

離島架橋事業を事例とした一般地方道路事業の PFI 可能性の研究

東洋大学 中川良隆¹⁾大成建設 浜島博文²⁾

By Yoshitaka Nakagawa and Hirofumi Hamajima

本研究は我が国ではまだ実施されていない、PFIによる一般地方道路事業のうち、離島架橋事業について、VFMの評価を行ったものである。既往のデータ等を基に、従来公共事業方式と想定されるPFI事業方式の契約件数、工事期間、発注者の事務費等の比較検討を行い、両事業方式の事業費と建設事業期間の差異を算定した。その結果、PFI事業方式を採用すれば、工事期間、間接工事費、発注者事務費等の削減が見込まれることが分かった。これらを基にVFMの試算を行った。試算結果からVE等により直接工事費のコストダウンを図らなくとも、VFMが達成されることを明らかにした。さらに、PFI事業方式を一般地方道路事業に導入すれば同様にVFMが達成できることを示した。

キーワード：PFI, VFM, DBFO, 離島架橋

1. はじめに

平成11年7月にPFI法が制定され、平成16年3月現在、約140件の事業が実施方針の発表や施設の供用が行われている。しかし、欧米諸国と異なり、道路PFI事業は未だ行われていない。

道路事業の中でも橋梁整備工事、特に離島架橋事業は一般に、取付道路区間が短いので用地買収に伴うリスクは少ない。漁業補償のリスクはあるが、漁組単位であり、陸上の用地買収に比べ交渉相手が少ないため、リスクは比較的明快である。また離島架橋道路は無料道路が多く、この場合、需要リスクがない。同事業は工事規模が大きく、技術的難易度が一般的にかなり高いので、民間技術力を発揮しやすい。これらの理由と、他の一般道路事業に比較して事業記録が整理されているので、離島架橋事業は道路事業の内でPFIとして検討するのに適している。

本研究では、離島架橋事業のVFM（バリュー・フォー・マネー）を検討するための問題点を整理して、PFIの可能性を評価し、合わせてPFI事業方式の一般地方道路事業への展開の可能性について検討した。

2. 離島架橋の現状

離島架橋は離島と本土、離島間の道路交通の利便を図るため、離島振興法等により促進されてきた。表-1に平成年代に完成した事業費10億円以上の離島架橋を示す。11年間で18件の架橋が完成した。このうち3件は有料道路である。事業費の平均は約100億円、事業採択から完成まで、約9年間で要している。

事業期間が約9年間かかる要因として、①発注者の財政負担能力の問題、②分離分割発注の原則の影響、③発注者の技術力、が考えられる。

1) 工学部環境建設学科 TEL 049-239-1398

2) 土木営業本部 TEL 03-5381-5487

表-1 平成年間に完成した事業費 10 億円以上の離島架橋（着工年度順）

橋名	県名	着工年度 (事業採択)	完成年月	工事期間	橋長 (m)	事業費 (億円)	摘要
内海大橋	広島	1979	1989. 10	10年8カ月	832	107	県道
若松大橋	長崎	1979	1991. 8	12年5カ月	522	72	県道
生月大橋	長崎	1980	1991. 7	11年4カ月	960	116	県道・合併有料
池間大橋	沖縄	1981	1992. 2	10年11カ月	1425	94	県道
来間大橋	沖縄	1986	1995. 3	9年	1690	92	農道
豊浜大橋	広島	1987	1992. 11	5年8カ月	543	46	県道
中の瀬戸大橋	広島	1987	1998. 10	11年7カ月	251	22	農道
伊唐大橋	鹿児島	1988	1996. 8	8年5カ月	675	125	農道
屋我地大橋	沖縄	1988	1993. 3	5年	300	26	県道
浜比嘉大橋	沖縄	1988	1997. 2	8年11カ月	900	91	県道
弓削大橋	愛媛	1989	1996. 3	7年	567	48	県道
安芸灘大橋	広島	1989	2000. 1	10年10カ月	1175	330	県道・合併有料
阿嘉大橋	沖縄	1989	1998. 5	9年2カ月	530	51	市町村道（県代行）
角島大橋	山口	1991	2000. 11	9年8カ月	1780	149	県道
大島大橋	長崎	1991	1999. 11	8年8カ月	1095	290	県道・合併有料
平安座海中大橋	沖縄	1991	1999. 3	8年	280	44	県道
長島橋	長崎	1992	1998. 2	5年10カ月	294	21	県道
くしもと大橋	和歌山	1993	1999. 9	6年6カ月	676	110	県道
合計 18件				平均8年11カ月	平均 101億円		

3. PFI の離島架橋事業への導入の際の検討項目と既往の研究

(1) 導入の際の検討項目

PFI を導入する際に従来公共事業方式に比べて、PFI 事業方式に VFM がなければならない。このためには PFI 事業方式が、従来公共事業方式に比べ具体的(金額として)に優れていることを明示しなければならない。以下に導入の際の検討項目を示す。

- ①事業（工事）期間短縮の可能性
- ②工事費等の低減の可能性
- ③発注者の事務費等の低減の可能性
- ④民間調達と公共調達との金利差（スプレッド）が事業収支に対して多大でないことの証明

(2) 検討項目に対する既往の研究

a) 事業（工事）期間短縮の可能性

工事期間短縮の結果、離島住民人口の減少に歯止めがかかることを含めて、早期供用便益が得られるかを調査した。

工事期間についての研究は行われていない。早期供用便益について、筆者は一般地方道路事業において、時間短縮便益と税収の関係について仮説を立てて試算を行った。その結果、事業費 100 億円の道路事業で $B/C=1.5$ の場合、年間 5700 万円の税収が国

