがあるため、底面に至る前に掘削作業を中止した（写真-1、4、5）。試掘12～13は、法面は安定しているが、掘削後15～20分で掘削底面が盤ぶくれを起こした（写真-6、7）。試掘結果概要を表-1に示す。



図-3 試掘調査位置図



写真-2 試掘8



写真-3 試掘9

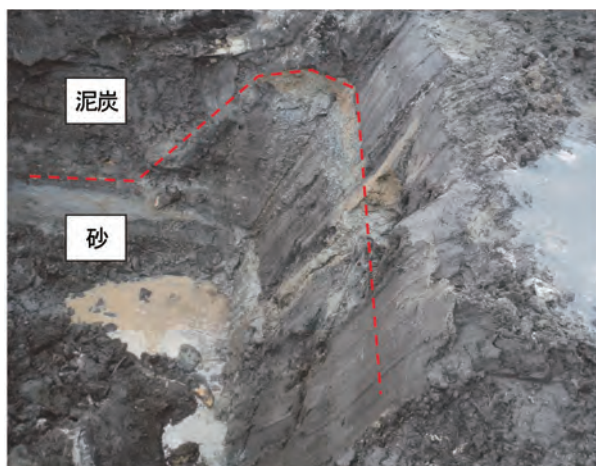


写真-1 試掘7



写真-4 試掘10



写真-5 試掘11

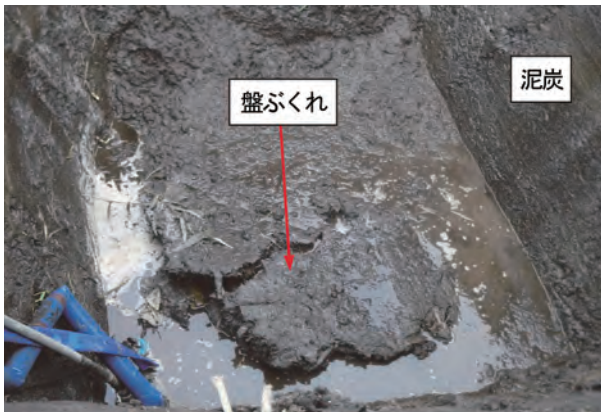


写真-6 試掘12



写真-7 試掘13

表-1 試掘結果概要

番号	土層(上層より)	地下水状況及び法面状況
1	泥炭, 砂, 泥炭	地下水なし, 法面自立
2	泥炭, 砂, 泥炭, 砂	底面に地下水噴出少量, 法面自立
3	泥炭, 砂	地下水なし, 法面自立
4	泥炭	地下水なし, 法面自立
5	泥炭, 砂	底面に地下水噴出少量, 法面自立
6	泥炭	底面に地下水噴出少量, 法面自立
7	泥炭, 砂	砂層から地下水噴出多量 法面崩壊の恐れがあり作業中止
8	泥炭, 砂, 泥炭, シルト	地下水なし, 法面自立
9	泥炭	底面に地下水噴出中量, 法面自立
10	泥炭, 砂	砂層から地下水噴出多量 法面崩壊の恐れがあり作業中止
11	泥炭, 砂	掘削後15~20分で底面盤ぶくれ
12	泥炭	掘削後15~20分で底面盤ぶくれ
13	泥炭	底面に地下水噴出少量, 法面自立

5. 試掘による施工方法と課題

試掘1~6は掘削深2.70m程度であり、試掘によって法面の安定性が確認されたため、計画どおり掘削勾配1:0.5の素掘り開削で施工を行うことにした。試掘7及び10~11は掘削深2.80m~3.30m程度であり、砂層が地下水の噴出によって洗い出され法面崩壊の危険性があるため、止水性のある鋼矢板土留工法か、素掘り開削施工に地下水位低下工法を併用させる工法の検討が必要であると判断した。試掘8~9は法面が安定していたが、土質の連続性が不明であり、ボーリングによる土質連続性の把握が必要であると判断した。試掘12~13は掘削深3.40m程度であり、全て泥炭層で法面は安定しているが、掘削底面が盤ぶくれを起こした。原因は、掘削により上載土が取り除かれたために軽くなり、下層にある被圧帯水層が泥炭層以深にある不透水性地盤を持ち上げたものと推定され、被圧水圧の除去、あるいは掘削底面の地盤改良を行う工法の検討が必要であると判断した(図-4)。



図-4 試掘結果による施工方法と課題

6. ボーリング調査、現場透水試験

素掘り開削区間を除く下流区間L=365mに対して、鋼矢板構造計算諸元、被圧地下水位、土質の連続性の把握を目的として、機械ボーリング、標準貫入試験(3孔、L=30m)を行ったほか、地下水位低下工法の検討に必要な透水係数の把握を目的として揚水法による現場透水試験を1箇所行った(図-5)。施工範囲は段丘と平野の境に位置し、施工終点で接

する隣接工区でも同様のパイプライン施工を行っているが、砂層の法面崩壊や盤ぶくれは生じていないことから、中トマンケシ北工区に限られた現象である。



図-5 ボーリング調査位置図

(1) ボーリング1

この孔では上層より、泥炭 (Ap1)、シルト質粘土 (Ac1)、腐植土 (Ap2)、砂 (As4) という構成になっており、地下水位は地表から1.20m、N値 0~1.7である。砂 (As4) は地表から-30cm程度の高圧な被圧地下水が確認された (図-6)。

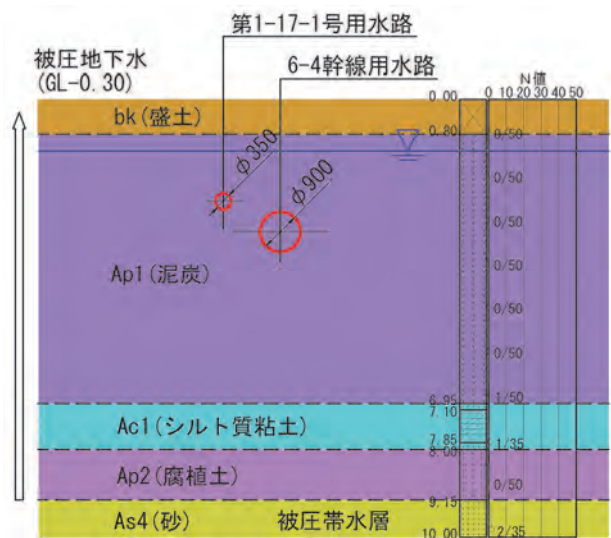


図-6 ボーリング1 地質図

(2) ボーリング2

この孔では上層より、泥炭 (Ap1)、砂 (As2)、泥炭 (Ap1)、砂まじりシルト (Ac2)、砂 (As4)

という構成になっており、地下水位は地表から2.77m、N値0~9である。被圧地下水は確認されない (図-7)。

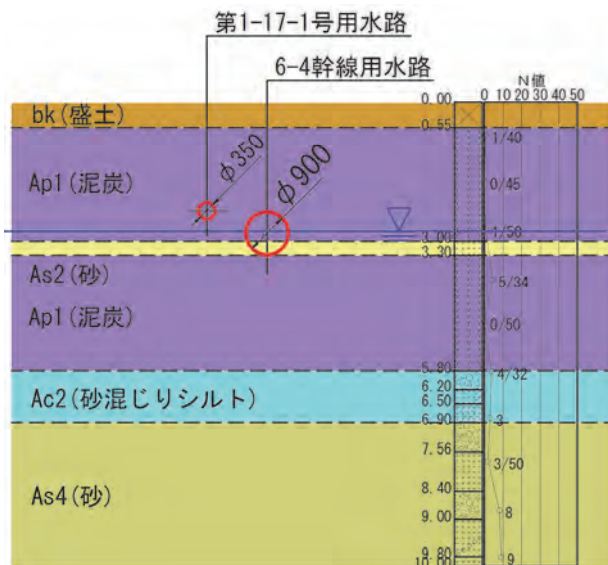


図-7 ボーリング2 地質図

(3) ボーリング3

この孔では上層より、泥炭 (Ap1)、砂 (As1)、泥炭 (Ap1)、砂 (As2)、泥炭 (Ap1)、砂 (As3)、泥炭 (Ap1)、砂まじりシルト (Ac2)、火山灰質砂 (As4) という構成になっており、地下水位は地表から0.93m、N値0~9である。砂 (As1) 層ではごくわずかの被圧地下水が確認され、現場透水試験 (現場揚水試験) による透水係数は $4 \times 10^{-2} \text{ cm/s}$ で透水性中位の地盤である (図-8)。



図-8 ボーリング3 地質図

7. 掘削工法と併用する対策工法

掘削工法は、経済性、施工性で優れる素掘り工法と素掘り施工が困難な場合は止水性のある鋼矢板工法に大別される。区間1（SP. 735. 25～SP. 926. 41、L=191. 16m）は、砂層が地下水の噴出によって洗い出され法面崩壊の危険性があり、①素掘り開削施工と地下水位低下工法の併用あるいは②止水性のある鋼矢板土留工法が必要である。区間2（SP. 926. 41～SP. 1100、L=173. 59m）は、掘削底面が盤ぶくれを起こしたため、掘削以深にある被圧帯水層の被圧力の除去、もしくは、掘削底面の地盤改良が必要であり、③素掘り開削施工と地下水位低下工法の併用あるいは④鋼矢板土留工法と掘削底面の地盤改良の併用が必要である（表-2）。工法別対策位置図を図-9に示す。



図-9 工法別対策 位置図

表-2 素掘り開削区間以外で適用可能な工法

掘削底面の安定	法面の安定	
	法面が安定している	法面が不安定である (流砂による緩み等)
区間1 掘削底面が安定している	該当なし(※)	・素掘り工法と 地下水位低下工法の組合せ ・鋼矢板土留工法
区間2 掘削底面が不安定である (盤ぶくれ等)	・素掘り工法と 地下水位低下工法の組合せ ・鋼矢板土留工法と 地盤改良の組合せ	・素掘り工法と 地下水位低下工法の組合せ ・鋼矢板土留工法と 地盤改良の組合せ

※素掘り開削区間以外を対象とする表なので、左上の欄は該当なしである。

(1) 地下水位低下工法の比較

素掘り開削工法と併用する地下水位低下工法は、透水係数、揚水深さ、施工実績、経済性を考慮して区間1はウェルポイント工法、区間2はスーパーウェルポイント工法を選定した（表-3、表-5）。

(2) 地盤改良工法の比較

鋼矢板工法と併用する地盤改良工法は、試掘2箇所（試掘12、13）で掘削底面に盤ぶくれが発生

し、さらにボーリング1の地質データを用いて鋼矢板の構造計算を行った結果、盤ぶくれの検討がNG（必要安全率1.10に対し計算安全率0.75）であったことから、区間2のみ底面の地盤改良が必要となった。適応地盤、経済性を考慮して高圧噴射攪拌工法（二重管工法）を選定した（表-4、表-6）。

表-3 地下水位低下工法選定結果

番号	測点	目的	揚水対象深さ	土質条件	適用可能工法		
					WP	DWP	SWP
区間1 ①	SP=735. 25～926. 41 L=191. 16m	地下水位低下	GL-2. 3 ～3. 3m	泥炭・砂	◎	○	○
経済性よりWP選定							
区間2 ③	SP=926. 41～1100 L=173. 59m	被圧水圧排除	GL-10m	泥炭・砂	×	○	◎
揚水可能深さ、経済性より選定							

※WP=ウェルポイント工法、DWP=ディープウェル工法、SWP=スーパーウェルポイント工法

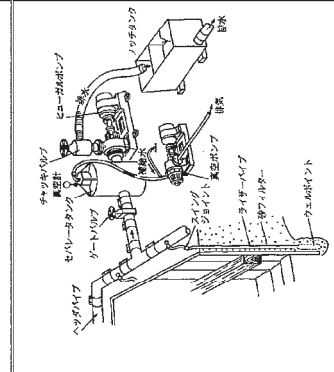
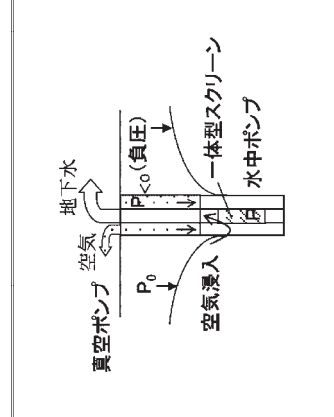
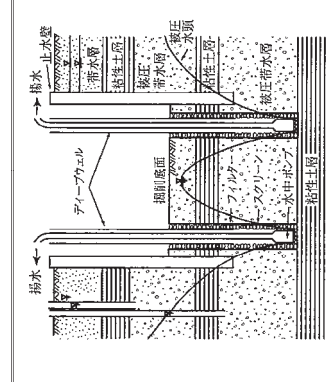
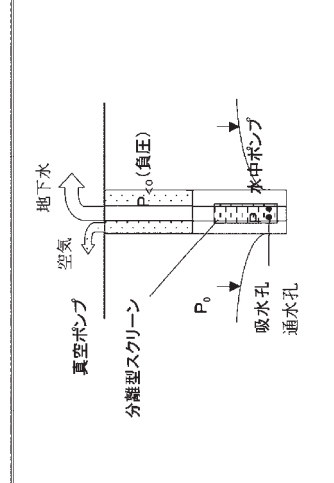
※◎=選定工法、○=適用可能工法、×=適用不可

表-4 地盤改良工法比較表

番号	測点	目的	土質条件	適用可能工法		
				高圧噴射攪拌 (二重管工法)	薬液注入 (二重管ストレーナ)	機械攪拌+ 高圧噴射攪拌
区間2 ④	SP=926. 41～1100 L=173. 59m	盤ぶくれに対する底面の地盤改良	泥炭・砂	◎	×	○
経済性より選定						

※ ◎=選定工法、○=適用可能工法、×=適用不可

表-5 地下水水位低下工法比較表

工法	強制排水工法	重力排水工法	真空排水工法	スーパードレーン工法
施工概要図				
工法概要	<p>ウェルポイントという長さ70cm外径50mmのストレーナー感網をもった吸水管に長さ5.5m~7mのライザーパイプを取り付けたものを地盤中に多数打ち込んで小さな井戸のカーテンを作り、ポンプで強力に地下水を吸引低下させ、必要に応じて地下水を揚水し地下水水位を低下させる強制排水工法</p>	<p>ディーブウェルに真空を利用して揚水の増大を図った工法ウェル</p>	<p>透水管を50~100cmの径で掘削し、その中に径30~60cmのストレーナーを設置し同時にフィルター材を充填した深井戸を作り、これにより低水位に地下水を揚水して地下水水位を低下させ、湧水の減少、水位の低下等を図る重力排水工法</p>	<p>従来のウェルポイント工法、ディーブウェル工法、パキュームディーブウェル工法の短所を解決した排水工法、大深度でもパキューム効果による強制排水を可能とし、セパレートスクリーンは内筒管と巻線ストレーナーの二重構造で巻線ストレーナーから流入した地下水は、二重管の間で空気と水とが分離され、真空ポンプにより二重管の間隙に自ら作用させる真空排水工法</p>
適用条件	<ul style="list-style-type: none"> ・砂礫層、砂層に最も有効 ・やや透水性の悪い地盤($k=10^{-10}$ cm/sec)でも強制排水に気負って排水可能 	<ul style="list-style-type: none"> ・必要水位低下量が10数m以上と大きく、必要排水量も数m^3/min以上と大きい場合 ・透水管と不透水層が互層をなし層厚が薄い、重力浸透による集水が期待できない地盤に有効 ・ウェルポイントの多設設置ができない場合 	<ul style="list-style-type: none"> ・ウェルポイントでは対応できない湧水量多い場合及び強制深度が深い場合 ・厚状土質で途中に透水性の良い砂礫層等の地層を挟んでいる時は排水に有効 ・掘削底より深い位置に大きな水位を持つ帯水層がありその水位を下げる必要がある場合 	<ul style="list-style-type: none"> ・風化岩、砂礫層、粘土層、地下水低目的での土質条件は全てクリア
揚水可能深さ	<p>プラントポンプ設置位置から4m程度</p>	<p>一般的なポンプ能力で50m程度</p>	<p>一般的なポンプ能力で50m程度</p>	<p>100m程度</p>
長所	<ul style="list-style-type: none"> ・機械の取り扱いが簡単、予定どおり地下水水位が低下しない場合(中間2.0m~0.8m)に打ち増しが可能 ・水の移動に伴う土の流出、排土がなくなり地盤を損傷しない ・簡便であり工事費が安い 	<ul style="list-style-type: none"> ・粘り土地盤で重力排水が困難な早にまれに施工例有 	<ul style="list-style-type: none"> ・地下水水位低下量を大きくすることが可能 ・地表面からの施工が可能 ・透水係数が入きく施工範囲が広くて湧水量が多い場合に経済的 	<ul style="list-style-type: none"> ・白土伝播と田舎洗浄により地下水を確実に水位低下可能 ・効率的なスポット掘削で施工本数が少なくて済む ・真空気化により脆弱地盤改良が可能
短所	<ul style="list-style-type: none"> ・土質が締まった粘土、玉石を含む時はあらかじめ穿孔が必要 ・深い掘削地下水層が存在する場合、ディーブウェルとの併用が必要 	<ul style="list-style-type: none"> ・真空吸引によって井戸周辺の土砂を呼び出し詰まりを生じることが多くフィルター材の洗浄が必要 ・地下水水位低下が進行し過ぎると井戸内に空気が入り込みパキューム効果が弱くなる恐れあり 	<ul style="list-style-type: none"> ・長期揚水のため予備ポンプ、予備電源が必要 ・透水係数が入きく土質には不適 ・最大ビッチは25mまでとされている ・重力式なので水位低下の効率が悪い 	<ul style="list-style-type: none"> ・パキュームシステムを用いるために日常保管理メンテナンスが必要
施工実績	<p>実績あり</p>	<p>道内での実績、施工業者なし</p>	<p>実績あり</p>	<p>実績あり</p>
直接工事費	<p>WP本数\times38本 30,570円/本\times38=10,610(千円)</p>	<p>—</p>	<p>WP本数\times5本 5,700,000円/本\times5本=28,500(千円)</p>	<p>—</p>
判定	<p>SF735.25~926.41区間は適用可能、経済性で採用 SF926.41~1100区間は揚水可能深さからNG</p>	<p>道内実績なしのためNG</p>	<p>SF926.41~1100区間は適用可能、経済性で採用</p>	<p>—</p>

表一6 地盤改良工法比較表

対策工法	高圧噴射攪拌工法 (二重管工法) JSG工法	高圧噴射攪拌工法 (二重管工法) V-JET工法	薬液注入工法 (二重管ストレーナー工法)	機械式攪拌工法 (MITS工法) + 高圧噴射攪拌工法 (単管工法)
改良範囲 (断面図)				
改良範囲 (平面図)				
工法概要	改良深度まで二重管ロッドを貫入後、圧縮空気を付わせ改良材スラリーを高圧噴射しながら回転上げし、余分なスライムを排出して、円柱状の大口徑改良体を作成する工法。	改良原理は高圧噴射攪拌工法 (二重管工法) と同等で、JSO工法よりも高性能な高圧ポンプを使用することにより、同じ地盤に対し改良径が大きくなり、かつ改良時間が向上した工法。	二重管ロッドを用いて空隙性と締結性グラウトを使用し、締結性は注入管周りの空隙充填、締結性は長いゲルタイム時間を利用して地盤に薬剤を浸透させ、均質な固結体を形成する工法。	MITS工法は、攪拌翼による攪拌と中圧噴射攪拌を組合わせた工法で、MITS工法の最大可能圧力が200mpaと、従来の高圧噴射攪拌工法 (単管工法) と同等の噴射圧力での施工が可能となる工法。
適応地盤	砂質土：N≤50 粘性土：N≤4 評価：適用可	砂質土：N≤200 粘性土：N≤9 評価：適用可	砂質土・礫質土 評価：泥炭層は困難 適用不可	砂質土：N≤15 粘性土：N≤10 評価：適用可
長所	上記対策工法に対する実績が多い	施工本数が少ないので、施工スピードが最も速い	機械が小型で、セツト数の増減が最も容易 砂層に関しては確実な注入効果が得られる	バックホウタイプなので軟弱地盤上の走行性能に優れる 同じ機械・プラントで両方の施工が可能 先行して機械攪拌部の施工が可能
短所	排泥処理が最も多い	日当たり可能な排泥処理量によっては日施工量が限定される	泥炭等の粘性土地盤には注入効果が得られにくい	機械式攪拌部は、事前に室内配合試験が必要
日施工量 (延長10m 当り)	3.5本/日 19本÷3.5本/日 施工日数：5.5日 施工費：19本×194,900円/本=3,703,100円	4本/日 4本÷3本/日 施工日数：1.3日 施工費：4本×700800円/本=2,803,200円	6本/日 (2セツト) ×770L/本=4,620L/日 23,085L÷4,620L/日 施工日数：5.0日 施工費：30本×73,300円/本=2,199,000円	機械式攪拌部：12本/日 18本÷12本/日 高圧噴射攪拌部：12本/日 49本÷12本/日 施工日数：5.6日 機械式攪拌部：16本×63,900円/本=1,022,400円 高圧噴射攪拌部：49本×51,900円/本=2,543,100円 排泥処理費 (高圧噴射)：38m ³ ×20,000円=760,000円 施工費 (10m当り) 合計：4,325,500円 施工費：4,325,500円/10m×17=73,533,500円 共通仮設費：1,490,000円/回 室内配合試験費：600,000円/回
直接工事費 (延長10m)	排泥処理費：116m ³ ×20,000円/m ³ =2,320,000円 施工費 (10m当り) 合計：6,023,100円 施工費：6,023,100円/10m×17=102,392,700円 共通仮設費：521,300円	排泥処理費：55m ³ ×20,000円/m ³ =1,100,000円 施工費 (10m当り) 合計：3,903,200円 施工費：3,903,200円/10m×17=66,354,400円 共通仮設費：1,096,900円 運搬費：1,440,000円	—	—
直接工事費 (延長170m)	102,914(千円)	88,891(千円)	—	75,624(千円)
合計	—	—	—	—
評価	SP926.41~1100区間は適用可能、経済性でNG	SP926.41~1100区間は適用可能、経済性で採用	泥炭は適応外のためNG	SP926.41~1100区間は適用可能、経済性でNG

表－7 掘削工法と対策工法選定結果

番号	測点	掘削工法	対策工法	直接工事費(千円)	採用
区間1①	SP=735.25～926.41 L=191.16m	素掘り開削	ウェルポイント工法	11,884	○
区間1②		鋼矢板Ⅳ型	—	23,612	×
区間2③	SP=926.41～1100 L=173.59m	素掘り開削	スーパーウェルポイント工法	29,745	○
区間2④		鋼矢板Ⅳ型	地盤改良 (高圧噴射攪拌工法)	95,880	×

(3) 掘削工法と対策工法の決定

素掘り開削工法と鋼矢板工法に対して、必要となる対策工法と比較を行った結果、区間1は素掘り開削工法とウェルポイント工法の組み合わせ、区間2は素掘り開削工法とスーパーウェルポイント工法の組み合わせが経済的となり選定した(表－7)。

8. 選定対策工法の評価

(1) ウェルポイント工法(区間1)

ウェルポイントは約1.5m間隔で設置し、地下水位の観測ができるように水位観測孔も設置した。ウェルポイントの運転開始から徐々に地下水位が低下し始め、目標水位まで下がるのに3～4日程度と少し時間を要したが、素掘り開削施工でパイプラインを埋設することができ、ウェルポイントは有効であることが判明した。

(2) スーパーウェルポイント工法(区間2)

スーパーウェルポイントは起終点と約40m間隔で中間に3本の合計5本設置し、被圧水位の観測ができるように水位観測井戸も2箇所設置した。スーパーウェルポイントはポンプ5台同時運転を行い、2日程度で被圧水位を低下させ、底面の盤ぶくれが発生することはなく、素掘り開削施工でパイプラインを埋設することができ、選定工法は妥当であったと思われる(写真－8)



写真－8 揚水ポンプ

9. おわりに

本稿では、国営緊急農地再編事業今金北地区の区画整理工事で用水路(パイプライン)施工において、地下水位低下工法を用いて素掘り開削工法で設計した事例を紹介した。

地下水位低下工法により、素掘り開削で施工ができれば、鋼矢板土留めや地盤改良が不要となり、工事費の削減と工期の短縮を図ることが可能となる。

最後に、本稿作成にあたりご指導ご協力いただきました北海道開発局函館開発建設部函館農業事務所、また、発表の機会を与えていただきました(一社)北海道土地改良設計技術協会に対し、深く感謝の意を表します。

(サンスイコンサルタント(株)北海道支社

技術部技術第2グループ 主任技師(技術士補))

引用文献

- 1) 今金町ホームページ | 今金町の概要 | 町の概要・位置 |
- 2) 国営今金北土地改良事業計画書

D X を取り入れた用水路（管水路）の機能診断調査

伊東 啓人

はじめに

現在、我が国の農業水利施設は、ダムや頭首工、揚排水機場等の点的な基幹的施設が約7,600箇所、基幹的水路が約5万km、末端水路までを含めれば40万kmという膨大な資産を形成している。それらは、戦後から高度経済成長期にかけて集中的に整備されてきたことから、近年は老朽化が進み、とくに管水路における突発事故の発生件数が増加傾向にあり、適切な管理と予防保全の促進が重要となっている。

一方、当該施設の多くは、その管理が地元自治体や土地改良区に委ねられ、人的資源に制約がある中で、施設状態の把握等が十分行き届かない状況も見られている。

そのような状況に対応するための手段の一つとして、デジタル技術が注目され、農業水利施設の管理の分野でも、人員不足に対応したより効率的な施設管理の実現につながるものと期待されている。

表題のDX（デジタルトランスフォーメーション）とは、「企業などがデジタル技術（AI、IoT等）を活用し、業務プロセスの改善に加えて、製品やサービス、ビジネスモデルそのものを変革するとともに、組織、企業文化、風土も変革し、競争上の優位性を確立すること」とされる。

例えば、農業水利施設の維持管理の分野では、DXによる施設管理の効率化に向けて

- ① UAV、ロボット技術、ICT技術の活用
- ② 施設に関する情報の蓄積とAIの活用

などが考えられる。

本報では、国営畑地帯総合土地改良パイロット事業によって造成されたパイプラインについて、施設の適切な機能保全とライフサイクルコストの低減を目的とする機能診断調査において上記①を取り入れ、

機能診断調査の効率化をねらいとした取り組み事例を紹介する。

1. 調査対象地区及び対象施設

機能診断調査は、国営畑地帯総合土地改良パイロット事業小清水地区（昭和53年度～平成18年度）で造成された用水路（管水路）のうち、配水系のパイプライン9条、L=49.1kmを対象とした（表-1）。

表-1 対象施設

区分	貯水池	頭首工	用水路	排水路
小清水地区	1箇所	3箇所	421.5km	9.1km
機能診断対象施設	—	—	49.1km (9条)	—

小清水地区は、北海道東部に位置する斜里郡小清水町、斜里町及び清里町の約12,900haを受益とし、小麦、ばれいしょ、てんさいを主体とした畑作地帯である（図-1）。



図-1 位置図

対象施設のパイプライン9条は、ファームポンドを起点とする樹枝状配管（クローズド形式）、管種はダクタイル鋳鉄管が大半で一部FRPMを含む。



図-2 対象路線位置図

口径はφ1,200～200mmで、総延長は約50kmに及ぶ規模である（図-2）。

2. 機能診断調査の内容と課題

(1) 機能診断調査の内容

本業務における機能診断調査の内容と各調査の目的を表-2に示す。

現地踏査は、漏水等の異常に係る路線上の地盤状況の確認と制水弁や空気弁などの附帯施設の状態の確認を目的として全量調査（通年利水であるため、管内調査は除く）を行い、その結果と前回の機能診断調査結果を踏まえて定点調査地点を選定した。

現地調査（定点調査）は、パイプラインの水密

性評価のために漏水量調査及びコンクリート構造物の性能評価のためにファームポンド等のコンクリート調査を行い、現地踏査結果と併せて健全度評価及び機能保全計画を策定するものである。

(2) 調査における課題

本地区の機能診断調査（現地踏査・定点調査）にあたっては、対象施設の規模・構造や水利用条件から、次の課題があった。

【現地踏査の課題】

- ・調査対象の総延長は約50kmにのぼり、その範囲は広域に及ぶため、全線を対象とする現地踏査における作業の効率化と精度確保の両立。
- ・業務の工程上、現地踏査は8月上旬頃までに終える必要があったが、パイプラインが埋設されている農地にはばれいしょ等の作付けが行われており、農地への立ち入りが困難な中での調査。
- ・本地区は通年取水のため、ファームポンドの完全落水ができない条件下での水槽内面の調査実施。

【現地調査（定点調査）の課題】

- ・通年利水のため、漏水調査時の利水停止は限定される。短時間（1時間程度）の利水停止の条件下での漏水調査手法の選定。

表-2 調査内容と目的

調査項目	調査内容	目的
現地踏査	施設点検	附帯施設(制水弁、空気弁等)の変状有無、作動状況等の確認
	路線踏査	路線上の漏水痕跡や法面崩落等の異常有無確認
	FP内部調査	FP内部のコンクリートの状態確認(遠隔目視)
現地調査 (定点調査)	漏水量調査	管水路の水密性の定量評価
	コンクリート調査	コンクリートの定量評価(圧縮強度、中性化深さ、ひび割れ幅等)

※ FP:ファームポンド

3. DXを取り入れた機能診断調査

課題への対応策として、DXの視点から表-3に示す技術を取り入れた機能診断調査を実施した。

表-3 調査項目と取り入れた技術

調査項目・内容	取り入れた技術	期待する効果
現地踏査		
施設点検	(1)ナビゲーションシステム	作業の効率化
路線踏査	(2)空中ドローン(UAV)	作業の効率化、管理資料として活用
FP内部調査	(3)水中ドローン	作業の効率化、水利用への影響低減
定点調査		
漏水量調査	(4)管内圧力遠方監視装置	作業の効率化、調査精度と安全確保

(1) 用水路管理支援システム(既存)とナビゲーションを用いた施設点検(作業の効率化)

現地踏査にあたり、本地区で整備されている用水路管理支援システム(以下、「支援システム」という)を活用し、Google Earthと組み合わせてナビゲーションシステムを構築することで路線位置の確認及び付帯施設等へのアクセスを容易にし、作業の効率化を図った。

1) 用水路管理支援システムの特徴

管水路の維持管理は、日々の利水管理に加えて、管水路の漏水事故や不具合への即応が重要である。

支援システムは、施設の位置情報に加え、構造、管種やメーカー、施工業者の情報など多くの情報を内包する。

本システムは、①施設情報の保管及び迅速な情報検索ができること、②改修工事記録等の追加情報を容易に現状データに反映させられることが可能、といった特徴を有する。

支援システムの基本的な機能は、施設管理平面図(1/5,000地形図)(図-3)、地図情報(GIS)、路線情報(座標)、縦断情報、作工物情報、受益者名簿、用水系統・連絡体制図、受益区域位置図のデジタル情報の保管と表示・出力である¹⁾。路線情報は、パイプラインの中心線(IP)座標や付帯施設情報(座標・諸元・施工情報)が格納されており、CSV形式にてアウトプットが可能である。この情報を活用することで、効率的にナビゲーションシステムの作成が可能となった。

2) ナビゲーションツール

ナビゲーションシステムの作成には、ナビゲーションツールとしてGoogle Earth Proを用いた。本ツールは、ナビゲートとルート検索の機能を有し、衛星画像、航空写真、2D及び3Dの地図にアクセスできる(図-4)。

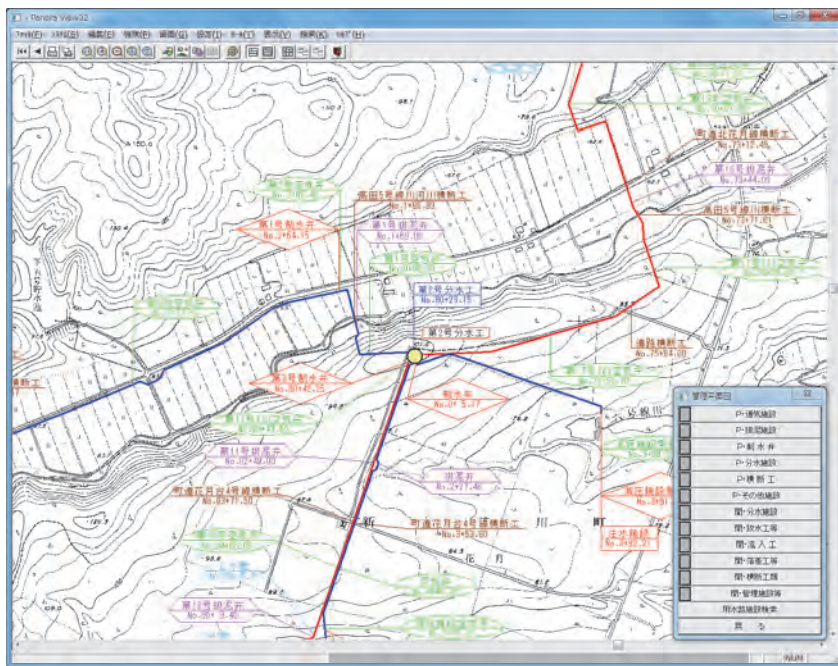


図-3 支援システムの施設管理平面図



図-4 Googleマップルート検索画面

また、他のアプリケーションからの地理データのインポート、情報レイヤーの追加及び地理的な領域の分析が可能である。

作成したプロジェクトは、他者との共有が可能であり、データは「kmzファイル」で保存される。

3) 支援システムとナビゲーションツールを組み合わせたナビゲーションシステムの構築

現地作業における移動の効率化と位置情報の精度向上を目的に、既存の支援システムの位置データ（附属施設及びIP座標）と施設情報をGoogle Earth Pro（又はGoogleマップ）に表示するとともに、現在地から施設までの経路のナビゲーションを可能とするナビゲーションシステムを構築した。

