

入札時における建設リスクマネジメント Construction Risk Management for Tender Stage

杉山 正* 東辻 潔*
Tadashi Sugiyama Kiyoshi Higashitsuji

要 約

建設プロジェクトにおけるリスクマネジメントの場合、建設プロジェクトを次の3段階に分けて考えることができる。①初期段階（プロジェクトの開始から入札、契約まで）、②中期段階（契約後から建設、完成引渡しまで）および、③最終段階（完成引渡しから債務完了まで）のそれぞれの段階においてリスクマネジメントが行われる。本報告は、プロジェクトリスクを最初に評価する時期となる、①初期段階、特に入札時におけるリスクマネジメントについて、そのリスクの分析評価およびその定量化の手法とその実際についての私見を述べるとともに、さらにその手法を見積り評価に取り入れたネット+（プラス）リスクによる新積算方法の考え方および今後のプロジェクトの遂行におけるリスクマネジメント手法の活用基本概念について提案するものである。

目 次

- § 1. はじめに（リスクマネジメントとは）
- § 2. リスクマネジメント
- § 3. リスク定量化の実際
- § 4. 最後に（リスクマネジメントの活用）

§ 1. はじめに（リスクマネジメントとは）

建設プロジェクトの全体の流れには、必要性が生じた目的構造物の計画、次にその構造物の建設、その維持保守管理がある。プロジェクト完了までの長い期間には多様な工種および多様な関係事象が存在するため、さまざまな不確定要素が多数存在する。これらの不確定要素は、そのプロジェクトの工期やコストに対して多大な影響を与えることが予想される。その影響、多くの場合はその危険に対する対処方法の検討がプロジェクト全体において適時行われるリスクマネジメントである。

プロジェクトの初期段階に行われるリスクマネジメントにおいては、そのプロジェクトの不確定要素すなわちすべてのリスクの抽出、各々のリスクに対する分析・評価結果を認識して個々のリスク対処方法が検討される。すなわちリスクの定量化によりそのプロジェクトのリスク度が判定できる。定量化されたリスクは入札時の入札金額に加味され、また施工時には施工中のリスクに対する予測対応の助けとなる。

この入札時におけるリスクの抽出は契約書条件による企業先と業者間のリスク分配を基本として行われるが、その他当事国の事情、国際情勢および社会情勢によるリスクについても考慮した上でリスクの分析・評価を行わなければならない。

建設業者にとってプロジェクト入札時における定量化（金額化）されたリスクは入札金額決定のための大きな要因であり、そのプロジェクトに係わる組織のトップマネジメントにとって大きな判断要素のひとつとなる。また逆にリスクの定量化は、見積り責任者がトップマネジメントの判断を反映するために極めて有効な手法でもある。これらを可能にするためには、入札時における見積りにおいて見積り担当者は見積り金額の中にリスクを入れることなく積算（ネット工事費の積算）するとともに、それとは別にプロジェクトリスクに対する分析・評価およびその定量化の結果を作成する必要がある。

§ 2. リスクマネジメント

建設業者が入札時にリスクマネジメントをどのように行うかについての具体的な手順を以下に述べるが、まずそのプロジェクトに関するリスクをすべて抽出することが極めて重要である。そのためにはリスク項目のシステムチェックなリストアップ方法が不可欠であり、リスク大項目（表-1 参照）別の各部門における専門家が必要となる。

なお実際には、これらの各大項目はさらに数項目から

*ロンドン（営）

30 数項目に細分化され、そのプロジェクトのリスク検討において抽出洩れや検討洩れがないように配慮されている。

2-1 手 順

(1) リスクの登録

最初に入札対象のプロジェクトのリスクを全て抽出する。まず表-1 に示したような大分類項目およびさらに細分化された項目別に従いリスクをすべて洗い出す。この時各部門担当者は入札書類を一読した後、各自気付いた事項を些細なことまで書き出す。次にそれらを整理して表-2 に記載し、さらに各部門の専門家および入札担当者の全員が出席するブレインストーミングの会議によりその時点でのリスクの完全洗い出しを行う。これを基準として各自入札書類の詳細検討および積算過程で新たに見出したリスクを順次書き加えていく。その過程で明らかに削除できるリスクも記録として残すため表には残しておく。

