

公共工事の入札・契約における事業コスト削減と適正施工確保に関する研究*

Study on Proper Tendering and Contracting for Public Works *

土谷和之**・大和田慶***・竹末直樹****・日下部隆昭*****・朝日ちさと*****

By Kazuyuki TSUCHIYA**・Kei OWADA***・Naoki TAKESUE****・

Takaaki KUSAKABE*****・Chisato ASAH*****

1. はじめに

公共工事の入札・契約における競争導入の拡大に伴って、整備される社会資本の品質確保に問題が生じる懸念が指摘されている。一般的に、企業が生産活動を行うにあたって、一定の品質を確保するためには費用がかかることから、費用と品質はトレード・オフの関係にあり、費用を削減しなければならない状況では品質が低下することが考えられる。一般競争入札を代表とする競争導入による公共工事の調達システムの変化に際して、工事の品質確保を検討するためには、工事の品質と落札価格等の費用との関係のみならず、それらの背景にある制度的環境や受注者の技術水準等との因果関係を適切に把握する必要がある。

本研究は、公共工事の調達システムを、工事の受注者が費用削減と品質確保の両立を目標とするようなインセンティブを持たせるための制度設計ととらえ、工事の入札・契約制度における種々の要因をどのように組み合わせることで制度設計を行えば事業コスト削減と社会資本の品質確保が同時に達成されるかを、メカニズム・デザイン理論を援用しながら検討するものである。

2. 研究の基本的な考え方

公共工事の入札契約においては、受注者の能力や努力水準、コスト構造等が発注者から正確に観測できないこと（情報の非対称性）に起因する非効率性が発生しており、適正施工とコスト削減のトレード・オフを生んでいる。こうした情報の非対称性下

における契約の問題は経済学においてはメカニズム・デザイン理論（契約理論、あるいはプリンシパル・エージェント理論とも呼ばれる）として分析されており¹⁾²⁾、土木計画学においても、メカニズム・デザイン理論に基づく入札・契約制度の分析について、いくつかの先進的な研究事例がある。たとえば上田・太田³⁾では、公共工事の入札制度をメカニズム・デザイン理論に基づき定式化し、予定価格の設定について期待社会的余剰を最大にする最適水準が存在すること、入札者の入札参加コストを考慮すれば、入札参加企業数を多くすることが社会的余剰を増大させるとは限らないことを指摘している。また、小林ら⁴⁾は、わが国の建設請負契約制度を不完備契約理論⁵⁾を元に定式化し、発注者と受注者の間に「信義則」が成立する市場環境においては、請負契約により社会的に最適な工事が実現されることを示している。しかしながら、これらの分析はある単発の公共工事に関する入札・契約を対象とした、いわば短期の分析であるため、過去の実績情報や技術提案能力を考慮して受注者を選別する総合評価落札方式のような入札契約制度を表現しきれていないと考えられる。また、多くの建設企業は厳しい競争を勝ち抜き、かつ品質を確保していくために多様な技術的投資（主に人材育成や新技術導入のための投資）を行なっていると考えられるが、こうした長期的な投資行動に配慮した公共工事の入札・契約制度に関する分析はこれまでほとんどなされていないと考えられる。

そこで本稿では、これらの要素を考慮するために、2 期間のモラルハザード・モデルを構築し、受注者の長期的な技術的投資をも考慮した分析を行う。本研究の最終的な目的は、可能な限り定量的なデータに基づき、より具体的な入札・契約制度の設計手法について検討することであるが、本稿はその取り組みの端緒を示すものである。また、公共調達の分析においては、既往研究のように不完備契約理論⁵⁾の枠組みを用いることも考えられるが、本稿ではまずベンチマークとして完備契約理論に基づき検討を

*キーワード：公共工事，入札・契約制度，メカニズム・デザイン
**正会員，工修，株式会社三菱総合研究所社会システム研究本部
（東京都千代田区大手町 2-3-6，e-mail:kazuyuki@mri.co.jp）

***正会員，工修，株式会社三菱総合研究所社会システム研究本部
（東京都千代田区大手町 2-3-6）

****正会員，工修，株式会社三菱総合研究所社会システム研究本部
（東京都千代田区大手町 2-3-6）

*****正会員，国土交通省国土交通政策研究所（東京都千代田区霞が関 2-1-2）

*****非会員，都博，首都大学東京都市教養学部（東京都八王子市南大沢 1-1）

行う。

3. モデルの設定

(1) モデルの基本な考え方

本稿では、国民の社会的便益最大化を目的とする建設行政担当部局（公共工事発注者）をプリンシパル、建設行政担当部局から公共工事の発注を受け、実際の公共工事を担う建設企業（公共工事受注者）をエージェントとするモラルハザード・モデルを構築する。

