

ライフラインの対話型震災復旧計画

京都大学防災研究所 正員 土岐 憲三  
 京都大学大学院 学生員 白石 浩司

1. まえがき ライフラインシステムは通常大規模なネットワークを構成することから、震災を受けた場合の復旧は大変煩雑なものであり、最適な復旧戦略を見出す事は困難である。本研究では、ネットワークに関するデータベースをリレーショナルデータベースを用い構築し、これとシステムダイナミクスとを組み合わせ、パーソナルコンピュータ上で復旧戦略を策定するためのエキスパートシステムの作成を試みた。

2. 解析の最小単位 ライフラインシステムでは一部の損傷がシステム全域や広い領域での機能の低下や喪失に結び付かないようにシステムを小さなブロックに分割されている場合がある。このような場合には、小ブロックは他の領域とは独立させることができることから、小ブロック内での損傷の修復が終了するまでは他の領域と切り離しておき、修復が終了した時点でシステムが機能している領域に付け加える方法が有効である。本研究では大阪ガス網のネットワークのうちのひとつのミドルブロック（図-1中の斜線部）を解析の対象としたが、その領域は61のセクター（小ブロック）に分割されていることから、このセクターを解析の最小単位とした。

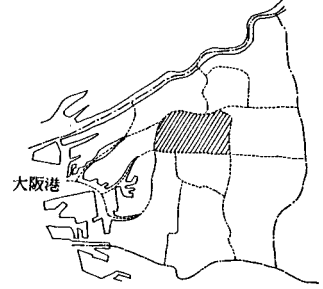


図-1 ミドルブロック分割図

3. リレーショナルデータベース セクター毎の各種のデータによりリレーショナルデータベースを構築した。本研究で用いた属性は被害程度、修理人員数、開閉栓人員数、作業進捗状況、浸水の有無、病院の有無、メーター数、作業終了メーター数、修理件数、導管延長、作業終了延長、漏洩件数、ガバナーの状態等である。これらの属性のうち必要なものについては解析の最小時刻刻み（本研究では一時間）毎に書き換えた。

4. 復旧作業のシミュレーション 復旧作業のシミュレーションでは、開栓作業、路線調査、テスト昇圧、修理作業、気密テスト、FID調査、エアバージ、

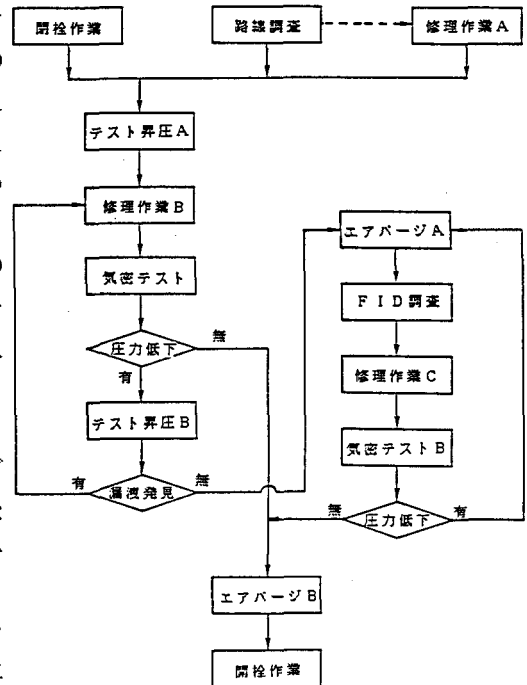


図-2 作業流れ図

Kenzoh TOKI, Kohji SHIRAIISHI

開栓作業等を考慮したが、これら各種作業の組み合わせと手順は図-2に示す通りである。また作業能率に及ぼす因子に関しては、時刻、天候、差水障害等を考慮した。ガス供給システムの復旧作業は上述したように種々の作業過程が組み合わさって進行し、末端の需要家の開栓をもって終了する。本研究ではセクター毎に作業員をどの様に配分するのが最も復旧作業が効率よく行われるかを見出す事を目的としており、各セクター内での復旧状況のシミュレーションを行う必要がある。その過程は被害数の減少あるいは累積開栓数の増加という時刻歴での作業進捗率が表され、しかも各要因間の関係は非線形性であることから、システム・ダイナミクス的手法を用いた。

**5. シミュレーションの結果** 前章の様にして復旧作業をモデル化しシミュレーションを行うのであるが、実際の復旧作業においてはある復旧方針に従って作業を進めることから、今回は考えられる復旧方針についてそれぞれシミュレーションを行い、それぞれの方針についての時間-累積開栓数曲線で表すことにした。

今回シミュレーションを行った復旧方針は、被害程度の大小によるもの、需要家数の大小によるものの4種類の復旧方針を考え、さらに、病院などの重要施設が存在するセクターを優先的に復旧するか否かを、上記の4種類の復旧方針に加味し計8種類の方法でシミュレーションを行った。その結果は、図-3から図-6に示すような結果となる。

その結果から、被害程度によって作業を進める場合には被害の少ないセクターから作業を行った方が最終的な作業終了時刻の点においても延べ非開栓数（図の左側の面積で表される）の点でも有利である。また、需要家数によって作業を進める場合には需要家数の多いセクターから作業を進めた方が有利であり、しかも被害程度の小さいセクターから行った場合よりも有利であるという結果が得られた。また、重要施設が存在するセクターから作業を進める場合には、復旧過程に復旧方針による差は見られず、重要施設が存在するセクターで作業が終了していないものがある場合には、どの復旧方針に従って作業を進めても復旧過程は大差ないことになる。

**6. 結果** ガス供給システムの震災復旧作業を行う場合には、需要家数の多いセクターから作業を進めた方が有利である。ただし、今回のモデル化にあたっては被害の程度を漏洩件数だけで評価したので、実際の場合にはその復旧過程はシミュレーションによる結果よりも遅れると思われる。

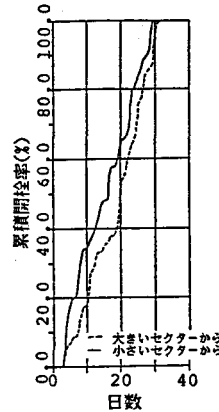


図-3 被害程度による場合 (重要施設無考慮)

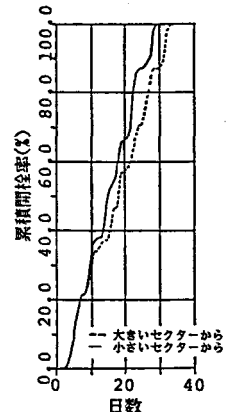


図-4 被害程度による場合 (重要施設考慮)

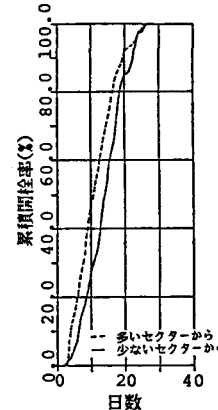


図-5 需要家数による場合 (重要施設無考慮)

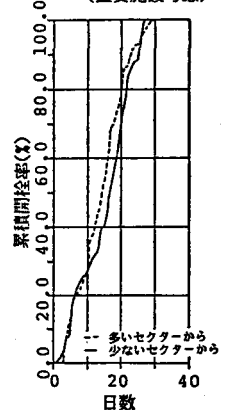


図-6 需要家数による場合 (重要施設考慮)