

## ◆特集：新しい時代の社会資本整備の視点◆

## 土木インフラ PFI における適切なリスク分担に向けて

小路泰広\*

## 1. はじめに

社会資本整備の新しい手法として、PFI (Private Finance Initiative) が注目されている。1999年のPFI法<sup>1</sup>施行以来、150を超えるPFI事業が立ち上がった<sup>2</sup>。しかし、いわゆる土木インフラに適用されたものはほとんどなく、いくつかが検討されているに過ぎない。英国をはじめとする海外では土木インフラへのPFIの適用が積極的に行われており、我が国においても財政が逼迫するなか、VFM (Value for Money) を追求するための新たな事業方式としてPFIの導入を目指していく必要性は高いと思われる。

しかしながら、土木インフラ特有の問題や、我が国の自然条件や社会経済制度に起因する適用上の問題点が数多く指摘されている。例えば、土木学会のPFI研究小委員会<sup>3</sup>では、土木インフラへのPFIの適用にあたっての課題を整理し、解決方向を提案している。課題は多岐にわたり、法制度、金融、会計といった狭義の土木分野には収まらない幅広い分野に及ぶ。土木インフラPFIの実用化に向け、産学官の実務者・研究者が課題解決に向けて取り組むことが望まれる。

本稿では、その中でも土木技術に関連が深いと思われるリスクに関する課題に焦点を当て、PFIにおけるリスクとその分担について考え方を整理するとともに、具体的なリスクについてその分担のあり方を検討した結果を示すこととする。以下、第2章では、PFIにおける官民のリスク分担のあり方について、リスクの概念、適切な分担のあり方、リスク分担の最適化へのプロセスについて述べる。第3章では、具体的なリスクとして需要リスクを取り上げ、また第4章では不可抗力リスクを取り上げ、分担のあり方について論じる。第5章では、以上をまとめ、土木インフラPFIにおける適切なリスク分担に向けた課題をまとめる。

## 2. PFI におけるリスク分担の課題

## 2.1 リスクの概念とその分担の考え方

まず、PFIにおけるリスクの概念を明確にした上で、その分担のあり方を検討する必要がある。リスクに関する知見はこれまでに膨大な蓄積があり、リスクの定義や分類も様々である。災害や事故に関連するリスクの場合、損失が発生する確率、発生した場合の損失の大きさ、あるいはそれらの積である損失の期待値などが定義として用いられる。一方、金融分野では、収益の期待値からの変動(確率分布の分散や標準偏差)として表現されることが一般的である。

PFIにおけるリスクの定義としては、「事業期間中に発生する可能性のある事故、需要の変動、天災、物価の上昇等の経済状況の変化等一切の事由を正確には予測し得ず、これらの事由が顕在化した場合、事業に要する支出または事業から得られる収入が影響を受けること」、「不確実性のある要因によって、事業から得られる収入あるいは事業に要する支出が影響を受け、収益に関して不測の損害を受ける可能性」、「政治情勢、経済環境の急激な変化など、事業の進行を妨げる様々な不確実要因」などがある。

## 2.2 リスク分担の基本原則

PFIでは、設計から運営までの一括発注や性能規定化等により、従来型と比べて民間事業者が多くのリスクを負担することになる。これにより効率化へのインセンティブを付与し、民間の技術力や創意工夫を引き出すことでVFMを達成しようとする。その際、リスクを民間に移転しさえすればいいわけではなく、適切なリスク分担が重要になる。リスク分担のガイドライン<sup>2)</sup>では、適切なリスク分担ルールを導くための原則は「リスク

