

漁業集落排水施設の災害支援協定における復旧工法検討

Consideration on Restoration Method for Drainage Facilities of Fishery Settlement under the Disaster Support Agreement

大賀之総*
Yukifusa OGA

* (一財)漁港漁場漁村総合研究所 第1調査研究部 主任研究員

The Japan Institute of Fisheries Infrastructure and Communities (JIFIC) concluded the Disaster Support Agreement with Matsuura city, Nagasaki prefecture on Drainage Facilities of Fishery Settlement in March, 2021. To increase the number of conclusions of the Agreement with municipalities in the future, we present the purpose, types of disasters the Agreement applies to, and details of support. Simultaneously we refer to Building National Resilience in the city, a superordinate plan of the Disaster Support Agreement and BCP (Business Continuity Plan) for sewage treatment, and summarize them. Based on these references as prerequisites, this paper presents a construction method necessary for the disaster support. On the assumption that the drainage facilities in Aoura area are submerged due to a tsunami, methods for emergency rehabilitation and complete recovery from damage are considered. At the same time, this study reports that the use of a technique for functional diagnosis survey and ICT technology in the Function Conservation Planning is also effective for local damage survey for disaster support.

Key words: Disaster Support Agreement, Function Conservation Planning, ICT

1. はじめに

令和3年3月、漁村総研は長崎県松浦市と漁業集落排水施設に関する災害支援協定を締結した。排水処理施設が被災を受けた場合、速やかに災害状況を確認するとともに、被災状況に応じた施設の復旧方針と、それに伴う財政的な負担について早期に整理することが求められる。市町村の技術系職員が少なくなる中、災害支援は、被災後のこれら作業を迅速に行うために結ばれたものである。

近年、漁業集落が受けた壊滅的なものとして、東日本大震災における地震・津波被害があげられる。これらの災害では、当初、汚水の流入がなかったことから、故障した設備を更新ことで対応できるものと考えていたため、汚水の流入対策を施しながら改築する工事よりも容易であると思われていたが、実際の応急復旧にあたって、電気・水道等の確保が困難なことが分かり、様々な制約の下で汚水処理方法(簡易処理)を検討する必要性が生じた。また、時間とともに避難所へ避難してくる方々が増えはじめると、トイレの使用量も増加し、早期供用開始に向けた施設設計の見直しも幾度となく行わなければならなかった。

これらのことより、東日本大震災等、これまでの災害復旧に携わった経験を生かすことによって、迅速な災害対応が可能となると考える。

そこで、本稿では松浦市との漁業集落排水施設の災害支援協定の内容と被災時の災害対応の手順、そして、これま

で携わった災害復旧における問題点・課題について報告する。

2. 災害支援協定の目的・対象災害

2.1 目的

災害協定は、漁業集落排水施設の災害支援に関する基本的な事項を定め、それに基づいて支援の円滑な実施により、被災した施設の機能の迅速な回復を図り、生活環境及び公共用水域の水質の悪化を防止すること目的としている。

この協定で対象とする災害とは、2.2に示すとおりである。

2.2 対象災害の種類

異常な自然現象により発生した災害を対象とする。

〈暴風、竜巻、豪雨、落雷、豪雪、洪水、崖崩れ、土石流、高潮、地震、津波、噴火、地滑りその他の異常な自然現象〉¹⁾

なお、災害関連漁業集落環境施設復旧事業においては落雷による被害は対象外としている。これらのうち高潮、地震、津波による具体的な被害事例を写真-1～写真-3に示す。

写真-1は北陸地方に発生した寄り回り波による漁業集落の被害事例である。集落排水施設の中継ポンプが一部冠

水した。また元来、本地区の一部の世帯は雑用水として黒川扇状帯を起源とする地下水を利用した井戸を設けていたが、海水が侵入し、一時使用不能となった。

写真-2 は東日本大震災での事例であり、二つの集落を繋ぐ橋梁に污水管が添架してあったが津波の河川の遡上により橋梁とも流出した事例である。

写真-3 東日本大震災の事例で、津波による污水处理施設全体が冠水した事例である。建物の軒、庇等のほとんどが損壊している。また、水槽のFRP 蓋は施錠しているにも関わらず、その一部が流出した。



