

# 開発途上国援助としてのインフラストラクチャー建設プロジェクトの実施に伴うリスク評価・リスク管理手法の確立

- 平成12年度国際開発高等教育機構（FASID）委託研究 -

大津 宏康

工博，京都大学大学院工学研究科土木システム工学専攻ジオフロント工学分野 助教授  
(〒606-8501 京都市左京区吉田本町，E-mail:ohtsu@geotech.kuciv.kyoto-u.ac.jp)

一般に，建設プロジェクトには，本来数多くの不確定要素が含まれていることに加え，開発途上国でのプロジェクトにおいては，外的な不確定要因として政治的な不確定要素あるいはマクロ経済的な不確定要素が付加されるため，そのリスク管理が極めて複雑な問題となる．このような状況を踏まえ，本研究の目的とする所は，開発途上国援助としてのインフラストラクチャー建設プロジェクトにおけるリスク要因を明らかにし，その評価及び管理手法を確立するために必要となる基本的な方針について提言を行うものである．

この検討結果として，開発途上国における建設プロジェクトでの最大のリスクは，工事あるいはプロジェクトの完成までの遅延と定義されることを明らかにした．このため，F/Sでのプロジェクトの実施計画の精度を高めことに加えて，金融工学の理論に基づく被援助国のマクロ経済動向のボラティリティーを考慮したリスク評価手法を確立することが，途上国援助による建設プロジェクトにおけるリスク低減を図る上での最重要課題となることを提言した．

**Key Words :** *Infrastructures, Risk, ODA, Cost-Benefit, Oversea construction project, Project management, Contract administration, Partnering*

## 1. はじめに

建設プロジェクトの特徴は，国内外を問わずプロジェクトが完了するまでの期間が長いこと，プロジェクトが多様な工種により構成されること，プロジェクトに参加する関係者が多いこと等である．これらの事項により，建設プロジェクトは様々な不確定事象に曝されることになり，その結果として建設コストあるいは工期が大幅に変動する危険性を有している．

このような課題に対処するため，近年欧米では建設プロジェクトに付随するリスク要因に起因する，コストオーバーランあるいは工期の遅延等への対応に関連する研究が勢力的になされてきた．例えば，Flanagan ら<sup>1)</sup>，Chapman ら<sup>2)</sup>は，建設プロジェクトを対象としたリスクマネジメント手法を提案している．これらの欧米型リスクマネジメント手法の基本概念は，建設プロジェクトに関連するリスク同定・分類を抽出し，その抽出されたリスク要因の中から支配的なものを評価し，そのリスク要因に対する対

応を決定するというものである．そして，このリスク要因に対する対応の根幹となるものが，契約によるリスク分配すなわち契約管理である．つまり，前述のように建設プロジェクトは多くの参加者により構成されることから，リスクマネジメントを立案するためには，どの参加者の立場からのリスク要因であるかを定義することが必要になるとともに，その分配方法を参加者間での契約に定めることが必要となる．

このように建設プロジェクトには，内包されている数多くのリスク要因の中からの，支配的な要因の抽出および対応策の立案が重要となるが，海外プロジェクトではさらに外的なリスク要因として，政治に関連する不確定要素ならびにマクロ経済的に関連する不確定要素についても検討を加えることが必要となる<sup>3)</sup>．

海外建設プロジェクトでのリスクマネジメントについては，近年具体的プロジェクトを対象とした事例研究が報告されつつある<sup>4),5)</sup>．これらの研究事例の特徴は，既往の欧米型リスクマネジメント手法で

