

# ODA建設プロジェクトにおけるリスク分析とその対応に関する一考察

大津宏康<sup>1</sup>・尾ノ井芳樹<sup>2</sup>・大西有三<sup>3</sup>・高橋徹<sup>4</sup>

<sup>1</sup>正会員 博士(工学) 京都大学大学院助教授 工学研究科(〒606-8501 京都市左京区吉田本町)

<sup>2</sup>正会員 電源開発株式会社 新事業戦略室(〒104-8165 東京都中央区銀座六丁目15-1)

<sup>3</sup>正会員 工博 Ph.D. 京都大学大学院教授 工学研究科(〒606-8501 京都市左京区吉田本町)

<sup>4</sup>学生会員 京都大学大学院 工学研究科 博士前期課程(〒606-8501 京都市左京区吉田本町)

本研究では、日本の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し、その低減策について検討を加えた。まず、事例研究として用いたOECD(現JBIC)による借款事業の事後評価結果に基づき、主なリスク要因を明らかにした。また、これらのリスク要因により引き起こされるプロジェクトの遅延は、実施されるプロジェクトの社会的厚生を低下させることを、数値モデルを用いて実証した。さらに、その遅延を解決する方法として、F/Sでのプロジェクトの実施計画の精度を高めることに加えて、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有効であることを提言した。

*Key Words : ODA, project risk, project delay, cost-overrun, benefit, stochastic differential equation*

## 1. はじめに

日本の経済協力は、途上国開発援助(以下 ODA と略す)を中心として行われ、その目的は開発途上国の生活水準の向上を主とした社会インフラの拡充というハード面での援助と教育水準の向上、及び女性の地位向上を主としたソフト面での援助の2つの性格を持ち合わせている<sup>1)</sup>。

ODA は、その予算の支出状況から、2 国間援助と国際機関への出資・拠出の2つに大別される。また2 国間援助の形態は、贈与(O DA-Grant)と借款(O DA-Loan)に分けられ、さらに贈与は無償資金協力と技術協力に分けられる。

これらの援助形態の中で、借款事業は主として農業関連施設・物流施設(鉄道、道路、港湾施設)・エネルギー関連施設の建設事業への低利での資金融資として実施され、開発途上国の社会基盤整備に多大な貢献を果たしてきた<sup>2), 3)</sup>。

ここで、借款事業によるインフラストラクチャー建設プロジェクト実施のフローは、図-1 に示すように以下の4段階に分類される。

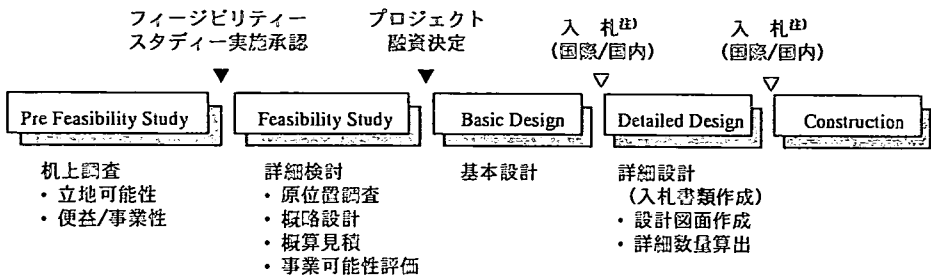
- ① Pre Feasibility Study (Pre-F/S)
- ② Feasibility Study (F/S)
- ③ Basic Design (B/D)

## ④ Detailed Design (D/D)

## ⑤ Construction

図-1 に示すように、借款事業の対象となる大規模建設プロジェクトへの融資の実行は、通常無償資金協力あるいは技術協力による実施される Feasibility Study (以下 F/S と称す)での概算見積に基づき決定される。ただし、海外建設プロジェクトには多様な要素が含まれているため、F/S 段階で設定される建設工期・建設予算がプロジェクト実施段階で変動する幅は極めて大きい。この課題に対処する一つの方策として、国際協力銀行(Japan Bank for International Cooperation ; 旧海外経済協力基金 O E C F, 以下 J B I C と称す)、アジア開発銀行あるいは世界銀行による融資プロジェクトでは、一般的に総工費の 20~30% が予備費すなわちリスクプレミアムとして計上されている<sup>4)</sup>。しかし、現状の経済不況による ODA 予算縮減という議論がされ始めた状況下では、借款事業の妥当性を明示するためには、プロジェクトの工期・予算が変動することの主たるリスク要因及び、その帰結として生じる危険性のある損失パターンについて検討することが極めて重要な検討課題となる。