全体として期待できる事を示した²⁰⁾。

日本離島センターは架橋の有無により、離島住民の人口がどのように変化するかの調査を実施した。調査内容は、昭和 30 年から平成 7 年までの、全国の離島と 33 の架橋された島（元離島）の人口推移を、比較したものである。その結果によれば、架橋により人口減少率が 0.3%/年程度、緩和されることを明らかにしている¹⁷⁾。しかしその税収効果についての研究はない。

b) 工事費等の低減の可能性

公共工事の発注規模と請負工事費の関係は、常見他¹⁴⁾や建設経済研究所¹³⁾の研究で、工事を分割細分化することにより、請負工事費が高くなることを明らかにしている。

c) 発注者の事務費等の低減の可能性

PFI 事業方式を採用することにより、発注者職員等が減らせ、発注者の現場技術業務費、事務費等を削減できると言われているが、定量的研究はない。

d) 民間調達と公共調達との金利差（スプレッド）

が事業収支に対して多大でないことの証明

民間調達金利は公共調達金利より高い。金利差が大きければ事業収支に大きな影響を及ぼす。一般的に金利差がどの程度になるかは、市場動向と事業のリスクによる。国土交通省の所管事業の簡易シミュ

表-2 既往の離島架橋の工事实績（事業費 50 億円以上・平成年間完成）・参考文献 1-10）より作成

県名	橋梁名称	橋長 (km)	事業費 (億円)	工事期間	工事契約件数	現場技術業務費、 事務費等	道路 種類
長崎県	大島大橋	・道路延長：1600m ・橋長：1095m. ・大島大橋 670m： 3 径間斜張橋。 ・取付高架橋（鋼箱桁＋ PC 桁）。	290	・補助採択 1991 年度 ・工事期間：1992.10～ 1999.11.11（7 年 2 ヶ月間） ・1993.3：主橋梁下部工着工	・工事内訳調書件数： 328 件 ・主橋梁下部工 10 件 ・上部工 9 件	・現場技術業務費 1.38 億円 ・事務費 8.8 億円	県道 合併 有料 道路
	生月大橋	・道路延長 2460m ・橋長 1332m ・生月大橋 960m： 3 径間トラス橋 (1 号高架橋 170m) (2 号高架橋 202m)	116	・補助採択 1980 年度 ・工事期間： 1982.7～1991.7（9 年間） ・1983.11：高架橋下部工着工	・工事内訳調書件数： 107 件 ・主橋梁下部工 9 件 ・上部工 7 件	・現場技術業務費： 0.99 億円 ・事務費：4.3 億円	県道 合併 有料 道路
	若松大橋	・道路延長 4824m. ・若松大橋 522m： 3 径間トラス橋	72	・補助採択 1980 年度 ・工事期間：1981.8～1991.8. (10 年 1 ヶ月間) ・1983.7：主橋梁下部工着工	・工事内訳調書件数： 107 件 ・主橋梁下部工 7 件 ・上部工 2 件	・現場技術業務費： 0.38 億円 ・事務費： 3.7 億円	県道
広島県	内海大橋	・道路延長 3390m ・内海大橋 832m： ニールセンローゼ桁橋 2 連他	107	・補助採択 1979 年度 ・工事期間：1981.3～1991.10 (10 年 8 ヶ月間) ・1982.3：主橋梁下部工着工	・工事契約： (250 万円以上) 105 件 ・委託契約： (100 万円以上) 84 件 ・主橋梁下部工 5 件 上部工 14 件	・事務費 5.2 億円 ・現場技術業務費 計上なし（不明）	県道
	安芸灘大橋	・道路延長 2700m ・安芸灘大橋 1175m： 吊橋	330	・補助採択 1988 年度 ・工事期間：1992.4～2000.1 (7 年 10 ヶ月間) ・1992.10：主橋梁下部工着工	・主橋梁下部工 4 件 ・上部工 15 件	・事業費内訳なし	県道 合併 有料 道路
鹿児島県	伊唐大橋	・道路延長 4101m ・伊唐大橋 675m： 5 径間連続 PC 斜張橋他	125	・補助採択 1988 年度 ・工事期間：1990.12～1996.8 (5 年 9 ヶ月間) ・1992.10：主橋梁下部工着工	・詳細なし	・工事雑費 1.3 億円 ・事務費 7 億円 ・現場技術業務費 計上なし（不明）	農道
山口県	角島大橋	・道路延長 2080m ・角島大橋 1780m： PC 連続橋梁	149	・補助採択 1991 年度 ・工事期間：1993.7～2000.11 (7 年 5 ヶ月間) ・1993.7：主橋梁下部工着工	・主橋梁下部工 5 件 ・上部工 8 件	・事業費内訳なし	県道
沖縄県	来間大橋	・道路延長 3924m. ・来間大橋 1690m： PC 連続橋梁	97	・補助採択 1986 年度 ・工事期間：1988.7～1995.3 (6 年 9 ヶ月間) ・1988.7：主橋梁下部工着工	・竣工検査調書件数： 70 件 ・主橋梁下部工 9 件 ・上部工 5 件	・現場技術業務費 1.90 億円 ・工事雑費 1.1 億円 ・事務費 4.6 億円	農道
	池間大橋	・道路延長 4676m ・池間大橋 1425m： PC 連続橋梁	94	・補助採択 1981 年 ・工事期間：1986.3～1992.2 (6 年間) ・1986.3：主橋梁下部工着工	・契約件数：98 件 ・主橋梁下部工 19 件。 ・上部工 16 件	・現場技術業務費 1.4 億円 ・事務費 3.4 億円	県道
	浜比嘉大橋	・道路延長 1430m ・浜比嘉大橋 900m： PC 連続橋梁。	91	・補助採択 1988 年度 ・工事期間：1990.2～1997.2 完成（7 年間） ・1992.3：主橋梁下部工着工	・契約件数：104 件 (長期債務込) ・主橋梁下部工 14 件 ・上部工 4 件	・現場技術業務費 2.86 億円 ・事務費等計上なし (不明)	県道

レーション検討によれば、リスクが少ない事業で金利差が 1%、比較的多い事業で 1.5%となっている¹⁶⁾。しかし、なぜ 1%なのか、もっと小さくできないかの研究はない。

4. 問題点の整理

(1) 既往の離島架橋の実績

事業の規模、工事期間等を検討するため、既往の離島架橋の工事实績を表-2 に示す。同表は表-1

の事例のうち、事業費 50 億円以上で、工事報告書が存在するものについてまとめた。表-2 のうち、大島大橋および安芸灘大橋は、事業費 290 億円および 330 億円である。その他の事業と規模が大きく違う。従って、以下の検討ではこれらを除外した 8 件の事業で整理した。8 件の事業費の平均は 106 億円である。各橋梁の「工事誌」は記載内容が異なっているので、データーの存在する範囲で評価した^{1～11)}。