ナビゲーションシステムの作成手順を以下に示す。
手順1：支援システムに登録されているデータ（表-4）をCSV形式で保存する。

- ・中心線（IP）座標
- ・附属施設情報（施設名・測点・座標・種別・規格・使用圧力・製造業者・施

工年度)

手順2：手順1のCSVファイルをGoogle Earth Pro等での取り込みが可能なkmzファイルに変換する。

手順3：kmzファイルをGoogle Earth ProやGoogleマップに取り込み、パソコンやスマートフォンで表示する（図-5）。

4) ナビゲーションシステム導入の効果

ナビゲーションシステムの導入により、附属施設の現地踏査では以下に示す効果が認められ、作業の効率化に寄与した。

- ・不案内な土地でも、ナビ機能を使用して最適ルートで移動できた。
- ・他の施設との相対的な位置関係の理解を助けた。
- ・附属施設の基本情報は、スマートフォンにより容易に確認できた（図面等の膨大な紙媒体での確認作業が不要）。
- ・植生が繁茂する状況でも施設の確認を容易とした。

表-4 Google Earth ProにインポートするCSVデータ

名称	X座標	Y座標	No.	施設名	測点	X座標	Y座標	種別	規格	使用圧力	製造業者	施工年度
BP	-25,377.019	21,003.697	1	(緊急遮断弁)制水弁	No.0+84.13	-25,384.897	20,999.944	制	800 緊急遮断弁	7.5	(株)〇〇	2003
23-1	-25,377.304	20,999.436	2	東野FP通気スタンド	No.0+85.52	-25,386.283	21,000.037	ソ				2003
23-2	-25,415.269	21,001.976	3	小清水分水工管理用道路横断工	No.2+94.40	-25,434.344	20,823.630	横				2003
24	-25,424.459	20,864.583	4	国道391号道路(1)横断工	No.5+78.35	-25,443.576	20,541.751	横				2003
25	-25,437.491	20,810.593	5	永井(1)排泥弁	No.6+36.20	-25,433.157	20,484.847	排	300 水道用仕切弁	10.0	〇〇(株)	2003



図-5 Google Earth Proナビゲーション画面

(2) UAVを用いた現地踏査（作業の効率化）

1) 概要

本地区の管水路（とくに配水系）は、その路線の多くが農地内に埋設されており、従前、全線を対象とする路線踏査では、地表の状況を確認するため農地に立ち入る必要があった。

現地踏査は、本業務の工程上8月上旬頃までに完了する必要があったが、この時期は作付作物の収穫前であり、農地に立ち入ることは困難であった。この場合の対応としてUAVを用いて上空からの地表の状況確認を試みた。なお、この現地踏査は、収穫後に徒歩による現地踏査も併せて行った。

UAVの飛行には、前出の支援システムの中心線座標を活用し、あらかじめ座標入力によりルート設定を行い、自動飛行で安全かつ確実な管上飛行を行った。フライトは、航空法におけるカテゴリーⅠ（非特定飛行）の分類で、レベル1飛行（目視内）に該当する。また、国道等の幹線道路横断部や高压電線周辺の飛行は行っていない。UAVの飛行高度は80m、カメラは4500万画素（静止画サイズ8192×5460）、約30m間隔で空中写真の撮影を行い、撮影画像を合成して連続した踏査図を作成した。踏査図には、中心線や附帯施設の旗上げを行い、次回機能診断や施設管理のための参考資料としての活用を念頭に整理した（図-6）。

2) UAV導入の効果

- ・管上地盤の状況や附帯施設の位置確認に十分な解像度が得られた。

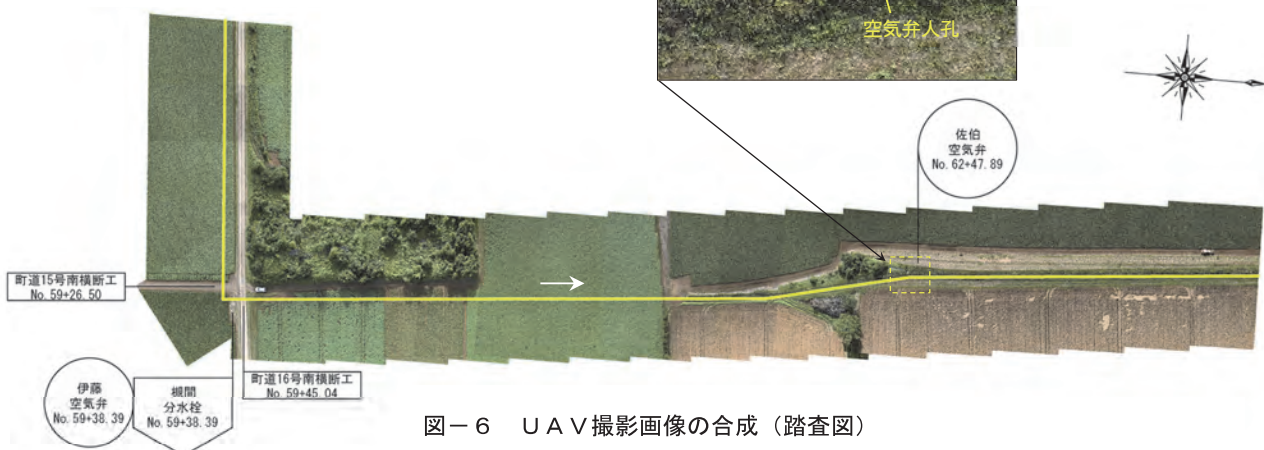


図-6 UAV撮影画像の合成（踏査図）

- ・地上踏査では確認の難しいほ場内の状況を含め、全線に亘って同レベルで状況把握を可能とした。
- ・UAVを用いた調査の所要日数1日に対して、徒歩で行った調査は4日程度を要し、地上踏査に比して作業の所要時間が短縮した（表-5、写真-1）。
- ・線的構造物として連続した画像を記録でき、踏査図や位置図等として利用できる。
- ・次回以降の調査でも同様のルート設定による飛行が容易で、同一の画角と精度の調査により経年変化の把握精度の確保が期待できる。

表-5 現地踏査の所要時間

区分	所要時間
UAV	1日
飛行時間	50(km) ÷ 10(km/hr) = 5hr
準備時間※	3hr (19フライト)
徒歩	4日 [50(km) ÷ 4(日) ÷ 8(hr) = 1.6(km/hr)]

※ 移動、UAV準備、バッテリー交換等



写真-1 UAV飛行状況



(3) 水中ドローンを用いたファームポンド水槽内の調査（水利用への影響低減）

1) 概要

本地区の用水路は、通年利水であり、ファームポンドを完全に落水し調査を行うことができない条件だった。

調査対象のファームポンドは2槽構造であり、上記の制約から1槽は落水して水槽内で目視調査を行い、もう1槽は落水せず、水中ドローンを用いて調査を行った（写真-2、写真-3）。なお、水中ドローンの操作は、「水中ドローン安全潜航操縦士」保有者が行った。

本調査で使用したドローンの特徴は以下のとおりである。

- ・有線で機体とコントローラーを接続し、水中で百メートル程度離れた位置まで走行可能であり、写真や動画の撮影ができる。
- ・コントローラーと接続したモニタでカメラ映像を確認しながら操作が可能である。
- ・レーザースケイラーの搭載により、動画や写真撮影の際に併用（照射）することで、変状幅等を定量的に把握することができる。



写真-2 使用した水中ドローン



写真-3 水中ドローン使用状況

2) 水中ドローン導入の効果

水中ドローン導入による効果としては、以下が挙げられる。

- ・ファームポンドの水槽内の水を落水することなく、ひび割れやジャンカなどコンクリートの変状や目地部の変状を確認できた（写真-4）。
- ・ファームポンド底部の堆砂状況を確認できた。
- ・人の侵入が難しい管内（F P流入口付近）に進入し、管体や制水ゲートなどの状況を確認できた（写真-5）。

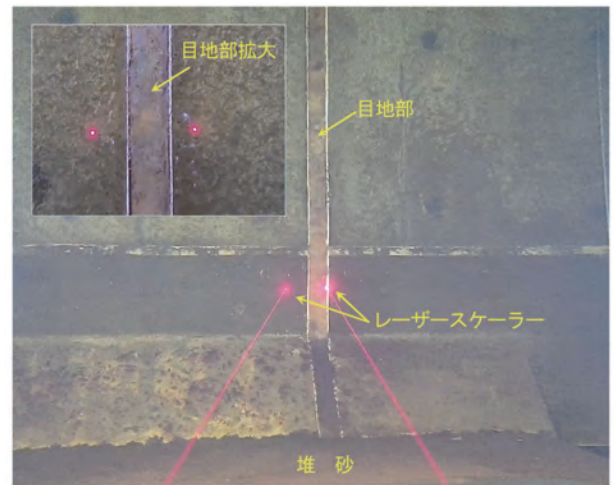


写真-4 目地部の状況

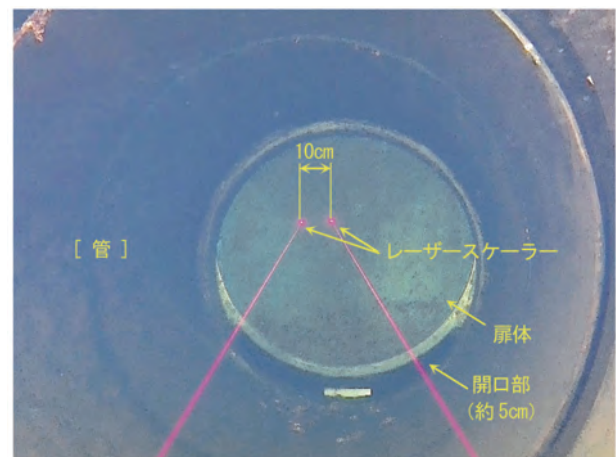


写真-5 F P流入管と制水ゲート扉体の状況

(4) ICTを活用した遠方監視装置による漏水量調査（調査精度と安全確保）

1) 概要

パイプラインの漏水量調査は、その精度を確保するため、基本的には利水を停止して行うのが一般的である（利水量と漏水量を区別）。前述のとおり、本地区は通年利水のため、利水を長時間停止することが困難である。発注者及び施設管理者と協議した結果、利水停止は、正午からの1時間及び夕方15時からの1時間の計2時間とした。

漏水量調査にあたっては、この条件に加えて、下記条件にも留意し、精度確保のため管内圧力の低下量から漏水量を算定した。

電気式圧力計（写真－6）は、各路線の低位部にある空気弁工（排気弁）に設置し、1分間隔で管内圧力の計測を行い、遠隔監視装置（ロガー内蔵）（写真－7）に接続してデータサーバーへ送信し、サーバーを経由してデータを取得した。

- ・ファームポンドの水面積は1,140㎡（1槽）である。
- ・ファームポンドと接続して漏水量調査を行った場合、許容減水量²⁾から算定される各路線の1時間あたりの減水深は、0.1mm～3mmである（水位計の測定精度は1cm程度）。

本業務における漏水量調査では、充水状態のまま制水弁でファームポンドと分離し、管内に自由水面が現れない状態でその後の減水圧を測定する方法を適用した。



写真－6 管内圧力計設置状況（空気弁工）

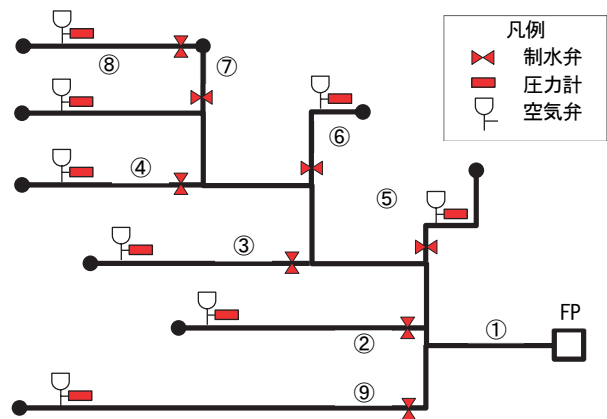


写真－7 遠隔監視装置設置状況

2) 遠隔監視装置の導入目的と特徴

管内に自由水面が現れた場合は、管内の多くが空虚となることを防止するため（再充水に時間を要する）、即座に制水弁（図－7）を開操作して、管内を静水圧に回復する必要がある。

遠隔監視装置は、常時監視と異常値発生時の即応化を可能とするシステムで、図－7に示す圧力計の計測値を連続的に取得するとともに異常発生時には携帯電話にアラームを発するところが特徴である。



図－7 対象路線の系統模式図

3) 遠方監視装置導入による効果

遠方監視装置の導入による効果は以下のとおりである。

- ・時間・場所を問わず、インターネット経由で計測データを取得・確認出来るため、遠方においても状況に即応が可能。

- ・計測データの送信間隔を遠隔で変更できるため、現場状況に合わせた観測・監視が可能。
- ・夜間なども現地に行かずに連続した観測・監視が可能。
- ・計測データは任意の期間を指定してCSV形式で取得できるため、詳細なデータ分析が可能。

まとめ

現在、農業水利施設の維持管理にあたり、その膨大なストックに対して農業関係者の高齢化や管理要員不足が進んでいる。この対応としてデジタル技術を活用した施設管理の効率化が求められており、今回、広域に配置されたパイプラインの機能診断調査においてDXを導入した効果として以下が確認できた。

- ①Google Earth Proを利用したナビゲーションシステムでは、目的地までの移動と施設情報の確認作業を容易にし、作業の効率化を図ることができた。支援システムは、日常の施設管理に加えて、機能診断調査においても有用なツールとして活用できる。
- ②UAVは、作付けされている圃場内に立ち入ることなく管上の状況を高解像度で確認することができた。
- ③水中ドローンは、通年利水のため、ファームポンドの落水が困難な状況下でも十分な精度で水槽内面の情報が得られた。
- ④遠方監視装置は、漏水量調査において多地点の情報のデータ収集と異常発生時の即応が可能であり、作業の効率化と安全性を確保できた。

昨今のデジタル技術の進歩は日進月歩で、今回取り入れた技術以外でも、例えばサーマルカメラ（温度変化による地表漏水判定）やグリーンレーザー（水中のレーザー測量）を搭載したUAV、GPS機能を搭載した水中ドローン、AI等の活用が想定される。今後もこれらのDXに係る技術の利用によるさらなる機能診断調査（農業水利施設の維持管理）の効率化と調査（管理）精度の向上を目指したい。

謝辞

本報は、網走開発建設部よりご発注いただきました業務の成果の一部を報告したものです。

本業務のご発注により貴重な経験の場をご提供下さいました網走開発建設部並びに機能診断調査の実施にあたり多大なご協力とご助言を賜りました斜網地域維持管理協議会の関係各位には、ここに記して御礼申し上げます。

最後に、本稿提出の機会を与えて下さいました（一社）北海道土地改良設計技術協会各位に謝意を表します。

（㈱アルファ技研 事業部 課長（技術士））

引用文献

- 1)（一社）北海道土地改良設計技術協会：パソコンを利用した水管理支援システム開発について、報文集 平成9年度 第11号 P.4
- 2)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」令和3年6月 P.560

パイプライン附带施設の更新整備における仮設計画

酒井 秀聡

1. はじめに

基幹的農業水利施設の多くは、戦後から高度経済成長期にかけて整備されている。現在の整備状況は、ダムや頭首工等の点的な基幹的施設が約7,700箇所、基幹的水路が約5万kmである。これらの施設は、老朽化が進行し、標準耐用年数を超過している施設が約5割にもおよぶことから、今後も順次、施設の補修・更新を計画的かつ効率的に進めることが課題となっている。

施設の補修・更新は、非かんがい期の落水時に行うことが通例である。しかし、肥培かんがいを対象とした地域においては、通年通水が求められ、送水を停止することができない。

本稿では、このような場合に附带施設を更新する際の仮設計画を検討した事例を報告する。

2. 仮設計画の概要

通年通水を維持したままの施工計画として、不断水工法を検討した。この方法は、更新する附带施設の上下流に分岐施設を設置し、バイパス管を設置する工法である。図-1に施設配置図を示した。

分岐施設は、各2基の①分岐管、②仕切弁（本管側）、③仕切弁（バイパス管側）で構成され、分岐管をバイパス管で接続する。設置した分岐施設は、撤去ができないため、附带施設の施工後は存置・埋設となる。バイパス管の管径は、施工性や経済性に留意して施工時期を決定し、その時期の必要水量に

〔施設配置〕

- 更新施設の上下流の本管に分岐施設を設置し、バイパス管を接続する。

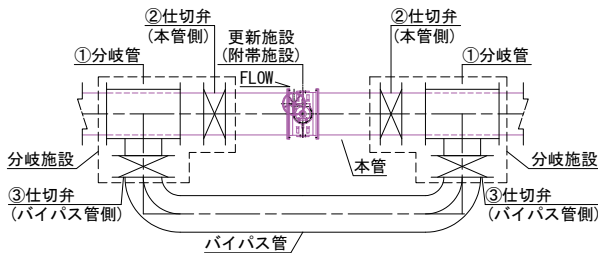


図-1 不断水工法の施設配置図

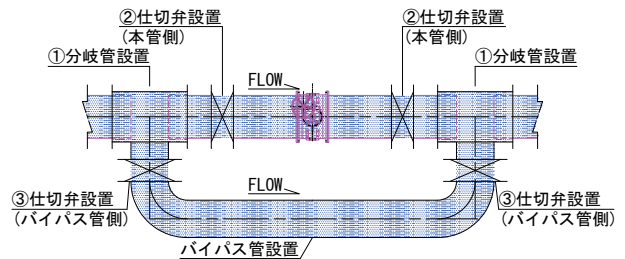
応じた規模とする。

図-2に不断水工法の施工手順を示した。分岐施設とバイパス管を設置する。①分岐管と②仕切弁（本管側）の設置箇所では、本管（既設管）を穿孔して、流向の分岐および仕切弁の挿入を行う。

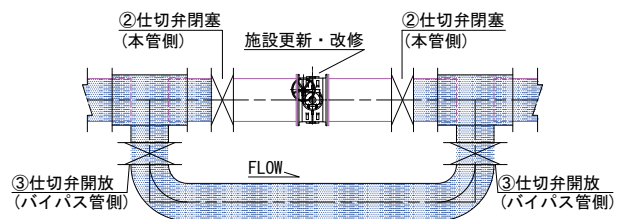
附带施設の更新・改修時は、②を閉塞・③を開放して流向をバイパス管に切替えて施工する。附带施設の更新・改修後は、②を開放・③を閉塞し、流向を本管に切替えてバイパス管を撤去する。

〔施工手順〕

- 本管（既設管）に分岐管および仕切弁（本管側）を設置後、仕切弁（バイパス管側）とバイパス管を設置する



- 仕切弁を操作し（本管側を閉塞、バイパス管側を開放）、附带施設を更新・改修する



- 附带施設の更新・改修後、仕切弁を操作し（本管側を開放、バイパス管側を閉塞）、バイパス管を撤去する。

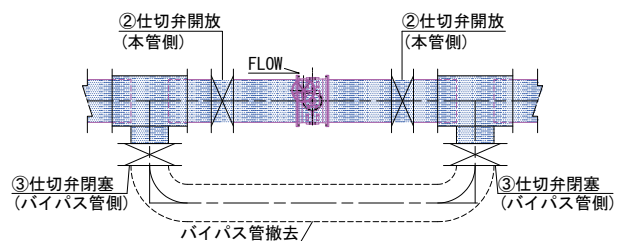


図-2 不断水工法の施工手順概要

3. 不断水施設の概要

(1) 分岐施設の設置方法

図-3に①分岐管と③仕切弁（バイパス管側）の設置方法を示した。二つ割りのT字管を本管（既設管）に取り付け、分岐側（バイパス管側）から穿孔機で本管（既設管）を穿孔する。穿孔するカッター内に切片が保持されるため、穿孔した切片は回収する。

穿孔後は作業弁を閉塞し、穿孔機を撤去してバイパス管を設置する。

③仕切弁（バイパス管側）の設置方法は、①分岐管へのフランジ接合である。

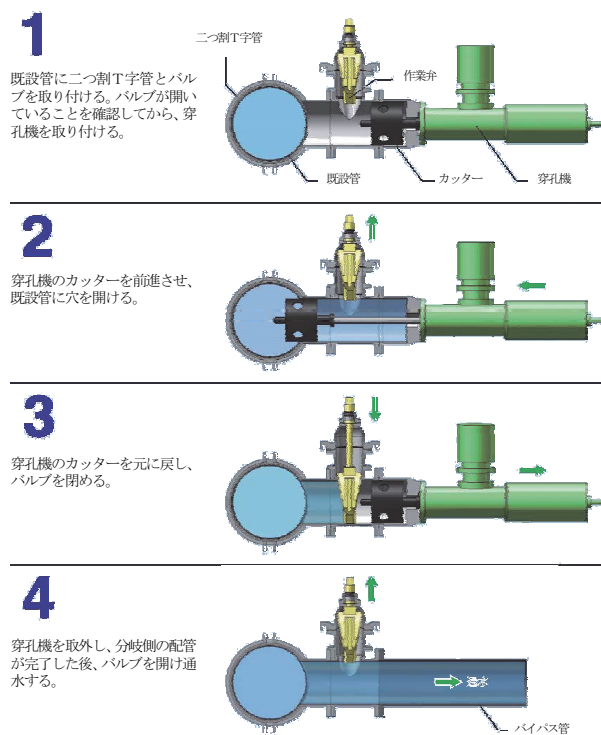


図-3 ①分岐管、③仕切弁（バイパス管側）の設置方法（メーカーカタログより）

図-4に②仕切弁（本管側）の設置方法を示した。

弁体の挿入スペースが付いている二つ割り管を本管（既設管）に取り付け、上部から穿孔機で本管（既設管）を穿孔する。穿孔するカッター内に切片が保持されるため、穿孔した切片は回収する。

穿孔後は、穿孔機と弁体の挿入機を付け替えて、弁体を挿入し仮止め固定ネジで固定する。

弁体挿入部から漏水が無いことを確認後、挿入機および作業弁を撤去し、上蓋やバルブの開閉器、減速機を設置する。

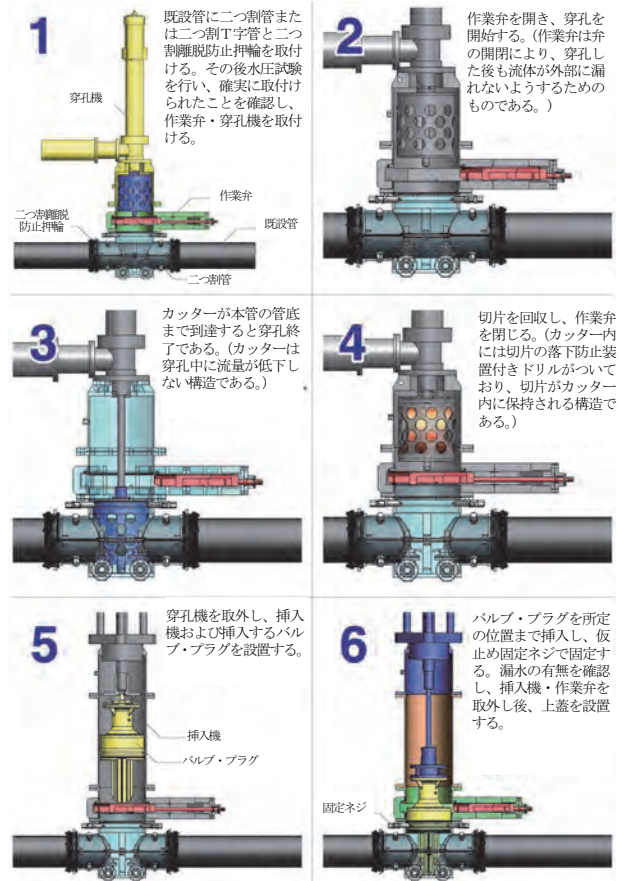


図-4 ②仕切弁（本管側）の設置方法（メーカーカタログより）

(2) 分岐施設の種類

分岐施設は、①分岐管、②仕切弁（本管側）、③仕切弁（バイパス管側）で構成される。これらの施設には、個別の製品と複数の施設を一体化した製品がある。以下に製品の概要を示した。

・二つ割T字管

①分岐管にあたる製品である。製品の外観を写真-1に示した。

図-3に示したように、製品の設置（本管（既設管）の穿孔後）には作業弁が必要である。この作業弁は③仕切弁（バイパス管側）として使用することが可能である。

・インサーバタフライ弁

②仕切弁（本管側）にあたる製品である。製品の外観を写真-2に示した。インサーバタフライ弁は、上蓋に減速機があり、通常のバタフライ弁と同様の操作が可能である。

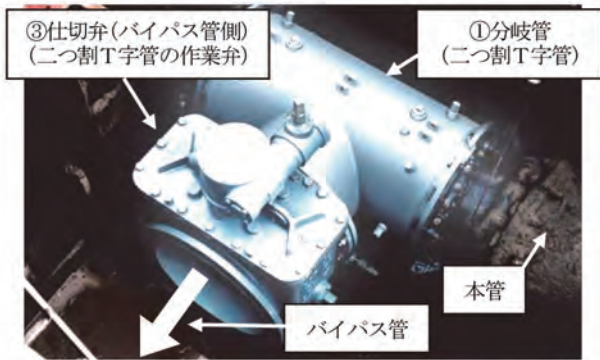


写真-1 二つ割T字管
(メーカーホームページより)

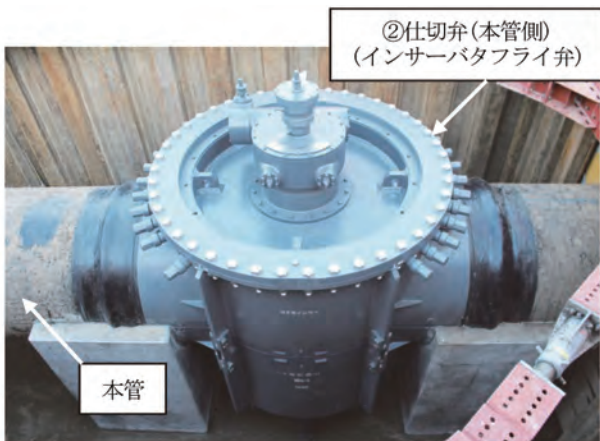


写真-2 インサーバタフライ弁
(メーカーホームページより)

・インサープラグ分岐型

①分岐管と②仕切弁 (本管側) を一体化した製品である。製品の写真を写真-3に示した。

インサープラグ分岐型は、分岐管にプラグを挿入することで、本管からバイパス管へ流向を切替える製品であり、分岐側 (バイパス管) への通水を停止することはできない。

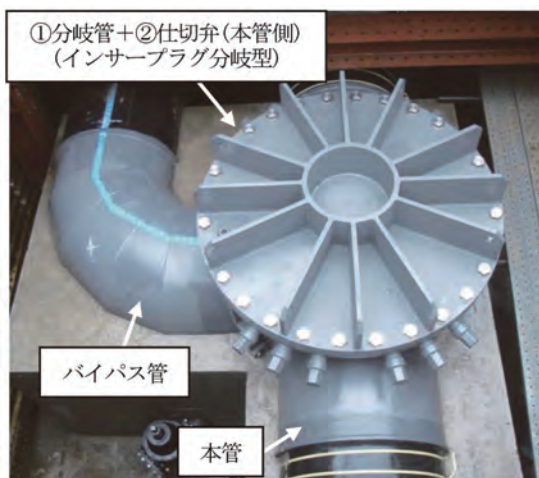


写真-3 インサープラグ分岐型
(メーカーホームページより)

・インサー切替弁

①～③の全てを一体化した製品である。製品の写真を写真-4に示した。

インサー切替弁は、分岐管内に流向の切替えバルブを内蔵しており、製品単体で分岐と流向の切替えを行う。切替弁は減速機付きであり、手動操作が可能である。

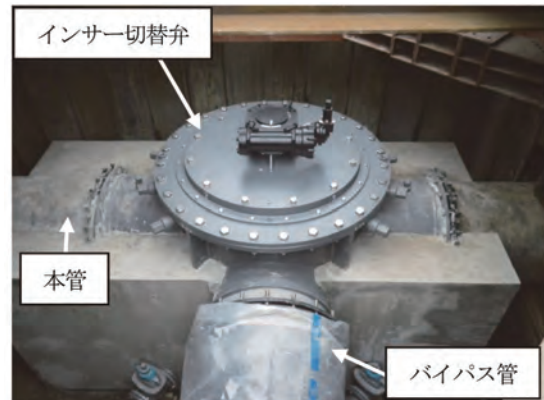


写真-4 インサー切替弁
(メーカーホームページより)

4. 分岐施設の設計計画

前項に示した4種類の製品 (二つ割T字管、インサーバタフライ弁、インサープラグ分岐型、インサー切替弁) の組合せ方などから、施設配置は以下の3タイプがある。

(1) Aタイプ. 二つ割T字管とインサーバタフライ弁を設置

①分岐管：二つ割T字管、②仕切弁 (本管側)：インサーバタフライ弁、③仕切弁 (バイパス管側)：二つ割T字管の作業弁を設置する方法である。

図-5に施設配置を示した。

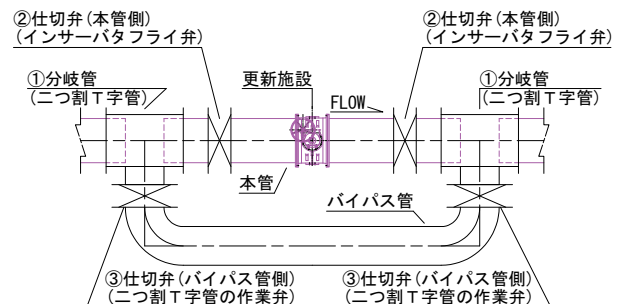
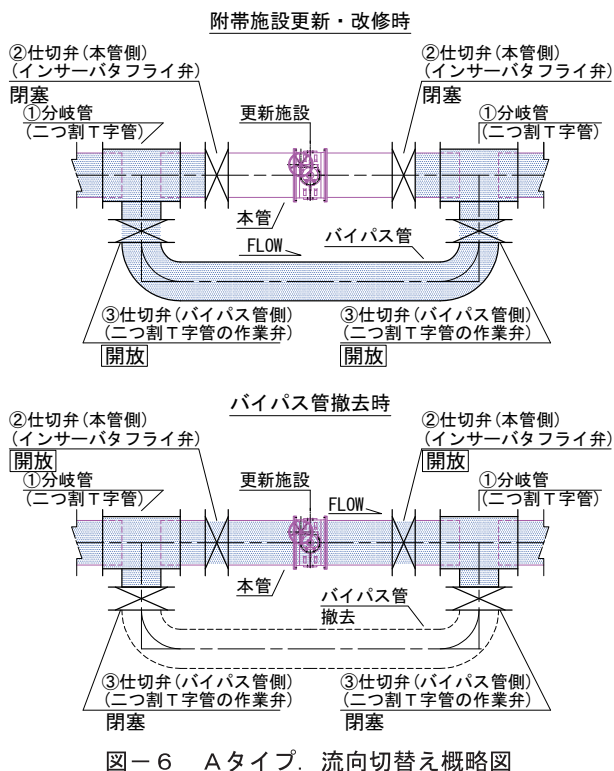


図-5 Aタイプ. 施設配置図

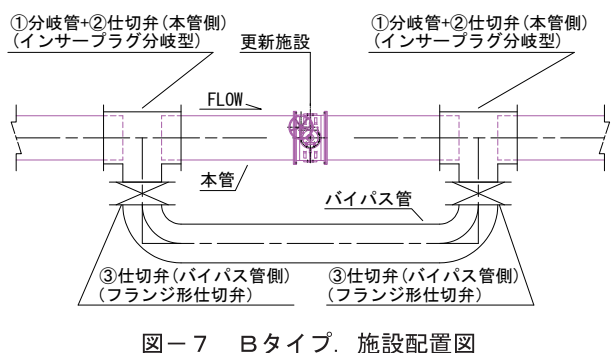
施工時は、図-6に示したように、② (インサーバタフライ弁) を閉塞・③ (二つ割T字管の作業弁) を開放して流向をバイパス管に切替えて施工する。