上記のような海外建設プロジェクトにおけるリスクマネジメントに関する研究は、これまでに主とし



資金源	コンサルタント or 無償供与 (ODA-Grant)	無償供与 (ODA-Grant) or 技術協力	無償供与 (ODA-Grant)	有償供与 (ODA-Loan)	有償供与 (ODA-Loan)
技術提供	コンサルタント	コンサルタント	コンサルタント	コンサルタント or 請負者	請負者

注) 契約形態により入札時期は変動する。

図-1 政府援助型開発プロジェクト実施のフロー

て欧米諸国で実施されてきた<sup>5), 6), 7)</sup>。しかし、筆者ら<sup>8)</sup>は、これまでの研究成果において、欧米型建設マネジメントの基本概念は、リスク要因による損失をどのように分配するかを契約に基づき定める、いわゆる契約管理であり、途上国開発援助としての建設プロジェクトにその概念を適用することは必ずしも有効でないことを明らかにしてきた。さらに、既往の事後評価結果に基づく分析として、途上国開発援助としての建設プロジェクトでの主たるリスク要因は、被援助国の事業主の意思決定あるいは運営の不備に起因するものであることも明らかにしてきた。すなわち、これらのリスク要因により明示的に現れる帰結は、プロジェクトの遅延である。

このような観点から、本研究では JBIC により実施された借款プロジェクトの事後評価結果を用いて、実際に生じたプロジェクトの遅延状況とその要因について分析するとともに、プロジェクトの遅延により生じる損失の発生状況についてモデル化する。

## 2. 円借款事業の事後評価結果

本章では、JBIC による円借款案件 35 件（開発途上国 12 カ国を対象）に関する事後評価結果<sup>9)~11)</sup>に基づき、プロジェクトの遅延およびコストオーバーランの状況について検討を加える。ただし、ここでの検討では対象とするプロジェクトのサンプル数

が限定されているため、定量的な評価を実施することは適切ではないと推察される。このため、本章では、検討対象としたプロジェクトでの、遅延およびコストオーバーランの発生状況および、その結果から推察される事項について考察を加えるものとする。

### (1) プロジェクトの遅延状況

筆者らは、これまでに JBIC による円借款案件 35 件を対象とした検討結果において、プロジェクトの遅延の主要なリスク要因としては、以下のような 2 つの要因が挙げられることを明らかにしてきた<sup>8)</sup>。

- ① 土地準備、工事許認可および国会承認等の内部手続きの遅れに代表される、被援助国の複雑な許認可制度（15 件/35 件）
- ② F/S 結果を遵守しない実施母体の事業の追加・拡大等に係わる不明確な要求（7 件/35 件）

ここで、②の不明確な要求とは、建設工事においては F/S 結果での構造物の完成規模あるいは事業規模の解釈が明示的に理解しにくいと、請負者と事業主の間で意思の疎通に乖離が生じることに起因するものである（以下に、不明確な要求と称す）。なお、①および②の要因は、いずれも被援助国での実施母体の意思決定あるいは運営の不備に係わる、いわゆるカントリーリスクと呼ばれるものである。

なお、この調査結果は、プロジェクト毎で遅延の原因となったリスク要因について重複を許して抽出したものであるため、上記の要因が遅延の要因で

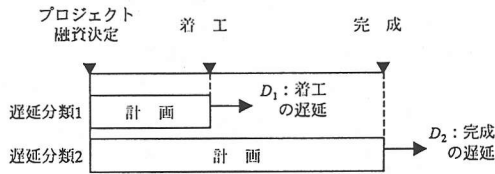


図-2 プロジェクトの遅延状況の定義

あったか、あるいは誘因であったかを明確に分類して議論することは困難である。しかし、開発途上国での建設プロジェクトにおいては、これらの要因が遅延発生の主要な原因の一つとなるという議論の枠組みは変化しないものと仮定し、以下に考察を加える。

