

**科学研究費助成事業 研究成果報告書**

平成 28 年 6 月 13 日現在

機関番号：32613

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2013～2015

課題番号：25420648

研究課題名(和文) プロジェクトファイナンス手法の導入による中小建設業者の経営改善

研究課題名(英文) Management improvement of the small and medium size construction firm by the introduction of the project finance techniques

研究代表者

遠藤 和義 (ENDO, KAZUYOSHI)

工学院大学・公私立大学の部局等・教授

研究者番号：20194029

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,900,000円

研究成果の概要(和文)：本研究の目的は、建築プロジェクトによって生じるキャッシュフローに対して、支払条件や金利をパラメータとしてファイナンスコストを算出するシミュレーションシステムの開発である。これによって求めた、ゼネコンと一次下請の利息収支確保には、ゼロサムゲームの性質があり、受注機能を持つゼネコンと現場労務管理の実体を握る一次下請は、条件によって、ファクタリングなどの協調的な政策をとる可能性を示した。さらに、シミュレータから得られるキャッシュフローの系列を複数束ねて企業全体に見立てた資金事情の観察から、工事着手のタイミング、民間工事と公共工事のブレンド等によってキャッシュフローや資金繰りを改善できることを示した。

研究成果の概要(英文)：The aim of this study was to develop a simulator that calculates the cost of construction projects, by manipulating payment schedules and interest rates as parameters. It was thus confirmed that the general contractor and first-tier subcontractor groups are mutually dependent on one another as in zero-sum games. This means that general contractors and first-tier subcontractors can adopt coordinated policies while the former acquire contracts and the latter manage the actual work. Lastly, several sets of cash flows were combined to simulate the overall financial circumstances of a single company. This simulation indicated that a company's cash flow and its management can be improved by manipulating the timing at which their different work teams begin onsite work and also by undertaking public and private construction projects simultaneously.

研究分野：建築社会システム

キーワード：シミュレーションシステム キャッシュフロー 支払条件 資金調達コスト 売掛債権流動化 ファクタリング

1. 研究開始当初の背景

請負契約では、建設業者が発注者からの支払に先行して材料や労務を調達して工事目的物を作る。図1は大手ゼネコンの施工する実際の工事の日報と工事台帳から、一次下請である型枠業者の出面(現場労働者の日単位の投入人数)の累積、ゼネコンから一次下請への累積支払額(手形込み)、一次下請が実際に掴むキャッシュの累積を比較したものである。

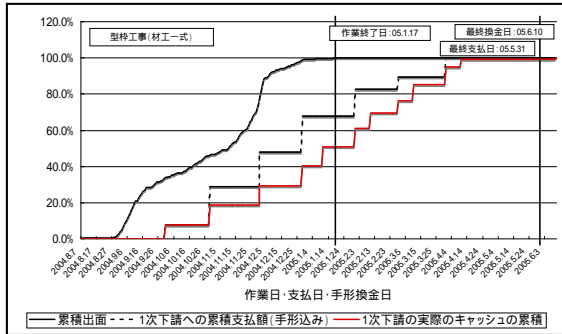


図1 ゼネコンの支払条件によるキャッシュフローの例

このゼネコンの1次下請への支払条件は次の通りである。

- ・支払額が外注(材工一式)現場当り500万円/月末満の場合は、翌月末に全額現金
- ・支払額が外注(材工一式)現場当り500万円/月以上の場合は、500万円以上は500万円+残額の10%を翌月末現金払い、残額は手形(70日サイト)

この支払条件は、予備的調査によれば、業界でも比較的よい部類に入るが、一次下請は先行する二次下請への支払に対応可能な資金力を持たねばならないことを示している。なお、二次下請以下は、資金力の制約から労務費を積み上げて注文者に請求する機能しか持っていない。

2. 研究の目的

本研究では、こうした個々の工事のキャッシュフローを対象に、現実に近い支払政策、金利設定で資金調達コスト、インタレストカバレッジレシオを求めることが可能なシミュレータの開発を扱う。ゼネコンと一次下請の利息収支やインタレストカバレッジレシオは、相互に依存したゼロサムゲームの性質があり、上位にあって受注機能を持つゼネコンと現場労務管理の実体を握る一次下請が協調的政策をとる可能性を検討する。

また、一次下請に対する金融機関の融資条件が厳しい場合に有効とされる、工事売掛債権の流動化等の効果を定量化する。さらにそれを補完するゼネコンの関与する一括ファクタリングやキャッシュマネジメントが効果的となる金利、条件についても検討する。