<sup>1</sup> 民間資金等の活用による公共施設等の整備等の促進に関する法律

<sup>2</sup> 2004年3月現在、実施方針が発表されたもの

表-1 交通需要リスクの管理能力

管理能力	交通需要リスク	不可抗力リスク
評価能力	交通量の変動要因を分析し、将来交通量を精度よく見積もることができる能力	災害事象の発生確率や発生規模を予測し、その影響度を精度よく見積もることができる能力
制御能力	良好な維持管理、利用促進策、関連開発事業などを行うことにより、交通需要を促進させることができる能力	合理的な耐震設計、厳密な品質管理に基づく施工、良好な維持管理等による被害の低減や、災害発生後の迅速な対応、効率的な復旧工事等による派生被害の最小化を行う能力
移転能力	保険、デリバティブ、その他の適当な方法により、リスク負担能力の高い第三者にリスクを低いコストで引き取ってもらうことができる能力	
保有能力	企業規模の大きさ、分散化されたポートフォリオ、予備費の確保などにより、リスクが顕在化した場合の負担に耐えることができる能力	

を最もよく管理することができる者が当該リスクを分担する」としている。リスク分担の決定にあたり考慮すべき要因として、①リスクの顕在化をより小さな費用で防ぎ得る対応能力、②リスクが顕在化するおそれが高い場合に追加的支出を極力小さくし得る対応能力、③リスクが顕在化する場合のその責めに帰すべき事由の有無、が挙げられている。しかし、これらはリスクの制御能力に着目したものであり、リスク管理能力にはそれ以外にも、④リスクを的確に分析し、その大きさと確率をより正確に予測できる評価能力、⑤市場保険その他の手段を用いてそのリスクを低コストで移転できる移転能力、さらには、⑥企業規模や予備費等によりリスクの顕在化に耐えることができる負担能力、などが考えられる。これらを踏まえ、総合的なリスク管理能力が高い主体がリスクを負担すべきであると思われるが、実際のリスク分担の決定にあたっては、各リスクについて個別具体的に検討が必要となる。

### 2.3 個別リスクの分担のあり方の検討

これまでのPFIに関する検討や実践により、個別リスクの分担のあり方については概ね方向性が出てきている。例えば、建設費の超過リスクは、その原因が発注者によるもの等をのぞき、民間事業者が100%負担することが通例となっている。これは、建設費の管理を最も効率的に行えるのは民間事業者であるという判断に基づく。他の様々なリスクについて官と民のどちらが負担するか、あるいは両者で分担するのかについて、主にリスク分担表という形で示されてきている。

しかし、民間事業者の技術力や創意工夫を最大限に活用するという趣旨に則り、土木インフラ事業が直面する自然・社会・経済的条件の多様性を考慮すれば、事業の特性や民間事業者の技術力等

の条件に応じたきめ細かなリスク分担を設定する必要があり、そのための検討が必要とされる。

例えば、多くの事例で主に官の負担になっている需要リスクと不可抗力リスクについて考えてみると、確かにその影響度の大きさから民間事業者がリスクを全面的に負担することは困難であると思われる。しかし、民間事業者の技術力や創意工夫を活かしてリスクの低減を図ることができる面がないとは言えない。したがって、場合によって、あるいは部分的には負担することが合理的な場合がある可能性もあると思われる。例えば、リスクの評価能力、制御能力、移転能力、保有能力という分類<sup>3)</sup>に従って、民間事業者による需要リスクと不可抗力リスク（主として地震災害リスクを想定）の管理能力の内容を整理したものが、表-1である。第3章と第4章では、具体的なリスクとして需要リスクと不可抗力リスクを対象に、民間事業者によるリスク分担の可能性について検討する。

### 3. 需要リスク分担のあり方<sup>3)</sup>

#### 3.1 需要リスクへの対処方法

まずは、実際のPFI事業における需要リスクへの対処方法について、交通分野を例に概観する。交通需要リスクを内包しているPFI事業は多種多様なものがあるが、多くは需要変動が直接的に収益に影響しないような緩和方策がとられている。ここでは、英国のDBFO道路<sup>3)</sup>、ダートフォード橋、およびオーストラリアのシドニーハーバートネルを事例として、需要リスクへの対処方法について整理し、類型化を行う。

DBFO道路においては、公共が民間事業者に

<sup>3)</sup> Design, Build, Finance & Operateの略で、設計から管理運営までを民間事業者が一括して請負う事業方式



表-2 需要リスクの緩和方法の類型化

類 型	リスクの緩和方法	事 例
交通量バンド型	交通量バンド毎に料金単価を減減	DBFO 道路 (英)
キャップ&フロア型	上下限を超えた分を徴収・補填	シドニーハーバートンネル (豪)
可変契約期間型	一定累積収入に達したら契約終了	ダートフォード橋 (英)
アベイラビリティ型	交通量との非連動化	A13DBFO 道路 (英)

