

PM/EVMS 適用とその考察ー道路工事を中心として

大崎康生 *

By Yasuo Osaki

日本においても PM 方式導入への動きが一部官民発注者に見え始めた。PM は公共工事や民間工事を問わず、日本の社会が「契約に基づくプロジェクトの履行と管理における透明性の確保」という国際ルールに移行していく際に、PM 方式はグローバルスタンダード化を目指すために必須技術となろう。プロジェクトのパフォーマンスの測定ないし分析は EVM 技法として民間プロジェクトにも応用されようとしている。EVM 概念は米国 DoD50002.R により定義され具体化されたものである。わが国における EVM の普及には、まず契約形態の議論は後回しにすることとし、ガラス張りに正確にプロジェクト進捗測定を報告するパフォーマンス指標(レポート)に慣れることから始まろう。PM の識者は一致してこれの教宣活動にあたる必要がある。

【キーワード】 PM、EVM、CM、プロジェクトマネジメント

1. はじめに

ボーダレス経済と国際基準にもとづく大競争は日本のあらゆる企業に業態改革を迫っている。日本経済は目前に迫った少子・高齢化社会の到来を前に、最後の機会といわれる超大型公的資金の投入による内需振興、景気の立直しを試みているが、薬効必ずしもはかばかしくない。深刻な不況の中での改革を迫られているからである。

とりわけ内需依存型で保守性が強い日本の大手建設業は、マーケットの縮少と大組織・重装備の負担に喘いでおり、未だ決定的な改革の転機を見出せずリストラと閉塞感に悩まされている。

ここ数年、官民建設プロジェクトの発注者が合理的で透明なプロジェクトの運営を求め、さらに一部の発注者は自組織のコストダウンの要請に結びつく業務改革を模索する兆しが垣間見えてきた。

発注者がイニシアティブをとって「発注者利益の最大化」を計ろうとするものであり、多様な発注形態の実現、競争原理の導入並びに PM (プロジェクトマネジメント) 方式を正式に導入しようとするものである。本稿で述べる EVM(Earned Value Method)もこの PM 方式の一部に位置づけられるものである。

PM 方式については建設省が本年6月に公共事業へのプロジェクトマネジメント (PM) 手法導入に関するビジョンを発表した。2004年を目指しての導入アクションプログラムを策定している。

1.1 本稿の目的

本稿は、日本も PM 方式の導入を図るべきであ

り、現在 PM が日本の建設市場に徐々に形づくられてゆく重要な局面にあるとの認識に立ち普及のための方策を考察するものである。

そのために、先行事例として米国の PM 状況 (DoD の PM 基準骨子) について述べると共に、① EVM の適用基準のプロセス、② EVM の道路工事への適用事例、③ EVM を適用する場合の契約形態上の特質を述べた。

1.2 本稿での PM 用語の定義

PM: PM とは広義には建設プロジェクトのゴールを合理的かつ円滑に達成するために必要とされる発注者側・受注者側が装備すべきマネジメント機能の総体をいうが、本稿で呼ぶ PM とは米国の PM 基準である DoD の C/SCSC 5000.2R に準拠するものを対象とする。これは現在市販されているメジャーな PM ツールのほとんどがこれら PM 基準に完全準拠しているためである。

1.3 PM 技法の4つの機能

PM 技法は PM を効率化するための情報システムである。プロジェクトの「計画」段階においてスケジュールを立案するためのプロジェクトのモデル化 (CPM 技法*1) および「管理」段階においてプロジェクト変更に伴うスケジューリング技法等が含まれる。PM 技法の機能は、次の4つに要約される。

1) 業務および業務プロセスの分析・評価機能

WBS 技法により目的に応じて業務内容が階層的(概略計画、詳細計画)に分析・評価され、業務単位としてタスク(作業項目)、業務プロセスと

* (株)フジタ 情報企画部 03-3796-3147

して作業間の順序関係が構築される。WBS 技法を使って、進捗度測定を行うタスクを定義する。

2)スケジューリング機能

タスクの制御関係を定義する。制御関係は、4種類の作業関係(FS、FF、SS、SF)で結びつける。

プロジェクトカレンダーに基づき、クリティカルパス及びフロート期間を計算する。スケジューリングはリソース配分にリンクしており、リソースを山積みしピークポイントを探し、リソースの入手可能な範囲でレベリング(平準化)を行い、実行可能な最適スケジューリングを作成する。

