

災害緊急復旧工事契約スキーム効率性分析

石 磊¹・大西 正光²・湧川 勝己³

¹非会員 京都大学客員准教授 防災研究所（〒611-0011 京都府宇治市五ヶ庄）
大連理工大学准教授 建設工学部（〒116024 中国大連市凌工路2号）
E-mail:leishi@dlut.edu.cn

²正会員 京都大学准教授 防災研究所（〒611-0011 京都府宇治市五ヶ庄）
E-mail: onishi.masamitsu.7e@kyoto-u.ac.jp

³正会員 京都大学客員教授 防災研究所（〒611-0011 京都府宇治市五ヶ庄）
E-mail: wakigawa-k@tokencon.co.jp

本研究は、生命・生活の保全を最優先として行政が対応する緊急復旧工事を効果的に実施できる調達モデルに着目し、緊急復旧工事契約の効率性問題を分析する。随意契約では、建設工事の仕様を契約に規定することが困難であるため、請負者が建設工事の品質を向上するインセンティブを持たないことを明らかにする。一方、一般競争入札契約では、総合評価入札方式が品質向上効果を有しながら、入札時間とコストが必要となるため緊急復旧工事に適用できない。一方、緊急時の資源確保を目的とする地域維持型契約では請負者の設備過小投資問題が発生する。このような状況では、緊急時の随意契約と平常時の地域維持型契約を連結した契約スキームは緊急時の随意契約における請負者の努力水準と平常時の地域維持型契約における設備投資水準を同時に向上させる効果を明らかにする。

Key Words : *emergency restoration work, contractual efficiency, negotiated contract, local maintenance contract, contract linkage*

1. はじめに

近年、東日本大震災を始め、平成23年紀伊半島大水害、平成27年鬼怒川水害など大規模災害が発生し、日本列島に大きな損失をもたらした。このような大規模災害が発生する時、ダム、道路などインフラ施設は機能不全に陥り、住民の安全とともに生活にも大きな影響を及ぼしているため、いかに迅速かつ効率にインフラ施設を復旧させるかは大きな課題となる。このような復旧工事は、原則に、競争性や公正性の確保の観点などから、会計法令上の原則である一般競争入札方式を適用している。しかしながら、災害復旧工事では、随意契約や指名競争入札といった入札契約方式を適用することによって、早期の復旧に努めている。

復旧工事に随意契約を適用した場合、契約の締結にあたり被災によって時間的余裕がなく、詳細な積算が困難であり、契約には工事概要、契約金額（その時点で最低限確実に受注者に対して支払うことが明らかである額）のみが記載される¹⁾。一方、請負契約に基づく市場取引モデルでは、本来、完成物の仕様を契約前に規定しな

ければならない。しかし、実際の緊急復旧工事の現場では、行政は同時に多くの工事発注に対応するため、工事の完成物の仕様を規定することは難しく、完成物がいまいちなまま、建設業者が工事を進める場合も少なくない。また、災害発生時には資材の単価が上がる可能性があるにもかかわらず、予定価格は通常時の請負標準単価が適用され、建設業者が適切な利益を確保できないこともある。すなわち、通常時の調達モデルは、危機対応モードで求められる人命・生活の確保に適合していないにもかかわらず、形式的要請を満たそうとすれば、余計な手続きが発生したり、建設業者が適切な利益を得られなかったりといった歪みが生じる。松田が指摘したように、建設業者が緊急復旧工事を企業の社会的責任（CSR）として位置づけている事実、工事から適切な利益を得られていないことの証左である²⁾。

また、災害復旧にあたっては、特に地元の建設企業は重要な役割を担っていることを踏まえる必要がある。復旧工事では、地域に精通した建設企業による施工が、円滑かつ早期の復旧につながる。また、地域に精通した企業が積極的に復旧に携わることにより、将来の地域の社

会資本を支える企業を確保することにも繋がる³⁾。しかし、建設業は2000年代に入り縮小傾向に辿っている。地域の建設企業は、建設工事を行うための巨大で高額な資機材を保有し、災害等必要性が生じた場合に即活用できるような状態にメンテナンスを常に行うことはますます困難である⁴⁾。こういう状況の中、緊急時の資源確保を目的とする地域維持型契約が活用されつつある。地域維持型契約方式では、除雪、災害応急対応、社会資本の維持管理など地域の維持に不可欠な事業について、複数の工種・工区をまとめたり、複数年の契約単位で発注する⁴⁾。地域維持事業に係る入札契約においては、建設機械の固定経費や除雪における待機費用などが発生し、事業の外部便益は一部しか事業に還元されない場合は建設企業は建設機械などの設備に過小投資する可能性がある。

