

建設産業におけるTFP変化の要因分析

小池 淳司¹・向山 潤²

¹正会員 神戸大学教授 大学院工学研究科 (〒657-8501 神戸市灘区六甲台町1-1)

E-mail: koike@lion.kobe-u.ac.jp

²学生会員 神戸大学大学院 工学研究科市民工学専攻 (〒657-8501 神戸市灘区六甲台町1-1)

E-mail:187t133t@stu.kobe-u.ac.jp

建設産業の技術水準を表す指標であるTFPの成長率が微減・停滞傾向にあるという指摘がある。しかし、建設産業においては技術の蓄積があるため、少なくとも技術水準の低下は考えられない。本研究の目的は、この事実と観察されるTFPの低下・停滞傾向との不一致の原因を考察することにある。そこで、市場価格が存在しない建設産業のTFPを推計する際に用いる投入コスト型デフレーターに注目した。一般競争入札の拡大に伴ってマークアップが減少、すなわちアウトプット価格が減少した可能性があるが、投入コスト型デフレーターではこの影響を取り除けない可能性がある。そのため、あたかもTFPが減少したかのように観測されるのではないかという仮説を立て、その検証を行った。

Key Words : TFP, construction industry, mark-up, deflator, general competitive bidding

1. 序論

我が国は現在、人口減少社会を迎えており、潜在的な成長力を高めるとともに、新たな需要を生み出すために、働き手の減少を上回る生産性の向上が求められるようになっており¹。生産性とは単位インプット当たりのアウトプットの大きさを表し、付加価値を労働投入で割った労働生産性や、付加価値を労働投入・資本投入で割った全要素生産性 (Total Factor Productivity : TFP) などがある。特にTFPは、技術水準を表す指標として知られている。

そのような中、社会資本整備に大きく関わる建設産業は、TFP成長率が微減・停滞しているという指摘²がある。この指摘が正しければ、日本の持続的な発展に向けて全産業において生産性の向上が求められる中で、建設産業が足を引っ張っていることになる。

しかし、建設産業のTFPが低下・停滞しているということは、建設産業の技術水準が低下・停滞していることを意味するのであろうか。ものづくりを行う建設産業においては技術水準は、技術の蓄積があることから、少なくとも技術水準が低下することは考えられない。この考察と既存研究の結果の不一致の原因を考えると、建設産業においては従来からのTFPが十分に技術水準を捉えられていないのではないかという仮説が考えられる。

本研究は、建設産業の技術水準を示すと考えられるTFPの時系列変化の傾向を実際に観察し、確かに低下・停滞傾向にあることを確認し、そのTFP変化

の原因の考察をした。

2. TFP計測結果の観察

(1) TFPの定義

中島(2001)³によると、労働生産性がアウトプットを労働投入で除いたものとして定義されるのと同様に、TFPは全アウトプットを全インプットで除いたものであり、それぞれを Y, X とおけば、TFPは、

$$TFP = \frac{Y}{X} \quad (1)$$

と表される。

TFPの定義は以上のシンプルなものである。TFPは、すべての計測可能で内部化された投入要素全体についての生産性であり、労働者の士気や経営者のやる気など計測が困難な要素はいかに生産に貢献しようとしてTFPで考慮される投入には含まれない。要するに、価格と数量が特定できる投入要素に限った生産性である。

(2) TFPの計測方法

本研究では、R-JIPデータベース2017⁴)を用いて建設産業のTFPの時系列変化を観察した。都道府県別にTFPの変化を観察することも可能である。TFPの計測方法はJIPデータベースの成長会計分析の定義を引き継いでおり、以下ではその概略⁵)を見る。なお、R-JIPデータベースとの整合性ため、アウトプットは付加価値額とし、インプットには中間投入を

含まないものとして概略を見る。

t 年における第 i 部門の付加価値を $Y_i(t)$ 、労働投入を $L_i(t)$ 、資本サービス投入を $K_i(t)$ 技術水準や資本配分の効率性を反映した生産性指標を $T_i(t)$ とし、以下の生産関数を考えている。

$$Y_i(t) = F_i(L_i(t), K_i(t), T_i(t)) \quad (2)$$

以下では混乱を招く恐れがない場合、時間の関数であることを示す (t) を略して説明する。生産関数 F_i は十分に滑らかであり、独立変数も時間について連続的であることを仮定する。加えて、 F_i は規模に関して収穫一定、つまり生産要素の組み合わせについて一次同次と仮定すると、

$$Y_i = \frac{\partial F_i}{\partial L_i} L_i + \frac{\partial F_i}{\partial K_i} K_i \quad (3)$$

