

東日本大震災における仙台市南蒲生浄化センター 電気設備の復旧への取り組み

加藤 廉弘
Kato Yasuhiro

山田 顕寛
Yamada Akihiro

野沢 和史
Nozawa Kazushi

岡田 昭彦
Okada Akihiko

東日本大震災では、東北地方の太平洋沿岸部に位置する下水処理施設の多くが甚大な被害を受けた。その被害状況は想像をはるかに超えるものであり、復旧には長期間を要するものである。

日立グループは、震災直後から集中復興期間（2011～2015年度）の最終年度にあたる今日まで、仙台市南蒲

生浄化センターの下水処理水質向上に、電気設備の分野で取り組んできている。

ここでは、その取り組みを紹介するとともに、上記を通じて得られた経験と知見より検討した、災害に対する電気設備のありかたについても述べる。

1. はじめに

2011年3月11日14時46分頃に発生した東日本大震災に伴う津波により、太平洋沿岸部に立地する仙台市南蒲生浄化センターは壊滅的な被害を受けた（図1参照）^{1), 2)}。

復旧工事は今なお続いており、2016年3月の完全復旧をめざして進められている^{3), 4)}。

ここでは、日立グループが震災直後から取り組んできた電気計装設備の災害査定調査支援・復旧工事への取り組みと、この経験を踏まえ、災害発生時の危険分散を考慮した

郡山監視センターについて述べる。

2. 施設概要と被害状況

南蒲生浄化センターは処理能力が398,900 m³/日であり、仙台市の約70%の汚水を処理している。水処理方式は標準活性汚泥法、汚泥処理方式は濃縮・脱水・焼却であり、電気設備のほとんどは日立製作所で納入している。

来襲した津波の高さは最も海岸寄り付近で最大10.5 m程度、また、場内を流れる貞山運河付近で4.0 m程度であり、この間に配置された水処理施設や、運河付近の特別高圧電気室においては、土木・建築構造物の基礎杭や壁が津波の衝撃力、あるいは流木などの流出物の衝突により損傷し、地上・建造物1階・地下階に設置された電気設備は水没・浸水または流失により使用不能となった。

南蒲生浄化センターに納入していた電気計装設備は延べ1,486品目であり、そのうち全損または一部損壊の評価となった機器は966品目（全体の65%）にも及んだ。

3. 南蒲生浄化センター復旧への取り組み

3.1 災害査定調査への支援

震災後の3月24日、仙台市および地方共同法人日本下水道事業団からの要請を受けて3月28日から現地調査を開始し、4月11日に報告書を提出した。その後、判定方法や報告書のまとめ方などについて他の被災施設（自治体）



図1 空から見る南蒲生浄化センター

太平洋沿岸に立地する南蒲生浄化センターの全景（被災後）を示す。津波により海岸林も流出などの被害を受けた。



図2 被災調査状況

震災の爪痕が残っている現場での調査は難航した。

と統一するため、5月9日から第二次調査を行い、6月6日に最終報告書を提出した。電気計装設備の調査人員は35日間で延べ504人、既設図面の検索・出庫などで間接的に関わった人員を含めると約600人に上る。

また、ガソリン・食料・飲料水などの入手が困難で、かつ、調査現場は被災の爪痕が生々しく残り衛生面でも過酷な調査であった（図2参照）。

3.2 段階的な放流水質向上に向けた取り組み

震災により甚大な被害を受けた水処理施設は、本復旧までに5か年間程度の期間が必要と見込まれたため、国土交通省の「下水道地震・津波対策技術検討委員会第2次提

言」³⁾の趣旨を踏まえた応急復旧に取り組み、放流水質の段階的な向上をめざすものとなった（図3参照）。

具体的には、まず「沈殿+消毒処理」でBOD^{*}120 mg/L、その後「生物処理+沈殿+消毒処理」でBOD₆₀～15 mg/Lの目標水質を実現したうえで本復旧する。電気設備もこれに対応した復旧に取り組んだ。

3.2.1 沈殿+消毒処理への取り組み

電気設備としては、4月21日に仮設工事に着手し、5月2日に仮設動力盤〔自動除塵（じん）機4台、汚泥掻（かき）寄機36台などの動力制御盤〕を、5月9日に仮設受配電盤を設置し、5月12日の予備電力（高圧6 kV）受電を経て、5月19日から運用できる状態とした。