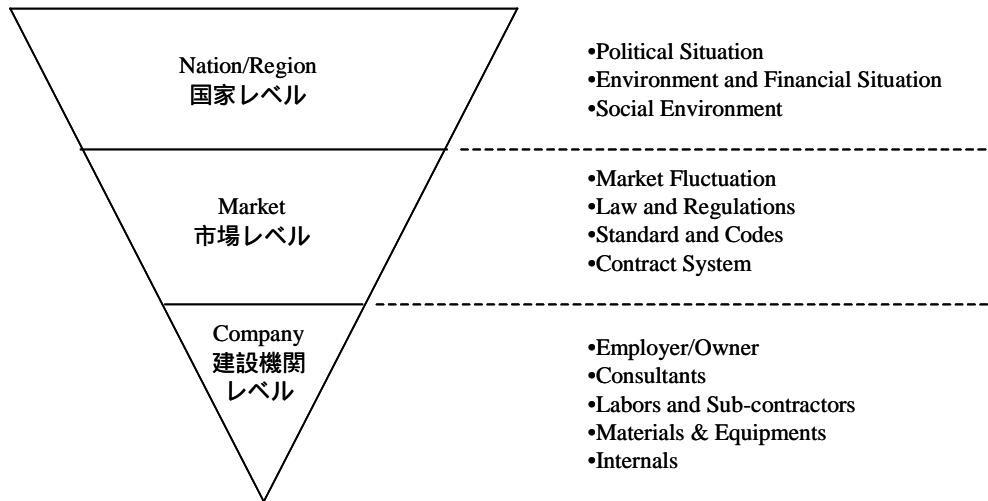


図-1 海外プロジェクトでのリスク要因の分類

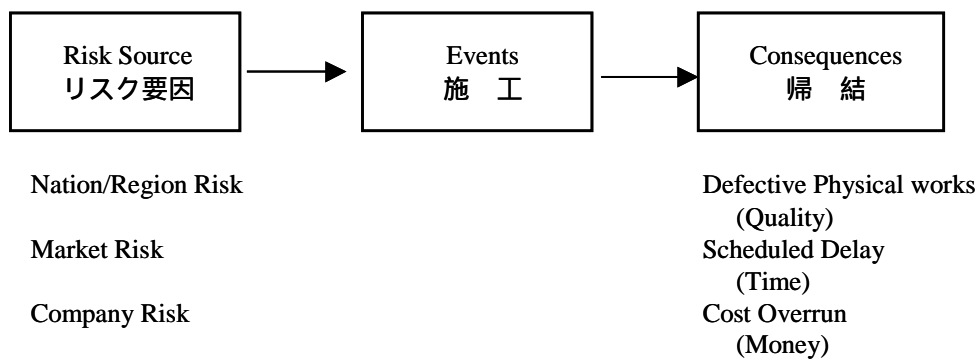


図-2 リスク要因と帰結との関係

取り扱われるプロジェクトに起因するリスク要因に加えて、図-1 に示すような国家レベルのリスク要因（カントリーリスク）、市場レベルのリスク要因（マーケットリスク）等をその上位の要因として考慮することである。そして、海外プロジェクトでのリスクとは、図-2 に示すような様々なリスク要因により引き起こされる、建設構造物の品質の欠陥・工期の遅延・建設コストのオーバーランが発生することで、具体的に発注者・請負者が損失を被る危険性と定義される。例えば、発注者の財源不足により工期が延長となり発注者が損失を被ること、あるいは請負者の工品質の欠陥により発注者が損失を被ること等が、その代表的な事例として想定される。すなわち、リスク要因の抽出過程では、先進国での建設プロジェクトでは考えられないような事項すなわち、対象国の国家システムおよび経済状況等について様々な観点からの検討が必要となる。

これらの研究で示されているリスク要因に対する対応策は、契約管理を基本概念としている。しかし、開発途上国での建設プロジェクトの場合には、欧米型の契約管理を基本とするリスク対応は必ずしも有効に機能しない可能性も指摘されている。例えば、Pipattanapiwong ら<sup>6)</sup>は、開発途上国の建設機関の資

本力が脆弱であることから、通常のリスク対応をした場合に、その対応策により新たなリスクを生み出されるといふリスク連鎖の危険性を指摘している。また、開発途上国の事業母体自身が、欧米型の契約管理の概念に不慣れなため、契約によるリスク対応が不可能である場合も想定される。

このような事項を踏まえて、本研究では海外建設プロジェクトに対して、契約管理を基本とする欧米型リスクマネジメント手法の適用性について検討を加える。そのため、具体的な海外建設プロジェクトのリスク評価事例として、タイでの建設プロジェクトに係わるエンジニアへのインタビュー調査結果及び海外経済協力基金 OECF の円借款案件 25 件<sup>7), 8)</sup>での事後評価結果を用いて、支配的となるリスク要因に対する欧米型契約管理手法の適用性について考察を加える。さらに、簡単な数学モデルを用いて契約管理を基本とするリスク分配手法自体の適用限界についても考察を加える。

最後に、契約管理に基づくリスク対応が有効に機能しないことを踏まえ、その解決策として新たな考え方を取り入れたリスクマネジメント手法の基本概念についても提案する。

表-1 海外建設プロジェクトにおけるリスク要因とその分類

国家レベル	建設市場レベル	建設機関レベル
<b>政治状況</b> 戦争，市民暴動， 一貫性のない政 策，選挙	<b>市場変動</b> 建設市場の急激な拡大・ 縮小	<b>実施母体</b> 不明確な要求，財源不足
	<b>法律・規制関連</b> 複雑な許認可過程，矛盾 した仲裁体系，輸出入の 制限	<b>コンサルタント</b> 不明確な詳細設計，請負 者との施行方法の相互理 解の欠如
<b>環境・財政状況</b> GNP の減少，利率 変動，税率上昇， インフレ	<b>基準・規格</b> 設計・施工基準の不一 致，安全管理基準の不一 致，汚染・公害基準の不一 致	<b>下請け業者</b> 労働意欲の欠如，ストラ イキ
		<b>資材・装備</b> 資材・装備の欠如
<b>社会環境</b> 言語による障壁， 文化伝統の違い， 治安，贈収賄	<b>請負システム</b> 請負形態の不一致，クレ ーム処理への不慣れ	<b>内在的なもの</b> 人材不足，他の事業の影 響

## 2. 海外建設プロジェクトへの欧米型リスク マネジメント手法の適用性に関する検討

### 2.1 欧米型リスクマネジメント手法の基本概念 欧米型建設マネジメント手法でのリスクマネジメ ントのフローは，以下の4段階に分類される。

- ・リスク同定 (Risk identification)
- ・リスク分類 (Risk classification)
- ・リスク評価 (Risk assessment)
- ・リスク対応 (Risk response)

以下に，海外プロジェクトでの上記の各段階に対  
応する検討概要について示す。

#### (1) リスク同定・分類

リスク要因の同定および分類は，図-1 に示すよ  
うにその要因の階層構造を考慮して実施されなけれ  
ばならない。図-1 に示した第一次階層のリスク要  
因をより具体的な項目にするために，既往の文献調  
査結果に基づき，第二次階層のリスク要因を分析し  
た結果を表-1 に示す。

後述するように，欧米型リスクマネジメントでの  
リスク分配のルールは，リスク要因を制御可能な参  
加者が負担することが原則とされているため，表-1  
に示すようにリスク要因が発生する階層に基づき詳  
細に分類することが重要である

ただし，ここで示したリスク要因は，一般論とし  
て考えられるものを列挙したものであり，これらの  
すべてについてリスク対応を図ることは現実的でな  
い。このため，後述するリスク評価は特定の建設プ

ロジェクトを対象として，表-1 に示す様々なリス  
ク要因に対する損失の発生する危険性を吟味し，支  
配的なリスク要因を抽出することになる。

#### (2) リスク評価

リスクの表現方法は，一般的には客観的リスク  
(Objective risk) と主観的リスク (Subjective risk)  
とに大別される<sup>1)</sup>。