ここで、本検討で取り上げた実際のプロジェクトでの遅延状況について検討するため、図-2 に示すようにプロジェクトの遅延を2種類に分離して定義する。

- ・遅延分類 1：プロジェクトへの融資決定から着工までの期間についての計画に対する遅延（以下、着工の遅延と称する）
- ・遅延分類 2：プロジェクトへの融資決定から完成までの期間についての計画に対する遅延（以下、完成の遅延と称する）

図-3 に、検討対象プロジェクト 35 件での、上記の分類に基づく着工の遅延および完成の遅延の頻度分布を示した。また、同図には参考のために、プロジェクト完成の遅延が生じたケースで、その遅延の要因として複雑な許認可過程が挙げられた 15 件のプロジェクトについての遅延状況も併せて示した。

まず、着工の遅延に着目すると、図-3 に示すように、35 件中 26 件で遅延が生じている。そして、その遅延が生じたプロジェクトでの遅延期間は、大半が1年以内～2年以内に集中している。

次に、完成の遅延に着目すると、図-3 に示すように、35 件中 33 件と大半のプロジェクトで遅延が生じている。そして、その遅延が生じたプロジェクトでの遅延期間は、着工の遅延が1年以内～2年以内に集中しているのに対して、対象とするプロジェクトの半数程度で2年以上と長期に渡るものとなっている。この結果より、プロジェクトへの融資決定から完成までの遅延は、工事期間の延長が支配的であることが明らかとなる。もちろん、この工事期間の延長は、様々な要因が複合的に発生したことによるものと推察されるが、完成の遅延が3年以上の長期に渡ったプロジェクトの多くは、①および②に示した、実施母体の責任によって発生したものである。

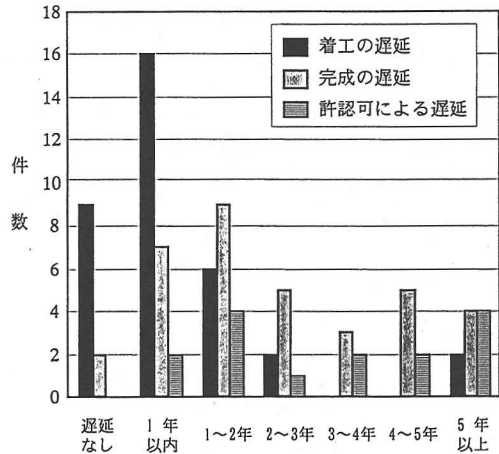


図-3 プロジェクトの遅延状況

このことは、例えば図-3 に併せて示すように、国会承認や土地準備等の被援助国の複雑な許認可過程により遅延が生じた 15 件のプロジェクトで、その半数以上が完成の遅延が3年以上となっていることから明らかとなる。

## (2) コストオーバーランの状況

円借款事業によるプロジェクトでの建設資金は、一般に以下の2種類の区分される。

- ・世界銀行 WB (World Bank)、アジア開発銀行 (Asia Development Bank) あるいは JBIC 等の公的融資機関による借款融資 (ODA-Loan)
- ・被援助国によるプロジェクトへの支出

上記2種類の資金での出資比率に関する基準は明確には設定されていないようであるが、対象とした建設プロジェクトでは、JBIC の借款金額がプロジェクトの総工費の75～85%に相当している<sup>9)~11)</sup>。

なお、一般に JBIC 等の公的機関からの融資額は、戦争等の不可抗力によらない限り拡大されないことが原則となっている。実際に、本検討で対象とした JBIC による円借款事業においても、ODA の追加融資が認められプロジェクトは、戦争あるいは内乱が発生した特殊なケースに相当する3件のみであり、その他のプロジェクトでのコストオーバーランは、被援助国による支出により負担されている。

この被援助国の支出によるコストオーバーランの状況を具体的に示したものが図-4 である。同図に示すように、対象とした35件中20件で被援助国の負担によるコストオーバーランが発生している。ただし、図-3 に示したように、プロジェクトの完成までに遅延が発生した事業が33件あることから、