最後に、モデルから得られるキャッシュフローの系列を複数束ね、企業全体の資金の状況をモデル化する。工事着手のタイミング、民間工事と公共工事のブレンド等を変え、工

事売掛債権流動化等の企業全体の資金繰り改善効果について確認する。

3. 研究の方法

(1) キャッシュフローシミュレータの概要

作成するシミュレータはMicrosoft Excel上に、VBA言語を用いて構築し、そのブックは「フェイスシート」「計算シート」「出来高曲線設定シート」「計算結果出力シート」「工期と工事費の回帰シート」で構成される。フェイスシート以外は、バックグラウンドで連動する。

図2にフェイスシートを示す。フェイスシートにはシミュレーションの基本的な情報と結果を集約した。基本的な情報としては、操作するパラメータやデフォルトの内容をセクションに分けて示している。セクションは、「工事情報」「出来高情報」「発注者の支払条件」「原価情報」「ゼネコン・下請群間の支払条件」「売掛債権の流動化手法選択」「シミュレーション結果」からなる。

| 建設工事売掛債権流動化の効果検討シミュレータ |           |                             |                          |           |                |
|------------------------|-----------|-----------------------------|--------------------------|-----------|----------------|
| <b>工事情報</b>            |           |                             |                          |           |                |
| 請負金額(税込み)              | 100,000万円 | 工期                          | 20ヵ月                     |           |                |
| <b>原価情報</b>            |           |                             |                          |           |                |
|                        | ゼネコン      | 一次下請群                       | 二次下請群                    | 三次下請群     |                |
| 外注費率                   | 72.0%     | 34.0%                       | 29.0%                    | 0.0%      |                |
| 材料費率                   | 6.0%      | 34.0%                       | 0.0%                     | 0.0%      |                |
| 労務比率                   | 2.0%      | 8.0%                        | 47.0%                    | 75.0%     |                |
| 管理費率                   | 20.0%     | 24.0%                       | 24.0%                    | 25.0%     |                |
| うち営業利益                 | 2.0%      | 1.5%                        | 1.5%                     | 1.5%      |                |
| 合計                     | 100.0%    | 100.0%                      | 100.0%                   | 100.0%    |                |
| <b>ゼネコン・下請群間の支払条件</b>  |           |                             |                          |           |                |
|                        | ゼネコン      | 一次下請群                       | n次下請群                    | (n+1)次下請群 |                |
| 現金支払日(月末)              |           | 1ヵ月後                        |                          | 1ヵ月後      |                |
| 材料費の現金支払               | 20.0%     |                             |                          | 30.0%     |                |
| 材料費の手形支払               | 80.0%     |                             |                          | 70.0%     |                |
| 材料費の手形のサイト             |           | 4ヵ月                         |                          | 3ヵ月       |                |
| 外注費の月当たり現金支払(1社当り)     | 200万円     |                             |                          |           |                |
| 外注費の上記残金の現金支払率         | 30.0%     |                             |                          | 100.0%    |                |
| 外注費の上記残金の手形支払率         | 70.0%     |                             |                          | 0.0%      |                |
| 外注費の手形のサイト             |           | 4ヵ月                         |                          |           |                |
| 借入利率 (年利)              | 2.50%     |                             |                          | 3.50%     |                |
| 運用利率 (年利)              | 1.00%     |                             |                          | 0.50%     |                |
| <b>売掛債権の流動化手法選択</b>    |           |                             |                          |           |                |
| 流動化の方法                 | 1         | 1:流動化なし                     | 4:ゼネコンの余剰資金を運用利率で一次下請に融通 |           |                |
|                        | 2         | 2:手形割引                      |                          |           |                |
|                        | 3         | 3:一括ファクタリング、必要額/月次現金不足分を現金化 |                          |           |                |
| 手形割引率 (年利)             | 5.00%     |                             |                          | 即現金化      |                |
| 一括ファクタリング割引率 (年利)      | 1.50%     |                             |                          | 即現金化      |                |
| <b>シミュレーション結果</b>      |           |                             |                          |           |                |
|                        | 金利収支(万円)  | 受取利息                        | 支払利息                     | 営業利益      | インタレストカバレッジレシオ |
| ゼネコン                   | 328.5     | 357.4                       | -28.9                    | 2,000.0   | 81.63          |
| 一次下請群                  | -338.6    | 0                           | -338.6                   | 1,080.0   | 3.19           |
| 二次下請群                  | -8.0      | 5                           | -8.5                     | 367.2     | 43.12          |
| 三次下請群                  | -2.5      | 2                           | -2.7                     | 106.5     | 40.00          |