このリスク分類について，建設マネジメントでは，  
通常関係者の経験・直感に基づき損失の重要度合を  
感度分析的に表現するという意味では半定量的指標  
として主観的リスクが用いられる。これらの値は数  
値で分類された等級，あるいは関係者へのインタビ  
ューあるいはアンケート結果に基づき算定されるも  
のである。

ここで，リスク評価に関する具体的な事例として，  
以下の2つの事例について示す。

タイにおいて建設工事関係者に対するヒアリン  
グ結果に基づくリスク評価

借款案件の事後評価結果に基づくリスク評価

タイにおいて建設工事関係者に対するヒアリン  
グ結果に基づくリスク評価

ここでのヒアリング対象者は，現在バンコク在住  
で，バンコク地下鉄，バンコク外周道路 (Bangkok  
Outer Ring Road project) および，その他下水処理場  
建設プロジェクト等の日本からの円借款物件に従事  
している，建設会社技術者・コンサルタント技術  
者・地質調査会社技術者である。

ヒアリングの第一段階としては，各技術者に表-1  
に示した一般的に想定される様々なリスク要因を提

表-2 タイにおける主要なリスク要因の抽出結果

レベル	要 因
世界・国家レベル	<ul style="list-style-type: none"> <li>・政策の一貫性の無さ</li> <li>・消費税の税率上昇（7% 10%の可能性）</li> <li>・文化，伝統の違い</li> <li>・増収賄</li> </ul>
市場レベル	<ul style="list-style-type: none"> <li>・矛盾した仲裁・調停システム</li> <li>・不慣れな契約条件へのクレームへの対応</li> </ul>
建設機関レベル	<ul style="list-style-type: none"> <li>・発注者のプロジェクトに対する不明確な要求</li> <li>・発注者の財源不足</li> <li>・発注者による不利な請負条件の提示</li> <li>・不明確な施工領域の認識</li> <li>・コンサルタントの建設方法に関する理解の欠如</li> <li>・設計不良</li> <li>・不正確な見積</li> <li>・技術者の人材不足</li> </ul>

示し、主としてタイにおいて建設プロジェクトを実施する場合には留意すべき要因の抽出を図った。その結果を表-2 に要約して示す。

同表に示すように、まず国家レベルでは開発途上国の特徴である、政権基盤の不安定性に起因する要因と文化の違いに起因する要因とが抽出された。この内、政権基盤の不安定性は、周知のように 1997 年タイバブル崩壊以降のマクロ経済の不安定性によるものと推測される。政策の一貫性の無さおよび消費税率の上昇の可能性は、いずれも経済破綻後の IMF 勧告に起因するものである。つまり、前者は国家財政の緊縮化に伴い、ODA ローンのような外国資金導入による大型プロジェクトの遂行計画が頻繁に変更されることによるものである。もちろん、総選挙目的での政策の変更もこの範疇に分類されるであろう。また、後者は国内消費を喚起するために急遽採用された暫定的な方策であり、いつ従来の 10% へ戻されるかは不明であるため、主要なリスク要因として挙げられたものである。もう一つの要因である文化の相違によるものは、外国人には理解出来ない問題である。

次に、市場レベルでは、いわゆる建設プロジェクトでの契約管理に関連する要因が挙げられている。この原因は、タイという国の文化に起因したものと推測される。つまり、日本と同様にアングロサクソン系民族の契約管理あるいはドキュメントを提出しクレーム処理を行うという風土がなじまないものと考えられる。しかし、そのことが契約を締結する上での前提条件となる情報の透明性を欠くため、発注者側に有利な片務契約となる危険性がある。

さらに、機関レベルで列挙されたリスク要因を概観すると、その大部分はコンサルタントが実施した設計の品質に係わる問題であり、主として技術力および人材の不足に起因する事項と考えられる。ただし、ここで問題となるコンサルタントの設計品質に

係わる問題が発生するのは、以下の二つの場合である。すなわち、前者は適正な技術力・人材を保有していないローカルのコンサルタントが設計を行った場合であり、また後者は日本や欧米の高い技術力を有するコンサルタントが、現地のスペックや特異な地盤条件等を充分把握せずに設計を実施した場合である。

なお、今回の調査結果では、今回の調査対象者および対象物件がいずれも日本からの円借款物件に従事しているため、表-1 に示した国家レベルでの典型的なリスク要因となる為替変動等のマクロ経済に関連する事項を取り挙げていないことに留意されたい。

#### 借款案件の事後評価結果に基づくリスク評価

現実の海外建設プロジェクトの事例として、OECD（海外経済協力基金）の借款案件 25 件<sup>7), 8), 9)</sup>を対象として、リスク要因の分析を行う。ここで対象とした案件について、施工場所は韓国、中国、フィリピン、タイ、インドネシア、スリランカ、ヨルダン、エジプト、シリア、モーリシャス、ブラジル、コスタリカであり、プロジェクトの種類としては土木工事が主体である。

これらの借款事業については、OECD により当初の融資計画に対する事後評価として、工期・工費変動およびその変動が生じた理由について報告されている。この事後評価結果に示されたプロジェクトの内、工期の遅延が生じた案件に着目し、遅延の生じた理由を表-2 に示したリスク要因に対して複数要因抽出可として分類した結果を図-3 に示す。