式(3)の両辺について自然対数をとって時間について微分すると、

$$\frac{\dot{Y}_i}{Y_i} = \frac{\partial F_i}{\partial L_i} \frac{L_i \dot{L}_i}{Y_i L_i} + \frac{\partial F_i}{\partial K_i} \frac{K_i \dot{K}_i}{Y_i K_i} + \frac{\dot{A}_i}{A_i} \quad (4)$$

となる。ここで、最後の項の A_i は、産業の生産性の水準を表す指数（全要素生産性）であり、次式で示される。

$$\frac{\dot{A}_i}{A_i} = \frac{\partial F_i}{\partial T_i} \frac{T_i \dot{T}_i}{Y_i T_i} \quad (5)$$

通常この効果を計測することは難しいが、Solow⁶⁾が提示した生産要素市場（生産財市場ではないことに注意）において価格を与件として行動するという仮定を置くと比較的簡単に求められる。 w_i を労働価格、 r_i を資本価格とすると、生産関数の式(2)の下で、総費用 $w_i L_i + r_i K_i$ を最小化する条件から次式が得られる。

$$\theta_i = \frac{w_i}{\frac{\partial F_i}{\partial L_i}} = \frac{r_i}{\frac{\partial F_i}{\partial K_i}} \quad (6)$$

θ_i は限界生産性（費用最小化問題のラグランジュ乗数）を表す。式(6)を式(3)に代入すると、次式を得る。

$$\theta_i Y_i = w_i L_i + r_i K_i \quad (7)$$

一方、式(6)を式(4)に代入すると、次式を得る。

$$\frac{\dot{A}_i}{A_i} = \frac{\dot{Y}_i}{Y_i} - \frac{w_i L_i \dot{L}_i}{\theta_i Y_i L_i} - \frac{r_i K_i \dot{K}_i}{\theta_i Y_i K_i} \quad (8)$$

ここで、式(7)より、

$$\frac{w_i L_i}{\theta_i Y_i} = \frac{w_i L_i}{w_i L_i + r_i K_i}, \quad \frac{r_i K_i}{\theta_i Y_i} = \frac{r_i K_i}{w_i L_i + r_i K_i} \quad (9)$$

と書き直せる。これはコストシェアを表しているの、式(8)から次式が導かれる。

$$\frac{\dot{A}_i}{A_i} = \frac{\dot{Y}_i}{Y_i} - \left(s_L \frac{\dot{L}_i}{L_i} + s_K \frac{\dot{K}_i}{K_i} \right) \quad (10)$$

ここで、 s_L 、 s_K はそれぞれ労働投入のコストシェア、資本サービス投入のコストシェアである。実際の成長会計分析では、式(10)を離散時間で近似した次式を使う。

$$\Delta \ln A_i = \Delta \ln Y_i - (\bar{s}_L \Delta \ln L_i + \bar{s}_K \Delta \ln K_i) \quad (11)$$

ここで、 Δ は $t-1$ 期から t 期にかけての差分を、 i は産業の部門を、 \bar{s}_L 、 \bar{s}_K はそれぞれ、労働コストシ

ェア、資本コストシェアの $t-1$ 期と t 期の値の単純平均を表す。

以上、式の導出を見たが、式(11)を導出するにあたり用いた仮定は、規模に関して収穫一定、生産財市場での主体均衡だけで、完全競争市場は仮定していない。式(11)はコストシェアを用いているので、レベニューシェアを用いた時のように、マークアップの影響を受けない。このことは、アウトプットの価格 $Q(t)$ 、総コスト $C(t)$ を用いて、式(10)の変形から確認できる。

$$\begin{aligned} \frac{\dot{A}_i}{A_i} &= \frac{\dot{Y}_i}{Y_i} - \left(\frac{w_i L_i}{w_i L_i + r_i K_i} \frac{\dot{L}_i}{L_i} + \frac{r_i K_i}{w_i L_i + r_i K_i} \frac{\dot{K}_i}{K_i} \right) \\ &= \frac{\dot{Y}_i}{Y_i} - \frac{QY}{p_K K + p_L L} \left(\frac{w_i L_i \dot{L}_i}{QY L_i} + \frac{r_i K_i \dot{K}_i}{QY K_i} \right) \\ &= \frac{\dot{Y}_i}{Y_i} - \frac{QY}{C} \left(v_L \frac{\dot{L}_i}{L_i} + v_K \frac{\dot{K}_i}{K_i} \right) \end{aligned} \quad (12)$$

