

企業における地震時対策機能の実効性に関する検討

¹ 大津宏康・² 大矢敏雄・³ 水谷守・³ 鶴沢哲史

¹ 正会員 工博 大成建設土木設計計画部 (〒163 東京都新宿区西新宿 1-25-1)

² 正会員 工修 大成建設土木設計計画部 (〒163 東京都新宿区西新宿 1-25-1)

³ 正会員 工修 篠塚研究所 (〒163 東京都新宿区新宿 6-24-4)

本研究の目的は、企業における地震後の復旧対策の実効性を検証する上で、①本社・支店間の通信機能の信頼性、②地震後の意思決定システムの実効性について検討を加えるものである。この内、本社・支店間の通信機能の信頼性については、本社と各支店との通信ネットワークで、地震後に何カ所の支店が本社と通信可能であるかの確率により判定するものと仮定する。また、地震後の意思決定システムの実効性については、地震発生直後の対策組織での重要な意思決定は、役員のみによってなされるものと仮定する。この仮定の下で、意思決定システムの実効性は、通信ネットワークが形成されている本社および各支店に、それぞれ幾人の役員が集合可能であるかの期待値に基づき判定するものとする。

Key Words : Risk management, Network, Probabilistic approach, Event tree, Fault tree

1. はじめに

1995年1月に発生した兵庫県南部地震を教訓として、企業が地震発生後に、その機能をいかに迅速に回復するかについての危機管理体制の立案が重要な課題と成ってきている。一般に、民間企業では、地震に代表される大規模災害に対して、例えば本社に対策本部を設置し、各防災対策チームが発足する等の対応策を事前に規定した防災対策マニュアルが設定されている。しかし、兵庫県南部地震で得られた知見では、各民間企業で作成されていた防災対策マニュアルが、事前のシナリオのように効果的に機能した例は少ないと報告されている。

ここで、企業の危機管理として、地震発生後から求められる要素は、図-1に示すように時間とともに変化することが推定される。すなわち、企業として地震発生直後(HourPhase)に必要な事項は、本社・支店の被害状況の把握および社員の安否確認となる。そして、企業の防災対策組織が機能し始めるのには、1日から数日を要すると推定される。

このような観点から、本研究ではある民間企業の防災対策マニュアルを参照し、図-1に示すDayPhaseに限定して、防災対策組織の実効性について検証する。ここで、DayPhaseでの防災対策組織が有効に機能するために必要な事項は、情報の収集・伝達および意思決定システムの確立であると仮定する。このため、本研究で具体的に

対象とする対策組織の実効性を検証する内容は、以下の2項目に限定する。

- 1) 本社・支店間の通信機能の信頼性
- 2) 地震後の意思決定システムの実効性

上記の項目の内、本社・支店間の通信機能の信頼性については、地震リスクマネジメント(SRM)手法¹⁾、2)を援用し、本社・支店間の通信機能(デジタル専用回線)のネットワークを対象として本社・支店間での地震後の復旧対策の実効性について検証するものである。なお、通信方法としては、一般電話・業務用無線等も挙げられるが、この検討では対策本部が大量の情報伝達を行う方法として、デジタル専用回線が最も適当であると判断した。そして、具体的な本社と各支店との通信ネットワークの実効性については、地震後に何カ所の支店が本社と通信可能であるかの確率により判定するものとした。

次に、地震後の意思決定システムの実効性については、地震発生直後の対策組織での重要な意思決定は、役員のみによってなされるものと仮定する。この仮定の下で、意思決定システムの実効性は、通信ネットワークが形成されている本社および各支店に、それぞれ幾人の役員が集合可能であるかの期待値に基づき判定するものとした。