図2 キャッシュフローシミュレータのフェイスシートの一部

(2) パラメータの内容とアルゴリズム

以下に各セクションの内容とそこで行われる計算、処理のアルゴリズムを説明する。

工事情報セクション

工事情報セクションでは、請負金額(税込み、単位万円)と工期を設定する。請負金額は自由に設定できる。工期は、最長36ヵ月とし、出来高曲線設定シートと連動して各月の出来高率(請負金額に対する完成部分の金額比)を設定する。

出来高情報セクション

出来高は、出来高曲線設定シートで工期率(着工後経過月数/工期月数)と出来高率の関係から生成される。なお、この工期率と出来高率の関係は、一般的なRC造の集合住宅を想定してモデル化した。請負金額と工期の関係は、同時期に東京都財務局が実施した都

営住宅新築工事の入札公告から同質性の高い7サンプルを対象とし、予定価格と工期の関係をモデル化した。この分析から、5,000万円/月を標準出来高とし、請負金額と工期を組み合わせた。

#### 発注者の支払条件セクション

既述のように、各主体は出来高に対応して先行する支出をファイナンスするための資金コストを要する。このシミュレータでは実態に即して資金コストを以下の9パターンで求めた。

- ・パターン 1:前渡金、中間、竣工時3回均等払
- ・パターン 2:毎月出来高払
- ・パターン 3:前渡金 10%、中間 10%、竣工時 80%
- ・パターン 4:前渡金 10%、中間 10%、竣工時 75%、竣工3ヶ月後 5%
- ・パターン 5:前渡金一括
- ・パターン 6:前渡金 50%、竣工時 50%
- ・パターン 7:完成時一括
- ・パターン 8:前渡金 10%、中間 45%、竣工時 45%
- ・パターン 9:前渡金 10%、中間 45%、竣工時 40%、竣工3ヶ月後 5%

なお、発注者からゼネコンへの支払については、現金の即払とする。

#### 原価情報セクション

原価情報セクションでは、各主体の原価構成比を定めている。構成比の設定は、ヒアリング等を元に、現場労務の分担率を一次下請群：二次下請群：三次下請群=1:2:1を標準と仮定した。月次の出来高はこの原価構成に配分される。

#### ゼネコン・下請群の支払条件セクション

- ・現金支払日(月末)

ゼネコンと下請群間でやりとりされる現金支払分については、月末の翌月末払、すなわち実質1ヶ月後の支払とする。建設業法は「注文者から請負代金の出来高払又は竣工払を受けたときは、その支払の対象となった工事を施工した下請負人に対して、相当する下請代金を1ヶ月以内に支払うこと」と定めている。

- ・材料費の支払

材料を調達するのはゼネコンと一次下請群のみとした。材料業者への支払は、現金支払部分と手形による支払部分に分けるのが一般的である。手形による支払については、現金化に要する期間(サイト)を月数で指定する。この手形による支払部分については、サイトが経過した時に、振り出した主体の現金から、受け取り側の現金に入金される。

- ・外注費の支払

ゼネコンから一次下請への外注費の支払は、まず月当たりの現金支払枠を設定する。月次出来高から現金支払枠を引いた残余を現金支払部分と手形支払部分に分ける。現金支払率の入力でこれを決定する。手形による支払部分は現金化に必要なサイトを指定す

る。

なお、一次下請から二次下請以降の支払は、全て現金払とした。

- ・借入利率、運用利率

上記のキャッシュフローで、各主体の月次の現金が負の場合、これを借入で埋めることとし、借入利率による金利が翌月に発生する。また現金が正の場合、それを運用することとし、運用利率による利息が翌月に発生する。なお、これらの利率については、中小建設企業の信用調査機関から得た財務情報やヒアリングによって、現実に近い値を設定した。

