



〔2. 建築における ICT 技術〕

都市ガス供給を支える情報通信技術

淵 昌彦

MASAHIKO FUCHI

(東京ガス(株) 防災供給部 制御設備グループ マネージャー)

はじめに

当社は首都圏を中心に1都8県、約1000万件に都市ガスを供給している。都市ガスを安定して安全に供給するためには、①5万km以上にのぼる高圧・中圧・低圧導管の集中監視による安定的なガスの輸送・供給、②地震時における安全確保のための被害場所の特定と保安処置、③遠隔での監視・制御を実現するための大規模な設備を適切に設計・建設・維持管理することが求められる。本稿では、都市ガスの安定供給を支える情報通信技術について、計測・制御・通信・システムの観点から解説する。

1. 都市ガス供給システムの特徴

都市ガスの供給は、図-1に示すように、まず工場でLNG (Liquefied Natural Gas: 液化天然ガス) を主原料に、気化・熱量調整・付臭といったシンプルな工程により都市ガスを製造した後、効率よくガスを供給するために、高圧導管 (2 MPa~7 MPa) にて、各地域に輸送する。その後、各地域に設置したガバナ (高圧⇒中圧減圧装置、中圧⇒低圧減圧装置) により、表-1に示す区分 (高圧・中圧・低圧) に減圧して、最終的に利用者に届けている。ガバナ (減圧装置) は自力式なので、遠隔による計測制御機能が故障した場合においても、ガスの供給継続は可能である。需要の急激な変動や緊急時には、遠隔制御による主要ガバナの設定圧力の変更や工場の製造量を変更することにより、安定なガスの製造供給を実現している。

都市ガス供給における計測制御上の特徴として、

- (1) ガス供給設備を24時間365日継続稼動 (図-2)
- (2) ガスの供給量が時間や季節により大きく変動
- (3) ガス製造工場、減圧設備 (ガバナ)、ガスホルダー

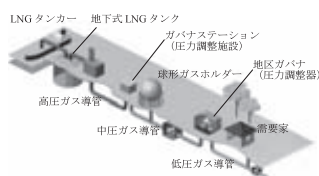


図-1 都市ガス製造供給フロー

表-1 ガス供給圧力の区分

分類	圧力	延長距離
高圧	1 MPa以上	約8百km
中圧	0.1~1.0MPa未満	約6千km
低圧	0.1MPa未満	約4.6万km
合計		約5万km

(ガスタンク)、そしてすべての利用者がパイプラインで接続された非常に大規模な設備

であることが挙げられる。

季節、曜日、時間帯、そして天候を考慮した供給量を予想しつつ、予想外の局所的あるいは全体のガス供給量の変化に対して迅速に対応するため、TGCS (Total Gas Control System) により主要ガス供給設備を遠隔で集中監視制御している。

当社ではガス供給設備を「工場からお客さままでがパイプラインでつながっている大規模な1つの設備」とみなし、1ヵ所の供給指令センターから全供給エリアを監視しつつ、主要な設備である3ヵ所のLNG工場への製造量の変更指示、57ヵ所の主要ガバナ・30基のガスホルダーの遠隔制御を行っている。

2. 都市ガス供給を支える情報通信システム

ガスの安定供給を実現するためには、常にガス供給量を予測・把握しつつ主要ガス供給設備を運用する必要があることから、当社は供給指令センターを設置して24時間体制でオペレータ (操作員) 4名が主要なガス供給設備を集中監視制御している。また、大規模地震発災時にはガス供給状況が急激に変化する上に、必要に応じて緊急遠隔制御を行わなければならないことから、オペレータを7名に増員して地震による設備の稼動状況や全体のガス供給状況を注意深く監視して、必要な措置を講じている。

TGCSには、このような供給指令センターの運用を支えるため、

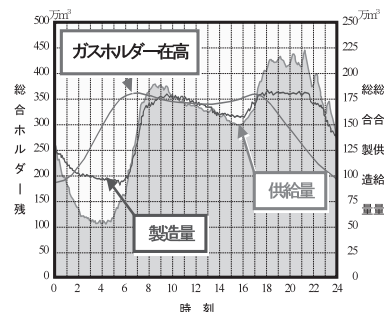


図-2 一日の都市ガスの製造量・供給量推移

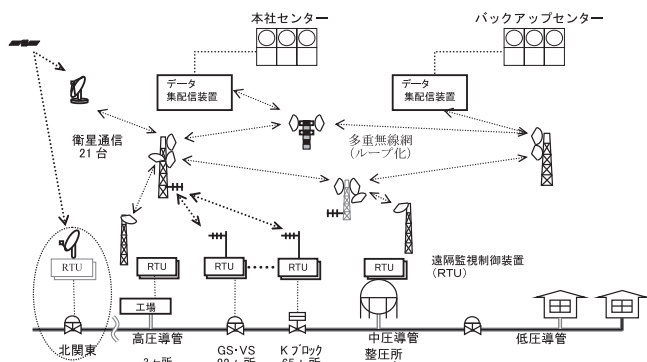


図-3 大規模遠隔監視制御システム

- ① 24時間稼働や地震に耐えうる信頼性
- ② 供給エリア全域から大容量のデータを収集・配信する高速性
- ③ 遠隔制御・監視設備の増減に対応可能な柔軟性
- ④ オペレータの負荷を軽減する高機能等の実現

