

建築プロジェクトにおける事業リスクとその定量化

古坂 勇三 ● 京都大学大学院工学研究科准教授
蔡 永漢 ● 台湾国立雲林科技大学助理教授

ふるさかしゅうぞう

1951年兵庫県生まれ／京都大学工学部建築学科
1974年卒業／建築生産／工学博士／日本コンストラクション・マネジメント協会会長（2001～2005）／主な著書「進化する建築保全」（共著・学芸出版社）、「建築生産ハンドブック」（編著・朝倉書店）／「日本建築学会奨励賞」（1990年）、「日本建築学会賞（論文）」（1999年）受賞

さい しゅうけつ

1961年台湾生まれ／台湾国立成功大学1984年卒業／建築生産／工学博士／「日本建築学会奨励賞」（2003年）受賞

1. はじめに

リスクとは日本語でいえば危険のことであり、心配事、不測の事態が起こること等をも含む概念と考えられる。しかし、一方で、意思決定論の世界では確実性、リスク、不確実性の3つの状態の中の1つとして定義される。すなわち、ある意思決定者がいくつかの取りうる戦略に対して、それぞれの戦略に対して起こりうる状態が1つしかないときを確実性、起こりうる様々な状態がわからない、あるいは状態はわかるがそれぞれの客観的な確率がわからないときを不確実性、その中間で、取りうる戦略に対して起こりうる客観的な確率がわかることをリスクとっている。簡単にいえば、リスクは期待値計算が可能ということになる。

さて、建築の世界でいうリスク、事業におけるリスクとは多くの場合前者を指している。しかし、建築プロジェクトでの事業性を検討しようとしたとき、将来起こりうる事象とその客観的な確率を可能な限り把握して、定量的な評価が出来ることは有効なことといえる。このような背景から、拙論では、建築プロジェクトの調達方式を題材に取り上げ、定量的な評価の方法を考える。すなわち、ある発注者が建築プロジェクトを実施しようとしたとき、そのプロジェクトを「設計と施工を分離」してやった方がいいのか、「工事も分離」か、「設計施工一括」か、「CM（Construction management）方式」を採用するか等を決定しなければならない。このような状況のとき、発注者は自らの能力、プロジェクトの性格等を考慮して決めるが、實際上、調達方式に関しては「それとなく」決まり、むしろ、特定の調達方式の中でそれを担当する者を発注者の自由裁量で、ある場合プロポーザル／入札等競争的に、またある場合特命で選定している。ここで問題にしようとしているのは、発注者が「それとなく」決めている調達方式をいかに定量的に決めるかである。

2. 事業リスク外部化の変遷

建築プロジェクトには企画、設計、施工、維持管理等さまざまなやるべきことがある。基本的にはこれらすべてを発注者自らが自らの責任でやらなければならない。そしてそこに生ずるさまざまなリスクも発注者自らが受け入れなければならない。これが原則である。しかし、発注者は通常建築に関して素人な

ので、自らやると事業に失敗したり、品質の確保できていない建物が出来上がってしまう。そこで、外部化できるものを順次外部化して自らのリスクを回避する方向に行動する。社会もその外部化に応えるべく法制度を整備したり、しくみ・資格を整えてきた。そして、各種の専門家、職能が育ってきたのである。また、こうすることによって、個別のリスクを回避し、全体のプロジェクトリスクの低減に努めてきた。この一連の流れを模式的に示すと図1～図5のとおりである。