また、簡易処理からの引き抜き汚泥を処理するため、被災した汚泥処理棟のコントローラ HISEC-R600 に代えて工場で保有していた代替品で仮設立ち上げを行い、遠心脱水機による汚泥処理も運用可能とした。

その後、7月には次亜塩素酸ナトリウム注入設備の自動化（仮設流入流量計による自動制御）を可能としている。

3.2.2 生物処理+沈殿+消毒処理への取り組み

接触酸化法による中級処理施設の立ち上げには、空気源となる送風機などの電源を確保するため、1,500 kVA 程度の電源が必要であった。

当時、予備電力（2,000 kW 未満）を受電している状況であったため、24時間連続稼働を可能とする仮設常用発電

※) Biochemical Oxygen Demandの略。生物化学的酸素要求量。微生物が水中の有機物などの汚濁物質を分解するために必要な酸素量である。

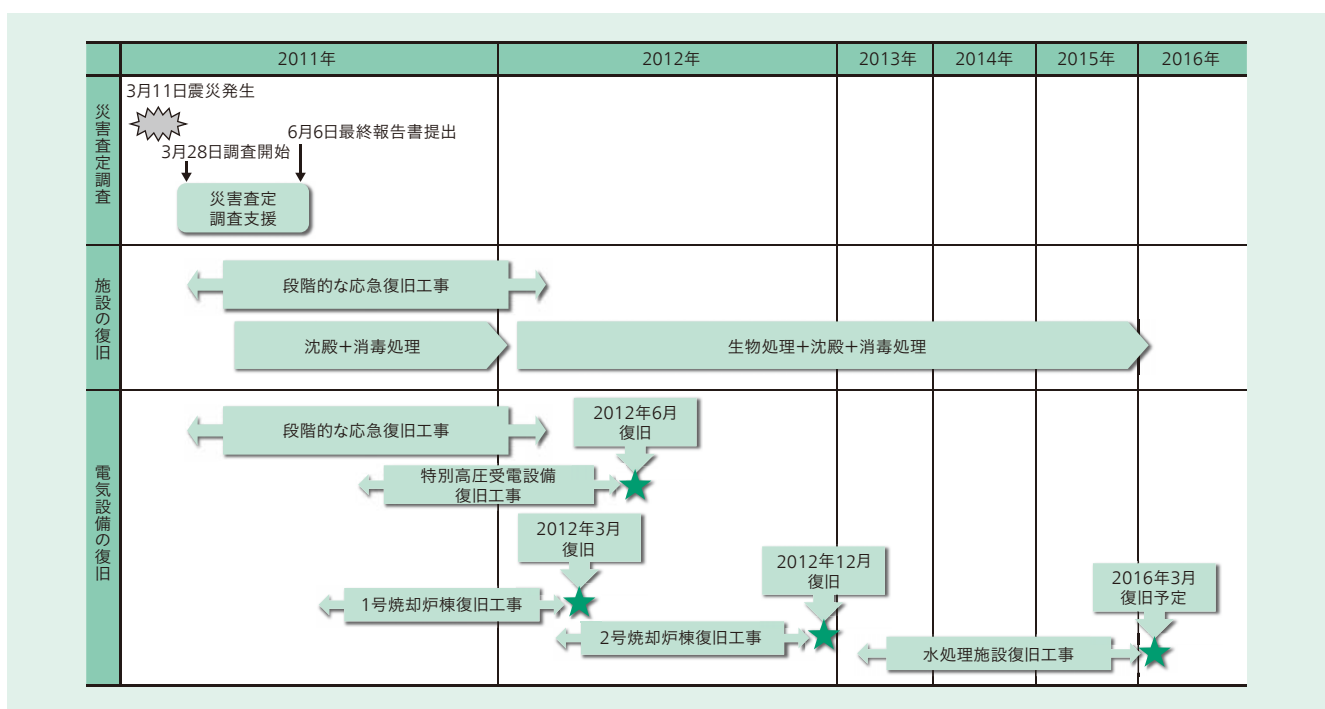


図3 南蒲生浄化センター復旧への取り組み

震災直後から継続的な災害復旧工事に取り組んでいる。

機(2,000 kVA)と、72時間程度の運転燃料を貯蔵する屋外燃料タンク(約33,000 L)を調達し、諸官庁への届け出・検査を経て、翌年2月には接触酸化法による中級処理施設の運用も可能とした。