2. 通信機能の信頼性

本検討で対象とする通信ネットワークは、図-2に

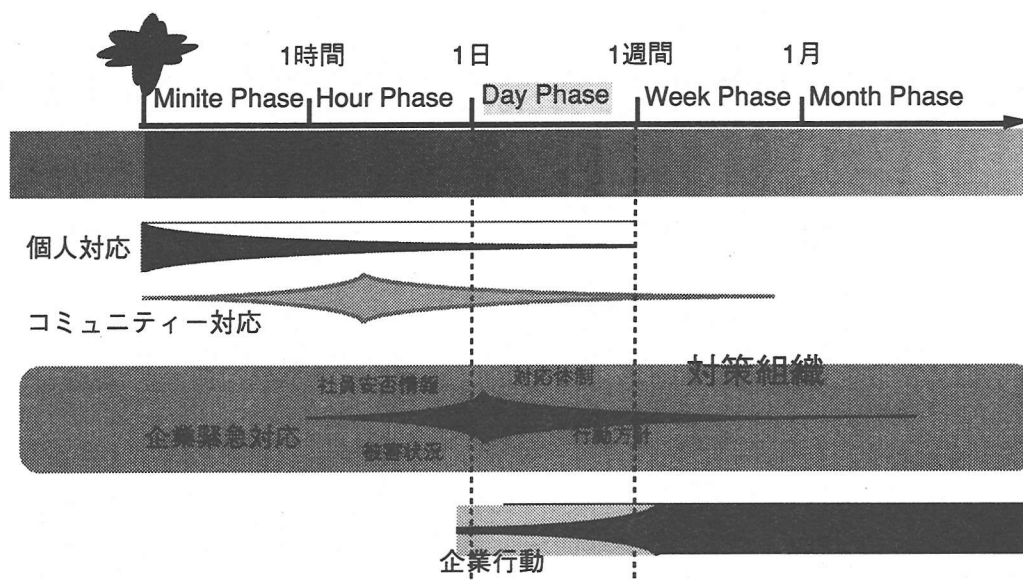


図-1 大地震対応の時間的な変化

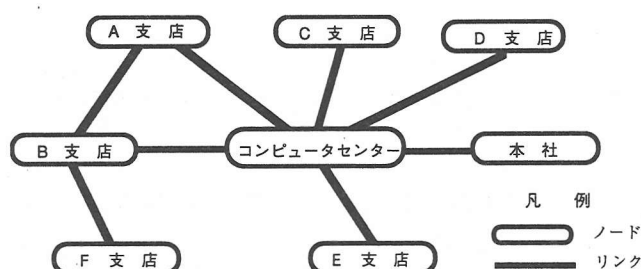


図-2 通信回線ネットワーク

示すある企業での現状での本社および支店間のデジタル専用回線の通信網とする。なお、同図に示す通信ネットワークの特徴は、コンピュータセンターを中心とした一極集中の放射状のネットワークにおいて、本社およびA支店からE支店が1階層の拠点、F支店のみが2階層の拠点となっていることである。また、このネットワークは、A支店・B支店・コンピュータセンターの3施設間を除いて冗長性のない構造となっている。

(1) 通信ネットワークのモデル化

通信ネットワークの健全度を検討するためのモデル化として、本社・各支店をノードと称し、そして各ノード間を接続する回線をリンクと称する。通常、ネットワークの健全度について検討する場合には、ここでのリンクの強さのみに着目することが一般的である。例えば、リンクが二回線である場合には、その冗長性から破損の危険性は小さいと判断される。しかし、通信ネットワー

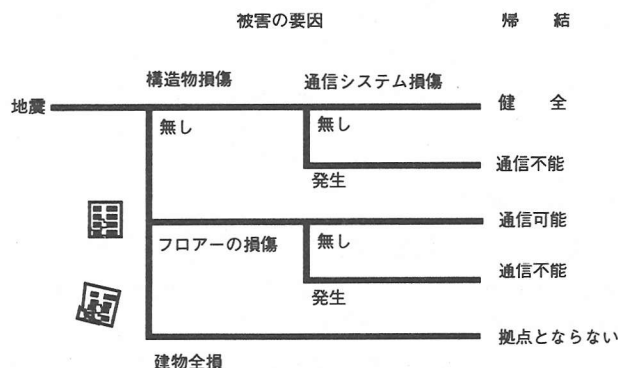


図-3 各ノードでのイベントツリー

クの健全度を検討するためには、リンクの強さに加えて、ここでのいうノード自体の通信機能の喪失についても検討を加えることが必要である。したがって、最終的には各ノードおよび各リンクの損傷確率を算定することで、現状の通信ネットワークの健全度を定量化される。