同図に示す結果で、件数の多かったリスク要因としては、以下の 2 項目が挙げられる。

- 1) 複雑な許認可過程
- 2) 実施母体の不明確な要求による事業の追加  
複雑な許認可過程および実施母体の不明確な要求

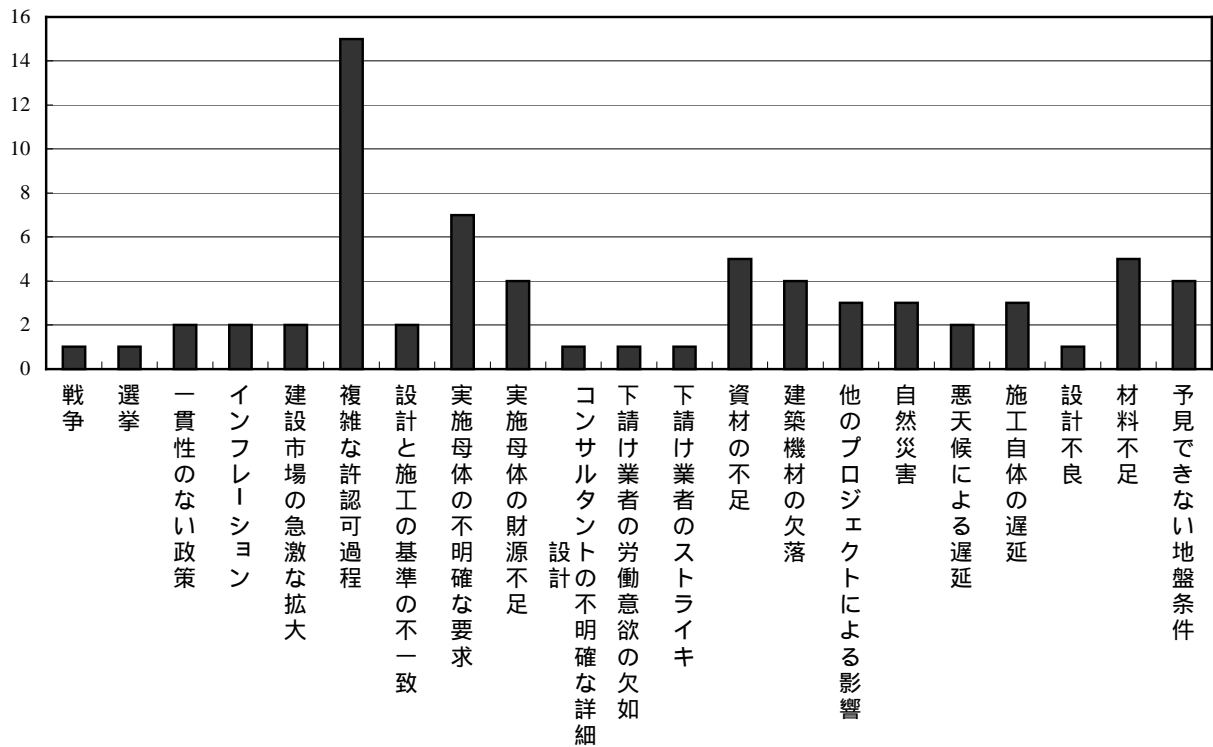


図-3 円借款プロジェクトの事後評価結果に基づくリスク要因の抽出結果

による遅れは、請負者によるものではなく、ホストカントリーの政府機関により引き起こされるものである。例えば、複雑な許認可過程による遅れに相当する事項は、土地収容の遅れ、工事許可申請等の内部手続きの遅れあるいは財源確保の遅れ等であり、施工開始の遅延だけでなく、施工期間自体の遅延も引き起こしている。また、実施母体の不明確な要求も、実施母体の意志決定に関する問題により施工期間の遅延が生じるものである。

これらの実施母体の意志決定に関係するものは、欧米型リスクマネジメントの考え方では、開発途上国の実施母体が回避を試みればできたものであると解釈される。しかし、このような工事の遅延を引き起こすリスク要因についての対応策を契約段階で明示することは不可能である。この原因の一つは、建設プロジェクト契約が不完備契約であるため、契約段階ですべて条件が明らかとなっていないに起因する。実際には、こうした開発途上国での実施母体の意思決定に関わる損失について、欧米型契約管理の考え方を適用した結果として、欧米の請負者と開発途上国の実施母体の間で紛争が頻発している。ただし、建設プロジェクトでの紛争解決には、長い時間と多大な闘争費用を要することから、近年欧米では契約管理の延長である紛争の調停は、必ずしも有効な解決策でないとの認識が広まりつつある。

このリスク要因の絞り込み作業は、通常再度関係者へのインタビューあるいはアンケートを行い、通

常その結果での上位 5～10 個のリスク要因を抽出することが多い。

### (3) リスク対応

(2)のリスクの評価で示したように主要なリスク要因が抽出されたとすれば、その各要因に如何に対応策を立案するかが、リスクマネジメントにおいて最も重要な作業となる。一般的には、そのリスク対応は、リスク吸収 (Risk absorption)、リスク減少 (Risk reduction)、リスク転移 (Risk transfer)、リスク避難 (Risk avoidance) 等に分類される。

一般的には、表-1 に示す様々なリスク要因に起因する損失は、各参加者間の契約に基づき発注者、コンサルタント、現地の請負者及び資材供給者そして、請負者により分配される。また、各参加者は想定される分担する損失の発生頻度と損失の大きさに応じて、リスク吸収あるいは保険によるリスク転移等の対応策を戦略的に立案する。もちろん、リスク対応は個々のプロジェクトについてケースバイケースで異なる。この原因としては、個々のプロジェクトでの発注者と請負者のリスクへに対応する態度が異なること、また契約条件により損失の負担方法等が異なることが挙げられる。

以下に、この契約方式によるリスク分配の相違について簡単なモデルを用いて説明する。

ここで、プロジェクト建設に係わる費用を次式のように表す。

$$C = E[P] + \Delta P \quad (2)$$

ここに、 $C$  は実際の建設工事に要する費用、 $E[P]$  は建設工事に要する費用の期待値、 $E[\cdot]$  は期待値を表す記号、 $\Delta P$  は不確定値であるコスト変動額を表す。また、 $\Delta P > 0$  はコストオーバーラン、 $\Delta P < 0$  はコストアンダーランに相当する。