(2) リスクの分析評価（表-3 および表-4 参照）

入札期間後半に入り入札書類・図面・設計等のプロジェクトに関するすべての情報に対する検討が加わり積算もある程度進んだ時点で、各リスクの分析・評価を行いリスクに対する取扱い方法を検討する。

各リスクに対する取扱い方法として、実際的には以下のような対処方法が考えられる。

①現場管理能力による対処

（例）路線測量の間違いに対し、

L = 5：危険度確率は非常に起こりやすい。

D = 5：危険程度は高い

C = 5：管理可能性は非常に管理しやすい。

I = 3：影響度は大きな損失か工程の遅れ

の評価がされた場合、

取 扱 い：現場管理によって対処する

入札行動：測量組織の充実化および測量人員の確保

（経費の算出時に考慮する）

この測量間違いに対するリスクは起こると大きな損害となる可能性があるが管理しやすいので、例えば2重3重のチェックシステムを作り間違いを99% 起こさないような管理体制をとるようにする。残る1%のリスクに対しては、影響度の要素を含めた定量化により最終的な取扱い方法を判断する。

②技術力や専門家等の対応による対処

（例）地質が軟弱な場合の密閉式シールド工法の採用等。

③法整備による対処

（例）JV 合意書や下請け契約書条件によりリスクの移転等を図る。

④保険による対処

工事における損害は基本的に保険でカバーできるようにしておくが、その損害による工事の遅れや免責部についてはリスクの定量化による対処が必要になってくる。

表-1 リスク大項目表の例

a) 西松建設海外事業部による大項目表

1	契約書に関するリスク
2	見積り時のリスク
3	企業先に関するリスク
4	下請けに関するリスク
5	設計関係のリスク
6	第三者に起因するリスク（政治、経済を含む）
7	技術施工に関するリスク
8	不可抗力に対するリスク
9	第三者に対するリスク
10	地質に関するリスク
11	環境に関するリスク
12	その他のリスク

b) 某英国建設会社による大項目表

1	Political
2	Economical
3	Market
4	Financial
5	Environmental
6	Safety
7	Commercial/Legal
8	Technical/Design
9	Project/Organisation
10	Construction
11	Material

c) PFI プロジェクトの場合の我社による大項目表

①入札前リスク分析（1995 年 10 月）	
1	コンセッションアグリーメントからのリスク
2	事業者から生じるリスク
3	設計から生じるリスク
4	建設開始までのリスク
5	建設期間中のリスク
6	第三者に対する責任のリスク
7	土地取得から生じるリスク
8	その他

②入札後交渉時リスク分析（1996 年 3 月）	
1	入札時の主要基本的リスク
2	コンセッションアグリーメントの変更によるリスク
3	質疑応答書のリスク
4	各本契約書のリスク

⑤入札条件に付け加える事による対処

不明確な契約条件および理解が困難である図面の詳細等、入札期間中に確認できなかった情報に対しては入札提出書類にその旨明記して入札を行い対処する。

表-2 リスク登録（第1段階）

No.	a) リスク項目	b) 参 照	c) 理 由	d) 最新見解
1				
2				
3				

最初に、契約書、仕様書および図面等の入札書類から考えられるリスクを具体的に洗い出す。

- a) リスク項目：リスクになると考えられる項目
- b) 参 照：関連する契約条項や資料項目
- c) 理 由：リスクの発生原因
- d) 最 新 見 解：交渉後の感触、契約内容に対する意見等

表-3 リスク分析評価（第2段階）

No.	a) リスク項目	b) 参 照	c) 理 由	d) 最新見解	e) 評 価*				f) 取扱い	g) 結 論
					L	D	C	I		
1										
2										
3										

表-2で最初に挙げられたリスク項目について、追加削除しながら整理をしていく。各リスクの評価検討によりながら取扱いを決めるとともに、最後までリスクとして残ったものについての入札時の対応、つまりリスク回避方法と金額化について検討する。