本検討では、各ノード毎での損傷シナリオは、イベントツリー (ET) を用いて図-3に示すように展開される。同図に示すように、各ノードで想定される被害要因としては、構造物損傷・通信システム損傷を想定した。そして、ETに示した各種被害想定結果として、最終的には各ノードでの通信機能のみに着目すると、その損傷モードは健全・通信不能の2種類の帰結となる。

なお、ETに示した構造物損傷に関する生起確率は、一般的な耐震解析に基づき設定される。また、通信システム損傷に関する生起確率は、以下に示す通信機能に関する被害要因の分析結果に基づき設定される。

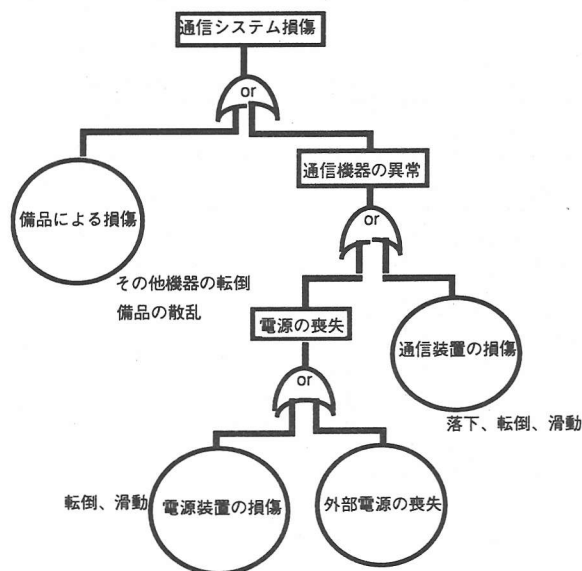


図4 通信システム損傷評価のフォールトツリー

(2) ウォークダウン（現地調査）に基づく通信機能に関する被害要因の抽出

ウォークダウン（現地調査）に基づく通信機能に関して損傷が生じる被害要因を抽出した結果は、以下のよう
に要約される。

- 1) 通信機能
 - ・機器の落下、転倒による損傷
 - ・冗長性にない直列な通信機器のシステム構成
- 2) 通信ルーム
 - ・備品の散乱
 - ・備品の落下、転倒による損傷
 - ・空調機、スプリンクラーによる水濡れ被害
- 3) 電源・メンテナンス
 - ・外部電源の喪失
 - ・非常用電源の喪失
 - ・システム再起動の失敗

上記の各要因を考慮し、図4に示すフォールトツリー（FT）に基づき、各ノードの通信機能が喪失する確率を算定することが可能となる。

(3) 検討結果

本検討では、図2に示す本社を含む各支店間の通信ネットワークの健全性を定量的に評価するために、ウォークダウン結果を踏まえて、試算として各ノードの通信可能確率および通信機能が損傷する確率をそれぞれ0.5と設定した。なお、ノードを連結するリンクについては、今回の検討では、常に健全性が保たれるものと仮定した。

上記の設定に基づく、本社と通信可能な支店数についての算定結果を図5に示す。同図に示すように、通常の災害対策マニュアルで想定されているように、本社と全

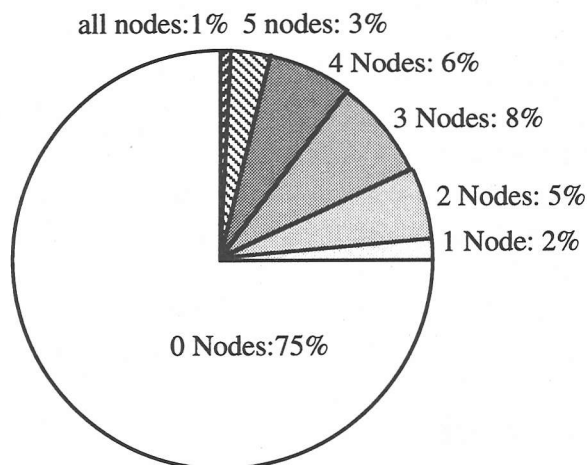


図5 本社と通信可能なノード数の発生確率

支店と通信可能となる確率は1%以下という結果となる。逆に、本社がいずれの支店とも通信が不能となり孤立する確率は、75%という結果となる。しかも、上記の結果は、リンクの損傷を考慮していないため、現実には本社と各支店が通信可能となる確率は、図5に示す数値よりも低くなると推定される。

