

出来高部分払い方式を用いた建設工事マネジメントシステムに関する一考察

Issues in Construction Management Systems Using a Progress Payment Method

室蘭工業大学工学部建設システム工学科 ○正会員 矢吹 信喜 (Nobuyoshi Yabuki)

1. はじめに

諸外国の公共工事では、毎月出来高に応じて工事代金を部分的に支払う方式が一般的である。一方、我が国の公共工事では、工事請負契約締結直後に前払い金（国の場合、契約金額の40%以内）を、残りは工事完成時に支払う方式が通例となっている。このような方式では、支払いの回数が少なく間隔が長く、また、工期末にまとめて設計変更の清算を行うことから、①受発注者間で意思疎通が疎遠になりがちな問題、②設計変更時の片務性の問題、③工事進捗に応じたコスト意識の問題、④元請下請間でのキャッシュフローの問題等が指摘されている¹⁾。

こうした問題を踏まえて、国土交通省は、出来高部分払い方式に関する調査検討を平成12年度から行い、2件の試行工事を実施し、本方式の効果の検証や抽出課題について、既に報告書¹⁾（以下、単に報告書と記す）としてまとめている。この報告書では、抽出された本方式の課題に対する対応の方向性を、業務や管理方法の見直しや効率化という観点からまとめている。

そこで、本論文では、こうした対応策とは別に、我々がこれまでに研究を行ってきた4次元プロダクトモデルや現場点検情報システム等の情報技術を切口として、課題に対する対応策を論じたい。

2. 出来高部分払い方式の課題

出来高部分払い方式では、まず受注者が出来形を計測し、請求部分の数量計算を行い、出来高報告書を発注者に提出し、発注者は、出来高数量を確認する。次に、受注者は既済部分の検査資料を作成し、受発注者は検査を実施する。最後に、両者は請負代金相当額を協議し、受注者は部分払い代金の請求を発注者に行い、部分払金の支払いが実施される。国土交通省の試行工事状況から、上記の3つの作業段階について、報告書では以下の7個の課題を上げている。

(A) 出来高の報告及び確認等について

●ポイント1（課題）

工種の途中段階で部分払いを実施する場合は、新たに出来形資料の作成や審査が必要となる。また、部分払いを行う時点で最終の品質確認ができない状態における部分払いと品質確認の関係について明確にしておく必要がある。

●ポイント2（課題）

出来高部分払い方式の対象工事件数が増加すれば、審査・確認作業が増加し、発注者の体制の整備が必要となる。

●ポイント3（課題）

新工種が加わった場合、契約変更してから部分払いを行うため、変更回数の増加に伴い、受発注者の積算等の作業が増加する。また、契約変更が予想される工種の部分払いは過払い防止のための調整に時間を要する。

(B) 検査資料の作成及び検査について

●ポイント4（課題）

従来と比較して、請負者が作成する検査資料の作業量増はそれほど大きくないものの、増加は見られる。また、部分払いの検査に合わせて短期間で検査資料を作成しなければならないことに対して負担を感じているが、一方で完成検査前の繁忙が緩和されるなど検査資料作成のための作業の平準化は図られている。

●ポイント5（課題）

現行の検査方法・内容で部分払いによる検査回数が増加すれば、現在の検査体制では、人的、時間的に対応が困難となる。

●ポイント6（課題）

既済部分検査専用の規定はないため、完成検査と同等レベルで行っており、十分な効率化が図られていない。また、既済部分検査と完成検査の重複を避ける必要がある。

(C) 支払事務について

●ポイント7（課題）

部分払い金の請求は完成時請求と異なり、工事代金の内訳の審査や確認に時間を要し、発注者側経理担当の作業量が増加する。出来高部分払い方式の対象工事件数が増えれば、現在の発注者側の事務処理体制のままであれば、対応が困難となり、標準支払期日以内に支払を完了できないケースも予想される。

報告書では、上記の課題に対して、例えば、ポイント1には、請負者が工種の途中で請求するのではなく、工種終了後にまとめて請求することもできるようにする、あるいは、ポイント2には、監督職員と検査職員を兼務できるようにする、といった業務や管理方法の見直しや効率化による対応の方向性を示している。

