

b) 被災状況

ダム周辺の山林斜面が広範囲に崩落したことにより、多数の被害が発生した。左岸部では、洪水吐の損傷、土砂等の堆積及び管理橋台の損傷、右岸部では、取水放流施設が損壊、浸透量観測室は消失した。貯水池内でも土砂流木が流入し、係船設備及び網場施設が損傷した（写真-1）。

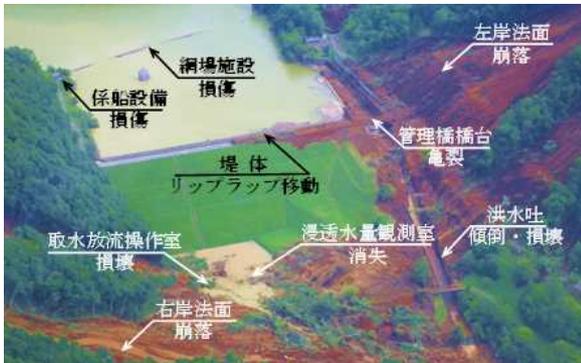


写真-1 厚真ダムの被災状況（平成30年9月6日撮影）

(1) 厚幌導水路

a) 概要

厚幌導水路は、厚真ダム下流に位置する補助多目的ダムの厚幌ダムから取水して地区内に配水する、FRPM管を主とする延長29km、通水量 $Q=8.106\sim 0.528\text{m}^3/\text{s}$ 、断面規模 $\phi 2,200\sim \phi 900$ のパイプラインである。

b) 被災状況

被災直後の管内調査及び復旧工事時の開削による確認から、パイプラインは、離脱、亀裂等の大きな変状を伴い被災していた（写真-2、3）。これは、継ぎ手の伸縮許容値を大きく上回る管体の変位が生じたためと考えられた。その原因は、パイプライン周辺地盤の沈下、液状化等により受動土圧抵抗力や周辺摩擦力が低下するとともに、パイプライン内の用水が地震の揺れにより巨大な水平力となって作用したためと推察された。



写真-2 管の離脱



写真-3 管の亀裂

3.復旧工事の概要

(1) 厚真ダム

復旧スケジュールは、平成30年度から令和5年度の6カ年となっており、複数の工事を並行して実施するタイトな工程となった（表-1）。

表-1 厚真ダムの復旧スケジュール

年度	H30	R1	R2	R3	R4	R5	R6
復旧 工種						試験湛水	供用
	応急工事	放流機能確保					
			洪水吐	洪水吐	洪水吐		
					取水放流施設		
		左岸法面	左岸法面	左岸・右岸法面	左岸・右岸法面	左岸・右岸法面	
			土砂撤去	土砂撤去			
					周辺整備	周辺整備	

復旧工事は、放流機能の確保を先行し、その後、洪水吐と左岸・右岸法面の復旧及び崩落土砂の撤去を並行して実施した。

取水放流施設の復旧工事は、土砂撤去の完了後から令和5年4月に試験湛水を開始するまでの短期間に限定されていた。このため、型枠組立、解体・撤去が不要なプレキャスト埋設型枠を採用した（写真-4、5）。

現場作業の簡素化により、従来工法と比較して工期が208日から138日に短縮され、作業員も延べ1,660人から690人に削減できた。また、型枠大工（特殊技能者）によらずとも施工が可能となり、技術者不足も解決できた。

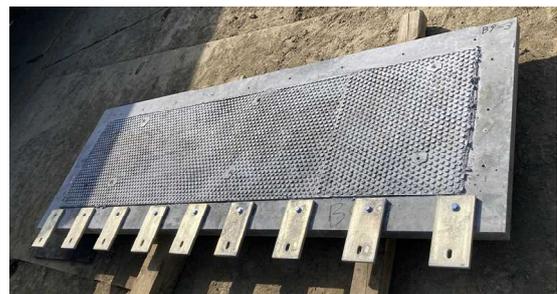


写真-4 プレキャスト埋設型枠（側壁）



写真-5 ボルトとプレートによる固定

(2) 厚幌導水路

平成31年度より順次復旧工事と通水試験を行った。令和4年度は、支線用水路の復旧と併せ、復旧工事が完了した区間から供用を開始し、令和5年度には、部分的な春先だけの供用も含まれるが、全線で供用を開始した(図-3)。

