

## 〈特集〉

# ポンプ所運転対応シミュレータの活用による技術の習得

河須崎 敏 明

東京都下水道局職員部人事課

(〒163-8001 東京都新宿区西新宿 2-8-1 E-mail: Toshiaki\_Kawasuzaki@member.metro.tokyo.jp)

### 概 要

東京都では、近年の地球温暖化や都市化の進展に伴い局地的な集中豪雨が発生しており、雨水流出量の増大による浸水の危険性が非常に高くなっている。豪雨時におけるポンプ所（雨水排除施設）の適切な運転対応は不可欠であることから、東京都下水道局ではポンプ所運転対応シミュレータを導入し、ポンプ所等の運転操作員を対象に、監視制御システム運転対応技術の早期習得、安全で適切な制御技術力の向上、及びより実践的な運転対応技術を習得することを目的として、運転対応訓練を実施している。

本稿では、東京都下水道局におけるポンプ所運転対応シミュレータの導入経緯及び実習内容等を紹介するとともに、今後求められるシミュレータについて考察する。

キーワード：運転実習所、模擬プラント、模擬中央監視制御装置、豪雨時ポンプ運転、機器故障対応運転  
原稿受付 2008.4.11

EICA: 13(1) 11-14

## 1. はじめに

下水の排除方式には、合流式と分流式があり、合流式は汚水と雨水を同一の管きよで運ぶ方式で、分流式は両者を別々の管きよで運ぶ方式である。東京都23区は一部の分流式地区を除き、ほとんどが合流式となっている。ポンプ所は、管きよで集めた汚水を水再生センターに送水したり、雨水を公共用水域に放流したりする施設である。

近年、地球温暖化や都市化の進展などにより、局地的な集中豪雨が発生し、浸水被害が発生する危険性が高まっている。そのため、豪雨時における街の浸水を防ぎ、都民の生命と財産を守るためにも、ポンプ所の適切な運転対応が求められている。

東京都下水道局では、団塊の世代の大量退職を迎え、少数精鋭での組織運営及びコスト縮減が求められるなか、ポンプ所は遠方監視制御による集中監視体制が敷かれつつある。

そのため、新規にポンプ所等の運転に携わる職員には運転対応技術を早急に習得させなければならず、また、操作員全員に対しては、緊急時における危機管理対応力の向上を図らなければならない。

## 2. 実習施設の導入及び更新経緯

実習所の建物は、元来品川幹線の汚水を揚水する芝浦水再生センターの第二主ポンプ室として稼動した

が、新設ポンプ所の稼動に伴う幹線の切り直しによって、昭和48年11月から使用停止となった。そこで、休止中のポンプ設備を有効利用し、運転実習のための訓練施設として「雨水ポンプ所模擬プラント」を加え、昭和50年度から芝浦運転実習所としてスタートした。

昭和62年度からは、コンピュータの知識を付与するため制御用計算機を導入し、「雨水ポンプ所模擬プラント」と「計算機」を接続して、運転操作員としての職務遂行力の向上及び危機管理対応力の向上を図ることを目的として運転実習を行ってきた。

しかし、実習用に導入した制御用計算機等が老朽化・陳腐化してきたことから、より実践的な運転対応技術を習得する目的で、設備の運転実態に即した訓練システム（模擬中央監視制御装置）として再構築し、平成14年度から運用を開始し現在に至っている。

### 2.1 雨水ポンプ所模擬プラント

昭和50年度に運用を開始した雨水ポンプ所模擬プラントでは、新規採用職員等を対象として、雨水ポンプ所設備の基本的な運転操作対応について実習を行ってきた (Fig. 1, 2)。