3.3 特別高圧受変電設備の本復旧に向けた取り組み

屋外地上部に設置されていたGIS(Gas Insulated Switch: ガス絶縁開閉装置)は、装置内へ海水が滲(しん)入し修繕による再利用は不可能と判定され、9月20日にタンク内のガスを回収し、撤去・廃棄とされた。一方、内部浸水被害を免れた変圧器は、工場に持ち帰り修繕することとし、現地からの搬出作業を開始した。その後、翌年4月に再製作したGISと、清掃・解体・放熱器交換・再塗装などの修繕を実施した変圧器を現地に搬入し、試験調整・使用前自主検査を経て、震災から1年越しの6月12日に特別高圧電流を受電した(図4参照)。



図4 | 本復旧後の特別高圧受変電設備(GIS)

構造物のかさ上げにより、GIS(Gas Insulated Switch)の復旧位置はGL(Ground Line)から10 m程度高くなった。

水処理施設の簡易処理と同様に、脱水した汚泥の焼却施設復旧が急務であり、1号焼却炉については2011年8月から撤去工事に着手し、翌年3月には非常用発電機の常用運転により供用を開始した。また、2号焼却炉については2012年2月から撤去工事に着手し、同年12月に復旧を完了し供用を開始している。

3.4 汚泥焼却施設の本復旧に向けた取り組み

水処理施設よりも陸側に設置されている汚泥焼却施設は、1階と地下階が浸水または水没の被害を受けた。

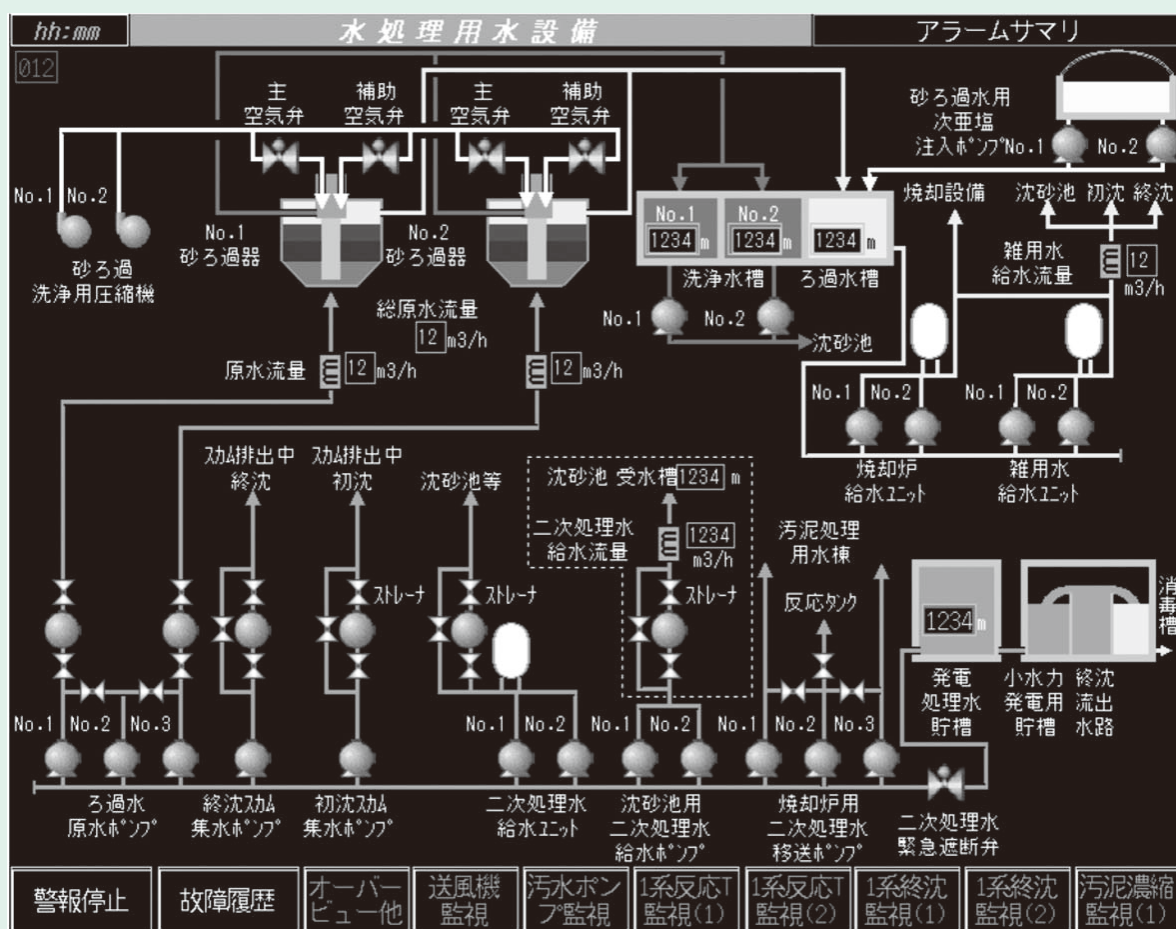


図5 | 他設備監視画面(例)