なお、式(2)に示す関係で、コスト変動額 $\Delta P$  は発注者と請負者の両者により分担されるものとする。変動額 $\Delta P$  は表-2 に示したような各リスク要因が複合して発生したものと仮定すれば、次式のように表される。

$$\Delta P = \sum_i \Delta P_i \quad (3)$$

ここに、 $i$  はリスク要因の種類を表し、 $\Delta P_i$  はリスク要因  $i$  に起因する変動額を表す。

次に、変動額 $\Delta P$  を発注者と請負者の両者が分担するという仮定条件の下で、それぞれの変動額の負担額すなわちリスク分担は、以下のように表される。

1) 発注者の負担額； $\Delta P_o$

$$\Delta P_o = \sum_i (1 - \alpha_i) \Delta P_i \quad (4)$$

$$\Delta P_o \equiv (1 - \alpha^*) \Delta P$$

2) 請負者の負担額； $\Delta P_c$

$$\Delta P_c = \sum_i \alpha_i \Delta P_i \quad (5)$$

$$\Delta P_c \equiv \alpha^* \Delta P$$

ここに、 $\alpha_i$  はリスク要因  $i$  に対するリスク分配率を表し、0 から 1 の間の値となる。また、 $\alpha^*$  は全リスク要因に対する平均的なリスク分配率を表す。

ここで、現在、世界中の建設プロジェクトで適用されている契約形式は数多く挙げられるが、その基本概念としては、Lump Sum fixed price 契約（以下 LS 契約と称す）と Cost Re-measurement 契約（以下 CR 契約と称す）の 2 つに大別される。

式(4)～式(5)に示す関係で、前述の LS 契約および CR 契約での、最も簡単な場合のリスク分配は次のように表される。すなわち、リスク要因が一つとした場合に、請負者のリスク分担が大きい LS 契約では分配率 $\alpha^*$ は 1.0 に近くなり、一方請負者のリスク分担が小さいとなる CR 契約では分配率 $\alpha^*$ が 0.0 に近くなる。

もちろん、変動額 $\Delta P$  は式(3)に示すように多様なリスク要因によるコスト変動の集合であるため、上記のような単純な関係にはならない。しかし、LS 契約での平均的なリスク分配率 $\alpha^*$ は 1.0 に近い値と

なるはずであり、一方 CR 契約での平均的なリスク分配率 $\alpha^*$ は 0.0 に近い値となるはずである。なお、先に述べたように、ここに示す 2 つの方式に変わる契約方式が採用されるケースが多いが、いずれの契約を用いたとしても、平均的なリスク分配率 $\alpha^*$ は 0 と 1 の間となるため、ここに示す議論の基本思想は変化しない。

#### (4) 契約管理によるリスク対応の課題

上記のように、建設プロジェクトでのリスク分配は、契約条件により変動するするとともに、請負金額にも連動する。しかし、しかし、従来の研究では、契約管理に関して如何に当事者の損失を回避するかの手法が強調されており、どのように契約による当事者間のリスク配分を定めても、リスク要因による損失の発生を未然に防ぐこととは無関係である。したがって、海外での建設プロジェクトの最適なリスク管理とは、契約の当事者間の協力により不確定要因を可能な限り最小化することと定義される。

いうまでもなく、この基本概念は、直接的に式(4)及び式(5)でのコスト変動額 $\Delta P$  の減少を図ることと等価である。海外建設プロジェクトの場合では、解決までに長い時間と多大な闘争費用を要する紛争を未然に防ぐ意味で極めて有効な方策になると推察される。

なお、昨今日本では逆に従来の欧米型の闘うリスク対応の有効性が指摘される機会が増加しつつある。このような欧米の建設マネジメントの動向と逆行することは、さらに日本型建設マネジメントの発展を妨げるものと推察される。

## 4. 社会的厚生に基づく最適なリスクマネジメント手法に関する考察

### 4.1 社会的厚生に基づく建設コストの定義

建設プロジェクトを遂行する上でのリスク対応を検討する上では、建設工事の特徴である施主（発注者）・コンサルタント・請負者・材料納入業者等のプロジェクトに係わる参加者が多岐に渡るため、各参加者間でのリスクの多面性を考慮する必要がある<sup>12)</sup>。その代表的な関係となる、事業主と請負者の間では、当事者間でのリスクの二面性を考慮する必要がある。そして、プロジェクトでのリスク要因に起因する損失は、どのような契約方式を適用しようとも、事業主と請負者により共有されるものである。

このような観点から、ここでは事業主と請負者間でのリスクの二面性を考慮するための指標として、社会的厚生という概念を導入する。小林ら<sup>10)</sup>の定義によれば、建設プロジェクトでの社会的厚生は、以下のように事業主の建設プロジェクトにより受ける利益と、請負者の利益の和として定義される。

) 事業主の利益

$$V - C_p - I_O \quad (6)$$

) 請負者の利益

$$C_p - C - I_C \quad (7)$$

ここに、 $V$  は建設による便益、 $C_p$  は請負価格、 $I_O$  は事業主の投資額、 $C$  は建設コスト、 $I_C$  は請負者の投資額を表す。なお、これらの変数の内、建設コスト  $C$  のみが不確定量であるとする。

したがって、社会的厚生  $B$  は次式のように表される。

$$B = V - C - (I_O + I_C) \quad (8)$$

式(6)～式(7)に示すように、請負価格  $C_p$  は事業主と請負者の間で移動するだけであり、社会的厚生には寄与しない。したがって、最適な建設プロジェクトとは社会的厚生  $B$  を最大にすることと定義すれば、式(8)の条件では建設コスト  $C$  を最小にすることと等価であることはいうまでもない。

なお、ここでは事業主と請負者の関係のみについて議論したが、例えば請負者と下請け業者との間についても同様な関係が成り立つため、多岐に渡る参加者間でのリスクの多面性を考慮した場合においても、最適な建設プロジェクトは社会的厚生  $B$  を最大にするという枠組みは変化しない。