ここで、 v_L 、 v_K はそれぞれ労働投入のレベニューシェア、資本サービス投入のレベニューシェアを表す。

マークアップが存在する場合、完全競争ならば成り立つ完全分配が成り立たないため、 $QY/C > 1$ である。レベニューシェアを用いた際に、マークアップが存在するにもかかわらず、考慮しないで完全競争($QY/C = 1$)を仮定する場合にはTFP成長率を過大に推計しうる。

R-JIPデータベースはコストシェアを用いるとともに完全競争のものと完全分配を仮定していない。仮定しているのは規模に関して収穫一定であることと生産要素市場の主体均衡だけである。加えて、投入要素の質が考慮されているため、より正確にTFPを推計できるものと考えられる。以上の理由からR-JIPデータベースを用いてTFPの観察を行った。表-1に収録データを示す。

表-1 R-JIPデータベース2017の収録データ

	収録データ
付加価値	実質付加価値(2000年価格, 100万円) 名目付加価値(100万円)
労働	マンアワー(就業者数×就業者一人当たり年間総労働時間/1000) 名目労働コスト(100万円) 質指数(労働, 全国共通) (2000年=1.000) 質格差指数(労働, 都道府県別) (全国平均からの乖離) 就業者数
資本	実質資本ストック(2000年価格, 100万円) 名目資本コスト(100万円) 質指数(資本, 全国共通) (2000年=1.000)

(3) TFPの観察結果

図-1にR-JIPデータベースで分析可能な1970年から2012年までの全国計の建設産業及び産業計の1970年を1としたTFPの変化のグラフを示す。

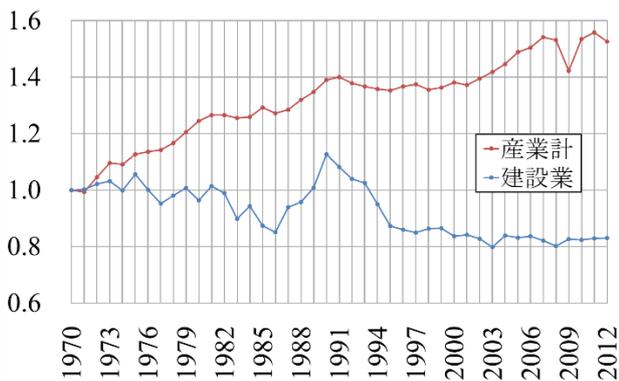


図-1 産業計と建設業のTFP変化の様子

建設産業のTFPはバブル期からバブル崩壊の上下を除くと、1970年代後半から概ね減少傾向にあることが分かり、産業計に関しては、リーマンショック時の上下を除くと、概ね増加傾向にあることが分かる。

例外的な建設産業におけるバブル期の上下に関しては、内田ら(2012)²⁾が指摘するように、TFP上昇時は建設需要に労働者数が間に合わず、一人当たりの単価が上昇した影響であり、TFP減少時は上昇と反対のメカニズムで、低下した建設需要に多いままの労働者数を抱えたため、一人当たりの単価が下がった影響であると解釈した。しかし、最も注目している建設産業のTFPの変化については、全体を通して減少傾向、近年は停滞傾向にあり、産業計の伸びが日本の産業の成長の具合と見れば、明らかに計測した期間でTFPが減少していることが分かる。

3. 建設産業におけるTFP変化の原因の仮説

(1) 建設産業の特殊性

建設産業の近年のTFPに認められる低下・停滞傾向の原因を考えるにあたり、他の産業にはない建設産業の特殊性に注目した。ここでの建設産業の特殊性とは、入札の仕組みによって不完全競争市場であったが、入札制度の変更により完全競争市場へ急速に変貌したことを指す。

木下(2014)⁷⁾によると、会計法以前の明治期における官庁工事等は信頼できる業者に特命で発注する例がほとんどで、競争入札は一部のケースに過ぎなかった。1889年に会計法が制定され、一般競争入札によることが原則とされたが、事務が煩雑で社会的混乱があったことから随意契約が徐々に拡大した。また、一般競争入札によって優良な業者が排除されるような状況を改善するため、指名競争入札を位置付けた。長らく指名競争が用いられたが、入札談合が摘発されるなど公共工事をめぐる贈収賄事件等から国の直轄工事については、1994年度より大規模な工事について一般競争入札が採用されるようになったとある。