- e) 評 価：リスクに対する評価
- f) 取扱い：リスクに対する取扱い
- g) 結 論：入札時に取るべき対応

表-4 評価項目および評価判定基準（ポイント）

評価項目→ ↓ポイント	L (Risk Level) 起こる確率	D (Dependence) 危険程度	C (Controllability) 管理可能性	I (Impact) 影響度
5	非常に起こり易い (85% 以上) →直工費に計上	高度	非常に管理しにくい	工事中断
4	起こり易い (50～85%) →リスク定量化	——	管理しにくい	非常に大きな損失 または工程の遅れ
3	半分の確率 (25～50%) →リスク定量化	普通	適度に管理できる	大きな損失 または工程の遅れ
2	起こりにくい (1～25%) →リスク定量化	——	管理できる	中度の損失 または工程の遅れ
1	非常に起こりにくい (1% 未満) →無視できる	低度	非常に管理しやすい	軽度の損失 または工程の遅れ

評価ポイントの合計が大ききリスクには、その取扱いに十分な注意が必要となる。

表-5 リスク定量化（第3段階）

No.	リスク 事象	理由	起こる見込み		材料費	経費（労務費・機械費等）			合計 金額	発生 確率	評価 金額
			評価	評価 理由	金額	ロス日数	経費／日	金額			
					A	B	C	D=B×C		F (%)	G=E×F
1											
2											
3											

リスクの定量化にあたるリスクの金額換算は、まずリスク事象が起こる見込みからその発生確率の判断、次にその事象がおきた時のロス日数と一日当りの時間関連経費との積および直接コスト（材料費）の合計金額に発生確率を乗じることによりリスクを評価金額に変えることにより行う。この起こる見込みの評価および発生確率の決定には熟練経験者の判断が必要である。

⑥無視できるリスクとして対処

リスク項目自体が検討に値しないもの、明らかにリスクでないと判断されるものについてはリスクとしては無視する。

⑦リスクの定量化による対処

以上のように各リスクに対してさまざまなリスク削減方法または移転方法がとられるが、最終的に対処方法が決まらず残ったリスクは定量化（金額化）したうえで入札金額に加えることにする。

(3) リスクの定量化（表－5 参照）

リスク分析評価の結果、対処方法がリスクの定量化しない場合、残ったリスクに対し対処費用（工程への影響も含む）を見込むことになる。

この定量化方法は表－5にしたがって行うが、表中の起こる見込みとその発生確率に関しては熟練経験者の判断が必要となるため、そのプロジェクトの計画担当者で見積り担当者および関連プロジェクトの経験者との議論により決定する。

このリスクの定量化は、時間に関連したコストおよびリスクに関連した直接コストが算出できる、積算がほとんど終了した時点つまり入札直前に行うことになる。

2－2 新積算方法（ネット＋リスク）

技術者（見積り者）の計画により必要な工程・材料・機械・労務者等が基本的に決まるが、従来この工程の作成時および工事代価の算出時において見積り者によるリスクを見込んだ歩掛りを使用していた。これに対しここで述べるネット＋（プラス）リスクによる新積算方法においては、理論的に決まる時間または数量に最終決定された基礎単価を乗じた金額を純工事費とする。この純工事費には、理論上計算可能なロスタイムやロス率のみは明示した上で含める個とができるが、思惑・予断・想像・過去の経験等による歩掛りおよび係数による増加分を含まないようにする。

一方、思惑・予断・想像・過去の経験等から考えられるリスクは、分析・評価を経て、最後に定量化されリスク評価金額となる。こうして得られる純工事費＋リスク評価金額、すなわちネット＋リスクを入札工事の最終見積り額とするのが、ネット＋リスクによる新積算方法である。

(1) リスクの分離の必要性

リスクを純工事費から分離することによりリスク全容が把握できるとともに、トップマネジメントがそのプロジェクトへの最終取り組み方針を決定する時の判断材料とすることができる。

また考えられるほとんどのリスクがすでに検討され、さらに各リスクに対する対処方法が提案されているために、プロジェクト遂行時における管理上の見落とし等を極力避けることも可能になる。

(2) 入札金額決定におけるトップマネジメント

専門家によるリスク一覧表の作成からリスクの分析・評価を経たリスク定量化を行うことにより、トップマネジメントおよび見積り担当者全員のプロジェクトに対する認識をより高めることができる。

さらにリスク定量化により得られたリスク評価金額は後述するシミュレーションの結果と合わせて分析・評価することにより、トップマネジメントによる最終入札金額決定における有効な判断材料とすることができる。

