

〈研究発表〉

データロガーを活用した故障原因の調査

高際 千映¹⁾

¹⁾ 東京都下水道サービス株式会社 三河島保全事業所 (〒116-0002 荒川区荒川 8-25-1 三河島水再生センター藍染ポンプ所雨水棟 2 階, E-mail: chihaya-takagiwa@tgs-sw.co.jp)

概要

水再生センターで発生する機器故障の中には、原因が迅速かつ明確に把握できない事例が少なくない。本件は、このような機器故障の原因を調査するため、制御信号変換装置「AC-DC コンバータ」を直営で作成し、そして、このコンバータと既存の記録計（データロガー）を用い詳細なデータ解析を行うことで、迅速かつ的確な故障対応を図ったものである。

キーワード： Data logger, Fault diagnose, Maintenance check, AC-DC converter

1. 背景

水再生センターで発生する設備・機器故障には、原因が迅速・明確に把握できない事例がある。そこで、三河島保全事業所では、このような設備・機器故障の原因を究明するため、制御信号変換装置「AC-DC コンバータ」を作成し、既存の記録計（以下「データロガー」という。）と併用することで綿密なデータ収集を行い、それを解析する手法を確立し迅速かつ的確な故障対応を行うことを検討した。本稿では、具体的な事例を示してその取り組み内容を報告する。

2. データロガーのメリット・デメリット

当保全事業所で所有しているデータロガーは、幹線水位や空気量等の計装信号の記録を主目的にしており、データを容易に収集・編集できたり、多くの情報を記録できたりと優れている点が多くある。データロガーは、通常 DC 入力を基本としている。

データロガーのデメリットは、AC 入力しにくいことである。すなわち、AC は 1 データの容量が大きく、解析に必要なデータ数が十分取れないからである。

3. AC-DC コンバータの作成

制御信号は AC100V 等の AC 入力を基本としているが、データロガーへの入力は計装信号用の DC4~20mA や DC1~5V 等の DC 入力を基本としている。そこで、制御信号変換装置として「AC-DC コンバータ」を作成し、制御信号を DC に変換することで、データロガーを活用して、水再生センターの設備・機器

の故障解析に必要なデータ収集ができるようにした。

「AC-DC コンバータ」は、制御信号の AC0~120V を計装信号と同じ DC1~5V へと変換する装置である。図-1 に示すように、5 台の信号変換器を中心に電源ケーブル、配線端子等を配置し、一枚のボード上に必要機器を納めることで持ち運び易く工夫した。また、最大 5 チャンネルの入力が可能にした。これは、故障解析に必要なデータ点数が通常数点でよいことと、作成コストの面からの判断である。

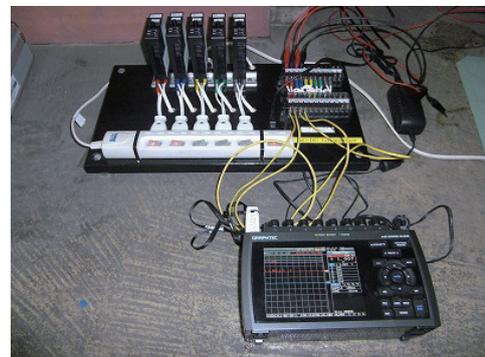


Photo. 1 Data logger and AC-DC converter.

4. 具体的事例その1 ~加圧水ポンプ 2 号

「弁故障」グラパネのみ発報～

4.1 故障発報

平成 23 年 8 月 1 日 4 時 11 分に、グラパネのみ第二地蔵堀棟加圧水ポンプ 2 号「弁故障」が発報した。これを発端に同日 6 時 30 分、22 時 29 分と同様の警報が頻発した。中央監視室 CRT で調査する限りは通常の動作をしており、原因が不明であった。そこで原因究明のため、8 月 2 日からデータロガーをバルブコン