(2) 事業期間短縮の可能性について

a) 既往の離島架橋の工事期間の実績

既往の離島架橋の工事期間の実績を表-2より整理したのが図-1である。同図より事業採択から主橋梁下部工着工までの工事準備期間の平均は3年間、主橋梁工事期間の平均は7年4カ月間であった。したがって、全工事期間は10年4カ月間である。以下の検討では数字を丸めて、従来公共事業方式の工事期間を10年間（3年間+7年間）とする。

b) PFI 事業方式の場合の工事期間の推察

PFI 事業方式の場合、事業採択から主橋梁下部工着工までの工事準備期間中に、PFI の可能性調査・実施方針・特定事業選定・PFI 事業公募等を行う必要がある。既往のわが国のPFI 事業の実績から、従来公共事業方式と同程度の3年間で可能と設定する。

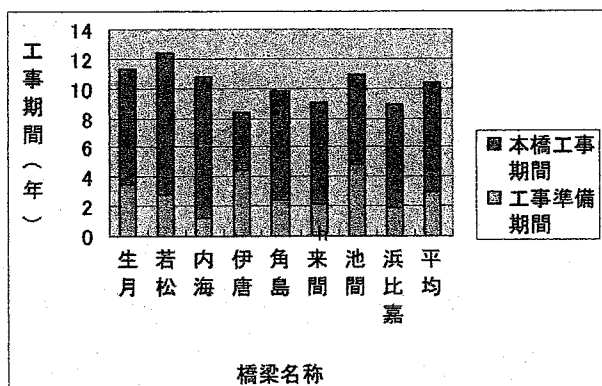


図-1 既往の離島架橋の工事期間

主橋梁工事期間はバスコ・ダ・ガマ橋（ポルトガル：全長 7.2km. 暫定 6 車線。主橋梁は PC 斜張橋。主径間 420m. 建設期間 3 年 1 カ月間）を含む海外の橋梁 PFI 事業の事例¹⁹⁾や、日本企業が施工した第二ボスボラス橋（トルコ：全長 1.5km. 8 車線。主橋梁は吊橋。主径間 1090m）の工事契約から開通まで 3 年 2 カ月間（着工より開通まで 2 年 8 カ月間）、更にバンコック・リングロード橋（タイ：全長 2.9km. 主橋梁は 702m、576m の斜張橋）の建設期間が 2 年 9 カ月間等の事例から 3 年間で可能と設定する。従って全工事期間（工事準備+工事）は 6 年間である。

c) 早期供用便益

上記の結果から 4 年間の早期供用便益が得られる。

(3) 工事費等の低減の可能性について

a) 一括発注により削減される工事費

3. (2) b) から一括発注方式は分割発注方式に比べて工事費を削減出来ることが明らかである。表-2 に示す主橋梁部分の工事契約件数を整理して図-2 を作成した。その結果、平均工事契約件数は下部工 10 件、上部工 6 件の合計 16 件であった。

従来公共事業方式の 16 件の工事契約件数が、PFI 事業方式では 1 件となる。このことによる工事費の削減は、直接工事費・間接工事費の両方にある。ここでは、間接工事費について着目して検討する。なお直接工事費の設計施工一括方式による削減は、「5. VFM の試算」で検討する。

「平成 15 年度国土交通省土木工事積算基準」によれば、橋梁工事に関連する工種毎の共通仮設費率 (Kr) と現場管理費率 (Jo) の標準値は表-3 の通りである。ここで、工事費の検討に使用する料率を以下の設定のもと、同表最下段欄のように算定した。

下部工工事費：上部工工事費 = 1 : 1

鋼上部工工事費：PC 上部工工事費 = 1 : 1

一般管理費率 (Gp%) も同積算基準にしたがった。

その料率を表-4 に示す。表-3、表-4 をもとに、従来公共事業方式（分割発注）と PFI 事業方式の工事価格を比較した。計算の前提条件は以下の通り：

- ①表-3(注1)に示すように、P (共通仮設費計算対象額) = 直接工事費 + (支給品費 + 無償貸付機械評価額) + 仮設費 + 事業損失防止施設費であるが、計算を簡便にするため、P = 直接工事費と設定した。
- ②従来公共事業方式の事業費は、表-1 の平均値 101 億円、表-2 の 8 件の平均値の 106 億円を勘案して、100 億円とする。
- ③発注者側の（現場技術業務費+事務費等）を 6.6 億円（図-3 参照）、その他の経費を 1.5 億円とした（ここで 1.5 億円は事業費を 100 億円とするための調整である）。
- ④発注件数は 16 件（図-2 参照）である。

前記の仮定で、従来公共事業方式（分割発注）の直接工事費を算定すると、4 億円（表-5 で A のケース）となる。一方、PFI 事業方式では一括発

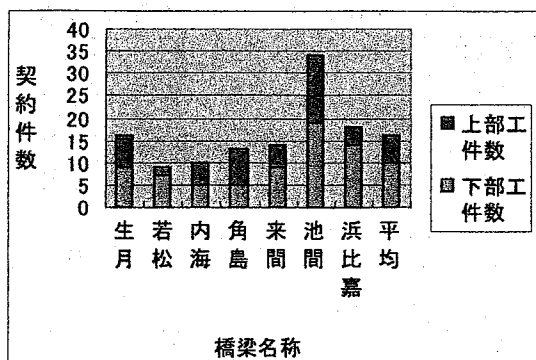


図-2 既往の離島架橋の主橋梁工事契約件数

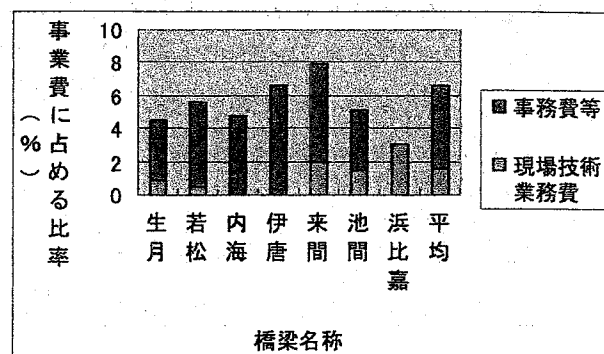


図-3 既往の離島架橋事業での現場技術業務費と事務費等の事業費に占める比率

注方式として、直接工事費は4億円×16件=64億円（表-5でBのケース）である。従来公共事業方式の場合、分割発注で工事価格91.9億円（事務費等を含めると事業費100億円）、一括発注で工事価格86.5億円（事業費93.6億円）となった。従がって工事価格は一括発注とすることにより、5.9%削減できる（表-5参照）。