#### 売掛債権の流動化手法選択セクション

手形を受け取る一次下請群が選択可能な流動化手法として、実態に近い、以下の四つを設定した。

- ・流動化なし
- ・手形割引：受け取った全ての手形を手形割引率で全て即現金化する
- ・一括ファクタリング：一次下請は、ファクターに譲渡した手形から、月次の現金不足部分を一括ファクタリング割引率で即現金化する。現金化しない部分については、規定のサイトが経過した後に現金化する。
- ・ゼネコンの余剰資金を下請に融通：一次下請群の月次の現金不足分について、ゼネコンがそれを越える余剰資金を持つ場合に限り、ゼネコンからその現金不足分を借り入れ可能とするゼネコン主導のキャッシュマネジメントである。なお、その際の利率はゼネコンの運用利率とする。ゼネコンに上記の余剰資金がない場合には、一次下請群は標準設定の借入利率で借入する。

#### シミュレーション結果セクション

各主体は、原価構成に即した営業利益を必ず確保する。その上で、主体間のキャッシュフローの実態に応じた受取利息、支払利息、およびその差し引きによる金利収支を得る。支払利息には、借入による利息の他、手形割引による割引額、一括ファクタリングによる割引額、ゼネコンによるキャッシュマネジメントの運用益が合算されたものである。金利収支がマイナスの場合は、これを営業利益で埋めることになる。このマイナスの金利収支で営業利益を割ったものがインタレストカバレッジレシオとなる。シートには金利を考慮した各主体が持つ月次の現金の推移をグラフ表示してある。

#### (3)パラメータの標準設定

4章では各パラメータを操作してシミュレーションを実行するが、操作対象のパラメータ以外は原則固定する。各パラメータの標準設定をヒアリング結果や文献等から以下の様に決めた。

請負金額、工期：すでに述べた東京都財務局発注のRC造集合住宅を想定し、10億円、20ヶ月を選択し、それに対応した月次出来高率、累積出来高率を設定した。

発注者の支払条件：公共工事と民間工事で

標準が異なるため二つの標準を設定した。公共工事の標準（以降公共工事タイプ）は、前渡金、中間、竣工時3回均等払とした。マンションデベロッパー等による民間工事の標準（以降民間工事タイプ）は、前渡金10%、中間10%、竣工時75%、竣工3ヶ月後5%とした。

原価情報構成、ゼネコン・下請群間の支払条件:詳細は図2の該当セクションに示す。

売掛債権の流動化手法:標準は流動化無しとし、手形割引が選択された場合の割引率は5%、一括ファクタリングが選択された場合の割引率は1.5%を標準とした。

#### 4. 研究成果

##### (1)シミュレーションによるキャッシュフロー効率化の評価

表1にシミュレーションで支払政策を操作した場合のゼネコン、一次下請のインタレストカバレッジレシオの結果を示した。

表1 支払政策とインタレストカバレッジレシオの挙動

|                        | インタレストカバレッジレシオの挙動 |      |
|------------------------|-------------------|------|
|                        | ゼネコン              | 一次下請 |
| 月次出来高増す(短工期)           |                   |      |
| 発注者のゼネコンへの支払が出来高に遅延する  |                   |      |
| ゼネコンから一次下請への現金支払率高める   |                   |      |
| ゼネコンから一次下請への手形サイトを長くする |                   |      |

結果は、ゼネコンと一次下請の利息収支やインタレストカバレッジレシオは、相互に依存したゼロサムゲームの性質があり、上位にあって受注機能を持つゼネコンと現場労務管理の実体を握る一次下請が協調的な政策をとる可能性を示す。

また工事売掛債権の流動化については、一般に金融機関は工事進捗や工事経営の査定能力を持たないため下請の資金調達には事業主の個人保証が中心で、金利、割引率等の設定は厳しく、その効果は限定的であった。ヒアリングによれば、比較的多くの一次下請業者は手形割引をせず、決済日の現金化を待ち、手形割引による流動化はあまり機能していない。

上記を補完するゼネコンの関与する一括ファクタリングやキャッシュマネジメントが効率となる金利、条件について検討した。

一括ファクタリングは、現状、主に大手ゼネコンが導入している。標準設定の借入金利3.5%に対して1%ダウンのスプレッドでインタレストカバレッジレシオは1.90から2.63に改善し、工事中の資金事情も改善される。

ゼネコンの資金運用利率をキャッシュマネジメントにおける一次下請の借入利率に置換すると、この利率を上げれば、その金利はゼネコンの金利収入の増に繋がり、一次下請の借入金利支払で間接金融に流出していた資金を生産システム内部に留めることが可能となる。当然、一次下請には、間接金融からの借入金利より低くなければこれを利用するインセンティブはない。また、ゼネコンも自前の運用機会よりも高い金利が設定