#### 【実習内容】

- (1) 受電操作・変圧器切替・自家発電運転（発電、買電切替）
- (2) 雨水ポンプ運転、故障対応等

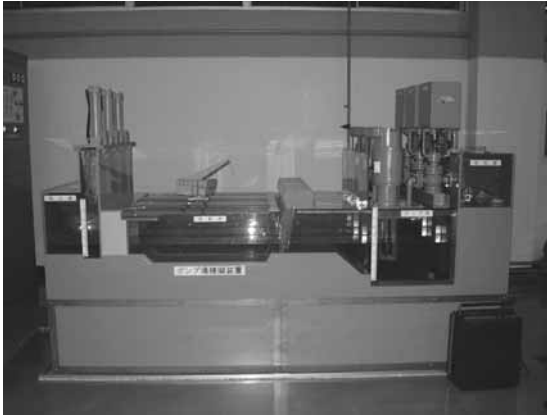


Fig.1 雨水ポンプ所模擬プラント



Fig.2 雨水ポンプ所模擬プラント運転監視制御盤

## 2.2 制御用計算機

昭和 62 年度からは、制御用計算機を導入し電子計算機内プログラムによるプラント設備のシミュレーション及び CRT の取扱実習（受変電設備・ポンプ所・水処理設備・汚泥処理設備・多段焼却炉）を行った。

また、オンライン CRT トレーニングとして、「雨水ポンプ所模擬プラント」と計算機システムを接続し、計算機による監視制御システムの運転対応実習を行ってきた。

さらに、電子計算機等の機器取扱い、保守管理の実習（ハードウェア：通常保守・異常時対応操作，ソフトウェア：ソフトウェア作成・変更操作）も行った。

### 【計算機設備】

- ・ミニコンピュータ（16ビット）  
PANAFACOM U-1500 II（主メモリ 2MB） 1台
- ・補助記憶装置磁気 65MB  
フロッピーディスク 1台  
磁気テープ 2400ft 0.5inch 1台
- ・CRT 端末機 システムコンソール 12inch 3台

- ・オペレータコンソール 20inch 4台
- ・トレーナーコンソール 14inch 1台  
（パソコン FACOM 9450Z - 主メモリ 1MB）
- ・プリンタ ラインプリンタ 1台  
シリアルプリンタ 3台
- ・ハードコピー グラフィックワークステーション  
画面用(カラー) 1台

## 2.3 模擬中央監視制御装置

老朽化及び陳腐化した制御用計算機を撤去し、運転対応に関する疑似体験をするとともに、揚水システムの構成を理解させるためのシミュレーションシステムを導入し、市販のパソコンやソフトウェアを利用して、平成 14 年度から運用を開始した (Fig. 3)。



Fig.3 模擬中央監視制御装置

### 【機器仕様】

- (1) サーバー FUJITSU PRIMERGY B225 1台
- (2) 講師端末 FUJITSU FMV-6000CLS 1台  
（CD-R/RW ドライブにカスタムメイド）
- (3) 研修生用端末 FUJITSU FMV-6000CLS 6台  
（CD-ROM ドライブ）

### 【システム概要】

ポンプ及び受変電設備を計算機上で模擬的に実現し、豪雨時や故障発生時の運転操作の演習が行える。

- (1) 降雨設定：無降雨から沈砂池が冠水する豪雨
- (2) ポンプ所流入量：排水区・管きょモデルによる流量
- (3) 水位変化：沈砂池・ポンプ井モデルによる水位計算
- (4) 揚水量計算：ポンプモデルによる揚水量計算
- (5) 設備異常の発生：スケジュール設定による自動発生，講師の任意介入
- (6) 運転操作：受電・揚水・沈砂池設備運転操作