本研究は災害緊急復旧工事における随意契約の効率性問題と平常時の地域維持型契約における建設企業の設備投資問題に着目し、災害時と平常時を連結した契約スキームの効果を検証する。以下2. では緊急復旧工事における随意契約と一般競争入札契約をモデル化し、両者が請負者の努力インセンティブに与える異なる影響を分析する。3. では緊急度の高い災害復旧工事には随意契約を適用する適当性を分析する。4. では地域維持型契約における建設企業の設備過小投資問題をモデル化し、そのメカニズムを明らかにする。5. では平常時の地域維持型契約と緊急時の随意契約を連結した契約スキームを提案し、前者の効率性を向上するとともに後者の設備投資を促進する効果を示す。6. では、本研究の知見をとりまとめ、今後に残された課題について言及する。

2. 緊急時契約効率性分析

(1) 災害復旧工事随意契約

行政は請負者と随意契約を結び、緊急復旧工事を請負者に委託する。請負者は K の設備資産をもつと仮定し、工事費用は確実に請負者に支払う費用 A と可変費用 $C(K, q(e))$ に構成される。費用 A は最低限の品質水準まで回復するために必要な費用であり、契約の中に規定されている。 $C(K, q(e))$ は請負者の努力により $q(e)$ の品質を向上させたとき必要とされる費用を表している。 e は請負者の努力水準を表し、材料調達の手配や新工法への考案などを意味している。請負者の努力水準 e は観察可能であるが、立証できないと仮定する。最後に、最低限費用 A は観察可能かつ立証可能であるが、可変費用 $C(K, q(e))$ に関しては、請負者の努力費用 $L(e)$ が含まれるため、立証できるのは $C(K, q(e)) - L(e)$ の部分だけである。緊急工事のため、行政と請負者は契約を結ぶ際 $C(K, q(e))$ 及び $L(e)$ に関する情報を有しない。従って、随意契約には最低限の品質水準とそれに伴う費用 A しか書けない。また契約には費用 A 以外で発生する立証できる費用を支払うと規定

する。議論を単純化するため、随意契約を締結する際、行政が完全な交渉力をもつと仮定する。したがって、請負者は利得0となる。なお、この仮定はモデルの均衡解に影響を及ぼさないことを断っておく。工事費用及び請負者の努力費用に関しては

$$C_q(K, q) > 0, C_{qq}(K, q) > 0, C(K, 0) > 0 \quad (1a)$$

$$C_K(0, q) < 0, C_{KK}(K, q) > 0, C(0, q) > 0 \quad (1b)$$

$$q'(e) > 0, q''(e) < 0, q(0) = 0 \quad (1c)$$

$$L(e) > 0, L'(e) < 0, L(0) = 0 \quad (1d)$$

を仮定する。工事を開始してから、請負者は $C(K, q(e))$ 及び $L(e)$ の情報を知り、努力水準 e を決定する。最後に、工事が完成する場合、行政が A と $C(K, q(e)) - L(e)$ を請負者に支払い、 $B(q(e))$ の社会便益を得る。 $B(q(e))$ に関しては

$$B'(q) > 0, B''(q) < 0 \quad (2)$$

を仮定する。随意契約の時間軸は図1に示される。

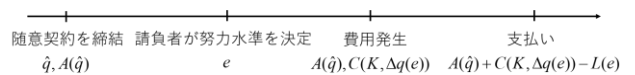


図-1 モデルの時間軸

a) Benchmark解

まず、請負者の努力が観察できるかつ立証できる場合を想定しよう。この場合では、社会的余剰は $W = B(q(e)) - A - C(K, q(e))$ となるため、社会的最適な努力水準を決定する問題は

$$\max_e W(q(e)) \quad (3)$$

となる。1階の最適化条件は

$$B'(q(e^*)) - C_q(K, q(e^*)) = 0 \quad (4)$$

となる。すなわち、式(4)は社会的最適な努力水準 e^* により実現された品質水準 $q(e^*)$ からもたらす限界便益 $B'(q(e^*))$ が限界費用 $C_q(K, q(e^*))$ は同じであることを示す。その時社会的余剰 W は

$$W^* = B(q(e^*)) - A - C(K, q(e^*)) \quad (5)$$

となる。

b) 情報非対称の場合

請負者の努力水準は観察不可能かつ立証不可能の場合を考えよう。請負者努力水準 e を選択し、工事を完成する。その際、行政が観察かつ立証された A と $C(K, q(e)) - L(e)$ に基づいて、報酬 $A + C(K, q(e)) - L(e)$ を請負者に支払う。請負者が獲得できる利得は