3)リソース管理機能

リソースの使用数量に単価を掛けプロジェクトコストを算出する。出来高のキャッシュフローを計算する。そのためコストのベースライン(予算計画)とスケジュールのベースライン(工程計画)を計画し、進捗度測定のための2つのベースラインを設定する。

4)コスト管理機能

EVM(Earned Value Management : アーンドバリューマネジメント「出来高達成価値概念によるマネジメント」)をベースとしたコストマネジメントを行う。当該日の出来高に対するコスト/スケジュールの予測の精度を上げる。

2. 米国 PM 基準: C/SCSC(コスト/スケジュールコントロールシステム)の概観

1960年代にDoD(国防総省)のいくつかのサービス機関が新しいパフォーマンス測定という概念を主要なDoDプログラムのトラック・コスト・スケジュール・パフォーマンスに導入した。そして数十年にわたり、絶えず監督、再評価、修正が行われ、C/SCSとか適合されたC/Sとして応用され現在のようなC/SCSC(Cost/Schedule Control System Criteria, Dec.,1967)が生み出された。共通した出来高測定と共通したタイプの報告システムを使用することにより、DoDプログラムオフィスでは、主要プログラム内の種々のコントラクターのパフォーマンスデータを統合し、更に高いレベルのサマリーレポートを作成することが可能となった。個々のコントラクターがそれぞれ独自のマネジメントシステムを利用していたとしても、報告される各種のデータ形式は用語や統一した計算方法のもとで必ず共通したものとなるような基準が設定された。

統一的な監督方法に従うため DoD 諸サービス機関が用いている文書は「C/SCSC 統合監督ガイド : C/SCSC Joint Surveillance Guide, July,1974」と呼ばれているもので、コントラクターにとって契約上の義務を適切に実施するように PM ガイドライ

ンが決められている。

2.1 「正当性が認められた」システム

ガイドラインには、発注側・コントラクター双方のための指示、用語、定義のガイドがある。主要基準として 35*2)項目 (5000.2R) あり更に小項目が詳細に定義されている。ガイドラインのチェックリストは、「正当性が認められた」C/SCSC システムをコントラクターが有益に実行するための指針となるものである。

2.2 C/SCSC プログラムの利用

契約締結後、コントラクターは発注者側が提示したPWBS (Project WBS)を拡張して最終的なCWBS (Contract Work Breakdown Structure)を作成する必要がある。このCWBSはコスト/スケジュールの双方がコントロールされ、分析が行われ、コストマネジャーの責任が割り当てられ、コスト管理レベルまで拡張されたWBSである。CWBSは論理的なブレイクダウンやWBSをコスト管理レベルまで詳細に拡張したものを最終プロジェクトでどのようにまとめるかが示されている。CWBSの作成はMIL-STD-881A(Work Breakdown Structure for Defense material Items, Apr. 25,1975)ガイドラインに基づいたものでなければならない。

実際にコントラクターが管理するためのプロジェクトWBSは当然のことながらCWBSよりも詳細でかつ施工レベルのものである。

2.3 C/SCSC デモンストレーションで提示するドキュメント

RFQ(Request For Quotation)から必要なるマネジメントコントロールシステムの内容とコントラクター側から得るべき回答の詳細が提示されている。

監督ガイドの5つの主要プロセスである組織(5指標)、計画と予算(11指標)、会計(7指標)、分析(6指標)、データ変更とアクセス(6指標)の35指標*2)によるC/SCSCに忠実に従ったものとなる。

提示されるドキュメントの概要は以下のとおりである。(注: C/SCSC 統合監督ガイドより抜粋)

1)作業記述書(SOW:Statement of work)

作業内容の定義、予算、スケジュール及びコスト管理者の責任範囲、WBSディクショナリー。

2)WP の計画

進捗度(出来高)測定に使用されるスケジュール、金額、マイルストーンを示したWPの計画。

BCWS(Budget Cost at Work Schedule:計画配分予算コスト「作業計画」)及び

BCWP(Budget Cost at Work Performed:出来高、アーンドバリュー「実際の作業」)の報告システム。

最終的には承認され WP になるべき
PP(Planning Package)の計画。

3)差異分析

コスト面とスケジュール面の差異を報告するための様式。

4)予算計画(Baseline)の必要なログ

EPC(設計・調達・建設の各プロセス)、変更管理(Change Order)、承認され決定された作業、承認されているが未決定の作業、配賦予算、未配賦予算、MR(Management Reserve:未知のコンティンジェンシー)など、コストコントロールを管理する予算項目のログ。