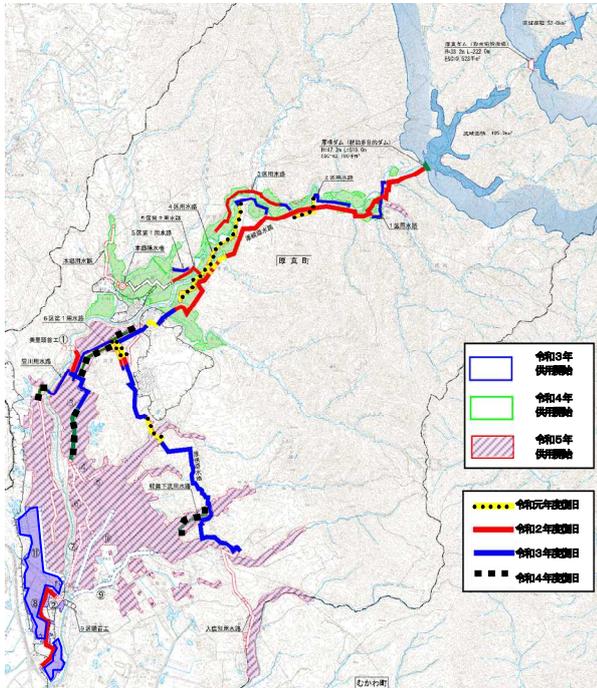


図-3 パイプラインの復旧と供用

厚幌導水路の周辺には、泥炭土が広範囲に分布している。大きな振動で乱された泥炭性軟弱地盤上にあるパイプラインを復旧するにあたり、不同沈下や地盤強度の低下による管の離脱等が懸念された。この対策にあたり、①案-セメント系固化材による地盤改良後に現況工法と同様の柔構造管路(FRPM管)を布設した場合と、②案-地盤改良を行わずに地盤変位に追従する鎖構造管路を布設した場合による比較検討を行った。

①案は管材が比較的安価であるが、地盤改良の経費が高んだ。また、②案は管材が高価であるが、総コスト的には経済的であり、地盤改良を行わずに地盤変位に追従できた。総合的な比較検討の結果、②案を採用し、地盤改良を行わずに鎖構造管路(S形ダクトイル铸铁管)を布設して復旧することとした(図-4、5)。

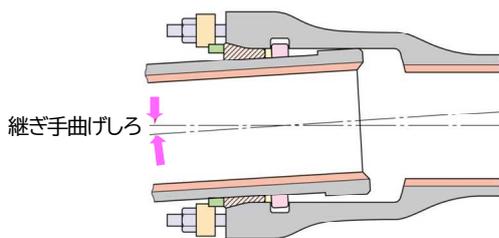


図-4 鎖構造管路の継ぎ手部構造(屈曲への追従)

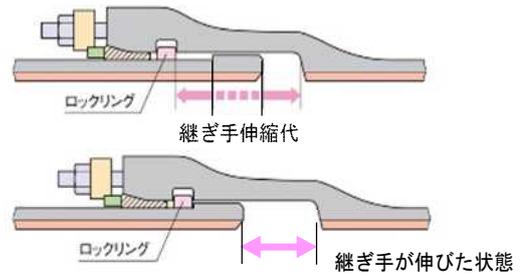


図-5 鎖構造管路の継ぎ手部構造(伸縮への追従)

管路の基礎材は、基本事業では切込砂利40mm(厚さは、管下0.3m×管外径から管上300mm)を使用していたが、沈下抑制、液状化防止、コストを考慮し、現地で入手可能な火山灰土に石灰系固化材を添加した固化処理土(厚さは、基本事業と同様)を採用した。改良基準値は、切込砂利の締固密度90%程度に相当する一軸圧縮強度 $q=100\text{kN/m}^2$ とし、購入火山灰土を用いた試験結果より、品質のバラツキを考慮して最小となる 30kg/m^3 の石灰を混合することとした(図-6)。混合方式は、購入した火山灰土を施工箇所へ運搬し、石灰系固化材を混合する方法が経済的である反面、固化材が周囲に飛散することが多く、周辺が農地である本施工区域には適さなかった。このため、近傍の土取り場にプラントを設置して固化処理土を作成し、各現場の必要量に応じて、その都度、ダンプトラックで現場に搬入する方式とした。これにより、混合割合の均一性が確保され、品質管理は容易となった。