§ 3. リスク定量化の実際

3－1 モンテカルロシミュレーション

先述したシミュレーション手法のひとつがモンテカルロシミュレーションであり、不確定要素であるリスク発生確率として理想的にモデル化された確率変数分布に応じた乱数を用いてリスク評価金額（リスク対処費用）に対するシミュレーションを行う。

3－2 プロジェクト入札事例

英国における某プロジェクト（TBMによるトンネル工事）の入札時に作成されたデータを参考として行ったリスク定量化（最終段階）およびモンテカルロシミュレーションによるシミュレーション結果を、それぞれ表－6および図－1に示す。シミュレーションには、米国Palisade社の開発した「@RISK（アット・リスク）」と呼ばれるコンピューター・ソフトを使用し、統計パラメーター（標準偏差値等）が0.1%以内に収束するまで1万回のシミュレーションを行った。図中の縦軸はリスク対処費用の累積度数であり、これは全リスクの上期待値（各リスク金額と上限発生確率値との積の合計）に対する充足率と考えられる。つまり、横軸に示されたリスク対処費用により充足される、全リスクの上期待値に対応するカバー率を縦軸上に得ることができる。

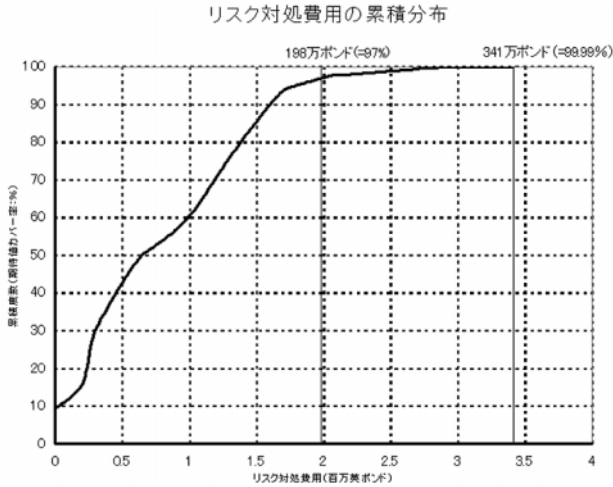
3－3 シミュレーション結果に対する考察

前述したネット＋リスクによる新積算方法においては、入札時に定量化されたリスクは入札金額の一部となるため、リスクの定量化は非常に重要な作業である。定量化されたリスクが大きすぎると入札金額が競争力を失うことになり、逆に小さすぎると実際のリスク発生に対する対処費用が不足する事態が生じることになる。

入札時のリスク評価金額としては、容易に算出できるリスクの期待値（各リスク金額と採用発生確率値との積の合計）が通常用いられているものの、リスク全体に対してこの期待値が持つ意味を総合的に分析することは、リスク事象が多い場合には不可能である。これを可能にするのがシミュレーションであり、この結果の分析・評価により本プロジェクトのリスクに対して以下のような判定ができる。

表ー6 リスク定量化（最終段階）ーTBMによるトンネル工事の例

No.	リスク事象	材料費	経費（労務費・機械費等）			合計金額	発生確率（％）			評価金額
		（英ポンド）	ロス日数	経費／日	（英ポンド）	（英ポンド）	下限値	上限値	採用値	（英ポンド）
		A	B	C	D=B×C	E=A+D			F	G=E×F
1	切羽からのずり出し時に掘削士の改良が必要	855,000				855,000	1	25	20	171,000
2	初期のTBM掘進進行が遅い（作業習熟度の変化）		7	46,073	322,511	322,511	50	85	60	193,507
3	密閉式掘進距離が増加（地質の変化）	423,263	34.7	47,259	1,639,887	2,063,150	25	50	40	825,260
4	TBM掘削進行の小さな遅れ（小規模の故障）		30	46,073	1,382,190	1,382,190	1	25	20	276,438
5	TBM掘削進行が大きな遅れ（大規模の故障）		100	46,073	4,607,300	4,607,300	1	25	5	230,365
6	残土処分の前に処理が必要（高含水率）	374,000				374,000	25	50	25	93,500
7	主要機械残存簿価の変化	1,000,000				1,000,000	1	25	2	20,000
8	TBM平均掘進進行率の変化（地質の変化）		18.3	46,073	843,136	843,136	1	25	20	168,627
合 計						11,447,287				1,978,697
							上限期待値の合計			3,664,616



