

IV-29

実データに基づく因果関係を考慮した道路事業リスク定量化分析

東北大学 学生会員 ○小谷 一仁
 東北大学 正会員 佐藤 有希也
 東北大学 フェロー 宮本 和明

1. はじめに

現在、我が国の社会資本整備は、その事業費、事業期間ともに経験をもとに計画が行われている部分が多分にあり、事業を阻害する不測の事態に関してどの程度考慮しているのかわからない。そのため、実際建設してみると事業費が予算を大幅に超える、計画期間内に全面供用を迎えられないといった事態になるケースが少なくない。これは社会資本整備事業におけるリスクという概念の欠如によるところが大きい。近年、多くの分野でリスク概念が導入されている。今後、社会資本整備事業において、情報に基づいた計画、管理を行うために、このリスク概念を導入し、不確実な状態を事前に把握し、マネジメントすることによって社会的損失を最小化し、事業をより効率的なものにする必要がある。本研究は、実際のデータを用いて、道路事業において何がリスクなのか特定し、そのリスクがどのような影響を与えるのかを分析し、その影響を定量化することを目的とする。それにより、道路事業にリスクという概念が導入され、しっかりと事業管理ができるようになることを成果として期待する。

2. 本研究におけるリスク

リスクに関して、1つの決まった定義というものではなく、何をリスクとして捉えるかは、その主体である各個人、各組織によって異なる。本研究では、まず、事業の目標を計画事業費、計画事業期間での事業達成と考え、その目標達成を阻害する、つまり、当初計画していた事業費、事業期間に影響を与える事象をリスクと定義する。さらに、そのリスクを本研究では3要素に分けて捉える。まず、実際に事業費、事業期間に影響を与える事象、直接的原因を「イベント」、次に、イベントを発生させる原因、潜在的原因を「要因」、そして、イベントによって事業に与えられる結果を「影響」とする。この3要素が図1のように連鎖しているものとしてリスクを把握する。ある要因によって一定の確率を持ってイベントが発生し、それにより何らか

の影響が生じる。このような3要素の複雑な連鎖を正確に把握することによって道路事業におけるリスクを適切に捉えることが可能になる。

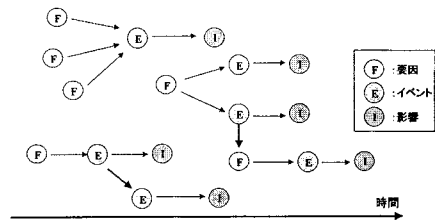


図1 リスク構造

3. 使用データ

本研究で使用するデータは、実際の道路事業に関するデータで、全国のバイパス事業を対象とし、事業単位はすべて事業認可工区で、収集したデータは全部で142工区である。収集した事業情報としては、

- ① 事業費、計画（事業化時点での概数）と実績
- ② 事業期間、計画（事業化時点での概数）と実績
- ③ 対応に苦慮したイベントの種類、その要因と規模および影響、対応策

の3点である。③に関して、一般に最も把握が容易な「イベント」を中心にその要因と影響について回答する形式とした。

4. リスク定量化分析

本研究では、各イベントの要因ごとにリスクを分け、要因⇒イベント⇒影響、の組合せで一つのリスクとして捉えたかったのだが、データの数が不十分であったため、要因ごとに分けると各リスクの発生件数が非常に小さくなってしまった。そのため、リスクを要因ごとではなくイベントごとに捉えることにする。また、本研究ではリスクを、建設段階、管理中に分けて分析を行った。また、影響に関して、期間への影響と事業費への影響の二つを独立に分析した。ここでは紙面の都合上、建設段階のリスクの期間への影響の分析結果について説明する。各イベントの内容を表1に示す。

まず、各リスクの発生確率と影響について分析する。

各イベントへの記入件数、つまり発生件数を、対象とする全工区数で除すことによってそのイベントの発生確率とする。続いて各イベントの影響の、平均、標準偏差などを算出し、その確率分布に最も適した分布形を当てはめる。各リスクの分析結果の一部として、一番代表的なリスクである「用地交渉の難航（Ⅲ-1）」の影響の分布形を図2に示す。発生確率は、58%，影響の平均は、0.57年、標準偏差は、2.40年となった。