液晶タッチパネルでは、自設備の監視操作に加えて関連する他設備のプロセス監視が可能となっている。

汚泥処理棟の復旧では、1階低圧電気室で被災を受けたコントローラ HISEC-R600 がすでに製造中止品であったものの、システムの互換性がある後継機種 HISEC-R700 で復旧させることにより、システム全体への影響を回避した。

3.5 水処理施設の本復旧に向けた取り組み

水処理施設の本復旧は、深層式反応タンクなどの採用により既設と異なる処理方式での復旧となった。

関連する土木・機械設備は9工事7社にまたがるものであり、同時進行における各工事との取り合い調整や納期確保に対し、日立グループで連携して設計・製造・現地工事に取り組んでいる。

監視制御システムにおいては、今後の機能増強にも対応できるよう、積極的に新機種のコントローラである XR1000H を採用している。

新機種のコントローラ採用にあたっては、管理棟2階に設置され被災を免れた既設中央監視制御システム AQUAMAX-AZ/R や、先行復旧した特別高圧受変電設備・

自家発電設備などのコントローラ HISEC-R700 との互換性を十分に考慮したうえで実現している。

監視制御システムの特徴として、他設備監視機能が挙げられる。

他設備監視機能とは、各電気室に設置したコントローラ XR1000H の盤面に液晶タッチパネルを実装し、自設備の監視・操作に加えて、関連する他設備の監視が行えるものであり、中央監視室への電話連絡や携帯タブレットがなくても、必要な情報はその場で把握することができるものである（図5参照）。