施工完了後は、②（インサータフライ弁）を開放・③（二つ割T字管の作業弁）を閉塞し、流向を本管に切替えてバイパス管を撤去する。



(2) Bタイプ. インサープラグ分岐型と③仕切弁（バイパス管側）を設置

①分岐管+②仕切弁（本管側）：インサープラグ分岐型と、③仕切弁（バイパス管側）：フランジ形仕切弁を設置する方法である。図-7に施設配置を示した。



施工時は、図-8に示したように、インサープラグ分岐型にプラグを挿入・③（フランジ形仕切弁）を開放して流向をバイパス管に切替えて施工する。

施工完了後は、インサープラグ分岐型からプラ

グを引抜き・③（フランジ形仕切弁）を閉塞し、流向を本管に切替えてバイパス管を撤去する。

インサープラグ分岐型のプラグの抜き差しには、専用機材とクレーンが必要となる。

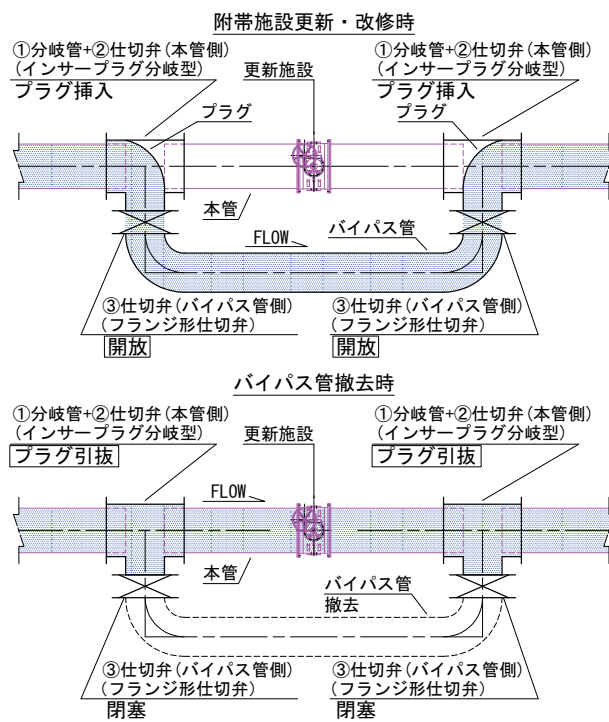


図-8 Bタイプ. 流向切替え概略図

(3) Cタイプ. インサー切替弁を設置

①分岐管、②仕切弁（本管側）、③仕切弁（バイパス管側）を統一化したインサー切替弁を設置する方法である。図-9に施設配置を示した。

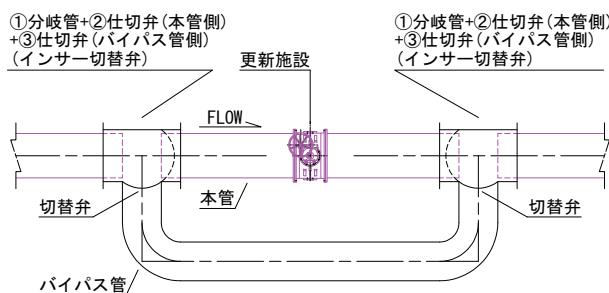


図-9 Cタイプ. 施設配置図

施工時は、図-10に示したように、本管側を閉塞・バイパス管側を開放となるよう切替弁を操作し、流向をバイパス管に切替えて施工する。

施工完了後は、本管側を開放・バイパス管側を閉塞となるよう切替弁を操作し、流向を本管に切替えてバイパス管を撤去する。

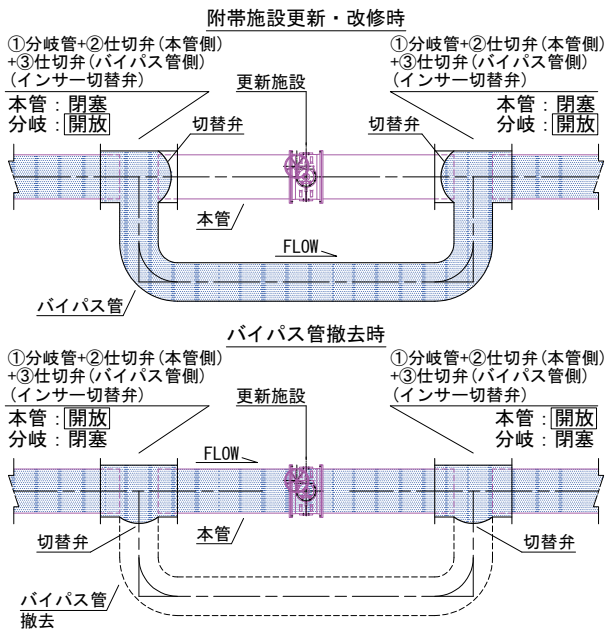


図-10 Cタイプ 流向切替え概略図

5. 分岐施設の比較検討

前項のA～Cタイプについて、バイパス管を本管と同口径とすることで施工時期に制約を設けず通年施工を可能とする場合と、施工時期（通水量）に制約を設けてバイパス管を小口径化する場合の比較検討を行った。

(1) バイパス管と本管と同口径とする場合

本管がダクタイル鋳鉄管（φ1000）の路線について、バイパス管に本管と同じ規格の管材を使用した場合の比較検討を行った（表-1）。

Aタイプは4箇所のバルブを手動操作することで流向の切替えが可能であり作業性に優れるが、施設費が最も高価である。また、2種類の施設を本管に設置するため、土工規模が最も大きくなる。

Bタイプはプラグの抜き差し（流向切替え）に専用機材およびクレーンが必要となるため、流向切替えの作業性が悪い。また、施工完了後にプラグを引抜く必要があり、この作業で施工費がかさむ。そのため、水路本体の更新整備など恒久的に流向を変える（プラグを引抜かない）場合に適した分岐施設である。

Cタイプは2箇所のバルブを手動操作することで流向の切替えが可能であるため作業性が最も優れる。また、経済性についても最も優れる。

上記より、施工時期に制約を設けない場合は、Cタイプのインサー切替弁が流向切替えの作業性、経済性が最も優れる。

(2) バイパス管を小口径化する場合

今回の検討事例では、本管径がφ500～φ1000

表-1 分岐施設比較表

施設パターン		A. 二つ割T字管+インサーバタフライ弁	B. インサープラグ分岐型	C. インサー切替弁
適用管種		・ダクタイル鋳鉄管 ・鋼管 ・ヒューム管		
適用管径		φ300～φ2200	φ150～φ1650	φ300～φ1650
施設の構成	分岐管	二つ割T字管	インサープラグ分岐型	インサー切替弁 (製品単体で分岐・流向制御可能)
	仕切弁(本管側)	インサーバタフライ弁	インサープラグ分岐型 (プラグ挿入によりバイパス管へ流向切替)	
	仕切弁(バイパス管)	仕切弁 (二つ割T字管を設置する際の作業弁を使用)	仕切弁	
メリット		<ul style="list-style-type: none"> ・流向の切替えは4箇所のバルブ操作で行う ・施設の再利用が容易である ・管径がφ600程度以下で、本管の仕切弁に簡易弁を使用可能な場合は経済性で有利 	<ul style="list-style-type: none"> ・インサープラグ分岐型の施設費が低廉である ・高圧管路にも施工可能である 	<ul style="list-style-type: none"> ・流向の切替えが2箇所の切替弁のみであり、作業性が最も優れる ・施設の再利用が容易である ・施工後に存置・埋設する施設が少ない
デメリット		<ul style="list-style-type: none"> ・インサーバタフライ弁の施設費が高価である ・2種類の部材を設置するため土工規模が大きく、施設費・設置費がかさむ ・施工後に存置・埋設する施設が多い 	<ul style="list-style-type: none"> ・流向の切替え(プラグ抜き差し)に専用機材及びクレーンが必要であり、作業性が悪い ・附帯施設の更新では、更新後にプラグを引抜く必要があるため施工費が高価となる 	<ul style="list-style-type: none"> ・インサー切替弁の施設費が高価である ・使用圧力は10Kまでである
施工日数(1箇所当り)		10日 (取付:5日, 削孔・挿入:5日)	9日 (取付:4日, 削孔・挿入:5日)	9日 (取付:4日, 削孔・挿入:5日)
工事費 (DCIP φ1000)	施設費	インサーバタフライ弁: 104,904千円/2基 二つ割T字管: 41,638千円/2基 小計: 146,542千円/2基	インサープラグ分岐型: 75,710千円/2基 仕切弁(バイパス管側): 11,060千円/2基 小計: 86,770千円/2基	インサー切替弁: 88,298千円/2基
	施工費	インサーバタフライ弁: 38,998千円/2基 二つ割T字管: 18,218千円/2基 小計: 57,216千円/2基	インサープラグ分岐型: 59,956千円/2基 仕切弁(バイパス管側): 170千円/2基 小計: 60,126千円/2基	インサー切替弁: 38,500千円/2基
	合計	203,758千円	146,896千円	126,798千円
	順位	3	2	1

※適用管種・管径はメーカーにより異なる。

の路線で、施工時期を冬期間（地域の防除作業終了後から育苗の開始まで）とし、バイパス管径を肥培かんがい用水量に相当する口径（φ200）にした場合の経済比較を行った（表－2）。

Aタイプに使用するインサーバタフライ弁は、排水用バルブ（φ200）が付属しているため、バイパス管をこの排水用バルブに接続することで、二つ割T字管を設置せずに分岐することが可能である（図－11）。また、本管径がφ500以下の場合、分岐管にソフトシール付割T字管を、仕切弁（本管側）に不断水簡易弁を使用することにより、施設・施工費を縮減することが可能である（写真－5）。

上記内容を反映して比較検討した場合、本管径によりAタイプとCタイプで施設（インサーバタフライ弁とインサー切替弁）の費用が低い工法が経済性に優れる結果となる。



図－11 インサーバタフライ弁概略図（メーカーカタログより）

写真－5 左：ソフトシール付割T字管
右：不断水簡易弁（メーカーカタログより）

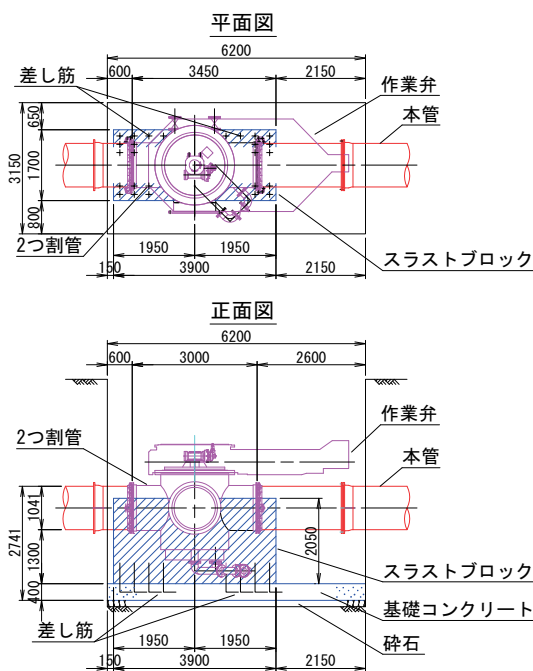
6. 附帯施設

(1) 既設管保護

前述の“3. 不断水施設の概要”で示したように、既設管の穿孔やバルブ・プラグの挿入を行う際は、二つ割管を取付けた後、既設管の上部に穿孔機や挿入機等を据え付けて作業する。二つ割管を設置する際は、既設管の下部も掘削するため、両端固定梁の状態となる。そのため、穿孔機や挿入機等の重量（φ1000で35ton程度）により既設管が破損しないよう、二つ割管の取付け後にスラストブロックを打設して既設管を保護する（図－12）。

(2) 沈下、スラスト対策

スラストブロックおよび穿孔機や挿入機等の重量により自重が増加するため、沈下対策として掘削底面に碎石を敷設し基礎コンクリートを打設する。また、バルブ・プラグの挿入・操作によるスラスト対策として、スラストブロックと基礎コンクリートを差筋で一体化する（図－12）。



図－12 スラストブロック・基礎コンクリート概略図（例 インサー切替弁（ダクタイトル 鑄鉄管φ1000））

表－2 管径・工法別経済比較表

管種・管径	施設パターン	概算工事費（千円）					
		内訳	φ1000	φ800	φ700	φ600	φ500
本管 管種：DCIP	A. インサーバタフライ弁	施設費	104,904	54,418	40,432	34,908	17,026
		施工費	38,998	27,720	25,258	24,180	5,358
		合計	143,902	82,138	65,690	59,088	22,384
バイパス管 管種：SUS管 (リース管材) 管径：φ200	B. インサープラグ分岐型	施設費	74,400	58,040	53,770	34,000	21,400
		施工費	59,956	53,992	50,624	39,974	33,782
		合計	134,356	112,032	104,394	73,974	55,182
	C. インサー切替弁	施設費	88,000	67,800	64,000	30,200	24,000
		施工費	38,500	33,834	32,150	27,046	22,254
		合計	126,500	101,634	96,150	57,246	46,254

7. 施工重機・使用地

(1) 施工重機

検討事例の対象としたインサー切替弁のうち最小管径（φ500）と最大管径（φ1000）、および適用最大管径であるφ2200のインサーバタフライ弁について、バルブ挿入時の使用機材と機材重量、施工重機を以下に示した（図-13、表-3）。

バルブの挿入時はa～eの機材を、挿入後はe. 弁体を除くa～fの機材を組み立てた状態で吊上げて、据付・撤去する。φ1000及びφ2200は、挿

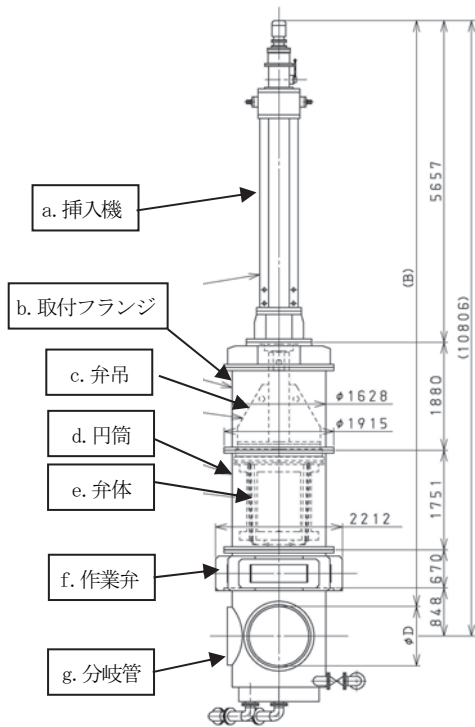


図-13 バルブ挿入時機材据付状態図

表-3 使用機材・重機および使用地規模一覧表

工法		インサー切替弁		インサーバタフライ弁
管径		φ500	φ1000	φ2200
機材重量 (kg)	a. 挿入機	1,800	8,000	20,900
	b. 取付フランジ	500	4,000	10,700
	c. 円筒	500	2,940	8,000
	d. 弁吊	210	1,500	3,000
	e. 弁体	1,070	4,600	33,000
	f. 作業弁	1,750	10,620	33,000
	g. 分岐管	740	3,800	21,000
	合計	6,570	35,460	129,600
施工重機	据付時重量	4,080	21,040	75,600
	撤去時重量	4,760	27,060	75,600
	挿入機 据付・撤去	50tラフター	100tラフター 50tラフター	160オルター 100tラフター
	運搬	2tトラック	12tトラック	セミトレーラー
分岐施設部 掘削規模	面積 (延長×幅)	8.2m ² (3.9m×2.1m)	19.8m ² (6.2m×3.2m)	65.5m ² (10.4m×6.3m)
工事使用 地規模	面積 (延長×幅)	660m ² (30m×22m)	1,120m ² (40m×28m)	2,337m ² (57m×41m)

入機を建て起こすため、2台の重機で共吊りする。

(2) 工事使用地

施工重機、分岐施設部の掘削規模および工事使用地規模を表-3に示した。

工事使用地規模は、掘削規模や掘削土の仮置き場所、挿入機の建て起こし、および据付する際の重機の配置等により設定した。インサー切替弁φ1000では、40m×28m程度の工事使用地が必要となる（図-14）。

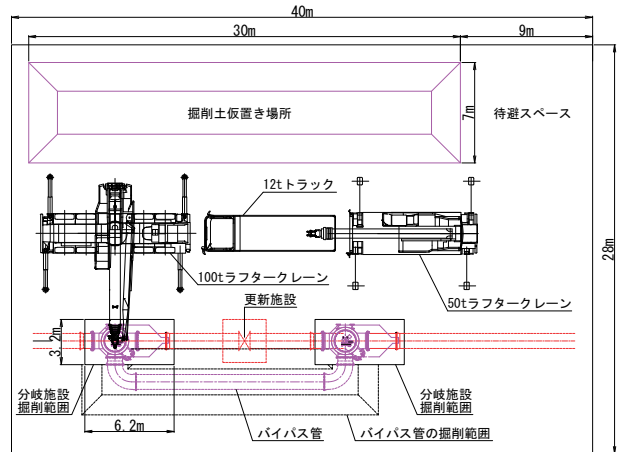


図-14 工事使用地図
(例 ダクタイル鋳鉄管φ1000)

8. 空気弁の更新整備

空気弁および補修弁の不断水による更新は、前項までの分岐施設を設置する方法とは別に、表-4に示した2種類の不断水補修弁交換工法がある。

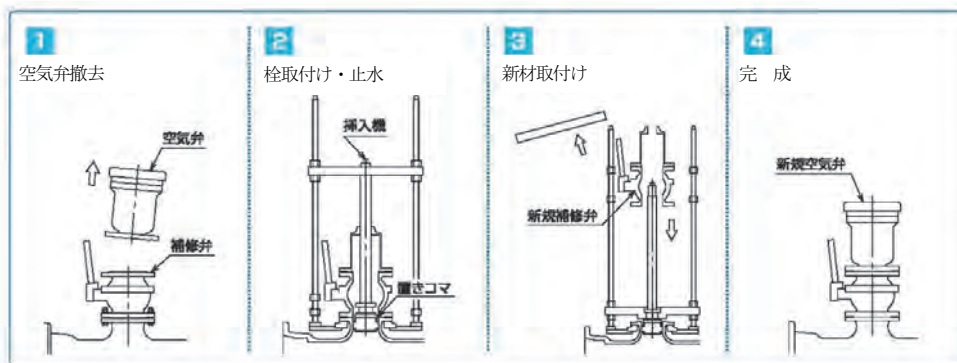
図-15に各工法の施工方法を示した。施工スペースは、①が最も小スペースで施工が可能であり、機材設置および作業に必要なスペースは1.2m×1.2m程度である。また、機材設置および弁類の取外し・取付けのために、補修弁の上面から1.5m程度のスペースが必要である。そのため、保護工が弁匡タイプの場合は、掘削・弁匡の撤去が必要である。また、弁室タイプの場合は、補修弁から弁室頂版までの高さが必要である。

適応する補修弁サイズはφ75以上であり、表-4にφ75とφ100の①と②の概算工事費を示した（空気弁の施設費や廃棄費、土工費等は含まない）。どちらの補修弁サイズについても、分岐施設による不断水工法よりも経済性に優れる。また、機材の設置や掘削等が空気弁設置箇所のみで完結するため、施工性も不断水補修弁交換工法が優れる。

表-4 不断水補修弁交換工法一覧

工法	施工方法・特徴	概算工事費（千円）	
		φ75	φ100
①置きコマ式・パンタグラフ式	<ul style="list-style-type: none"> 補修弁下の管材にゴム栓を設置する工法 施工スペースが最も小さく、短時間で施工可能 最も経済性に優れる 補修弁が無いまたは、機能しない場合は適用不可 	825	948
②スライドプレート式・ナイフゲート式	<ul style="list-style-type: none"> 更新する弁類の下にあるフランジに作業弁を設置し止水した状態で、①の工法を行う 補修弁が無いまたは、機能しない場合でも適用可能 	1,056	1,162

①置きコマ式・パンタグラフ式



②スライドプレート式・ナイフゲート式

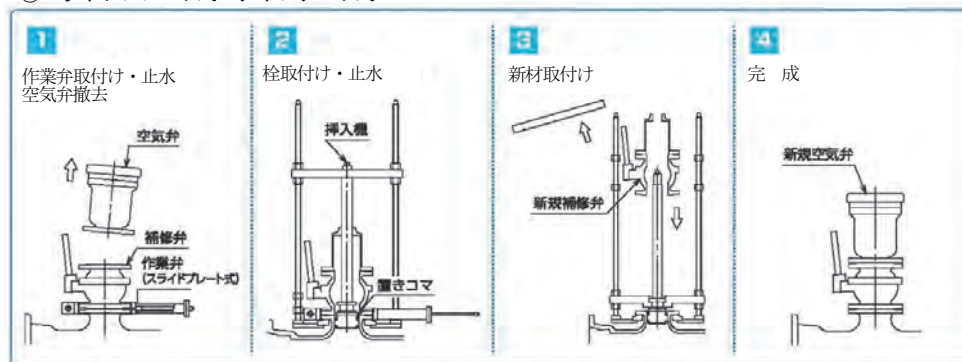


図-15 不断水補修弁交換工法施工手順（メーカーカタログより）

9. 留意事項

(1) 分岐施設設置・再利用時の留意事項

設置した分岐施設は、施工後に撤去ができないため、存置・埋設となる。そのため、分岐施設の設置場所を縦平面図等に記録し、施設管理者に説明を行う等、施工後も位置や構造を把握しておく必要がある。

(2) 工事費や工事使用地規模等について

本稿に示した工事費や工事使用地規模、分岐施設の構造等については、現場状況や施工時期、メーカーなどにより異なることに留意が必要である。

(3) 工事費や工事使用地規模等の算定について

本稿に示した分岐施設や施工重機の情報および掘削規模、工事費等は、既設パイプラインの諸元や現地状況等を基にして、メーカーへの聞き取りや見積りを行って得た情報である。工事費や掘削規

模等は、施設・現場毎に算定する必要があり、検討条件の提示から掘削規模等の算定および見積り作成まで、2～3週間程度の期間が掛かることに留意が必要である。

10. おわりに

不断水による附帯施設更新の検討の結果、分岐施設はインサー切替弁が流向切操作業および経済性で最も優れる結果となった。バイパス管を小口径化し、インサーバタフライ弁の排水用バルブにバイパス管を接続することが可能な場合は、施設費によりインサーバタフライ弁が最も経済性に優れる場合がある。また、空気弁単体を更新する場合は、不断水補修弁交換工法が施工性および経済性に優れる。

本報告が今後の同種業務の参考になれば幸いです。

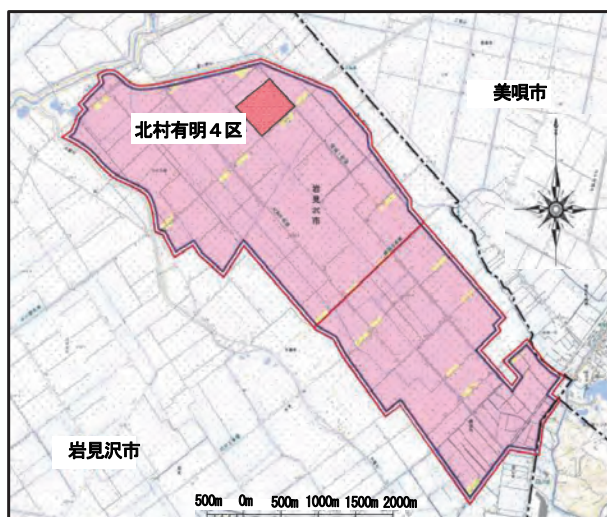
(株)フロンティア技研 主任技師

岩見沢大願地区における揚水機場撤去設計の取り組み事例

久保 雅俊

1. はじめに

国営緊急農地再編整備事業岩見沢大願地区は、石狩平野のほぼ中央にある岩見沢市に位置し（図－1）、一級河川石狩川水系旧美唄川及びその支川沿いに広がる受益面積1,100haの水田地帯であり、水稻、小麦、大豆のほか、たまねぎ等の野菜を組み合わせた農業経営が行われている。農地は、小区画であり、土壌条件により排水不良などが生じ、効率的な農作業を行う上での妨げとなっていること等から、今後、耕作放棄地が増加するおそれがある。このため、緊急的に生産性、収益性の向上及び耕作放棄地の解消・発生防止による優良農地の確保を図り、農業の振興と地域の活性化に資することを目的として、区画整理を施行している¹⁾。



図－1 岩見沢大願地区位置

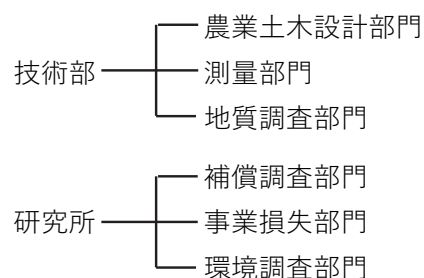
基幹的な農業水利施設の維持管理は、土地改良区等により行われているが、組合員の高齢化・減少に伴い組織運営体制が脆弱化してきており、今後、農業水利施設を適切に維持管理していくことが困難になるおそれがある。

このため、本地区において、区画配置上支障となる

現況用水路の再配置を行うことに合わせ、水管理労力の軽減が可能な管水路形式に改修する計画である。

弊社が受注した岩見沢大願地区北村有明4区区画整理設計等業務においては、用水路の管路化に伴い廃止することが可能となる農区内にある小規模揚水機場の撤去設計を行うことになった。

弊社においては、農業土木設計、補償調査、環境調査等の専門業務を実施する部門を有しており（図－2）、本業務での設計部門を中心に各部門と連携して、揚水機場撤去設計に取り組んだ事例を報告する。



図－2 会社組織表

2. 業務概要

本業務は、北村有明4区（A=30ha）の区画整理設計の実施により、用水系統の見直しを行った（図－3）。これに伴い、農区内の既設揚水機場（大願第12-2揚水機）を廃止するため、揚水機場撤去設計を実施することとなった（写真－1）。揚水機場撤去設計には専門的な調査が必要であったため、関係する部門と連携を図り、業務に当たることとした。揚水機場撤去設計においての実施内容は、①既設建物内のアスベスト及びPCBの調査、②上屋、ポンプ、電気類の撤去図作成、③取水施設等の土木構造物撤去設計である。各作業項目について、①は環境調査部門、②は補償調査部門、③は農業土木設計部門で担当し作業を進めることとした。



図-3 対象農区位置



写真-1 大願第12-2揚水機

3. 環境調査部門の取り組み（アスベスト調査）

(1) 調査項目

アスベスト調査は、大気汚染防止法（第十八条の十五）及び石綿障害予防規則（第三条）において原則として全ての建築物、工作物の解体等を行う際に実施することが義務付けられている。

PCB廃棄物については、PCB特別措置法に基づき、高濃度PCB廃棄物等の保管・所有事業者は法律で定められた処分期間内の処分等が義務付けられていることから、高濃度PCB廃棄物等となる塗膜について早急に対応を進めるため、調査を行うこととなっている。

環境調査部門では、年間100件以上のアスベスト調査を実施しており、そのノウハウを活かし、目視で判断できるもの、分析が必要なもの、追加調査を要するものを現場で判断し調査に当たった（写真2）。現地確認の結果、壁材等にはアスベスト、電気施設のコンデンサにはPCB含有の可能性があります。なお、手すり等の塗装については、施設建設年が昭和62年であり、「高濃度ポリ塩化ビフェニル含有塗膜調査実施要領」²⁾に記載のPCBを含む塗膜の該当年（昭和41～49年）から外れていたためPCBは使用されていないと判断し、調査対象外とした。

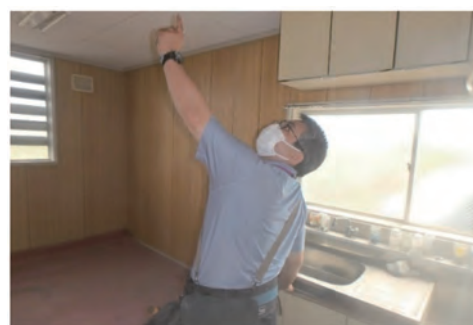


写真-2 現地確認状況

(2) アスベスト調査

アスベスト調査における書面調査、現地調査および分析は、マニュアル等に準拠し、定められている事前調査フローで行った（図-4）。書面調査、現地調査の結果を受けて、アスベスト含有の有無が不明な7建材において分析を行った結果、アスベスト含有建材は、4建材であった（表-1）。

アスベストを含有する建材の種類は、書面調査、現地調査および分析結果により判定し、ポンプについては、メーカー聞き取りにより確認を行った。建屋及びポンプのうち、それらの建材が使われている箇所を表-2にとりまとめた。併せて使用範囲図を作成し、使用箇所の明確化を図った（図-5）。

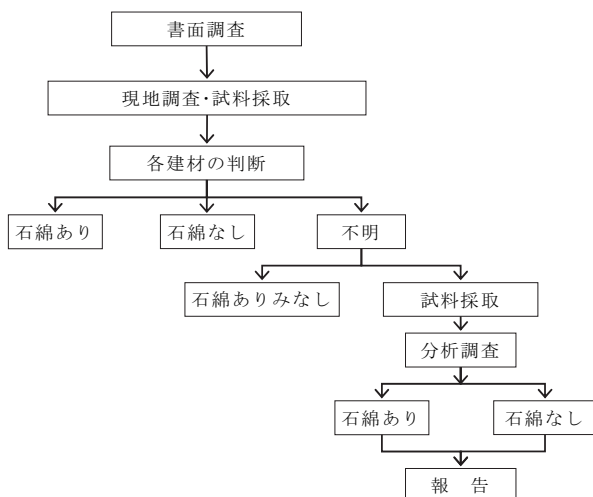


図-4 アスベスト事前調査フロー

表-1 分析結果表

施設名	大願12-2揚水機上屋				
試料No.	階数	部屋名	部位	建材名	石綿含有の有無
1	—	外部仕上	外壁	サイディング材	含有なし
2	—	外部仕上	軒天	スラグせっこうボード	クリソタイル含有 アモサイト含有
3	—	外部仕上	屋根	アスファルトルーフィング	クリソタイル含有
4	—	外部仕上	外壁内部	アスファルトフェルト	含有なし
5	1階 地下	ポンプ室	床	床塗材	含有なし
6	1階	便所	床	ビニル床シート	クリソタイル含有 (接着剤に含有)
7	1階	休憩室	天井	化粧せっこうボード	クリソタイル含有

表-2 アスベストを含有する建材の箇所

調査箇所			確認した建材名	判定	
階	部屋名	部位		方法	結果
—	外部仕上	軒天	スラグせっこうボード	分析	含有
—	外部仕上	屋根	アスファルトルーフィング	分析	含有
1階	ポンプ室	ポンプ	真空ポンプ	メーカー聞き取り	含有
地下	ポンプ室	ポンプ	MIXED FLOW PUMP	メーカー聞き取り	含有
地下	ポンプ室	ポンプ	MIXED FLOW PUMP	メーカー聞き取り	含有
1階	玄関	天井	化粧せっこうボード	目視	含有
1階	WC	床	ビニル床シート	分析	含有
1階	WC	天井	化粧せっこうボード	目視	含有
1階	休憩室	天井	化粧せっこうボード	分析	含有



図-5 アスベスト使用範囲図

工事におけるアスベスト材の除去と処分の基本方針は、「農業農村整備事業におけるアスベスト（石綿）対応マニュアル」³⁾に基づき、以下のとおりとした。

アスベスト除去作業は、「建築物解体工事共通仕様書」⁴⁾に示されている留意事項に基づき実施する。除去作業に伴う建材レベルは、レベル1（吹付材）、レベル2（保温材等）、レベル3（1、2以外）に分類する。除去したアスベストのうち飛散性のものは、特別管理産業廃棄物として所定の処理場で処分する。非飛散性のものは、非飛散性アスベスト材であることを廃棄物に表記したうえで、産業廃棄物として処分する。

本施設のアスベスト除去時において、レベル3に該当する「屋根板アスファルトルーフィング」「軒天のスラグ石膏ボード」「天井の化粧石膏ボード」「床のビニル床シート」及び「ポンプ本体」は非飛散性であるため、以下に留意し取り扱うこととした。

- ・非飛散性であるため、防護服は不要。
- ・防護マスク、フィルターを着用する。
- ・アスファルトルーフィングの回収は、機械もしくは人力で分別する。
- ・軒天、休憩室の天井、トイレ床の建材は、散水しながら取り壊しする。
- ・対象回収物はビニール袋（二重）に入れる。
- ・ポンプ本体は、含有箇所が不明なため分解しない。
- ・法令に基づく建材の処分方法選定フローより、産業廃棄物として処理場へ運搬し処分する(図-6)。

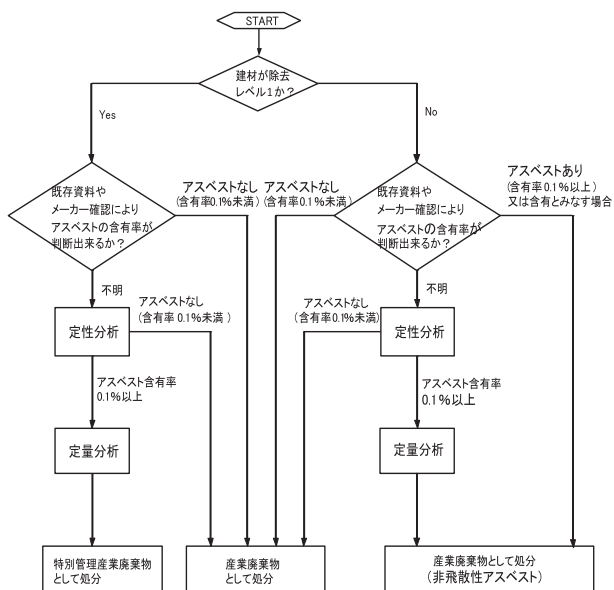


図-6 法令に基づく建材の処分方法選定フロー

(3) PCB調査

PCB調査は、現地で対象コンデンサの有無を確認し、対象コンデンサのメーカー名および製品名等を基に、製造元が公開している情報を確認した。必要に応じて問い合わせを行い、対象コンデンサのPCBの有無を表にまとめた(表-3、写真-3)。

本施設でPCBの調査対象となるコンデンサは

3個存在しており、製造元への確認等の結果、いずれも高濃度PCBは使用されていなかった。しかし、微量PCBが含有している可能性を否定できないとの回答であった。

表-3 PCB調査結果表

機器種別	進相コンデンサ	進相コンデンサ	進相コンデンサ
型式	MP	SH	NI形 MP 液体式
形式・品番	AM-2300ST	ZA-24207F-3	AM-2030TD
定格電圧(V)	200	200	200
容量	300 μ F	200 μ F	30 μ F
製造番号	BA369		DA668
製造年	1972	1987	1973
製造者	日立コンデンサ(株)	松下電器産業	日立コンデンサ(株)
高濃度PCB使用有無	無し	無し	無し
微量PCB含有有無	含有可能性有り	含有可能性有り	含有可能性有り



写真-3 PCB調査対象施設

(4) 設計図、数量計算

調査結果により、撤去時においては適切な処理を行なう必要があるため、アスベスト及びPCBの使用箇所を設計図に明確に記載し、数量計算においては対策費、処分費(処分場の確認を含む)を適切に計上した。

4. 補償調査部門の取り組み(上屋調査)

(1) 当該施設の資料収集

当該施設の資料収集に当たり、施設管理者である北海土地改良区に既存資料の貸与を求めたところ、施設建設年が昭和62年であり30年以上が経過していたため、ポンプを主とした概略図のみしか存在しなかった(図-7)。