表1 イベント内容（建設段階）

イベント	事業段階	イベント内容
I-1	測量・設計	ルート変更による作業のやり直し
I-2		構造変更による作業のやり直し
II-1	設計協議	環境対策に関する協議
II-2		ルート・構造に関する地元協議
II-3		関係機関との調整
II-4		新たな開発計画に関する協議
II-5		自然環境に関する協議
II-6		埋蔵文化財に関する協議
III-1	用地買収	用地交渉の難航
III-2		予算措置の変化
III-3		社会状況の変化
IV-1	工事	周辺地域への対応
IV-2		予期せぬ地質条件変化への対応
IV-3		地下埋設物への対応
IV-4		近隣構造物への対応
IV-5		事故への対応
IV-6		自然災害への対応
IV-7		関係機関への対応
IV-8		予算措置変更への対応
IV-9		法令等変更への対応
IV-10		社会状況の変化

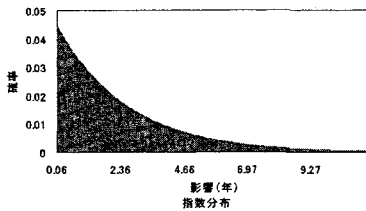


図2 影響の確率分布

ここで、発生確率と影響の大きさから各リスクの危険度をランキングし、すべてのリスクの発生確率、影響、危険度をまとめリスク台帳を作成した。

最後にケーススタディとして、事業の工程を図3のように仮定し、各事業段階のリスクを考慮しない計画期間を設定し、各事業段階に起こりうるリスクを各工程に割り振る。測量設計段階リスクはC、設計協議段階リスクはD、用地買収段階リスクはL、M、工事段階リスクはN、Oに割り振る。ただし、II-6はH、IV-3はJとする。そして、工程計画を援用し、モンテカルロシミュレーションによって、リスクを考慮した場合の総事業期間の定量化を行った。シミュレーシ

ョンにおけるある1回の試行時の日程計算表を表3に示す。シミュレーション結果から、事業が計画期間10.5年以内で行える確率は8.3%で、80%の確率で17年以内に終わられる、また、工程Mが31%の確率でクリティカルパスになる、など様々な情報を把握することができる。

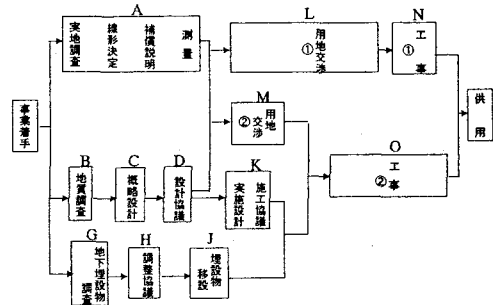


図3 事業の流れ

表3 工程計画日程計算表

作業	先行作業	作業期間	最早開始	最早終了	最遅開始	最遅終了	余裕
A	-	1.00	0.00	1.00	1.29	1.50	1.29
B	-	0.50	0.00	0.50	0.00	0.50	0.00
C	B	0.50	0.50	1.00	0.50	1.00	0.00
D	C	0.50	1.00	1.50	1.00	1.50	0.00
G	-	0.20	0.00	0.20	7.81	8.01	7.81
H	G	0.20	0.20	0.40	8.01	8.21	7.81
J	H	1.18	0.40	1.58	8.21	9.39	7.81
K	D	1.20	1.50	2.70	8.19	9.39	6.69
L	AD	7.89	1.50	9.39	1.50	9.39	0.00
M	AD	4.00	1.50	5.50	5.39	9.39	3.89
N	JKL	4.00	9.39	13.39	9.39	13.39	0.00
O	JKM	4.00	5.50	9.50	9.39	13.39	3.89

5. まとめ

この研究によって、初めて日本の道路事業におけるリスクを体系的に捉え、定量的に分析することができた。今後、今回のような調査を積み重ねていくことによってますます正確な分析が可能になり、適切な事業管理ができるようになるだろう。また、本研究の大きな目的の一つであったリスク間の因果関係に関しては、いくつかの関係を見つけることはできたが、データ数が少なかったためその相関の程度を決定できなかった。これは今後の大きな課題となるが、因果関係があることがわかったことによって今後それらを考慮する必要性を確認することができた。

<参考文献>

- 1)デビッド・ヴォーズ：入門リスク分析（長谷川専・堤盛人共訳）勁草書房、2003
- 2)Highways Agency: Value for Money Manual, HMSO, 1996