本モデルにおいては簡便のため発注者、受注者とも1主体のみであると想定する。また、各期においてまったく同様の公共工事が発注されるとする。公共工事によって発現する便益は B_H 、 B_L ($B_H > B_L$) の2つの値が有り得るとし、これらは発注者、受注者双方から観察可能かつ立証可能とする。 B_H は発注者の要求する品質が確保された場合の公共工事の便益、 B_L はそうでない場合（極端なケースとしては、瑕疵が発見され大幅な改良工事等を行わなければ施設が供用できないケース）と想定される。発注者は受注者に対して、各期の工事で便益 B_H が発現した場合に報酬 ω_H を支払い、便益 B_L が発生した場合に報酬 ω_L を支払うという、2期間を通じた契約を提示する。換言すれば、品質が確保されない場合は、 $\Delta\omega = \omega_H - \omega_L$ 分のペナルティ（受注資格の停止や、瑕疵担保責任⁶⁾の履行コスト等）が与えられると解釈できる。ここで、報酬体系は1期目と2期目で変更できないと仮定していることに留意されたい。これは、現実的には各期毎に報酬体系を変化させることは難しいと考えられるためである。

受注者は提示された契約に対して、契約に応じるか、契約に応じた上で当該公共工事に対してどの程度の努力水準で取り組むかを決定する。努力水準は e_H 、 e_L の2つの水準を取り得て、これは受注者の私的情報であると仮定する。受注者が努力水準 e_i を選択したときに便益 B_j が発現する確率を $P(B_j | e_i)$ と表現し、 $P(B_H | e_H) > P(B_H | e_L)$ を仮定する（努力水準が高い方が、品質が確保されやすい傾向を表現する）。

受注者には技術水準（施工上の技術のみならず、人材マネジメント等も含む総合的な技術水準を差す）が高いタイプと低いタイプの2種類が存在し、その技術水準は受注者の私的情報であると仮定する。タイプは変数 θ_H 、 θ_L で表され、受注者の各期の工事費用はこの θ に依存する、すなわち $C(\theta, e)$ と書けると仮定する。ここで、 $C(\theta, e)$ については $\frac{\partial C(\theta, e)}{\partial \theta} > 0$ 、 $\frac{\partial C(\theta, e)}{\partial e} \geq 0$ 、 $\frac{\partial^2 C(\theta, e)}{\partial e^2} \geq 0$ を仮定し、 $\theta_H < \theta_L$ とする。これは、技術水準が高い受注者の

方が、同じ努力水準でも低い工事費用で済み、かつ努力水準の向上に対して工事費用は逓増的であるとの仮定である。さらに、受注者がタイプ θ_m である事前確率を $P(\theta_m)$ と仮定し、これは共有知識であるとする。また、受注者は1期目のタイプがいずれのタイプであったとしても、1期目に技術的投資 I_n を行なうことにより、2期目はタイプ θ_n を実現できると仮定する。これは、たとえ1期目のタイプが θ_H であったとしても、1期目に技術的投資を怠れば、2期目の技術水準は θ_L となることを意味している。なお、この技術的投資水準も受注者の私的情報である。

最後に、発注者は危険中立的であり、受注者の効用も含めた社会厚生を最大化すると仮定する。一方、受注者は危険回避的であり、その効用関数は $u(\phi)$

（ ϕ は受注者の各期の報酬から工事費用および技術投資費用を引いた純利益）と表されると仮定する。また2期目の便益および効用については、発注者・受注者ともに共通の割引率 r で割り引かれるとし、 $\rho = 1/(1+r)$ と置く。

(2) モデルの定式化

以上の設定の下、プリンシパルである発注者が解くべき問題は以下のように定式化される。

$$\max_{\omega_H, \omega_L} \sum_{i=H,L} P(\theta_i) \left\{ \begin{array}{l} \left[\sum_{j=H,L} P(B_j | e_{k1,i}) \cdot (B_j - \omega_j) \right] \\ + \rho \cdot \left[\sum_{j=H,L} P(B_j | e_{k3,i}) \cdot (B_j - \omega_j) \right] + u_{\max}(\theta_i) \end{array} \right\} \quad (1)$$

s.t.