図ー1 モンテカルロシミュレーションによる出力結果

- ①リスク定量化により得られた評価金額約 198 万英ポンド（各リスク金額と採用発生確率値との積の合計）は全リスクの上限期待値を 97% カバーしており、リスク対処費用として妥当な値である。
- ②上限期待値の合計約 366 万英ポンドに対して、シミュレーションによる最大値は約 341 万英ポンドであり、リスク対処費用として上限期待値が必要になる可能性は非常に少ない。
- ③シミュレーション結果のうち、リスク対処費用が零となる（リスク事象がひとつも発生しない）場合が 10% あり、実際にリスク事象が発生しなければ結

果的に利益となる（限界利益）。

このようにして得られるリスク評価金額に対する分析評価結果を作成することにより、トップマネジメントによるリスク評価金額に対する判断を仰ぎ、トップマネジメントの意見を反映した最終リスク対処費用（および最終入札金額）を得ることができる。例えば、本プロジェクトにおいて全リスクの上限期待値に対するカバー率は 90% で十分であるとトップマネジメントにより判断された場合、必要なリスク対処費用は図ー1 より（当初リスク評価金額約 198 万英ポンドより 38 万ポンド少ない）約 160 万英ポンドとなる。

§ 4. 最後に（リスクマネジメントの活用）

リスクマネジメントおよびネット＋リスクによる新積算方法の目的は以下の 5 点である。

①入札の効率化：分業化

提案したネット＋リスクによる新積算方法においては、単価と数量との積を決められた分掛りと決められたロス率によって純工事費を算出する専門家（積算士）とリスクの分析評価を行う工事に精通した専門家（技術者）との間で見積り作業の分業化が可能になる。これは建設業者の宿命である見積り作業を数少ない専門家により効率的に行うためには有効な手法である。

②専門知識の向上：技術力、専門力のある会社のみが

生き残ることができる

熟練技術者または未熟な技術者が算出する 1m³ の土間コンクリートを打設するための施工単価（純工事費）は基本的に同じはずであるが、熟練者はどのような問題が起こりうるかをこれまでの経験上知っている。発生頻度と対処方法の予測および対策費用の算出ができるため、コンクリート打設量におけるロス率の付加および労務者の増員を考慮（リスクの定量化）したうえで、見積り積算を行う。つまり我々は無意識のうちに経験上のこととしてリスクマネジメントを行っているわけである。

技術者のみならず、購買担当による安い材料・機械等の購入・調達、労務担当者による安い労働者の雇用、経理担当者による安い資金の調達等を各専門家により分業する。このとき要求される各専門力の総合力が会社の持つ真の力となる。

③見積り時・施工時の責任分担の明確化

建設プロジェクトでリスクマネジメントを実行するにあたって、初期段階（見積り時）におけるプロジェクトリスク分析（定量化まで）を完全に行うことにより、中期段階（施工時）においてはリスク度を認識した上で工事に対処することができる。また施工時に再度行われるリスク分析においては、各リスクに対する認識度・分析度が見積り時に較べて高まっているため、より確実性のあるリスク対策検討が可能となる。

④経営者によるトップマネジメント：プロジェクトに対するリスク度の認識

プロジェクトの複雑化（工事内容、契約形態等）および競争の激化に伴い、プロジェクトリスクに対する定性的な判断をするだけでは不十分であり、プロジェクト全体に対するリスクの定量的な判断が必要になってきている。各専門家の協力によるシミュレーションを含むリスクの分析評価結果を通して、トップマネジメントを行う経営者がプロジェクトに対するリスク度を認識することにより、プロジェクトに対する最終取り組み方針の決定が可能となる。

⑤限界利益の追求

以上に加えて、建設中における純工事費（ネット）とリスク金額との原価仕分けにより、ネットに基づく厳密な原価管理意識を持つとともに、限界利益を把握したさらなる利益の追求が可能になることを期待する。

最後になるが、今後もさまざまなプロジェクトにおいてここで述べたリスクマネジメント手法を適用し、リスクの分析評価手法、特にリスクの定量化およびシミュレーション手法を継続的に発展させることにより、リスク分析精度およびリスクマネジメント能力のさらなる向上を目指して継続的に努力していく所存である。