3. 課題に対する情報技術による対応の方向性

本節では、上記の課題に対して、情報技術を使った対応の方向性を論じたい。

●ポイント1に対する対応

盛土・切土やコンクリート等の工種の場合、工種の途中段階で、部分払いを実施する際、測量や計測を行い、途中段階の出来形図を作成し、施工した部分の数量計算を行わなくてはならず、請負者にとっては時間と労力がかかる。これは、3次元空間にある構造物や地面を2次元の紙の上に表現しているからであり、3次元のデータ空間内に実物寸法で表現できる3D-CADを使用することにより、相当に効率化が可能であると考えられる。

その際、特定のCADシステムに依存するのではなく、一般化されたオブジェクト指向技術を用いた構造物のデータモデルすなわちプロダクトモデルを使用することが重要である。また、工程計画と実績工程などの施工プロ

セスを表現する一般化されたデータモデルであるプロセスモデルを使用し、プロダクトモデルとリンクさせることにより、4D-CAD²⁾とすることができ、さらなる効率化が可能であると考えられる。

また、出来形の計測に関しては、レーザー光線を多数の異なった方向に発して物体から反射して戻すまでの時間により距離を計算して、物体の3次元データを作成する「3次元レーザースキャナープロファイルシステム」を使用することにより、効率的に3次元出来形データが得られるようになる。

さらに、せっかく3次元データで出来形や出来高を計算しても、報告書が2次元の紙であれば、効率化の度合いが制限されてしまうので、基本的には、将来は請負者から発注者へは、電子的なファイルとしてメールにて受け渡しができるようにすべきである。

●ポイント2に対する対応

この課題は、公共工事の場合、監督職員と検査職員が別々に必要であることに起因しているもので、これを解決することが先決である。さらに、ワイヤレスのブロードバンドインターネット通信などにより、現場状況を高画質のビデオ映像として、工事事務所において映すことにより、出来形や出来高の審査や確認作業が効率化されることが考えられる。

●ポイント3に対する対応

積算等の作業の増加に対しては、自動積算システムの導入により効率化は可能である。一方、設計変更においては、変更理由等をわかりやすく文書にし、受発注者間で打合せを行い、合意を形成する必要がある、時間と労力がかかる。特に、意見や見解が異なったり、いずれかに誤解が合った場合は、すり合わせに時間がさらにかかる。従って、速やかに合意を形成するためには、会議において短時間に各種の正確な情報を提供するシステムが必要だと考えられる。そのためには、連動した複数台のコンピュータと各種のアプリケーションシステムをプロダクトモデルとプロセスモデルを核として統合化し、ミーティングルーム内の複数のスクリーンにコンピュータの画面を映し出しながら操作するCIFE iRoom³⁾のようなシステムが有効であると考えられる。こうしたコラボレーションシステムによる情報の共有を行いながら、透明な施工管理を行うことが肝要と考えられる。

●ポイント4に対する対応

検査資料の作成に負担を感じるのは、検査のために別途、資料を作成しなければならないからである。検査の対象となる既済部分の品質に関するデータ、例えば、コンクリートの配合、スランプ、7日強度、28日強度等のデータを、生コンクリート業者から請負者の施工管理データベースへインターネットを使ってシームレスに投入でき、また、発注者へは、検査資料として別途用意するのではなく、生の施工管理データを確認できるようにすれば、効率化が可能である。コンピュータのデータベ

ース用サーバを自社で保有して管理することに抵抗がある中小会社の場合は、ASP (Application Service Provider) を利用することも考えられる。

●ポイント5に対する対応

ポイント2に対する対応に準ずるが、さらに、もし検査職員が現場で既済部分を検査する際、様々な施工に関する質問をするが、それに対して適確な回答を即座に与えられるようにするために、請負者は相当な負担を感じると考えられる。そこで、小型で電池不要の電子タグ (ICタグ、RFID: Radio Frequency IDentification) に、施工データや請負者による点検データ等を記憶させ、現場において、検査員はPDA (Personal Digital Assistants) に電子タグデータ読取装置を付けたものにより、必要なデータを読む⁴⁾、といった方法で対応することで効率化が図られると考えられる。

