

性能規定型発注方式における耐震性向上のインセンティブ確保*

Incentives for Earthquake Disaster Prevention Investment under Performance-Based Contract *

小路泰広**・大西正光***・小林潔司****

By Yasuhiro SHOJI**・Masamitsu ONISHI***・Kiyoshi KOBAYASHI****

1. はじめに

厳しい財政事情等を背景として社会資本整備の効率化が要請されるなか、近年、民間部門の技術力や創意工夫を最大限に活用することを目的とした公共施設の多様な発注方式の試みが始まっている。具体的には、民間提案に基づき仕様変更を行なうVE方式、詳細設計を含めて施工発注を行なう設計・施工一括発注方式、要求性能を明示して発注する性能規定発注方式などが検討あるいは試行されてきている。これらの発注方式は、導入の経緯や目的、適用条件等が若干異なるものの、要求性能を明示し、それを実現するための設計諸元の決定を民間企業に委ねる点で共通しており、本稿では性能規定型発注方式と呼び、まとめて扱うこととする。

発注方式の違いは、発注者及び請負者のさまざまな意思決定に対するインセンティブの変化を通じてプロジェクト全体の経済的効率性に影響を与える。性能規定型発注方式では、仕様規定型発注方式と比べて設計の自由度が増し、従来とは異なる設計法を採用するインセンティブを与えることができることから、結果として建設費用の削減効果が期待されている。その一方で、効率性を向上させる要因のみならず、意図しない影響により効率性を低下させる要因もありうることから注意が必要である。例えば、民間建築の分野で社会問題化した耐震偽装については、性能規定化や民間開放が背景にあると言われている。土木分野で進められている公共調達の改革も同様の方向を目指していることから、その影響を十分に分析しておくことが必要である。

そこで本稿では、従来の調達方式である仕様規定型発注方式とわが国で新しく導入の試みが始まりつつある性能規定型発注方式が経済的効率性に与える影響を分析し、それらの特質や適用範囲について明らかにす

ることを目的とする。性能規定型発注方式と仕様規定型発注方式の経済的効率性が性能照査の確度の高さに依存することを理論的モデルにより明らかにする。

以下、2.では、両発注方式の特徴を整理し、それを踏まえてモデル分析の方針を定める。3.では性能規定型発注方式モデルを、4.では仕様規定型発注方式モデルを定式化する。5.では、両発注方式の経済的効率性を比較し、政策的示唆について言及する。6.で本研究を取りまとめるとともに、本研究の限界と今後の課題について整理する。

2. 発注方式の特徴とモデル分析の方針

性能規定型発注方式と仕様規定型発注方式の仕組みを模式的に表したのが図-1である。

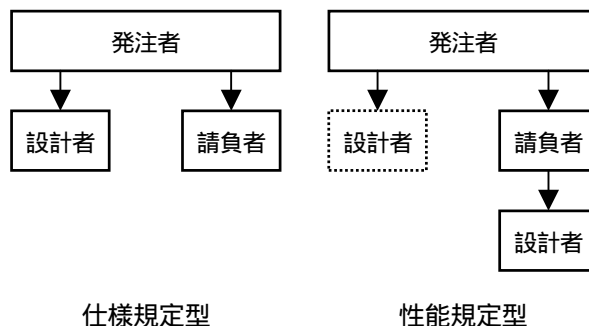


図-1 仕様規定型と性能規定型の発注方式の比較

仕様規定型発注方式では、発注者が設計業務を発注し、詳細設計を受領する。通常は、必要な性能水準が提示されるとともに詳細な設計基準が指定され、設計者は基準に従いながら要求性能を満たす設計解を求める。施工段階では、発注者は詳細設計を提示し、請負者はこれに忠実に従って施設を完成させる。ところが、必要な性能水準を満たす設計解は必ずしも一つとは限らない。設計とは、極めて多様なパラメータの組合せの中で、より良い組合せを見出す知的活動である。この意味で、設計基準に基づく標準的な設計解は、社会的に最適な解ではない可能性がある。