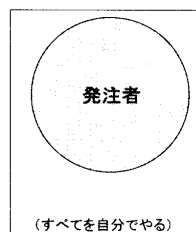


図1 外部化0

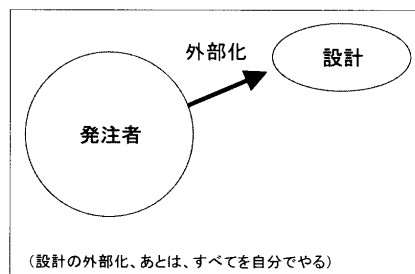


図2 外部化1

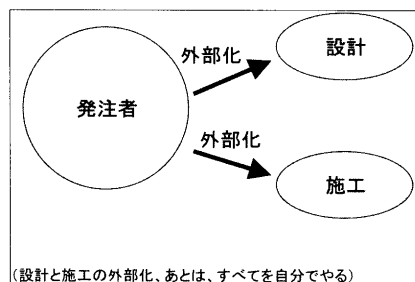


図3 外部化2

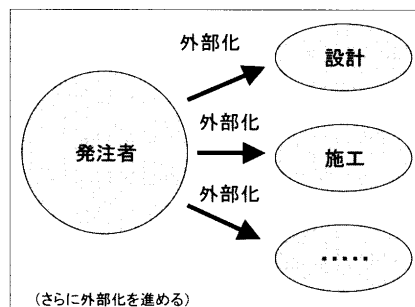


図4 外部化3

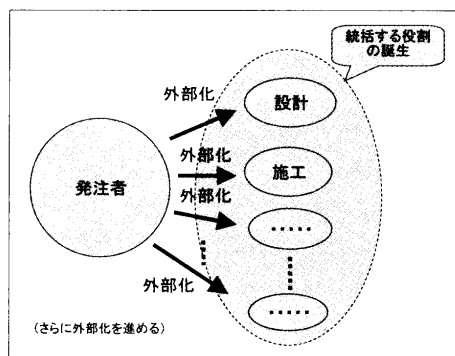


図5 外部化4

これら事業リスク外部化の歴史の中で、日本では技術・技能の高さと相互信頼に基づくプロジェクトの推進という日本のシステムに支えられて、品質確保と発注者満足度の高い建築物が造られてきた。この時点では、外部化した先の失敗等はさほど考えなかった。よもや、偽装事件が起こるなどは夢想だにできなかった。しかし、現実には、無知、無意識のみならず故意の事件すら起こっている¹⁾。建築プロジェクトにおいてもいよいよリスクの分担・回避を慎重に考えなければならない時代に入ったといえる。

3. リスク外部化の定量的分析方法

拙論では故障の木解析法（fault tree analysis：FTA）を応用したリスク外部化の定量的分析方法を検討する。（詳細は文献2参照）

3.1 定量的方法の手順

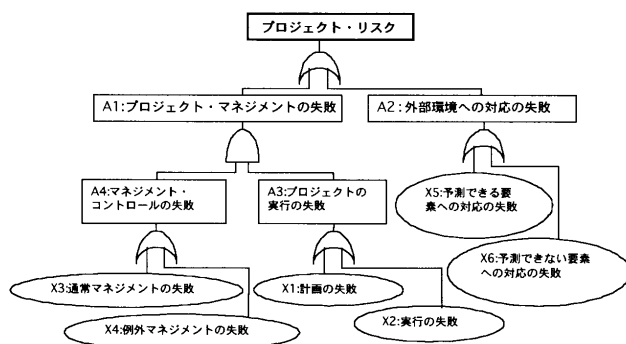


図6 プロジェクト・リスクの階層構造（RBS）

あるプロジェクトを想定し、そのプロジェクト・リスクの分析プロセスを以下の5つのステップから構成する。²⁾

ステップ1（プロジェクトのリスク・ブレイクダウン・ストラクチャー（RBS）のモデル化）：図6は文献サーベイをもとにプロジェクト・リスクを階層化した結果である^{3) 4) 5)}。プロジェクト・マネジメントの観点からみてプロジェクト・リスクの発生は2つの主要なリスク要素によるものとした。これらはプロジェクト・マネジメントの失敗（A1）と外部環境への対応の失敗（A2）であり、どちらかが発生すればプロジェクト・リスクは発生する。さらに、これらの要素を細分化して、リスクの階層化を行っている。

ステップ2（リスク発生基本原因とその発生確率の設定）：図6のX1からX6までを当該プロジェクトのリスク発生基本原因とし、発生確率の設定は、実態調査、インタビュー等で得た実プロジェクトのデータによってリスク分析を行う。

ステップ3（FTAによるプロジェクト・リスクの評価）：プロジェクト・リスクにおいて評価すべき項目は主として二つある。一つは式（1）に示すプロジェクト・リスクの発生確率（probability）の評価であり、他の一つは式（2）に示すリスク発生基本原因の確率重要度（probability importance）の評価である⁶⁾。

$$g(q) = \sum_{j=1}^k \prod_{i \in I_j} q_i \quad \dots\dots (1)$$

$$I_g(i) = g(1, q) - g(0, q) \quad \dots\dots (2)$$

ステップ4（リスク対策代替案の設定）：プロジェクトにおける調達の実態を考慮、また2004年版PMBOK³⁾の分類を参考に、ここではallocationの概念を加え、リスク対策としてcontingency planning（保険による予備計画）、mitigation（内部努力による低減）、allocation（一部を外部化）、deflection（すべてを外部化）の4つの方法を考える。さらに信頼性グラフ解析法（reliability graph analysis：RGA）における直列と並列の関係は、故障の木解析法（FTA）との双対構造であることに着目して、信頼性グラフ解析法（RGA）にこれらの対策と外部化先（C）を組み込むことによって計算可能とする方法を提案する（図7）。