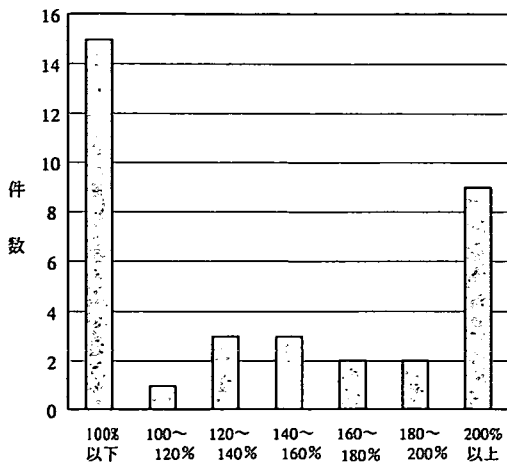


図-4 被援助国出資枠での計画時の費用と実際の費用との比較

完成の遅延が生じて、コストオーバーランが発生しなかったケースが 13 事例もあることに留意する必要がある。

また、図-4 に示す発生状況に関して明確な分布特性は認められないが、特徴的なことは 20 件中 8 件で計画額に対して 100%以上の追加支出（図-4 で 200%以上のケースに相当）という、プロジェクトの実行可能性を損なう危険性がある規模のコストオーバーランが発生していることである。もちろん、これらのコストオーバーランは、様々な要因が複合して発生したものであると推察されるため、特定の要因を原因として特定することは困難である。ただし、ここで留意すべきことは、大幅なコストオーバーランが発生した 8 件はいずれも、プロジェクトの遅延が認められていることに加えて、そのリスク要因として、土地準備に関してトラブルのような複雑な許認可および、F/S 結果を遵守しない実施母体の事業の追加・拡大等に係わる不明確な要求が挙げられていることである。

上記の事項から、プロジェクト遂行の遅延が大幅なコストオーバーランに繋がったケースは、事業主の責任において追加支出をすべき状況が明確な場合に限定されているものと推察される。そして、多くの場合には、プロジェクト遂行の遅延とコストオーバーランとは、明確には関連付けられない結果となっている。ただし、ここで議論しているコストオーバーランは、事業主の損失のみを意味するものであることに留意すべきである。つまり、プロジェクト遂行の遅延とコストオーバーランが関係付けられないということは、遅延によって請負金額が変動し

ないことを意味する。

しかし、請負者と事業主で締結される請負金額は、当初設定された工期に基づき算定されたものであるため、プロジェクトの完成までの遅延は、本来請負者の損失を引き起こすはずである。したがって、図-4 に示したようにプロジェクトの総工費の増加について着目するだけでは、土地取得等の事業者の支出を除いて、工期遅延による請負者が被る損失を議論することはできない。

さらに、プロジェクト遂行の遅延は 2 次的なリスクを発生すると危険性がある。その代表的なものが、遅延した工期中でのインフレーションの発生あるいは、外貨変動率の変化である。すなわち、プロジェクトの工期が遅延することで、経済動向に係わる不確定要因に曝される危険性が増し、建設資機材の高騰等に起因する建設コストの増加を引き起こす危険性が増すことが容易に推察される。

このような観点から、途上国援助による建設プロジェクトでのコストオーバーランを議論する上では、プロジェクト遂行の遅延が事業主および請負者の両者に及ぼす損失の発生状況を明示すると共に、その低減方法について検討を加えることが重要な事項となる。

### 3. 社会的厚生に基づく建設マネジメント手法のモデル化

#### (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事業主（発注者）・コンサルタント・請負者・機器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の間でのリスクの二面性を考慮するための指標として、公共プロジェクトに係わる参加者が得られる利益（便益）の総和として表される社会的厚生という概念を導入する。小林ら<sup>13)</sup>の定義に基づく、建設請負契約が成立した時点での建設プロジェクトでの社会的厚生は、以下に示すように事業主の建設プ