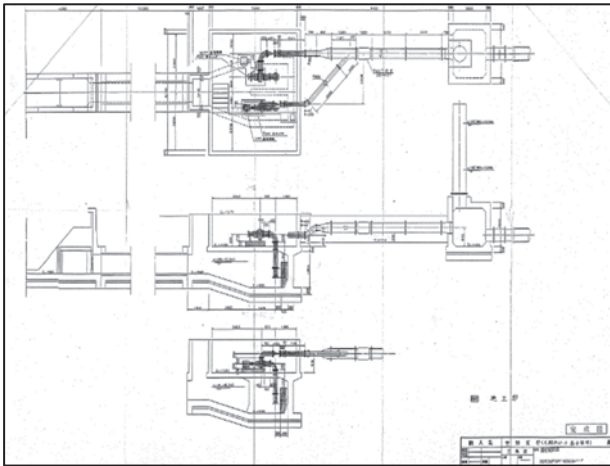


図-7 既存資料（ポンプを主とした概略図）

このことから、撤去に必要な図面と数量の作成のため、家屋調査を担当している補償調査部門で調査を行うこととし、現地上屋は木造であり、本調査においては、補償調査部門のノウハウを基に各設備の設置状況を確認しながら進めていき、建物移転料算定要領⁵⁾に基づき調査し、木造建物図面作成基準にて図面作成を行った。

(2) 上屋調査

既存施設については、床面積がポンプ室と休憩室とを合わせて50㎡程度の小規模ではあるが、調査する項目は、上屋建材の種類、寸法、ポンプの能力、箇所数、配置、電気関係の種類、配置と一通り行う必要があった。このため、調査員を3名配置し、各項目の外観・内部調査を実施した（写真-4）。



写真-4 上屋調査状況

主な設備は以下のとおりであった。

・建築設備

壁 材：屋根、外壁、内壁、腰壁

骨 格：建具類（ドア、窓、天井クレーン）、梁、柱、鋼製付属設備（シャッター扉等）、引込開閉器盤

・ポンプ設備（写真-5）

主ポンプ、主原動機、系統機器・配管類、制御盤・操作盤、階段、手摺



写真-5 ポンプ設備

・電気設備

電灯、安定器、コンセント類、ケーブル・配線類

調査上の留意点として、調査結果の使用用途が撤去設計であるため、撤去数量の計上に重点を置き、調査精度が過度とにならないように実施した。

また、補償調査時に取り組んでいる超音波機器を用いた鉄筋探査を実施し、数量計上時に必要となる有筋、無筋の判定を行った。

(3) 復元図、数量計算

調査結果に基づき、簡略化した上屋、ポンプ、電気設備の復元図を作成した（図-8、9）。数量計算においては、建築、施設機械、電気設備の撤去歩掛を基に計上する必要がある。このため、補償調査時の数量と見比べ、相違が無いよう確認した上で計上し、取りまとめを行った。

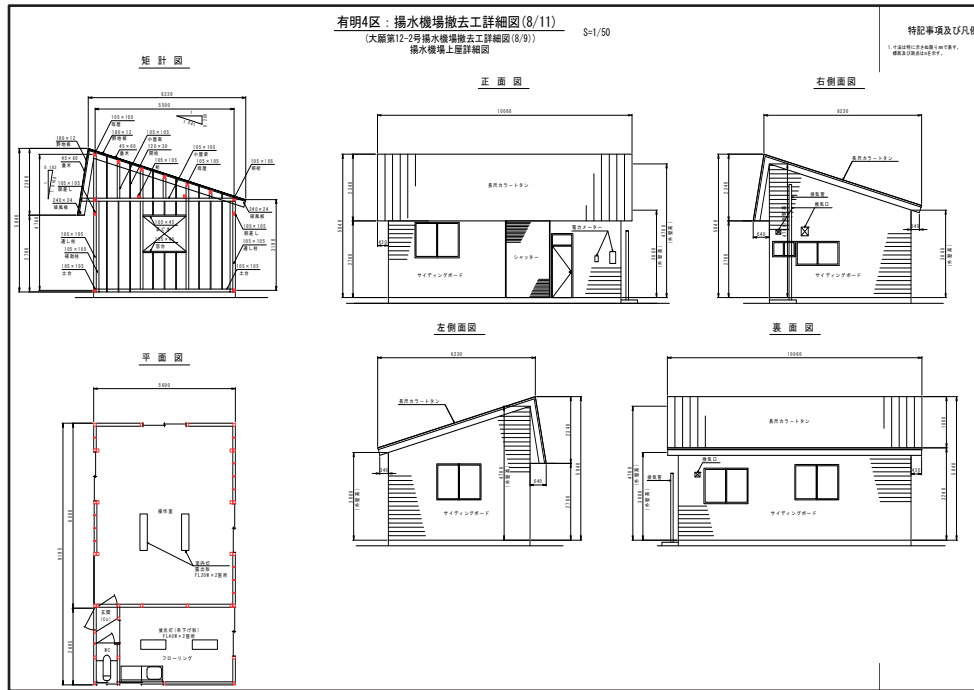


図-8 上屋復元図(外部)

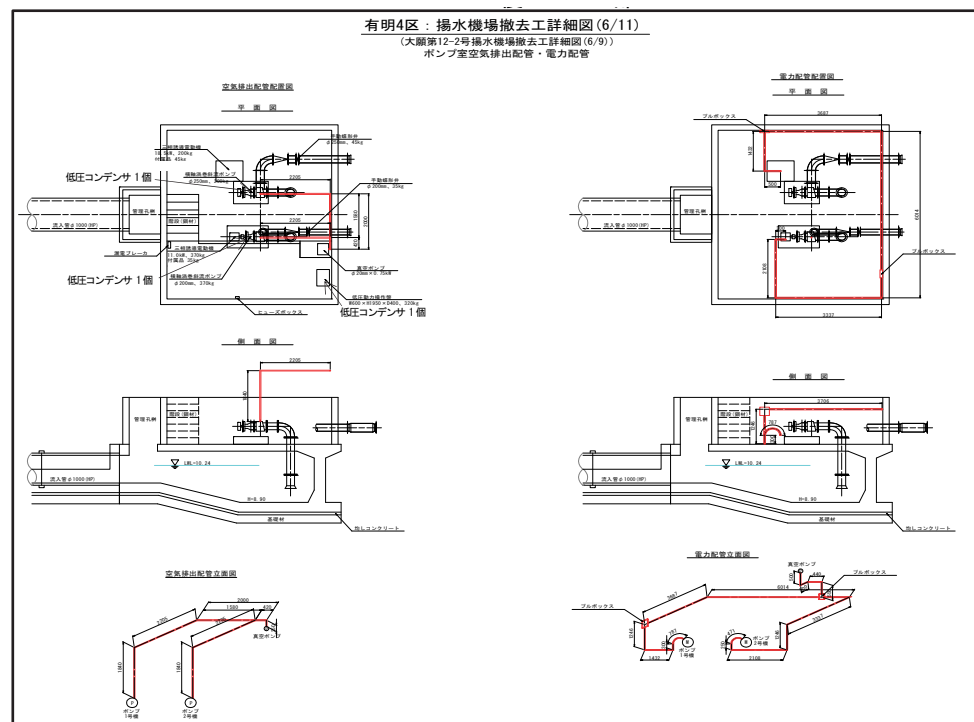


図-9 上屋復元図(内部)

5. 農業土木設計部門の取り組み(土木設計と各部門との総合調整)

農業土木設計部門においては、土木構造物の調査・撤去設計を担当し、同時に各部門との連携調整、総合とりまとめを行った。

(1) 土木構造物の調査・撤去設計

土木構造物は、主に地面下に設置されているも

のであり、以下の項目を調査した。

取水部(写真-6)、土木配管、揚水機場本体部、サージタンク工、基礎杭、ゲート設備、サージタンク設備、圧送・送水管設備

また、撤去工全体を網羅するよう準備工・仮設工を以下のとおり計画した。

既存道路から撤去箇所への進入路を確保するた



写真-6 取水施設

め、仮設通路（敷鉄板布設）を設置する。本農区は泥炭土（軟弱地盤）であり、重機作業箇所においても敷鉄板を使用する。

また、数量計算においては、以下の点に留意した。

- ・掘削や埋戻し、周辺整備等の作業土工を伴うものは、土木設備扱いとする。
- ・建築設備のうち、処分単価が土木設備にあるもの（腰壁コンクリートなど）は、積算を簡素化するため、土木設備に区分する。

これらを踏まえ、揚水機場の撤去工事手順フロー

（図-10）及び土木構造物撤去図（図-11）を作成した。

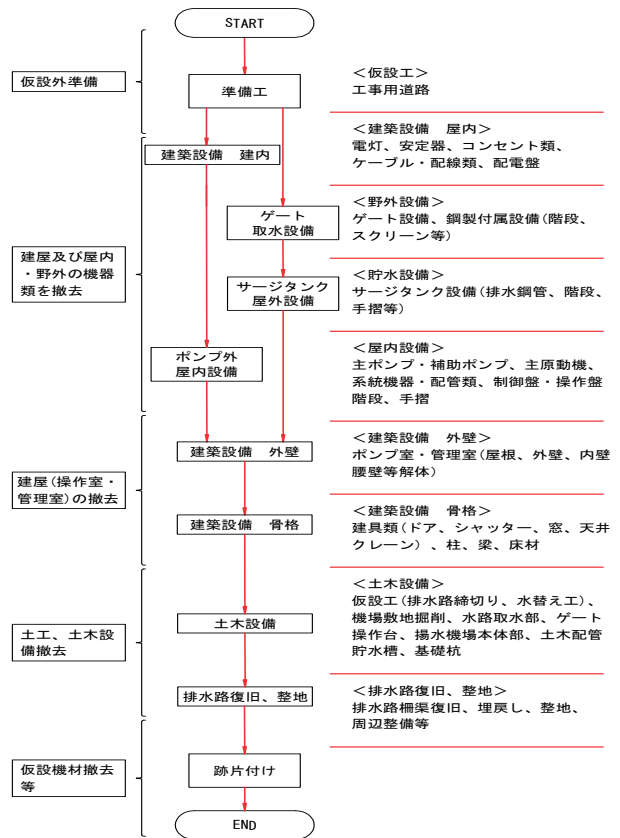


図-10 揚水機場の撤去工事手順フロー

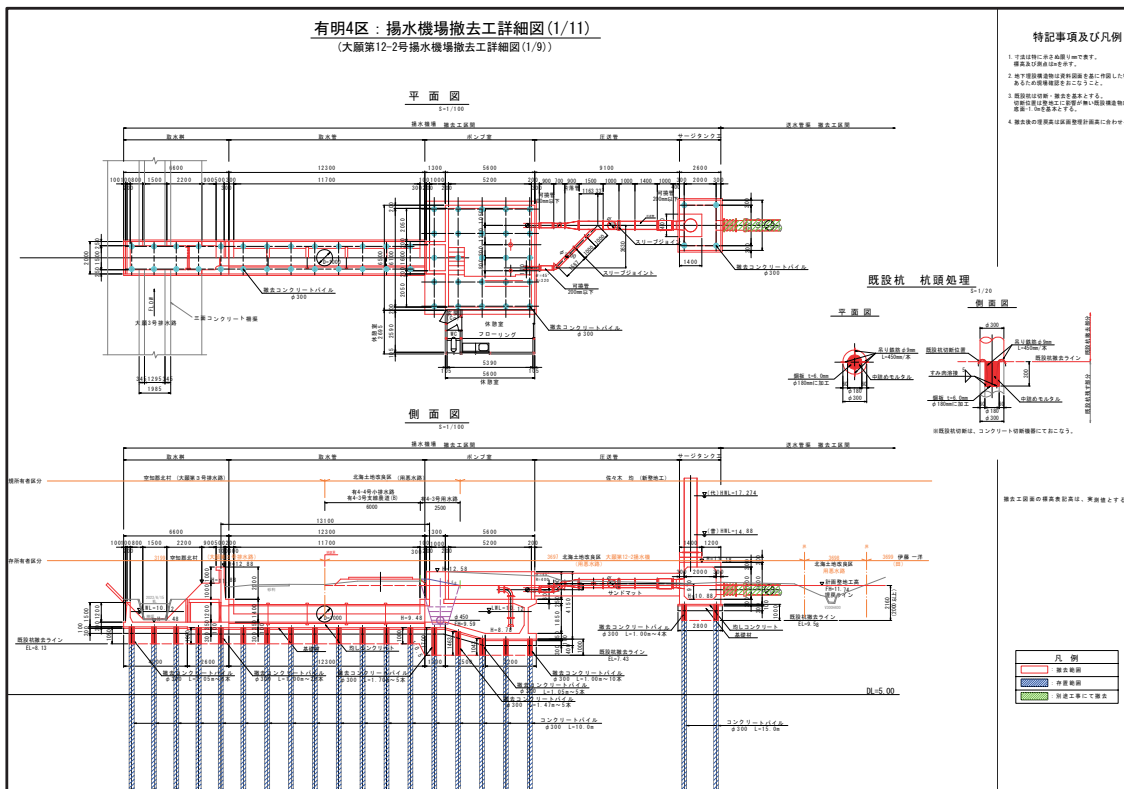


図-11 揚水機場の土木構造物撤去図

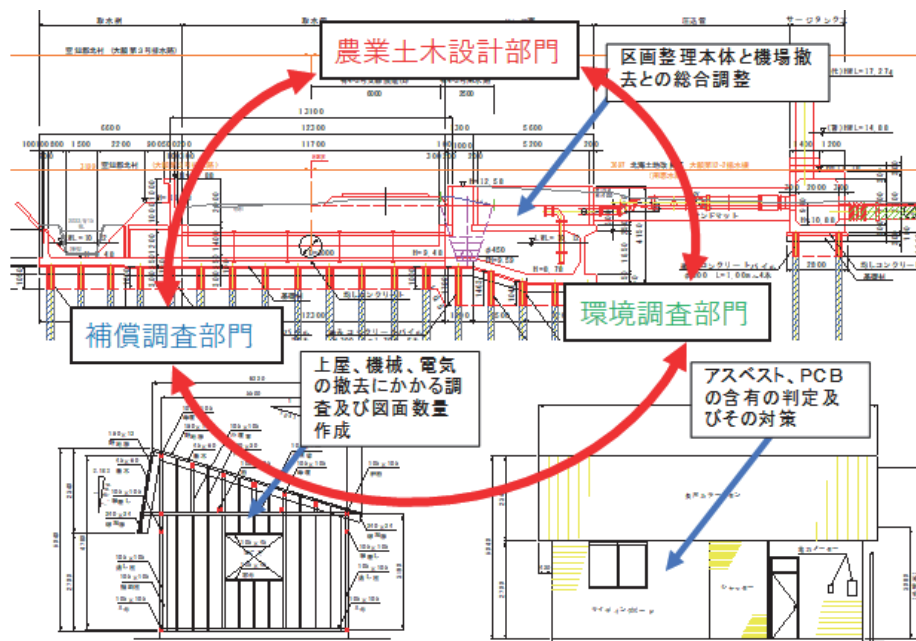


図-12 各部門との連携・総合調整イメージ

(2) 各部門との連携調整、総合とりまとめ

区画整理本体を担当している農業土木設計部門が揚水機場撤去における取水部等の構造物撤去を担当することにより、設計全体を俯瞰することが可能となった。

週1回の頻度でテレビ会議も活用して会議を開催し、各部門から調査の進捗状況とその時点での結果について報告を受け、部門間での認識を一致させ、疑問点、課題点を洗い出し、早期に解決を図るよう進めた。このことにより、各調査の内容を各部門が理解した上で進めたことで、円滑に総合調整を行うことができた(図-12)。

6. おわりに

区画整理設計業務は、複数工種が絡み合っ、施設管理者および受益農家の理想とする最適解を導き出す業務と捉えることができる。今回、業務の一部となる揚水機場撤去設計を、部門間連携に取り組んだことにより、本農区の最適解に一步近づけたと感じている。

今回の業務の遂行において、社内の部をまたがる連携体制を構築できたことは、今後、受注時のスムーズな対応モデルとしての活用を期待できるものであ

る。

今後もより一層、組織力を活かした設計を行うことにより、地域農業の発展の一助を担いたいと考えている。

謝辞

本稿をまとめるにあたり、多大なご協力を頂いた札幌開発建設部 岩見沢農業事務所 職員の皆様に厚くお礼申し上げます。

(株)ズコーシャ札幌支社 技術部 主任技師(技術士))

引用文献

- 1) 岩見沢大願地区事業計画書(北海道開発局札幌開発建設部) P1 (2021)
- 2) 高濃度ポリ塩化ビフェニル含有塗膜調査実施要領(環境省環境再生・資源循環局) P2 (2008)
- 3) 農業農村整備事業におけるアスベスト(石綿)対応マニュアル(農林水産省農村振興局整備部) P20 (2006)
- 4) 建築物解体工事共通仕様書(国土交通省大臣官房官庁営繕部) P21 (2022)
- 5) 建物移転料算定要領(北海道用地対策連絡協議会) P21 (2016)

双葉ダムにおける洪水調節効果の検証について

和田 洋之

1. はじめに

我が国では、近年における水害の激甚化や総合治水対策の推進等が契機となり、令和元年12月に「既存ダムの洪水調節機能の強化に向けた基本方針」が定められ、既存ダムの貯水容量を緊急時の洪水調節に最大限活用できるよう、様々な取り組みが始まっているところである。

農林水産業においても、甚大な水害が頻発していることから、農業用ダムの洪水調節機能の強化に取り組むことが重要となり、令和2年2月には農林水産省により「農業用ダムの洪水調節機能強化に向けた基本的な考え方¹⁾（以下、「洪水調節の基本的な考え方」と記す）」が取りまとめられている。

農業用ダムは洪水調節を目的とした治水ダムとは元来の目的が異なっているため、農業用ダムの洪水調節機能の強化は、ダムの特性や個々のダムの構造や規模、管理体制、関係土地改良区への影響等の水

利用の状況を考慮したうえで、ダムの安全性を確保しつつ効果的に取り組むという、農業用ダムの持つ多面的機能を活用した新しい取り組みといえる。

そのため令和3年度に「国営造成施設総合水利調整管理事業」が創設され、農業用ダムの洪水調節効果の検証等を行うことにより、洪水調節機能の一層の強化を図ることとされた。

弊社では今回、小樽開発建設部管内に位置する双葉ダムの洪水調節効果の検証に携わる機会を得たため、本報においてその内容を紹介する。

2. 対象施設の概要

本報の対象である双葉ダムは、北海道虻田郡京極町に位置する一級河川尻別川水系ペーペナイ川に設けられたダムで、直轄かんがい排水事業双葉地区において、受益地約3,600haのかんがい用水確保のために平成元年に造成されたダムである（図-1）。

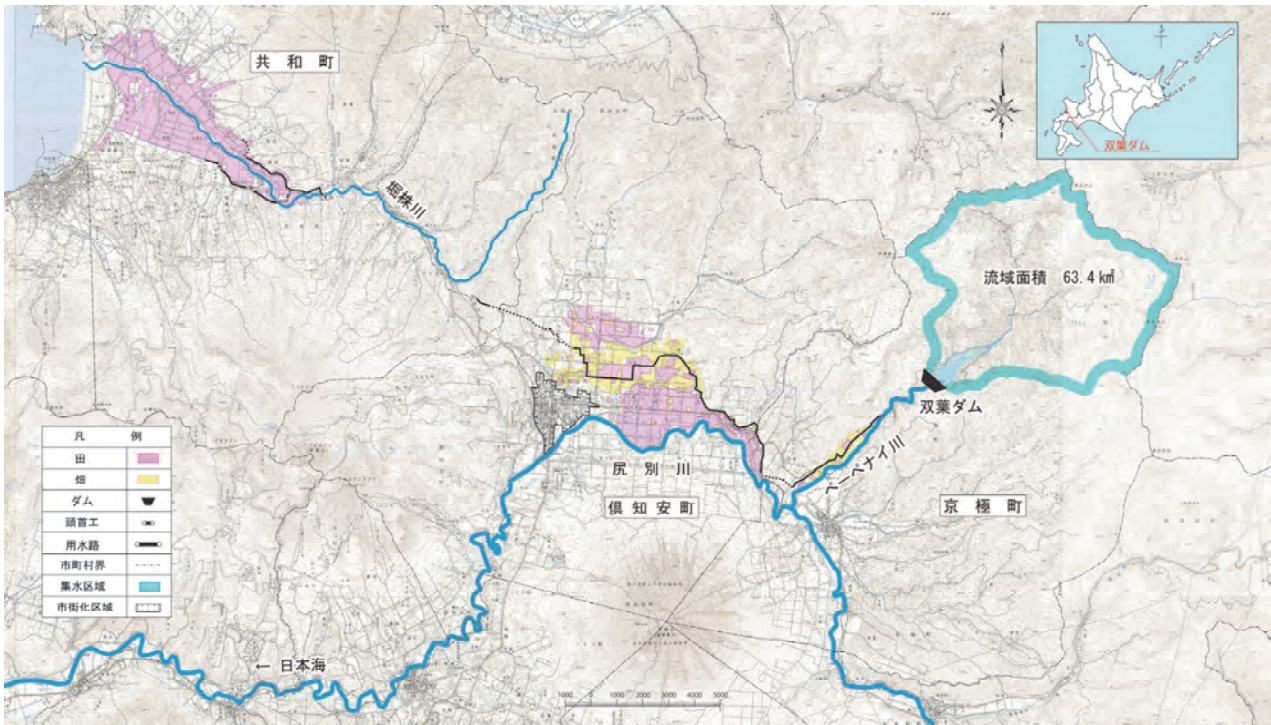


図-1 対象施設位置図

北海道内の農業用ダムとして唯一アスファルト表面遮水壁を採用した有効貯水容量 約9,300千 m^3 のロックフィルダムであり、設計洪水流量780 m^3/s 、堰長70mの側水路式洪水吐が設けられている（写真－1、表－1）。



写真－1 双葉ダムの全景写真²⁾

表－1 ダム諸元一覧表

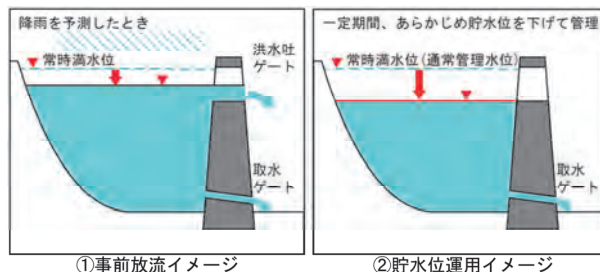
名称		双葉ダム
かんがい期間		5/12～8/20
ダム諸元	流域面積	63.40 km^2
	湛水面積	64.3ha
	総貯水量	10,450 千 m^3
	有効貯水量	9,309 千 m^3
堤体	形式	アスファルト表面遮水壁型ロックフィルダム
	堤高	61.35 m
	堤頂長	247.90 m
	堤頂幅	7.00 m
	堤頂標高	EL.418.30 m
	設計洪水水位	HWL.415.52 m
	常時満水位	FWL.412.50 m
洪水吐	最低水位	LWL.389.50 m
	洪水吐形式	側水路式
	設計洪水流量	780 m^3/s
取水放流施設	堰長	70.0 m
	取水施設	独立型フローティングタイプ
	放流形式	ホロージェットバルブ ϕ 1,000mm
取水	取水量	8.634 m^3/s

3. 洪水調節の取り組み方法

「洪水調節の基本的な考え方」には、農業用ダムにおける洪水調節機能強化の取り組み方法がまとめられている。これによると、農業用ダムの洪水調節機能強化は、出水期全期間にわたり、現行設備による放流により、洪水調節可能容量の範囲内において、「事前放流」「時期ごとの貯水位運用（以下、「貯水位運用」と記す）」の2つの方法で取り組むもの、とされている。それぞれの取り組み方法のイメージを図－2に示す。

「事前放流」とは、台風等の最大3日前から、貯水位を低下させて洪水を調節するための容量を確保する運用と定義されている。他方「貯水位運用」とは、水利用への補給を行う可能性が低い期間等に事

前放流した状態と同等の状態とする運用で、原則として3日前からの放流で確保出来る容量を上回る容量を確保するもの、と定義されている。事前放流と異なり、大雨が予測されるか否かに関わりなくあらかじめ貯水位を下げた管理を行う取り組みである。



図－2 洪水調節機能強化の取り組みのイメージ

4. 尻別川治水協定、双葉ダムの貯水位運用

双葉ダムが位置する尻別川水系では、令和2年5月に、「尻別川水系治水協定（以下、「治水協定」と記す）」が国・道・関係町・土地改良区との間で締結されている。

この協定のなかで双葉ダムは洪水調節に取り組む農業用ダムとして、基準降雨量165mm、洪水調節可能容量754万 m^3 が明記されている（表－2）。また、貯水位運用に関しては、協定締結と同時に実施要領が策定され、具体的な洪水調節の取り組みが開始されている（図－3）。

表－2 尻別川水系治水協定による洪水調節可能容量

	洪水調節容量 (万 m^3)	洪水調節可能容量 (万 m^3)注)	基準降雨量 (mm)
双葉ダム	0	754	165

注)水利用への補給を行う可能性が低い期間等において水位を低下させた状態とする貯水位運用を行うことにより確保可能な容量を含む

双葉ダム貯水位運用実施要領	
(通則)	
第1条 双葉ダムにおける貯水位運用の実施については、この要領に定めるところによる。	
(時期ごとの貯水位)	
第2条 時期ごとの目標貯水位と期間は次のとおりとし、期間中、目標貯水位以下に水位を維持するよう努めるものとする。	
一	8月 1日から8月20日まではEL408m
二	8月21日から9月 9日まではEL396m
なお、時期ごとの目標貯水位により確保可能な容量は以下のとおり。	
一	8月 1日から8月20日までは 262万 m^3
二	8月21日から9月 9日までは 754万 m^3
附則	
(適用期間)	
本要領は、令和2年5月29日(注：運用開始の日)から適用する。	

図－3 双葉ダム貯水位運用実施要領

双葉ダムの貯水位運用は、8/1～8/20と8/21～9/9の期別で目標水位が分かれています。この貯水位運用の目標貯水位と期間は、過去の貯留実績をもとに、従来通りにかんがい用水を利用した場合のダム貯水位の低下を包括するように設定されており、深刻な水不足が生じない範囲で対応可能な水位設定となっている（図-4）。

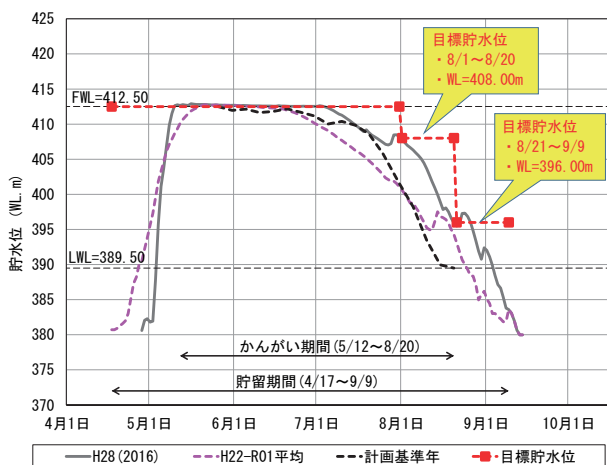


図-4 双葉ダム貯留実績と目標貯水位

5. 洪水調節効果の検証方法

(1) 洪水調節効果の評価指標

検証する洪水調節効果の評価指標は、「農業用ダムの洪水調節効果の評価マニュアル（令和4年3月）³⁾（以下、「評価マニュアル」と記す）」をもとに、①ダムのピーク放流量の低減量、②ダム放流量のピーク発生時間の遅れ、③ダム下流河川のピーク水位の低減量とした。①及び②の効果発生イメージを図-5に示す。

①ピーク放流量の低減量は、ダム地点における洪水による最大流入量より少ない水量をダムから放流することにより、ダム下流河川の水位上昇を緩和し水災害の軽減を図る効果である。

②ピーク放流量の遅れ時間は、ダムへ流入する洪水のピーク発生時間とダムからの放流が最大となる時間に遅れが発生することで、下流河川における水位上昇を緩和し水災害の軽減やダム下流住民の避難時間が確保される効果である。

③ダム下流河川のピーク水位の低減量は、ダム下流検証地点における河川水位の上昇を抑制する効果である。これまで氾濫が確認された地点（ボトルネック地点）、及び住宅密集地点について効果算定することで、その地点における直接的な効

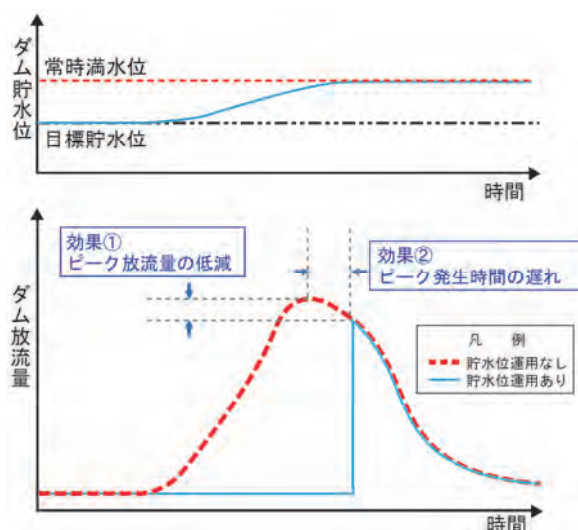


図-5 洪水調節効果のイメージ

果が把握できるものである。

(2) 洪水調節効果の算定方法

貯水位運用を実施した場合と実施しなかった場合について、①ダムのピーク放流量、②ダム放流量のピーク発生時間、③下流河川のピーク水位を算定し、それらの差を検証することで各洪水調節効果を整理するものとした。

貯水位運用を実施した場合は、実施要領で定められている目標貯水位からシミュレーションを開始する。実施しなかった場合は、常時満水位からシミュレーションを開始し、それぞれで①～③の値を算定し、比較検証を行う。

なお、双葉ダムにおける目標貯水位は、前述のように期別に分かれています。本報では、紙面上の制約があるため、より洪水調節効果の高い、8/21～9/9の目標貯水位の検討結果について紹介する。

さらに、降雨の違いによる洪水調節効果の違いを検証するため、治水協定の基準降雨に加えて、降雨量や降雨波形を変更した複数のケースについて、上記のシミュレーションを行った（図-6）。

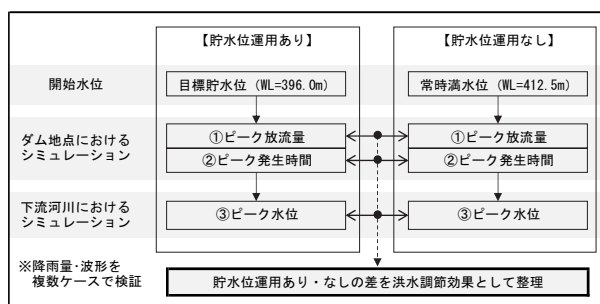


図-6 洪水調節効果の算定項目と流れ

6. シミュレーション手法・条件の設定

(1) 流出解析モデルの選定

ダム流入量や下流河川の流量を算定するためには、降雨を入力条件として流出解析を行う必要がある。

解析に用いる流出モデルは分布型と集中型に大別されるが、評価マニュアルでは、洪水調節機能強化の効果算定においては分布型のモデルによる解析が基本とされている。

この理由としては、近年、線状降水帯の発生等により局地的豪雨（ゲリラ豪雨）が頻発していることを考慮し、ダムの流域内において降水量の大きさにばらつきが生じる場合があることを想定しているためである。このようなばらつきに対応するためには、流域をグリッドに分割しパラメータ（降雨）を入力できる分布型の流出モデルが有効である。

一方で、同じく評価マニュアルでは「流域内の降水量がある程度均等な場合は、集中型モデルを用いたシミュレーションにより実施しても良い」ともされている。

本報の対象施設が位置するペーペナイ川は、大きな支川流域もなくほぼ一様な流域であり、同河川を対象とした河川管理者の流出解析においては集中型の流出モデルである貯留関数モデルが用いられている。これらを踏まえ本報では、河川管理者との流出解析と同手法である貯留関数モデルを用いてシミュレーションを行うこととした。

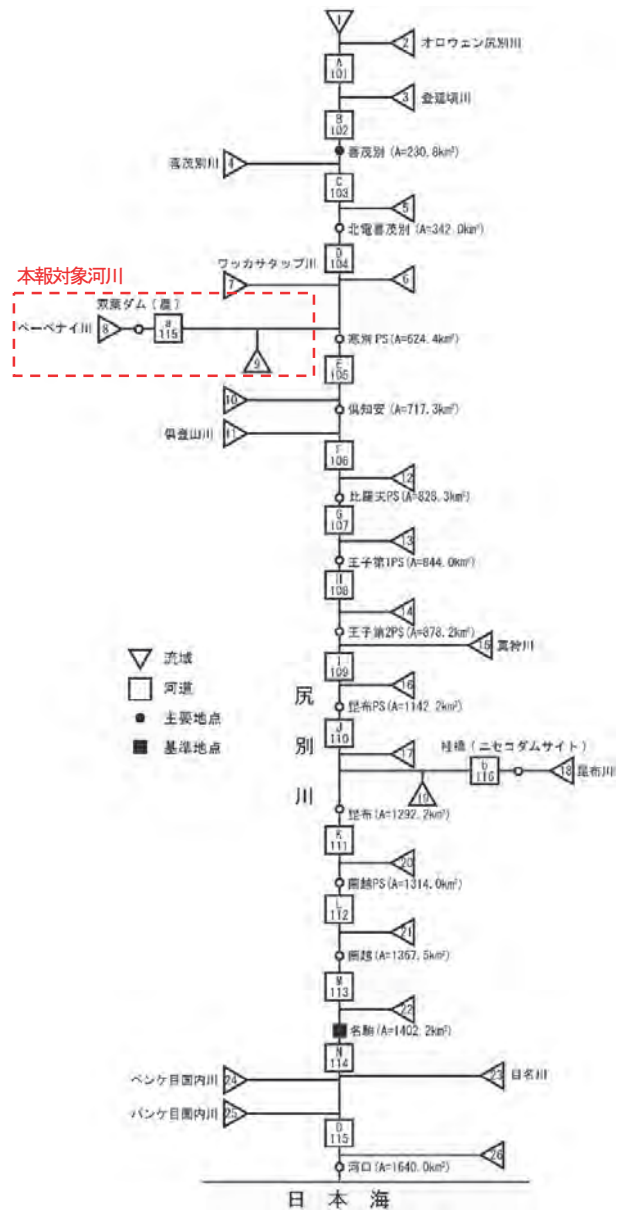
(2) 解析モデルの設定

貯留関数モデルでダムの洪水調節効果を解析する際は、対象とする流域を、地形や降雨特性、基準点や支川合流、洪水調節施設等を考慮して適当な小流域に分割する必要がある。モデルの計算単位は、分割した小流域単位であり、計算モデルへインプットされる降雨分布は小流域分割に依存し、得られる流出計算結果においても分割した小流域単位毎の流出量が基本となる。