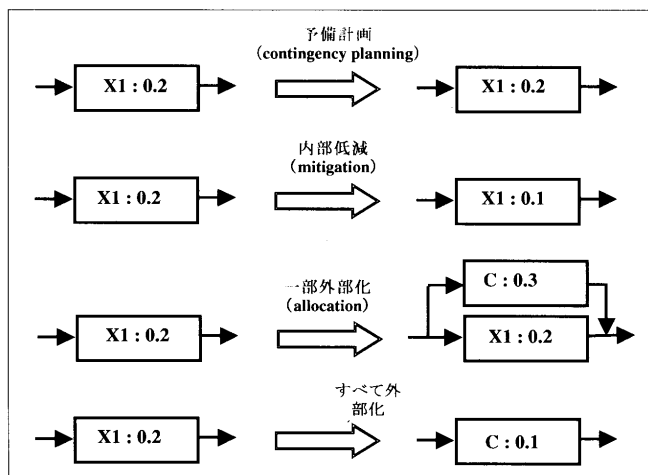
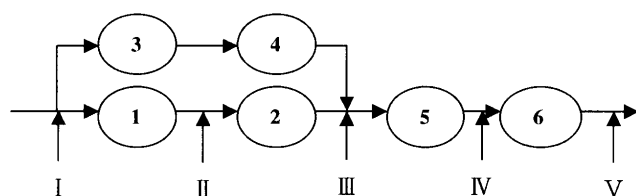


図7 リスク対策の信頼性グラフ解析法での意味

ステップ5（リスク対策の評価）：プロジェクト・リスクの発生確率の計算から、リスクの低減効果によって、採用したリスク対策を評価する。

3.2 試行実験

今、図8のようなプロジェクトを考える。実はこれが図6の双対構造である。すなわち、FTAのルールに従って書かれたRBSをRGAのルールで書き換えたものである。ここで検討することは、①～⑥のいずれをどのように組み合わせて外部化する



カテゴリー1：リスク発生基本原因を一つずつ外部化する
 タイプ2：Ⅰ～Ⅱ外部化、タイプ3：Ⅱ～Ⅲ外部化、
 タイプ4：Ⅲ～Ⅳ外部化、タイプ5：Ⅳ～Ⅴ外部化、
 カテゴリー2：リスク発生基本原因を2つずつ外部化する
 タイプ6：Ⅰ～Ⅲ外部化、タイプ7：Ⅱ～Ⅳ外部化、
 タイプ8：Ⅲ～Ⅴ外部化、
 カテゴリー3：リスク発生基本原因を3つずつ外部化する
 タイプ9：Ⅰ～Ⅳ外部化、タイプ10：Ⅱ～Ⅴ外部化、
 カテゴリー4：すべてのリスク発生基本原因を外部化する
 タイプ11：Ⅰ～Ⅴ外部化

図8 10タイプのリスク対策

かである。以下では簡単のために、図8に示す組み合わせで外部化することを考える。

さて、問題は図6に示すような失敗を避けるために発注者がどこからどこまでを外部化するかをリスク対策とみなして、それらのリスク対策がプロジェクト・リスクをどの程度低減することができるかを評価することである。リスク対策の取り方は先にも述べたように、図8に示す10タイプのリスク対策（配分）を考え、さらに図6の故障の木（FT）図をタイプ1にする。タイプ1はプロジェクトを発注者が直営することを意味している。都合11タイプのリスク対策について、プロジェクト・リスク発生確率を表1のように与え、計算を行った。

表1 リスク発生基本原因の確率例

リスク発生基本原因	発生確率
X1：計画の失敗	0.2
X2：実行の失敗	0.3
X3：通常マネジメントの失敗	0.3
X4：例外マネジメントの失敗	0.2
X5：予測できる要素への対応の失敗	0.2
X6：予測できない要素への対応の失敗	0.1
C：外部化先の失敗	0.1

3.3 結果の説明

図9に示すように、基本的にはリスク発生基本原因を外部化するほどプロジェクト・リスクの発生確率は減少する。しかし、タイプ4とタイプ8によると、外部環境の要素（X5、X6）を適切に隔離することはプロジェクト・リスクの低減に対して、さらに有効であることがわかった。以上から、外部環境の要素の発生確率が高い場合には、これらの要素に対して、何らかの対

