

I-509

震災時の現場作業特性を活かした都市ガス網の復旧支援システム

鳥取大学 大学院 学生員 平山 克己

鳥取大学 工学部 正 員 野田 茂

1. まえがき 本研究の目的は、都市ガス供給システムの確定的な被害想定に対して、どのような復旧戦略をとればよいか、どこから調査・修理作業を進めればよいか、どこにどれだけの人員・資機材を配分すればよいかを検討することである。ここでは、被害発生モデル、人員・資機材の配分モデルと復旧戦略モデルを開発している。具体的には、応急対応・復旧をよりスムーズに行うために、コンピューターを用いたリアルタイム復旧支援システムの構築を図る。

2. 対象としたガス供給システム 都市ガス供給システムは、ガスの製造、輸送（高中圧管）、配送（低压本支管）と供給（供給管・需要家設備）の4要素に区分される。

本研究では、比較的小規模で単一のガス供給所をもつT市のガス供給網を図1のようにモデル化した。このモデルは、中圧管のループ化に特徴があり、現実のプロトタイプを反映するように作成したものである。なお、仮定が簡単であり基本的であるほど、得られた結果はシステムの特性の一面を表わしていると考えて、解析を進めた。

ガバナより下流側の低压管や供給管をネットワーク網として取り扱くと、膨大な処理が必要となる。そこで、供給区域は、ネットワークモデルとして扱うのではなく、ブロック単位でモデル化した。ここでは、Tガス事業所の供給区域のブロック化を踏襲し、8ブロックとした。

3. 被害想定と復旧作業のモデル化 まず、ガス施設の地震被害事例を参考にし、中圧管（ネットワーク）と低压管（ブロック）ごとに、各種の被害係数をもとにして、モンテカルロシミュレーションにより、被害想定を実施した。

次に、システムダイナミックスを用いた復旧作業を施し、時々刻々どのような作業状態にあるかを管理した。図2は、復旧作業のフローを示したものである。図中、菱形で示す圧力低下と漏洩発見の判断基準（YESあるいはNO）は、次のようにした。

まず、導管の被害程度をC、被害状態の把握度をDで表わし、以下のようなケースを考えた。

①被害程度 $C \supset \{x, y, z\}$

ただし、x：大被害（被害箇所が2つ以上ある）

y：中被害（被害箇所は1つ）

z：小被害（無被害かあるいはほとんど被害はない）

②被害状態の把握度 $D \supset \{\alpha, \beta, \gamma\}$

ただし、 α ：未調査

β ：調査したが、被害箇所を特定できない。

γ ：調査後に、被害箇所を特定できた。

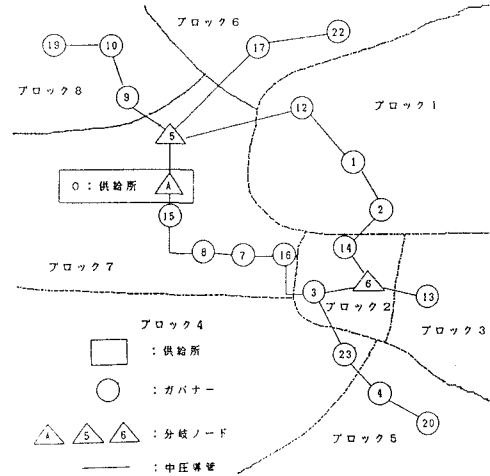


図1 T市のガス供給網

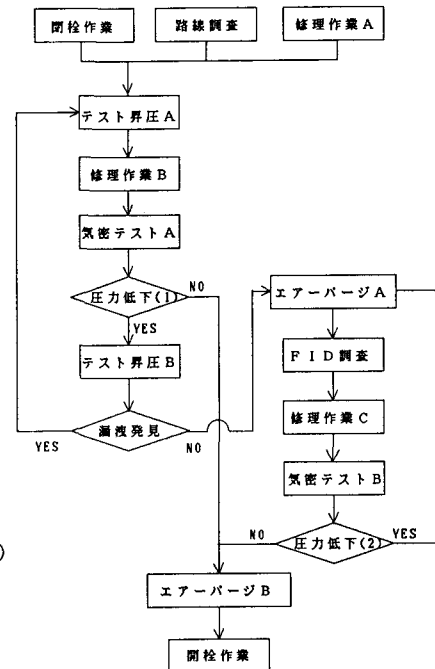


図2 復旧作業のフローチャート

被害程度 C	被害状態 の把握度 D	F I D 検知車 配分の有無 F	圧力低下 (1)	漏洩発見	圧力低下 (2)
x	α	—	YES	YES	—
	β	YES	YES	NO	RANDOM
		NO	YES	YES	—
	γ	—	YES	NO	RANDOM
y	α	—	YES	RANDOM	RANDOM
	β	YES	YES	NO	RANDOM
		NO	YES	RANDOM	NO
	γ	—	YES	NO	NO
z	—	—	NO	—	—