●ポイント6に対する対応

ポイント2と4に対する対応に準ずる。

●ポイント7に対する対応

請負者から提出された電子的な出来高報告書のデータを発注者が確認した後、経理担当部門の職員が再度、経理処理用コンピュータにデータ投入するのでは、工事件数が増加すれば対応が困難となる。従って、出来高報告書の出来高データをXML (eXtensible Markup Language) を用いて記述し、電子的にデータを工事管理部門から経理担当部門へ送り、確認後、SOAP⁵⁾ (Simple Object Access Protocol) により経理処理用データベースに自動的に投入できるようにすることが望ましい。さらに、銀行振込の事務手続きも自動化されることが望まれる。

4. 出来高部分払い方式に対応したシステム案

前節の考察において出来高部分払い方式に関する課題に対する対応策として有効だと考えられたシステムを以下に示す。

- ① 3次元プロダクトモデルとプロセスモデルを核とした4D-CAD
- ② 3次元レーザースキャナープロファイルシステムによる出来形計測
- ③ ワイヤレスのブロードバンドインターネット通信によるDVTS (Digital Video Transport System)
- ④ 複数の統合化されたアプリケーションシステムを複数のスクリーンに映すCIFE iRoom
- ⑤ 電子タグやPDAを用いた現場点検支援情報システム
- ⑥ ASPを用いた元請・下請業者、発注者間におけるデータベースの利用
- ⑦ SOAPを用いた発注者内の工事管理用および経理用データベース間のデータの自動転送、チェック処理システム

以上のシステムを開発し、統合化することにより (図

ー1), 課題を情報技術の側面から解決していくことが可能だと考えられる。本論文では、①について簡単に述べる。

5. プロダクトモデルとプロセスモデル

プロダクトモデルは、異なるソフトウェアやシステム間で構造物や製品等に関するデータの相互運用ができるように、プロダクトを構成する部分の名称や寸法、材料等の属性、位置関係等に関するデータの表現仕様を、オブジェクト指向技術に基づいて規定したものである。プロダクトモデルに関しては、ISO 10303 (STEP: SStandard for the Exchange of Product model data) や IAI (International Alliance for Interoperability) の IFC (Industry Foundation Classes) が国際標準として策定され、実用化に向けて仕様が開発されつつある。

一方、構造物がどのように建設されるのかという施工

プロセスを表現するモデルとしてプロセスモデルがある。プロセスモデルもオブジェクト指向技術に基づいて、施工の各種作業をクラスとして階層構造により表現し、「B橋の G1 桁を設置する」といった実際の具体的な作業はインスタンス (例) として表現するようになっている。プロセスモデルのインスタンスには、属性として、施工にかかる日数、開始予定日、終了予定日、必要とする施工機械や人員などのデータを持たせることができる。

プロダクトモデルとプロセスモデルは、図-2 に示すように、インスタンスレベルで関係するもの同士がリンクしあうようになっている。よって、図-3 に示すように、3D-CAD システムと工程計画システムをプロダクトモデルとプロセスモデルと統合化することにより、施工手順をアニメーションのように表現することが可能となる。さらに、数量計算・積算システムと統合化することにより、施工途中段階における出来形や出来高を容易に求めることができるようになる。

但し、工種の途中で部分払いを実施するためには、予め作成してあるプロダクトモデルではモデル化されていない途中段階の出来形の面データを入力して、部材を区分けする必要があるが、モデルは元々 3 次元データであるから、容易に処理することが可能であると考えられる。我々は、以前に水圧鉄管、鋼骨組構造、PC 中空床版橋等を対象として、プロダクトモデルおよびプロセスモデルを開発したが、現在、将来の国際標準を目指し、IFC に基づいたプロダクトモデルへと変更した¹⁰⁾。さらに、これを出来高部分払い方式に対応できるよう改良しつつある。