### 【システム構成】 (Fig. 4)

シミュレーションサーバー，講師用端末，研修生用端末 A（3台）・研修生用端末 B（3台）から構成され、

Aチームの操作状況をBチームが監視することも可能である。

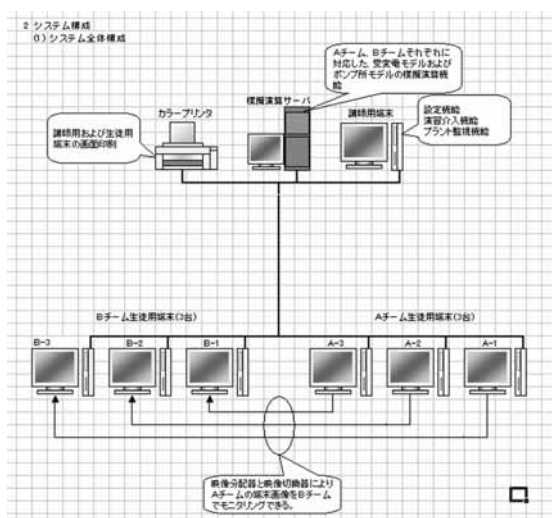


Fig. 4 システム構成

【各種設定】

(1) プラント規模の設定

定格容量・排水区域特性・ポンプ所構造・初期水位設計等を細かく入力できる。

(2) 状況設定 (Fig. 5)

研修実施日・演習時間 (最大 90 分)・初期受電系統構成・故障発生の設定 (事前設定)・降雨強度・汚水流入量等の設定をすることが可能である。



Fig. 5 状況設定画面

(3) 演習用画面

受変電画面・ポンプ画面・リアルタイムトレンド画面・アラーム情報画面・メッセージ画面で構成されている。

(4) 受変電設備画面 (Fig. 6)

遮断器・断路器の操作, 発電機の運転, 電力デマンド・受変電設備等の監視を行う。種々の故障対応の研修を実施するため, 特別高圧2回線受電+発電機設備2基で構成している。

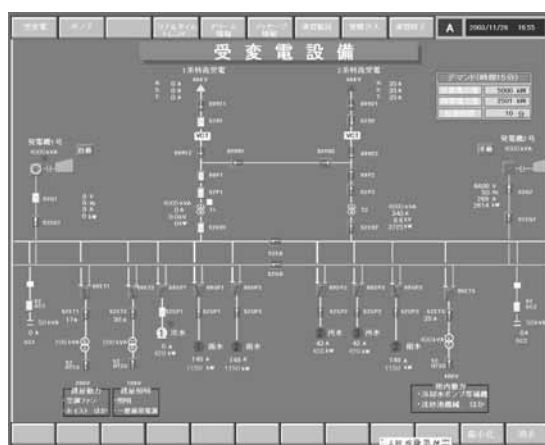


Fig. 6 受変電画面

(5) ポンプ設備画面 (Fig. 7)

降雨強度・総雨量・流入水位・ポンプ所内水位の監視, 汚水ポンプ・雨水ポンプの運転, 止水扉の制御, 汚水ポンプ運転水位設定等を行う。雨水ポンプ台数は3台構成とし, 内1台は, 先行待機型ポンプとしている。

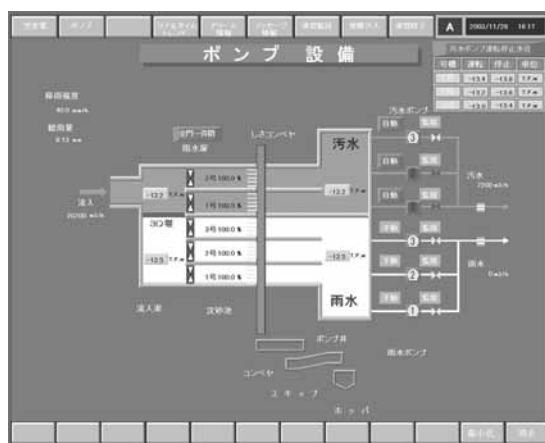


Fig. 7 ポンプ設備画面

(6) リアルタイムトレンド画面 (Fig. 8)