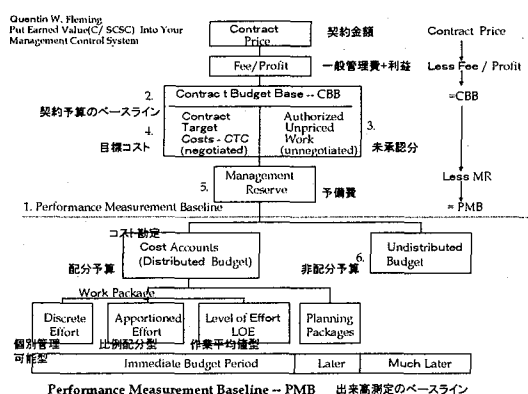
5)コスト計算の進捗度(出来高)測定報告

コスト/スケジュールの差異を示した WP レベルで集計された報告書様式。

6)会計システム

履行された作業に対する ACWP(Actual Cost at Work Performed:「発生コスト」完了した作業の実績コスト)の集計。WBS と OBS(Organizational Breakdown Structure:組織の構造)の両方での集計。全ての間接費用の集計、資材に関する集計、プロジェクトのコーディングシステム(WBS 要素のコスト集計勘定体系)など。

図表 1 予算計画(Baseline)と WP、PP の関係
(参考文献[2] P.99)



3. EVM の効果的な実践

EVM を効果的に実践するためには、プロジェクトの正式なスケジューリングシステム(formal scheduling system)を構築することから始まる。

3.1 EVM を支えるスケジューリングシステム

スケジューリングのプロセスは、3 つの段階にまとめられる。

1)最上位のスケジュール(トップレベル)

マスタースケジュール(発注者、コントラクタ、

サブコン)を作成する。

2)垂直関係

下位レベルのスケジュール(コントラクタ、サブコントラクタ)とトップレベル(発注者)と矛盾のない詳細スケジュールを作成する。

大規模、複雑、複数組織、複数サイトをもつプロジェクトにおいても相互に矛盾のないスケジュールの階層をハイアラーキに作成する。

3)水平関係

タスク間の順序関係を定義する。設計・調達・建設の EPC プロジェクト(ターンキー受注の場合)を作成する。

3.2 EVM を実施するための 4 つのルール

1)プロジェクトの範囲(施工計画)の明確化。

2)プロジェクトの EV を測定するための各スコップとスケジュールのリンク。

この 2 つのルールに共通するのは WBS 技法による範囲の設定である。WBS は、プロジェクト範囲の完全な定義と、作業の階層的な細分化、契約・見積り・予算化・スケジュールなどの多面的要素の統合を可能とする。WBS 構築には、当初は EVM の適用有無に関係なく、ボトムアップによる作成が望ましい。

WBS による作業分類及びコード体系化は、

米国建設業界では CSI Codes(Construction Specifications Institute)がよく参考にされている。

3)作業の計画された価値と実際に達成された価値。

4)実際に達成された価値と実際に消費された価値。

この指標は、毎月の実績額(支払い)に対して、

①予定作業の予算額(Planned value)と完成作業の予算額(EV)を比較する。

②完成作業の予算額(EV)と完成作業の実績額(Actual cost)を比較する。

上記①は計画値と実績値の差としてスケジュールの差異(SV: Schedule variance)を計算する。但し、この SV は必ずしもプロジェクトのクリティカルパスとしてリンクしているわけではない。作業の遅れを取り戻すにはより多くのコストを要する。必ずしも工期遅延に結びつくわけではないが、クリティカルパスのタスクは重点管理しておかなければ工期遅延とコスト超過を生じる恐れがある。SV とクリティカルパスは共にプロジェクトマネージャーが注意しておくべき指標である。

上記②はより重大な指標でありコストの差異(CV: Cost variance)と呼ばれる。ネガティブな CV 結果はプロジェクトの収益性に影響する。所定の作業遂行に計画予算以上の費用を費やしたとすれば、明らかにコストの超過となる。コスト超過は初期のものでもなかなか回復できるものではない。