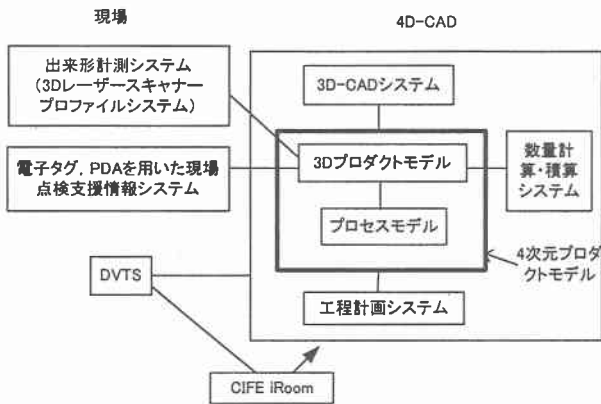


図-1 システム構成

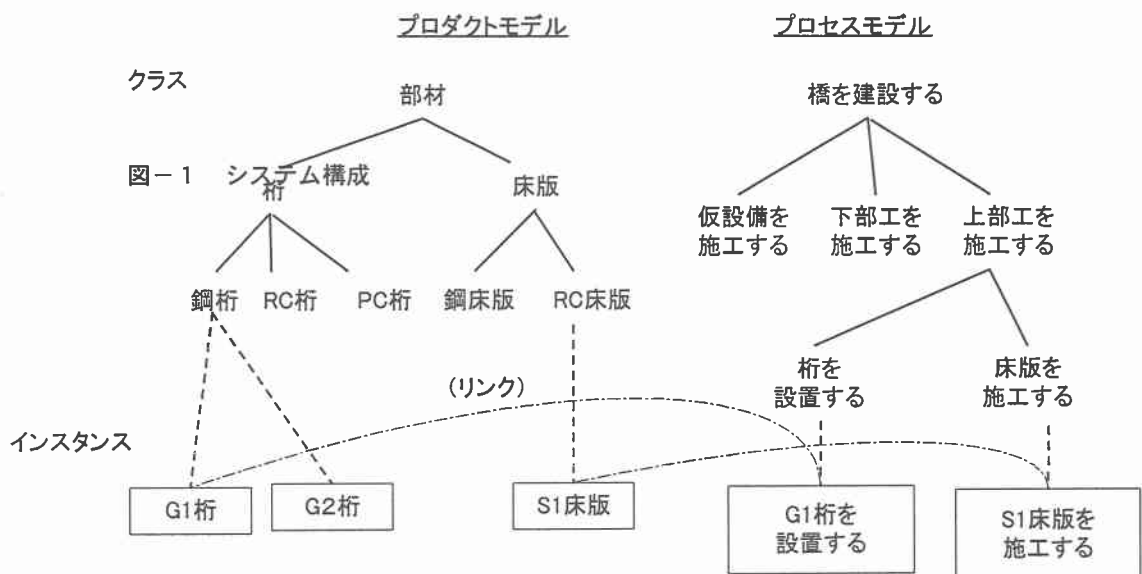
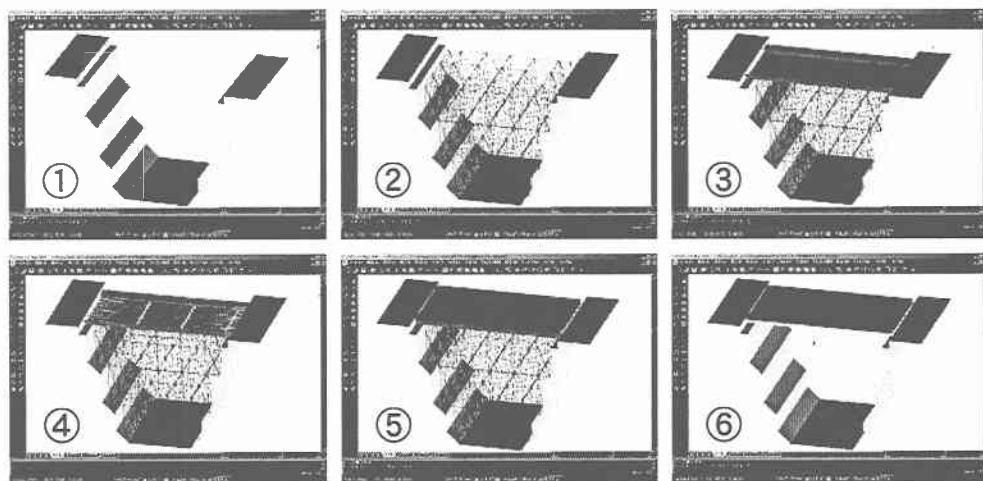
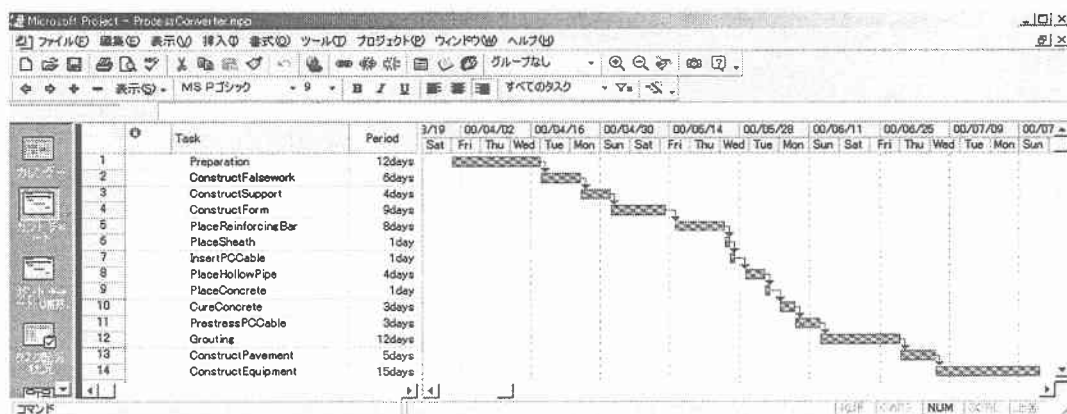