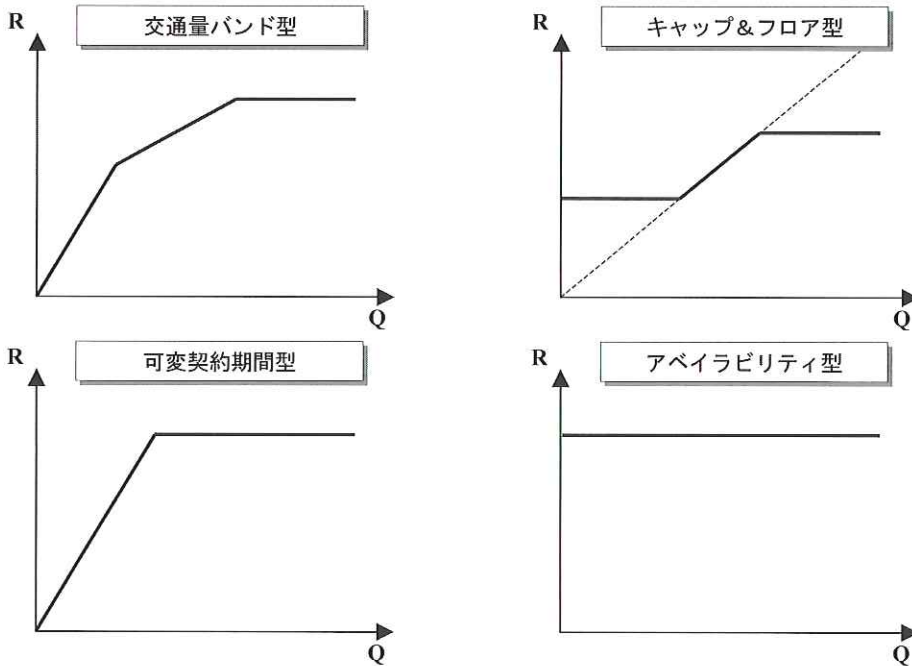


図-1 各緩和方法のもとでの収入曲線

支払う「シャドウ・トール」(shadow toll) が採用され、自動車1台あたりの料金単価を、交通量帯に応じて変化させる「バンド制」が採られた。交通量バンドと料金単価の設定により、交通需要の変動がシャドウ・トールの支払額に過度に影響しないようになっている。しかしそれでも交通需要リスクを民間事業者に負担させすぎとの指摘もあったことから、比較的最近の DBFO 道路では、通行可能な状態を維持すること(アベイラビリティ)に対する支払い方法がとられており、民間事業者が交通需要リスクを負担させない仕組みとなっている。

ダートフォード橋は、利用者から料金を徴収することができるコンセッション期間が、料金収入が借入額を超えた時点と20年の短い方とされている。実際には料金収入は10数年で借入額を超える見込みのため、実質的には民間事業者は需要リスクを負担しておらず、リスクは橋の利用者が、

有料期間が変化するという形で負担している。

シドニーハーバートンネルでは、事業計画の策定段階において、料金収入の変動に対して上限と下限を設け、下限を下回ったら公共が民間事業者収入保証を行い、上限を上回ったら民間事業者が公共に超過分を納入するリスク分担方式が検討された(実際には導入されなかった)。

以上より交通需要リスクの緩和方法を類型化すると、①交通量バンド型、②キャップ&フロア型、③可変契約期間型、④アベイラビリティ型の4つに分けることができる。それらの内容をまとめたのが表-2である。また、各緩和方法のもとでの収入曲線(交通量Qと料金収入Rの関係)を表したのが図-1である。なお、アベイラビリティ型は、そもそも支払額を交通量に連動させていないので、料金収入額を水平な直線で表現している。