国直轄工事の一般競争入札の拡大に関しては、国土交通省⁸⁾によると、1993年から試行され始め、1994年には予定価格が7億2千万円以上の工事に関し

ては一般競争入札を行うこととされ、その後、2005年からは3億円以上、2006年からは2億円以上、2007年からは1億円以上、2008年からは6000万円以上の予定価格の工事にて一般競争入札を行うこととされ、それ以下の価格でも積極的に一般競争入札を行うこととされた。

以上から分かるように、初めから一般競争入札が行われていたわけではなく、建設産業における談合への批判を契機に急速に一般競争入札が拡大された。一般競争入札により、それまで競争が十分でなかったと思われる建設産業において急速に競争がもたらされた。

指名競争入札・随意契約により、競争の原理が十分に働かず、ともすれば企業がマークアップを比較的容易に行えた独占的な市場から、一般競争入札により競争を余儀なくされ、容易にマークアップを行えない完全競争市場に短期間で変貌したと考えられる。

(2) TFP変化の原因の仮説

完全競争市場ではなかった建設産業において、一般競争入札が導入されたことで競争を余儀なくされ、マークアップが減少したことで、R-JIPデータベースの成長会計分析によるTFPの計測は正しく行えていない可能性があると考えた。以下その理由を述べる。

中島(2001)に指摘されているように、独占力をもつ企業が存在する場合、完全分配は成り立たない。

$$QY = \frac{1}{1-\lambda} PX \quad (13)$$

ここで、Yはアウトプット、Qはアウトプット価格、Xはインプット、Pはインプット価格、 $1/(1-\lambda)$ はマークアップ率である。

完全分配が行われなるとき(まさにR-JIPデータベースの成長会計の式(11)の場合)、中島(2001)はTFPの過大推定が生じる可能性を次のように指摘している。「独占力によって価格Qが高くなっている分を生産量Yの増加と見誤るケースがある」という。

R-JIPデータベースでは、アウトプットの名目付加価値額(=時価の価格×物量)をデフレーターで実質化することにより、価格変動を取り除き、「物量」にしようとしているが、建設産業においては、この作業をしても中島(2001)のTFP過大推計の問題は解決されないと考える。R-JIPデータベースの実質化する際のデフレーターの詳細な手順を参考文献⁹⁾により確認すると、国民経済計算の名目付加価値、実質付加価値の推計に行き着く。さらにこの推計を参考文献¹⁰⁾で確認すると、建設産業においては、適当な物価指数が存在しない、あるいは単価指数での対応(価格と物量への分離)が困難であるときに用いる投入物デフレーターによりデフレーターを設定するという投入コスト型デフレーターとしていた。

これでは、アウトプット価格がマークアップ減少によって減少しても、投入物価格に大きな変化がない場合、投入コスト型デフレーターを用いているの

で、アウトプット価格の変化を価格の変化と捉えられない。

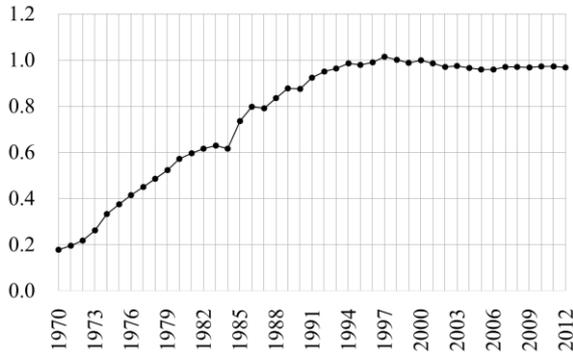


図-2 建設業のデフレーター（2000年を1）

図-2にR-JIPデータベースを用いて、建設産業のデフレーターを観察したグラフを示す。一般競争入札が導入された1994年前後でデフレーターに大きな変化は見られず、その後の一般競争入札の拡大においても変化はない。