性能規定型発注方式では、発注者は事前に設計業務

*キーワード：性能規定、耐震性、インセンティブ

**正員,国土技術政策総合研究所地震防災研究室
(茨城県つくば市旭1, Tel: 029-864-3244, Fax: 029-864-0598, E-mail: shoji-y92pc@nilim.go.jp)

,*京都大学

を発注することがあるが、これは標準的な設計解の設定や工事発注の積算を行うのに必要なためであり、その後の請負者による設計を拘束しない。施工段階では、施設が満たすべき性能が規定され、性能水準を満たす設計解を見出す作業は請負者側に所属する設計担当部署か、請負者が再委託を行った設計者が行う。ここで留意すべきは、設計解は請負者の意向に従う形で設定されることと、設計解が要求性能を満たしていることを立証することは必ずしも容易な作業ではないことである。例えば、施設が満たすべき耐震性に関しては、施設の完成時点で実際にどの程度の地震に耐えうるか、どの程度の損傷に抑えられるかを証明するには技術を要する上に、確実な証明が可能である保証はない。

3. 性能規定型発注方式モデル

(1) モデルの前提条件

行政が公共施設を調達するために、設計を設計エージェントに、施工を請負者が実施するモデルを考える。性能規定型発注方式では、行政は公共調達にあたり、最低限必要な性能水準（要求水準）を契約書に規定する。分析の簡単化のために、施設の性能は1つのパラメータ p で規定されると考える。このとき、発注者が公共施設から享受する利得は、施設の性能水準に依存して

$$U(p) = \begin{cases} u & \text{if } p \geq \bar{p} \\ 0 & \text{if } p < \bar{p} \end{cases} \quad (1)$$

と定義する。ここで、 \bar{p} は要求水準を表す。

設計エージェントは、建設費用と性能水準を決定づける設計法 $d = (d_0, d_g, d_b)$ のいずれかを選択する。設計法 d_0 は従来から採用されてきた標準的な設計法である。標準的な設計法を採用した場合の建設費用を $c(d_0) = c_0$ と表そう。 d_0 を選択するとき、設計エージェントは新たな技術開発のための努力費用をかけずに設計を完成させることができる。以下、設計エージェントが技術開発の努力を行わない場合の努力水準を e_0 と表し、努力費用は $\psi(e_0) = 0$ と定義する。 d_g は従来の標準的な設計法とは異なり、規定された要求水準を満たしながら、従来の設計法で必要となる建設費用よりも少ない額の建設費用 $c(d_g) = \underline{c} (< c_0)$ を実現する設計法である。 e_1 は技術開発を行う場合の努力水準を表し、努力費用を $\psi(e_1) = \psi$ と定義する。ただし、技術開発の努力の結果には不確実性が存在する。すなわち、努力水準 e_1 を遂行したとしても、確率 a で設計法 d_g を見出すことができるが、確率 $1-a$ で新たな設計法を見出すことができず、従来の設計法 d_0 を採用せざるを得ないとする。ここで、努力費用

ψ について、

$$a(c_0 - \underline{c}) \geq \psi \quad (2)$$

が成立するケースを仮定する。仮定(2)は、技術開発の努力費用が建設費用削減の期待値よりも小さく、努力水準 e_1 がファーストベストであることを表す。

d_b は要求性能を満足させることなく、建設費用を従来の設計法よりも低く抑えるような設計法を表す。 d_b を採用した場合の建設費用を $c(d_b) = \underline{c} (< c_0)$ と表そう。ここで、以下の仮定を設ける。

$$u > c_0 - \underline{c} \quad (3)$$

仮定(3)は、発注者が得る利得は、建設費用の削減額よりも大きいことを示しており、設計法 d_b の採用は、社会的に非効率であることを意味する。設計エージェントが d_b を採用するとき、いわゆるモラルハザードが生じている。いま、 d_b を見出すための努力水準を $e_2 (= e_0)$ で表し、努力費用は $\psi(e_2) = 0$ であるとする。すなわち、 d_b の採用には努力費用を伴わない。

設計エージェントが設計法を確定させた後に、発注者は設計法が要求性能を満たすか否かを確認するための性能照査を行う。従来の標準的な設計法の設計法 d_0 が採用されれば、性能照査により要求性能が確実に満たされることが判明する。しかし、従来とは異なる新しい設計法が採用された場合には、性能照査の結果は必ずしも、確実ではないと考える。すなわち、新しい設計法が性能照査において要求性能を満たすと判断されたにもかかわらず、結果として要求性能が満たされていないと事後になり判明する可能性がある。性能照査により、要求性能の不備を見抜くことができない確率（過誤確率）を k で表す。