図-2 プロダクトモデルとプロセスモデル



図－3 プロダクトモデルとプロセスモデル及び工程計画システムと 3D-CAD システムによる 4D-CAD

さらに、EVMS (Earned Value Management System) とプロダクト・プロセスモデルを連動させることにより、施工前に予定されていた工事の進捗と途中段階における出来高を常にチェックすることができるようになり、工事の効率的な管理が可能になると考えられる。

6. おわりに

本論文では、まず出来高部分払い方式に関する国土交通省の報告書をレビューし、報告書で上げられた課題に対して、業務や管理方法の見直しという観点とは別に、情報技術を利用することにより課題を解決する方法を考案し、提案した。さらに、システム案の中から、現在出来高部分払い方式に対応できるように改良しているプロダクトおよびプロセスモデルによる 4D-CAD システムについて述べた。今後は、本論文で提案した各システムモデルの有効性を検証していきたいと考えている。

謝辞

本研究を遂行するに当たり、東京大学大学院教授國島正彦先生と電源開発株式会社の嶋田善多氏からご助言を頂きました。ここに申し上げます。

参考文献

- 1) 定期一設計変更協議・部分払方式実施研究会：出来高部分払方式検討報告書，国土交通省，2002。
- 2) McKinney, K., Kim, J., Fischer, M. et al.: Interactive 4D-CAD, Proc. of the Third Congress on Computing in Civil Engineering, ASCE, pp.383-389, 1996.
- 3) Fischer, M., Stone, M., et al.: Multi-stakeholder Collaboration: CIFE iRoom, Proc. of CIB W78, Vol.2, pp.6-13, 2002.
- 4) 矢吹信喜，植田国彦，山下武宜，嶋田善多：電子タグ，PDA 及び音声技術を用いた現場点検支援情報システム，土木情報システム論文集，土木学会，Vol.11, pp.77-84, 2002.
- 5) Mitra, N. (ed.) : SOAP Version 1.2 Part 0: Primer, <http://www.w3.org/TR/soap12-part0/>, 2002.
- 6) ISO 10303, Industrial Automation Systems and Integration -- Product Data Representation and Exchange, 1994
- 7) IAI, http://www.iai-international.org/iai_international/
- 8) 矢吹信喜，古川将也，加藤佳孝，横田勉，小西哲司：プロダクトモデルによる PC 中空床版橋の設計照査と概略積算の統合化，土木情報システム論文集，土木学会，Vol.10, pp.213-220, 2001.
- 9) 矢吹信喜，古川将也，山下武宜，加藤佳孝：3次元プロダクトおよびプロセスモデルによるプロジェクトマネジメントの統合化の試み，第 19 回建設マネジメントに関する研究発表・討論会講演集，pp.163-166, 2001.
- 10) 矢吹信喜，志谷倫章：IFC に基づいた PC 中空床版橋の 3次元プロダクトモデルの開発，土木情報システム論文集，土木学会，Vol.11, pp.35-44, 2002.