が求められる。これらの条件を満足するために図-3に示す大規模遠隔監視制御システムで実現している。以下にシステムの主要装置の概要について説明する。

2.1 センターシステム

センターシステムは供給指令センターに設置されているTGCSの中核システムであり、約330カ所のRTU、約1,900点のアナログデータ、約8,000点のデジタルデータ、約2,000点の制御項目を管理するとともに、過去データを活用して供給予測業務をサポートする。

地震や火災等によりセンターシステムが停止した場合の影響は非常に大きいことから、システムは2重化されると共に、物理的に離れた場所にサブセンターシステムを常時稼働することにより、主要ガス供給設備の制御・監視が継続できるよう配慮している。

2.2 自営情報通信ネットワーク

センターシステムと後述する現場に設置された多数の遠隔監視制御装置 (RTU) 間の情報通信ネットワークは地震時の信頼性を重視して自営無線や衛星回線等を使用している。自営無線ネットワークは基本的にループ化されている上に、本社等の重要拠点は3ルート化されており、高い信頼性を確保している。実際に東日本大震災時においても、一般の商用通信は輻輳により音声データ通信が一部使用不可となったが、自営無線は、まったく影響なく使用可能であった。

2.3 データ集配信装置

データ集配信装置は、センターシステム、サブセンターシステム設置箇所に分散設置され、通常はセンターシステム側がデータを収集し、サブセンター側は等値化(コピー)処理されているが、センター側装置の障害発生時は、サブセンター側が自動的にデータの集配信を開始する仕組みとなっている。

2.4 遠隔監視制御装置 (RTU)

RTU (Remote Terminal Unit) は主要ガバナやガスホルダー等、監視制御する現場ごとに設置して、各現場のガス圧力や流量・バルブの開閉状態等をデータ集配信装置に一括送信するとともに、遠隔 (センターシステム) からの制御データを受信して当該設備を制御する分散型制御システムである。

RTUは小型DCSやシーケンサに独自の通信機能を追加するとともに、オペレータの操作負荷を軽減するパターン制御やシーケンス制御を組み込んでいる。さらに、ガス供給に支障を及ぼすような異常が発生した場合には、自動的に安全方向に設備を制御する自律機能を有している。重要拠点はRTUを2重化し信頼性を確保している。また、耐震性を考慮した設計となっており、震動装置において、実震動を加えて機能が継続されることを確認してから導入している。

2.5 電源設備の信頼性設計

TGCSは24時間連続稼働や、地震・停電時の遠隔制御・監視の継続が求められている上に、遠隔地に設備が点在していることから信頼性や電源確保に配慮しなければならない。つまり、停電は起こることを前提として、バッテリーや非常用発電機を設置して重要機器が動作するための保安電力を確保している。

- ・最重要拠点：自家発電6日間、CVCF10時間対応
- ・重要拠点：自家発電2日間、CVCF10時間対応
- ・一般拠点A：CVCF10時間対応
- ・一般拠点B：CVCF5時間対応
- ・一般拠点C：CVCF1時間対応

2.6 現場計測設備の冗長化・高信頼化

一つの計器不具合による設備全体の稼働継続不可および設備の安全な停止不可が生じないように、設備保護に関わる重要な計器類は、3台設置してそのうち2台が異常値を示した場合にシャットダウン操作等が自動的に実施される。一方、供給安定上重要な機器についても計器類を3台設置し、その値の中間値を示している計器の値を利用して計測・制御を実施している。これにより、1台の計器が、異常な値を上側、下側どちらに示しても正常に計測制御が行われることを実現している。特に保安に関係するロジックには一切コンピュータ等のソフトウェアは介在しない仕組みとなっている。

3. 地震防災システム

3.1 迅速・的確な初動措置の支援

首都圏で大規模地震が発生した場合、地震の規模や震源の位置、地盤等によって当社の供給エリア内に被害の大きい地域と少ない地域が発生する。被害の大きい地域は二次災害防止のためにガスの供給を速やかに停止する必要がある反面、被害の少ない地域には迷惑をかけないようにガスの供給を継続する必要がある。このような地震