プロジェクトにより受ける便益と、請負者の利益の和として定義される。

I) 事業主の得る便益： $B_O$

$$B_O = V - (C_p + I_O) \quad (1)$$

II) 請負者の得る利益： $B_C$

$$B_C = C_p - (C + I_C) \quad (2)$$

III) 社会的厚生： $B$

$$B = V - C - (I_O + I_C) \quad (3)$$

ここに、式(1)～式(3)に含まれ各変数は、それぞれ以下のように定義される。

- ・  $V$  は建設プロジェクトを実施することにより得られる効用を貨幣価値で表した社会的便益を表す。なお、この変数は F/S 段階で当該建設プロジェクトの妥当性を判定する指標となる、内部収益率 IRR (Internal Rate of Return) を算定するための基礎データとなるものである。
- ・  $C_p$  は、事業主と請負者の間で締結される建設プロジェクトの請負契約金額を表す。
- ・  $I_O$  は、建設請負契約金額を除く、地盤調査費および土地取得費等の当該プロジェクトのためのみに必要となる事業主の支出額を表す。
- ・  $C$  は、請負者が当該プロジェクトを遂行するために要する建設コストを表す。
- ・  $I_C$  は、入札準備費等の当該プロジェクトのためのみに必要となる請負者の支出額を表す。

なお、上記の変数の内、請負者の要する建設コスト  $C$  は、請負契約成立段階では不確定量であるとともに、本来事業主と締結される請負契約に基づき算定されるものであるため、請負契約金額  $C_p$  と連動するものである。しかし、社会経済学的観点からは、式(1)～式(3)に示すように、請負契約金額  $C_p$  は、明示的に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、式(3)に示すように、社会的厚生の変動に寄与する要因は請負者の要する建設コスト  $C$  となる。また、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、所与の建設条件の下では請負者の要する建設コスト  $C$  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。

(2) リスク分配に関するモデル化

本節では、(1)に示したモデルを用いて、2. で述べた JBIC による借款事業でのコストオーバーランの発生状況について考察を加える。

2. で述べた事例で、コストオーバーランが発生したと推察される主な要因は、以下の2パターンに分類される。

- 1) 土地準備に係わるトラブル
- 2) 実施母体の不明確な要求による事業の追加および拡大

ここで、1)の要因により土地準備価格が $\Delta I$ だけ増加し、2)の要因により建設コストが $\Delta C$ だけ増加したと仮定する。なお、2)の要因によりプロジェクトの遂行が遅延したとすれば、建設コストの増加額 $\Delta C$ はインフレーションあるいは外貨変動率の変化に伴う建設資機材の高騰等による影響を大きく受ける危険性があることに留意する必要がある。さらに、請負価格が、建設コスト変動額 $\Delta C$ に連動して、 $\Delta C_p$ だけ変動したと仮定する。

上記の仮定条件の下で、事業主の得る便益  $B_O$  および支出額  $E_O$  は、それぞれ次のように表される。

$$B_O = V - (C_p + \Delta C_p) - (I_O + \Delta I) \quad (4)$$

$$E_O = C_p + I_O + (\Delta C_p + \Delta I) \quad (5)$$

なお、式(5)での括弧内に示した右辺第3項と第4項の和が、2. で述べた事例でのコストオーバーランに相当するものであり、そして両項の比較では、右辺第4項の土地準備価格の変動額 $\Delta I$ が支配的であったことに留意する必要がある。

同様に、請負者の得る利益  $B_C$  および支出額  $E_C$  も、それぞれ次のように表される。

$$B_C = C_p + \Delta C_p - (C + \Delta C) - I_C \quad (6)$$

$$E_C = (C + I_C) + \Delta C \quad (7)$$

以上の式(4)～式(8)に示す関係で、注意すべき事項は、式(6)に示した請負者の得る利益  $B_C$  は、建設コストの変動額  $\Delta C$  と請負価格の変動額  $\Delta C_p$  の大小関係により異なることである。例えば、 $\Delta C = \Delta C_p$  の場合には、請負者は全く損失を被らないことになり、また  $\Delta C > \Delta C_p$  の場合には、請負者は建設条件の変化に対する設計変更により損失を被ることになる。

ここで、建設コストの変動額  $\Delta C$  は、本来請負価格の変動額  $\Delta C_p$  に連動するものであり、途上国援助による建設プロジェクトでは、一般的には工事単価数量表 (Bill of Quantities, 以下 BOQ と称する) に基づき数量精算されるものである。ただし、プロジェクト遂行の遅延が生じた場合には、請負者に以下のような損失が生じる危険性がある。