#### 4.2 リスク分配に関するモデル化

前述のように、OECF による借款事業の事後評価結果で、主なコストオーバーランの発生要因は、以下の2パターンに分類される。

- 1) 複雑な許認可過程
- 2) 実施母体の不明確な要求による事業の追加

以下に、式(6)～式(7)に示す関係式を用いて、上記の各要因による社会的厚生の变化に及ぼす影響について検討を加える。

ここで、1)及び2)の要因により、建設コストが  $\Delta C$  だけ変動し、また1)の要因により土地収用価格が  $\Delta I$  だけ変動すると仮定する。この場合に、建設コストの変動に関するリスクは、事業者と請負者の両者により分担されるものと仮定すると、本来そのリスク分配率は各リスク要因により変動するが、議論を単純化するために請負者の平均的リスク分配率を  $\alpha^*$  と仮定する。また、土地収用に関するリスクは、事業主だけが負担するものと仮定する。

以上の仮定条件の下で、事業主および請負者の利益はそれぞれ次のように表される。

) 事業主の利益

$$V - (1 - \alpha^*) \Delta C - C_p - (I_O + \Delta I) \quad (9)$$

) 請負者の利益

$$C_p - C - \alpha^* \Delta C - I_C \quad (10)$$

ここで、平均的リスク分配率  $\alpha^*$  は、一般的には事業主と請負者の契約条件によって異なる。例えば、Turn-key 契約では  $\alpha^*$  は 1.0 であり、Cost-Reimbursement 契約では  $\alpha^*$  は 0.0 となる。いうまでもなく、従来の欧米型プロジェクトマネジメントの基本概念は、このリスク分配率  $\alpha^*$  の値をいかに合理的な定めるかである。しかし、平均的リスク分配率  $\alpha^*$  をどのように設定したとしても、コストオーバーランの発生は、式(9)及び式(10)に示すようにそれぞれ事業主及び請負者の利益を減少させることになる。

次に、式(9)及び式(10)より、この場合での社会的厚生  $B$  は次式のように表される。

$$B = V - (C + \Delta C) - (I_O + \Delta I + I_C) \quad (11)$$

式(11)に示すように、社会的厚生は、コストオーバーランの発生に伴い低下するが、事業主および請負者のリスク分担がどのような分配率でなされるかとは無関係となる。従来欧米の請負者は、建設プロジェクトでのリスク対応として、訴訟等の法的手段に訴えることがしばしばであった。しかし、このような方法は解決に長期に渡る時間を要するのみならず、さらに式(9)及び式(10)に示す事業主および請負者の両者の利益から訴訟費用が差し引かれるため、最終的には社会的厚生を減ずる方向に作用することになる。

次に、請負者と下請け業者との間のリスク分配について考える。従来欧米型の建設マネジメント手法においては、請負者のリスク対応として、下請け業者へのリスク分配が重要な項目として取り上げられることが多い<sup>6)</sup>。この場合には、式(9)に示した請負者のリスク分配量の一部が、請負者と下請け業者との契約条件に基づき、下請け業者へリスク分配されることになる。ただし、ここで注目すべきことは、事業主と請負者との関係と同様に、請負者と下請け業者との間のリスク分配率は、社会的厚生とは独立したものである。つまり、建設プロジェクトの特徴である、請負者の下部に多岐に渡る下請け・孫請け業者からなる重層構造の下では、最も上流側の建設コスト変動  $\Delta C$  に関連して、階層毎の請負者にリスクが分担される、リスクの連鎖が生じることになる。

したがって、社会的厚生を最大にするという観点からは、OECF による借款事業の事後評価結果に示した建設プロジェクトでは、事業主は土地収用に関するリスク要因を減少させるとともに、請負者と協力して工事中のコスト変動  $\Delta C$  が生じる可能性があるリスク要因を出来るだけ減少させることが重要な検討課題となる。

#### 4.3 工事の遅延に伴う損失に関する考察

(1) 社会的厚生モデルを用いたリスク要因に関する

## る考察

一般的に、従来の欧米型の建設マネジメントの基本概念は、重層構造となる建設工事への参加者が、契約条件により如何にそれぞれのリスク分担を回避するかを主眼とするものである。しかし、2.の借款事業の事後評価結果において述べたように、途上国での建設プロジェクトでの主要なリスク要因は、建設プロジェクトの最上流に位置するものであり、プロジェクトへの各参加者間の契約管理により制御されるものではない。このため、(2)において述べたように、途上国での建設プロジェクトでは、建設プロジェクトへの参加者が、大局的観点から社会的厚生を最大化する方策を模索する必要がある。

これに相当する一つの方策として、昨今欧米型の建設マネジメント分野では、従来のリスク対応への反省から Partnering という一種日本型の対処方法の有効性が指摘され始めている<sup>11), 12)</sup>。

この Partnering という概念は、事業主（施主）と請負者が第三者の仲裁者を含めて定期的に協議を行うことで、リスク要因が発生する芽を摘むものである。例えば、Conleyら<sup>12)</sup>は、アメリカ国内での建設プロジェクトを対象として Partnering を行うことでコストオーバーランおよび工期の遅延の発生が減少した調査結果を示すとともに、小規模なプロジェクトでは第三者の仲裁者を採用しないでも事業主（施主）と請負者が定期的に協議を行うことによるプロジェクトの遂行に効果があることを示している。近年欧米の建設マネジメント分野で頻繁に用いられるようになってきた。

この Partnering の概念を途上国での建設プロジェクトに適用した場合の効用は、施工期間中での事業主と請負者の協議により、事業主の不明確な要求による事業の追加等を未然に防ぐものと位置付けられる。つまり、この方策を適用することにより、事業主と請負者の間での紛争に対する出費を軽減できるとともに、それに伴うプロジェクトの遅延を防ぐことが可能となる。