### 3.2 民間による需要リスクの管理能力

評価能力と制御能力については、民間事業者の

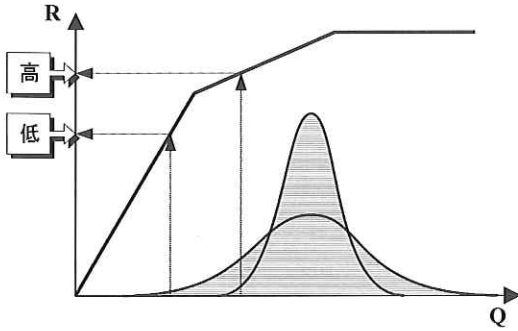


図-2 需要予測と融資限度額 (交通量バンド型)

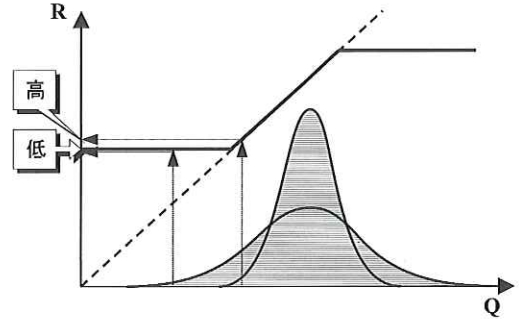


図-3 需要予測と融資限度額 (キャップ&フロア型)

努力により一定程度の管理が可能と思われるので、民間事業者がある程度の需要リスクを負担することは理にかなっていると思われる。そこで、これら2つの管理能力(評価能力と制御能力)を対象として検討する。

交通量の変動要因としては、①一般化費用の変動、②需要曲線のシフトの2つが考えられる。実現する交通量は観測できるものの、2つの変動要因による影響が複合的に働いており、それらを分離して観測するのは困難であるとする。一般化費用は、整備する施設や管理運営状態で決まるため、事業者にとって制御可能であると考えられる。

一方、需要曲線は、マクロ経済環境や周辺の経済活動によって決まり、通常は民間事業者にとって制御困難である。

ただし、需要曲線のシフトは需要予測を綿密に行うことにより予測精度を上げることは可能であろう。一般的な傾向としては、需要予測に投入するコストを増やすにしたがって、一定程度までは予測の精度は高まると思われる。

### 3.3 需要予測の精度向上へのインセンティブ

このような需要予測に投入する努力水準の決定方法として、例えば次のように考えられる。プロジェクトの資金調達における負債比率の決定において、需要の変動幅を考慮して返済が確実に行われる比率に設定されると考えられる。なぜなら、出資者に責任が遡及しないプロジェクトファイナンスにおいては、融資者の立場からすると、将来の不確実性を勘案したうえで、たとえ事業収益が悪化したとしても返済が確実に行われるような額しか融資できないためである。通常は、DSCR<sup>4</sup>が1.0(あるいはそれよりやや大きい数値)よりも大きいかどうかで返済の確実性を評価する。もし

リスクの確率分布が既知であるならば、収入額が負債額を下回る確率が極めて小さくなるように融資額を設定するものと思われる。なぜなら、通常はリスクの幅に下限を想定することは難しく、極めて稀であるが、非常に大きな損失(少ない交通量)が発生することが絶対ないとは言えない。そのような場合、リスクをゼロにしようとする、融資はできないことになる。現実的には、ある程度のリスクを想定したうえで、融資金の返済が滞る確率を一定以下に抑えつつ、そのようなリスクに見合うだけの金利の上積み(スプレッド)を要求しつつ、融資額を決定する。

図-2は交通量バンド型における負債比率の決定の仕組みを示しているが、予測精度が上がれば負債比率が高くなり、加重平均資本コストが下がることによって事業価値が上がるという仕組みを想定することができる。これにより、需要予測の精度を上げるために努力しようとするインセンティブが与えられる。

ただしこの仕組みは、需要リスクの緩和の仕方によっては予測精度を上げようとするインセンティブが働かない可能性がある。例えば、キャップ&フロア型では最低収入保証があり、予測精度が悪くても収益が低下しない場合があるため、注意が必要である(図-3)。