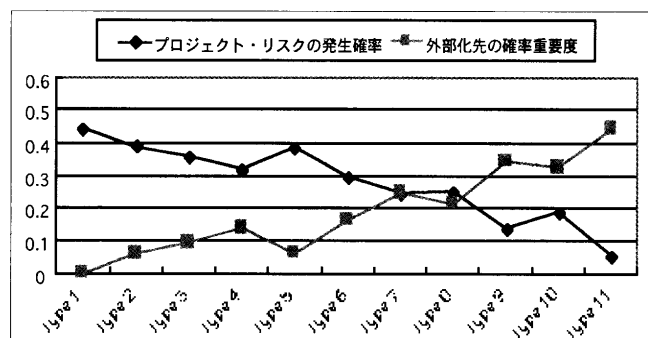


図9 プロジェクト・リスクの発生確率と外部化先の確率重要度

策をとることが重要であることがわかる。この結果は「日本の建設業の元請下請間に存在する協力がプロジェクト環境の変動の緩衝材の役割を果たし、リスクを低減していること」を説明できる可能性があることを示している。

また、プロジェクト・リスクの発生確率と外部化先の確率重要度の関係を見ると、ほぼ逆の傾向が見える。この意味は、もし発注者が外部化先のリスク発生確率を受け入れることができれば、外部化先の重要度をこの調達方式の中に組み込むことができ、プロジェクト全体のリスクの低減に有効であることである。また、発注者にとって、外部化先と契約する価値があるかどうかの指標の1つになることを意味する。分析結果によれば、従来使われたプロジェクトの調達方式における外部化先の確率重要度はほぼプロジェクト・リスクの発生確率より高くなっている。

3.4 実プロジェクトでの検証

現実のプロジェクトに上述の考え方を当てはめてみる。対象としたプロジェクトは28階建の超高層オフィスビルである。プロジェクトを事業化（FED）、企画・計画（SPD）、設計・施工（EPC）の3段階に分ける。当該プロジェクトにおける事業化（FED）段階の主たる業務内容はオフィスビルの需要に関する市場調査である。企画・計画（SPD）段階の主たる業務内容は特定街区と床面積の認定における行政機関との交渉である。設計・施工（EPC）段階の主たる業務内容はいうまでもなくプロジェクトの設計、施工である。このプロジェクトにおける関与者（stakeholder）の契約関係を図10に示す。発注者（owner）とコンサルタント（consultant）、およびゼネコン（GC）が直接契約している。コンサルタントは総合監修の立場として設計者（designer）と契約している。

FTAによりリスク発生確率を評価する。表2に示すように、発注者とコンサルタントにとっては、プロジェクトの段階が進むにしたがって、リスク発生基本原因の発生確率が低減している。これは、他の関与者の参加によりプロジェクトの曖昧さが少なくなることを意味している。また、各関与者はリスクを低減するために、プロジェクトの各段階において様々なリスク対策をとっている。リスク対策をとった結果、全体としてリスク

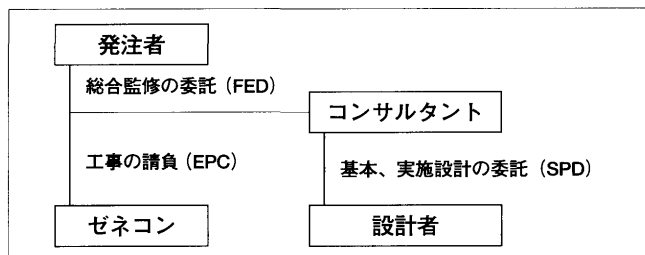


図10 おもな関与者の契約関係

の発生確率は大幅に減少しているが、設計・施工段階（EPC段階）においてゼネコンのプロジェクト・リスクが相対的に大きな割合を占めている。ちなみにこのプロジェクトで採用された調達方式は設計と施工が分離され、施工をゼネコンが一式請負で請けたものである。リスク・マネジメントの観点からみると、日本のこの伝統的な方式はリスクを特定の主体に移転することが多く、プロジェクトの関与者の能力を勘案して、リスクを配分することは少ないといえる。

