

震害を受けたライフラインシステムの復旧過程の解析に関する考察

東北大学工学部 学生員 ○鈴木 操
 同 上 正員 佐武 正雄
 同 上 正員 岸野 佑次

1. まえがき

ライフラインの震害の特徴は、被害が広範囲に亘るために、復旧作業の手順によっては、復旧に要する時間が長くなったり、二次災害を生じたりするところにある。従って、ライフラインシステムの耐震対策を立てるに当たっては、震害を受けた後のシステムの復旧方法について、あらかじめ十分に検討を行っておくことが必要であると思われる。本文においては、震害の復旧に長時日を要するガス供給システムを対象とし、Angらが提案した工事作業計画のためのPNET法¹⁾(Probabilistic Network Evaluation Technique)を応用した復旧過程の解析方法の考察を行った。具体例として、1978年宮城県沖地震における仙台市ガス局及び塩釜ガス(株)のガス供給システムの復旧について、施設の規模による復旧手順の相違などを中心に、実際の復旧状況と比較しながら考察を行った。

2. 解析の概要

復旧過程の解析に用いたPNET法とは、確率的な手法を用いて、不確実なアクティビティネットワークを解析する方法であり、アクティビティの持続する時間がランダム変数としてモデル化され全体の持続時間が評価される(詳細については、参考文献1, 2参照)。表-1に、仙台市ガス局及び塩釜ガス(株)の規模と、今回の解析対象とした1978年宮城県沖地震における被害の概要を示す。

表-1 施設及び被害の概要

事業所	仙台市ガス局	塩釜ガス(株)
需要家件数(件)	135,863 (100)	5,968 (4.4)
本支管延長(Km)	1405.4 (100)	90.8 (6.5)
本支管被害	218件 0.18件/Km	80件 0.88件/Km
復旧稼働人員(人・日)	27,137	1,271

() 内数字は仙台を100とした場合

2-1. 仙台市ガス局

全供給地域を8つの大ブロックに分割し、さらに各ブロックは被害状況に応じて小さく再分割(セクター)して、ブロック単位でほとんど並列的に復旧作業が行われた。このため、ガスの供給停止から供給再開までの復旧作業過程のネットワーク図を図-1のようにモデル化した。ネットワークを構成しているアクティビティ(図のリンクに相当)の例をブロックIIについて示せば、表-2のようになる。表中、持続平均時間及び標準偏差は、各アクティビティ(作業)に要するセクター毎の平均日数と標準偏差を表している。供給再開のアクティビティ(各ブロック最後のリンク)の終了をもって、システムの復旧とみなすこととした。システム全体の復旧率は、各ブロック毎の復旧率より、ブロックの需要家件数を重みとして平均することにより求めた。

2-2. 塩釜ガス(株)

全供給地域を4つのブロックに分割し、このブロック毎に、ほとんど並列的に復旧作業が行われた。このためネットワーク

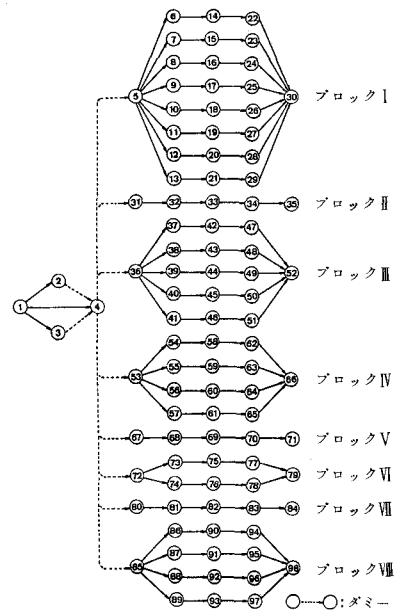


図-1 ネットワーク図—仙台市ガス局

図を图-2のようにモデル化した。各アクティビティの内容を表-3に示す。全体の復旧率は 仙台市ガス局の場合と同様な方法により求めた。

3. 解析結果とその考察

2つの專業所について、解析より求めた復旧率と実際の復旧率とを图-3に示す。解析結果と実際の復旧率とを比較すると、塩釜ガス(株)の場合、両者はほぼ一致しているが 仙台市ガス局の場合には多少のずれが生じている。特に、仙台市ガス局における復旧の初期の段階において、実際の復旧率が大きいのは、無被害の地区については直ちに供給が再開されたが、解析においてはこのようなことが考慮されていないためであると思われる。なお、実際の塩釜ガス(株)の復旧においては、被害が当初の予想よりもかなり大きく、途中で復旧作業計画を変更して、ブロック化も行めざるを得なかったが、このブロック化と計画の当初から行ったと仮定した場合についての解析も行った。この解析では、99%の復旧に要する日数が2日短縮された結果を得た。

4. あとがき

以上示したように、PNET法もガス供給システムの復旧過程の解析に応用する方法は、システムの復旧状況を予想する上で有用であると考えられるが、解析精度を高めるためには、さらに 人員・資機材等と考慮した確率変数の設定を行うことが必要であると思われる。また、他のライフラインシステムについても、この方法と応用することが可能であると思われるので、今後、これらについても考察を進めたい。最後に 資料を提供していただいた仙台市ガス局、塩釜ガス(株)の関係諸氏に謝意を表します。

参考文献

- 1) Alfredo H.S. Ang et al "Analysis of Activity Networks under Uncertainty" Journal of the Engineering Mechanics Division, Aug. 1975 EM4 pp. 373-387
- 2) 鈴木・岸野・浅野 「震害を受けたガス供給システムの復旧過程の解析」 東北地域災害科学研究报告 第18巻 昭和57年3月(予定)

表-2 アクティビティ—仙台市ガス局、ブロックII

No.	アクティビティ	持続平均時間 (日)	標準偏差 (日)	ネットワーク要素
1	中庄路線の点検	2.0	0.5	1-2
2	ブロック化	6.0	2.0	1-4
3	閉栓巡回	3.0	2.0	1-3
4	予備昇圧・漏洩修理	1.0	0.5	31-32
5	エアバージ	1.0	0.5	32-33
6	FID検査・漏洩修理	1.0	0.5	33-34
7	供給再開巡回(閉栓)	2.0	0.5	34-35

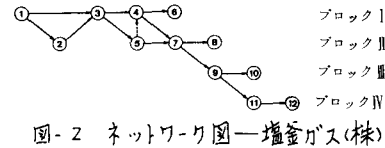


表-3 アクティビティ—塩釜ガス(株)

No.	アクティビティ	持続平均時間 (日)	標準偏差 (日)	ネットワーク要素
1	中庄路線の点検	0.5	0.2	1-3
2	閉栓作業	1.5	0.2	1-2
3	ボーリング調査・修理	1.5	0.2	2-3
4	ブロック化(1)	0.5	0.2	3-5
5	# (2)	0.5	0.2	5-7
6	ボーリング調査・修理(1)	0.5	0.2	3-4
7	# # (2)	0.5	0.2	4-7
8	# # (3)	1.5	0.2	7-9
9	# # (4)	1.5	0.2	9-11
10	閉栓作業(1)	0.5	0.2	4-6
11	# (2)	1.5	0.2	7-8
12	# (3)	1.5	0.2	9-10
13	# (4)	2.0	0.2	11-12