$$e_{k1,i}, I_{k2,i}, e_{k3,i} \in \arg \max_{e_{k1,i}, I_{k2,i}, e_{k3,i}} \left\{ \begin{array}{l} \left[\sum_{j=H,L} P(B_j | e_{k1,i}) \cdot u(\omega_j - C(\theta_i, e_{k1,i}) - I_{k2,i}) \right] + \\ \rho \cdot \left[\sum_{j=H,L} P(B_j | e_{k3,i}) \cdot u(\omega_j - C(\theta_{k2,i}, e_{k3,i})) \right] \\ (\equiv u_{\max}(\theta_i)) \quad (i = H, L) \end{array} \right\} \quad (2)$$

$$\left\{ \begin{array}{l} \left[\sum_{j=H,L} P(B_j | e_{k1,i}) \cdot u(\omega_j - C(\theta_i, e_{k1,i}) - I_{k2,i}) \right] + \\ \rho \cdot \left[\sum_{j=H,L} P(B_j | e_{k3,i}) \cdot u(\omega_j - C(\theta_{k2,i}, e_{k3,i})) \right] \\ \geq \underline{u} \quad (i = H, L) \end{array} \right\} \quad (3)$$

ここで、 \underline{u} は留保効用水準であり、(2)、(3)はそれぞれ2期間を通じた誘因整合性条件 (IC)、個人合理性条件 (IR) である。ここで、通常モラルハザード・モデルと異なり、受注者の戦略として1期目の努力水準 (e_H, e_L)、1期目の技術的投資水準 (I_H, I_L)、2期目の努力水準 (e_H, e_L) があり、それぞれの組み合わせで $2 \times 2 \times 2 = 8$ パターンの戦略があることに留意する必要がある（表-1 参照）

表-1 受注者（エージェント）の行動パターン

パターン	パターン1	パターン2	パターン3	パターン4	パターン5	パターン6	パターン7	パターン8
1期目の努力水準	高	高	高	高	低	低	低	低
1期目の技術的投資	高	高	低	低	高	高	低	低
2期目の努力水準	高	低	高	低	高	低	高	低

4. モデルによる数値実験

(1) 数値の設定

本モデルは通常モラルハザード・モデルと異なり、努力水準 e_i のみならずエージェントのタイプ θ_i も非対称情報であること、エージェントの効用がプリンシパルの最大化問題にも影響を与えることから、解析的に解くのが困難と考えられる。そこで本稿では数値的に本モデルを分析し、解の特性を把握する。具体的には、各関数および変数を以下のように設定し、最適化問題を数値的に解いた。

表-2 関数の設定

工事費用関数： $C(\theta_i, e) = \theta_i e^2$
受注者の各期の効用関数： $u(\phi) = -\exp(-\gamma\phi)$
(γ ：絶対的リスク回避度)

表-3 変数の設定（基本ケース）

変数	設定値
技術水準 θ_m	$\theta_H = 10, \theta_L = 100$
技術水準の事前確率 $P(\theta_m)$	$P(\theta_H) = 0.3, P(\theta_L) = 0.7$
努力水準 e_i	$e_H = 0.8, e_L = 0.3$
便益の発現確率 $P(B_j e_i)$	$P(B_H e_H) = 0.9, P(B_L e_H) = 0.1$ $P(B_H e_L) = 0.4, P(B_L e_L) = 0.6$
便益 B_j	$B_H = 500, B_L = 10$
絶対的リスク回避度 γ	$\gamma = 0.3$
割引率 r	$r = 0.04$
留保効用水準 \underline{u}	$\underline{u} = -50$
技術的投資 I_n	$I_H = 1, I_L = 0$

(2) 基本ケースでの分析結果

まず表-3 の設定の下での解は以下ようになる。

表-4 求められた解

項目	解
報酬体系 ω_j	$\omega_H = 14.67, \omega_L = 1.37$
技術水準 θ_H の受注者の行動	パターン1
技術水準 θ_L の受注者の行動	パターン5
期待社会厚生 (目的関数)	685.238

したがって、この設定の下では、技術水準の高い受注者に対しては2期間を通じて高い努力水準を求め、かつ高い技術水準を維持するための技術的投資を行わせることが最適となる。一方、技術水準の低い受注者に対しては、1期目は低い努力水準を受容した上で、技術的投資は高い水準を求め、2期目は高い努力水準を求めることになる。すなわち、受注者は（発注者には観察できないが）次期の利益を考えて技術的投資水準を選択しているため、受注者の技術的投資行動を織り込んだ上で最適な報酬額を決定すれば、社会的に最適な品質確保のインセンティブを与えることができると解釈される。