(2) 設計エージェントの設計法の選択

性能規定型発注方式では、発注者の性能照査により要求性能が満たされていると確認されれば、一括対価として t が支払われる。したがって、請負者が努力水準 e を選択し、設計法 d を採用する場合の利得関数 π_{cont} は、

$$\pi_{cont} = t - c(d) - \psi(e) \quad (4)$$

として表される。ここで、請負者の努力水準選択について混合戦略を考える。請負者が努力水準 e_0 を選択する確率を q_0 、努力水準 e_1 を選択する確率を q_1 、努力水準 e_2 を選択する確率を q_2 と表す。ただし、 $q_0 + q_1 + q_2 = 1$ である。したがって、請負者が混合戦略 $q = (q_0, q_1, q_2)$ を選択するときの設計エージェントの期待利得関数 $E\pi_{cont}$ は、

$$\begin{aligned}
E\pi_{cont} &= q_0(t - c_0) \\
&+ q_1\{t - a\underline{c} - (1-a)c_0 - \psi\} \\
&+ q_2\{t - k\underline{c} - (1-k)c_0\} \quad (5)
\end{aligned}$$

と表される．このとき，仮定(2)が成立するとき，設計エージェントの選択する戦略は以下のように表される．

$$q = \begin{cases} (0,1,0) & \text{if } k \leq \hat{k} \\ (0,0,1) & \text{if } k > \hat{k} \end{cases} \quad (6)$$

ただし，

$$\hat{k} = a - \frac{\psi}{c_0 - \underline{c}} \quad (7)$$

である．式(6)から，性能規定型発注方式のもとでは，標準的な設計法 d_0 は採用されないことが分かる．新しい設計法 d_g を採用することによる建設費用削減の効果を内部化できるために，仮定(2)が成立する限り，少なくとも従来の標準的な設計法 d_0 を採用するときと比較して，技術開発努力を行われることが保証される．ところが，性能照査の不完全性に依存して，必ずしも望ましい設計法 d_g が選択されるとは限らない．性能照査の不完全性を表すパラメータ k がある閾値よりも小さいときには，請負者は社会的に効率的な技術開発を行い，要求性能を満たしながら建設費用の削減を実現する設計法 d_g を採用する．しかし，パラメータ k が閾値より大きい場合には，要求性能を満たさず建設費用を削減する設計法 d_b を採用するというモラルハザードが生じる．このようなモラルハザードが生じる可能性は，技術開発努力によって新しい設計法が見出せる確率 a が高いほど小さくなる．また，技術開発努力の努力費用が小さいほど，また設計法 d_g による建設費用の削減効果 $c_0 - \underline{c}$ が大きいほどモラルハザードは生じにくいことが分かる．

またこのとき，請負者（設計エージェント）の利得は，

$$\pi_{cont} = \begin{cases} t - a\underline{c} - \psi - (1-a)c_0 & \text{if } k \leq \hat{k} \\ t - k\underline{c} - (1-k)c_0 & \text{if } k > \hat{k} \end{cases} \quad (8)$$

と表される．また，完全競争入札により競争入札価格が決定するとき，請負者の利潤をゼロとする水準で $t = t^*$ が決まる．すなわち，

$$t^* = \begin{cases} a\underline{c} + \psi + (1-a)c_0 & \text{if } k \leq \hat{k} \\ k\underline{c} + (1-k)c_0 & \text{if } k > \hat{k} \end{cases} \quad (9)$$

となる．

4．仕様規定型発注方式モデル

(1) モデル化の前提条件

仕様規定型発注方式では，発注者（行政）側に帰属する設計エージェントが設計パラメータを決定する．設計エージェントが発注者側に帰属する場合，新しい設計法を採用した場合の建設費用低下分は一義的には行政組織に帰着する．このとき，新設計法の適用による建設費用の削減額を評価（立証）することは困難である．そのため，建設費用の削減額に依存した契約を記述するのは困難であると考えられる．