トローラの制御入出力部に取り付けてデータ収集した。

4.2 データ収集

調査のポイントは、バルブの「開・閉」指令、「開・閉」状態、「故障（渋滞）」発報の計5点を収集することである。制御信号はAC100Vを使用していることから、AC-DCコンバータで変換してデータロガーに収集した。

Fig.1にバルブコントローラの制御シーケンスを示す。

データ収集箇所及び内容は、以下の5点である。また、データロガーの取り付け場所は、バルブコントローラの入出力端子台とした。

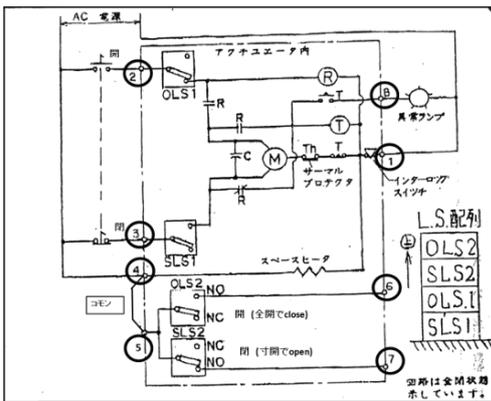


Fig. 1 The sequential of this valve controller.

- ch1 4-2 間電圧：「開」指令
- ch2 5-6 間電圧：「開」状態
- ch3 2-1 間電圧：モータ動作状態
- ch4 5-7 間電圧：「閉」状態
- ch5 1-8 間電圧：「故障」出力接点

4.3 原因究明

データロガーを取り付けたのち、8月5日21時59分に故障（渋滞）が再発した。故障発報時及び収集した数日間のデータを解析した結果、以下のようなことがわかった。

- (1) 通常の弁の開閉時間は30秒間程度である。しかし、180秒間以上開閉動作に時間がかかっているモータが連続して動作し続けているケースが数回確認された。なお、開閉動作渋滞検出タイムは60秒に設定していた。
- (2) 5日21時59分のデータから、故障出力が非常に微小であった。
- (3) (1)と(2)の状態から、この故障の原因がバルブの動作不良、バルブコントローラ内の渋滞検出タイム又は補助継電器の不具合が考えられた。また、実際にバルブが固着傾向にあることもわかった。

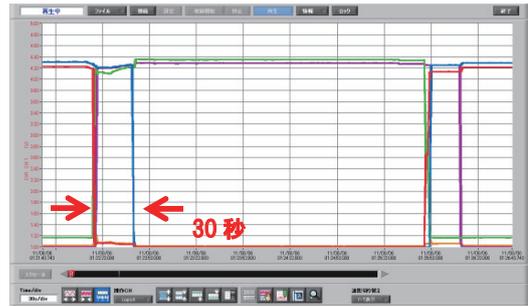


Fig. 2.1 The graph of usual motion.

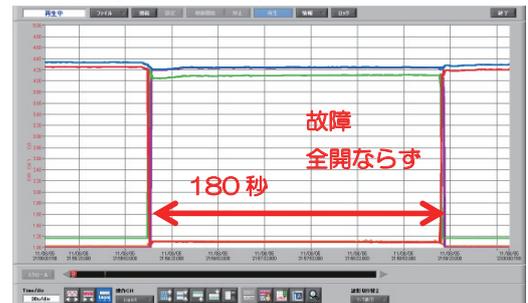


Fig. 2.2 The graph of fault motion.

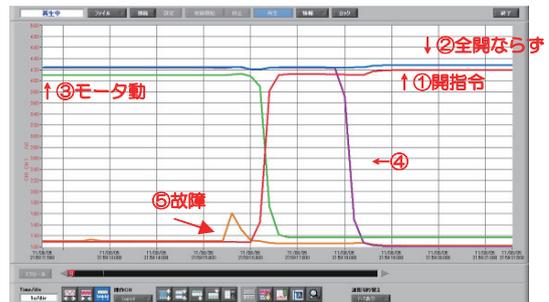


Fig. 2.3 The graph of fault motion.(Focus for the fault time.)