写真-1 入善漁港芦崎地区



写真-2 下安家漁港下安家地区



写真-3 久喜漁港久喜地区

3. 関連する災害対策

強くしなやかな国民生活の実現を図るための防災・減災等に資する国土強靱化基本法(平成 25 年法律第 95 号)第 10 条に基づき、国土強靱化基本計画が策定され、国土強靱化に係る国の他の計画等の指針となっている。

そして、国土強靱化を効果的に進めるため、国と地方公共団体の間及び地方公共団体相互における十分な情報共有・連携を確保するとともに、統括・調整機能の向上や強靱化を担う人材の育成など地方公共団体等における組織体制の強化及び国土強靱化地域計画(以下「地域計画」という。)の策定の加速化や実施への支援の強化を図ることが示されている。

この地域計画では地域のインフラとして道路、通信、上下水道が定義されている。さらに、災害支援協定の締結はその一方策と位置付けされている。

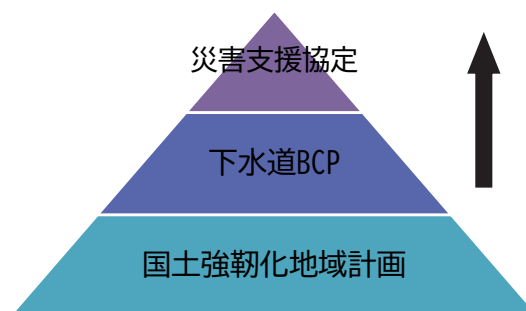


図-2 災害協定の位置づけ

3.1 国土強靱化地域計画

令和 2 年 9 月に松浦市の国土強靱化地域計画²⁾が策定されており、災害対策の上位計画に位置づけられている。この地域計画における漁業集落排水施設の対策方針は以下のとおりである。

- ① 污水处理施設の長期間にわたる機能停止という最悪の事態を設定し、大規模災害発生後でも下水道の確保と早期復旧を図る。
- ② 電気・水道・通信回線等のライフラインの途絶に備え、耐災害性の強化や代替手段の検討に取り組む。
- ③ 令和元年度に完了した漁業集落排水施設の機能診断 [上下水道課、福島支所、鷹島支所] に基づき、施設の機能保全対策を計画的に実施し、災害時の代替性の確保及び公共下水道との連携、民間活用導入による管理体制の強化等の情報収集に努めていく。
- ④ 被災者の生活空間から下水を速やかに排除、等の段階的な内容の充実(対策)を図る。

3.2 下水道 BCP

国土強靱化地域計画で検討された①～④の対策工の実施において施設が甚大な被害を受けた場合の制約や許容中断時間を踏まえ、下水道の復旧が円滑に実施できるよう詳細に計画したものが下水道 BCP³⁾となる。このため下水道施設の耐震化・耐水化などのハード対策や各団体と人的支援体制や資材の調達ルートを確立しておかねばならないとしている。

3.3 災害支援協定

これらを踏まえた災害支援協定における支援の内容を次のとおりである。

- ① 災害の状況を確認するために行う現地調査(協定漁業集落排水施設の点検を含む。)
- ② 災害関連漁業集落環境施設復旧事業実施要綱及び要領の運用について(平成4年4月9日付 4-2222 水産庁漁港部長通知)1に規定する災害速報及び被害報告に必要な資料の作成
- ③ 協定漁業集落排水施設について、その応急工事又は復旧工事が完了するまでの間、暫定的にその機能を確保するために行う仮復旧工事に関する設計・監理
- ④ 災害査定に必要な設計図書その他の関係資料の作成(作成のために行う現地調査を含む。)及び災害査定への協力
- ⑤ 前各号に掲げる災害支援に附随する業務

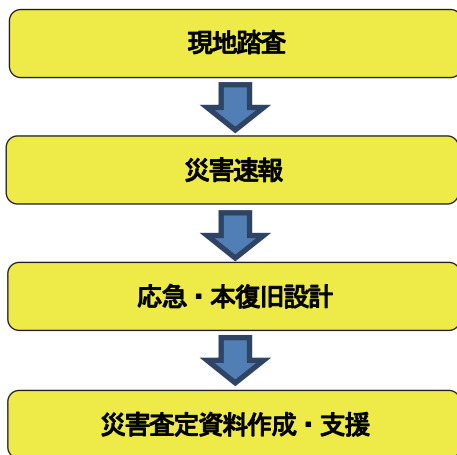


図-1 災害支援の流れ

4. 復旧対策工法の検討

災害支援協定の各項目に基づいて災害支援を行うことになるが、ここでは具体的な検討として、ここでは周囲を外海に接し、冠水した場合の被害が大きく、かつ、処理区域の面積が大きい阿翁浦地区漁業集落排水施設(図-3、図-4)を検討対象とする。