できなければキャッシュマネジメントを導入する意味はない。これはゲーム理論における「ゼロサムゲーム」に同定可能で、ゼネコンと一次下請間に互恵的な金利設定の可能性はある。

##### (2)キャッシュフローの合成による建設業の資金と受注戦略

シミュレーションから得られる月次のキャッシュフローの系列を合成し、その分析からゼネコン、一次下請群の企業としての資金繰り、受注戦略について考察する。このシミュレーションでは個々の工事の一般管理費に含まれる金利収支を求めている。借入には企業ごとの与信によって限界があり、営業利益は黒字であっても、資金繰りがつかずに倒産することも少なくない。黒字倒産を防ぐためには、入出金のタイミングを適切に管理し、売掛債権の流動化によって資金繰りを考慮する必要がある。

図3はモデルから得られるキャッシュフローの系列を複数束ね、企業全体の資金の状況をモデル化したものである。資金の状況は工事着手のタイミング、民間工事と公共工事のブレンド等で変化し、前項の分析ではその効果が限定的であった工事売掛債権流動化も、企業全体の資金繰りを考慮した場合、一定の効果を持つことが確認できた。

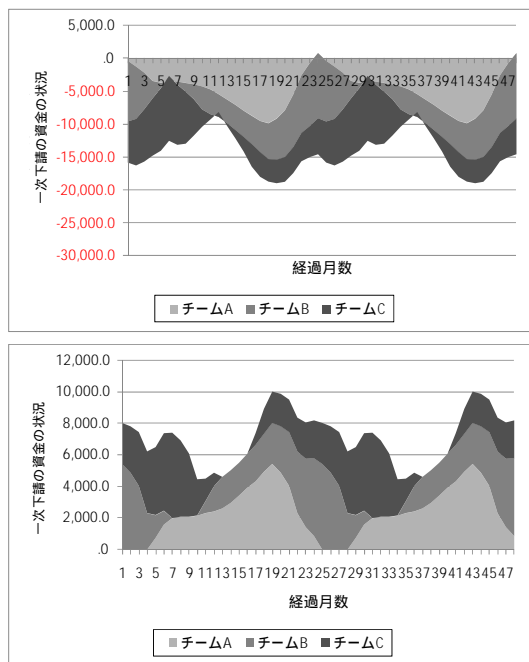


図3 資金フローの合成で作成した企業の資金の状況

##### (3)成果のまとめ

ゼネコンと一次下請の利息収支やインタレストカバレッジレシオは相互に依存したゼロサムゲームの性質があり、受注機能を持つゼネコンと現場労務管理の実体を握る一次下請は協調的な政策をとる可能性がある。

工事売掛債権流動化の効果の確認では、間接金融機関から調達する際の金利に比べて、それぞれ一定のギャップがなければ成立

しない。ゼネコンによるキャッシュマネジメントはゼネコンの余剰資金をゼネコンの期待する利回りで一次下請に貸し付けるものであるが、ゼネコンが自ら管理する現場で発注者の信用情報や現場の出来高、作業の内容などを把握できるため、査定能力を持たない間接金融に比べてキャッシュフローを効率化しやすい。

このシミュレータから得られるキャッシュフローの系列を複数束ねて企業全体に見立てた資金事情の観察では、工事着手のタイミング、民間工事と公共工事のブレンド等によってキャッシュフローや資金繰りを改善できることを示した。

## 5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕(計2件)

遠藤 和義、統計データに基づく建築市場と建築関連産業のモデル化と構造変化に関する研究、第31回建築生産シンポジウム論文集、アブストラクト審査有、2015年、pp59-64

遠藤 和義、建設業のキャッシュマネジメントを目的としたシミュレーションシステムの開発、第30回建築生産シンポジウム論文集、アブストラクト審査有、2014年、pp55-62

〔図書〕(計3件)

遠藤 和義、技術開発コスト可視化の試み、建築コスト研究 pp52-57、(一財)建築コスト管理システム研究所、2015年

遠藤 和義、適切な工事費を実現する社会的責任について考える、建築コスト研究、pp51-55、(一財)建築コスト管理システム研究所、2014年

遠藤 和義、社会的資産としての病院建築(3)建設業者の見積書をどう読むか、文化連情報 No.422、pp22-25、日本文化厚生農業協同組合連合会、2013

## 6. 研究組織

(1)研究代表者

遠藤 和義 (KAZUYOSHI ENDO)

工学院大学・建築学部・教授

研究者番号：20194029

(2)研究分担者

なし。