表-3 工種毎の共通仮設費率と現場管理費率の例

工種区分	共通仮設費率 (Kr)			現場管理費率 (Jo)		
	600万円から10億円		10億円以上 (%)	700万円から10億円		10億円以上 (%)
	A	b		A	b	
P及びNp(注1)						
A1: 河川・道路構造物	843.9	-0.2393	5.92	61.9	-0.0571	18.96
B1: 鋼橋架設工事	424.4	-0.1907	8.16	113.7	-0.0933	16.45
C1: P・C橋	1,137	-0.2434	7.33	24.9	-0.0227	15.56
検討区分(注2)	812.3	-0.228	6.83	65.6	-0.058	17.98

(注1) P (共通仮設費計算対象額) = 直接工事費 + (支給品費 + 無償貸付機械評価額) + 仮設費 + 事業損失防止施設費

$$\text{共通仮設費率 (Kr)} = A \cdot P^b$$

$$\text{現場管理費率 (Jo)} = A \cdot N_p^b$$

$$\text{純工事費 (Np)} = \text{直接工事費} + \text{共通仮設費}$$

$$\text{工事原価} = \text{純工事費} + \text{現場管理費}$$

$$\text{工事価格} = \text{工事原価} + \text{一般管理費等}$$

(注2) 検討区分 $(A1 + 0.5B1 + 0.5C1) \div 2$

PF 事業方式を採用すると、発注者の工事期間中の業務が大幅に軽減出来ると言われている。それを定量的に実証すべく、表-2を基に、従来公共事業方式の「発注者の現場技術業務費と事務費等（事務費 + 工事雑費）」を整理したのが図-3である。ここで、内海大橋、伊唐大橋は現場技術業務費について、浜比嘉大橋は事務費等の記載がなかった。来間大橋は工事雑費の記載はあるが事務費についての記載がなかったため、農林水産省の通達¹²⁾を基に事務費を事業費の5%とした。

事務費等については6橋、現場技術業務費については5橋のデータから平均を取った。その結果、現場技術業務費は1.6%、事務費等は5.0%、合計6.6%となった。

一方、PF 事業方式でPF 可能性調査、アドバイザー費用を含めた、発注者側の現場技術業務費と事務費等が、どの程度になるかのデータはないので、ヒアリングを行った。対象は発注者のPFのアドバイザーを2件以上実施している、橋梁工事の経験豊富な大手設計コンサルタントとした。

表-4 工事原価と一般管理費等率の関係

工事原価 (Cp)	一般管理費等率 (Gp)
500万円～30億円	$Gp = -2.57651 \times \log(Cp) + 31.63531$
30億円以上	$Gp = 7.22\% \times Cp$

その結果を表-6に示す。なお供用期間は5。(1)C)の設定より15年間とした。供用期間中の道路管理者の事務費等の算定は困難であるので、アドバイザーによるモニタリング費用は、従来公共事業方式でかかる費用に上乗せ計上した。この結果、工事準備期間(3年間) + 工事期間(3年間)とすると、工事準備期間 + 工事期間のアドバイザー費用と発注者事務費等は1.4～2.5億円程度で済むことがわかった。

表—5 従来公共事業方式（分割発注）とPFI事業方式（大ロット方式と小ロット方式）の工事価格の比較

直接工事費(億円)	共通仮設費率(%)	共通仮設費(億円/件)	現場管理費率(%)	現場管理費(億円/件)	工事原価(億円/件)	一般管理費等率(%)	工事価格(億円)
従来公共事業方式 (A: 4億円/件) 4×16件=64億円	8.88	0.355	20.69	0.901	5.25	9.17	5.74億円: A1 A1×16件 =91.9億円
PFI事業方式 (B: 64億円/件)	6.83	4.371	17.98	12.293	80.66	7.22	86.49億円: B1
一括発注により削減される工事費率						B1÷A1×16件=0.941	

表—6 アドバイザー費用および施工管理費用（ヒアリング結果）

項目		A 社	B 社	C 社	D 社
アドバイザー費用	可能性調査 (基本設計を含む：地質等調査資料あり)	1,000 万円	1,000 万円	1,500 万円	1,000 万円
	PFIアドバイザー費用(公募用技術資料作成費・契約を含む：地質等調査資料あり)	2,500 万円	5,000 万円	5,000 万円	4,000 万円
	工事期間の技術モニタリング費用(3年間)	2,000 万円	500/年×3 年間＝1,500 万円	2,000 万円	3,000 万円
	供用期間(15 年間)の技術および経営モニタリング費用	200 万円/年×15 年間＝3,000 万円	300 万円/年×15 年間＝4,500 万円	250 万円/年×15 年間＝3,750 万円	500 万円/年×15 年間＝ 7,500 万円
	小計	8,000 万円	12,000 万円	12,250 万円	15,500 万円
発注者費用	実施方針・入札等	3 人工	3 人工	3 人工	3.75 人工
	工事期間中	0.5 人/年×3 年間＝1.5 人工	1.5 人/年×3 年間＝4.5 人工	1.5 人/年×3 年間＝4.5 人工	1.5 人/年×3 年間＝4.5 人工
	小計 (発注者職員 1200 万円/人年とする)	5,400 万円	9,000 万円	9,000 万円	9,900 万円
計		13,900 万円	21,000 万円	21,250 万円	25,400 万円

従って発注者側の現場技術業務費と事務費等は、PFI事業方式（1.4～2.5％）を採用すると従来公共事業方式（6.6％）に比較して4.1～5.2％程度削減できる。

（４）民間調達金利は公共調達金利よりも高い。しかし金利差の影響が事業収支に対して多大でないことの証明。

既往の研究と離島架橋事業の場合の対比は以下の通りである。

「国交省VFM簡易シミュレーション」¹⁶⁾によれば、国交省所管13の事業でリスクの大きさにより、金利差を1.0～1.5％としている。当該検討事業は工事期間が1～7年間、(年間の維持管理・運営費)／施設整備費＝0.5～7.5％となっている。