EVM 適用の最大の要求は、統合するベースラインをもつことである。そのためにコスト勘定体系 (Cost Account Plan)が必要となる。コスト勘定体系は、WBS の最下位に位置し、その中でタスクは定義され、特定の機能組織(OBS)に割り当てられる。その交点で出来高を測定する。

EV からスケジュール効率指標 SPE(Schedule Performance Efficiency Factor)を測定する。またスケジュール/コスト効率指標 SCE(Schedule Cost Efficiency Factor)を測定する。

コスト勘定体系はプロジェクト規模が大きくなるにつれて初期計画の作成作業は膨大な作業になる。そのため Multi-functional team による“cost account”などの考え方が生まれてきた。*3)、参考文献[1]

4. 道路工事(高架橋工事)の EVM 適用事例

4.1 道路工事のベースラインの設定

EVM の当面の目標は、プロジェクトの出来高のキャッシュフローを計算することである。そのため、進捗度の測定のベースライン(BCWS)を設定することになる。コストのベースラインとスケジュールのベースラインを計画し進捗度測定のベースラインとするが、PMBOK の各 PM のプロセスに、この作業に関連するツールや技法が記述されている。EVM の作業手順は次のようになる。

1)PMBOK “5.3: スコープ定義と WBS”

WBS 技法を使って進捗測定を行うタスクを定義する。この作業については、2)から 6)までが密接に関連するため簡単に定義できるものではない。過去の類似プロジェクトを参照したり、専門の施工計画担当者にヒアリングしたりという作業も必要になる。

①高架橋工事の WBS

まず全体工事を主要構成要素に分割することから始める。更に、その主要構成要素を細かな要素に分類し、最終の作業単位 WP に至るまで分割を続ける。分割作業が完了すると次に構成要素に対して階層構造のコーディングを行う。

②プロジェクト情報の編成(グルーピング)

タスクをまとめるため作業のグルーピングを決定する。作業の編成をまとめる作業編成コード(工区別、場所別、工事別、工種別、協力会社別等)、工事担当部門ごとの責任者コードなどを割り付ける。タスクを階層化して管理するための編成機能は、定義したタスクの作業項目コードによる編成、WBS コードによる編成、アウトライン編成によ

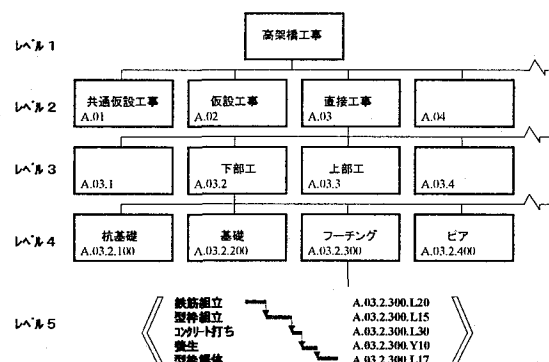
る 3 種類の編成が可能である。(プロジェクトの編成機能は PM ツールに依存する)

プロジェクト編成の例

- ・作業項目コードにより、タスクを作業内容、担当者、担当部門などで分類する。複数の階層でグループごとに編成すると、プロジェクトレポートが読みやすくなる。
- ・WBS(作業階層構造)コードによる分類
WBS コードによるタスクを階層化したもの。
- ・アウトラインコードによる分類
トップダウン方式でプロジェクトを表現する。まず、高いレベルのタスク項目を定義し、そしてそのタスク項目をより小さいタスク項目に分割していく。インデントアウトデントでタスクに階層を付ける。

図表 2 高架橋工事の WBS(5+2 レベルに集約)

高架橋工事 WBS



高架橋の WBS は、同じような形式の橋脚が複数含まれるため、施工場所による分類を考慮する。

WBS のレベル分けは、工事の大分類 (共通仮設工、仮設工事、直接工事...)、中分類 (下部工、上部工...)、小分類 (杭基礎工、基礎、フーチング、ピア...) の他に、工事場所 (第一工区、第二工区...)、構造形式、工法などをレベルに追加することも考えられる。WP 最下位レベルは、鉄筋組立、型枠組立、コンクリート打ち、養生、型枠解体などのいわゆる科目・費目レベルである。

2)PMBOK “7.3: 予算設定と予算ベースライン”