図-3 市内阿翁浦地区の位置

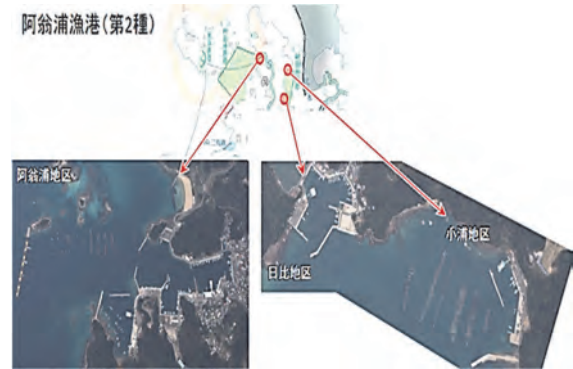


図-4 阿翁浦漁港

阿翁浦地区漁業集落排水施設の概要は以下のとおりである。

【管路施設】

- ・管路延長 L=10.402km
- ・中継ポンプ施設 N=8か所

【排水処理施設】

- ・処理対象人員 P=2,350人
- ・計画汚水 Q=634.5m³/日
- ・計画処理水質 BOD 20mg/l, SS 50mg/l, COD 30mg/l
- ・処理方式 長時間ばつ気法(機械ばつ気)
- ・汚泥処理 重力濃縮のうえ、し尿処理場へ搬入
- ・構造型式 管理棟 総上屋
処理水槽 全地下式

4.1 現地調査

4.1.1 既存資料調査

東日本大震災では施設等の設計関連図書の多くは、施設の維持管理時に必要となることから、汚水処理施設に保管されていたため、津波により流出した。このため災害復旧にあたっては、施設確認のため多大の時間を費やした。保管場所には十分注意する必要がある。

阿翁浦地区では、既に機能保全計画の策定において機能診断を完了しており、既存施設の健全度が把握されていることから、被災時には、被害状況をこれらの資料と照らし合わせることで施設の状態を明確に比較することができる。

さらに、機能保全工事が行われた場合は、完成後の承諾図によって機能診断記録を更新することで資料の確度が保たれる。

その他、現状の汚水量、定住人口等について定期的に調査し、施設の余裕率を適宜把握しておくことも災害復旧時において重要となる。

令和3年の当該地区の定住人口は788人であり、計画時の処理対象人口2,350人から、人口ベースで33.5%の流

入率である。処理能力に大きな余裕があり、施設規模の適正化が必要となっている。

4.1.2 現場調査器具等の検討

被災後の現地調査で用いる器具類は通常時とほぼ変わりはないが、一般的な測定・撮影器具のほか、酸素硫化水素濃度計等も必要である。これら機器はマンホール内の酸欠や硫化水素の発生の状況を測定するもので、内部の状況を確認するために立ち入る場合、酸素、硫化水素の濃度を測定し、安全性を確保する。レーザー距離計もマンホール内に侵入せずに、マンホールの深さや流入・流出管の深さを測定できるので、被災時の状況では安全性を確保できるものである。

4.1.3 浸水被害を想定した調査検討

長崎県では津波浸水予測図(四連動モデル(Mw9.0)(東海・東南海・南海・日向灘))を作成しており、それによれば阿翁浦漁港の周回道路の浸水深は0.8~1.2m未満と1.2~2.0m未満の浸水となっているが、ここでは、漁港奥が損壊、さらに、処理施設の背後には河川があることから、海水の遡上を想定して、浸水深は1.5mに設定し、(図-5~図-7)各施設の被害を以下のように想定し、施設の冠水被害を試行した。