## 4. 不可抗力リスク分担のあり方<sup>4)</sup>

### 4.1 不可抗力リスク分担の現状と課題

リスク分担ガイドライン<sup>2)</sup>では、不可抗力とは、「協定等の当事者の行為とは無関係に外部から生じる障害で通常必要と認められる注意や予防

<sup>4</sup> Debt Service Coverage Ratio: 元利金返済額に対するその原資となる収入金額の比率



方法を尽くしてもなお防止し得ないもの」「公共施設等の管理者等及び選定事業者のいずれに責めにも帰しがたいもの」とされ、具体的には、地震その他の天災がその代表例として挙げられている。不可抗力リスクの分担方法としては、「追加的支出の分担のあり方、事業期間の延長について予め検討し、できる限り協定等で取り決めておくことが望ましい」とし、具体的なリスク分担の内容については全く言及していない。

従来型の請負工事契約における不可抗力による損害の取り扱い、建設請負金額の1/100までを民が負担し、それを上回るものについて官が負担するのが一般的であり、現状のPFI事業における民間の不可抗力に対するリスク分担（損害による負担金額）も、同様の規定となっている案件が多い。すなわち、不可抗力に起因する民間の負担金額は、施設整備費や維持管理運営費によって固定化されているため、損害金額を小さくするインセンティブが働きにくい。これでは、不可抗力の損害抑制に対する民間のノウハウが十分に活用されているとは言い難い。

PFI事業の場合は事業期間が長期にわたるため、事業期間中に発生しうる不可抗力への対処方法については、契約主義に基づき可能な限りリスク分担ルールを明文化しておくことが必要である。一方、将来的には、地震保険市場の整備や、デリバティブ等を活用した金融市場におけるリスクヘッジ手法が発達することにより、民間事業者でも不可抗力リスクの一部または全部を負担することができるようになる可能性もある。リスクヘッジのための金融商品も実用化されている。しかしその動向はまだ不透明であり、また十分に普及しない段階では極めて大きなリスクプレミアムを支払う必要が生じる。したがって当面の間は、民間のリスク負担能力を見極めつつ、慎重にリスク分担を設定する対応が現実的であろう。

#### 4.2 民間による不可抗力リスクの分担可能性

一般的に不可抗力とされている事象のうち、人為的災害によるものは確率的な扱いになじまず、また民間が制御できる余地はほとんどないと思われる。一方、自然災害によるものに関しては、過去の事象発生データ等からある程度の予測可能性が期待でき、またその対策において民間の技術力や創意工夫を活用できる余地も相当あると思われ

る。なかでも地震災害リスクについては、確率論的な取り扱いや、耐震技術に関する知見や実績が豊富にあることから、比較的民間で負担できる余地が大きいものと思われる。

地震自体は純粋な自然現象であるが、ひとたび大地震が起これば、公共施設の損壊のみならず、人命はもちろん、社会経済に対して直接間接に様々な損害が発生する。それらのうち、PFI事業において民間事業者にとって分担可能なリスクは、おそらく「復旧工事の金銭的費用」であろう。その他の損害については、やはり不確定要素があまりに大きく、また民間事業者が管理できる範囲は極めて限定されているためである。

構造物が地震により損傷を受けたときには、通常は補修や再建設を行い、地震が起こる前に有していた機能を回復する。その際、適切な耐震設計、施工時の品質確保、効率的な復旧工事等、事前の技術的な工夫やマネジメントの徹底などが重要であり、民間事業者にとって創意工夫を発揮する余地があると考えられる。そこで以下では、主に「復旧工事の金銭的費用」を官民でどのように分担すべきかについて分析する。

#### 4.3 地震災害リスクの分担可能性

不可抗力リスクについて、通常の公共工事では、損害額に基づく分担が一般的である。損害額がある一定値以下の場合には民間事業者が全て負担し、それを超えた額は発注者が全て負担する。このリスク分担の問題点としては、民間事業者に損害額を低減させようとするインセンティブが働きにくくなる可能性があることである。