予算設定は、プロジェクトの進捗実績を測定するベースラインを設定するために、全体コスト(契約金額)をブレイクダウンして、進捗の測定をするタスクに予算金額として配分する。

予算は各タスクごとにその作業を達成するための労務費、材料費、外注費、各種リソースを集計したものである。作業を達成するための所要リソ

ースは、施工計画書と見積書から算出する。それぞれの予算をタスクに振り分け、また部門ごとの責任者を割り付ける。コスト会計体系を決定しコスト追跡のためにタスクやリソースにコストコードを設定する。予算作成が完了すると累積カーブによるキャッシュフロー分析を行う。計画作成時の最終予想等を変更しながら、タスクの最適スケジュールを立案する。

コスト会計体系は、支払われた金額に対応した出来高を計算するのに必要である。コストコード体系は WBS およびコスト管理者によって決定づけられる。

工事原価を完全に記録するためには科目を次のように分類しておかなければならない。

- ・本工事費
- ・仮設費
- ・機械器具損料
- ・諸経費

これらそれぞれについてコード体系をつくって原価内訳分類方法を確立しておく。そして、見積り方式の統一、見積り内容の見落とし、重複のチェック表、各費用の取り扱いと仕分けが統一された書式になっていなければならないが、典型的な工種を除き、固有のコードを付してしまうと変更処理に弱くなるため、例外発生ルールを作成しておく必要がある。(コストコード体系の設定は PM ツールに依存する)

コストコード体系をデザインする場合、原価構成の分類上次の点に留意する。

(1) 本工事 WP

個別管理可能型(Discrete)

プロジェクトの直接生産作業(本工事もしくは直接工事):明確にマイルストーンもしくは計測可能な最終製品によって区別できる WP である。

- ①本体構造物およびその設置装置の構成材料およびその建込みのための労務費用。
- ②工事用装置および機械の運転と維持に伴って生じる費用、運転労務費、燃料、潤滑油、部品、維持費、諸消耗品資材など。

(2) 損料計算(本工事ではあるが)WP

Apportions relationship to discrete work
比例配分型 (apportioned effort type) は、個別作業を直接支援する作業: 間接工事もしくは間接経費の WP。

③工事用装置および機械の設備原価および修理費。

(3) 作業所経費 WP LOE(Level of effort)

期間分割された予算によって管理可能: マイルストーンにより分解することができず、具体的な成果品を生産しない作業平均値型 WP である。交際費・経費などの作業所経費。

④工事管理に必要な監督やエンジニアの的人件費、工事と直接的に関係のないその他の全般的な諸費用である。

そしてこれを処理方法で分類すれば、先ず①②項はタスク(矢線)表示のできるもので WP 構成は楽にできるので問題はない。③項はタスク(矢線)表示できるが償却および配分のための一工程を要するもの、④項はタスク(矢線)表示はないが、費目発生するものについては WP を作って作業構成の中にいれるものに分類できる。

3) PMBOK “6.4: スケジュール作成と資源群の記述”

進捗測定をするタスクのスケジュールを計画し、スケジュールベースラインを設定する。資源群(人、機器、材料)を定義する。

①作業可能日数の推定と関連付け

工程計画、機械設備の性能規模、台数の決定など施工計画の基本となる日程計画を作成し、標準の施工速度による作業可能日数を推定する。

雨天の影響を組み込んだ所要時間を考慮するため雨天の影響を考慮した複数の稼働カレンダーを準備(土工事は降雨時では作業不可能であるし、構造物工事は作業可能な場合もある。養生は休日のないカレンダーを定義)する。

高架橋工事では、下部工、上部工の各部分が施工しやすいように施工区分をブロックごとに決定し転用計画を考慮しながら工程計画をたてる。下部工では、上り線、下り線の複線であるから、杭打ち機械の動き、段取りの容易さ、労務の組み合わせ等を考慮しながら、工程計画をたてる。杭打ち機械の台数と転用計画から最適な施工計画をたてる。上部工では型枠の転用を計画し、施工ブロックを決定する。

タスク間に作業関連をつけることにより、タスクの実行順序、作業時期の条件等を設定する。定義した制御関連に基づき、タスクのスケジュールを計算する CPM ネットワークを作成する。作業関連タイプ (SF、SS、FF、FS) の選択と遅延(ラグ)時間の設定、制御関連とクリティカル関連を明らかにする。該当するタスクに特定日付制約等を割り当てる。