貯留関数モデルの流域分割及び流域諸元の設定は、本来的には流量観測記録と流出解析の整合について照査を行ったうえで設定するものである。対象河川では河川整備計画の検討において河川流量との整合を照査したモデルの設定がなされているため、本報のシミュレーションではこのモデル

設定を踏襲して検討を行うものとした。

採用した解析モデルの流出計算モデル図を図－7に、モデル設定値（ダム地点の流域特性、分割流域の諸元）を表－3、表－4に示す。



図－7 流出計算モデル図

表－3 ダム地点の流域特性

地点名	流域面積 A (km ²)	流域延長 L (km)	重心距離 LP (km)	流域勾配 I ⁻¹	貯留係数 K	貯留指数 P	遅滞時間 T1
双葉ダム	63.4	11.4	5.4	14.0	12.541	0.500	1.0

表－4 分割流域諸元

流域No.	流域名	流域面積 A (km ²)	流域延長 L (km)	流域勾配 I ⁻¹	重心距離 Lp (km)	一次流出率 f	飽和雨量 Rsa (mm)
8	双葉ダム	67.0	8.0	5.0	7.7	0.4	90
9	双葉ダム－尻別川合流	13.1	8.7	83.1	4.7	0.4	90

(3) 降雨条件の設定

本報の検証に用いる降雨は、治水協定の基準降雨に準じて設定することを基本とした。

1) 降雨量の設定

治水協定の基準降雨量165mmは、「尻別川 河川整備計画」において河川管理者が検討した2日降雨1/20年確率の降雨量となっている。本報では、この基準降雨量165mmを基準とし、降雨量の違いによる効果を検証するため、1/10、1/30、1/100年確率を加えた4ケースを条件として検証を行った。設定した各ケースの確率雨量を表-5に示す。

表-5 降雨量の設定

1/10年確率	1/20年確率	1/30年確率	1/100年確率
133.3mm	165mm	184.5mm	254.5mm

2) 降雨波形の決定

降雨波形は、降雨量と同様に治水協定に準じるものとし、「尻別川 河川整備計画」における計画高水流量の検討降雨である「昭和36年7月26日洪水」の実績降雨波形を用いることとした。また、降雨波形の違いによる洪水調節効果を検証するため、過去の主要洪水の降雨波形のなかから、大きく降雨波形が異なる「昭和56年8月23日洪水」を選定し、同様の検証を行った。

設定した降雨量と降雨波形により、各時間雨量を圧縮・引き延ばして検証降雨を作成した。検証降雨のうち、1/100年確率の降雨を代表として図-8に示す。

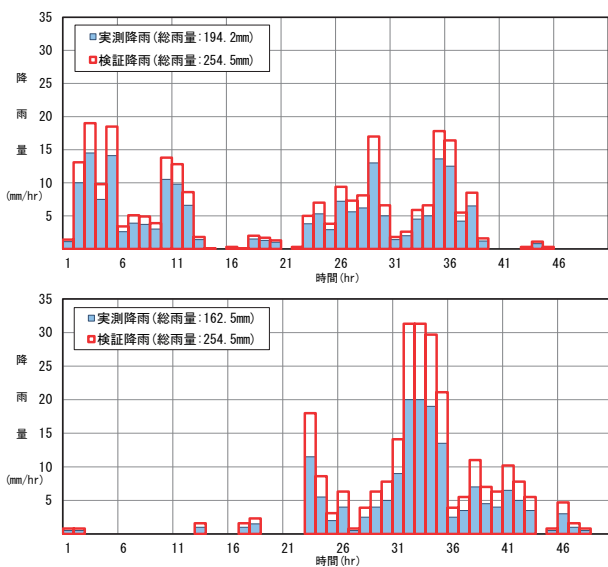


図-8 検証に用いる降雨の例 (1/100年確率)
(上段：昭和36年型、下段：昭和56年型)

(4) ダムから下流河川への放流量算定の方法

下流河川への放流量は、ダム放流量と洪水吐からの越流量の合計として算定する。

1) ダム放流量操作の設定

「洪水調節の基本的な考え方」によると、事前放流及び貯水位運用時は、「流入量が操作規程等に規定されている洪水量に等しくなるときまで貯水位の維持に努める」ものとされている。本シミュレーションにおいては、管理実態を踏まえ、洪水調節容量を確保した以降は貯留制限流量5.6m³/sを上限に下流河川へ放流する条件で検証を行った。

2) 洪水吐越流量の算定

洪水吐からの越流量は、貯水位～貯水量曲線(図-9)及び越流水深～越流量計算式(図-10)より求めた。まず、ダム流入量と放流量をもとにした水収支計算と貯水位～貯水量曲線より、経過時間ごとの貯水位を求める。次に、得られた貯水位から越流水深を求めたうえ、越流水深～越流量計算式を用いて越流量を算定した。

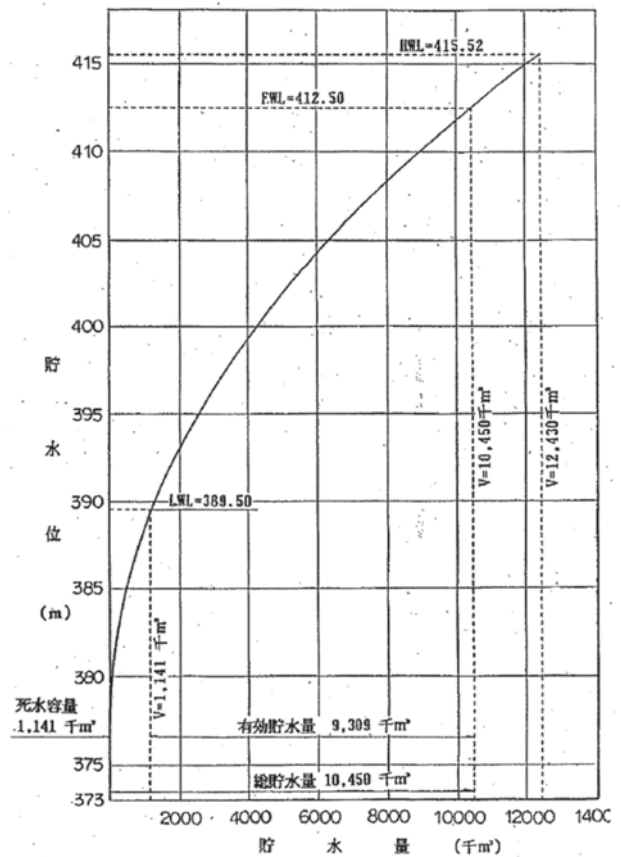


図-9 貯水位～貯水量曲線
(双葉ダム管理規程より)

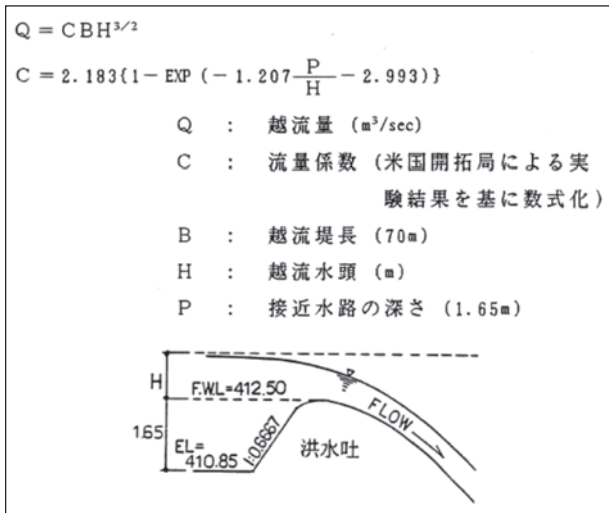


図-10 越流水深～越流量計算式 (双葉ダム管理規程より)

(5) 下流検討地点の設定

貯水位運用による下流河川への影響を検討する地点は、ダム管理規程における3箇所の洪水流量検討地点のうち、河川の流下能力が最も小さく越水の危険性が高い「ペーペナイ頭首工直下地点」を選定した(表-6)。下流河川の水位は、ダム放流量を考慮した流出計算結果をもとに、図-11に示す河川断面を条件に等流計算により算定した。

表-6 双葉ダム管理規程における洪水流量検討地点

	地点	流域面積	流下能力	備考
検討地点①	ダム下流地点	63.7km ²	407m ³ /s	
検討地点②	ペーペナイ頭首工直下地点	71.2km ²	303m ³ /s	検証対象
検討地点③	ペーペナイ頭首工下流地点	72.6km ²	591m ³ /s	

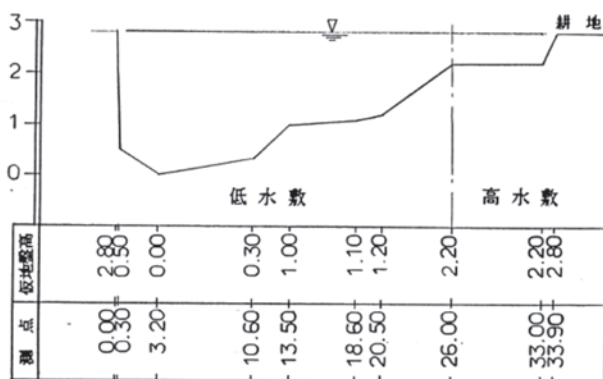


図-11 下流河川 水位検証断面 (双葉ダム管理規程より)

7. 洪水調節効果の検証結果

(1) ダム及び下流河川の流出量・水位計算結果

前項に示したシミュレーション手法・条件をもとに算定した、ダムからのピーク放流量と発生時間を表-7に、下流河川のピーク流量と水位を表-8に示す。また、降雨、ダム貯水位・貯水量、ダム放流量、下流河川流量のそれぞれの時間変化グラフと、下流河川の最大水深算定結果について、1/100年確率の降雨条件で検討を行った際の結果を代表例として、昭和36年型の結果を図-12に、昭和56年型の結果を図-13に示した。

昭和36年型と昭和56年型は、降雨波形が大きく異なり、昭和56年型の方がピーク雨量近辺に降雨が集中する波形となっている。この降雨波形に起因して、同一の降雨量であっても、昭和56年型の方がダム放流量や河川流量が大きくなる傾向となった。

貯水位運用の有無に関しては、いずれの降雨量・降雨波形においても、貯水位運用を行った方が、貯水位運用を行わなかった場合に比べて、ダムの放流量が少なくなり、下流河川の水深も小さくなる結果が得られた。特に、1/30年確率以下の降雨では、貯水位運用を行うことで、ダムからの放流量にピークが発生しなくなる結果が得られた。

表-7 ダムからのピーク放流量と発生時間

検証降雨		貯水位運用なし		貯水位運用あり	
降雨波形	降雨規模 (確率年)	ピーク放流量 (m ³ /s)	発生時間 (hr)	ピーク放流量 (m ³ /s)	発生時間 (hr)
S36.7型	1/10	74.69	37	5.60	ピークなし
	1/20	108.28	36	5.60	ピークなし
	1/30	125.83	36	5.60	ピークなし
	1/100	186.33	35	157.16	37
S56.8型	1/10	81.63	34	5.60	ピークなし
	1/20	136.34	34	5.60	ピークなし
	1/30	182.53	34	5.60	ピークなし
	1/100	363.13	34	136.55	41

表-8 下流河川におけるピーク流量と水位

検証降雨		貯水位運用なし		貯水位運用あり	
降雨波形	降雨規模 (確率年)	ピーク流量 (m ³ /s)	ピーク水深 (m)	ピーク流量 (m ³ /s)	ピーク水深 (m)
S36.7型	1/10	83.70	1.94	14.74	0.74
	1/20	121.88	1.94	19.76	0.85
	1/30	141.64	2.07	22.35	0.90
	1/100	211.24	2.52	173.43	2.36
S56.8型	1/10	92.34	1.73	16.31	0.78
	1/20	154.10	2.15	23.36	0.92
	1/30	206.12	2.50	29.19	1.10
	1/100	408.87	3.23	153.53	2.26

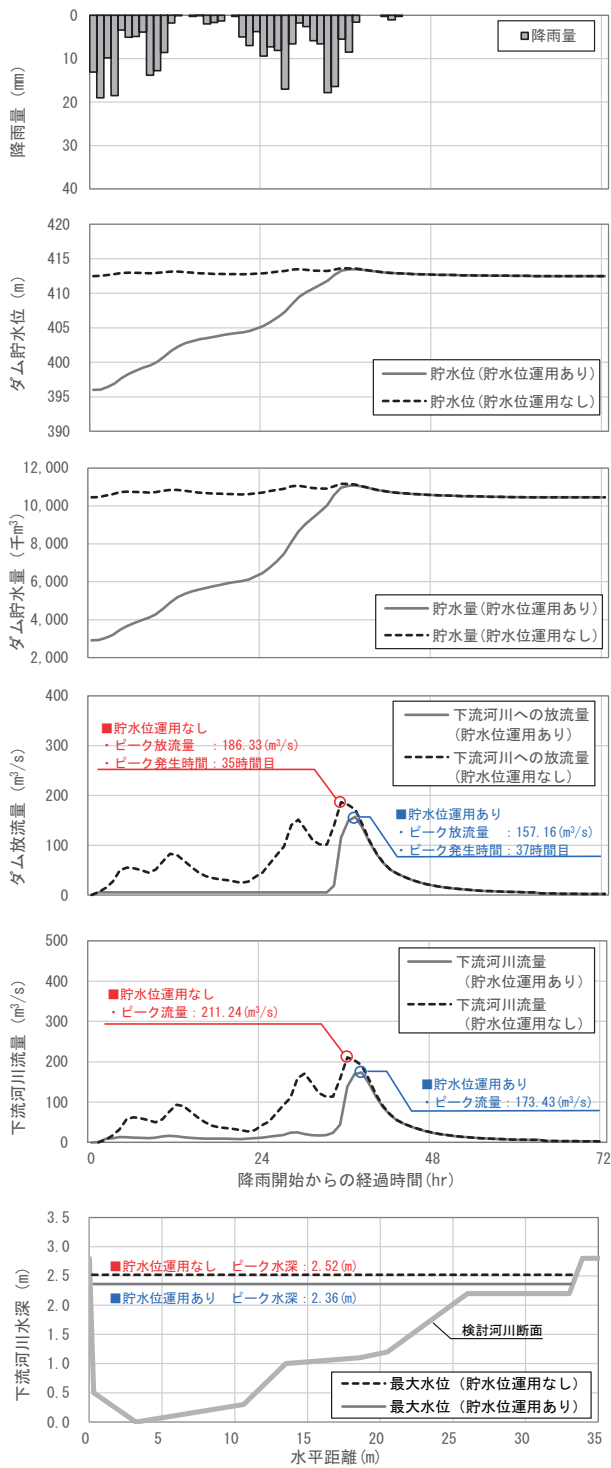


図-12 水位流量算定結果
(1/100年確率・昭和36年型)

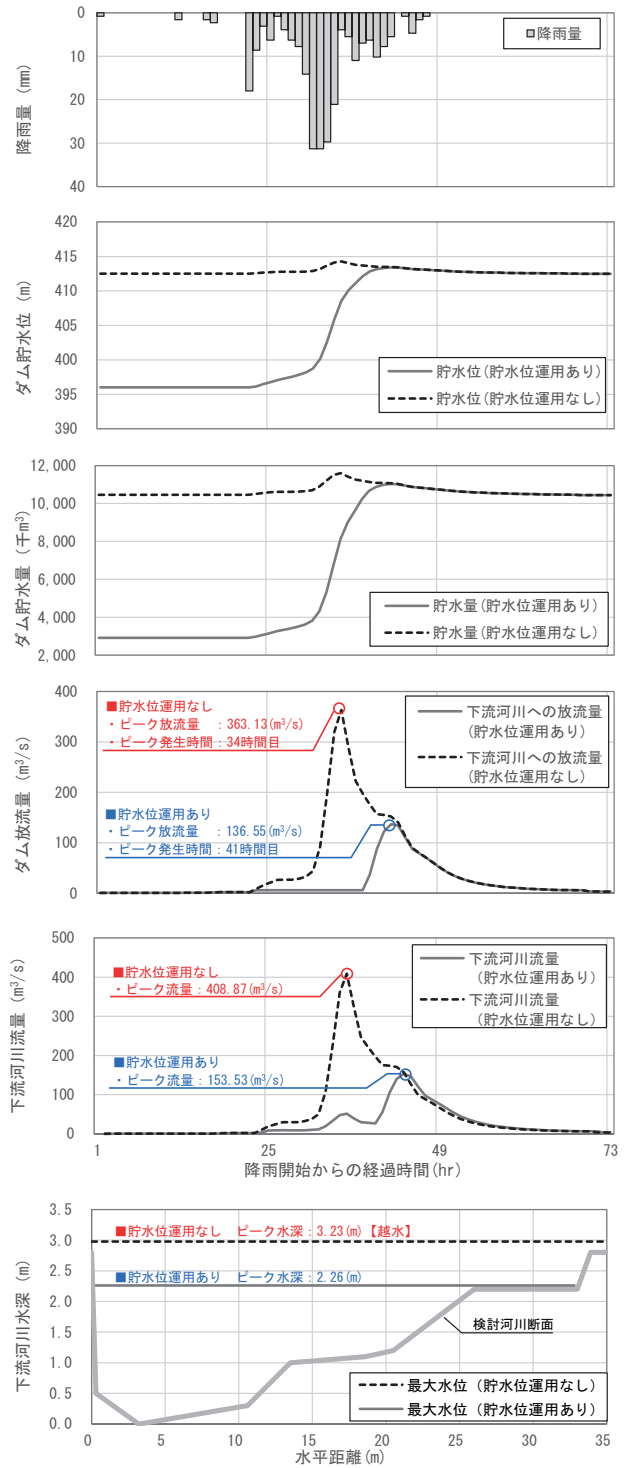


図-13 水位流量算定結果
(1/100年確率・昭和56年型)

(2) 双葉ダムの洪水調節効果の検証結果

洪水調節効果の評価指標として設定した、①ダムのピーク放流量、②ダム放流量のピーク発生時間、③ダム下流河川のピーク水位について、検討結果を図-14に整理した。各算定値について貯水位運用の有無の結果を対比するとともに、①と③は低減率（貯水位運用あり数値/なし数値）を併記し、②については貯水位運用による遅れ時間を併記した。

まず1/30年確率以下の降雨では、降雨波形によらず大きな洪水調節効果が見られた。①ピーク放流量は貯水位運用なしの場合に対し1割未満まで低減し、②ピーク発生時間は、ピークそのものが解消、③下流河川の水位は概ね30%~60%まで水位上昇を低減できる結果となった。

一方で1/100年確率降雨の場合では、洪水調節効果が低下するとともに、昭和36年型と昭和56年型で効果発現度合いに差が生じる結果となった。図-15に、1/100年確率における降雨波形別のダム流入量と洪水調節容量の関係を示す。昭和36年型（図-15上図）では、ピーク流入量発生前に、ダム流入量の合計が洪水調節容量754万 m^3 に達するため、ピーク流入量に対して低減効果が発揮さ

れず全量が放流される。対して昭和56年型（図-15下図）は、洪水調節容量に余力のある段階でピーク流入量が発生するため、ピーク流入量の全量が洪水調節容量の内数となり、昭和36年型よりも高い低減効果を発現する結果となったと考えられる。

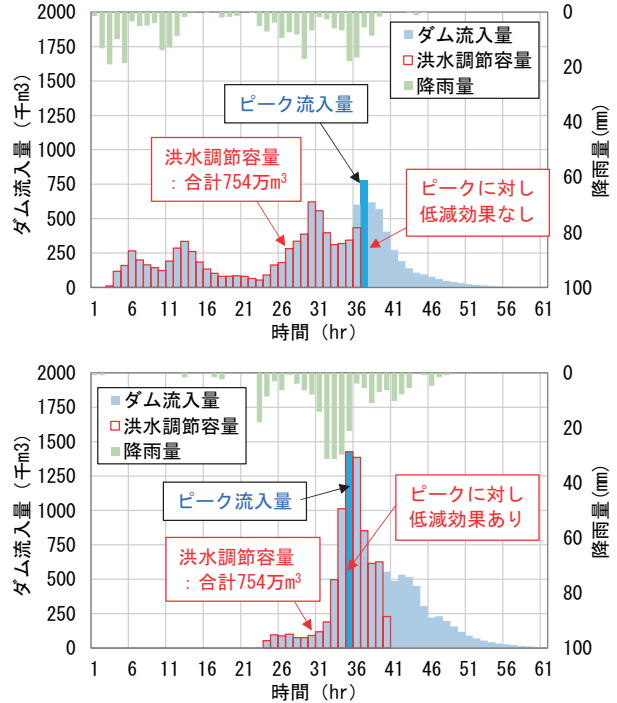


図-15 ダム流入量と洪水調節容量の関係 (1/100年確率、上図：昭和36年型、下図：昭和56年型)

洪水調節効果	降雨規模	昭和36年7月降雨型（基準降雨）	昭和56年8月降雨型
① ピーク放流量 (m^3/s) 低減効果	1/10	74.7 5.6 7%	81.6 5.6 7%
	1/20	108.3 5.6 5%	136.3 5.6 4%
	1/30	125.8 5.6 4%	182.5 5.6 3%
	1/100	186.3 157.2 84%	363.1 136.6 38%
② ピーク発生時間 (hr) 遅れ効果	1/10	37 ピークなし ピーク解消	34 ピークなし ピーク解消
	1/20	36 ピークなし ピーク解消	34 ピークなし ピーク解消
	1/30	36 ピークなし ピーク解消	34 ピークなし ピーク解消
	1/100	35 37 2hr	34 41 7hr
③ 下流河川水深 (m) 低減効果	1/10	1.94 0.74 38%	1.73 0.78 45%
	1/20	1.94 1.09 56%	2.15 0.92 43%
	1/30	2.07 1.17 57%	2.50 1.10 44%
	1/100	2.52 2.36 94%	3.23 2.26 70%

: 貯水位運用なし
 : 貯水位運用あり

図-14 双葉ダムの洪水調節効果

8. おわりに

双葉ダムにおける洪水調節効果の検証を行い、1/30年確率以下の降雨であれば、十分に効果が発揮されることを確認した。ただし降雨量や降雨波形によっては効果が著しく低下する場合も見られ、洪水調節の取り組みに当たっては、その他の減災防災に向けた対策と組み合わせて複合的に実施していくことが望ましいと考える。

最後に、洪水調節効果検証に際し、ご指導ご協力を賜った小樽開発建設部農業開発課及び関係者各位に厚くお礼を申し上げます。

(株)ドーコン 農業部 次長 (技術士))

【引用文献】

- 1) 農林水産省：農業用ダムの洪水調節機能強化に向けた基本的な考え方（令和2年2月）
- 2) (一社) 北海道土地改良設計技術協会：北海道における国営かんがい排水施設写真集
- 3) 農林水産省：農業用ダムの洪水調節効果の評価マニュアル（令和4年3月）

国営かんがい排水事業におけるデジタル技術を活用した パイプライン設計の事例

大野 充雅

1. はじめに

わが国では、1970年頃からの少子高齢化、2011年以降の人口減少により、近年、労働人口が減少の一途を辿っている。こうしたなか、全国的な取組みとしてイノベーションによる生産性向上、労働環境の改善として「働き方改革」の取組みが行われている。農業農村整備事業においても令和6年4月より建設業における「時間外労働の上限規制」が適用されるなど、一層の効率化（省人化・省力化）が求められている。本稿では、国営かんがい排水事業「芽室川西地区」において、デジタル技術を用いたパイプライン設計において効率化を行った事例について紹介する。

2. 地区の概要

本地区は、北海道帯広市及び河西郡芽室町に位置する20,623haの農業地帯である。地区内の農業用水は、芽室町の区域において国営芽室土地改良事業（昭和56年度～平成19年度）で造成された用水施設により配水されているが、近年の営農状況の変化に伴い水需要が変化している。一方、帯広市の区域では用水施設が未整備であるため、農業用水は主に降雨に依存しており、農業生産性が低く、営農上の支障となっている。

このため、本事業で水需要の変化に対応した用水再編により新たに畑地かんがい用水を確保するとともに、用水路や美生ダムの管理設備等の整備を行い、併せて関連事業において支線用水路を新設することにより、農業用水の安定供給と維持管理の軽減を図り、農業生産性の向上及び農業経営の安定に資するものである。

3. 現地の状況

本設計の対象施設は、西美栄幹線用水路及びその分岐管路施設である（図－1）。



図－1 設計路線位置図¹⁾



図－2 位置図（西美栄幹線用水路）



写真－1 路線状況（西美栄幹線用水路）

(1) 施設整備位置

本設計の対象である西美栄幹線用水路は清川第1幹線用水路から分岐する西かわにしF P系に属する配水系管路であり、美栄町西6線道路沿いの民有地に設置する計画とされている。このうち設計対象路線は起点から2.28kmの区間の本線及び西美栄1支線用水路に接続を行う0.22kmの分岐管である(図-2、写真-1)。

(2) 地形・地質概要

調査地周辺の地形は、1) 東戸蔭台地、2) 上帯広台地及び上札内台地、3) 幕別台地の3つの地形区に区分できる。西美栄幹線用水路は、ほぼ平坦な上帯広台地に位置している。

帯広地域の地質層序を表-1に示す。調査地周辺の地質は、上札内I面堆積物に該当する。上札内I面堆積物とは、上札内I礫層の上位にのり、支笏降下軽石堆積物を挟む褐色ローム層からなる古砂丘堆積物を含めてできたものである。上帯広台地に発達する調査地周辺の上札内I面は、礫層を覆って上位にクサレ礫まじりのシルトや支笏降下堆積物Iが発達しており、以深には、上札内礫層の延長部の分布が認められる。

表-1 地質層序表²⁾

地質時代	地質層序	地形面	適要		
第四紀	完新世	泡盛原堆積物	・Ta-b ・To-c ・Ta-d	砂・礫	
	後期	中札内面堆積物	中札内面	礫	
		上札内IIb面堆積物	上札内IIb面	・ソトロム 礫	
	中期	上札内IIa面堆積物	上札内IIa面	・En-a 砂丘砂(En-aの2次堆積)・礫	
		上札内I面堆積物	上札内I面	・Spfa1,2 褐色砂丘砂(Spfa1の2次堆積) ローム 礫	
	前期	上札内I礫層	上札内I面	礫	
		ピラオトリ層		・HaFa ・Op-1 ・SaFa ・Op-3	泥炭・粘土
		基松面、上更別面III堆積物	基松面、上更別面III	礫	
		上伏古面、上更別面II堆積物	上伏古面、上更別面II	赤褐色 ローム	
	新第三紀	共栄面堆積物	共栄面	・古赤色土	赤褐色 ローム
東戸蔭面堆積物		東戸蔭面	・白粘土	クサレ礫・砂	
光地園面堆積物		光地園面			
光地園礫層		光地園面			
新第三紀	十勝期	火山層 ・流山層主部 ・芽登炭灰岩層		粘土・泥炭 黒色母連軟岩 凝灰岩	
	鮮新世	長流枝内層		礫・砂・粘土	
先白亜紀	ヤオロマップ川層			灰緑色砂岩	

(3) 施設概要

本設計用水路は、西かわにしF P掛りである清川第一幹線用水路から分岐し、美栄・富士西6線

道路沿いのほ場端に設置を行う管路である。口径は、西美栄幹線用水路φ300~200mm、分岐管φ150mm、管種はDCIPを採用した。

関連施設として路線には、道道清水大樹線、帯広市管理である上帯広18号・美栄31号線、美栄・清川30号線の道路が横断している。また、西6線道路と上帯広18号・美栄31号線道路を斜めに横断するように第二売買川が流れている。

4. 三次元データを活用した検討

本章では、西美栄幹線用水路を例にして三次元データを活用した検討について紹介する。

(1) 概略縦断平面図作成による地質調査深度の計画及び附帯施設配置計画

地質調査深度の計画及び附帯施設配置検討を行うに当たっては、現地踏査による周辺状況の確認を無人航空機(以下、UAV)及び地上レーザースキャナー(以下、TLS)を用いた3次元地形モデルの作成、オルソ画像の作成を早期段階に行い、概略平面・縦断線形計画を立てた上で検討を行った。

また、対象地及び近隣の地権者に対して立ち入り挨拶の際には事前にUAV飛行の承諾を得た後、概略の現地踏査を行い計画路線周辺の現況地形及び支障物、自然環境条件等UAVの飛行に必要な確認を行った。その後、計画路線周辺に仮基準点の設置を行った。

現地計測は、この仮基準点を基に標定点を設置し、UAV及びTLSを用いて作物や植生が成長していない業務初期段階(4月下旬)に行うことで、測定誤差の少ない三次元点群データを取得することができた。

畑地帯において、農作物の作付け前にUAV及びTLSによる概略地形計測を行うことは、農作物への影響を及ぼすことなく、また、データの補正を行わず路線周辺の地形データが取得可能なことから、現地調査の省力化及び設計の後戻り防止に有効な手法である。

概略現地計測を行い、取得したオルソ画像(写真-2)や三次元点群データ(図-3)から作成した現況サーフェスモデル(図-4)を基に概略縦断平面図(図-5)の作成を行い、配置検討を行った。



写真-2 オルソ画像

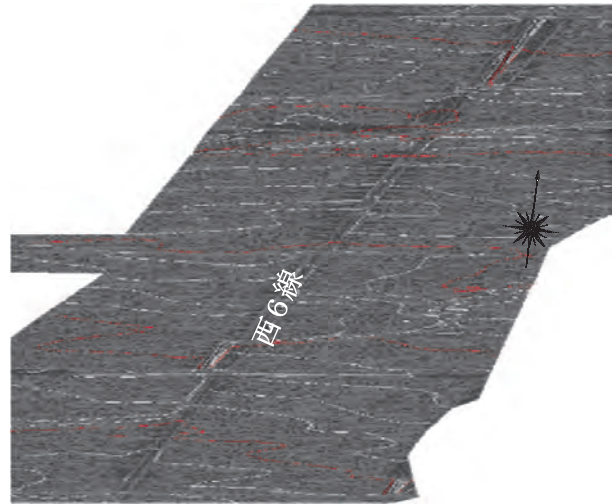


図-4 現況サーフェスモデル



図-3 三次元点群データ

西美栄幹線水路(1)

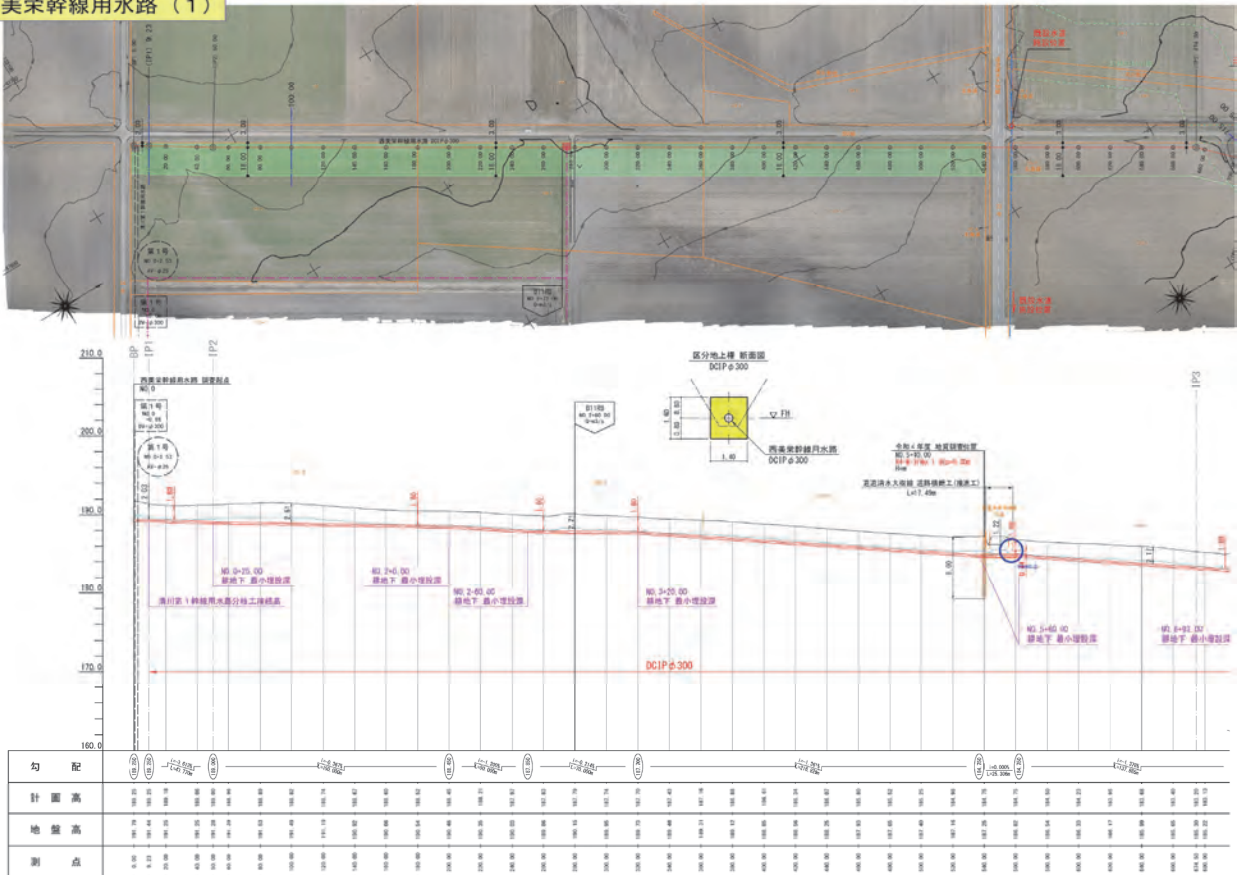


図-5 概略縦断平面図

概略縦断面図を作成して地形の詳細凹凸を把握することにより、設計縦断面計画を立て路線配置計画及び附帯施設配置を業務初期に行うことが可能となる。

路線計画時に附帯施設配置計画を立てることにより、詳細路線説明に先立って事前に関係土地所有者へ附帯施設の配置を概略説明することができ、詳細設計時における後戻りの防止が可能となった。