ここで、式(11)に示したリスク要因による損失を評価した場合の社会的厚生の定式化において、従来の研究では、事業主は土地収用に関する出費 $\Delta I$ あるいは建設コスト変動 $\Delta C$ を如何に定式化し減少させるかが注目されてきたといえる。しかし、ここで考慮すべきことは、式(11)に示す社会的厚生の定式化での建設による便益 $V$ は本来時間の関数となることである。つまり、プロジェクトの遅延は、言うまでもなくプロジェクトの完成による現在価値を低減させることになる。また、土地収用のトラブルは、事業主の投資金額を増加させるだけでなく、プロジェクト全体の遅延へと繋がる。さらに、事業主の不明確な要求による事業の追加ももちろん工事の遅延の大きな要因となる。

このような観点から、Partnering の主たる効用は、プロジェクトの遅延を防ぐこととみなされるべきである。したがって、開発途上国における建設プロジェクトでのリスク管理を考える場合の最大の方策は、

プロジェクトの遅延を最小化することとなる。また、2.の借款事業の事後評価結果において述べたように、多くの場合には途上国の事業母体が損失を被ることから、遅延による損失を定量的に評価することが最重要な検討課題となる。

## (2)遅延に伴う損失の評価

(1)において述べたように、式(11)に含まれる建設による便益 $V$ は時間の関数となる。ここで、プロジェクトの完工が $\Delta T$ だけ遅延した場合には、プロジェクトの現在価値の低下量 $\Delta V$ は、次式のように表される。

$$\Delta V = V[1 - \exp(-\rho\Delta T)] \quad (12)$$

ここで、 $\rho$ は社会的割引率を表す。

一般に、開発途上国での社会的割引率 $\rho$ は12%程度に設定されるため、プロジェクトの完工が1~3年程度遅延した場合の、現在価値の低下量 $\Delta V$ は当初設定値の11%~30%に相当することになる。このように、プロジェクトの遅延は、開発途上国の事業母体にとっては重大な損失に繋がる。

また、一般的に開発途上国のマクロ経済基盤は脆弱なため、インフレーションに代表される経済状況の変動が大きいことが知られている。ここで、経済指標の変動は、次式に示す確率微分方程式<sup>13)</sup>（ブラック・ショールズ過程）により表現されるものとする。

$$dS(t) = \mu S(t)dt + \sigma S(t)dW(t) \quad (13)$$

ここに、 $S(t)$ は経済指標、 $\mu$ は経済指標の平均的変動率、 $\sigma$ は経済指標のボラティリティを表す。また、 $dW(t)$ は偶発的な確率変動に支配される標準ブラウン運動を表し、 $N(0,t)$ の分布に従う確率過程を意味する。

なお、式(13)に示す関係式は、近年金融工学の分野で金融派生商品の価格決定モデルとして用いられている。

また、式(13)に含まれる経済のボラティリティは、その国の経済状況の不確定性を表す指標であり、表-3に示すPoli<sup>14)</sup>により算定された数値のように、開発途上国では先進国に比べて数倍の値となる。

式(13)により示される経済指標 $S(t)$ の解は、初期条件を $S(0)=s_0$ とすると、次式のように表される。

$$S(t) = s_0 \exp\left\{\left(\mu - \frac{1}{2}\sigma^2\right)t + \sigma W(t)\right\} \quad (14)$$

また、式(14)の期待値及び分散は、次式のように表される。

$$E[S(t)] = \exp(s_0 + \mu t) \quad (15)$$

$$Var[S(t)] = \exp(2(s_0 + \mu t))\{\exp(\sigma^2 t) - 1\} \quad (16)$$

ここに、 $E[\cdot]$ と $Var[\cdot]$ は、それぞれ期待値及び分散を表す記号である。

上記の経済指標  $S(t)$ に関わる各式の中で、式(14)は、図-4 に示すように経済指標の分散が時間の経過とともに大きくなることから、開発途上国の経済状況は長期に渡る程予測が困難になる関係を表している。この関係式に示すように、プロジェクトの完工が遅延することは、その遅延期間での経済状況の変動が大きくなり、インフレーションによる建設プロジェクトのコストオーバーランへと繋がる危険性が高くなる。

以上の議論より、工事及びプロジェクト完工の遅延は、社会的厚生に対して以下のような影響を与えるものと要約される。

プロジェクト完工の遅延は、当初計画段階で設定されたプロジェクトの完工により得られる便益を低下させるため、社会的厚生を低下させることに繋がる。

プロジェクトが完了するまでの期間が長くなるにつれて、期待値となる建設コストに対する分散が大きくなることから、コストオーバーランの発生するリスクが大きくなる。このため、社会的厚生の低下するリスクも大きくなる。

したがって、開発途上国での建設プロジェクトに伴う社会的厚生は、開発途上国のマクロ経済特性である、社会的割引率及び経済指標のボラティリティーが大きいことから、先進国でのプロジェクトに比べてプロジェクトの遅延により大きく減少することになる。なお、ここで留意すべきことは、上記の社会的厚生の低下は、実施母体の不明確な要求による工事数量の変動が生じない場合でも、事業者あるいは請負者の意思決定の遅れによって生じることである。言うまでもなく、事業者による土地収用の遅れは、この典型的な事例に相当する。