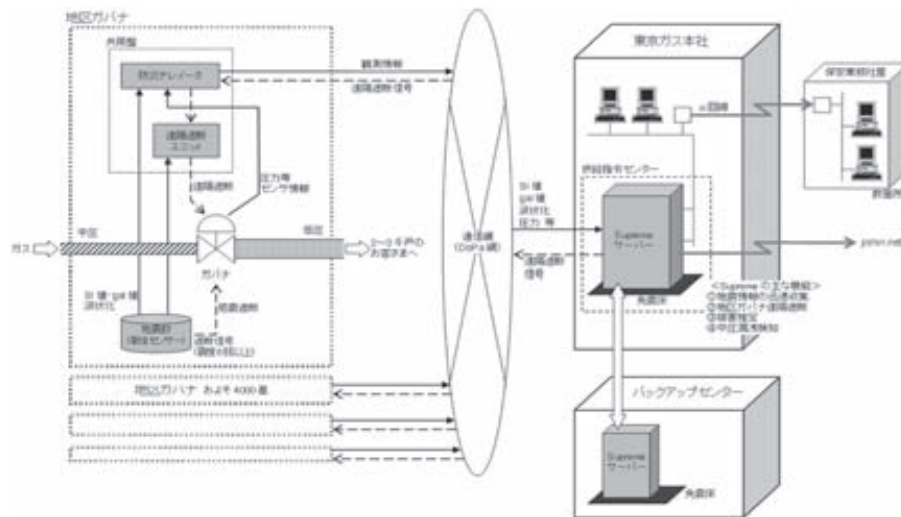


図-4 地震防災システム (SUPREME) の概要

時の的確・迅速な初動措置を支援するために地震防災システム (SUPREME) を構築している (図-4)。まず、初動措置の迅速化を実現するため、すべての低圧ガバナ約4000カ所の小型遠隔監視装置に地震センサを設置して、低圧パイプラインに被害が発生しう地震を感知した場合、小型遠隔監視装置が速やかにガバナを自動遮断する。地震の大きさは場所によって異なるため、同じエリア内で1つだけでも自動遮断されていないガバナがあるとガスの供給が継続されてしまう。このような状況になっているエリアを自動的に探し出し、オペレータに対して遠隔遮断するようにサポートする機能も有している。同時に、小型遠隔監視装置は、地区ガバナごとの地震データ等をシステムに送信する。システムには、高密度(1km²に1カ所以上)の地震データが集められる。システムは地震を感知すると2分周期で小型遠隔監視装置のデータを継続収集するよう指示する一方、ガス供給設備に大規模な被害が起り得ると判断すると、その対象エリアのガス供給を遠隔で停止するようオペレータに促す。さらに、地震発生から10分後までに建物被害や液状化等を予測する機能もある。

3.2 信頼性設計

機器の故障やソフト上のミスでガス供給設備がシャットダウンしてしまうことを回避するために以下の工夫を行っている (図-5)。

- (1) ハッカーによる遮断を防止するために、信号の暗号化
- (2) ソフトの不具合および誤遮断防止

のために、機械センサーおよび計測センサーが両方一定以上の地震動を検知したときのみ、一定時間遠隔から制御可能。

4. 情報セキュリティ

昨今、独自のOSでできている制御系のシステムにも情報セキュリティに対する厳密な設計・維持管理が求め

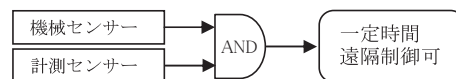


図-5 信頼性設計

られている。基本的な考え方として

- (1) 制御系システムはOA系システムとは接続しない。
- (2) 接続する場合には十分な侵入対策を実施する。
- (3) USBメモリ使用を禁止する。

などの元で設計されている。

おわりに

情報通信に関係するエンジニアとして、日々進歩する技術や急激に変化する外部環境に着実に対応することにより、ライフラインである都市ガスの安定供給に貢献していきたい。

参考文献

- 1) 坂口央一, 萬來雄一: 都市ガス事業における事業継続について, 土木学会論文集F, Vol. 65, No. 1, pp.59-72, (2009).
- 2) 林 浩幹, 松岡研一: 都市ガスの高圧幹線圧力制御のシミュレーション, 計測自動制御学会産業論文集, Vol8, NO23, 155/156 (2009).
- 3) 會津健司: 都市ガス供給パイプラインの制御, 計測制御エンジニア講座, 計測自動制御学会 (2006)
- 4) Akinori Ishizuka: Tokyo Gas' SCADA system for wide area city gas distribution, SCADA ASIA SUMMIT 2009
- 5) Yusuke Yamahana: Supply Control & Disaster Management Department, Facility Construction & Maintenance Section, SCADA Northeast Asia 3 & 4 February, 2010 Hong Kong

(平成23年12月21日 原稿受理)