選択した機器の状態監視を瞬時値とグラフで表示する。読取値の最大値・最小値及びグラフスケールは,



Fig. 8 リアルタイムトレンド画面



任意に変更することができる。

## 2.4 模擬中央監視制御装置を用いた緊急時対応訓練

運転操作員には高度な操作能力や判断力の維持・向上が求められることから、模擬中央監視制御装置を用いて緊急時対応を行う実習を実施している。実習は、新たにポンプ所・水再生センターの運転管理業務に従事する職員及び過去3年間研修を受けていない職員を対象に、入局直後・当局が設定した雨期前の「浸水対策強化月間（6月）中」・台風シーズン前等に、計画的に実施している。各事業所でも職場研修として実習を実施しているため、年間に約90名が活用している。

### (1) 実習内容

- ① 概要説明、予備操作及び必修操作（ポンプ所内事故発生に最低限必要な操作の習得）
  - ア 所内無停電による受電線切替え操作
  - イ 所内無停電による主変圧器の切替え操作
  - ウ 主変圧器及び発電機の許容負荷量の把握
  - エ ポンプ運転マニュアルの把握
- ② 強度20mm/hを越える豪雨時ポンプ運転演習
- ③ 停電・所内停電・ポンプ故障・発電機故障等の機器故障対応運転演習

講師は、演習の進行状況を監視し、必要に応じて故障介入を行い、的確な操作及び判断ができているかを確認し、研修生が誤った操作をした場合には記録に残している。

### (2) 演習総括表を用いた討議 (Fig. 9)

講師及び研修生同士が演習総括表を用いて運転操作を振り返り、目標不達成時の原因究明及び再発の防止対策を討議する。

さらに、過去に経験した非常時における運転操作に関する情報も相互に提供し、共有化を図っている。

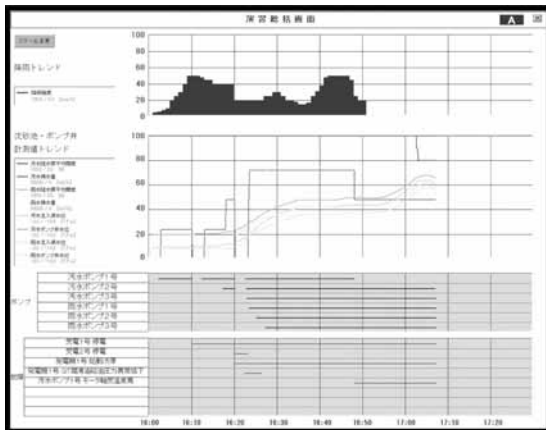


Fig. 9 演習総括画面

## 3. 課題及び考察

### 3.1 課題

シミュレータにおけるポンプ台数などの各種設定は、研修生が実際に運転操作をしている監視制御装置とは大きく異なっており、非常時の訓練としては実感に欠ける。また、現在の演習総括表は故障履歴の表示が8件までであり、多くの故障を経験させて検証を図ることができない。

さらに、講師による操作部分が多く、講師本人への負担が大きい。職場研修としてシミュレータを活用するには、各事務所に複数の講師を配置する必要があるため、今後はシステムの改善等により講師の負担を軽減するとともに、新たな講師制度の構築も検討しなければならない。

### 3.2 考察

ポンプ所運転対応シミュレータを導入し、運転対応及び非常時における危機対応の訓練を実施してきたものの、実際にポンプ所や水再生センターに設置されている機器の構成や雨水の流入条件とは大きく異なっていることから、実習内容は実践的でない面もあった。今後は、現状の課題を整理し実習内容等の充実を図ることで、より実践的・総合的に訓練するシステムに改善する必要がある。

そのため、今後求められるシミュレータは、同一職場・同一班の運転操作員が同時に訓練できるものであることが望ましく、そのためには、施設ごとに過去の運転データを取り込んだシミュレータを作成し、模擬プラントと連動させるなどして各職場の実情に合った訓練施設にしなければならない。

## 4. おわりに

東京都下水道局では、効率的・効果的に運転対応技術を習得できるシステムの検討及び改善を図りながら、今後もシミュレータを活用した訓練を継続していく予定である。