建設産業における急速な一般競争入札の導入・拡大により、競争市場になった場合、アウトプット価格に含まれる上乗せ分の価格のマークアップが短期間で減少したとすると、実質付加価値、すなわち「物量」化した付加価値が低下したと推計される可能性があるのではないかと考えた。つまり、一般競争入札の導入により、アウトプットの価格の上乗せ分のマークアップが減少したが、投入物に関しては価格が変わらない場合、発注されてから社会資本を単品生産する建設産業のように市場価格が存在しない場合に用いる投入コスト型デフレーターを用いても、アウトプットのマークアップの減少による価格の急な減少を捉えられず、実質付加価値（金額＝価格×物量）で計測するがゆえに、実際はアウトプットの価格が減少しただけであるのに、生産された「物量」が減少したと見誤りうる。

一般競争入札以前はマークアップによりTFPが過大推計されていたために、近年は本来はTFPが上昇あるいは少なくとも停滞していたにも関わらず、あたかも低下したと見誤る可能性があるのではないかと考えた。

4. 建設産業のTFP変化と一般競争入札の関係

(1) 建設産業のTFP変化と一般競争入札の拡大

図-3にR-JIPデータベースによる建設産業のTFP変化と一般競争入札の予定価格の引き上げ時期の様子、すなわち一般競争入札の拡大を重ね合わせたグラフを示す。

一般競争入札が導入された1994年はバブル崩壊により建設需要が下がっている時期と重なっているが、1990-1993年の減少の傾きよりも急な傾きになっていることが見て取れ、その後も徐々にTFPが低下している様子が見られる。

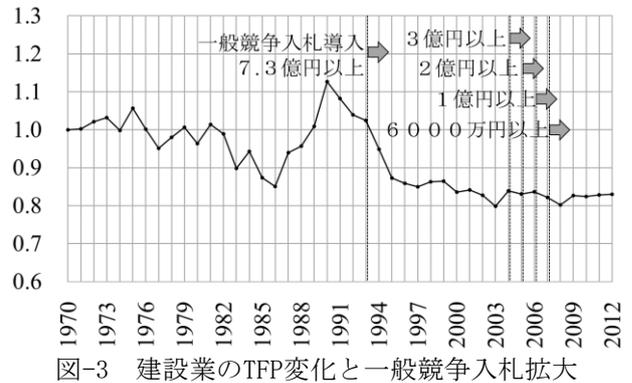


図-3 建設業のTFP変化と一般競争入札拡大

(2) 仮説の検証と考察

TFPの低下と一般競争入札の拡大に関連がある可能性があるのは、図-3より確認できるが、R-JIPデータベースを用いて都道府県別で見た場合の建設産業のTFPと一般競争入札の関係を調べた。方法は至ってシンプルである。都道府県別のTFPを被説明変数とし、一般競争入札の導入・拡大時期に対応して以降は1を取り続けるダミー変数を用いた時系列回帰分析を行い、ダミー変数の係数が負であるかどうかを有意水準5%で確認した。

結果、1994年の一般競争入札の導入では、ほぼ全ての都道府県において、有意な負の係数を確認できた。例外は北海道、青森、岩手、秋田、東京、福井、兵庫、島根、岡山、徳島、高知であった。東京は、建設産業の実質付加価値が全国で最も高く、全国のおよそ13%を占めており、建設産業の規模が大きいと考えられる。多くの建設産業者がある東京では、一般競争入札の導入により、競争が他地域よりも急速に活発化したため、生産性の高い建設産業者が建設工事を行うようになり、このような結果になったと考えた。なお、1970年代後半からもTFPの減少傾向が認められる。今回は入札制度の変化に注目したが、この1970年代後半からのTFPの減少傾向は独占禁止法の拡大により、マークアップが減少した影響によるのではないかと考えた。

一方で図-3から容易に推測できるが2005年以降の一般競争入札の拡大では、ほとんどの都道府県で有意な関係は見られなかった。これは、1994年の一般競争入札の導入により、急速にマークアップが減少し、2003年頃にはある程度減少しきっていたため、適正価格付近で落ち着き始めたためと考えた。これらのことから、2004年以降であれば、わずかにマークアップは残っている可能性はあるが、日本全体では1970年代よりマークアップが低い一定水準になったと考えられ、建設産業のTFPは技術水準を捉え始めていると言つてよいと考える。

だが言い換えれば、1970年代後半から2003年にかけての建設産業のTFPの減少は、マークアップの減少に起因すると考えられるので、TFPが正しく推計されていないと考えられる。