そのほか、新水処理施設に対しては、太陽光発電および小水力発電設備の導入も進めており、省エネルギー・創エネルギー施設の構築に取り組んでいる。

4. 仙台市郡山監視センターの遠方監視制御システム

仙台市下水道の汚水・雨水ポンプ場施設は、北部系ポンプ場（20か所）と南部系ポンプ場（16か所）に分類され、六丁目監視センターで集中監視制御を行っている。

東日本大震災の経験を踏まえ、2014年度に完成した郡

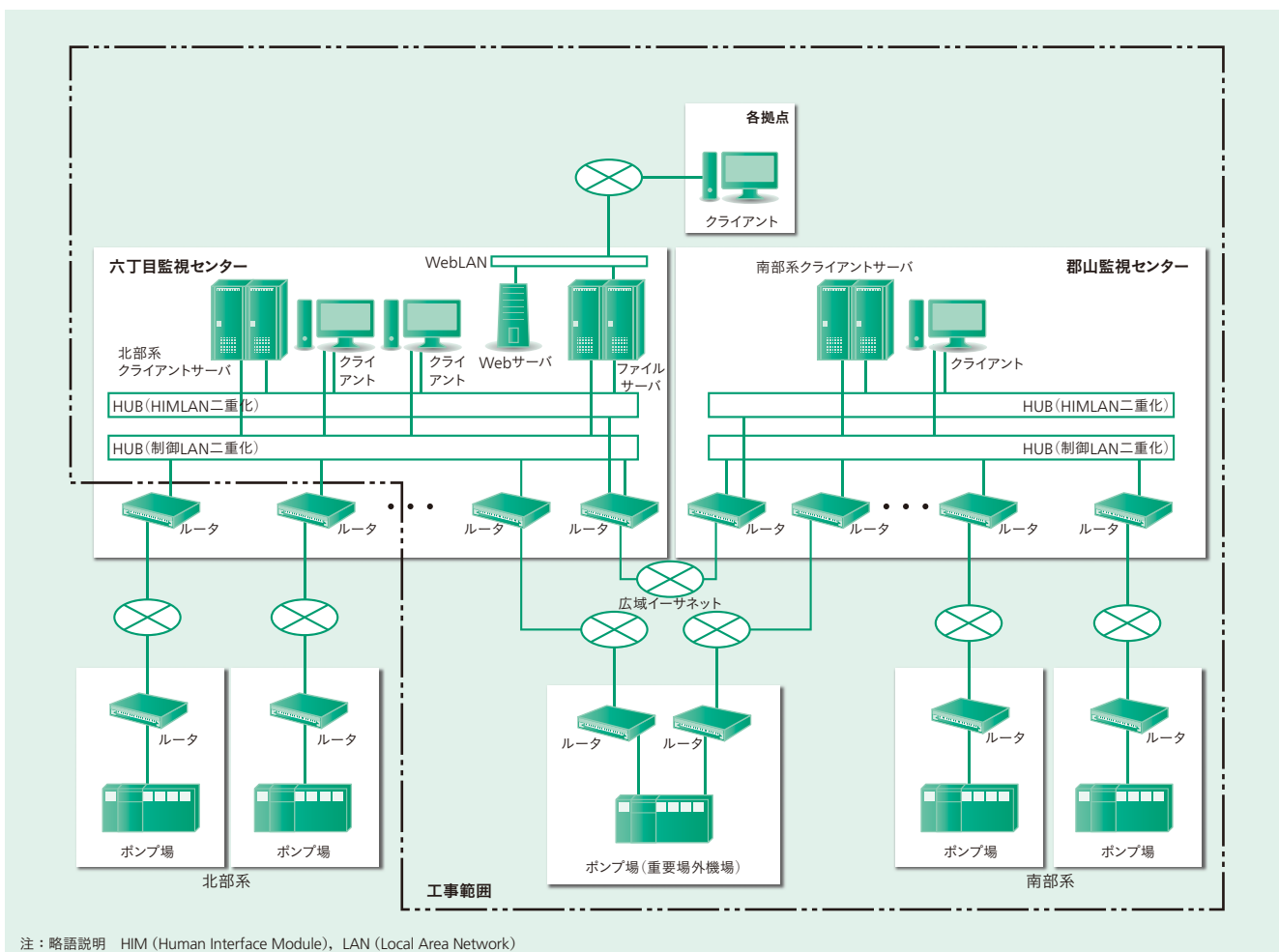


図6 遠方監視制御システム

広域イーサネット接続することで、六丁目監視センターと郡山監視センターの双方からの監視制御を可能とするとともに、監視制御用のデータベース（クライアントサーバ）を両センターに分散設置することで、危険分散を図った。

山監視センターの更新工事では、六丁目監視センターと郡山監視センターを広域イーサネットで接続し、六丁目監視センターでの集中監視制御に加え、郡山監視センターでも同様の監視制御を可能とした。また、南部系ポンプ場監視制御用のデータベース（南部系クライアントサーバ）を郡山監視センターで構築することでデータ管理拠点の危険分散を図った（図6参照）。さらに、重要場外機場（3か所）については双方の監視センターへ信号伝送する二系統化を図り、信頼性を向上させた。

5. 災害に対する電気設備のあり方

今回得られた教訓をもとに、災害に強い（減災・防災）電気設備を考える。

5.1 電気設備の設置環境

(1) 想定浸水水位より高い位置への設置

今回の被害では、海岸側の水処理施設を除いて、2階以上に設置されていた電気設備はほとんど浸水被害を受けなかった。受変電設備、配電設備、直流電源設備、自家発電設備、中央監視制御設備などを、浸水被害が想定される水位より高い位置（階）へ設置することは有効と考えられる（図7参照）。南蒲生浄化センターの例では、盛土で設置高を10.4 mかさ上げすることにより、想定浸水水位より高い位置に設備を設置している。