- ① 数量自体は精算されるが、単価自体は変更されない可能性がある。本来、単価は本来機材のリース料等に基づき設定されるため、工期の延長されたにもかかわらず新単価が設定されない場合には、請負者は損失を被ることになる。さらに、前述したように、インフレーションあるいは外貨変動率の変化に伴う建設資機材等が高騰した場合には、その請負者の損失は甚大なものとなる。
- ② ①に述べた直接工事費の増加に加えて、プロジェクト遂行の遅延は、間接工事費の増加も引き起こす。その代表的な例が、仮設材料のリース費および、請負者の事務所あるいは資材置場等の土地リース費等である。

このような事項により、一般的には建設コストの変動額  $\Delta C$  は、請負価格の変動額  $\Delta C_p$  によって一部しか補填されないため、その差額は請負者により負担されることになる危険性がある。すなわち、請負価格の変動額  $\Delta C_p$  は本来 BOQ に基づき算定されるものではあるが、議論を単純化すれば建設コストの変動額  $\Delta C$  と請負価格の変動額  $\Delta C_p$  の間に、以下の関係が成立するものと解釈される。

$$\Delta C_p = \alpha^* \Delta C \quad (8)$$

ここに、係数  $\alpha^*$  は 0 から 1 の間の値となるものであり、建設コストの変動額  $\Delta C$  に対する事業主の平均的リスク分配率に相当すると解釈される。なお、このモデルでの請負者のリスク分配率は  $(1 - \alpha^*)$  であることはいままでの間。

ここで、式(4)および式(5)についての考察で述べたように、2. で示したコストオーバーランの事例では、式(5)の右辺第 4 項の土地準備価格の変動額  $\Delta I$  が支配的であった。この分析結果からは、平均的リスク分配率  $\alpha^*$  は 0.0 に近い値であったことになる。この結果より、遅延に起因する建設コスト変動分は設計変更に伴う請負金額の変動として評価されず、建設コストの変動額  $\Delta C$  の大部分は請負者により負担されたものと推察される。

次に、式(4)および式(6)より、社会的厚生  $B$  は次式のように表される。

$$B = V - (C + I_0 + I_C) - (\Delta C + \Delta I) \quad (9)$$

式(9)に示すように、ここで議論している条件下での社会的厚生は、式(3)に示した当初設定値から、2. に示した事業者としてのコストオーバーランの金額 (本質的には事業者のリスク分担量に等価) および、請負者が負担する損失額の和だけ低下する。ただし、この社会的厚生の低下量の内、請負者が負担する損失額については検討の余地がある。すなわち、遅延に起因する建設コスト変動の原因と推定される要因が、複雑な許認可過程あるいは事業者の不明確な要求等の、事業主の意思決定あるいは運営の不備に起因するもの場合には、本来その遅延に起因する建設コスト変動分は、事業主により精算されるべきものである。もちろん、請負者が負担する損失額の一部が、事業主によるリスク分担分をして転嫁されたとしても、社会的厚生の低下量は一定である。しかし、事業主に意思決定あるいは運営の不備による遅延が、社会的厚生を低下させることを認識させることが重大な観点であると推察される。

なお、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(4)および式(6)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、最終的には式(9)に示す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(7)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、リスク連鎖が生じることになる。

したがって、途上国援助による建設プロジェクトでのリスク低減を図る上では、事業主および請負者が、大局的観点から社会的厚生を最大にする方策を模索すると共に、社会的厚生の低下に係わるリスク要因を協力して減少させるというという共通の認識を有することが不可欠な事項となる。

#### 4. プロジェクトの遅延に伴う損失に関する考察

##### (1) 社会的厚生モデルにおける主たるリスク要因に関する考察

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、3.の(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、近年欧米の建設マネジメント分野で、発注者と請負者間の問題を解決する新たな方法として提案されるようになってきた、Partnering という概念を挙げることができる<sup>14)</sup>。この概念は、工事中に発生するコスト変動 $\Delta C$ に対処する方策として、事業主と請負者の関係において、従来の訴訟等により闘う姿勢から両者が協力することでリスク要因の減少を図るという姿勢への変化を促すものである。