表2 各段階での関与者別リスク発生確率

	FED段階		SPD段階		EPC段階	
	対策前	対策後	対策前	対策後	対策前	対策後
発注者	0.71	0.14	0.08	0.05	0.10	0.02
コンサルタント	0.64	0.14	0.43	0.08	0.21	0.03
設計者	0.00	0.00	0.64	0.11	0.39	0.09
ゼネコン	0.00	0.00	0.00	0.00	0.44	0.32
全体	1.35	0.28	1.15	0.24	1.14	0.46

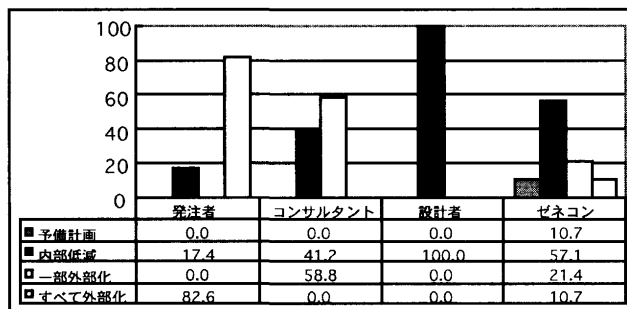


図11 各関与者の採用リスク対策の比率（EPC段階：％）

3.5 プロジェクト関与者のリスク対策に対する態度

実プロジェクトにおける検証では、プロジェクトの各関与者のリスク回避に対する態度も分析した。設計・施工（EPC）段階で、プロジェクトの各関与者は各リスク発生基本原因に対して、4通りのリスク対策をとった。それらの比率は図11のようである。設計者は内部低減（mitigation）の対策に集中しているが、ゼネコンは設計・施工（EPC）段階で様々な状況に対して、それらにふさわしい対策を使わなければならなかった。図12は、設計・施工（EPC）段階でプロジェクトの各関与者の採用したリスク対策の外部化先の比率である。発注者はコンサルタント

とゼネコンに、コンサルタントは設計者とゼネコンに、そしてゼネコン（GC）は専門工事業者にリスクの外部化を行っているが、設計者はリスクをほとんど外部化していないことがわかる。

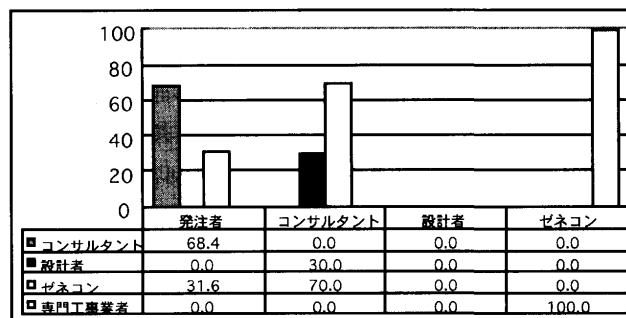


図12 各関与者の外部化先の比率（EPC段階：％）

4. まとめ

発注者が「それとなく」決めている調達方式をいかに定量的に決めるかの1つの方法を示した。現実のプロジェクトでは、コミッショニングマネジャー、ファサードエンジニア等新しい職能集団が数多く誕生している。彼らを直接発注者が雇うか、あるいは一括して設計者に委託した上で、その指揮の下での働きに期待するか、また、金融・投資ファンド等発注者支援型の職能も多数建築プロジェクトに参入している。まさに調達方式は多様化の一途である。いずれの方式を採用するか、プロジェクトの成否を握るこれらプロジェクト組織の編成はリスクの分担・回避を抜きにしては考えられない。拙論は、その定量的評価の第一歩を提案したに過ぎないが、今後より具体的、精緻な検討を行っていききたい。

参考文献

- 「信頼される建築をめざして―耐震強度偽装事件の再発防止に向けて―」（日本建築学会編、2007）
- 蔡宗潔, 古阪秀三, 金多隆：建築プロジェクトの調達システムにおける定量的リスク分析と評価, 日本建築学会計画系論文集、No.539, 225-232, 2001.1
- PMI Standards Committee：Project management body of knowledge, Project Management Institute, USA, 2004
- C. Chapman and S. Ward：Project risk management, John Wiley & Sons Ltd, 1997
- H. Zhi：Risk management for overseas construction project, International Journal of Project Management Vol. 13, No. 4, pp. 231-237, 1995
- 井上威恭：FTA 安全工学, 総合安全工学研究所, 1979
- 「発注者の責務と支援する専門家の役割（変革期における建設産業の課題と将来像）」（日本建築学会叢書6）、日本建築学会、2007）