(2) 設計エージェントの設計法の選択

設計エージェントは設計パラメータを決定すれば，対価 t を受け取る．また，設計エージェントが設計法 d_b を採用し，このとき，請負者が努力水準 e を選択し，設計法 d を採用する場合の利得関数 π_{cont} は，

$$\pi_{cont} = t - \psi(e) \quad (10)$$

として表される．したがって，請負者が混合戦略 $q = (q_0, q_1, q_2)$ を選択するときの設計エージェントの期待利得関数 $E\pi_{cont}$ は，

$$\begin{aligned}
E\pi_{cont} &= q_0t + q_1(t - \psi) + q_2t \\
&= t - q_1\psi - q_2\varepsilon \quad (11)
\end{aligned}$$

と表される．このとき，仮定(2)が成立するとき，設計エージェントの選択する戦略は以下のように表される．

$$q = (1,0,0) \quad (12)$$

仕様規定型発注方式では，設計エージェントが発注者側である行政に帰属するために，新しい設計法を見出したとしても，その便益は設計エージェントに帰属しない．そのため，設計エージェントは新しい設計法を見出す技術開発努力を行うインセンティブが生じにくく，従来の標準的な設計法が採用されることになる．建設工事の入札が完全競争的であるとき，請負者の利潤はゼロとなる水準で対価 $t = t^*$ が決まる．すなわち，

$$t^* = c_0 \quad (13)$$

である．

5．発注方式と社会的効率性

(1) 発注方式と社会的厚生

3．および4．の分析から発注方式と社会的効率性

の関係が明らかになる。性能規定型発注方式を適用した場合、発注者の利得は、

$$\pi_{gov} = \begin{cases} u - a\underline{c} - \psi - (1-a)c_0 & \text{if } k \leq \hat{k} \\ (= \pi_{gov}^g) & (14a) \\ (1-k)(u - c_0) - k\underline{c} & \text{if } k > \hat{k} \\ (= \pi_{gov}^b) & (15b) \end{cases}$$

と表される。式(12b)は、設計エージェントが設計法 d_b を選択し、性能照査において発注者が要求性能の未達を見抜くことができない場合には、得られる利得がゼロであることを示している。

一方、仕様規定型発注方式の場合には、

$$\pi_{gov} = u - c_0 (= \pi_{gov}^0) \quad (16)$$

となる。仮定(2)及び(3)が成立するとき、

$$\pi_{gov}^g > \pi_{gov}^0 > \pi_{gov}^b \quad (17)$$

なる関係を容易に導くことができる。したがって、発注者は性能照査の確度が十分に高く $k \leq \hat{k}$ が満たされる場合は、性能規定型発注方式を採用することにより、高い利得を得ることができる。しかし、性能照査の確度が低く $k > \hat{k}$ が成り立つ場合に性能規定型発注方式を選択すれば、設計エージェントによるモラルハザードが生じるために、性能未達による非効率が生じる。仕様規定型発注方式では、設計エージェントに建設費用の削減のインセンティブを与えることができないものの、標準的な設計法を採用することにより要求性能が満たされる。したがって、性能照査の確度が低い場合には、仕様規定型発注方式を選択の方が望ましい。

6. おわりに

本稿では、性能規定型発注方式と仕様規定型発注方式の選択に際して、性能規定時の立証可能性に依存して、いずれの方式が望ましいかが決まることを示した。性能規定型発注方式を導入する場合、要求性能の性能照査技術に不完全性があれば、民間企業である請負者が要求水準を満たさずに、建設費用を削減しようとするモラルハザードが生じる可能性がある。この場合、仕様規定型発注方式が有利である。

最後に、残された課題と今後の研究の方向性について述べておく。まず、本稿のモデルでは、発注者側の設計エージェントは、請負者側の設計エージェントと比較して、効率的な設計解を見出す能力に違いがあることを外生的に条件として与えている。しかし、これは能力差というより、委託契約で与えることができる効率化へのインセンティブの違いによるものが大きく、設計業務におけるインセンティブの与え方についても分析を行う必要がある。

参考文献

- 1) 小路泰広：社会資本サービス供給の垂直統合戦略について、建設マネジメント研究討論発表会講演集、