$$\Pi(K, e) = A + C(K, q(e)) - L(e) - A - C(K, q(e)) \quad (6)$$

$$= -L(e)$$

となる。請負者は $e^* = 0$ を選択する。 $e^* < e^*$ が成立する。
社会的余剰 W^* は

$$W^* = B(0) - A - C(K, 0) \quad (7)$$

となる。明らかに $W^* < W^*$ が成立する。

命題 1：災害復旧随意契約では、請負者の過小努力により社会的最適な工事品質水準が実現できない。

なお、本研究は資材の単価が上がることから生じる請負者へ支払い不足問題を考慮しない。すなわち、請負者の参加条件を満足する場合契約効率性問題を議論した。命題 1 が示すように、請負者の参加条件を満たす場合でも、随意契約では、請負者が工事品質向上のための努力インセンティブを有しないことを明らかにした。しかし、現実では、請負者が時に赤字を覚悟しながら、工事の品質を高める努力をしたことがよく観察される。このことについては 4. で分析する。

(2) 一般競争入札契約

一般競争入札契約の場合、請負者が工事費用に関しては詳細の見積もりを行った上で入札価格を決定する。行政は入札価格のなかで最小の価格を提示した請負者と契約するという最小価格入札方式と工事の品質と価格両方を考慮した総合評価入札方式を導入することができる。ここで、入札過程において完全競争入札が実現すると仮定する。現実には、入札にあたって入札者が限られるうえ、競争入札の参加者の間で、完全競争が実現する保証はない。このような競争入札メカニズムに関しては、すでに膨大な研究の蓄積がある⁹⁾。しかし、本研究の目的は、災害復旧工事契約の構造を分析することであり、契約の入札にあたり完全競争が実現すると仮定する。入札費用は C^T と仮定する。随意契約と異なり、競争入札段階において、入札者は費用関数 $C(K, q(e))$ 及び $L(e)$ の情報を有する。以下、まず最小価格入札方式における請負者の努力水準を考える。

まず入札価格 w を所与とし、請負者の努力水準の選択問題を分析し、最後に均衡入札価格を求める。完全競争入札を仮定するため、請負者の利得は 0 となり。したがって、請負者が努力水準を選択する問題は

$$\min_e A + C(K, q(e)) + C^T \quad (8a)$$

$$s.t. w - A - C(K, q(e)) - C^T = 0 \quad (8b)$$

仮定(1a)より

$$e' = 0 \quad (9a)$$

$$w = A + C(K, 0) + C^T = 0 \quad (9b)$$

社会的余剰は

$$W' = B(0) - A - C(K, 0) - C^T < W^* < W^* \quad (10)$$

となる。したがって、最小価格入札契約より、請負者が入札価格を最小化するため過小努力を選択するうえ、入札費用が発生するため、社会的最適な契約が実現できない。

一方、総合評価入札方式では、評価基準は価格と品質両方を考え、評価点数の最も高い入札者が落札する。いま、入札価格 w' に対して評価関数を

$$B(q) - w' \quad (11)$$

と定義しよう。完全競争入札を仮定するため、請負者の努力水準を選択する問題は

$$\max_e B(q(e)) - w' \quad (12a)$$

$$s.t. w' - A - C(K, q(e)) - C^T = 0 \quad (12b)$$

となる。1 階の最適化条件は

$$B'(q(e')) = C_q(K, q(e')) \quad (13)$$

となる。式 (4) より、

$$e' = e^* \quad (14)$$

が成立する。したがって、総合評価入札方式では、式 (11) を満足する評価基準を導入することによって、社会的最適な品質水準を実現できる。社会的余剰は

$$W' = B(q(e')) - A - C(K, q(e')) - C^T < W^* \quad (15)$$

となる。入札費用 C^T が発生するため、総合評価入札方式の社会的余剰はファーストベストの社会的余剰より小さい。しかし、社会的最適な努力水準が選択されるため、最小価格入札契約を導入した場合より社会的余剰が大きい。

命題 2：災害復旧一般競争入札で最小価格入札方式を採用した場合、請負者は過小努力を選択するため、社会的最適な品質水準を実現できない。

命題 3：災害復旧一般競争入札で総合評価入札方式を採用した場合、式 (11) を満足する評価基準を導入することより、社会的最適な品質水準を実現できる。しかし、入札費用により社会的損失が発生する。

