

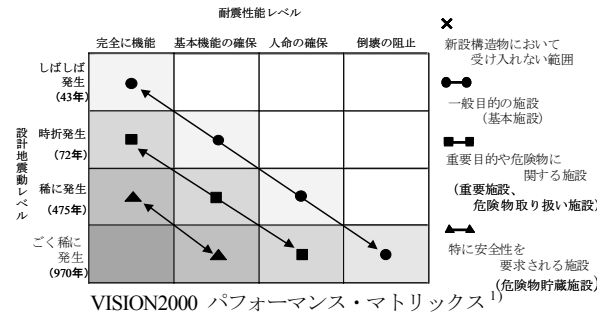
耐震性能に関する性能発注の契約方法に関する一考察

公共システム研究室 野田 亮

1. はじめに

PFI (Private Finance Initiative)では、施設を性能発注方式で発注する方法が注目されている。性能発注では仕様や技術ではなく実現する性能に関して契約が結ばれる。性能発注は新技術の採用を容易にする一方、政府が有効性を検証できない新技術が採用される場合がある。性能発注による新技術の検証方法は幾つか考案されている。しかし耐震性能等は実際に大規模地震が起こるまで性能はわからない。ここに受注者のモラルハザードが発生し、十分な耐震投資が行われない可能性がある。PFIの契約は受注者の耐震投資を誘導するように設定されることが望ましい。

代表的な性能設計で利用されるパフォーマンス・マトリックス(以下PM)では、4段階の地震動レベルに対して、施設に要求する耐震性能を指定している。日本でも同様の方法が適用されている。一方、受注者への支払いに関しては、一般的には入札時点で一定の額が決定し、実現した性能には依存しない方法がとられている。本研究ではPMタイプの性能発注方式を対象とした最適な契約方法について分析する。



2. 仕様発注モデル

政府が企業に適切な耐震性能をもつ施設を発注する問題を考える。企業が行う耐震投資水準を x で表す。 x は耐震化の費用(金銭単位)で表す。耐震投資 x を選択したとき、地震時に ε の性能水準(金銭単位)が実現するときの確率密度関数を $f(\varepsilon|x)$ で表す。 $f(\varepsilon|x)$ は単調尤度比条件、凸性の条件を満たすものとする。施設が完全に機能しているときの性能を ε_0 、完全に損壊して全く機能しないときの性能を 0 、地震時に要求される耐震性能を ε_1 で表す($0 \leq \varepsilon_1 \leq \varepsilon_0$)。

政府が提示する報酬を $\Omega = (w_0, w_1, w_2)$ とする。地震が発生しなかったときの報酬を w_0 、地震発生後に施設

が ε_1 以上の性能を発揮したときの報酬を w_1 、 ε_1 未満の性能を発揮したときの報酬を w_2 で表す。政府の期待利潤と企業の期待効用を以下のように表す。

$$E\pi(\Omega, x) = (1 - \mu)(\varepsilon_0 - w_0) + \mu \left\{ \int_{\varepsilon_1}^{\varepsilon_0} (\varepsilon - w_1) f(\varepsilon|x) d\varepsilon + \int_0^{\varepsilon_1} (\varepsilon - w_2) f(\varepsilon|x) d\varepsilon \right\}$$

$$EU(\Omega, x) = (1 - \mu)U(w_0) + \mu \left\{ U(w_1) \int_{\varepsilon_1}^{\varepsilon_0} f(\varepsilon|x) d\varepsilon + U(w_2) \int_0^{\varepsilon_1} f(\varepsilon|x) d\varepsilon \right\} - x$$

μ は地震発生確率を表し、 $U(w_i) (i=0,1,2)$ は企業の危険回避型効用関数を表す。

政府が企業の技術に関して完全な知識を有するときには従来の仕様発注が可能である。仕様発注問題は x に関して契約を結ぶ問題となり、以下のように表される。

$$\max_{\Omega, x} E\pi(\Omega, x) \quad \text{subject to } EU(\Omega, x) \geq \bar{U}$$

\bar{U} は企業に保証する効用水準である。これより最適契約 (Ω^0, x^0) を得る。 $\Omega^0 = (\bar{w}, \bar{w}, \bar{w})$ すなわち非状況依存的な報酬を設定することが望ましい。

3. 性能発注モデル

性能発注では政府が耐震投資水準 x ではなく実現する ε について契約を結ぶ。性能発注問題は以下のように表される。

$$\max_{\Omega} E\pi(\Omega, x) \quad \text{subject to } EU(\Omega, x) \geq \bar{U} \\ x \in \arg \max_{x'} EU(\Omega, x')$$

①式は政府が提示する報酬 Ω の下で、企業が自らの期待効用が最大になる x を選択するという誘因両立性条件である。これより最適報酬 Ω^1 とその下での企業の耐震投資水準 x^1* を得る。性能発注における最適報酬 Ω^1 は以下の関係を満足する。

$$w_1 > w_0 > w_2$$

すなわち、地震時に性能 ε_1 を発揮した場合は w_0 よりも大きな報酬を支払い、一方で発揮しなかった場合は罰金等を科す報酬を設定することが望ましい。

4. おわりに

政府が発注する施設は様々で、地震時に要求される性能 ε_1 も施設の重要度によって異なる。よって、性能 ε_1 に応じた耐震投資と契約方法を分析する必要がある。

1) カリフォルニア構造技術者協会(SEAOC), 1995