

電力供給システムの震後復旧過程のシミュレーション

京都大学工学部 正員 山田 善一

京都大学工学部 正員 野田 茂

神戸市 ○正員 西森 正至

1. まえがき 電力、上下水道、都市ガス、通信、交通などのライフラインシステムは、近年、人間社会が成立していく上で不可欠なものとなっている。地震国と呼ばれる我国においては、地震災害時におけるシステム機能の安全性の確保が重要である。とりわけ、電力供給システムは基礎エネルギーの源であるので、あらゆる分野で震後の早期復旧が望まれている。しかし、ライフラインシステムの復旧に関する研究の中でも電力網を取り扱った例はあまりなく、あってもネットワークを確率論的に解析するにとどまっていた。そこで、本研究では、電力網を構成している種々の要素（機器）の被害確率を用いてシステムの被害状態を想定すると共に、各々の機器の特性を考慮してネットワーク対象地域の停電量の算定を実施した。次に、電力ネットワーク網の特性を考慮に入れ、種々の復旧戦略を考え、それに基づいて、それぞれの戦略の違いによる復旧過程の比較を行った。

2. 系統切替による復旧 電力供給システムは、平常時より全ての送電線を利用しているわけではなく、何本かの送電線は平常時には使用されていない。また、上位変電所を中心として配電用変電所が回りにぶらさがりる様な形で送電をしているという特徴を有している。震災時においては、平常時に未使用の送電線を使用するか、変電所内部の被災機器の切り離しなどの系統切替作業により、多くの変電所を短時間で復旧することができる。本研究では、平常時の需要電力量が4288.7MWである電力ネットワークを対象として、震度Vの直下型地震が発生した場合の結果について検討した。図1には、77回のシミュレーションに対し、地震直後及び系統切替後の停電量の頻度分布を示した。TIME=0は地震直後、TIME=0+ α は系統切替後の停電量を示している。これより、系統切替作業により停電がかなり解消されることがわかる。シミュレーションの一つのサンプル（被害ケース）について、図2には地震直後、図3には系統切替後の送電ルートを太線で示した。これらの図より、上位変電所の復旧がシステムの停電の復旧に大

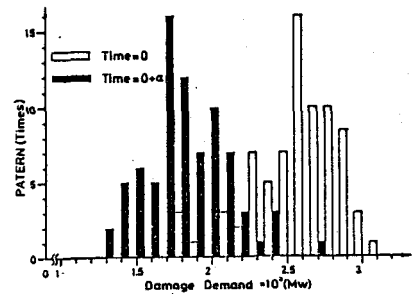


図1. 系統切替前、及び切替後の停電量

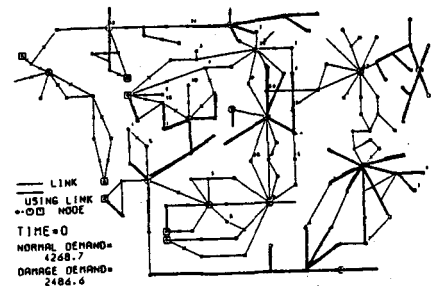


図2. 震災直後のモデルネットワーク

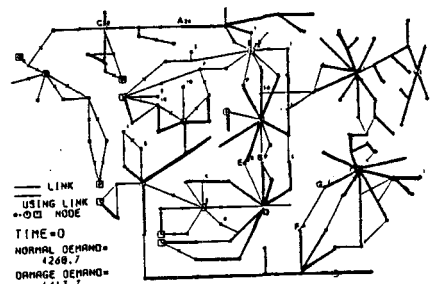


図3. 系統切替後のモデルネットワーク

Yoshikazu YAMADA, Shigeru NODA, Masashi NISIMORI

きく寄与していることがわかる。

3. 種々の復旧戦略による復旧過程の相違 ここでは、標準的な被害ケースに関する復旧過程を示す。図4は、一つの復旧戦略を採用したときの変電所の被災要素の復旧過程と停電の解消過程を、図5は送電線の被災要素の復旧過程と停電の解消過程を示している。これより、停電の解消は、変電所の修理よりも送電線の修理により左右されることがわかる。復旧完了には3～4日を要している。この結果は宮城県沖地震の例と比べると、おおむね妥当であろうと考えられる。図6には、被災変電所の復旧優先順位の相違による復旧過程の違いを示す。TYPE 1は電力消費量の多い変電所より、TYPE 2は需要家数の多い変電所より、TYPE 3は被害の大きい変電所より、TYPE 4は都心部より同心円状に周辺部の変電所へ、TYPE 5は上位変電所より、TYPE 6は被害の小さい変電所より復旧を行う戦略である。各々の戦略により復旧過程は異なっている。この被害ケースにおいては、初期段階においてはTYPE 1の後半部においてはTYPE 3の方針を採用すると、より早く復旧している。しかし、これは一例であるため、他の被害状態に対しては異った戦略が有効となる可能性があるかもしれない。次に、復旧人員の復旧初期段階での集合状況の差による停電の解消過程の相違について検討した。ただし、ここでは復旧にあたり、人員は各種の技術者で構成された班単位で行動するものと考えた。図7は、4タイプの集合状況の相違による復旧過程の違いを示したものである。TYPE 1は一度に、TYPE 2は二段階に、TYPE 3は上に凸の2次関数的に、TYPE 4は下に凸の二次関数的に、時間の経過とともに人が集ってくことを意味する。初期段階に人員をより多く集合させることが復旧をスムーズに行うためには不可欠であることがわかる。

4. 結言 電力供給システムの震後復旧においては初期段階での系統切替の操作が、大きな威力を発揮する。また被害状態に応じて復旧方針を決定すれば、停電の早期回復がある程度まで可能となることがわかった。

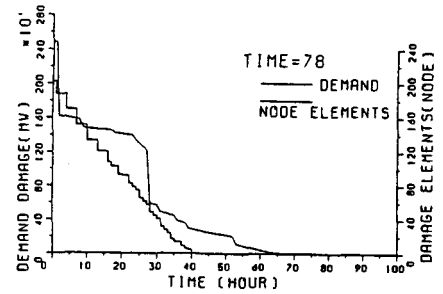


図4. 停電量と変電所の被災要素の復旧過程

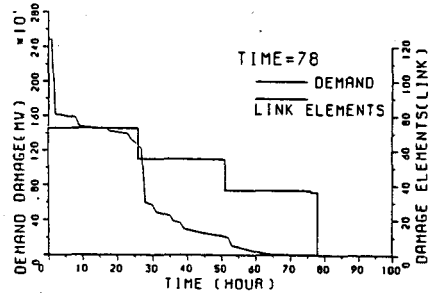


図5. 停電量と送電線変電所の被災要素の復旧過程

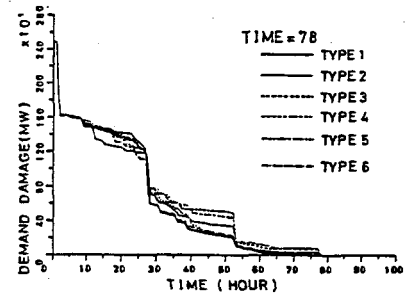


図6. 復旧戦略の相違による復旧過程

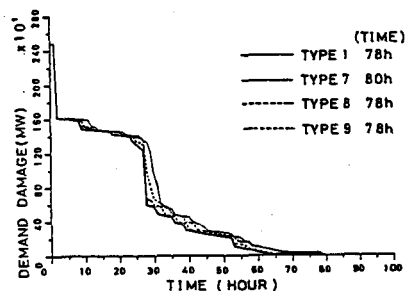


図7. 復旧人員の集合状況の相違による復旧過程