一方、離島架橋事業は工事期間3年間。橋梁延長を例えば、1km、2車線とすると(年間の維持管理・運営費)／施設整備費はコンクリート橋梁の場合で0.09％、鋼橋の場合で0.29％と小さい¹⁵⁾。従って供用期間中のPFI事業者の維持管理費のリスクは、相

対的に低い。

施設建設時のPFI事業者(≒金融機関)のリスクを、従来公共事業方式に限りなく近づけられれば(イコール・フットイング)、金融機関としては地方債の発行条件に近づけることが出来る。

しかし地方債に対する調達金利の金利差は、性能発注によるPFI事業者の責任範囲や、地方自治体とSPCの信用力からして確実に存在するものであり、これを幾らに設定するかは非常に難しい問題であるが、条件によって、前記「VFM簡易シミュレーション」の低リスク事業で設定している金利差1.0％を、下回る可能性もあるが、金利がいくらになるかの確に設定はできない。

5. VFMの試算

(1) 試算条件

a) 対象事業

検討対象事業は県の離島架橋とする。道路施設完成後、施設を発注者(県)に引き渡す(BTO方式)。

PFI 事業方式でも道路管理者は県とする。したがって PFI 事業者には固定資産税はかからない。表-7 に試算条件を示す。

b) 事業費

表-1, 2 より従来公共事業方式の場合の財政負担額 (PSC) は建設事業費を 100 億円とする。PFI 事業方式では、一括施工方式で工事価格が 5.9%削減 (4. (3)a) 参照)、発注者側事務費等が 4.1~5.2% (4. (3)b) 参照) の削減可能なことから、PFI 事業方式では VE 等がなくても PSC に比較して 10%削減できるものとした。

PFI 方式では、さらに、スケールメリットによる材料費の削減、同様工種の繰返しによる工事費等の削減が期待できる。例えば鋼製上部工の場合、同一橋梁形式が連なる、いわゆる重連の場合、全体製作工数を補正減少 (2 連の場合 3%、7 連の場合 7%) することが出来る²²⁾。同様なことは積算基準に記載はないが、下部工工事、鋼製上部工架設やコンクリート上部工工事でも推測できる。

一括施工方式の場合、工事数量が多くなることから、この様な繰返し作業による工事費の低減が期待できる。さらに PFI 方式では設計施工一括方式の VE 等により工事費の削減もある。

本検討ではこれらのコストダウンで、さらに 10%削減出来ると仮定したケースについても試算した。

c) 供用期間

PFI 道路事業の供用期間は、旧建設省の「日本版 PFI 研究会」²¹⁾の検討では、32 年間と長期間であった。しかし従来公共事業方式では、道路整備事業における一般公共債の起債償還が、3 年据置、15 年償還となっている (「平成 12 年度版地方債の手引き」)。この方式と PFI 事業をイコール・フィティングするため、本検討では PFI 事業の供用期間を 15 年間とした。

d) 供用開始時期と工事期間

従来公共事業方式 (PSC) は準備期間 3 年間+工事期間 7 年間=10 年間で、供用開始を 11 年目とした。

PFI 事業方式の場合 6 年間で完成し、7 年目に供用開始出来ると設定した (4. (2) 参照)。事業開始時期を 2 事業方式とも同じとすると、PFI 事業方式は初期に発注者の支払いが始まるため、割引率の影響で、現在価値が大きくなる可能性がある。そこで、以下の 2 ケースについて検討した。

①事業開始時期を PFI と PSC を同じとした場合

②供用開始時期を PFI と PSC を同じとした場合
また参考として、工事期間の VFM に対する感度を見るため、工事期間を 5 年間と 7 年間 (PSC と同じ) のケースについても試算した。

e) 維持管理費

維持管理費については、4. (4) に記載したように小さいため、計算では除外した。

表-7 試算条件 注) 事業費 80 億円の場合の資金調達内訳は 90 億円のケースに対して比例計算とする

	従来公共事業方式 (PSC)	PFI 事業方式	摘要
事業費	100 億円	1) 90 億円 (VE 等コストダウンなし) 2) 80 億円 (VE 等コストダウンあり)	VE 等コストダウンの有無の影響の検討
建設期間	10 年間 (準備 3 年間+工事期間 7 年)	1) 6 年間 (準備 3 年間+工事期間 3 年) 2) 8 年間 (準備 3 年間+工事期間 5 年) 3) 10 年間 (準備 3 年間+工事期間 7 年)	・工事期間の感度を見る
資金調達	・国庫補助金: 66.6 億円 ¹⁸⁾ ・起債: 13.3 億円 (15 年起債: 3 年据置、15 年返済。 金利 3%) ・一般財源: 20 億円	事業費 90 億円の場合 ・国庫補助金: 60 億円 ・借入金: 30.3 億円 (金利: 1) 4%、2) 3.5%: 15 年間元利均等払) ・資本金: 3.4 億円 計 93.7 億円 (この内 3.7 億円は建中利息他) 金利 4% の場合	・PFI の出資比率は民間調達分の 10% ・建中利息他: 建中利息+初年度元利返済支払額の 1/2 ・資金調達は建設開始時より発生するとした
維持管理費	計上せず	計上せず	
供用開始時期	事業開始 11 年目	1) 事業開始 7 年目 2) 事業開始 11 年目、3) 事業開始 9 年目	供用開始時期の差異の影響を見る
割引率	4%	4%	
事業成立条件		・元利金返済倍率: DSCR=1.1 以上 ・配当内部収益率: E-IRR=7% 以上	

f) 調達金利

「国交省 VFM 簡易シミュレーション」¹⁶⁾に習い、PSC で 3%、PFI で 4%を基本とした。金利変動による感度を検討するために、PFI で 3.5%のケースについても試算した。

g) 割引率

両方式とも 4%とした。

(2) 早期供用効果

本検討では、PFI 事業方式は PSC に比較して 4 年間供用時期を早めることが出来るとした。早期供用効果として、時間短縮便益と離島住民の人口減少による“地方税の目減り”の低減がある。以下にこれらの効果を試算する。

a) 時間短縮便益による税収

3. (2) a) で示したように、時間短縮便益は国全体で年間 5700 万円の税収が期待できる。4 年間の早期供用で $4 \times 5700 \text{ 万円} = 2.28 \text{ 億円}$ (NPV=2.1 億円) となる。ここで、利用者が当該自治体在住者のみと仮定した場合、都道府県税が国全体の税収に占める割合は 18.2% (平成 13 年度) であるので、NPV=0.38 億円となる。

b) 地方税収の目減りの低減

3. (2) a) で示したように、4 年間の早期供用で 1.2%の島民の人口減少を抑制することが出来る。人口 1000 人の離島と想定し、島を離れた住民の 50%

