

サプライチェーンを考慮した地震時の復旧時間推定手法

大林組 技術研究所 正会員 ○副島 紀代
東京大学 生産技術研究所 正会員 目黒 公郎

1. はじめに

近年、国内外で地震や災害などに対する事業継続マネジメント(BCM)が注目されている。著者らは、より効果的な地震時の BCM の実現を目的として、既往の地震被害予測手法を活用した復旧時間の定量化手法を提案した¹⁾。ここではさらに、提案した手法において、サプライチェーンの被災による影響を考慮する手法について述べる。

2. サプライチェーンを考慮した復旧時間推定

サプライチェーンとは、供給者から消費者までを結ぶ開発・調達・製造・配送・販売の一連の業務のつながりのこと²⁾を指す。特に、複数の部品を順次組み立てて製品を完成する「アセンブリ方式」と呼ばれる生産方式³⁾では、通常、主要部品の多くが外部の工場や協力会社(サプライヤー)から供給されるため、複雑なサプライチェーンを構成しており、サプライチェーン途絶の影響が広範囲に波及する。また、「カンバン方式」などに見られる在庫を極力少なくする管理手法の普及で、サプライチェーンがスリム化されると同時に冗長性が低くなり、事業継続に対する脆弱性を高めているという指摘もある⁴⁾。

そこで、このような特徴を鑑み、自社の被害予測だけでは地震時の復旧時間が適切に把握できない場合、図-1 に示す手順でサプライチェーンによる影響を考慮して復旧時間を推定することを試みた。

(1) 工場の被害予測とアローダイアグラムの作成

まず最初のステップとして、工場における重要業務を特定し、そのプロセスをアローダイアグラムで表現する。そして、被災した場合に重要業務に影響すると想定される自社施設の被害予測を行うとともに、復旧作業を加えた地震時のアローダイアグラムを作成する。このとき、部品調達の遅延が反映されるように復旧作業を設定するのがポイントである。手順の詳細については参考文献¹⁾を参照されたい。

(2) サプライチェーンの被害予測

次に、サプライチェーンの被害予測を行う。しかし、個々のサプライヤーについて詳細な被害予測を行うことは現実的ではない。そこで、図-2 に示すように、想定地震に対する広域的な被害想定から、自社とサプライヤーとの位置関係により簡易的に影響を把握することを考える。この例の場合、対象とする工場と近隣のサプライヤーは震度4以下のエリアに位置し、事業継続に影響する直接的な被害は受けないと予測されるが、いくつかのサプライヤー(図の部品c,d,e)は想定震度の大きな地域に立地し、施設や輸送経路が被害を受けそうなことがわかる。

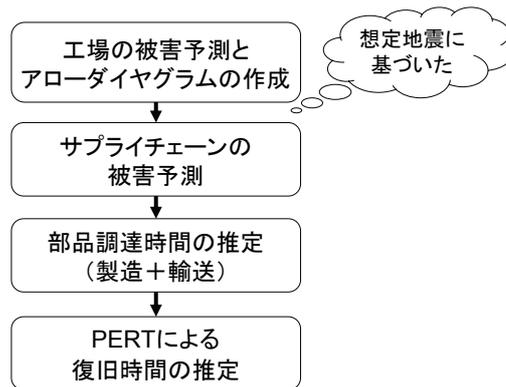


図-1 サプライチェーンを考慮した復旧時間推定フロー

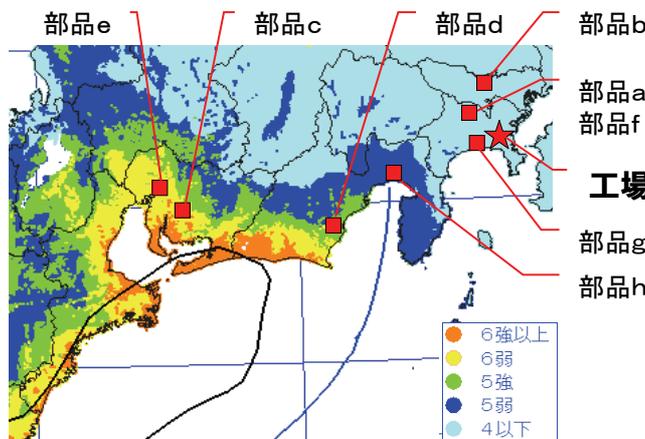


図-2 想定地震に対するサプライチェーンの被害予測例 (内閣府中央防災会議資料に加筆)