これを敷衍して考えると、たとえば、発注者が総合評価方式等において建設業者から企画提案を求める際には、技術提案文書だけから技術力を判断するのではなく、工事の現場管理者等へのヒアリングを実施すること等で、受注者に対して、技術的投資を積極的に評価していることを示すことが望ましいと考えられる。

(3) 技術的投資費用に関する感度分析

技術的投資費用と社会厚生、受注者の行動パターンの関係を見るために、技術的投資費用 I_H を1から10まで変化させたときの期待社会厚生の変化をみたものを以下に示す。高い技術水準を達成するための投資費用が高くなるにつれて、期待社会厚生は低下し、また受注者に技術的投資を行わせるのも困難となることがわかる。したがって、こうした技術的投資費用が、工事費用等に対してどの程度のオーダーであるかを把握することが必要であると言える。

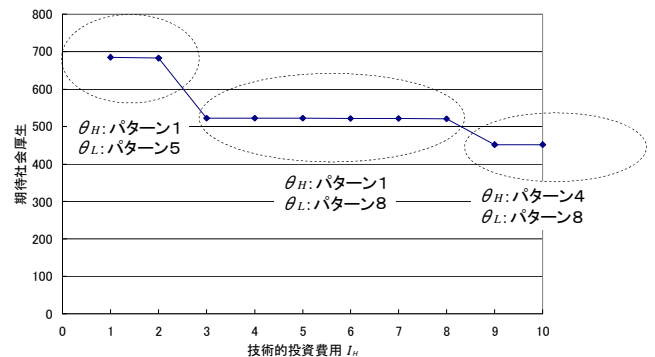


図-1 技術的投資費用と期待社会厚生の関係

5. 今後の課題と研究の方向性

本稿では、受注者と発注者からなる2期間のモラ

ルハザード・モデルを構築し、数値分析による分析事例を示したが、1 期間の場合や対称情報の場合との比較など、今後は本モデルのより詳細な挙動分析を行う必要がある。また、本モデルで捨象されている入札制度や、発注者による事後的なモニタリング行動についても考慮したモデル構築が必要であろう。発注前に入札の段階で、高い技術水準をもった業者を選ぶための審査費用を十分にかけるべきか、それとも発注後の工事監督等による事後的なモニタリングに費用をかけるべきかを分析できるモデルを構築すること等が考えられる。

更に長期的な課題としては、本研究で構築するモデルに基づく実証的な分析が挙げられる。近年、海外ではメカニズム・デザイン理論について、経営者の報酬制度や保険契約等を対象とした実証分析が精力的に進められている⁷⁸⁾が、本稿で対象としているような公共工事の契約制度については、筆者らが知るかぎりこのような実証的な分析はなされていない。当然ながら、実証分析にあたっては関連データの入手可能性等について十分な検討が必要であるが、入札・契約制度の設計についてより具体的な知見を得るために、今後も継続的な検討が求められると考えられる。

謝辞

本稿は、国土交通省国土交通政策研究所からの委託により、(株)三菱総合研究所が実施した調査成果を元に作成したものである。調査にご協力いただいた各位にこの場を借りて感謝の意を表す。ただし、本稿の見解は国土交通省および(株)三菱総合研究所とは独立なものであり、本稿に関するあらゆる誤りや責任は筆者らに帰属するものである。

参考文献

- 1) Salanie, B.: *The Economics of Contracts, A primer, second edition*, MIT Press, 2005.
- 2) 玉田康成, 遠藤妙子: 契約理論の基礎, 三菱経済研究所, 1999.
- 3) 上田孝行, 太田勝久: 入札システムの特性に関する基礎的考察, 東京工業大学, 土木工学科研究報告, No.60, 1999.
- 4) 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.
- 5) 柳川範之: 契約と組織の経済学, 東洋経済新報社, 2000.
- 6) 国土交通省総合政策局建設業課: 瑕疵保証のあり方に関する研究会報告書, 2005.
- 7) Chiappori, P.A. and Salanie, B.: Testing contract theory: A survey of some recent work, *Advances in Economics and Econometrics*, vol.1, M. Dewatripont, L. Hansen and S. Turnovsky eds, Cambridge University Press, 2003.

- 8) Armstrong, C.S., Larcker, D.F and Su C.: *Agency Models of Executive Compensation (Rough Draft)*, 2006.