また、上記の算定結果は、本社を始めとしてすべてのノードでの通信可能確率を一定値に設定しているため、現状のネットワーク自体の健全性の評価とも解釈される。このため、現状のコンピューターセンターを拠点として放射状に伸びる通信ネットワークは、冗長性に乏しく本質的に脆弱なシステムであると判断される。

以上の本社・支店間の通信ネットワークの健全性について、SRM手法を援用した定量的な検討結果より、検討対象とした専用デジタル回線の通信ネットワークの信頼性は極めて乏しいため、早急に通信ネットワークを再構築するための検討が必要であることが明らかとなった。

3. 意思決定システムの実効性

地震後の意思決定システムの実効性については、地震発生直後の対策組織での重要な意思決定は、役員のみによってなされるものと仮定する。この仮定の下で、意思決定システムの実効性は、図2に示す通信ネットワークが形成されている本社および各支店に、それぞれ幾人の役員が集合可能であるかの期待値に基づき判定するものとする。

(1) 検討条件

意思決定システムの実効性に関する検討条件を、以下のように設定した。

1) 人材の選定

地震時に評価・判断を行う権限を有するのは、暫定的

に役員のみ限定する。

2) 集合可能性

基本的には業務時間外を想定し、集合可能性は、役員の住居から最寄りの本支店までの距離に基づくものとして、暫定的に以下のように設定した。

- ① 直線距離で 10 km 以下の場合；0.50
- ② 直線距離で 20 km 以下の場合；0.25

3) 適切性

期待値として算定される集合可能な役員の数が、2 名以上の場合にのみ、適切な判断が得られるものとする。

(2) 検討結果

(1) に示した条件に基づき算定された、本社および関東圏の各支店毎の、役員の集合可能人数についての算定結果を表-1 に示す。同表に示すように、役員の集合期待値に基づき、適切な判断が行われると推定される拠点は、本社・コンピューターセンター・B支店・F支店の4ヶ所となる。ただし、ここでの検討は、各拠点からの直線距離のみで評価しているため、B支店・F支店の2ヶ所に集合可能な役員は、本社・コンピューターセンターと重複して評価されている。このため、実質的に役員が集合し、適切な判断が行われる拠点は本社・コンピューターセンターの2ヶ所となることが推定される。

ここで、2.の通信機能の信頼性に関する検討結果結果に示したように、地震時の通信ネットワークの信頼性が乏しいため、本社に設置される対策本部は防災マニュアルに定められているように機能しない可能性が高い。これに対して、実質的に役員が集合し、適切な判断が行われる拠点は本社・コンピューターセンターの2ヶ所となるため、各支店での判断機能に支障を来す可能性が高いことが明らかとなった。

表-1 集合可能性の評価結果

拠 点	集合可能人数	判断機能
本 社	11	Yes
コンピューターセンター	11	Yes
B支店	3	Yes
F支店	3	Yes
E支店	1	No
C支店	1	No
D支店	0	No

4. まとめ

本研究では、民間企業を対象とした Day Phaseでの防災対策組織が有効に機能するために必要な事項は、情報の収集・伝達および意思決定システムの確立であると仮定し、その地震時対策機能の Day Phaseでの実効性を評価する手法について示した。

この結果、本研究で適用したSRM手法を援用した評価方法は、企業の地震時対策機能を実効性を定量的に評価する上で、有効な手法となることを明らかにした。

参考文献

1) Mizutani, M., "Basic Methodology of a Seismic Risk Management (SRM) Procedures", ICOSSAR'97, 1997.

2) H. Ohtsu, Kamemura, K., Mizutani, M. and Uzawa, T.: A study on efficiency of earthquake disaster response team in a private company, ICOSSAR'97,1997.