(2) 電源ルート、通信ルートの二重化

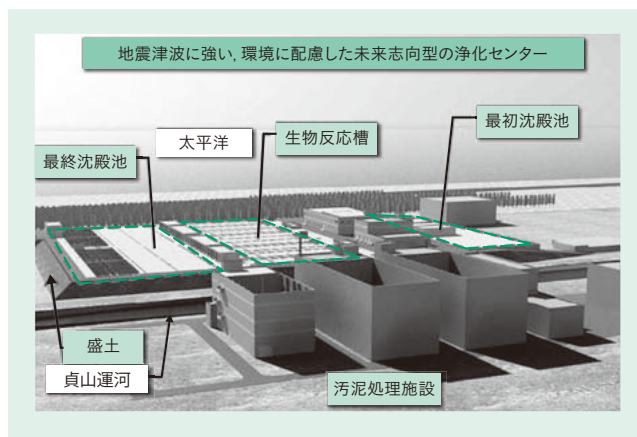


図7 想定浸水水位より高い位置での施設構築

津波による構造物の破壊防止、設備などの機能保全が図れるよう、かさ上げによる施設の復旧を行った（仙台市南蒲生浄化センターの例：設置高GL+10.4 m）。

電気設備はシステムで構成されており、そのシステムの一部が機能停止した場合の影響は全体へ波及する。この対策として、設備重要度により電源ケーブルや信号ケーブルの二重化などが行われるが、併せて複数のルートを確認することで、一部のルートに障害が発生しても健全なルートでシステムを維持することができ、障害を最小限に抑えることが可能である。