図-6 処理場背後の河川位置図

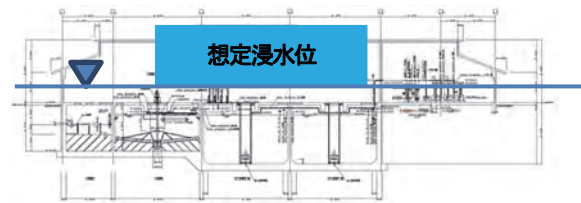


図-7 浸水位の設定

なお、被害の状況によっては外部足場を設置できないことも想定される。この場合は、各分野で活用が増えている小型ドローンの活用も有効である。(写真-4, 5)



図-5 阿翁浦漁港の浸水被害予想図



写真-4 排気塔の壁のコンクリート劣化状況を撮影するため飛行する小型ドローン

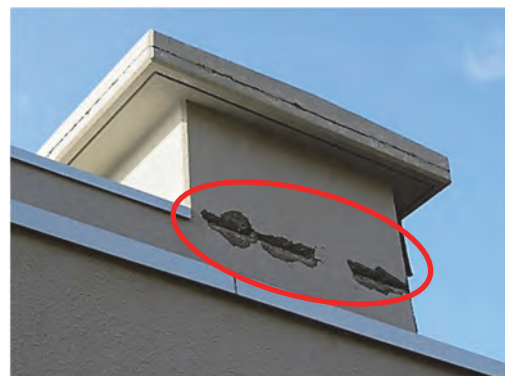


写真-5 小型ドローンによって撮影した写真

＜処理施設＞

屋外の浸水位をGL+1.5mとした場合の各施設の被害を以下のように想定する。

【建築施設】

海水が処理施設の敷地内に流入し、主に屋外部位に汚損が発生。

No.	設備名	被害予想
1	電動機付装置	自動荒目スクリーン、ばっ気ブロワ、ばっ気沈砂槽ブロワ、エアリフトブロワ、陸上ポンプ、沈殿槽汚泥掻寄機(電動機)冠水
2	貯槽類	汚水計量槽(架台)汚損

No.	部位	被害予想
1	外装	外壁吹付タイル汚損
2	建具工	窓ガラス汚損
3	内装	壁下部の各種仕上げ材汚損
4	鋼製建具工	アルミドア汚損

【機械設備】

ガラリの下部や建具廻りのシーリング劣化部から海水が浸水し、電動機の位置がフロアレベルから低い位置にある装置類が汚損。

【電気設備】

動力制御盤の盤面の下部に配置された流量記録計、FAXアダプタ等が汚損または絶縁不良。その他水質計測装置下部が浸水により汚損。

【土木施設】

ここで、土木施設とは地下に埋設された処理水槽とする。水槽床面が汚損。点検蓋は軽量で施錠がないため流出。

(2)管路施設

管路施設は汚水管路と中継ポンプ施設に大別し被害を設定する。

【汚水管路】

汚水管はほとんどが地中に埋設しており、また耐食性に優れる硬質塩化ビニル管であり、冠水しても大きな被害は生じない。しかし、東日本大震災において道路の寸断による汚水管の破断[大槌町吉里吉里地区]や地盤の液状化[気仙沼地区]によりマンホールの上昇が生じたことに留意する。

【中継ポンプ施設】

中継ポンプ施設は漁港を周回する道路に8か所が設置されている。(図-8)松浦市の津波浸水予測図(図-5)においてはこの道路の浸水が予測されている。被害を受ける設備は中継ポンプ制御盤とする。制御盤の型式は自立式が

多く地面に直置されているため(写真-6)、電柱装柱型(図-9 右)に比べて、冠水被害が予想される。これらの設備が機能を喪失し、ポンプ停止、汚水処理施設への送水不可。