表1 圧力低下と漏洩発見の判断基準

上述の被害程度Cと被害状態の把握度Dの各ケースおよびF I D 検知車配備の有無Fによって、表1の組合せを考えた。これをもとにして、圧力低下と漏洩発見を判断した。シミュレーションでは、復旧中の情報量として、表中のRANDOMのように、乱数を割り当てて決めた。また、C、Dの要素(x, y, zおよび α 、 β 、 γ)を指定することにより、復旧シミュレーションは図2によって実施可能である。

4. 復旧シミュレーションの結果 人員・資機材の配分は、次の5つの復旧方針を考えた。

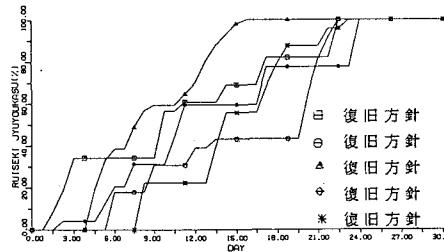


図3 各復旧方針による累積需要家復旧率

- 復旧方針1：被害の少ないブロックから優先復旧
- 復旧方針2：被害の多いブロックから優先復旧
- 復旧方針3：各ブロックを平均的に復旧
- 復旧方針4：需要家の多いブロックから優先復旧
- 復旧方針5：需要家の少ないブロックから優先復旧

ここでは、復旧過程の検討のために、累積需要家復旧率と累積非被害率の2つの指標を導入した。すなわち、復旧による非被害率の増加に伴う需要家率の回復の様子を、修理—物理的な被害と供給—機能的な復旧の2つの概念で考えてみた。累積需要家復旧率は全需要家数に対する供給戸数の割合で定義した。累積非被害率は修理件数と被害件数の比で表わした。

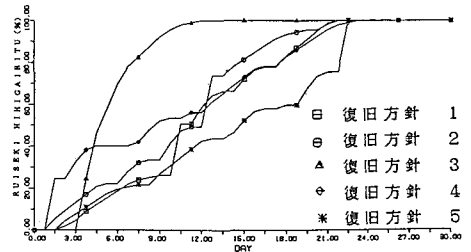


図4 各復旧方針による累積非被害率

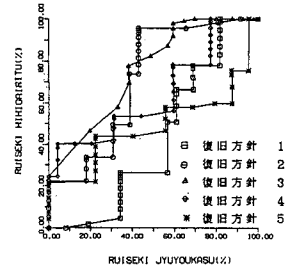


図5 累積需要家率と累積非被害率の関係

図3は復旧方針1～5における累積需要家復旧率を、図4は累積非被害率を示したものである。両者の関係を示したのが図5である。これらは、ある種の前提条件のもとで実施した結果である。復旧方針1は、復旧の前半で、累積需要家率を表わす供給率が非破壊率を上回り、後半部でその傾向が逆転していた。復旧方針5は、復旧方針1と逆の復旧過程をたどっていた。復旧方針2と3では、復旧完了時刻まで、常に非破壊率が供給率を上回っていた。復旧方針4も、全体的には復旧方針2・3と同様の傾向にあった。

復旧の進展に従って、供給率曲線と非破壊率曲線に差が生じるのは、次の原因が考えられる。つまり、①作業工程の関係から、ある地域の被害箇所を修理する時刻と機能が回復する時刻とにずれがあるため、②復旧方針に基づいて被害箇所を修理するため、および③ネットワーク形状によるため、などである。

以上のことから、復旧の優先順位の決定に当たっては、非被害率と供給率の関係をよく把握しておくことが必要である。

5. あとがき 本研究では、確定的な被害情報のもとで、関係者の意思決定過程や復旧戦略によって復旧過程が時々刻々どのように変化するかを考察した。特に、現場作業の特性を活かすように、システムダイナミックス法によって復旧シミュレーションを実行した。本研究の特徴は、小規模の都市ガス網について、ループ化された中圧管とブロック化を対象にしたことである。