以上の命題が示すように、入札費用 C^T が小さいとき、総合評価入札方式を採用した一般競争入札は請負者に品質向上の努力インセンティブを与えることによって、緊急復旧工事の効率性を高めることができる。一方、緊急度の高い復旧工事など入札費用 C^T が極めて高い場合、随意契約を導入せざるを得ないことになる。しかし、命題 1 が示すように、随意契約では請負者が工事の品質向上するためインセンティブを持っていない、社会的効率性が実

現できない。以下、随意契約の効率性を高めるために地域維持型契約との連携契約スキームを考える。

3. 平常時地域維持型契約効率性分析

行政が地域の建設企業と地域維持型契約を結び、災害対応、除雪、インフラの維持管理などの業務を委託する。緊急時と同様行政は完全な交渉力を持つと仮定する。企業は初期投資 K を導入し、委託された業務を遂行費用（メンテナンス費用を含む）を $M(K)$ とし、

$$M'(0) < 0, M''(K) > 0, M(0) > 0 \quad (16)$$

と仮定する。モデルを単純化するため、平常時において請負者の努力を考慮しない。なお、当事業を遂行したことにより行政が $R(K)$ の社会便益を獲得し、

$$R'(K) > 0, M''(K) < 0, R(0) > 0 \quad (17)$$

と仮定する。

まず社会的最適な K の投資水準を考えよう。社会的余剰は $W^R = R(K) - M(K) - K$ となるため、社会的最適な K の投資水準を決定する問題は

$$\max_K W^R \quad (18)$$

となる。1階の最適化条件は

$$R'(K^*) = M'(K^*) + 1 \quad (19)$$

を満足する。

一方、地域維持型契約では、契約価格を w^R とすると、企業が事業から得られる利得は $w^R - M(K) - K$ となる。行政が完全な交渉力をもつと仮定するため、請負者が設備投資水準 K を決定する問題は

$$\max_K \Pi^R = w^R - M(K) - K \quad (20a)$$

$$s.t. \Pi^R = 0 \quad (20b)$$

となる。1階の最適化条件は

$$M'(K^{**}) + 1 = 0 \quad (21)$$

となる。仮定(16)と(17)より、 $K^{**} < K^*$ が成立する。すなわち、地域維持型契約では、請負者は業務の実行より生じる外部便益の一部しか得られないため、 K の投資水準は社会的最適の投資水準 K^* より小さい。

命題3：地域維持型契約では、建設企業は設備に対して過少投資する。

4. 災害復旧随意契約と地域維持型契約の連携契約スキーム

災害復旧随意契約と地域維持型契約を連結した契約スキームを考えよう。すなわち、行政は平常時に地域建設

企業と地域維持型契約を締結し、インフラのメンテナンスなど業務を委託する。一方、災害が発生する時同一の建設企業と随意契約を結び、緊急復旧工事を委託する。平常時の地域維持型契約と緊急時の随意契約を連結した場合、行政は災害復旧工事随意契約で観察された請負者の努力水準を地域維持型契約に反映させるように設計することができる。すなわち、行政は災害復旧随意契約における緊急復旧工事において請負者への評価を地域維持型契約に取り入れる。また、その評価は完成した復旧工事の品質水準や工期などに基づいたものを意味している。いま、行政は地域維持型契約における請負者への報酬を契約価格 w^H のほかに $\lambda(q)$ を取り入れることにしよう。 $\lambda(q)$ は行政が災害復旧工事の品質水準に基づいて請負者への評価を表している。

$$\lambda'(q) > 0, \lambda''(q) < 0 \quad (22)$$

と仮定する。この評価は事後に観察された品質水準に基づくもので、随意契約においては事前にこの評価指標を取り入れることができない。大規模災害は p の確率で発生すると考える場合、請負者の総利得は

$$\Pi^H = p\Pi(K, e) + \Pi^R \quad (23)$$

となる。請負者が努力水準 e と設備投資水準 K を選択する問題は

$$\max_e \Pi^H \quad (24)$$

$$s.t. \Pi^H \geq 0 \quad (25)$$

となる。1階の最適化条件は

$$pC_q(K^H, q(e^H)) = \lambda'(q(e^H)) \quad (26a)$$

$$-pC_K(K^H, q(e^H)) = M'(K^H) + 1 \quad (26b)$$

となる。式(4)より、行政は

$$\lambda'(q(e^H)) = pB'(q(e^H)) \quad (27)$$

に設定することにより、

$$e^H = e^* \quad (28)$$

を満足する。すなわち、行政は式(27)を満たすような評価指標 $\lambda(q)$ を設定することにより、請負者の社会的最適な努力水準を引き出すことができる。