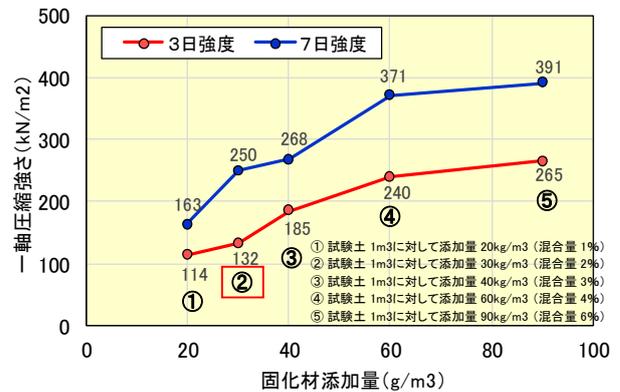


図-6 固化材添加量と一軸圧縮強度の関係

曲管部は、直管部と同様に地盤強度の低下等が懸念されたため、基本事業と同様の一体化長の確保のみによるスラスト対策を採用した場合、動水圧の作用により一体化長を確保した曲管そのものが移動し、管が離脱することが懸念された。このため、コンクリート等の重量物によるスラストブロック設置による対策を検討した。しかし、地盤沈下を誘因する可能性があるため、基本事業と同様の一体化管路を採用しつつ、一体化管路には曲げモーメントが作用してもゴム輪の水密

性に影響を与えない剛構造管路（UF形ダクタイトイル鑄鉄管）を採用した。

加えて、曲管部変位追従区間を設けて鎖構造管路（S形ダクタイトイル鑄鉄管）を布設した。追従区間延長は、被災後の管内調査結果から、曲管の移動に伴う変位の範囲が概ね曲管の上下流直管とも4～5本、L=25m程度であったことを踏まえ、L=20mとした（図-7、8）。通常の配管は、地盤変位に追従できるよう、直管長の±1%の伸縮が可能な状態で配管するのに対して、スラストは引っ張り方向に作用することから、継ぎ手の伸びしろを最大限活用した直管長の+2%で配管した。

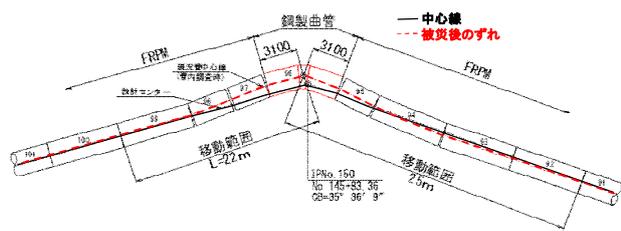


図-7 管内調査結果による曲管部の上下流直管移動範囲

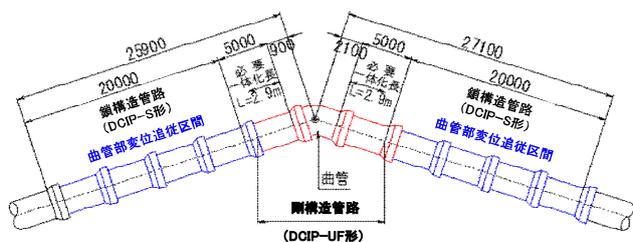


図-8 復旧時の曲管部管割計画

4. 暫定用水の確保

地区の主幹となる厚真ダム、厚幌導水路等が被災し、その利用が困難となったことから、翌年以降の営農用水の確保が難しい状況にあった。また、厚真町の基幹産業は農業であり、水田営農の再開に見通しが立たなくなった場合、耕作放棄地の発生や離農などが生じ、地域が崩壊するおそれがあった。このため、用水施設が復旧するまでの期間、水田営農を行うための仮設的な用水施設整備等を実施し、暫定用水を確保することとした。