ボーリング調査深度は、パイプライン設計予定深度を踏まえて決定するが、路線測量調査前に測量縦断面図及び設計縦断面計画の作成を行うことにより、ボーリング調査深度を早期に決定することが可能となった。

(2) 三次元計画モデルによるアニメーションとAR (拡張現実) 技術の併用による合意形成

これまで分水栓工及び空気弁・排泥弁工等の附帯施設の配置については、受益者に対して現地において二次元資料(設計図面)により説明を行ってきた。

本設計では、前項の現況サーフェスモデル及び三次元点群データに計画の線形モデル及び構造物モデルを組み合わせた統合モデルを用いて3Dアニメーション動画を作成し全体的な配置イメージを受益者、発注者、設計者の間での共通認識とした後、AR機器により仮想空間にスケールモデルを配置し「附帯施設の出来形」を提示することで早期の合意形成を成す取組みを行った。

3Dアニメーション動画の作成作業のうち、構造物モデルの作成にはAutodesk社のソフトウェアであるCivil3Dを、また各受益者に関する路線及び附帯施設についての動画作成には同社ソフトウェアのInfraworksを用いた(図-6、7)。

土木建設業における主なAR用アプリには、あらかじめ計画モデルを作成しタブレットを用いて現地において2点指示によりモデル配置を行うアプリと、事前に座標を付した計画モデルを作成しGNSSとスマートフォンを用いて現地にて位置情報を取得し専用のAR機器でモデル配置を行うアプリの2種類がある。

本業務では、後者のアプリを用いてデータ作成及び受益者確認を行った。AR機器については、

Trimble社製の「SiteVision」を用いた(写真-3)。



図-6 3Dアニメーション動画 (B23B分水栓工)

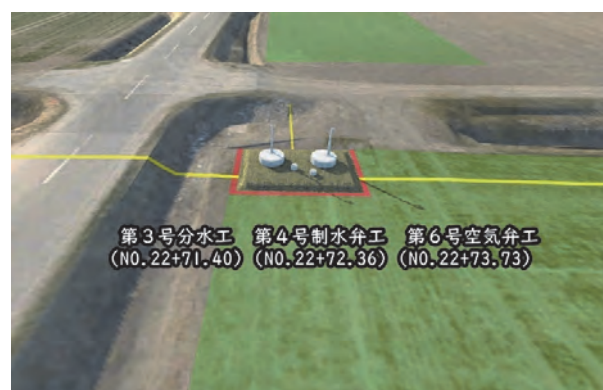


図-7 3Dアニメーション動画 (分水・制水弁・空気弁工)



写真-3 AR機器での確認状況

AR機器は、あらかじめ座標付けを行った三次元計画モデルを作成した後、クラウドサービス上にそのモデルデータの保存を行い、機器の上方にあるGNSS受信器で本機の現在位置を取得し、スマートフォンのディスプレイに表示した計画施設との重ね合わせを行うものである(写真-4、5)。

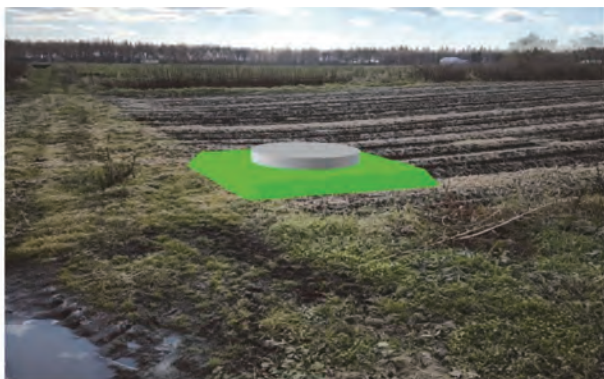


写真-4 AR機器による拡張現実映像
(分水栓工)

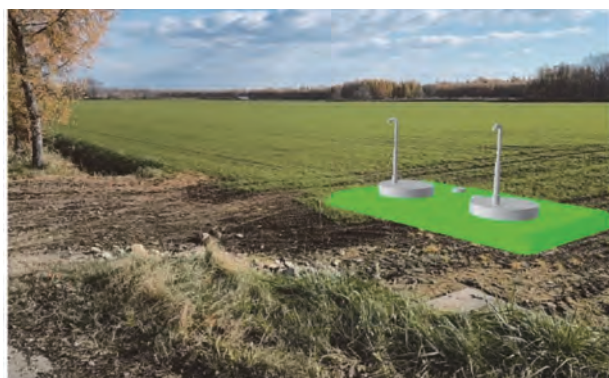


写真-5 AR機器による拡張現実映像
(分水・制水弁・空気弁工)

ARの映像は、築造する施設が原寸で現地に投影されるため、既存の施設や樹木等の地上物とのサイズ比較が行えることから、受益者と即時の合意形成が可能になる。

また、位置情報を取得できるAR機器にはトータルステーションノンプリズム方式と同様のEDM（電子距離測定：Electronic Distance Measurement）機能が備わっていることから、投影した施設から水路端までの間の車両通行幅の計測（写真-6）、現況法面の傾斜勾配（写真-7）、既存施設の位置及び標高等の計測（写真-8）が行えるため、より迅速な合意形成が可能になるだけでなく、一人作業が可能となり、省人化にも有効であった。

一方、この機器のデメリットは、場所によってはGNSS信号の捕捉に時間を要することである。

そのため、スムーズに受益者との現地立会を行うには、事前に衛星を捕捉し、機器のキャリブレーション作業（衛星捕捉後、10歩程度移動する）を行っておく必要がある。

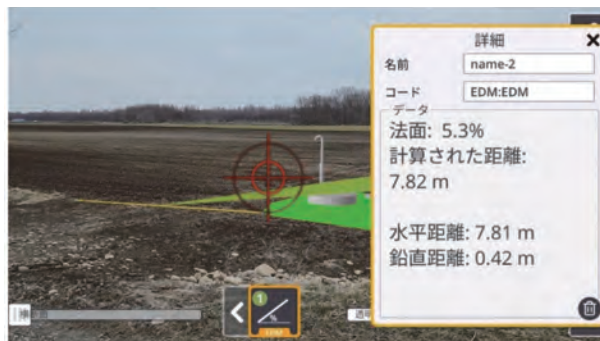


写真-6 AR機器のEDM機能による
2点間計測



写真-7 AR機器のEDM機能による
法面傾斜勾配測定



写真-8 AR機器のEDM機能による
位置及び標高計測

(3) UAVを用いた耕地防風林帯の保全

本地区の事業計画においては、関係市町の田園環境整備マスタープランとの整合を図り、生態系や景観との調和に配慮することとなっている。

用水路の整備に当たっては、動植物の生息、生育環境及び周辺景観との調和に配慮して、耕地防風林、河畔林の伐採を極力最小化し、工事の実施に当たっては、濁水対策及び希少な底生動物の類似環境への移動等を行い、周辺環境への影響の軽減に努める。

このことから設計に当たっては、農地・排水路・保安林等の二次的自然の保全、工事発生廃棄物の削減、水質汚濁防止、環境負荷軽減や、動植物の生息環境・農村環境の保全に配慮する必要がある。

本業務では、施工位置周辺の自然環境と畑地帯の状況から、地区計画の考え方を踏まえ、管水路工事に向けた環境への配慮について次の取り組みを行った。

路線位置は、施工及び維持管理を考慮し道路沿いを基本とする。

本路線では用地の制約条件を踏まえ、西6線南側沿いに路線を配置しているが、西6線南側沿いには長さ約280mにわたり耕地防風林（トドマツ、ヤナギ等）が植栽されていることから、耕地防風林の伐採を回避した路線配置の検討を行い立木の根を保護するため、図-8や写真-9のように、枝張りから掘削法肩までの離隔を1m以上確保することを念頭に路線配置を行った。

なお、耕地防風林の枝張りの範囲を示す枝張りラインは、UAVによる空撮、オルソ画像を用いて図-8のように決定した。

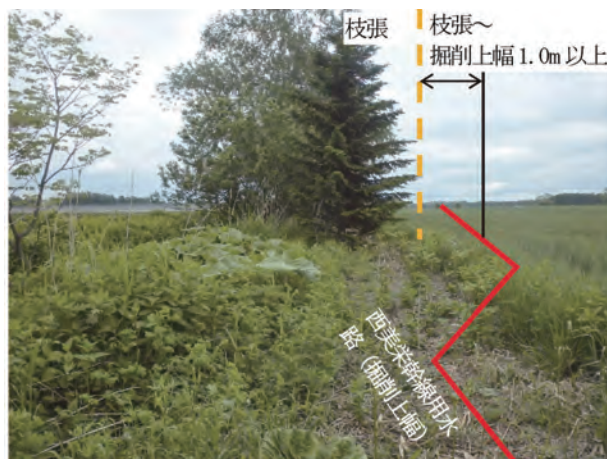


写真-9 耕地防風林の状況

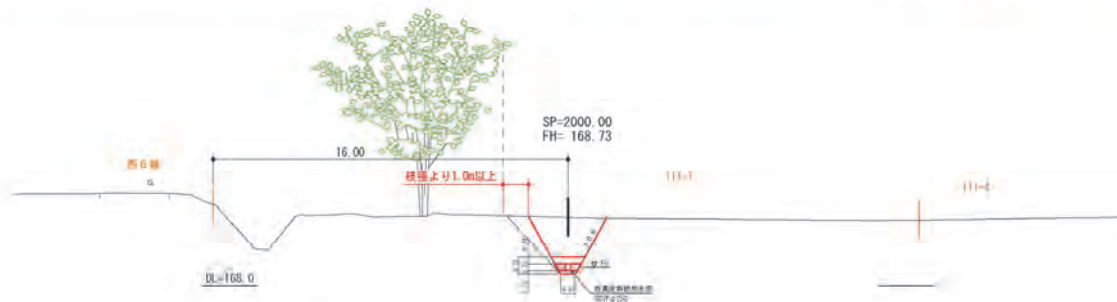


図-8 UAVによるオルソ画像と計画路線の離隔確認

5. デジタルデータを活用した推進工の設計

西美栄幹線用水路では、計画路線と道道清水大樹線が交差している（写真－10）。道道は交通量が多いなどのことから道路管理者との事前協議により推進工法により施工を行うこととしている。

なお、道道横断区間の本管口径はφ300mmである。



写真－10 道路横断工（推進工）（道道清水大樹線）

推進工の推進工法及び仮設工法の選定は、主にN値、土質条件（土質区分、一軸圧縮強度、礫径・礫率、透水係数等）及び地下水位条件に基づき行われる。

本業務では、これらの条件を明らかにするため、道道清水大樹線横断付近におけるボーリング調査（Br-R4-K-No.4）等の原位置試験及び推進予定深度付近で採取した試料による室内土質試験を行い、それをもとに選定条件を設定した。その結果を表－4に示す。

表－4 推進工法比較選定条件表

比較No	1
横断工名	道道清水大樹線道路横断工
本管管種・管径(内挿管)	DCIP(PN) φ300
高耐荷力方式(推進管種・管径)	推進工法用鉄筋コンクリート管 φ450以上 推進工法用ダクタイル鋳鉄管(T) φ300
鋼製さや管方式(推進管種・管径)	一般構造用炭素鋼鋼管(STK400) φ450以上
ボーリング孔名	R4-K-BrNo.4
試料番号(室内試験)	4-2
土質分類	礫質土
N値	50
地下水位	6kPa
透水係数	$4.11 \times 10^{-7} \text{m/s}$
推進延長	23.24m
最大粒径 ^{※2}	270mm(コア長90mm×3倍) ^{※3}
50mm以上の礫含有率 ^{※1}	56%
30mm以上の礫含有率 ^{※1}	40%
細粒分含有率	8.2%
礫率	81.1%

※1:土の粒度試験による粒径加積曲線より推定。(50mm/3≒17mm, 30mm/3≒10mm)

※2:R4-K-BrNo.4の砂礫層における最大粒径を推定。

※3:層境界のため、下層の砂礫層より最大粒径を推定。

このうち、地下水位条件においては時間的変化があることからボーリング調査孔を用いて継続的な地下水位の計測を行った。なお、地下水位の計測については容易に取扱いが可能な小型絶対圧自記水位計(S&D L mini)を用いた(写真－11)。



写真－11 小型絶対圧水位計の設置状況

測定期間は、ボーリング孔の設置を行った8月24日から10月28日までの出水期とした。また、測定時間間隔は、水位変動の詳細なデータ取得を行うため、30分間とした。

観測の結果、降雨開始後からの変動が大きくその後の地下水位低下も緩やかであった(図－9)。推進工の縦断計画図に地下水位をプロットした結果、下限値と上限値の間に推進管が設置される結果となった(図－10)。このため、推進工の工法選定等の検討を行う際は、推進管に対して影響が大きい上限値を用いた。

推進工法は、高耐荷力方式(泥水式、泥土圧式)と鋼製さや管方式(泥水式、ボーリング式)が考えられることから、これらの工法について経済比較を行った。その結果「高耐荷力方式・泥土圧式・スクリュウ排土方式」を採用した(表－5)。

また、仮設工法では推進工法上下流の立坑土留工法として考えられる鋼矢板工法とライナープレート式工法の2工法について比較検討した。この比較検討には、地下水位の上限値を用いた構造計算やライナープレート式工法で用いる薬液注入工の計算も考慮した。表－6に結果を示すように、安価である鋼矢板工法を採用した。

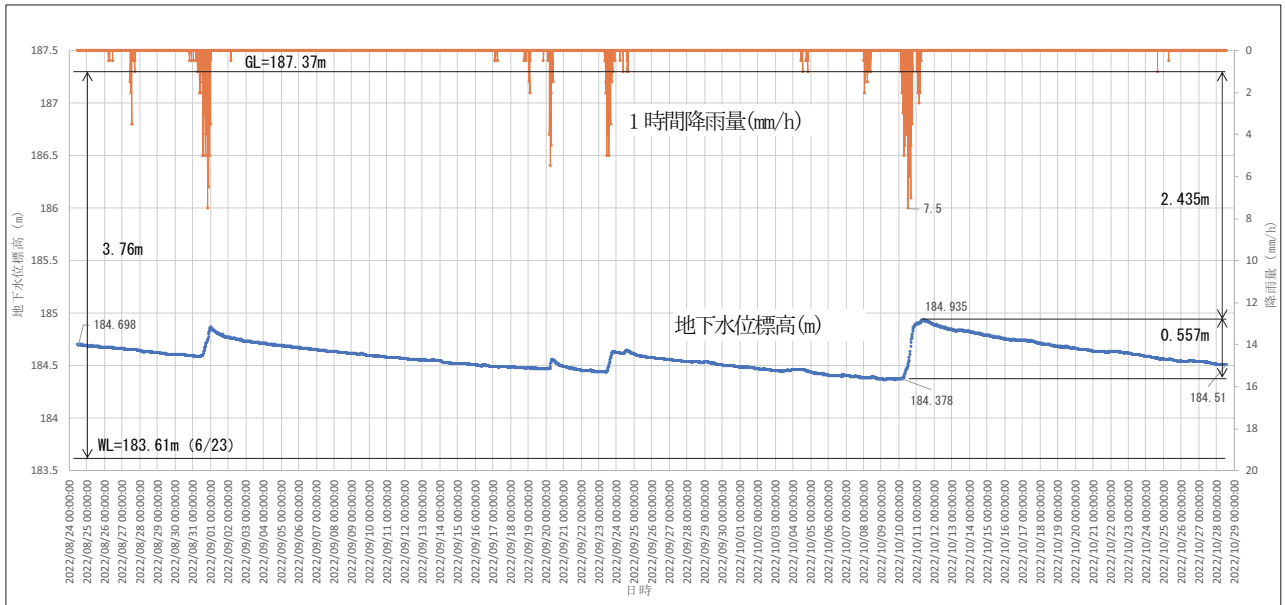


図-9 地下水位観測整理表（上段：降雨量（mm/h）、下段：地下水位（m））

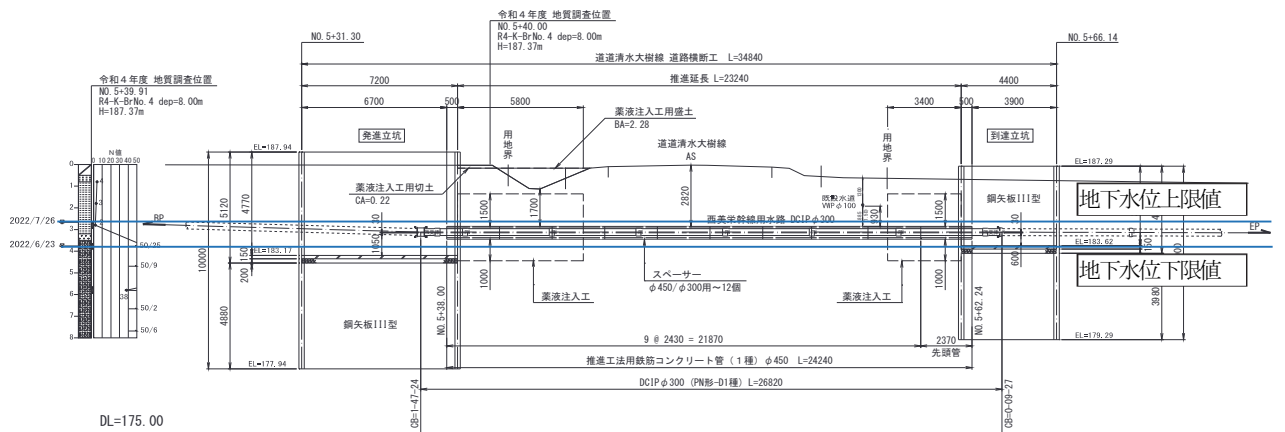


図-10 道道清水大樹線道路横断工（推進工）側面図

表-5 推進工法比較表

方式		タイプ	推進管径 (mm)	金額 (円)	判定		
高耐荷力方式	泥水式		III	450	13,877,387	○(採用)	
			IV-2	450	12,390,000		
			I-5	450	11,174,448		
	スクリュー排土方式		I-7	450	8,018,000		
			圧送排土方式	III	450		9,834,000
				IV	450		10,820,990
			吸引排土方式		VI		450
鋼製さや管方式	泥水式	I			450	12,260,000	
		ボーリング方式	一重ケーシング方式	I	450	9,589,000	
V	450			10,291,328			

表-6 立坑土留工法比較表

項目	鋼矢板案	ライナープレート案
施工概要	<ul style="list-style-type: none"> 鋼矢板(Ⅲ型)により立坑を築造 パイピング及びボイリングが生じない位置まで根入れを確保することから、薬液注入工が不要 	<ul style="list-style-type: none"> 小判型及び円形のライナープレートにより立坑を築造 地下水が高いことから、立坑の周囲に薬液注入工による止水対策が必要
立坑の寸法(標準寸法)	発達立坑：7.200m×2.800m 到達立坑：4.400m×2.400m	発達立坑：7.326m×4.500m 到達立坑：φ4.000m
薬液注入工		179本(発達側115本、到達側64本)
経済比較	26,687,917円 (1.00)	38,252,955円 (1.43)
適用性	<ul style="list-style-type: none"> 施工に必要な重機は、ライナープレート案と比較して大きくなるが、薬液注入工の必要がないことから、施工完了後に農地に与える影響は小さい。 切梁・腹起しの設置が必要となる。 経済性に優れている。 	<ul style="list-style-type: none"> 根入れが無いことから、立坑底面からの進入水を防止するため、薬液注入工による止水対策が必要 薬液注入工の施工範囲が広いため、施工完了後に地下水の流況に影響を与えることでの場の排水性能が低下する可能性がある。 施工箇所の周辺には、営農に使用している井戸が存在していることから、施工前と施工完了後には、井戸への影響をモニタリング調査する必要がある。
判定	○(採用)	△

6. おわりに

今回の業務では、業務の初期段階においてUAV・TLSで現地計測を行い、三次元による現況サーフェスモデル及びオルソ画像を用いて詳細設計の作業量が少ない業務初期段階において地質調査深度の計画及び附帯施設配置計画のフロントローディング化したことは詳細設計の作業効率化に有効であったと考える。また、今回使用したAR機器は早期に合意形成を図ることが可能となるだけでなく、現地単独測定が可能な機器であったため省人化にも繋がった。

また、推進工における地下水位は地形・地質条件によって変動が大きい場合があることから継続観測を行い変動特性を把握することで施工時の影響抑制対策に有効であった。

デジタル技術は、業務工程の中に適切に組み込み設計に反映することで、一層の業務の効率化（省人化・省力化）が図られるものと考えている。

最後に、本設計を行うにあたって御指導、協力頂いた北海道開発局帯広開発建設部帯広農業事務所、帯広市役所、JAかわにしの関係各位及び報告の機会を与えていただいた(一社)北海道土地改良設計技術協会に対し感謝申し上げます。

(北王コンサルタント(株) 設計部 部長 (技術士))

引用文献

- 1) 国営茅室川西土地改良事業計画書（北海道開発局）
- 2) 5万分の1 図幅『大正地域の地質』（S54 地質調査所）

湿原外縁部での既設施設（横断工）を利用した排水路の設計

荒口 誠

1. はじめに

(1) 業務概要

本業務は、国営総合農地防災事業「幌延地区」の事業計画に基づき新興東幹線排水路の測量調査、地質調査及び実施設計を行ったものである。

業務位置：天塩郡幌延町 設計延長：L = 1.30km

計画流量：Q = 2.14 ~ 2.83 m³/s

計画勾配：1/3200 ~ 1/6300

計画断面：底幅B = 2.0m 法勾配：1 : 2.0

流入工：N = 14箇所 道路横断工：N = 2箇所

(2) 現地作業における留意点

現地調査においては、特に希少野生動物である鳥類のチュウヒの保護に留意しながら調査を行うとともに、口蹄疫や鳥インフルエンザ等の家畜伝染病対策を徹底して行った。

(3) 設計作業における留意点

対象路線は、泥炭土に起因した地盤沈下により、接続する明渠や暗渠排水に必要な高さを確保する事が困難であった。また、町道横断構造物が2箇所あり、農業水利施設の機能診断の手法に準拠し、既設利用が可能か否かの検証を行った。改築と新築の比較においては、今後のライフサイクルコストも含めて総合検討を行った。

地先への工事用地など説明に際しては、施工中現場のUAV写真や3DCG（三次元グラフィックス）を用いるなど分かりやすい説明を行い、円滑に業務を遂行する事が出来た。

2. 地区の概要

幌延地区は、宗谷総合振興局管内中部の幌延町に位置し、天塩川の右岸及びその支流域に拓けた酪農地帯となっている（図-1）。地域内の農業用排水路及び農用地は、前歴事業である開墾建設事業 音類（おとんるい）地区（昭和23~43年）、国営総合農地開発事業 サロベツ第1地区（昭和49~平成8年）等により整備が行われた。しかし、地域内には泥炭土が広く分布していることから、農業用排水路



図-1 「幌延地区」の位置

及び農用地においては、泥炭土壌に起因する地盤沈下の進行による機能低下から、降雨時には湛水被害が発生するとともに、農用地においては、過湿被害、不陸障害及び埋木障害が発生しているため、牧草の生産量及び農作業の機能が低下している状況である。

これらのことから、本地区では、国営総合農地防災事業により農業用排水路の整備を行うとともに、暗渠排水、整地を行い、農業経営の安定を図ることを目的としている。

3. 希少野生動植物対策

本地域は、隣接する丘陵の森林、天塩川水系の河畔林、地区内の防風林といった緑地環境や天塩川及び河跡湖といった水辺環境が形成され、多様な自然環境となっている。

また、本地域では他の業務で環境モニタリング調

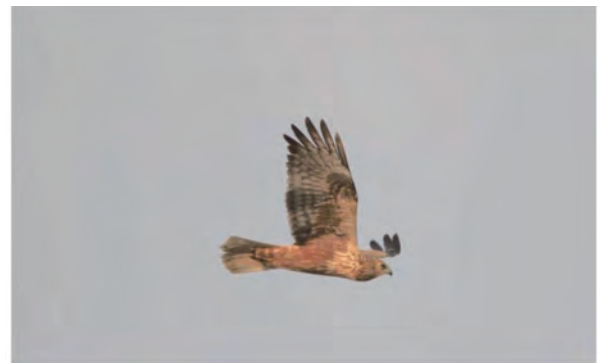


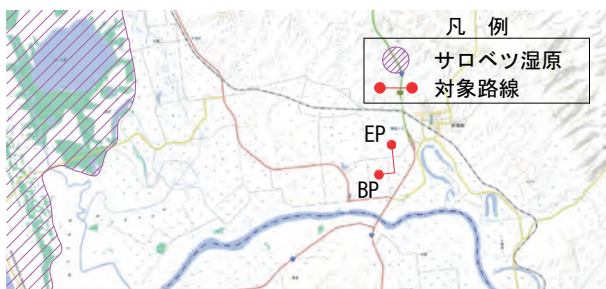
写真-1 サロベツ湿原でのチュウヒ

査を行っており、環境省レッドリスト絶滅危惧 I B 類に指定されているチュウヒの飛来及び営巣が確認されている（写真－1）。I B 類とは I A 類ほどではないが、近い将来野生での絶滅の危険性が高いものである。

チュウヒは、タカ目タカ科チュウヒ属に属する猛禽類である（英名harrier）。また、世界的に繁殖している地域は、バイカル湖周辺から東、アムール川流域、サハリン、南は中国の内蒙古中部から中国東北地方北部から中部、ウスリー地方、日本の九州以北であり、越冬している地域は中国南部、日本、他東南アジア諸国である。主に湿地や干拓地、湖沼岸、河川の岸边などの広いヨシ原で繁殖し、渡りの時期には河原や比較的狭い湿地にも現れる。環境省が行った営巣環境の調査（環境省2015）では、巣は背後地であるサロベツ湿原（図－2）のヨシ群落（ヨシの他はスゲ類等が生育）にあり、群落を構成する植物の種数は比較的少なく、植生構造も単純であった。

営巣環境の条件として、巣の直下が湛水し、周囲が水域などで遮られることにより、外敵である哺乳類の侵入しづらい環境であることが重要と推察されている。従って、本排水路計画で造成される排水路は牧草地に位置しているのでチュウヒの生息に特段の影響はないと思われた。

しかし、業務の測量調査の野外活動がチュウヒの繁殖に影響することが懸念された。当排水路は環境モニタリング調査から判明したチュウヒの配慮区域より、行動範囲外と推定されたが、比較的営巣地点と近いため飛来する可能性があった。そこで現場作業時期を調整し、チュウヒの活動が少なくなる7月以降に行うスケジュールとした。更に測量作業員には、もし現場でチュウヒに遭遇した場合には、「注視せず」「近寄らず」「追い払わない」「驚かささない」等の対応を行う事を現地調査前のスタートアップ会



図－2 対象路線とサロベツ湿原の位置関係

議で周知した。

希少植物に対しては、環境省レッドリストに記載されているオオバタチツボスミレ（写真－2）・エゾナキソウが排水路の周辺に自生していないかを事前に確認した。その他に「現場のゴミの清掃」「車両の急発進・急停止の禁止」も含め現場管理の徹底を行い周辺環境に対しての負荷をできるだけ低くするように心がけた。



写真－2 オオバタチツボスミレ

4. 現場での安全管理等について

(1) 疫病対策

本業務対象地域は、北海道でも有数の酪農地帯であることから、口蹄疫の予防対策として現場への立入に際しては、幌延町内のガソリンスタンドで車両下回りを中心に洗車し、タイヤや車両に付着した土砂の除去を行った（写真－3）。

ほ場内の立入に際しては、土地所有者毎にブーツカバーを交換し着用した。また、鳥インフルエンザ対策として作業員には、ほ場内や近傍で鳥の死骸を発見した場合は、触れずに管理技術者に連絡することを事前に周知した。



写真－3 ガソリンスタンドでの洗車

(2) 安全対策

測量対象地域にある町道は、国道と高規格道路 I C を結ぶ、バイパスとして利用されていて交通量が多い（当時）ことから測量作業の安全確保が課題となった。そこで、対策として反射ベストの常時着用と見張り員の配置を実施した。測量時期が夏季となることから熱中症対策として、作業員に毎日スポーツドリンクと塩分入りの飴を支給した。また、毎日 WBGT（暑さ指数）を確認すると共に、気温が30度を超えることが予想された場合は1時間毎に休憩時間を確保した。

これらの留意事項を現場立入前のスタートアップ会議で説明すると共に毎日の始業前のミーティングで確認した。

(3) 新型コロナウイルス対策

現場作業時は、新型コロナウイルスの流行期間であったため、作業員の毎日の検温を実施すると共に作業車にアルコール消毒液を常備し、複数人での作業時はマスクを着用した。また、車両のハンドルや測量器械など不特定多数が触れる可能性のあるものは定期的な消毒を行い、作業従事者の感染を防止した。これらの感染対策が功を奏し、作業中は一人の感染者も出さず業務を遂行できた。

5. 縦断線形の検討

(1) 縦断検討のフロー

縦断線形検討に当たっては、泥炭土に起因した地盤沈下が発生していたため、接続する明渠や暗渠排水に必要な高さを確保する事が困難と予想された。排水路の河床高は、現況流路の河床勾配、河床高を重視し、局部的な凹所洗掘区間を除き、計画水位が耕地面以下になるように極力現況河床高よりも下に設定した。また農用地整備での暗渠排水による地下水排除に必要な深さを縦断線形検

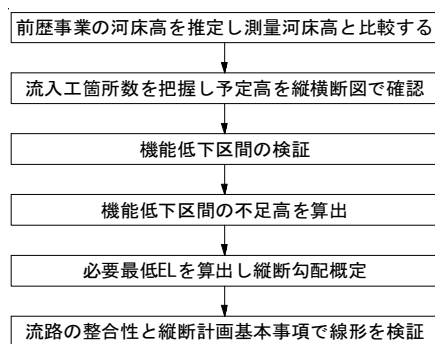


図-3 縦断線形検討フロー

討フローにて検討した（図-3）。

(2) 機能低下区間

本排水路において、一部のほ場では耕地面高が低いため暗渠落口高も低くなった。暗渠落口高は、幹線排水路を排水面とする場合、平水位より少なくとも0.05mは上位にしなければならない。本設計では図-4の範囲が現状ではこの条件を満たさない。なお、このほ場の暗渠は設計済みであったため、修正を行った（図-5）。



図-4 排水流域図

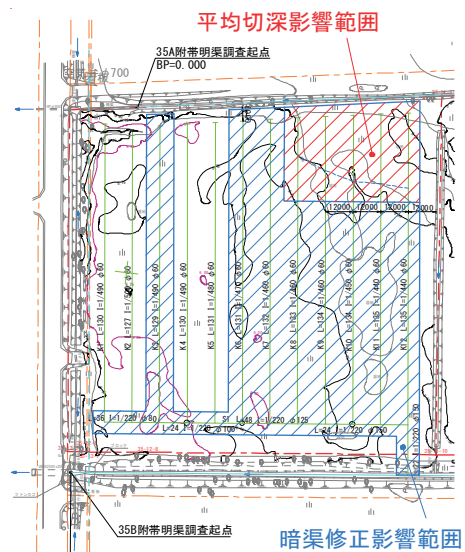


図-5 暗渠修正影響範囲

(3) 機能低下区間への対策

機能低下区域を解消するため、水理計算により排水路の平水位を算出し、暗渠に影響がない必要高を計画した。図-6に示す様に、暗渠配線勾配を緩勾配にし、水理計算により適切な口径を採用した。また、受益者に了承を得て平均切深を浅くするなどの工夫をした。

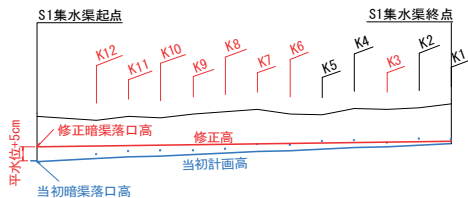


図-6 集水渠修正縦断面図

(4) 縦断決定

暗渠の落口高のほか、起点・終点側の擦付高、開水路型流入工の高さ、第1号・第2号横断工の既設高などを考慮し、図-7に示す縦断線形を決定した。

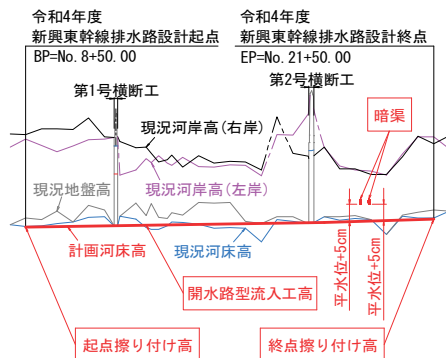


図-7 決定縦断面図

6. 水路構造物の既設利用について

(1) 概要

第1号横断工（既設コルゲートアーチS=3500mm、R=1810mm）、第2号横断工（既設ボックス：B2500mm×H2000mm）は、事業計画策定業務において、既設構造物でも流下能力はあるが、当初計画の河床高が確保できないため要改修となっている（表-1）。

表-1 既設カルバートの諸元

施設名	第1号横断工	第2号横断工
構造	メタルコルゲート	既成品RCボックスカルバート
大きさ	H=2.31m R=1.81m	B=2.50m H=2.00m
長さ	L=10.80m	L=17.00m
部材厚	t=3.2mm	t=0.20~0.22m
供用年数	4年	14年