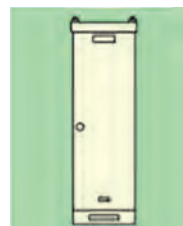


図-8 阿翁浦地区中継ポンプ位置図

No.	部位	被害予想
1	屋内床、壁	汚損
2	点検蓋	移動



写真-6 中継ポンプ制御盤



＜自立型＞



＜装柱型＞

図-9 中継ポンプ現場操作盤の架設方法の違い

また道路の浸水によりマンホール蓋の鍵穴から海水がマンホール内部に浸水。

No.	設備類	被害予想
1	盤類	高圧受電盤、発電機、動力制御盤・計装盤, 計測装置等の下部汚損
2	計測装置	水質測定器スタンド汚損

なお、水中ポンプや配管弁類の材質は耐食性であるが復旧が長引けば汚水が嫌気化(腐敗)し、塩分や硫化水素により腐食が生じる恐れあり。

なお、阿翁浦地区はクラウド型遠隔監視装置の導入が予定されている(図-10)ため、監視箇所の手入れ内の水位は市役所、維持管理業者が把握できる。



図-10 導入予定のクラウド型遠隔監視システム

4.2 災害速報及び被害報告

現地調査の結果をもとに災害速報を作成し、都道府県担当課に迅速かつ適切に報告する。漁業集落排水施設の復旧においては災害関連漁業集落環境施設復旧事業の適用を検討する。本事業においては「負担法に基づく施設及び暫定法に基づく漁業施設と同一漁港区域内で、同一災害により被災した漁業集落環境施設を復旧する。」とあり、異常気象名、気象状況は漁港の被災内容と整合性をとる必要がある。

被災した施設及び被災金額等について所定の書式にまとめる。被災金額は見積を徴収するか、緊急である場合は機能保全計画で設定した金額(建設当時の購入金額をデフレター処理)を参考に算出する。

4.3 復旧工事に関する調査・設計

4.3.1 応急復旧工事

下水道BCPの観点から一時避難世帯及び避難所の汚水を処理するための施設の応急復旧工事を計画する。

(1) 管路施設

現状、流入汚水量は計画の30%程度であるため、停電により中継ポンプの稼働が停止したとしても、汚水管の通水断面には余裕があり、管路施設にて一定期間、汚水を貯留できるものとする。

ただし、避難所に住民が移動し、避難の期間が長期に及ぶ場合は汚水量が増加する恐れがあり、接続先の汚水管路上に中継ポンプがある場合は送水能力の過不足を検討する。避難所の汚水量はトイレの形式(大便器・小便器)、便器数を調査し、JIS A 3302の算定式等により汚水量を推計する。この汚水量が既設ポンプの能力を超過する場合はバキューム車で引き抜く(写真-7)か、仮設ポンプを設置

する。仮設ポンプの電源は仮設操作盤(図-11)と可搬式発電機または電源車を配備し送水を開始する。



写真-7 マンホールからの汚水引抜作業

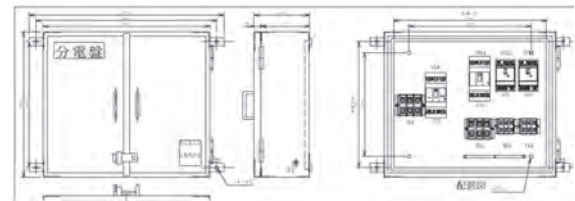


図-11 仮設操作盤(内部の配電機器は遮断器だけの簡易な仕組み)

また地盤の液状化によってマンホールが地上部に浮上した場合は上下流のマンホールを仮設ポンプと仮設配管で接続し、送水機能を維持する。仮設配管は曲がりに柔軟に対応ができる高密度ポリエチレン管の活用⁴⁾を検討する。(図-12、13)



図-12 ポリエチレン管の特徴(施工の柔軟性)

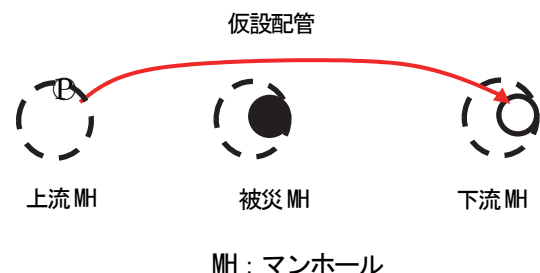


図-13 被災MHを仮設配管で迂回する工法

(2) 処理施設

海水が付着した部位、装置は塩害による腐食が進行してしまうので真水で軽洗浄しておく必要がある。またブロウ等は分解し、塩分等を除去することで機能を回復することがある。