一方、仮定(1)と式(21)より、

$$K^H > K^{**} \quad (29)$$

が成立する。すなわち、平常時の地域維持型契約と緊急時の随意契約を連結することにより、請負者は設備投資水準 K を決定する際に平常時と緊急時両方において設備使用を考慮する必要が出てくる。その場合、平常時だけの設備使用より多めな初期投資が必要となるため、式(29)が成立する。しかし、仮定(17)と式(19)より、 $p < p^*$ の

時、 $K^H > K^*$ が成立する。ここで

$$p^* = -\frac{C_K(K, q(e^H))}{R'(q(e^H))} \quad (30)$$

と定義する。すなわち、地震発生確率 p は十分小さい場合、請負者は緊急復旧工事考慮した設備の投資水準は過大となる。

命題4：平常時における地域維持型契約と緊急時における随意契約を連結した契約では、行政は式(27)を満足する評価指標を地域維持型契約に取り入れることにより、社会的最適な緊急復旧工事随意契約を実現できる。

命題5：平常時における地域維持型契約と緊急時における随意契約を連結した契約では、請負者による設備投資水準が単独地域維持型契約の場合より大きい。しかし、災害の確率 p が p^* より小さい場合、請負者は設備を過大投資する。

5. おわりに

本研究は、生命・生活の保全を最優先として行政が対応する緊急復旧工事を効果的に実施できる調達モデルの効率性問題を分析した。随意契約の場合、請負者は復旧工事の品質を最低限以上に向上させるインセンティブを持っていないことを明らかにした。また、一般競争入札を導入した場合も、総合評価入札方式は請負者に品質を向上するインセンティブを与えるが、緊急度の高い建設工事など入札コストが大きい場合、一般競争入札契約を適用できなく、随意契約を応用せざるを得ない。一方、建設資源確保を目的とした地域維持型契約では、請負者が設備投資の外部便益の一部しか得られないため、設備を過小投資する。本研究は緊急時の随意契約と平常時の地域維持型契約を連結した契約スキームを提案した。こ

の契約スキームは緊急時の随意契約における請負者の努力水準と平常時の地域維持型契約における設備投資水準を同時に向上させる効果をもち、緊急時と平常時の両方の契約の効率性を改善することを明らかにした。

しかし、地域の建設企業の減少・小規模化が進むことによって、単一の企業による大規模かつ高難度の復旧工事を担うことはますます困難となる。地域の維持管理を将来にわたって持続的に行うため、入札及び契約の方式において、共同企業体 (JV) の活用を含んだ担い手確保に資する工夫を行う必要がある。一方、地域建設業の中には、他の工事で受注を競う相手と一緒に地域維持事業を担うのは難しいという問題も指摘されている。したがって、緊急復旧工事及び平常時の地域維持のための企業共同体の在り方に着目した研究は今後の課題とする。

参考文献

- 1) 国土交通省：災害復旧における入札契約方式のガイドライン, 2017.
- 2) 松田曜子：中小建設業者の CSR に関する考察—災害ボランティア活動との接続可能性についての検討, 第 56 回土木計画学研究発表会・秋大会, 2017.
- 3) 山本篤民：地域における中小建設業者の役割と課題, 企業環境研究年報, No.16, 2011.
- 4) Chang, Y. and Wilkinson, S.: Managing resources in disaster recovery projects, *Engineering, Construction and Architectural Management*, Vol. 19, No. 5, 2012.
- 5) 国土交通省土地・建設産業局建設業課入札制度企画指導室：「地域維持型契約方式」の導入について, 建設マネジメント技術, 2012.
- 6) Klemperer, P.: *Auctions: Theory and Practice*, Princeton University Press, 2003.

(****. **. ** 受付)

Efficiency Analysis of Contractual Scheme for Emergency Restoration Work

Lei SHI, Masamitsu ONISHI and Katsumi WAKIGAWA

In this paper, we analyze the efficiency problem of the emergency restoration construction contract focusing on the procurement model that can help the administration effectively respond with the first priority to life and life conservation. In negotiated contracts, it is difficult to prescribe the specifications of construction work in contracts, so contractors do not have the incentive to improve the quality of construction work. On the other hand, by introducing the general competitive bidding, although the comprehensive evaluation bidding has the effect of improving the quality, it can not be applied to emergency restoration work if bidding cost is extremely high. Meanwhile, under the local maintenance contract aimed at securing resources in the event of an emergency, contractor's equipment under investment problem occurs. We finally propose a contract scheme that combines negotiated contracts and local maintenance contracts to improve the efficiency of both contracts.