

## I - B435 費用便益分析による変電設備の耐震補強計画法

電力中央研究所 正会員 朱牟田善治  
電力中央研究所 石田 勝彦  
電力中央研究所 正会員 当麻 純一

### 1. はじめに

現行の変電設備の耐震設計規準は日本電気協会の指針(1980)によっており、最近の大地震においてもその妥当性が確認されている。しかし、旧規準設計の設備において、大きな被害が生じたことから、全国の主要変電機器(170kV超過)について、順次、現行規準への改修が実施されている状況にある。

本研究は、今後これらの実務に資するため、変電設備の耐震補強コストと地震時の損失コストの関係を定量的に評価する費用便益モデルを開発し、費用便益の観点から変電設備の耐震補強計画を検討できる手法を開発することを目的とした。

### 2. 手法の概要

図-1は、想定地震に対して変電設備に耐震補強を行った場合の供給支障電力期待値(Expected Power Loss)、耐震補強コスト(Retrofit Cost)および損失コスト(Company Loss)との一般的な関係を示す。本研究では、Retrofit CostとCompany Lossの評価モデルを構築し、設備計画者のニーズに応じた耐震補強計画を図-1の概念に基づいて定量的に検討できる手法を提案する。本手法は、図-2に示すように、3つのステップよりなる。第1ステップは、機器の脆弱性と地盤の地震危険度の確率密度関数に基づき、対象とする各機器の想定地震に対する被害確率を求める。第2ステップは、第1ステップで求めた機器ごとの地震被害確率に基づき、筆者らが開発した手法<sup>1)</sup>を用いて系統全体での地震時供給信頼性(供給支障電力期待値)を評価する。第3ステップは、Retrofit CostとCompany Lossの費用総額期待値(Total Cost)を耐震補強の各レベルに応じて算定する。最終的に、Total Costが最小となる補強計画を策定するなど、設備計画者の意志決定を支援する定量的なデータを提供する。

### 3. 実在系統への適用

開発した手法を北海道釧路地方における実在2次系統(釧路系統と略称する)に適用し、1993年釧路沖地震を想定地震とした断路器および遮断器を対象とする耐震補強計画について検討した。なお、本研究では個々の変電機器への補強工法の選択方法については言及しないが、ある一定の補強工法を選択した場合における補強前後の機器耐力の確率密度関数を設定している。

#### (1) 断路器を対象とする耐震補強計画の検討

図-3は、釧路系統の474個の断路器を対象とした費用便益分析を行った結果を示す。図-3は、1)全補強対象機器数(474個)に対して、34.2%(162個)の機器を補強した状態で、Retrofit CostとCompany Lossの総和が最小となる状態となること、2)全補強対象断路器数の52.4%(250個)にあたる断路器を耐震補強すれば、供給支障電力期待値を0とすることができることを示している。

#### (2) 遮断器を対象とする実際の耐震補強計画の検証

図-4は、釧路系統の53個の油遮断器を対象として実際に行われた耐震補強を開発したモデルに基づき、費用便益分析した結果を示す。図-4は、1)実施された補強により、全く補強しない状態に対してCompany

キーワード：費用便益分析、耐震補強、変電機器、電力システム、ライフライン

〒270-11 千葉県我孫子市我孫子 1646 TEL: 0471-82-1181 FAX: 0471-84-2941

Loss を 5.0% (=7.41/149.15 百万円) にまで抑えることができること、2)逆に、全補強対象遮断器数に対して約 81% (43 個) の補強で系統の供給支障電力期待値は最小となることを示している。

#### 4. まとめ

本研究では、変電設備の耐震補強問題を費用便益的な観点から分析できるコスト評価モデルを構築した。提案したコスト評価モデルを北海道釧路地方における2次系統に適用し、1993年釧路沖地震を想定地震として、断路器および遮断器を対象とする費用便益分析を行った。その結果、旧規準による機器を現行の規準に準拠するように補強する場合、Total Costの最小化や供給信頼性の向上という観点から最適な計画が存在することをケーススタディの結果により定量的に示した。

#### 参考文献

- 1) 朱牟田善治, 竹中清, 桃井直美, 石田勝彦: 地震時における電力基幹系統の信頼性評価法, 土木学会論文集, No.549/I-30, pp.243-253, 1995.1.
- 2) 朱牟田善治, 桃井直美, 石田勝彦: 地震時における電力二次系統の信頼性評価法, 土木学会論文集, No.549/I-37, pp.249-260, 1996.10.

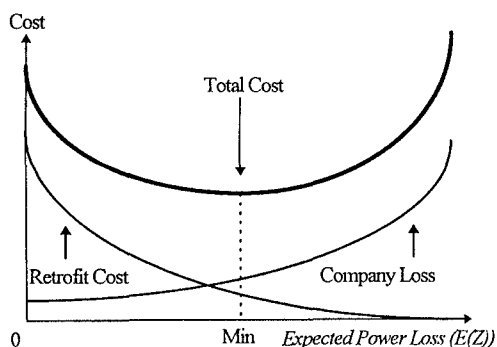


図-1 想定地震に対する耐震補強コスト (Retrofit Cost) と損失コスト (Company Loss) のトレードオフの関係

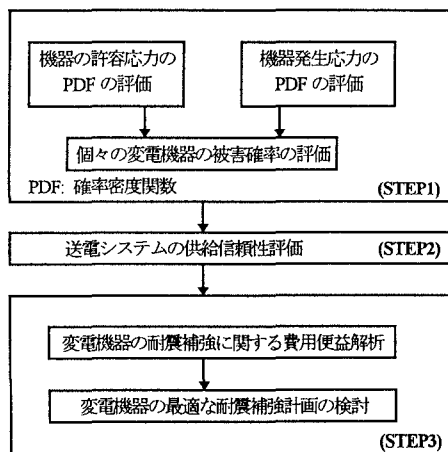


図-2 変電設備の耐震補強計画法の解析フロー

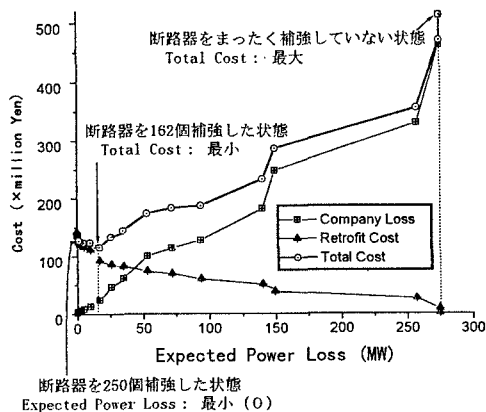


図-3 釧路系統の断路器 (474 個) を対象とした費用便益分析

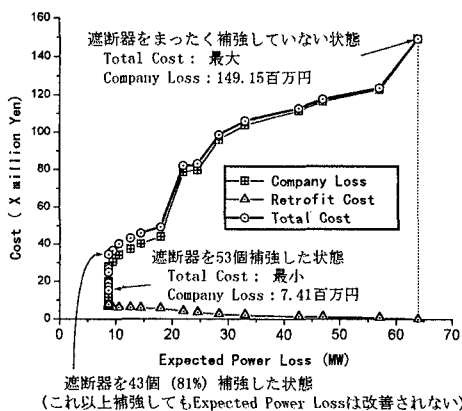


図-4 釧路系統の遮断器 (53 個) を対象とした費用便益分析