キーワード 事業継続, BCM・BCP, 被害予測, PERT/CPM, 復旧時間

連絡先 〒204-8558 東京都清瀬市下清戸 4-640 (株)大林組技術研究所 構造技術研究部 TEL 042-495-1013

(3) 部品調達時間の推定

自社ならびに周辺の被災程度が小さい場合、全体の復旧時間に大きな影響を与える復旧工程は部品調達となる。そこで図-3のアローダイアグラムに示すように、部品調達工程を「A:復旧・部品製造」(0→1)、「B:輸送路復旧」(0→2)、および「C:輸送」(1→3)の3つの工程に分割して考える。2→1の破線矢印は、A、B両方の作業が完了しなければCの作業が開始できない(=復旧・部品製造と輸送路の復旧が完了しなければ、輸送ができない)ことを意味している。

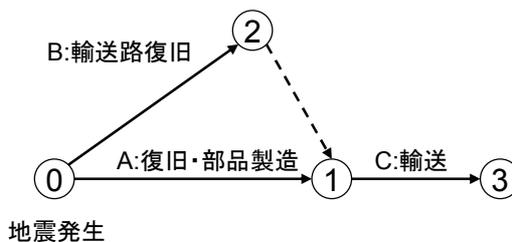


図-3 部品調達工程のアローダイアグラム

そこで、図-2の例において、サプライヤーの立地地点の想定震度や輸送路の最大震度から推定した部品調達時間を表-1に示す。ここではサプライチェーンの被害予測の精度を鑑み、楽観的に見積もった場合(min)と、悲観的に見積もった場合(max)について評価し、幅を持った見積もりで示している。

表-1 サプライヤーからの部品調達時間の推定例

作業記号	関連部品	部品工場の震度	輸送路の最大震度	部品製造		輸送路復旧		部品輸送		トータル	
				min	max	min	max	min	max	min	max
X7	部品aの調達	4	4	0	0	0	0	2	4	2	4
X8	部品bの調達	4	4	0	0	0	0	2	4	2	4
X9	部品cの調達	6弱 or 6強	6強	24	336	72	168	8	16	80	352
X10	部品dの調達	5強	5強	6	24	0	3	4	10	10	34
X11	部品eの調達	6弱	6強	24	72	72	168	10	20	82	188
X12	部品fの調達	4	4	0	0	0	0	1	3	1	3
X13	部品gの調達	4	4	0	0	0	0	1	3	1	3
X14	部品bの調達	4	4	0	0	0	0	2	4	2	4
X15	部品hの調達	5弱	5弱	3	12	0	0	3	7	6	19

(4) PERTによる復旧時間の推定

最後に、(1)で作成したアローダイアグラムの復旧作業時間に、(3)で推定した部品調達時間を当てはめてPERTによる計算を行う。その結果、楽観的推定に基づいたケースでは、復旧所要時間は85.2時間(約3.5日間)となった。一方、悲観的推定に基づいたケースでは、復旧所要時間は356.2時間(約2週間)という結果となった。なお、この結果が目標復旧時間を満たさない場合は何らかの対策が必要となるが、このケースでは自社の施設を補強しても効果がないため、在庫の確保や調達先の変更・増強などといった代替手段を選択する必要がある。

れる部品調達時間に着目し、部品調達工程を3つの工程に分割して考え、部品工場ならびに輸送経路の地震被害予測からそれぞれの所要時間を推定した。その結果得られた部品調達時間を復旧工程の所要時間とすることで、サプライチェーンの影響を考慮した復旧時間を推定できることを示した。さらに、最大値(=悲観的)、最小値(=楽観的)を用いて幅を持たせることで、より現実的な復旧時間推定結果を提示できることを示した。

ここではより単純化したモデルとして、自社工場に直接被害がないケースについて考えたが、自社工場も被害を受ける場合には、それぞれの復旧工程に自社施設の復旧作業も追加していけばよい。また、実際には部品工場に材料を供給する別のサプライヤーがあり、サプライチェーンが階層構造となっている。どこまでを取り込んでいくかは別途議論が必要であるが、同様の手順でさらに各工程をブレイクダウンしていけばより上流の影響まで表現できると考えられる。

企業の事業継続を考える上で、サプライチェーンの存在は欠かせないものであり、事業継続計画(BCP)の実効性を向上させるためにも、サプライチェーンによる影響の適切な把握が重要である。

3. まとめ

参考文献

PERT/CPMを用いた復旧時間の定量化手法を用いて、サプライチェーンの被災による影響を考慮する手法を検討した。ここでは特に影響が大きいと思わ

1) 副島紀代, 目黒公郎: 地震時の事業継続影響度の定量的評価手法に関する研究, 土木学会第63回年次学術講演会, 2008.9, 2) 内閣府 防災担当: 事業継続ガイドライン 第一版, 2005.8, p.28, 3) 東京海上日動リスクコンサルティング株式会社(編): 実践 事業継続マネジメント, 同文館出版, 2006.12, pp.144-145, 4) Yossi Sheffi(著)/渡辺研司・黄野吉博(監訳), 企業のレジリエンシーと事業継続マネジメント, 日刊工業新聞社, 2007.2, pp.97-100