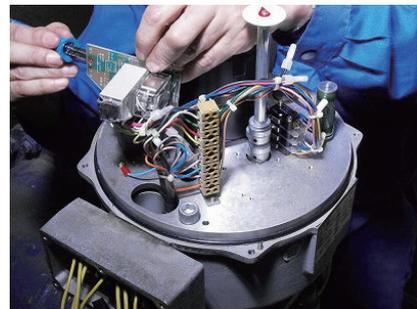


Photo. 2 Investigation of this valve controller.

4.4 故障対応

究明した原因を踏まえて実施した故障対応は以下のとおりである。

- (1) 「渋滞検出タイム」及び「補助継電器」の取替え。
- (2) (1)を実施後、再度加圧水ポンプ2号吐出弁「渋滞」の警報がCRTに発報したことに伴う弁の分解・清掃。

4.5 実施結果

データロガーで収集したデータの解析を実施した結

果、次の効果があった。

- (1) 直営作業で対応が可能となり、経費が節減できた。
- (2) 故障原因が明確になり、迅速に対応できた。

5. 具体的事例その2 ～雨水棟消毒設備

空気圧縮機 1号「故障」瞬時復帰多発～

5.1 故障発報

平成23年6月25日4時46分、49分に雨水棟消毒設備空気圧縮機1号「故障」が発報し、瞬時復帰する現象が発生した。以後、数日間のうちに同様の現象が10回程度発生した。



Photo. 3 Compressor.

5.2 調査

空気圧縮機は、通常、故障が発生すれば「復帰」ボタンを押さない限り故障が復帰しない仕様になっているが、この事象では瞬時復帰していることが不可解であった。

このため、空気圧縮機の「運転」及び「故障」の信号に着目して調査を開始した。また、制御信号はAC100Vを使用していることから、AC-DCコンバータで変換してデータロガーに収集した。

5.3 データ解析

6月29日にデータロガーを設置したところ、30日に上記の「故障」が発生した。データ解析の結果、空気圧縮機の運転・停止直後に、パルス状の故障信号が発報していることが判明した。

この空気圧縮機は停止後、ドレン排水をすることから、ドレン配管周りを中心に点検した結果、配管に亀裂があることがわかった。亀裂によりドレンが制御基盤に定期的水滴がかかり、瞬時短絡を起こしていたものと考えられた。

5.4 故障対応

データ解析を踏まえて実施した故障対応は以下のとおりである。

- (1) ドレン配管の取替え

(2) メーカーによるプリント基板交換

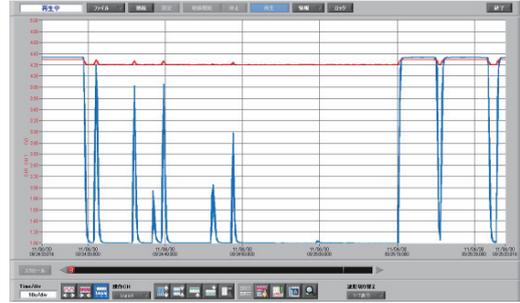


Fig. 4 The graph of fault motion.

5.5 実施結果

データロガーによる解析を実施した結果、次の効果があった。

- (1) 全く不明であった不具合の原因を明確にすることができた。
- (2) 不具合原因を明確にしたことで、メーカーへの修理内容を具体的に指示することが可能となり、故障対応を迅速に行うことができた。

6. 具体的事例その3 ～風量調節弁ハンチ

ング動作～

6.1 不具合調査依頼

平成23年7月11日、下水道局職員より中央監視室に設置されている情報管理装置のトレンド解析で、数日前より藍染系反応槽2号C・D回路の風量調節弁が開閉動作を繰り返すハンチング動作が発見されたため、調査を依頼された。

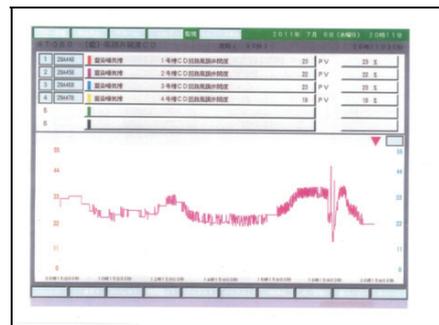


Fig. 5 Hunting motion.