当施設には非常用発電機が設置されており、海水の接触が無く、燃料を安定的に供給できれば稼働させることで処理機能を回復できる。ガソリンスタンドと非常時の供給の契約を締結しておくことも必要である。施設の停止が長期に及ぶ場合は、簡易処理を検討するものとする。簡易処理は沈殿+消毒により行う。沈殿槽で固液分離後、上澄水を消毒後放流する(図-14)。しかしながら、本方式では十分な処理水の水質は期待出来ない(国土交通省ではBOD120 mg/1と設定)⁵⁾ため、放流先水域の利用者との協議を行うか、場合によっては放流先を変更する。放流先地点から新田の実験式、ヨーゼフ・センドナー式などの簡易な水質拡散シミュレーションモデル活用して放流先の水質を予測することも有効である。

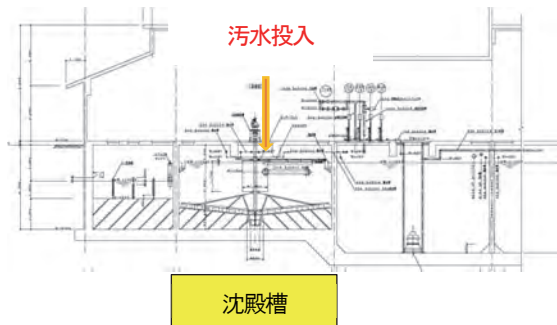


図-14 応急復旧時の仮設配管の接続先
(沈殿槽のセンターウェル上部に汚水を投入する)

4.3.2 本復旧

施設を本復旧し、被災前の処理機能を回復する。回復にあたり以下の工種が必要である。

① 活性汚泥の引抜処分工

停電が1~2日程度であれば、ばっ気槽の中の活性汚泥を再ばっ気することで処理機能を回復することが出来るが、停電が長引くと、好気性の微生物で構成される活性汚泥は、死滅する可能性があり、その場合は汚水を引抜き処分し、新たに処理機能を立ち上げる必要がある。活性汚泥の入手先は下水道、農漁集排水施設、有機性工場排水処理施設(出来れば食品排水)等、広くリストアップしておく。また引抜汚泥の処分先はし尿処理場とし、非常時の受け入れについて関連部所と協議を行っておく。

② 冠水被害設備の撤去処分工

漁業集落排水施設を構成する設備の材料は鋼材やプラスチック等多様であり、撤去に伴いそれぞれ分別し、適正処分に努めなければならない。施工業者は廃棄物の運搬業者、処分業者等のマニフェストを作成し、それらを厳重

に管理する必要がある。

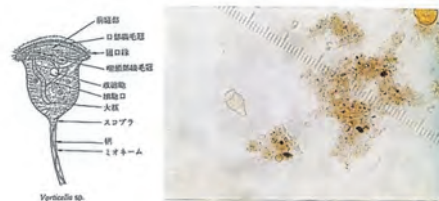
ただし、機能保全工事にいても同様の施工が必要であり、その際の廃棄物の運搬業者や処分業者を管理しておけば、災害復旧工事の際にも効率的かつ適正な処分工事が可能である。

また、撤去した機械電気設備の洗浄・仮置き場所を検討しておくことも必要である。

③ 処理機能調整工

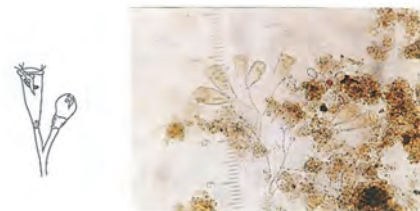
災害復旧の場合、機能保全工事と大きく違うのは、処理機能を停止した状態から出来るだけ速く、良好な処理水質を達成するため、ばっ気槽内の好気性微生物を培養し、活性汚泥を増生することである。このためにはばっ気槽に活性汚泥かシーディング剤(有用微生物の増加を支援)を投入し、処理機能を早期に回復させる。良好な処理状態の立ち上がりを確認するために、DO(溶存酸素)、pH、MLSS(浮遊物質濃度)等の水質指標について時系列の変化を測定する。

この確認作業と併せて活性汚泥を構成する有用な好気性微生物の出現状況(写真-8)を確認するため、検鏡を行うのもより効果的である。



ボルティセラ (×50)

Torricelli(ボルティセラ)



エピスティリス (×50)

Epistle(エピスティリス)