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(9)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、事業主は土地準備に関する出費増 $\Delta I$ 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(9)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便益の現在価値を低減させることになる。また、土地準備のトラブルは、事業主の請負金額とは無関係の直接的な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。また、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に加えて、その遅延に起因する損失の発生を防ぐことである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。ただし、Partnering の概念に代表されるように、事業主および請負者が大局的観点から共通の認識を有した上で問題解決を図るためには、遅延による損失を定量的に評価することが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(6)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、プロジェクトの便益の低下量 $\Delta V$ は、次式のように表される。

$$\Delta V = V[1 - \exp(-\rho \Delta T)] \quad (10)$$

ここで、 $\rho$ は社会的割引率を表す。

なお、社会的割引率は、日本では $\rho = 0.04$ と設定されるのに対して、開発途上国では一般的に $\rho = 0.12$ 程度に設定されるため<sup>15)、16)</sup>、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、インフレーションあるいは為替変動等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>17)</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。

$$dS(t) = \mu S(t)dt + \sigma S(t)dW(t) \quad (11)$$

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ーすなわち、平均的変動率周りの不確定性を標準偏差として表す指標を表す。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(8)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(8)に含まれる経済のボラティリティーは、その国の経済状況の不確定性を表す指標であり、表-1に示すPoli<sup>18)</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(8)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。

$$S(t) = s_0 \exp\left(\left(\mu - \frac{1}{2}\sigma^2\right)t + \sigma W(t)\right) \quad (12)$$

また、式(9)の期待値及び分散は、次式のように表される。

$$E[S(t)] = \exp(s_0 + \mu t) \quad (13)$$

$$Var[S(t)] = \exp(2(s_0 + \mu t))\{\exp(\sigma^2 t) - 1\} \quad (14)$$

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(10)は、図-5に示すように経済指標の標準偏差(ボラティリティー)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

表-1 各国でのマクロ経済指標のボラティリティーの比較<sup>18)</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

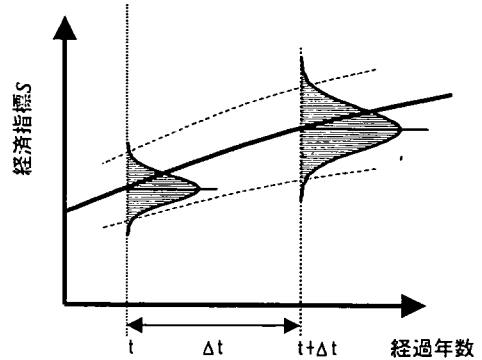


図-5 時間の経過に伴う経済指標の標準偏差(ボラティリティー)の拡大状況(模式図)

の遅延期間での経済状況の変動が大きくなる。具体的には、当初の計画に比べてプロジェクトの進行に遅延が生じ、その間に被援助国の通貨価値が下落すれば、それに伴うインフレーションの影響を大きく受け、最終的には多大な建設コスト増(本質的には事業主のコストオーバーランと、請負者の損失の和)が生じる危険性が高くなる。

上記のように、式(10)～式(14)に示した数学モデルを用いて、施工及びプロジェクト完成の遅延が、社会的厚生に及ぼす影響について考察を加えた結果は、以下のように要約される。

- ① プロジェクト完成の遅延は、当初計画段階で設定されたプロジェクトの完成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。
- ② プロジェクトが完成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、社会的厚生を低下する危険性も高くな



る。

- ③ ①および②の事項に関連して、開発途上国ではその国のマクロ経済指標である、社会的割引率及び、経済指標のボラティリティが大きいため、先進国に比べてプロジェクトの遅延による社会的厚生低下量が大きくなる。

①から③に示した事項より、プロジェクトの完成までの遅延は、開発途上国における建設プロジェクトでの主要リスクとして考えられる。ここで、図-1に示したように、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ため、このプロジェクトの完成までの遅延を防ぐという観点からは、F/S でのプロジェクトの実施計画の精度を高めることが、極めて有効なリスク低減策になるものと推察される。

また、式(10)～式(14)に示した社会経済学および金融工学に基づく数学モデルを援用した検討結果は、定性的な議論ではあるが、プロジェクトの完成までの遅延に起因する損失に関して、開発途上国特有の経済状況を反映し事業主および請負者が大局的観点からリスク評価する上で、有効な情報を提供できる可能性があることを示唆している。したがって、今後これらのモデルを発展させ、被援助国のマクロ経済動向のボラティリティを考慮したリスク評価手法を確立することも、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有効な方策となるものと推察される。