6.2 調査

調査は、まずハンチング動作が実際に生じているのか、又は制御表示の不具合であるのかを見極める必要があった。制御信号の収集ポイントは、風量調節弁の「開」「閉」制御出力及び「開度」とした。また、同時に反応槽C回路・D回路の風量計出力も収集した。これにより、風量調節弁の動作を検証できる。

データロガーの設置場所は、電気室内のPIO入出力

盤が適していた。開度と風量は DC1~5V の AI で入力されるが、「開」「閉」制御出力は AC100V の DO 出力のため、AC-DC コンバータで変換してデータロガーに収集した。



Photo. 4.1 Investigation.

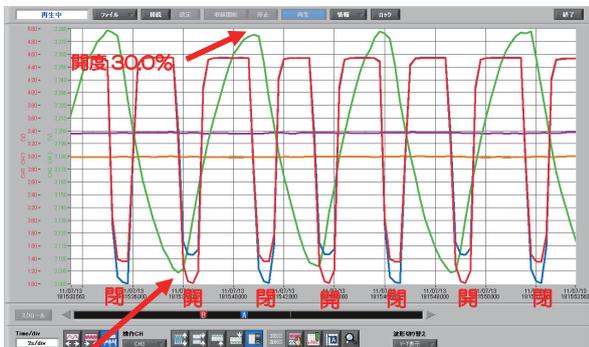


Photo. 4.2 Investigation. Setting of data logger and AC-DC converter.

6.3 調査結果

データロガーで風量調節弁の制御信号を収集したところ、中央監視室でのデータと同様に、頻繁に開閉動作を繰り返すハンチングを確認することができた。なお、実際に風量は増減しており、弁動作は良好であった。

データ解析の結果、ハンチング動作を示す時の弁開度は、上下 4% 強の振幅であることが判明した。なお、風量調節弁の制御は、目標値と現在値に 2% の偏差が生じると制御信号を出力していた。



開度 25.0% Fig.6 Result of investigation..

6.4 対応

風量調節弁がハンチング動作を継続すると、コンタクタ等の制御機構にも悪影響を及ぼす。同じ仕様の他

号機では、ハンチング動作の事象は見られないことから反応槽 2 号 C・D 回路の風量調節弁固有の動作で、1 パルスの「開」又は「閉」制御出力による動作量が 4% を超えてしまうことが原因と推察される。

当面の対応として、弁制御の目標値と現在値に 3% の偏差が生じると制御動作を出力するように設定変更して様子を見ることにしたが、それ以後は、ハンチング動作は見られなくなった。

6.5 実施結果

データロガーによる解析を実施した結果、次の効果があった。

- (1) データロガーの高い解析能力によって、弁開度の変化幅を正確に捉えることができた。
- (2) ハンチング動作の原因を特定することができた。
- (3) 当面は弁制御の設定変更で対応するが、補修工事要望の理論的根拠を示すことができた。

7. まとめ

データロガー及び AC-DC コンバータを用いた故障調査は、平成 23 年度において、本稿で取り上げた 3 つの事例のほか、「幹線水位計の不具合」、「汚水ポンプの速度制御切替えの不良」、「力率計の不具合」及び「コンデンサ過電流」など多数実施した。これら実施結果から以下のような具体的な効果があった。

- (1) 故障による機器停止期間の短縮化
- (2) これまで請負で修理していた機器を直営作業で対応することによる経費の削減
- (3) 故障原因を特定してから修理することによる作業の安全性向上や人為的ミスの削減

データロガーの活用は、いずれの調査においても成果を上げ、迅速・効率的な故障・不具合対応に貢献している。

この調査手法が他の事業所にも水平展開され、より良い保全管理業務の遂行の参考になれば幸いである。