基本事業の実施中に被災を受けたことから、撤去予定の旧用水施設が存置されているところもあるなど、各用水ブロック毎に取水条件は異なっていた。このため、用水ブロックを20ブロックに区分し（図-9）、現地調査及び各用水管理区と協議を行い、暫定用水の確保のための対策を決定した。

暫定用水の確保対策として、第1区用水系統の事例を挙げる。本系統は、厚幌ダムからの用水路（管）に既に切り替えられた後に被災を受けたが、旧取水施設（頭

首工）の撤去工事は未実施であった。このため、旧取水施設を利用し、被災していない既設用水路の既設接続枿までの区間に仮設水路を設置することとした。その際、旧取水施設からの取水水位では管水路となっている既設用水路の既設接続枿において水頭が不足したため、調圧水槽として仮設枿を既設接続枿に近接して設置し、工事用水中ポンプφ200mm（11kw）4台により水頭不足を解消し、既設用水路への給水を可能にした。工事用水中ポンプ稼働に必要な電力は、北海道電力と協議を行い農事用電力の契約を行った（図-10）。

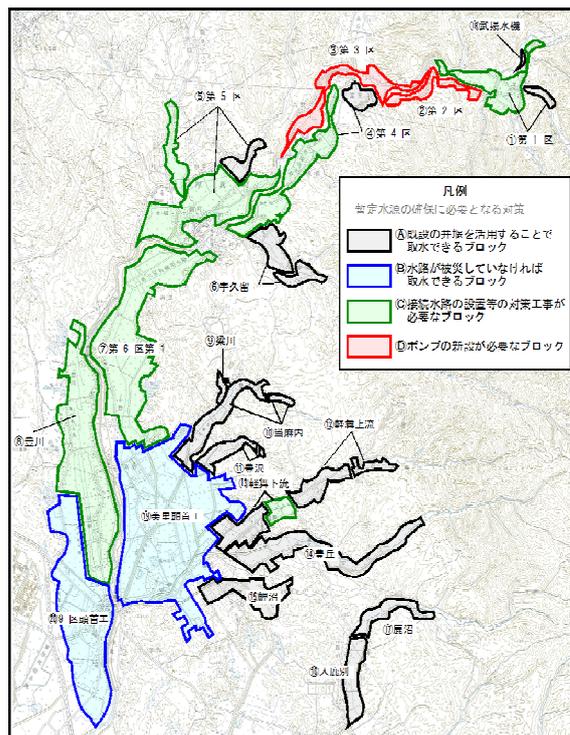


図-9 暫定用水の対策検討区域図

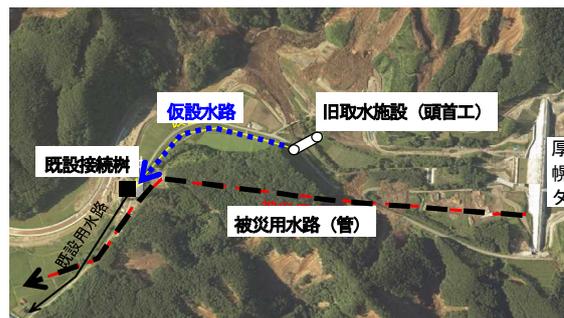


図-10 暫定用水確保の例（第1区用水系統）

5. おわりに

直轄災害復旧事業「勇払東部地区」は、令和5年度に完了する予定である。これをもって、北海道開発局が実施している胆振東部地震により被災した農業水利施設の災害復旧事業のすべてが完了する。復旧した農業水利施設により、地域の田畑を潤し地域農業が持続すること、

そして胆振東部地震以前より増して発展していくことを祈念する。

近年、全国的に地震災害が頻発するとともに、千島海溝地震や南海トラフ地震など、大規模地震の発生が懸念されている。本報が、同様の事例が発生した際の参考と

なり、迅速な農業水利施設の災害復旧の一助となれば幸いである。

最後に、胆振東部地震により亡くなった方々のご冥福をお祈り申し上げるとともに、災害復旧に協力頂いた関係者の皆様に感謝申しあげる。