が当該島の外に移住すると仮定する。地方税の目減りは： $1000 \text{ 人} \times 1.2\% \times 0.5 \times 12 \text{ 万円} / \text{人年} = 72 \text{ 万円} / \text{年}$ 。税収減少額は僅かであるので VFM の計算では無視する。ここで 12 万円/人年は平成 13 年度の国民 1 人あたりの都道府県税である。

(3) 試算結果

表-7 の試算条件を基に計算した結果を表-8 に示す。また以下のように発注者の支出推移等を整理して図示した。

図-4に PSC のケースの発注者の支出推移。

図-5に PFI① (事業費 90 億円・金利 4%・供用 7 年目) のケースの発注者の支出推移。

図-6に PFI④ (事業費 90 億円・金利 4%・供用 11 年目) のケースの発注者の支出推移。

図-7に PFI⑥ (事業費 80 億円・金利 4%・供用 11 年目) のケースの発注者の支出推移。

図-8に工事期間・供用時期と発注者 NPV の関係。これ等の結果から以下のことが分った。

a) 発注者支払い総額 (NPV)

①供用開始時期と工事期間の影響：

(金利 4%、コストダウンなし)

供用開始時期の差 (PFI①と PFI④) で発注者支払い総額の NPV は 4.7 億円 (17%) の差異が出た。

供用開始時期を PSC と PFI (PFI④) を一致させると、4%の金利でも VFM は僅かに達成できる。

表-8 試算結果

注) ハンチングは PSC に対して VFM を達成している箇所

	試算条件				試算結果(億円)				
	事業費 (億円)	金利 (%)	工事 期間(年数)	供用開始 時期	発注者支払い総額		国全体の支払い総額		
					総額	NPV	総額	NPV	
PSC	100	3.0	7	11年目	37.3	27.8	103.9	84.9	
PFI	①	90	4.0	3	7年目	49.3 (−32%)	32.4 (−17%)	107.3 (−3%)	86.5 (−2%)
	②	90	3.5	3	7年目	47.4 (−27%)	31.1 (−12%)	105.4 (−1%)	85.3 (0%)
	③	80	4.0	3	7年目	43.8 (−17%)	28.8 (−4%)	95.3 (8%)	76.9 (9%)
	④	90	4.0	3	11年目	49.3 (−32%)	27.7 (0)	107.3 (−3%)	74.0 (13%)
	⑤	90	3.5	3	11年目	47.4 (−27%)	26.7 (4%)	105.4 (−1%)	72.9 (14%)
	⑥	80	4.0	3	11年目	43.8 (−17%)	24.6 (11%)	95.3 (8%)	65.8 (22%)
	⑦	90	4.0	5	9年目	52.0	31.7	109.7	83.6
	⑧	90	4.0	5	11年目	52.0	29.3	109.7	77.3
	⑨	90	4.0	7	11年目	54.9	30.9	112.2	80.8
適用：4年間の早期供用効果（NPV＝2.1億円）の考慮					当該自治体のみで発生する額	+0.38億円 （+1.3%）	国全体で発生する額	+2.1億円 （+2.5%）	

また、工事期間が長く（PFI⑧、⑨）になるとVFMは減少してマイナスとなる（図-8参照）。

一方、PSCとPFI（PFI①）の事業開始時期を一致させると、早期供用効果を考慮してもVFM（-4.6+0.38億円：-15.7%）を達成できない。また、工事期間が長く（PFI⑦、⑨）になるとVFMは増大する（図-8参照）。これは割引率の影響である。

②事業費の削減：

事業費が10%削減出来ると、発注者支払い総額のVFM（PFI④とPFI⑥、PFI①とPFI③）は3.1～3.6億円（11～13%）改善される。

③早期供用効果：（5.（2）a））

利用者がすべて当該県民と仮定すると、早期供用効果でVFMは1.3%改善される。

④調達金利の影響：（金利3.5%，4%）

官民の調達金利差が0.5%低減できれば、発注者支払い総額のVFM（PFI④とPFI⑤、PFI①とPFI②）は1.0～1.3億円（4～5%）改善される。すなわち、0.1%の調達金利差の変動で大略VFMは1%変動。

b）国全体の支払額の総額（NPV）

①供用開始時期と工事期間の影響：

（金利4%、コストダウンなし）

供用開始時期の差（PFI①とPFI④）で国全体の支払い総額NPVは12.5億円（15%）の差異が出た。

PSCとPFI（PFI④）の供用開始時期を一致させると、時間短縮便益を考慮しなくとも、10.9億円（13%）のVFMが出る。また、工事期間が長くなると（PFI⑧、⑨）VFMは減少する。

一方、PSCとPFI（PFI①）の事業開始時期を一致させると、1.6億円（2%）の差異となり、VFMは未達であるが、早期供用による時間短縮便益（NPV）=2.1億円（5.（2）a）参照）を考慮すればVFMは達成できる。また、工事期間が長くなると（PFI⑦、⑨）VFMは増大する。

②事業費の削減：（金利4%）

事業費が10%削減できると、国全体の支払い総額VFM（PFI④とPFI⑥、PFI①とPFI③）は8.2～9.6億円（9～11%）改善される。

③早期供用効果：（5.（2）a））

早期供用効果でVFMは2.1億円（2.5%）改善する。

④調達金利の影響：（金利3.5%，4%）

調達金利差が0.5%低減できれば、国全体の支払い総額VFM（PFI④とPFI⑤、PFI①とPFI②）は1.1～1.2億円（1～2%）改善される。すなわち、0.1%の調達金利差の変動が、大略VFMで0.2～0.4%の変動となり、発注者VFMに比較して、感度が鈍い。