写真-8 良好な状態のばっ気槽に出現する微生物の例⁶⁾

4.3.3 災害査定

災害査定は「地方公共団体の長は災害復旧事業の申請は国庫負担申請書に係書類を添えて農林水産大臣に申請する。」とされる。

これを受けて、災害査定官が現地に派遣され、査定が行われる。災害査定では査定官の立会のもと申請のあった全箇所について査定を行い、申請工事箇所の採否及び工法等が決定される。

査定の準備作業として、被災前の原形を確認出来る写真等を準備すること、及び応急工事実施協議調書、被災写真、

工事施工中の写真等の準備をする。前者については機能保全工事の機能診断の調査結果の写真等が有効に活用出来る。

後者については応急工事調書の他、施工中及び施工前後の写真を準備するとあり、施工中、段階検査において応急調査箇所を確実に撮影しておくことが必要である。

5. 課題

事業主体が作成した防災に関する資料と東日本大震災における災害復旧の設計の知見をもとに既存漁業集落排水施設の被害予測と応急・復旧対策を検討した次のような課題があった。

- 1) 当該地区においては機能保全工事が予定されており、本工事の完成後、製作機器の承諾図をもとに施設情報をリニューアルしておく必要がある。
- 2) 野田村下安家川地区や釜石市片貝地区施設等における津波の河川遡上による施設の被災例が見られた。このため対象施設の浸水高さを長崎県の予測高よりも若干高めに設定した。
- 3) 当施設の流入汚水量は計画汚水量の半分以下である。機能保全計画においてダウンサイジングを検討する必要がある。一方、応急復旧のうえでは汚水量が少ないため、管路施設に一定期間貯留することが出来る。汚水量の減少傾向は今後も継続するとみられ、処理施設での応急復旧運転の必要がない場合もあると思われる。
- 4) 本地区の中継ポンプの操作盤は自立式であり、浸水の影響を受けやすく、電柱装柱型が望ましい。ただし、東北の震災のような大津波が来襲した場合は電柱諸共被災する恐れがある。
- 5) 中継ポンプのクラウド型集中監視システムの導入により維持管理情報は他の拠点に設置されたサーバーに管理されるので津波による汚損・流出を免れることが出来る。
また、マンホール内の水位情報を監視することも可能になるため停電時の汚水の引抜箇所の優先順位を決定することが出来る。
- 6) 応急復旧工事においては汚水・汚泥、コンクリートガラ、撤去機械電気設備等の様々な廃棄物が発生する。これらの仮置き場、輸送ルート、廃棄処分先を計画しておく必要がある。
- 7) 処理施設は活性汚泥法(長時間ばっ気法)を採用しており、停電が一定期間継続すると、好気性微生物が死滅し、ばっ気槽の機能が低下する恐れがある。機能を早期に復旧するためには他地区から良好な活性汚泥を手するための機能の回復方法を打合せしておく必要がある。

6. まとめ

災害支援協定の締結を機会に東日本大震災での調査・復旧の記憶を踏まえ、津波が発生した場合の漁業集落排水施設への影響を予想した。また、同震災において検討した災害復旧工法は今後も活用できると考えられる

また、機能保全計画の策定やマンホールポンプのクラウド型集中監視システム等のICT技術の導入は災害調査の現場においても維持管理記録を安全に保管し、効率的な現場作業のデータを供給することが出来る。

参考文献

- 1) 災害関連漁業集落環境施設復旧事業実施要綱 (定義)第2 平成4年4月9日, 4水産第1508号 農林水産事務次官依命通知, 最終改正 平成23年9月1日 23水港第1587号
- 2) 松浦市国土強靱化地域計画 令和2年9月策
- 3) 下水道BCP策定マニュアル2019年版(地震・津波, 水害編)～実践的な下水道BCP策定と実効性を高める改善～ 令和2年4月, 国土交通省水管理・国土保全局下水道部
- 4) 下水道クイックプロジェクト技術, 2015年度 下水道新技術研究所年報
- 5) 災害時における下水の排除・処理に関する考え方(案)について, 平成24年9月, 国土交通省・国土技術政策総合研究所・下水処理研究室
- 6) 図説 生物相からみた処理機能の診断 須藤隆一, 稲盛悠平, 昭和58年4月21日 産業用水調査会 発行
- 7) 図説微生物による水質管理 6.4 良好に処理されているときの生物相 P131 千種 薫 産業用水調査会