第1横断工は令和元年施工で約4年経過。第2号横断工は平成21年施工で約14年と施工後の年数が比較的少ない。発注者・幌延町ともに、経済性や工事時に迂回路が不要なため、既設利用が可能であれば利用したいとの要望があった。そこで、既設利用が出来るか図-8に示すフローに則り検討を行った。

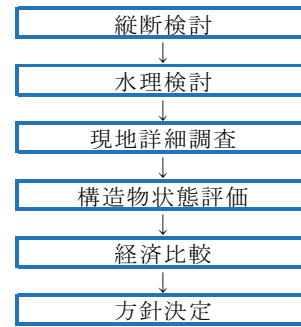


図-8 既設カルバートの利用可否検討フロー

(2) 縦断検討

前述の「5. 縦断線形の検討」のとおり、現況の勾配を踏襲することで、第1号、第2号カルバートとも既設利用は可能である。

(3) 水理検討

本業務の水理計算は、下流域の状況や法肩部分が大きく開いているなど水路断面が変化しているため不等流計算により求めた。計算結果により、耕地面高が低い箇所においても、水深が排水断面を越流することはない。そのため、現況施設を利用できると判断した（図-9）。

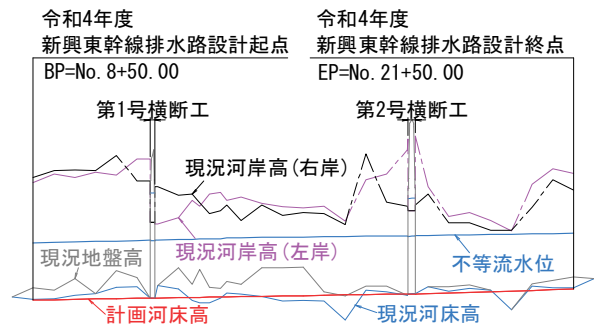


図-9 水理縦断面図

(4) 現地詳細調査

縦断検討・水理検討を踏まえ、現状のカルバートが使用可能か現地詳細調査を行った。

1) コルゲートメタルカルバート

a) 目視検査

近接目視の結果、水面にかかる部分の鋼材は、汚れているが腐食は認められない。部材のセクションも設計図通りの配置で問題は無い。また接合のボルトについても錆や摩耗は認められなかった。

b) 形状計測

断面形状について現地で簡易レーザー距離計を用いた測定とiPhoneをスキャナーとして利用した3Dモデルで計測した。アーチ形状

の変形は認められず良好な状態を維持出来ていることが確認された（写真－4、図－10）。



写真－4 アイフォンでの撮影



図－10 3Dモデル化したコルゲートメタルカルバート

c) 鋼板の板厚測定

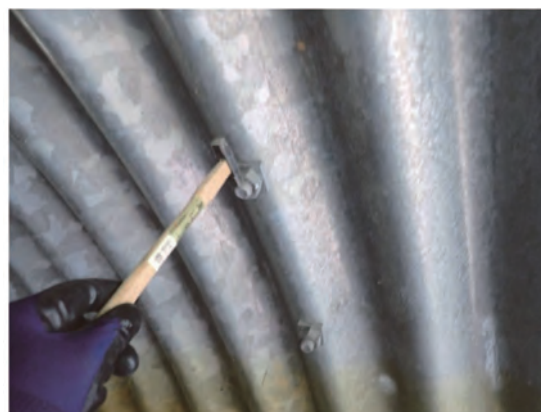
部材の腐食が予想されたカルバート下部の水面付近で超音波式板厚計測器を用いて鋼板の厚さを測定した結果、施工時と同じ3.2mmと計測された（写真－5）。従って鋼板SS330は腐食もなく良好な状態が維持されていると判断した。



写真－5 板厚の測定

d) 打音検査

鋼板ユニットの接合に使用されている、ボルト全数の1/4程度をハンマーで叩いて打音を確認した（写真－6）。その結果ボルト緩みを示す音（一般に他より低音になる）は確認されなかった。従ってカルバートを接合しているボルトの緩みは発生していないと判断した。

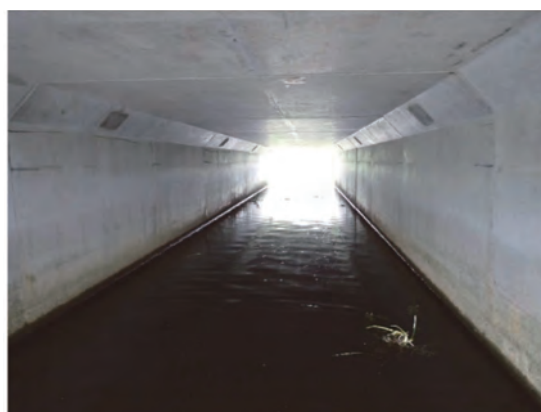


写真－6 打音検査の様子

2) RCボックスカルバート

a) 目視検査

カルバート内部の直接風雨に晒されることのない、コンクリート表面は光沢があり、クラックや欠損は見当たらず、継目についても近接目視で全継目が良好な状態であることを確認した。しかし、横断工呑口部には30cmのヘドロが堆積していることを確認した（写真－7）。



写真－7 RCボックスカルバートの現状

b) 形状計測

メタルカルバートと同様にレーザー距離計と簡易スキャナーで計測を行い、変形がないことを確認した（図－11）。



図－11 3Dモデル化したRCボックスカルバート

c) 強度推定

カルバート内部の壁面でシュミットハンマーを用いた強度試験を行った（写真－8）。その結果、表－2に示す設計基準強度を上回る値が計測されたので、良好な状態が維持されていると判断した。



写真－8 シュミットハンマーによる強度試験

表－2 RCボックスの推定強度

設計基準強度 σ cK N/mm ²	シュミットハンマー による強度 N/mm ²	
	1回目	2回目
35	56	55

d) 水質検査

現地調査では、河川水の濁りが確認されたため、濁りに含まれる成分が構造物に与える影響が懸念された。このため、各横断工地点で河川水を採取し、電子式水質計で河川水の状態を確認した。測定の結果、各調査項目は水道水や河川水の基準値等の範囲内であるため、構造物に与える影響はないと判断した（表－3）。

表－3 電子式水質計の測定結果

検査項目	記号	単位	第1号 横断工	第2号 横断工	水道水等 平均値
総溶解固形物	TDS	ppm	0	0	50mg/L
電気伝導度	EC	μ S/cm	132	132	30～400
水素イオン濃度	PH	-	7.06	6.76	5.8～8.6
塩分	Salt	%	0.00	0.00	-
比重	S.G	-	1.00	1.00	1
酸化還元電位	ORP	mv	392	310	200～600

3) 評価

ボックスカルバートの状態は、全ての点検項目で問題点がなく、総合的に健全度はS-4と判断した。

(5) 劣化予測

現地調査結果を基に「農業水利施設機能保全の

手引き」¹⁾の鉄筋コンクリート開水路の劣化曲線を用いて行った。

$$Y = bX^2 + a \quad \dots \dots \dots \text{式-1}^{1)}$$

ここに、 $b = -0.00216$

$$a = 5$$

本件は、金属製とRC製のカルバートである。式-1は、コンクリート開水路に用いる式であるが、コルゲートメタルカルバートについては、製品寿命が一般に30年以上と言われているが50～60年使用している例もある。当該地点での錆の状況、水質の具合から見ても図-12の劣化曲線に当てはめても問題ないと判断した。

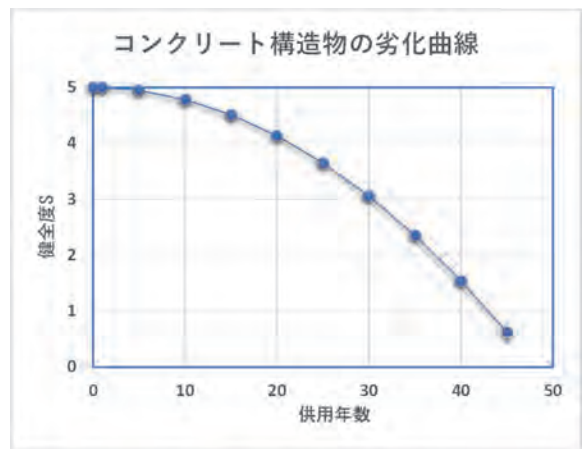


図-12 劣化曲線

(6) 経済比較

新設の場合と補修や土砂撤去しながら、今後50年使用した場合を経済比較する。

条件

- ・製品寿命はRC-BOXの築50年としてコンクリートメタルカルバートも同じとする。
- ・既設利用の場合、土砂は概ね10年に一度撤去するものとする。
- ・劣化曲線により、築30年でRCは内面を塗装剤被覆工法、メタルカルバートは内面をポリウレア樹脂工法で被覆し、S-4相当まで回復させる。
- ・新設の場合は、土砂が堆積しない縦断線形とするので、土砂撤去は行わない。

新設の場合1280万円である。これに対して既設利用の場合のコストは表-4に示す。

補修や土砂撤去を考慮した現況利用だと2060年まで644万円のコストが必要と予想された。

従って、第1号第2号とも、本業務では概ね10年に一度の土砂撤去を見込んだ既設利用とした。

表-4 既設利用の場合のコスト

	経過 年数	0年	10年	現在	20年	30年	40年	50年	
カルバート 種類	西層	2010	2020	2023	2030	2040	2050	2060	総合計
メタル	本体		新設			修理		更新	
	土砂			撤去	撤去	撤去	撤去		
RC	本体	新設				修理		更新	
	土砂			撤去	撤去	撤去	撤去		
本体補修費	メタル RC					100万 160万			644万
土砂撤去費				96万	96万	96万	96万		

7. 附帯施設の設計

(1) 横断工水衝部の補強盛土工の設計

横断工を既設利用すると、流水が横断工水衝部に接するので保護が必要となった。既設水衝部の状態を確認したところ、第1号横断工の既設水衝部は、令和元年施工時の植生土のうのみで、範囲も既設アーチカルバート周辺だけであった。従って水衝部の保護としては不十分である。このことから本業務では、土留め壁の検討を行った。なお、第2号横断工の水衝部は、既設設備としてフトン籠が設置してあった。検討の結果、高さや断面的にも既設利用が可能であることが確認できたので、新たな土留め壁等は計画しなかった。

カルバート工前後の水衝部は、一般的にコンクリート構造物等によるウイング、擁壁等を用いるが、軟弱地盤となる当排水路においては重量構造物を避けるのが望ましい。また、早期の緑化を図る目的から、植生土のうを用いた工法を採用し、補強盛土の設計を行った。

補強盛土の検討に当たっては、円弧すべりによる安定計算図-13、式-2により、補強領域内部を通るすべり破壊に対する検証と補強領域の外側を通るすべり破壊に対する検討を行い、ジオグリッドの必要引張強さ、敷設間隔、敷設長を決定した。

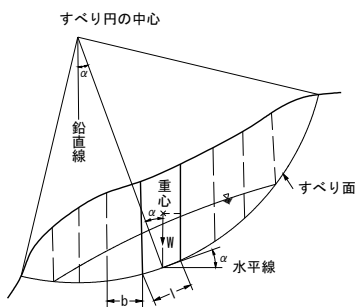


図-13 地滑り安定計算

$$Fs = \frac{\sum \{c \cdot l + (W - u \cdot b) \cos \alpha \cdot \tan \phi\}}{\sum \cdot \sin \alpha} \dots \dots \dots \text{式-2}^{2)}$$

ここに

Fs : 安全率 c : 粘着力 φせん断抵抗角

U : 間隙水圧

当初検討時、現況地盤での検討において円弧すべりによる安定計算の安全率は常時1.2、地震時1.0を満足しなかったため、地盤改良の検討が必要となった。その方法としては、A 薬液注入、B パイルネット、C ジオグリッドによる敷網工が考えられる。そのため、上記の3項目の比較検討を行った結果を表-5に示す。

表-5 地盤改良経済比較表

A.薬液注入	2,010万円
B.パイルネット	600万円
C.ジオグリッド(敷網工)	230万円

表-5により、補強盛土は、ジオグリッド(敷網工)が有利となるため採用した(図-14)。敷網工を配置した場合においても円弧すべりによる安定計算を行い、安全率が常時1.2、地震時1.0を満足していることを確認した。

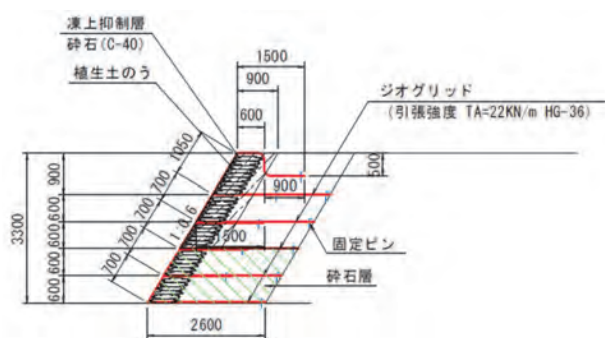


図-14 補強盛土 標準断面図

(2) 沈砂池の設計

本排水路は、環境配慮施設として工事期間中や施工後の土砂等が下流に流出することを抑制するため、河川に合流する改修区間の起点付近直上流に沈砂池を設置した。沈砂施設は一般部に比べて河床幅を広く確保して、流下断面積を広げることにより、流速を落として土砂の沈降を図る施設である。その規模は、本排水路に関わる工事対象受益地から発生する増加土量分を捕捉可能な大きさとした。

流亡土量は以下の式-3で求める。

$$A = R \cdot K \cdot L \cdot S \cdot C \cdot P \dots \dots \dots \text{式-3}^{3)}$$

ここに

A：単位面積当たり流亡土量 (tf/ha)

R：降雨係数 (tf・m²/ha・hr) K：土壌係数 (h/m²)

L：斜面長係数 S：傾斜係数 C：作物係数

P：保全係数

計算の結果、堆砂量16m³/年となった。

沈砂池の構造は、延長を長く幅は狭くして極力維持管理がしやすい構造とした。また、関係機関や受益者への説明は、3Dモデルでイメージを説明し理解度を高めた(図-15)。

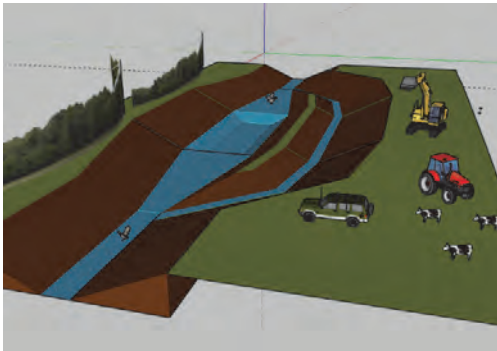


図-15 沈砂池3Dモデル

8. 受益者とのコミュニケーション形成について

(1) 受益者打合せ

本業務対象地域は、北海道でも有数の酪農地帯であったことから、受益者はほとんどが酪農家であった。従って打合せする時期は、年に2～3回ある集中的な牧草収穫時期は避けると共に、訪問時間は一般的に酪農家の休憩時間とされる午前9：00～12：00の間に限定した。

(2) 工事説明資料

受益者説明においては、まず工事現場のイメージを把握してもらうため、過年度工事の写真を発注者に提供してもらい、排水路工事全体のイメージの理解に利用した(写真-9)。



写真-9 受益者説明に用いた写真

また、本業務の敷地幅計画については、平面図と3Dモデリングソフトで作成したCGを受益者説明に用いた(図-16、17)。説明会では、工事用道路や掘削土置き場・仮排水路などの説明が3Dで表現されることから、施工の状況説明をわかりやすく行う事が出来た。その結果、受益者の排水路工事に対する理解度を向上させることが出来た。



図-16 敷地幅計画に使ったCG図その1

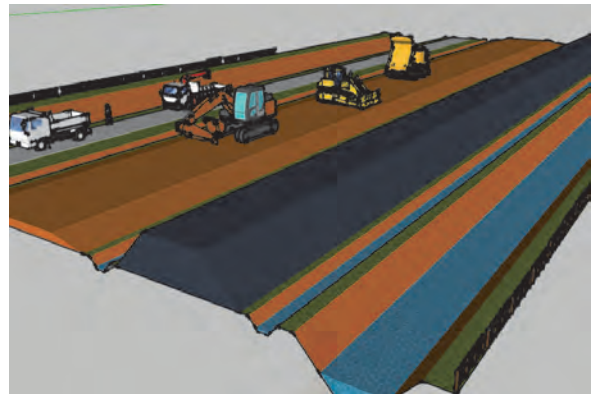


図-17 敷地幅計画に使ったCG図その2

9. 終わりに

業務遂行に当たっては、発注者の稚内開発建設部 稚内農業事務所並びに幌延町の関係各位には多大な御協力と御指導を受けたことに感謝致します。最後に本稿提出の機会を与えてくださいました(一社)北海道土地改良設計技術協会に感謝申し上げます。

(株)三幸ランドプランニング 主席技師(技術士)

引用文献

- 1) 農業水利施設機能保全の手引き 平成21年 農業土木事業協会 P59
- 2) 道路土工 切土工・斜面安定工指針 平成21年 社団法人日本道路協会 P399
- 3) 土地改良事業計画指針「農地開発(改良山成畑工)」平成4年 農林水産省構造改善局計画部 P158

農業農村整備事業におけるBIM/CIM設計の取り組み事例

—国営環境保全型かんがい排水事業 別海北部地区の事例—

村山 和佳 ・ 横山 智貴

1. はじめに

農業農村整備事業に係る調査設計業務においては、受益者を含む関係者の理解を得て円滑な事業実施を進めるために、視覚的にイメージが伝わりやすい説明資料の作成が求められる。

また、農業農村整備事業の現場を支える建設業界では高齢化等による人手不足が急速に進行しており、更に働き方改革による労働環境改善が推進される中で、建設現場の生産性向上が不可欠な状況である。このような状況の中、農業競争力強化や国土強靱化に資する農業農村整備を人口減少社会において着実に実施していくためには、農業農村整備に係る一連のプロセス全体の業務合理化が必要である。

こうした課題の解消に向けて、近年発展が著しい3D設計及びICTの全面的な活用を推進していく必要があり、そこへ向けた取り組みとしてBIM/CIM設計の導入が挙げられる。

2. BIM/CIMについて

(1) BIM/CIMの概要

BIM/CIM (Building/Construction Information Modeling) は、計画、調査、設計段階から3次元モデルを導入することにより、その後の施工、維持管理の各段階においても3次元モデルを連携・発展させて事業全体にわたる関係者間の情報共有を容易にし、一連の建設生産・管理システムの効率化・高度化を図ることを目的としている。

国土交通省では、BIM/CIM活用ロードマップとして2023年度から全ての公共工事におけるBIM/CIM原則適用を推し進めている(図-1)。

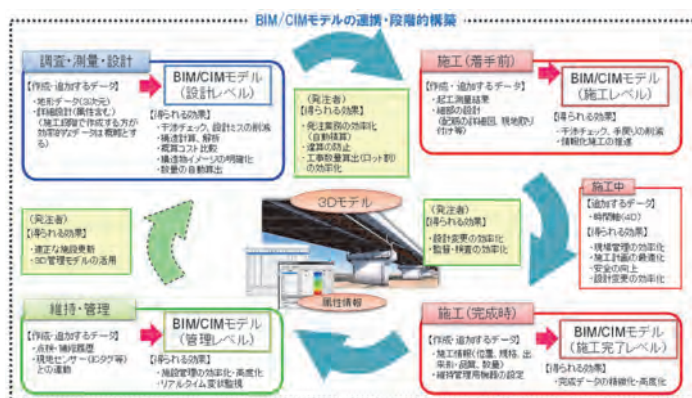


図-1 BIM/CIMの概念¹⁾

農業農村整備事業に対するBIM/CIM納品に対応した要領等については「国営土地改良事業等におけるBIM/CIM活用ガイドライン(案)²⁾」が定められ、国営土地改良事業等に携わる関係者(発注者、受注者等)が建設生産・管理システム等の各段階でBIM/CIMを円滑に活用できるよう、考え方について整理されている。

(2) BIM/CIMの効果と取り組みの目的

BIM/CIMの効果としては「生産性の向上」と「合意形成・情報共有」の2点が見込まれるが、本取り組み例においては後者のうちの「合意形成」を主目的とした。

3. 取り組み事例

(1) 設計業務の概要

国営環境保全型かんがい排水事業別海北部地区は、平成24年度に着工し、令和6年度時点で13年目を迎える国営土地改良事業である。

この事業は、北海道野付郡別海町の北部に位置する農地29,411haを対象に、肥培かんがい用水施設の整備を行い施設機能及び用水利用を確保する

とともに、水質浄化機能等多面的な機能を有する排水路施設の整備を行い、農業生産性の向上及び環境保全型農業の推進を図るものである。

主要工事としては、用水路514条468km、排水路13条22kmが計画されている。

事業地区の計画一般図に業務位置を図-2に示す。

本稿では、別海北部地区の用水路末端施設（肥培かんがい施設）設計等業務を実施するうえでのBIM/CIM設計の取り組み事例及び取り組みによって生じた効果と今後の課題について報告する。



図-2 別海北部地区の計画一般図と業務位置

(2) 業務における3D設計手順

取り組み事例における3D設計は、①現地状況のデータ化、②構造物の3次元モデル作成、③統合データの作成、④受益者との合意形成を目的とした3D設計を用いた説明の実施、の手順で実施した。



図-3 オルソ画像

まず、現地状況をデータ化するためにドローンを用いて写真測量を行い、点群データ及びオルソ画像を作成した(図-3)。

次に、設定した設計条件を基に構造物の3次元モデルを作成した(図-4、図-5)。

作成した現地状況と3次元モデルのデータを統合し、受益者との合意形成にむけた資料を作成した(図-6、図-7、図-8)。

各段階で使用したソフトは、表-1に示す。

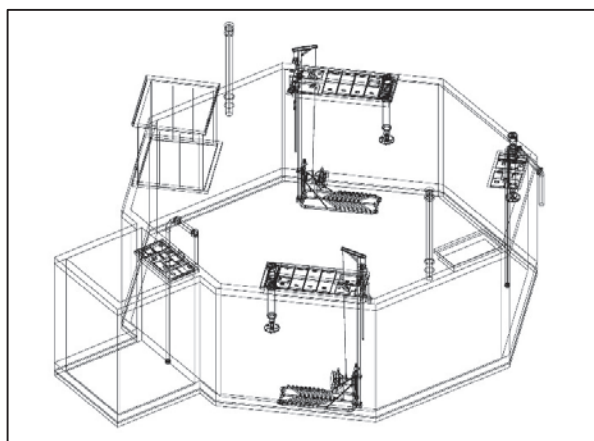


図-4 流入口調整槽

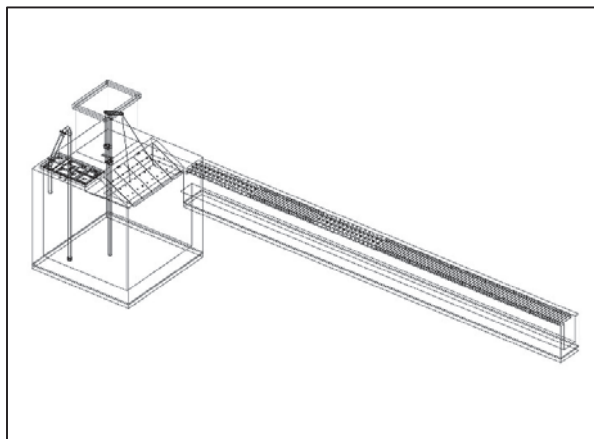


図-5 導入溝及び導入口



図-6 全体イメージ

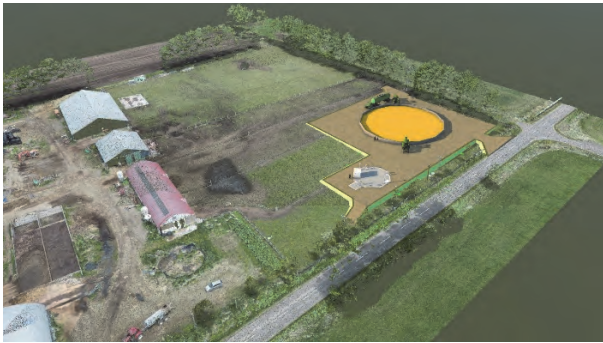


図-7 施設イメージ（配水調整槽と流入調整槽）



図-8 施設イメージ（導入口と導入溝）

表-1 使用ソフト

作業内容	使用ソフト
現地状況のデータ化	Autodesk ReCap Ver.2024 Autodesk Civil 3D Ver.2024
構造物の 3次元モデル作成	Autodesk Civil 3D Ver.2024
統合データの作成 説明用データ作成	Autodesk InfraWorks Ver.2024

(3) 取り組みによる効果

受益者への説明に3Dデータを活用することで、完成形のイメージがより明確に伝わり、受益者の理解を得ることができた。今回の取り組みによって、実際に整備に入る段階でも発注者、工事業者、受益者との三者間に大きな齟齬が生じることなく、円滑な工事が可能になることが期待される。

4. 今後の課題

今回紹介した取り組み事例では、調査設計段階において作成した3Dデータを活用した受益者との合

意形成を主目的とし、業務内でその目的を達成したことから、業務成果品に3Dデータを含めることはしなかった。

しかし、将来的には調査設計段階における3次元モデルを施工、維持管理へと繋げていくことを目標とすることから、以下に、BIM/CIM成果品を作成する手順と、各手順に対する課題を示す。

(1) BIM/CIM成果品を作成する手順と課題

BIM/CIM活用の流れを図-9に示す。

本稿では、図-9のうち実線の範囲（受発注者協議（事前協議）～成果品の作成・納品）までの手順について記載する。

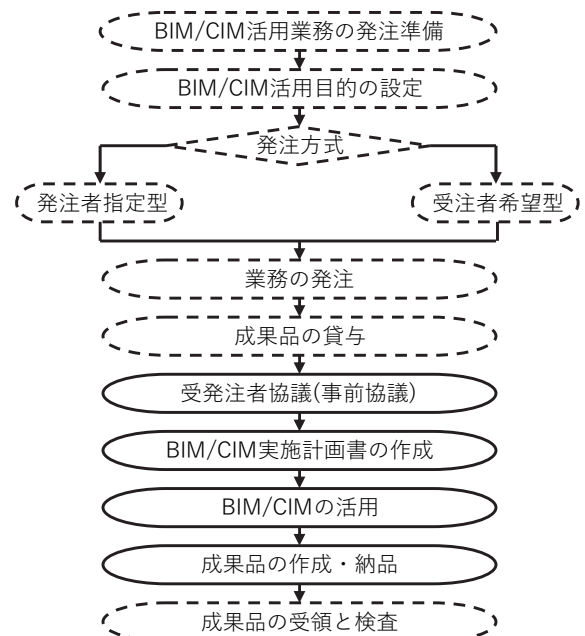


図-9 BIM/CIM活用の流れ





1) 受発注者協議（事前協議）

業務の着手にあたって、受発注者間でBIM/CIMの活用に関する事前協議を実施する必要がある。

事前協議においては、BIM/CIMの活用目的（発注者が指定する要求事項及び受注者が提案する検討事項）、モデル作成の範囲及び詳細度、使用するソフトウェア及び情報共有環境、ファイル形式、電子成果品の納品方法、その他の項目について決定する。

特に、作成するBIM/CIMモデルの作り込みレベルを示す詳細度は、作業の時間や費用に大きく影響を与えるため、活用目的に応じて適切な詳細度を設定する必要がある。詳細度の考え方について表-2に示す。

表-2 BIM/CIMモデルの詳細度(案)³⁾

詳細度	共通定義	工種別の定義	
		ほ場整備工のモデル化	サンプル
100	対象を記号や線、単純な形状でその位置を示したモデル。	対象位置や範囲を表現するモデル 【ほ場整備工】 ・設計条件を定める概略設計レベルを想定 ・概略の中心線および区画線で、ほ場整備工を法線形で示す。また、道路幅員は含まない。	
200	対象の構造形式が分かる程度のモデル。 標準横断で切土・盛土を表現、又は各構造物一般図に示される標準横断面を対象範囲でスライスさせて作成する程度の表現。	対象による概略の影響範囲が確認できる程度のモデル 【ほ場整備工】 ・基本諸元を定める基本設計レベルを想定 ・ほ場の規模や高さ、法面の規模等が概ね確認できるモデル ・関係者間協議における説明資料として活用すること、土工量の概定に用いること等を目的とする。 ・幹線農道、用排水路（開水路のうち規模の大きいもの）、畦畔法面（規模の大きいもの）のモデル化 ・地区内の主要な水溜施設（調整池、ファームポンド等）の配置をモデル化	
300	附帯工等の細部構造、接続部構造を除き、対象の外形形状を正確に表現したモデル。	一般部の土工部の影響範囲が確認できる程度のモデル 【ほ場整備工】 ・主要仕様を定める実施設計・発注図書レベルを想定 ・進入路等の変化部を含む土工断面を設定し、地形情報に応じて盛土・切土をモデル化 ・用排水路（開水路、埋設管路工）、畦畔、支線農道、耕作道、進入路のモデル化 ・用排水路の付帯施設（柵、給水柱、落水口等）の配置をモデル化 ・農道の舗装構成をモデル化	
400	詳細度300に加えて、附帯工、接続構造などの細部構造及び配筋も含めて、正確にモデル化する。	詳細度300に加えて小構造物も含む全てをモデル化 【ほ場整備工】 ・施工レベルを想定 ・交差構造物による影響を考慮し、用排水路（埋設管路工）を正確にモデル化 ・埋設管路土工を正確にモデル化 ・暗渠排水工の配置、形状を正確にモデル化 ・現場打ち構造物の配筋、プレキャスト製品の配筋（スラン割）、管割を正確にモデル化 ・その他の付帯施設（擁壁、防護柵、電柱等）の形状、配置を正確にモデル化 ・地区内の水利施設（排水機、分水工等）の形状、配置を正確にモデル化	
500	対象の現実の形状を表現したモデル。	施工段階で活用したモデルに完成形状を反映したモデル	

注) モデル化の対象は、ほ場整備実施地区内のものに限る。
※スライス・・・平面に描かれた図形がある基準線に沿って延長させて3次元化する技法のこと。

決定した事項は設計から施工段階へと情報の引継ぎが確実に進むよう、受発注者協議を引き継ぐための様式に記入し、成果品にとりまとめる。

今後の課題として、受発注者協議の結果を的確に引き継ぐための共通様式を作成することが挙げられる。

2) BIM/CIM実施計画書の作成

事前協議の実施内容に基づき、BIM/CIM活用にあたっての必要事項を「BIM/CIM実施計画書」に記載し、発注者に提出する。

BIM/CIM実施計画書に記載する内容は以下の項目が挙げられる。

- ・BIM/CIM実施体制及び工程表

- ・3次元モデルの活用内容（実施内容、期待する効果等）
- ・3次元モデルの作成仕様（作成範囲、詳細度、属性情報、別業務等で作成された3次元モデルの仕様等）
- ・3次元モデルの作成に用いるソフトウェア・オリジナルデータの種類
- ・3次元モデルの作成・活用に要する費用

3) 調査設計段階におけるBIM/CIMの活用

業務を実施する中で、BIM/CIMモデルを作成又は更新するとともに、従来の設計業務における確認作業を効率化・高度化するためにBIM/CIMモデルを活用する。

BIM/CIMの活用事例を以下に示す。

- ・施設規模、配置、線形等の検討
- ・設計図作成
- ・施工計画
- ・数量計算
- ・計画の説明資料作成

4) 成果品の作成・納品

BIM/CIMモデル及び各種事前協議、計画書等を電子成果品として作成することで、施工、維持管理へと繋げていくことが可能となる。

納品時には、BIM/CIMモデルの更新及び属性情報等付与の内容や、次工程に引き継ぐための留意点等を記載した引継書を作成する。

2)で作成したBIM/CIM実施計画書に基づきBIM/CIMを実施した結果は、「BIM/CIM実施報告書」に記載する。

BIM/CIMモデルは、対象とする構造物等の形状を3次元で表現した「3次元モデル」と「属性情報」「参照資料」を組み合わせたものである。また、構造物や地形の分類ごとに、「地形モデル」「線形モデル」「土工形状モデル」「構造物モデル」「統合モデル」がある。

3次元モデルの納品に使用するデータ形式として一般的なものを表-3に示す。

表-3 3次元モデルの納品データ形式

モデルの種類	データ形式
地形モデル	J-LandXML オリジナルファイル
線形モデル	J-LandXML オリジナルファイル
土工形状モデル	J-LandXML オリジナルファイル
構造物モデル	IFC オリジナルファイル
統合モデル	オリジナルファイル

(2) BIM/CIM導入時の課題

1) ハードウェア、ソフトウェアの準備

BIM/CIMを活用するためには、受注者はソフトウェアを準備する必要がある。受注者が作成したBIM/CIMモデルの閲覧・確認のために、利用可能なビューア等を発注者が入手する必要も生じる。また、選定したソフトウェアが推奨する仕様を満足する高性能なハードウェアを準備する必要もある。

ソフトウェアは「土木IFC対応ソフトウェア確認要件(案)」や「LandXML1.2に準じた3次元設計データ交換ソフトウェア確認要件(案)」を活用し選定する。

これらハードウェア、ソフトウェアの準備は、受発注者に経済的な負担を強いることとなり、BIM/CIM導入の課題として挙げられる。

2) 情報共有システムの活用

BIM/CIMモデルの授受は一般的に大容量データになることから、情報の授受に必要な通信環境を確保するとともに、円滑な情報の共有及び蓄積を図るため、情報共有システム等の外部クラウドサービス等の積極的な活用を検討する必要がある。

情報共有システムは、上記のデータ共有機能の他に、スケジュール管理や情報管理機能、書類管理機能、電子納品に関する機能などを有し、特に3DビューアやWEB会議システム等を活用することで、円滑かつ効率的な業務遂行が可能となり利便性が向上する。