5. 結論

本研究では、社会資本整備に大きく関わる建設産業におけるTFPの低下・停滞傾向の原因の考察を行った。これは技術水準の低下ではなく、マークアップの減少によるものだと考えた。

投入コスト型デフレーターを用いて実質化しても、アウトプットに含まれるマークアップを取り除くことができない。マークアップが一般競争入札の導入・拡大によって急速に無くなってもデフレーターで価格変化を捉えられない結果、実質付加価値が減少し、あたかもアウトプットの生産量が減少したように捉えられてしまうという点にある。このため、TFPは一般競争入札以前は過大推計されており、マークアップの減少であたかもTFPが減少したように観察されると考えた。

都道府県別の時系列回帰分析の結果、ほとんどの県において1994年からの一般競争入札の拡大は、建設産業のTFPに負の影響を与えていた。しかし、2005年～2008年の拡大に関しては、有意な影響を確認できなかった。これらは、1994年の一般競争入札の導入後に価格が速やかに適正化し、マークアップが十分なくなったためであると考えた。つまり、マークアップが依然残っている可能性はあるが、2003年以降であれば、マークアップはある程度低い一定の水準で推移していると考えられ、TFPが技術水準を捉え始めている可能性がある。

しかし、言い換えれば、それ以前の1970年代後半から2003年頃までの建設産業のTFPの減少傾向はマークアップの減少に起因すると考えられ、その減少傾向をもって建設産業の技術水準が減少していたと解釈することは誤りであると考えた。建設産業においては、TFPが必ずしも技術水準を表していた訳ではないと考えた。

参考文献

- 1) 国土交通省：国土交通省生産性革命プロジェクト第3版
<http://www.mlit.go.jp/common/001204378.pdf>

(2018. 7. 31 受付)

- 2) 内田拓史, 稲村肇, 森地茂：建設産業の労働生産性／TFPの時系列分析, 土木計画学研究・講演集(CD-ROM), 2012
- 3) 中島隆信：日本経済の生産性分析, 日本経済新聞社, pp.53-88, 2001
- 4) 独立行政法人経済産業研究所：R-JIP データベース 2017 (2017年9月7日更新),
<https://www.rieti.go.jp/jp/database/R-JIP2017/index.html>
- 5) 深尾京司, 宮川努：生産性と日本の経済成長, 東京大学出版, 第1章日本経済の成長会計分析, 第2章JIPデータベースの推計方法, 2008
- 6) Solow, R.M. : Technical Change and the Aggregate Production Function, Review of Economics and Statistics, Vol.39, pp.312-320, 1957
- 7) 木下誠也：国際比較によるわが国建設産業の疲弊要因に関する研究, 土木学会論文集F4(建設マネジメント), vol.70, No.4_105-1_116, 2014
- 8) 国土交通省：入札契約制度関連通達 地方整備局関係(道路・河川等)【入札契約制度】,
http://www.mlit.go.jp/page/kanbo06_hy_000015.html,
 H18.05.24「一般競争入札方式の実施について」等の一部改正について(国地契第21号),
 H19.03.30「一般競争入札方式の拡大について」及び「入札保証金の取扱いに関する試行について」の一部改正について(国官会第2180号、国地契第100号)
- 9) 徳井丞次, 牧野達治, 深尾京司, 宮川努, 荒井信幸, 新井園枝, 乾友彦, 川崎一泰, 児玉直美, 野口尚洋：都道府県別産業生産性(R-JIP)データベース構築と地域間産業生産性格差の分析, RIETI Discussion Paper Series 13-J-037, 2013
- 10) 内閣府経済社会総合研究所国民経済計算部：国民経済計算推計手法解説書(年次推計編)平成23年基準版, 第8章デフレーターと実質化

Facters Analysis of TFP Changes in Japanese Construction Sector

Atsushi KOIKE, Jun MUKAIYAMA

In Japan, TFP downturn tendency has been observed in the construction industry. It is said that TFP captures technical change level. However, it is considered that technology is not easy to decrease so rapidly. The purpose of this paper is to find out the reason why TFP has decreased contrary to the expectation. We focused on deflator. In fact, in the construction industry, the deflator for output price is based on the deflator for input price because there are no proper price index for TFP calculation. Therefore, it couldn't adjust the output price decreasing that was caused by mark-ups decreasing due to the introducing of general competitive bidding. An econometrics result clearly showed that introducing of general competitive bidding brought TFP decreasing due to mark-ups decreasing.