これに対し、外力レベル（例えば震度や加速度[gal]）に基づいてリスクを分担する方法が考えられる。具体的には、地震災害が発生した場合に公共が民間事業者に外力レベルに応じた復旧支援金を支払う仕組みを想定する。

構造物に地震の外力が作用するときどの程度の損失を被るかは、外力レベルに応じて、ある確率分布をとると考えられる。これは損失確率密度分布と呼ばれる。損失の期待値も外力レベルに応じて変化するが、それらを結んだものが地震ロス関数と呼ばれる曲線である（図-4）。損失確率密度関数は、過去の地震による構造物の損壊データから統計的に算定されるものであり、個別の構造物の倒壊可能性を表しているわけではない。実際

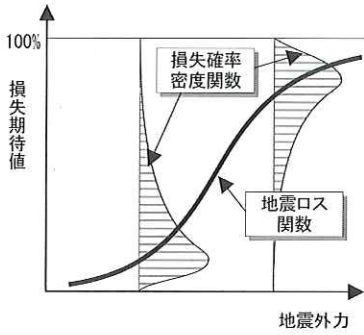


図-4 地震ロス関数と損失確率密度関数

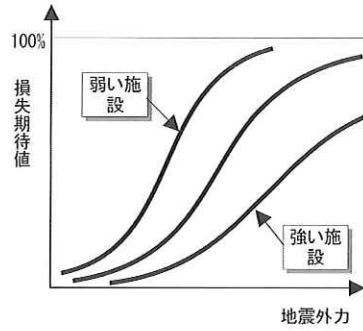


図-5 地震ロス関数と施設の強さ

には同種の施設でも、地震に強いものと弱いものがあるはずである(図-5)。すなわち、民間事業者がリスク低減策をいかに講じるかによって、地震に対して相対的に強い施設にも弱い施設にもなる可能性がある。

入札プロセスにおいて、外力レベルごとにあらかじめ規定された復旧支援金にて災害復旧作業が完了するよう、外力レベルに応じた被害状況と復旧作業(費用)を民間事業者が想定して提案事項とすることで、地震発生時の災害復旧作業において民間ノウハウが発揮されることが期待できる。また、この仕組みにより、民間事業者が負担するリスクは、実際にかかった復旧費用と復旧支援金との差額のみになり、負担するリスク量を一定程度以下に抑えながら、復旧費用を削減するための創意工夫のインセンティブを確保することができると期待される。

## 5. まとめ

以上、PFIにおけるリスク分担のあり方について、事例分析も交えて検討してきたが、これまで民間事業者が負担することが困難であると思われてきたリスクについて、ある条件下では民間が負担することに合理的な場合もあることが示されたと考える。ただし、上記検討は数多くの単純化のための仮定の下での話であり、実際のリスク分担の検討にあたっては、より詳細な検討が必要であることは言うまでもない。特に、事例として取り上げた需要リスクや不可抗力リスクは、いずれも事業への影響のみならず社会的な影響が甚大であるため、その負担方法は慎重に検討する必要がある。例えば、入札プロセスの中でリスク分担について民間からの提案を求め、民間の技術力やリス

ク負担に対する意志を確認しながら、それを適切に評価することが必要になる。こうして、リスク管理能力に応じて適切なリスク分担が実現できるような工夫をしていくことが、土木インフラPFIの実現にあたって必要とされる。

## 参考文献

- 1) 土木学会建設マネジメント委員会 PFI 研究小委員会：インフラ整備を伴う PFI 事業形成のための課題の明確化とその解決策の提言に向けて、2004 年 3 月
- 2) 民間資金等活用事業推進委員会：PFI 事業におけるリスク分担等に関するガイドライン、2001 年 1 月
- 3) 小路泰広：PFI 事業における交通需要リスクの分担方法について、交通学研究 2003 年研究年報、日本交通学会、2004 年
- 4) 小路泰広：PFI 事業における地震災害リスクの分担方法についての一考察、第 27 回地震工学研究発表会論文集、土木学会、2003 年

小路泰広\*



(財)道路保全技術センター研究第一部次長  
(前)国土交通省国土技術政策総合研究所建設経済研究室主任研究官  
Yasuhiro SHOJI