5.2 電気設備の早期機能回復

災害復旧工事の現場経験を踏まえ、早期機能回復について述べる。災害復旧工事は、土木・建築・機械・電気設備

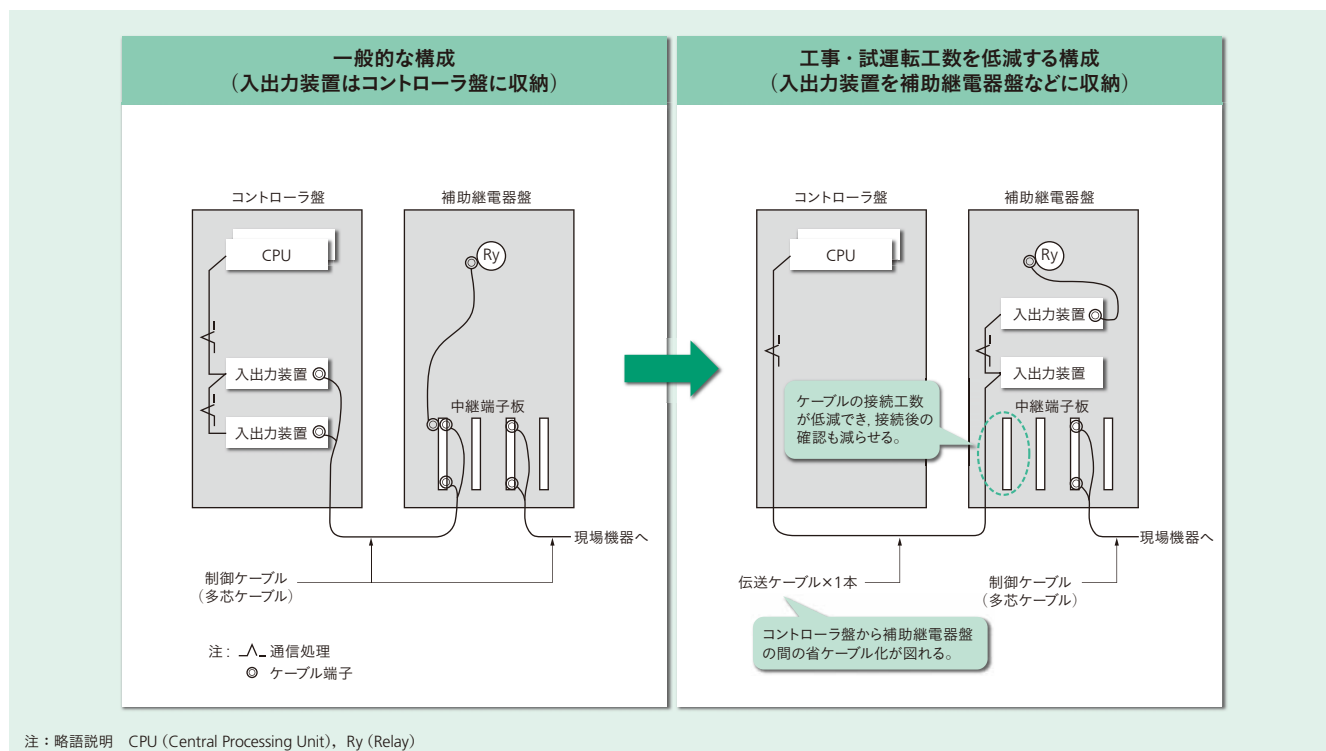


図8 省ケーブル化の構成

大規模・広域災害における技術者不足を見据えた早期機能回復の例を示す。

工事が同時進行となる。中でも電気設備は最後に仕様が決定し、現地工事の着工順位も最後となる。

その中で求められることは、設計・製造納期を短縮し、工事・試運転などの現地工数を低減することにある。

(1) 設計・製造納期の短縮

長期に及ぶ復旧作業では、人員確保や部品調達などの組織力はもとより、同種設備の設計図標準化が課題である。

例えば、機械設備におけるバルブ類や掻寄機などは、電気の仕様（電流値、結線方法など）を統一し標準化を図る。これにより、復旧後の取り扱い方法が統一され、維持管理性が向上すると考えるため、機械・電気一体で取り組む必要がある。

(2) 工事・試運転などの工数低減

大規模・広域災害では技術者や作業員の確保も困難であり、ケーブルなどの電設資材を減らして工数を低減することが重要と考える。

例えば、補助継電器盤などにコントローラの入出力装置を収納し、補助継電器盤とコントローラ盤間を伝送処理（通信処理）することで省ケーブル化が図れる（図8参照）。

今後の復旧現場では、技術的に確立されている現場操作盤への入出力装置収納や、現場操作盤の携帯タブレット化も視野に入れた取り組みが必要と考える。

6. おわりに

ここでは、仙台市南蒲生浄化センターでの震災直後からこれまでににおける復旧への取り組みについて述べた。

ここで得られた経験や知見を生かし、被災自治体と協力し、日立グループへの期待に応えられるよう、災害支援を続けていく。

最後に、自らも被災者でありながら精力的に復旧活動に従事されたすべての方、そして、それを支え続けた家族の方に対し、敬意を表し御礼を申し上げる。

参考文献など

- 1) 南蒲生浄化センター復旧方針検討委員会：仙台市南蒲生浄化センター復旧方針に係る提言書（2011.9）
- 2) 環境システム計測制御学会（EICA）：EICA東日本大震災調査研究報告書（2012.2）
- 3) 国土交通省：下水道地震・津波対策技術検討委員会第2次提言、段階的応急復旧のあり方（概要）（2011.6）
- 4) 仙台市：仙台市下水道ポータルページ、
http://www.city.sendai.jp/gesui/1203364_2478.html

執筆者紹介



加藤 康弘

日立製作所 インフラシステム社 水・環境ソリューション事業部
社会システム本部 東部システム技術部 所属
現在、東北地区の上下水道電気設備の営業技術に従事



山田 顕寛

日立製作所 インフラシステム社 水・環境ソリューション事業部
社会システム本部 事業企画部 所属
現在、水環境分野における電機システムトータルソリューションに従事
環境システム計測制御学会企画委員長



野沢 和史

日立製作所 インフラシステム社 大みか事業所 電機システム本部
社会制御システム設計部 所属
現在、国内を中心に上下水道電気設備のシステム設計に従事



岡田 昭彦

日立製作所 電力システム社 日立事業所 国分生産本部 エンジニアリング統括部 所属
現在、水環境分野の受変電設備におけるソリューションに従事