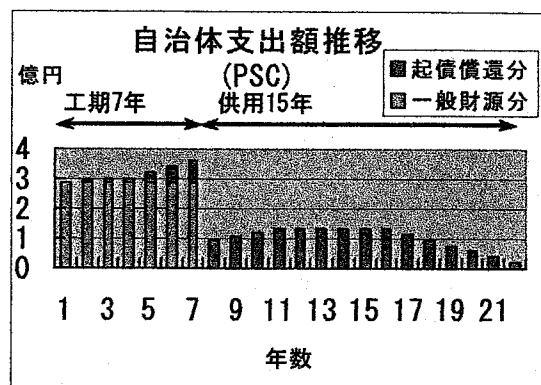


図-4 PSCの発注者の支出推移

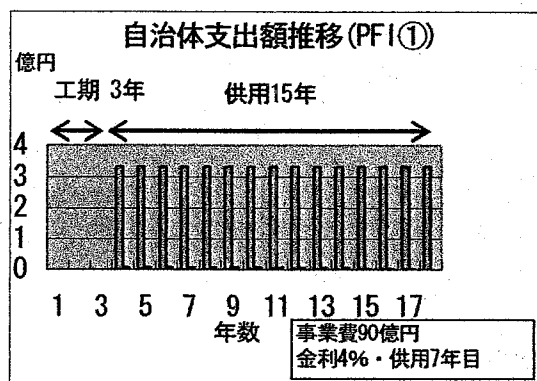


図-5 PFI①の発注者の支出推移

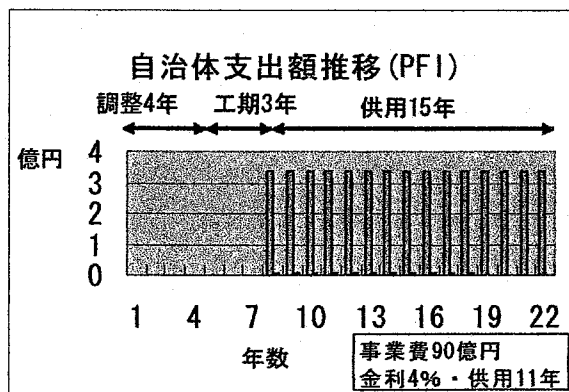


図-6 PFI④の発注者の支出推移

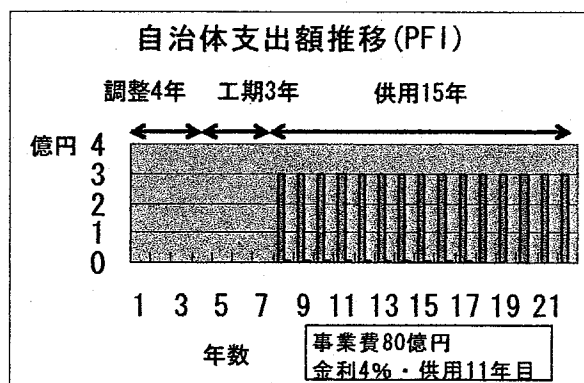


図-7 PFI⑥の発注者の支出推移

6. PFI 事業方式の一般地方道路事業への展開の可能性

5. では国庫補助金が事業費の2/3ある離島架橋事業について試算した。一般地方道路（国庫補助金は事業費の1/2）についても離島架橋事業と同様に、PFI事業方式採用による事業費の削減が期待できる。そこで、一般地方道路の場合についても試算した。試算条件は表-7に準じ、従来公共事業方式では国庫補助金50%、一般財源30%、起債20%とする。PFI事業方式では民間調達分の10%を資本金とした。表-8の離島架橋事業のPSC、PFI①、PFI④のケースに対応して試算した結果を表-9に示す。

その結果、離島架橋事業に比較して一般地方道路事業の発注者支払い総額（NPV）のVFMの割合は表8, 9に示す様に、共に①は-17%、④は0%と変わらない。しかし一般地方道路事業の場合、離島架橋事業に比較して補助金比率が減少しているため、事業費削減による補助金の減少額が少なくなり、国全体のVFMは若干（①、④ともに3%）悪化する。

表-9 試算結果（一般地方）

	試算条件				試算結果(億円)			
	事業費 (億円)	金利 (%)	工事 期間 (年数)	供用開始 時期	発注者支払い総額		国全体の支払い総額	
					総額	NPV	総額	NPV
PSC	100	3.0	3	11年目	55.9	41.4	105.6	84.4
PFI ①	90	4.0	3	7年目	73.9 (-32%)	48.6 (-17%)	115.9 (-10%)	88.2 (-5%)
④	90	4.0	3	11年目	73.9 (-32%)	41.6 (0%)	115.9 (-10%)	75.4 (10%)
適用：早期供用効果（NPV=2.1億円）の 考慮。道路構造物として管理費等を計算 で発生する額					当該自治体のみ +0.38億円 (+0.8%)		国全体で発生 する額 +2.1億円 (+2.5%)	

7. 考察

既往の離島架橋事業は工事期間が長期にわたっていた。この事業にPFI方式を導入することで、以下の効果が期待できることがわかった。

(1) 工事の効率化（下記(2)で述べる）を特に図らなくても、事業費の削減が可能で、工事期間の短縮が可能である。これによって早期供用が可能である。さらに工事の開始時期を選定すれば、図-8に示すように発注者のVFMが達成できる。

しかし発注者のVFMは、図-8に示すように、工事期間が延びたり（PFI①、⑦、⑨）、供用開始時期（PFI①、④、PFI⑦、⑧）が遅くなったりした方が、発注者支払いのNPVは減少し、VFMに好影響を及ぼす結果となっている。このことはPFIの効果の1つである早期供用効果と、VFMが比例関係に無いことをしめしている。