## 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。

- 1) 途上国援助による建設プロジェクトでのリスク低減を図る上では、事業主および請負者が、大局的観点から社会的厚生を最大にする方策を模索すると共に、社会的厚生低下に係わるリスク要因を協力して減少させるという共通の認識を有することが不可欠な事項となる。
- 2) 1)に示した方針を具体化する上では、発注者と請負者の間の問題を解決する新たな方法として提案されるようになってきた Partnering の概念が極めて有効な方策であるとみなされる。ただし、Partnering に代表されるように、事業主および請負者が大局的観点から共通の認識を有し

た上で問題解決を図るためには、遅延による損失を定量的に評価することが重要な検討課題となる。

- 3) 開発途上国ではその国のマクロ経済指標である、社会的割引率及び、経済指標のボラティリティが大きいため、施工及びプロジェクト完成の遅延は、先進国に比べてプロジェクトの遅延による社会的厚生低下量が大きくなる。したがって、プロジェクトの完成までの遅延は、開発途上国における建設プロジェクトでの主要リスクとして考えられる。このプロジェクトの完成までの遅延を防ぐという観点からは、F/Sでのプロジェクトの実施計画の精度を高めることが、極めて有効なリスク低減策となる。

- 4) 3)の事項に加えて、本研究で示したような被援助国のマクロ経済動向のボラティリティ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有効な方策となる。

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、一昨年末の 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) 岩崎育夫：現代アジア政治経済学入門，東洋経済新報社，2000。
- 2) 江橋正彦，小野沢純：アジア経済ハンドブック 2000，全日法規株式会社，2000。
- 3) 鷲見一夫：ODA 援助の現実，岩波新書，1989。
- 4) 草柳俊二：国際建設プロジェクトのマネジメントシステム構築のための基礎研究，土木学会論文集，No. 546/VI-32，pp. 101-112，1996。
- 5) Chapman, C. and Ward, S.: Project Risk Management, John Wiley & Sons, 1997.
- 6) Zhi, He: Risk Management for Overseas Construction Projects, International Journal of Projects Management, Vol. 13, No. 14, pp. 231-237, 1995.
- 7) Flanagan, R. and Norman, G.: Risk Management and Construction, Blackwell Science, 1993.

- 8) 大津宏康, 大西有三: 海外建設プロジェクトにおける建設請負者の立場からのリスクマネジメントに関する一考察, 土木学会論文集, No. 707/VI-55, pp. 207-218, 2002.
- 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 1998, 1998.
- 10) 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.
- 11) 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-下巻, 1999.
- 12) Pipattanapiwong, J. and Watanabe, T.: 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.
- 13) 小林潔司, 大本俊彦, 横松宗太, 若公崇敏: 建設請負契約の構造と社会的効率性, 土木学会論文集, No. 688/IV-53, pp. 89-100, 2001.
- 14) Harris, F. and McCaffer, R.: Modern Construction Management, Blackwell Science, 2001.
- 15) 嘉数啓, 吉田恒明: アジア型開発の課題と展望, 名古屋大学出版会, 1997.
- 16) 道路投資の評価に関する研究委員会: 道路投資の評価に関する指針(案), 日本総合研究所, 1998.
- 17) 蓑谷千鳳彦: ブラック・ショールズモデル, 東洋経済社, 2000.
- 18) Pollio, G.: International Project Analysis & Financing, The University of Michigan Press, 1999.

(2001.11.8受付)

## A CONSIDERATION ASSOCIATED WITH THE RISK IDENTIFICATION AND RISK RESPONSE OF CONSTRUCTION PROJECTS EXECUTED BY ODA-LOAN

Hiroyasu OHTSU, Yoshiki ONOI, Yuzo OHNISHI and Toru TAKAHASHI

This paper presented the risk identification and the risk response of the construction projects executed by means of ODA-Loan. Firstly, the investigation of JBIC evaluation reports identified the major risk factors. Secondly, it pointed out that the identified risk factors cause project-delay and that the delay becomes the dominant cause to reduce the benefit of the project based on the investigation by a simplified analytical model. Furthermore, as a conclusion of the investigation, it was presented that maturity of feasibility study and considerations of economic volatility in developing countries become the key factors to reduce the risks of the construction projects executed by means of ODA-loan.