情報共有システム活用については、すでに各種要領が公開されていることから、受注者としても対応可能なように知識を深めることが課題である。

5. おわりに

本稿では、国営環境保全型かんがい排水事業別海北部地区の用水路末端施設におけるBIM/CIM設計の取り組み事例を紹介した。

BIM/CIM設計を活用することで施設整備が円滑に実施され、良質なスラリーの適期適量散布による農業生産性の向上と環境保全型農業の推進が図られることを期待する。

最後に、本稿をまとめるにあたり御指導、御協力いただきました北海道開発局 釧路開発建設部 根室農業事務所並びに関係各位に厚く御礼申し上げます。

(株)ズコーシャ 技術部 次長 (技術士)

(株)ズコーシャ 技術部 技師補)

引用文献

- 1) 国土交通省：BIM/CIM活用ガイドライン(案)(令和4年3月)第1編 共通編 p-3
- 2) 農林水産省：国営土地改良事業等におけるBIM/CIM活用ガイドライン(案)(令和5年3月)
- 3) 農林水産省：国営土地改良事業等におけるBIM/CIM活用ガイドライン(案)(令和5年3月)第3編 p-7

農業水利施設の機能保全における 最近の機能診断調査の取り組み

永野 信広

1. はじめに

これまでに整備されてきたダムや頭首工、用排水機場、用排水路等の農業水利施設は、一連の農業水利システムを構成する国民共有の財産であり、受益面積100ha以上の基幹的施設だけでも7,600箇所、延長5万kmに及ぶ。戦後から高度経済成長期にかけて集中的に整備された各施設は老朽化が一斉に進行しており、これら施設では老朽化の進行を要因とする突発事故の発生件数が、近年増加傾向にある。

このような状況の中、中長期的な視点に立ち、農業水利施設の適切な機能保全（ストックマネジメント）を図っていくことがより一層重要となっている。農業水利施設におけるストックマネジメントについては、平成11年に制定された「食料・農業・農村基本法」において「農業用排水施設の機能の維持増進」として触れられ、平成15年から取り組まれている（図-1）。

また、平成15年度からは国営造成施設の機能診断が開始されており、20年が経過した今、機能診断は各施設2～3回目が実施されている。

今後、さらに継続的に実施される農業水利施設の機能診断調査に際し、初回及び複数回目の機能診断

における懸案事項、近年の新技术を活用した新たな調査方法、施設の健全度評価方法等について紹介することで、土地改良事業を担う方々の事業計画の立案や事業推進の検討の際の参考になればと考え、令和5年度に実施した機能診断調査業務について報告する。なお、今回の調査結果と対比する必要があるため、対象施設で行われた過去の機能診断調査結果についても適宜紹介する。

2. 施設機能診断調査を行う上での留意点

農業水利施設の機能保全において、施設機能診断調査を行うに当たってはいくつかの留意すべき点が挙げられる。令和5年度業務は、これらの留意点を踏まえて実施した。以下に詳細を示す。

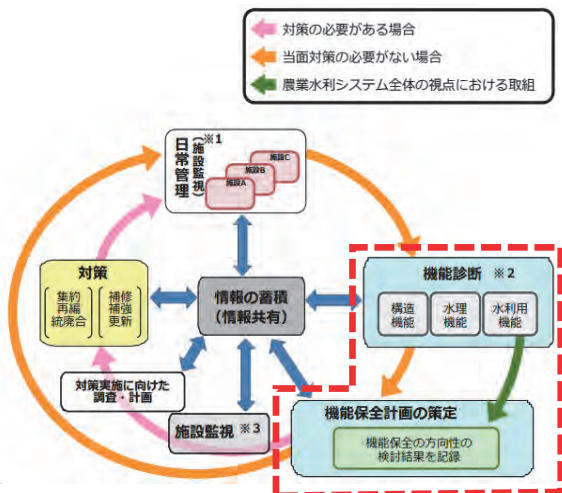
(1) 情報収集と整理

施設調査を実施する前に、過去の現地踏査・調査情報や前回の機能診断報告書、設計図、施設の事故履歴、過年度からの通水量の変動情報、水質等の施設供用環境に関する情報を把握する他、関連要因として地域の気象状況や地形、受益地の営農状況等の社会的変化等も考慮する必要がある。

(2) 調査項目と調査内容の精査

機能診断調査が初回の場合には、対象施設の情報を整理した上で、施設管理者への問診調査を行って施設運用管理の課題を確認する。その後、現地踏査を行い現況施設の変状を確認・整理するとともに、適切に定点調査地点及び調査項目の選定を行う必要がある。

複数回目の診断調査の場合には、過年度の調査項目と調査内容を整理・把握し、施設管理者から施設状況を聞き取り現地踏査で施設の変状を確認した後に、機能診断を行うための調査項目と調査内容について妥当性の検証を行う。また、施設に新たな変状や施設利用における課題、留意箇所が確認された場合には、調査項目や調査内容について適切に追加・変更を行うことが望ましい。



※業務としては上図の赤線内の項目について実施している。

図-1 スtockマネジメントの実施サイクル¹⁾

(3) 調査手法の検討

施設の機能診断では、主要箇所を継続的に実施することで、施設の状態を的確に評価するとともに、劣化予測を行う上での基礎資料の収集を行う。

現地踏査・調査は、過年度の踏査結果を踏まえた上で各定点位置において継続的に調査を実施する必要がある。近年では無人航空機（UAV）等の利用が着目されている。

こうした最新の技術を用いることで、過年度に比べてより迅速かつ精度が高い調査結果を得ることが可能となってきており、時代の変化に対応し向上している各種技術を効率的に用いた調査手法の導入が推奨される。

(4) 調査結果の確認と整理

一般に農業水利施設は、経年変化に伴う老朽化や変状の進行により健全度が低下する。そのため複数回目の機能診断では、前回の調査結果より健全度が低くなる傾向にある。

このとき、施設の健全度評価に当たっては、調査結果を基に前回調査からの変状の進行を定量的に把握するとともに、施設の利用状況について施設管理者・操作者への確認を行い、適切な評定基準により施設の状態を的確に評価しなければならない。

また、特に施設機械関係にあつては、メーカーの自社評価基準等による施設状況の評価の他、維持管理体制、交換部品や予備品等の有無や、将来的な施設の更新計画も含めて総合的に検討し機能保全計画を策定する必要がある。

以上の留意点を踏まえて実施した、機能診断調査の事例について報告する。

3. 業務概要

令和5年度に実施した機能診断調査業務の概要を表1に示す。

当該対象施設のうち、頭首工は初回の機能診断調査であった。一方、排水機場は過去2回実施されており、今回は3回目の機能診断調査であった。

以下に、排水機場の機能診断調査の変遷を示す。

【排水機場の機能診断調査の変遷】

- ・施設供用開始：平成9年度（1997年度）

【機能診断調査】

- ・第1回：平成18年度（2006年度）～供用後9年
- ・第2回：平成25年度（2013年度）～供用後16年（前回から7年後）
- ・第3回：令和5年度（2023年度）～供用後26年（前回から10年後）

表1 機能診断業務概要

作業内容	施設機能診断調査・施設保全計画策定
対象施設	
頭首工	本体：全可動堰 基礎：フィクスト ローラーゲート×3門
排水機場	Q=21.699 m ³ /s、h=3.08 m 横軸斜流ポンプφ1,800mm×3台
調査概要	現地踏査、現地調査（定点調査）及び試験
概略診断対象	ポンプ設備、ゲート設備、除塵設備、電気設備、水管理制御設備

4. 機能診断調査の事例

(1) ポンプ概略診断の評価

本事例ではポンプの概略診断について、2回目と3回目の診断調査の内容と健全度の評価について示す。

1) 過年度（第2回：平成25年度）の診断調査内容及び結果

a) 調査項目及び調査方法

調査項目は『農業水利施設の機能保全の手引き「ポンプ場（ポンプ設備）」』及び参考資料編に準拠した。

調査は、基本的に各ポンプ別及び主要部位別に区分し、目視、触覚、聴覚等による施設状況確認と、簡易計測調査を実施した。簡易計測調査は、ポンプ運転の状況を確認するため「芯振れ・面振れ調査」を実施した。なお、現場条件より空転管理運転としたため、ポンプの突出圧力等の測定は実施できなかった。

診断調査の結果をまとめる調査表は、『農業水利施設の機能保全の手引き「ポンプ場（ポンプ設備）」参考資料編²⁾』に記載されている様式により整理した。

b) 診断評価方法及び判定基準

各部の調査結果は調査表により取りまとめ、『農業水利施設の機能保全の手引き「ポンプ場（ポンプ設備）」』及び参考資料編に準拠して、

各ポンプ別及び主要部位別の健全度評価を実施した。

なお、「芯振れ・面振れ調査」の評価は、『農業水利施設の機能保全の手引き「ポンプ場（ポンプ設備）」』³⁾に示されている基準により行った（表-2）。

表-2 芯振れ・面振れの評価基準

健全度ランク	評価基準
S-4	許容値（目安）以内
S-3	-
S-2	許容値（目安）以上で振幅値が許容値より大きくなった時

許容値（目安）等は下表のとおり (単位 mm)

項目	管理基準値	許容値（目安）	限界値
芯振れ	5/100 以内	30/100 以内	許容値（目安）以上で振幅値が許容値より大きくなった時
面振れ	5/100～10/100	16/100 以内	

(ポンプメーカー維持管理値)

c) 診断結果及び健全度評価

各部位の健全度はS-4評価が最も多く、一部の部品の劣化等変状が確認された箇所はS-3評価とした。ここで、芯振れ・面振れ調査の結果、許容値を超えた1号ポンプはS-2評価とし、その他のポンプは許容値以内であることからS-4評価とした（表-3）。

表-3 平成25年度の芯振れ・面振れ調査の結果と評価

位置	計測値 (mm)		判定	備考
	芯振れ	面振れ		
1号	35 > 30	26 > 16	S-2	
2号	19 < 30	4 < 16	S-4	
3号	15 < 30	15 < 16	S-4	

2) 今回（第3回：令和5年度）の診断調査内容及び結果

a) 調査項目及び調査方法

調査内容は、各変状の進行確認及び過年度（平成25年度）の調査結果と比較するため、基本的に同じにした。

また、1号ポンプでは、問診調査での施設管理者・操作者への聞き取りで、前回（平成25年度）調査以降、運転時に振動や異音、吐出し圧力や排水量の低下等の不具合が生じていないことを確認し、現地調査時にバイパス管利用の排水運転で正常に稼働することを確認した。

さらに、過年度調査で健全度評価に最も大き

く影響したポンプの「芯振れ、面振れ」に着目し、過年度と今回の施設状況の比較のため簡易計測調査（芯振れ調査）を実施した。

b) 診断評価方法及び判定基準

過年度の1号ポンプの健全度は、芯振れ調査の結果からS-2評価としていたが、施設管理者・操作者からの聞き取り結果及び維持管理記録によると平成25年度調査後は特に問題は生じていない。ポンプメーカーの見解を参考に、手引き「ポンプ場（ポンプ設備）」の許容値（目安）に加えて、メーカーの自社基準によっても評価を実施した。写真-1はダイヤルゲージで芯振れを測定しているところである。



写真-1 芯振れの測定

c) 診断結果及び健全度評価

各ポンプの簡易計測結果及び過年度（平成25年度）調査との比較を表-4に示す。

表-4 平成25年度（H25）と令和5年度（R5）の調査結果及び比較

位置	計測値 (mm)			判定
	調査年度	芯振れ： (許容値)	面振れ： (許容値)	
1号	H25	35 : (30)	26 : (16)	S-2
	R5	8 : (100)	30 : (50)	S-4
	増減	-27	+4	
2号	H25	19 : (30)	4 : (16)	S-4
	R5	4 : (100)	9 : (50)	S-4
	増減	-15	+5	
3号	H25	15 : (30)	15 : (16)	S-4
	R5	2 : (100)	18 : (50)	S-4
	増減	-13	+3	

※判定基準は各年度別に以下のとおりとした。

H25:機能保全の手引き「ポンプ場(ポンプ設備)」による基準
R5 :メーカーの自社基準

「芯振れ及び面振れ」の各測定値は、基準位置（計測時のフランジ天頂位置を0点とした。）の相違や測定誤差等から、振れ幅の増大しているもの、縮小しているものが混在する結果となった。また判定基準は、手引き「ポンプ場」では一部許容値を超えるものがあったが、メーカーの自社基準による評価ではすべて許容値以内となった。

健全度については、今回の調査結果に加えて、施設管理者からの聞き取り結果及び施設の運用状況の実績、ポンプメーカーの見解を踏まえて現在の状況を総合的に検討し、各ポンプともS-4と評価とした。

『農業水利施設の機能保全の手引き「ポンプ場（ポンプ設備）」』³⁾に記載されている許容値はあくまでも目安であり、本来はポンプ形式や規模により許容値は異なると考えられる。また、同手引きに記載されている「特に、概略調査において、この芯振れのため許容値（目安）を超えることがあるので、ポンプメーカーに確認することが必要である。」⁴⁾との注意書きからも、許容値を超えるような測定結果については、施設管理者・操作者へのポンプ運転時の実態確認と、メーカーからのポンプ稼働状況に対する見解等を総合的に検討して評価することが必要である。

(2) 施設機能調査におけるUAVの利用

本項では、施設機能調査におけるUAVの利用について2つの事例を示す。

近年、測量作業及び調査業務において現地の写真撮影へのUAV利用が普及してきている。

UAV空撮は、UAVを空高く飛ばし、搭載した光学カメラで対象物を撮影する作業である。様々なアングルでの高品質な静止画撮影や動画撮影が可能で、地上からでは撮影しきれない広い範囲の場所や規模の大きな施設の現況把握等、幅広い利用が出来る。

UAVによる写真撮影のメリットとして、以下の点が挙げられる。

【UAVによる写真撮影のメリット】

- ・機材が小さく現場までの搬入や準備作業が容易である。
- ・現場では、狭い場所での離発着が可能である。

- ・高高度から低高度までの撮影範囲が現場で任意に設定可能である。
- ・作業員では侵入が困難な場所への移動が可能で、撮影作業を安全かつ迅速に出来る。
- ・撮影に要する時間を短縮出来、効率的な作業が可能である。しかも低コストである。

本調査に当たっては、上記のメリットを踏まえ、現地踏査・調査においてUAV写真撮影に有効と思われる箇所を選定を行った。

1) UAVを用いた排水機場の現地踏査

過年度（平成25年度）調査の現地踏査では、排水機場全体の状況を目視で確認し、主要箇所の写真撮影を行った。しかし、建屋（屋根部）及び調整池（流入水路）については、撮影写真からでは状況が不明瞭であった。今回（令和5年度）の写真撮影では以下の点において工夫が必要であると考えた。

- ・建屋（屋根部）：過年度は隣接する河川堤防から撮影を行ったが、堤防高さが屋根面の高さとはほぼ同じであり、写真からは屋根全体の状況の確認が困難である。
- ・調整池（流入水路）：場内の低位部に位置し、撮影範囲において藻類が広く繁茂している。近傍に高位部が無いため、比較的低い位置からの撮影になった。写真撮影からでは現況（ミオ筋、土砂堆積状況他）が不明瞭にしか確認出来ない。

上記の点を踏まえ、施設状況の記録写真の精度向上のため、今回の業務ではUAVを用い施設の写真撮影を行うことにした。

写真-2に使用したUAV、写真-3、4に建屋（屋根部）と調整池、流入水路の状況を、過年度調査写真（平成25年度）と今回の調査写真（令和5年度）を対比させ示す。

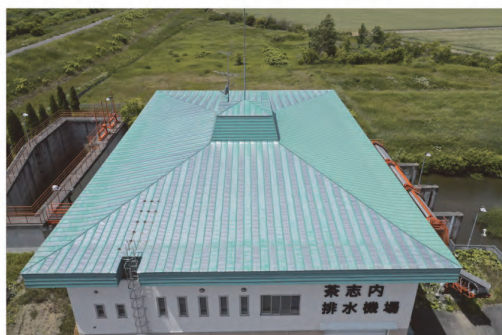


写真-2 使用したUAV

写真－3、4の下段がUAVで撮影した写真で、上空より対象施設に向かって鉛直に撮影することで施設の現状を過年度より明確に確認することが出来て、現地調査の精度が向上した。



平成25年度:屋根撮影(河川堤防より撮影)



令和5年度:屋根撮影(UAV撮影)

写真－3 排水機場(建屋:屋根部)の状況



平成25年度:調整池、流入水路撮影(上流より)



令和5年度:調整池、流入水路撮影(UAV撮影)

写真－4 排水機場(調整池、流入水路)の状況

2) UAVを用いた頭首工の現地踏査

対象である頭首工の機能診断調査は今回が初めてであることから、現地踏査では施設本体及び周辺の状況の他に、令和4年5月15日に明治用水頭首工で発生した漏水事故を受けて、パイピングの徴候等についても確認を行うこととした。

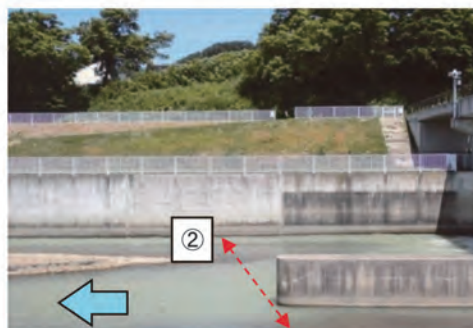
パイピングの徴候等の確認は次のとおりとした。

- ・パイピングに着目した確認は、かんがい期(上流側水没)及び落水時の2回に分けて実施する。
- ・確認の方法は目視と写真撮影を基本とするが、平面全体の状況確認はUAV撮影により実施する。
- ・パイピングの徴候等の確認で着目すべき点は、基礎形式・構造より次のとおりとする。

【調査の着目箇所】

- ①上流エプロン直上流:洗掘による河床面(護床工)の沈下、陥没、不同沈下、水面の渦流等の状況
- ②下流エプロン直下流:浸透水流出による河床面(護床工)の沈下、陥没、局部堆砂、水面の隆起水等の流況

(着目箇所①②は、写真－5、6にも記した。)

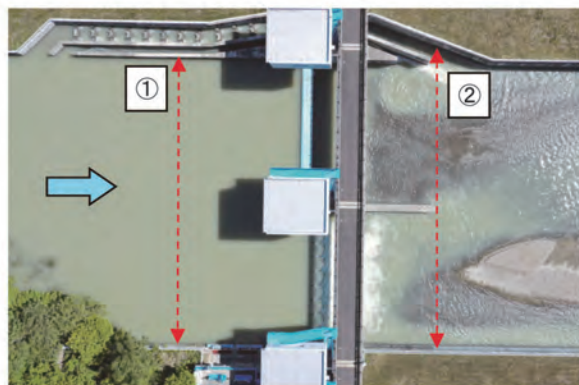


エプロン下流(かんがい期:左岸より撮影)

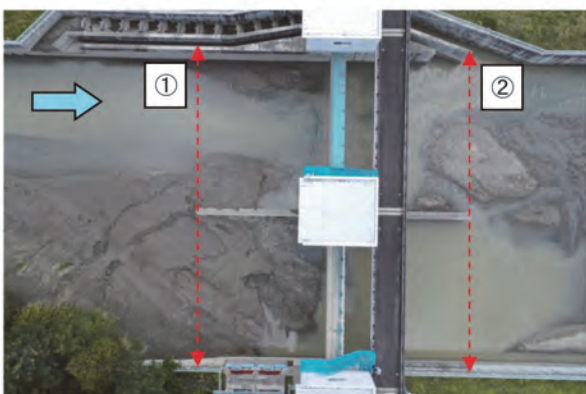


エプロン上流(落水後:河道内より撮影)

写真－5 頭首工 パイピングの徴候等の確認(近接撮影)



平面写真 かんがい期 (UAV撮影)



平面写真 落水後 (UAV撮影)

写真-6 頭首工 パイピングの徴候等の確認 (UAV撮影)

写真-5にエプロン上下流の近接撮影写真を示す。写真は河岸及び河床から撮影したもので、これらからはエプロン～河床部の全体の状況を把握し確認することは困難である。一方、写真-6に示すように、UAV撮影では施設全体を1枚の写真の中で捉えることができる。このUAV撮影写真により、パイピングの徴候の有無、河川の通水状況やミオ筋、土砂の堆積状況、建屋（操作室）屋根の状況等も明確に確認することが出来た。

(3) 排水機場の場内沈下量調査

本事例では、排水機場の場内沈下について、2回目と3回目の結果から沈下状況についての考察を示す。

1) 過年度（第2回：平成25年度）の調査内容及び結果

a) 調査項目及び調査方法

過年度（平成25年度）は、排水機場場内の沈下量を3側線（構造物周り）で計測した（図-2）。具体的には、固定位置（杭基礎構造物）

からの距離はメジャーで、また高さはスタッフで測定し、その結果を基に供用開始からの地盤沈下量を算出した。

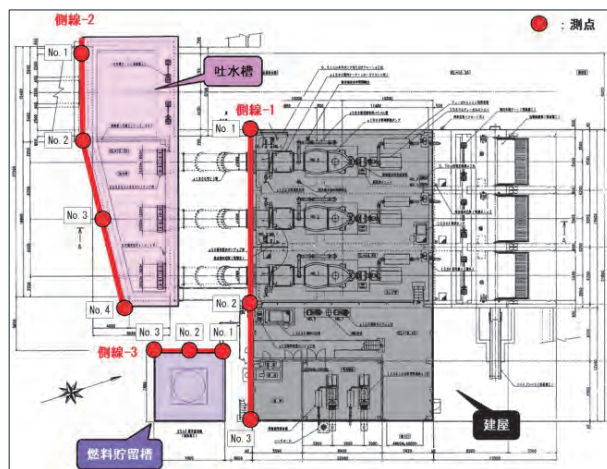


図-2 場内沈下量調査（平成25年度）測点位置図

b) 調査結果

各地点の設計地盤高からの沈下量はおおむね15cm～46cmであった（表-5）。

2) 今回（第3回：令和5年度）の調査内容及び結果

a) 調査項目及び調査方法

今回（令和5年度）の調査項目及び方法は、前回（平成25年度）と同様とした。

一方、現地踏査において場内の状況を目視した結果、構造物から離れた駐車場スペースが大きく沈下していることが確認された（写真-7）。

このため、前回調査で実施した構造物周り3側線に加え、側線-1を延長して駐車場スペースの沈下量も調査することとした（図-3）。また同時に側線-2、3の測定点も追加した（吐水槽：No.5、燃料貯留槽：No.4、5）。

なお、駐車場スペースは杭基礎構造物から離れるため、地盤高はレベルとスタッフを用いて測定を行った。



写真-7 排水機場 駐車場スペースの全景写真

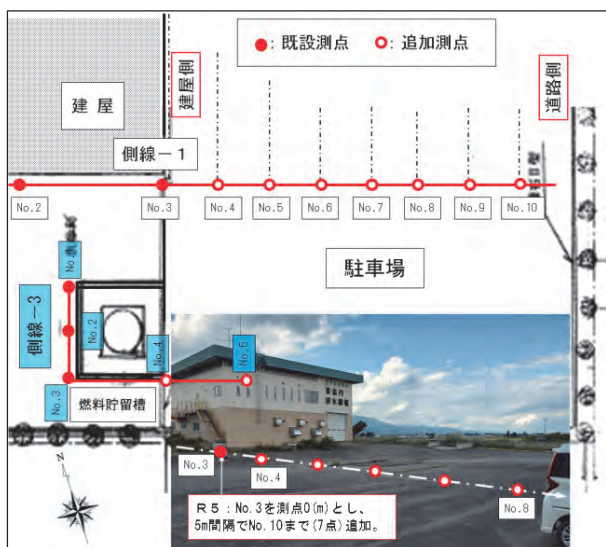


図-3 場内沈下量調査（令和5年度）追加測点位置図

b) 調査結果

今回（令和5年度）調査の設計地盤高からの沈下量は、前回（平成25年度）調査地点で23cm～62cm、新たに追加した駐車場スペースで100cm～134cmであった（表-5）。

表-5 今回（令和5年度）調査の地盤沈下測定結果

測定場所	設計地盤高 (EL. m)	平成25年度調査		令和5年度調査			
		平均変位量 (mm)	測定地盤高 (EL. m)	平均変位量 (mm)	測定地盤高 (EL. m)		
側線-1 建屋 (南面) No. 1 No. 2 No. 3 No. 4 No. 5 No. 6 No. 7 No. 8 No. 9 No. 10 駐車場 (新規設置箇所)	16.10	-463	15.64	-623	15.48		
		-	-	-1,013	15.09		
		-	-	-1,235	14.87		
		-	-	-1,335	14.77		
		-	-	-1,303	14.80		
		-	-	-1,340	14.76		
		-	-	-1,199	14.90		
		-	-	-1,133	14.97		
		側線-2 吐水槽 (南面) No. 1 No. 2 No. 3 No. 4 (北面) No. 5	16.10	-209	-0.21	-228	15.87
				-	-	-220	15.88
側線-3 燃料貯留槽 (西面) No. 1 No. 2 No. 3 (駐車場側) No. 4 No. 5	16.10			-157	-0.16	-243	15.86
				-	-	-380	15.72
				-	-	-888	15.21

※令和5年度調査の平均変位量のうち、平成25年度未計測欄の値は、個別測定値を示す。

3) 沈下量調査結果の比較及び考察

表-6に過年度と今回の沈下量を比較して示す。

表-6 沈下量の比較

位置	平成25年度調査 (供用後16年)		令和5年度調査 (供用後26年)	
	沈下量 (mm)	年あたり (mm)	沈下量 (mm)	年あたり (mm)
①建屋	463	28.9	623	16.0
②吐水槽	209	13.1	228	1.9
③燃料貯留槽	157	9.8	243	8.6
④駐車場(追加)	-	-	1,340	-

※年あたり沈下量は、前回計測からの年平均を示す。

a) 調査結果の比較

①建屋周り：南面での今回調査の総沈下量は623mmで、前回調査（平成25年度：10年経過）からの沈下量（平均）は160mmとなっている。1年あたりの沈下量は16.0mmであり前回調査時の28.9mmより小さくなっており、沈下は収束傾向にはあるが、まだ進行すると考えられる。

②吐水槽周り：南面での今回調査の総沈下量は228mmで、前回調査（平成25年度：10年経過）からの沈下量（平均）は19mmとなっている。1年あたりの沈下量は1.9mmで、「①建屋」と同様に収束傾向にある。今年度は、建屋側の沈下を計測する目的で北面に測点No.5を追加したが、南面の4点と同様に沈下が進行していることを確認した。

③燃料貯留槽周り：西面での今回調査の総沈下量は243mmで、前回調査（平成25年度：10年経過）からの沈下量（平均）は86mmとなっている。1年あたりの沈下量は8.6mmで、①②位置と同様に収束傾向にあるが、年沈下量がまだ10mm程度であることから沈下は今後も進行すると考えられる。今年度は、駐車場側の沈下量を計測する目的で測点No.4、No.5を追加したが、西面の3点より沈下が進行していることを確認した。

④駐車場：今回調査の結果、建屋から離れた駐車場中央（No.6～No.8）が大きく沈下していることを確認した。最も大きく沈下しているのはNo.8で沈下量は1,340mmであった。

図-4に沈下イメージ図を、また、図-5に駐車場の沈下グラフを示す。

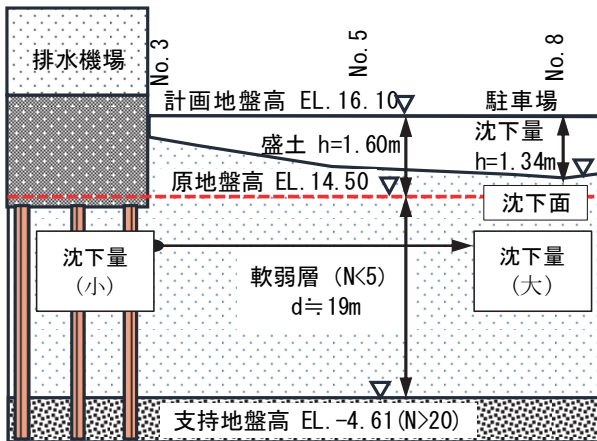


図-4 沈下イメージ図

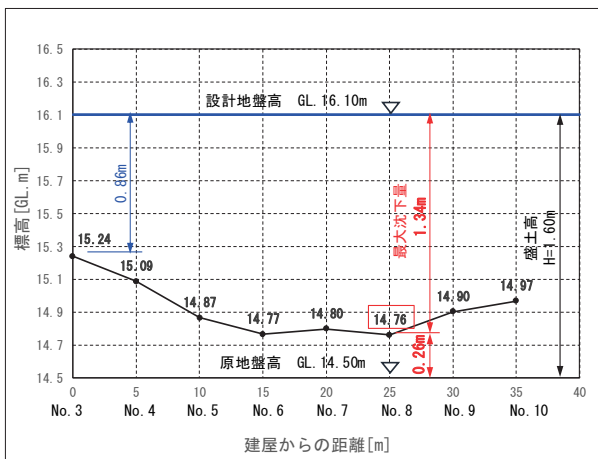


図-5 駐車場の沈下の状態

b) 調査結果の考察

施設建設地点の地盤は層厚約19mの軟弱層である(原地盤高 E L. 14.50m、支持地盤 E L. -4.61m)。場内の造成は、設計地盤高 E L. 16.10mとして約1.6mの盛土施工により建設された。

駐車場は今回の調査結果によると、建設時高さより最大1.34m沈下しており、図-5に示すとおり、現況地盤面は原地盤に近い高さ(原地盤高 E L. 14.50m+0.26m)にまでなっている。このため、今後の大きな地盤沈下の進行は無いと考えられる。

また場内沈下の状態は、杭基礎構造物は沈下しないため、駐車場中央のように構造物から離れた位置では沈下面との間の段差が大きくなり、当初、平らに整地した場内が傾いている。そのため車両通行等に支障を来しており、進入用に斜路を設置するなどして対処している(写真-8、9)。

構造物周辺は前項で述べたようにこれまでの総沈下量が小さく、また、まだ沈下が進行しているため、今後も継続して計測することが望ましい。



写真-8 場内入り口付近の状況

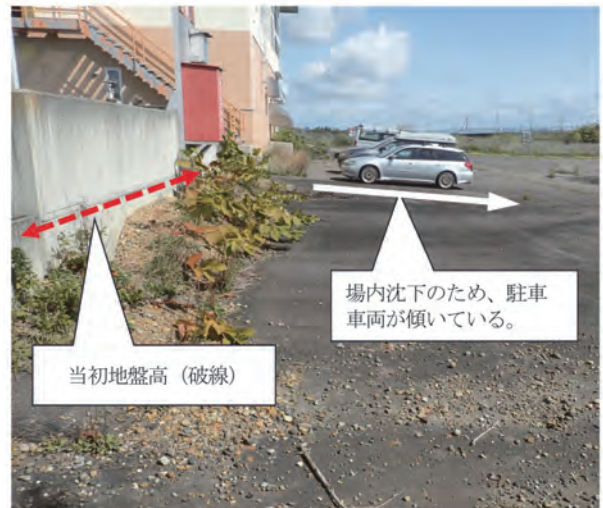


写真-9 排水機場搬入口前 駐車場の状況

5. おわりに

機能診断調査は、定期的に施設の調査を行い診断結果から施設の状況を明らかにした上で適正に健全度を評価し、その評価結果を踏まえて施設機能を効果的に発現させるための方策を検討することで、機能保全コストの最小化と平準化につなげていくことが出来る。

そのため、複数回目の施設の調査は、前回調査の結果を踏まえた上でより高い精度の適切な方法で実施し、適正な施設健全度評価を行う必要があると思料される。

今回の機能診断業務では、施設の状況に対して的確な健全度評価を行うために、過年度の調査結果を踏まえて調査方法及び施設評価手法を工夫し、新たに発生した施設の変状に対して適切な調査項目・範囲の追加を提案し、各対象施設に対する機能診断調査を実施した。

今後、継続して実施するこれらの機能診断調査に際しては、適切な施設評価手法を用いることで調査時点での健全度の評価精度を向上させることや、UAV等の新たな調査方法を適用することで調査作業の難易度・調査工程を軽減させることが期待される。

最後に、業務実施に際し、ご指導やご教示を承りました札幌開発建設部農業計画課の関係各位に対し、ここに深甚なる謝意を表します。

(株)三祐コンサルティング札幌支店 技術部 参与)

【引用文献】

- 1) 農業水利施設におけるストックマネジメントの取組について：農水省HPに加筆
(https://www.maff.go.jp/j/nousin/mizu/sutomane/attach/pdf/sutomane_230322.pdf)
- 2) 『農業水利施設の機能保全の手引き「ポンプ場(ポンプ設備)」参考資料編 平成25年4月(農林水産省農村振興局整備部設計課)』参考ポンプ pp. 81～123
- 3) 『農業水利施設の機能保全の手引き「ポンプ場(ポンプ設備)」参考資料編 平成25年4月(農林水産省農村振興局整備部設計課)』参考ポンプ p. 157
- 4) 『農業水利施設の機能保全の手引き「ポンプ場(ポンプ設備)」参考資料編 平成25年4月(農林水産省農村振興局整備部設計課)』参考ポンプ p. 159

報 文 集 第36号

令和6年9月30日

編 集 (一社)北海道土地改良設計技術協会

広報委員会 山岡 敏彦・高橋 雅一・辻 雅範・福山 正弘
羽原 信也・高野 尚・横川 仁伸・川口 宏
會澤 義徳・岡本 久志・園生 光義・中村 泰弘
山本 正人・岡田 滋弘

発 刊 (一社)北海道土地改良設計技術協会

〒060-0807 札幌市北区北7条西6丁目 NDビル8階

電 話 (011)726-6038 Fax(011)717-6111

印刷 (株)三誠社 電話 (011)622-9211



●表紙写真●

第38回「豊かな農村づくり」写真展
北の農村フォトコンテスト応募作品

『田んぼアート』

—旭川市にて撮影—

大鹿 静彦 氏 作品

A E C A

HOKKAIDO

Agricultural Engineering Consultants Association