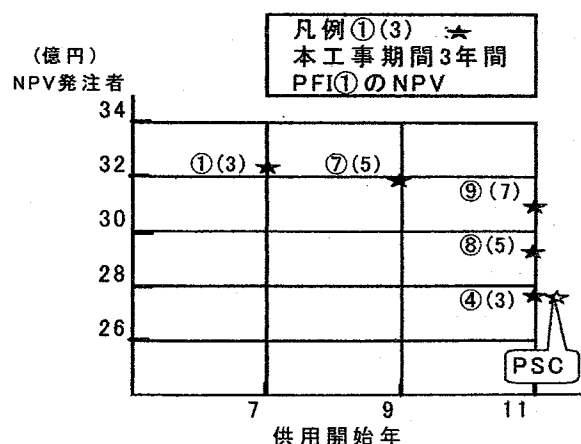


図-8 工事期間・供用時期・発注者NPVの関係

本検討では事業期間に対して、金利一定、物価上昇率ゼロ、早期供用効果は時間短縮便益を税込換算した指標を用いた。

我が国のインフラ整備事業は財源難および、分割発注のため供用時期が遅くなっている。PFI は前記したように、“早期供用効果”を大きく期待されているので、上記の結果は早期供用効果を否定するものになる。従って、早期供用効果を適正に算定するために、“事業期間と金利・物価上昇率の関係及び早期供用便益の算定”に新たな知見を導入する必要があることを示している。この課題については今後検討を重ねたい。

(2) PFI 事業方式は従来公共事業方式に比較して、工事ロットが大きくなるマス効果による材料費の削減、繰返し作業や大型機械導入等による施工費の削減、設計施工一括の VE による工事費の大幅な縮減が期待でき、VFM の向上が可能である。例えば工事費の縮減が 10% できれば、本検討ケースでは発注者の VFM は 11~13% 増大できる。

(3) さらに、発注者と PFI 事業者の契約書に明快なリスク分担を記載すれば、調達金利の金利差が縮小し、VFM の向上につながる。

(4) 一般地方道路への PFI 事業方式の導入試算結果では、発注者の VFM は離島架橋事業と同様であった。一方、国全体の VFM は、事業に対する国庫補助金が減るため若干悪化する。しかし PFI 事業の採否は発注者の VFM を第一義に考慮することから、一般地方道路についても、離島架橋事業と同様その効果が期待できる。なお、離島架橋に比べ、用地買収に伴う事業スケジュールや、手続きとの整合性、多様な道路構造や沿道環境など考慮すべき点が多くなる。したがって効率的な PFI の適用性については、今後の課題である。

以上、離島架橋事業への PFI 方式の導入について述べたが、一般地方道路事業でも、上記のメリットが期待できるので、PFI 事業方式の道路事業への 1 日も早い導入が待たれる。

謝辞

本論文をまとめるに当たり、多くの県の橋梁担当者から資料の提供を頂いたことに謝意を表します。また PFI のアドバイザー・フィー等、および資金調達金利差等について有益な情報をいただいた、コンサルタント、金融機関、シンクタンクの方々にお礼を申し上げます。

参考文献

- 1) 沖縄県土木建築部道路建設課宮古土木事務所：
池間大橋建設誌，平成 8 年 3 月
- 2) 沖縄県農林水産部農地建設課宮古農林土木事務所：
県営一般農道整備事業来間地区のあゆみ
— 来間大橋 —，平成 8 年 3 月
- 3) 沖縄県土木建設部中部土木事務所：
浜比嘉大橋建設誌，平成 9 年 3 月
- 4) 長崎県：若松大橋工事誌，平成 5 年 3 月
- 5) 長崎県道路公社：生月大橋工事誌，平成 8 年 2 月
- 6) 長崎県・長崎県道路公社：
大島大橋工事誌，平成 1 年 3 月
- 7) 広島県福山土木建築事務所：
内海大橋工事誌，平成 3 年 3 月
- 8) 広島県、広島県道路公社：
安芸灘大橋工事誌，平成 12 年 10 月
- 9) 鹿児島県出水耕地事務所：
伊唐大橋工事誌，平成 9 年 3 月
- 10) 山口県豊田土木事務所：
角島大橋建設誌，平成 13 年 9 月
- 11) 財団法人沖縄県建設技術センター：
2000 年度 沖縄県の離島架橋
- 12) 農林水産省農村振興局長：農業生産基盤整備事業、農村整備事業、農地等保全管理事業、海岸および災害復旧関係補助事業の事務費、工事雑費および一般管理費の取り扱いについて」の一部改正について，平成 13 年 1 月 5 日付 12 構改 A 第 961 号
- 13) 建設経済研究所：公共工事の発注規模に関する調査研究，平成 9 年 3 月
- 14) 常見他：公共工事の発注規模に関する研究，

建設マネジメント研究論文集, Vol3 1995

- 15) 日本道路公団：一般有料道路積算基準
- 16) 国土交通省：国土交通省所管事業を対象とした VFM(バリュー・フォー・マネー)簡易シミュレーション, 平成 15 年 6 月
- 17) 日本離島センター：
離島架橋の効果とその活用による離島振興方策に関する調査報告書, 平成 10 年 3 月
- 18) 道路関係補助事業研究会：
補助事務提要平成 14 年度版, ぎょうせい
- 19) 中川良隆：長大橋有料道路 PFI/BOT 事業の事例,

高速道路と自動車, 第 42 巻第 10 号 1999 年 10 月

- 20) 中川良隆他：PFI の VFM 算定に関する一考察（一般地方道路事業の場合, 土木学会論文集, No. 700/VI -54, pp. 195-200, 2002.3
- 21) 日本版 PFI 研究会：日本版 PFI のガイドライン, 大成出版, 1998 年 7 月
- 22) 道路工事積算研究会：道路工事の積算, 経済調査会, pp. 357, 平成 11 年 4 月

STUDY OF THE POSSIBILITY OF PFI DBFO ROAD PROJECT IN CASE OF CONNECTING REMOTE ISLANDS

Yoshitaka NAKAGAWA and Hirofumi HAMAJIMA

This paper describes the possibility of PFI DBFO ROAD project, especially in case of connecting remote islands between main lands or other island in Japan. Existing data is examined. Through the comparison of no. of contracts, construction period and office cost of owner between conventional public work and PFI method, we could find out that the reduction of cost and period of construction are possible. Then we estimate VFM. The result of the estimation, VFM is attained without effort of VE, cost down of material price etc. And we prove if the local road project is adopted PFI method, VFM is also attained.