また、遅延による建設コスト変動の分散すなわちリスクは、4. でのリスク分配モデルで述べたように、建設プロジェクトに関連する各参加者によって分担されるものである。つまり、プロジェクトの遅延期間が長くなるにつれて建設コストの変動リスクが大きくなることから、リスク分担率に関わらず各プロジェクトの参加者が分担することとなる損失金額自体も大きくなる。すなわち、工事あるいはプロジェクトの遅延による社会的厚生の低下に相当する損失は、事業者から請負者、また請負者から下請け業者へのリスク連鎖を発生することになる。そのみならず、事業者となる開発途上国の経済基盤が脆弱なことから、事業者の多大な損失は、借款に対する返済計画の遅延へとも繋がる危険性を含んでいる。このような観点から、開発途上国における建設プロジェクトでの最大のリスクは、工事あるいはプロジェクトの完成までの遅延と定義される。途上国援助としてのODA-LoanはF/Sでの検討結果に基づき融資が決定される。このため、F/Sでのプロジェクトの実施計画の精度を高めことに加えて、式(13)～式

表-3 各国でのボラティリティーの比較<sup>16)</sup>

国名	ボラティリティー (%)
アルゼンチン	54.74
ブラジル	53.75
インド	29.95
タイ	30.91
フィリピン	32.05
アメリカ合衆国	9.7

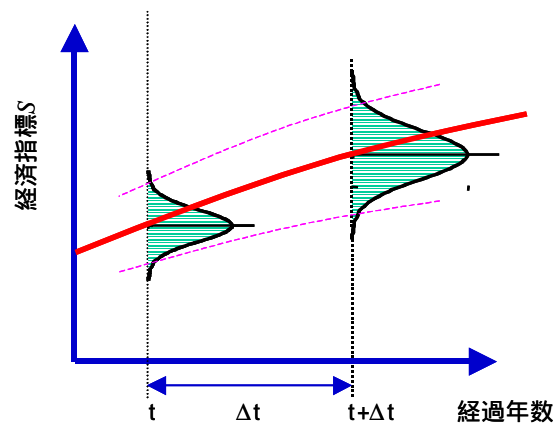


図-4 時間の経過に伴う経済指標の分散 (ボラティリティー)の拡大状況 (模式図)

(16)に示す金融工学の理論に基づく被援助国のマクロ経済動向のボラティリティーを考慮したリスク評価手法の確立が、途上国援助による建設プロジェクトにおけるリスク低減を図る上での最重要課題となる。

## 5. まとめ

本研究では、途上国開発援助による建設プロジェクトでのリスク要因を分析するとともに、その低減策について検討を加えた。この検討により得られた知見は、以下のように要約される。

海外建設プロジェクトにおけるリスク管理方法として、従来の欧米型リスクマネジメント手法の適用性について検討を加えた。この結果として、従来の欧米型リスクマネジメント手法の根幹は契約管理であることを示した。この手法を適用する上での課題として以下の事項を示した。

- ・実際のプロジェクトについての分析結果より、開発途上国に代表される海外プロジェクトで

のリスク要因の多くは、一意的にリスク分配が可能とはならない。

- ・この手法はどのように契約により当事者間のリスク分配を設定するかに主眼を置くものであり、本質的にはリスク要因による損失の発生を妨げるものではない。

このような観点から、開発途上国における建設プロジェクトでの最大のリスクは、工事あるいはプロジェクトの完成までの遅延と定義される。このため、F/Sでのプロジェクトの実施計画の精度を高めことに加えて、式(8)～式(11)に示す金融工学の理論に基づく被援助国のマクロ経済動向のボラティリティーを考慮したリスク評価手法の確立が、途上国援助による建設プロジェクトにおけるリスク低減を図る上での最重要課題となる。

昨今の経済状況の下で、ODA 予算の縮減という議論もされ始めている。しかし、昨年末の ASEAN 首脳国会議での話題となったように、東南アジア諸国は日本からの ODA に強く依存しており、その一方的な予算縮減は、日本に対する不信感を強めひいては日本の国際社会での地位低下に拍車を駆けることに繋がる危険性を含んでいる。このため、今後とも途上国援助としてのインフラストラクチャー建設プロジェクト支援に関する課題及び有効性についての検討を加えていく所存である。

#### 参考文献

- 1) Roger Flanagan and George Norman: Risk Management and Construction, Blackwell Science, 1993 .
- 2) C. Chapman and Stephen Ward: Project Risk Management, John Wiley & Sons, 1997 .
- 3) 宇野安：海外プロジェクトにおけるリスクマネジメント，土木学会誌，Vol. 85, pp. 41-47，2000 .
- 4) He Zhi: Risk Management for Overseas Construction Projects, International Journal of Projects Management, Vol. 13, No. 14, pp. 231-237, 1995 .
- 5) L. Y. Shen, George W. C. Wu, and Catherine S. K. Ng : Risk Assessment for Construction Joint Ventures in China, Journal of Construction Engineering and Management, Volume 127, Issue 1, pp. 76-81, 2001 .
- 6) J. Pipattanapiwong and T. Watanabe: Multi-party Risk Management Process (MRMP) for A Construction Project Financed by An International Lender, Proceeding of Construction Engineering and Management Symposium 2000 (CEMS2000), pp. 85-92, 2000 .
- 7) 海外経済協力基金開発援助研究所：円借款案件事後評価報告書 1998，1998 .
- 8) 海外経済協力基金開発援助研究所：円借款案件事後評価報告書 1999 - 上巻，1999 .
- 9) 海外経済協力基金開発援助研究所：円借款案件事後評価報告書 1999 - 下巻，1999 .
- 10) 小林潔司他：公共プロジェクトの契約構造と社会的厚生，土木学会論文報告集（投稿中），2001 .
- 11) Frank Harris and Ronald McCaffer: Modern Construction Management, Blackwell Science, 2001 .
- 12) Michael A. Conley and Rita A. Gregory: Partnering on Small Construction Projects, Journal of Construction Engineering and Management, Volume 127, Issue 1, pp. 320-324, 1999 .
- 13) 蓑谷千鳳彦：ブラック・ショールズモデル，東洋経済社，2000 .
- 14) Gerald Pollio: International Project Analysis & Financing, The University of Michigan Press, 1999 .