WBS に配分された工事数量と階層レベルから最適なスケジュールは決定されるが、工程計画を意識したスケジュールと原価管理を意識したスケジュールとはかなり違ってくる。予算とスケジュー

ールの関連性を明確にし、作業の進捗がコストの関連で測定・評価できるように作成する。

②リソース(資源群)の定義と割り当て

プロジェクトで使用する人員、設備、材料およびプロジェクト全体の予算などのリソースを入念に計画し、該当するタスクに割り当てる。プロジェクトにリソースを定義した後に、リソースの要求と割当超過状況等を確認する。

リソースを定義し、WP に割り当てる。これらの作業は施工計画書の工事主要数量から設定する。

・土工事主要数量

工事区分別分類として、品質規格別的なランク、機械種別、地区的分割による区分、場合によっては運搬距離別に詳細数量を WP 別に分類する。

・構造物主要数量

WP 別に詳細数量一覧表を分解する。

・舗装工事主要数量

規格別数量表。

・労務予定表

土工人員計画表(人員の山積み、山崩し、職種別の集積表)、工種別・職種別人員配属表、主要工事項目の施工にあたる配属計画、役割分担(OBSの構築)など。

・主要機械計画

土工事用主要機械計画、構造物用主要機械計画、舗装工用主要機械計画など。

4)PMBOK “4.1: 統合マネジメントとプロジェクト計画”

予算ベースラインとスケジュールベースラインを統合して、進捗度測定ベースライン(BCWS)を設定する。

①目標計画(ターゲットプラン)

スケジュールをアップデートする前にターゲットプランを作成しておく。ターゲットプランの目標予算は進捗ベースライン(BCWS)として設定する。簡単な方法は、オリジナルな計画をそのままコピーしてターゲットプランとする。このターゲットプランをベースにプロジェクトの進行に従って、現在のプロジェクトの状況、ターゲット日付、リソースやコストを把握する。このターゲットを使用してプロジェクトの状況やパフォーマンスデータ(BCWP、ACWP)を計算させる。

ターゲットプランを2種類を使用する場合、Target1(当初計画時の基本スケジュール)、Target2(最後にアップデートしたスケジュール)を設定し、最新スケジュールをこれらターゲット

スケジュールと比較・分析することにより、コストの追跡を行う。

(ターゲットスケジュール機能は PM ツールに依存する)

5)PMBOK “6.5: スケジュール管理と進捗測定”

進捗測定をするタスクの測定方法を決定し、測定基準を設定する。進捗は長くても2週間ごとに測定する。

EVは、予算(Budget フォーム)により分析する。BCWS(計画配分予算)、BCWP(EV)、ACWP(実績)を、作業項目に配分されたリソースユニットとコストごとに把握する。

進捗度測定ベースラインと進捗度測定基準を確定すれば、プロジェクトの実行にしたがって、タスクの出来高を計算し、パフォーマンスレポートが提出でき、進捗度に応じた取下げの正確な請求資料を作成することができる。

6)PMBOK “10.3: パフォーマンスレポーティング”

EVの報告には、プロジェクト現況報告、進捗度出来高報告、今後予測の情報が網羅される。特に作業の進捗度が予定どおりであるか否かを測定する指標、コスト差異指標($CV=BCWP-ACWP$)、スケジュール差異指標($SV=SCWP-BCWS$)、コスト効率指標($CPI=BCWP/ACWP$)を時系列的に報告する。PMBOK “12.5: 契約管理”では、受注者側の業務遂行パフォーマンスが契約上の要求を完全に満たすためにパフォーマンスレポート(CPR: Cost Performance Report、CSSR: Cost Schedule Status Report)の報告が要求されている。

具体的に出力される報告書は、次のようなものが要求される(これらはWBSのレベル4、最早期間順のように報告される)。

- ・タイムスケールバーチャート
 - ・責任者でまとめたタスクのテーブル情報
 - ・3カ月先までのバーチャート
 - ・バーチャートとリソースプロファイル(リミットラインを表示し割り当てたリソースと投入可能なリソースとの比較)
 - ・パフォーマンスレポート
- 作業の出来ばえはEVを用いて決定することができる。EVは予定の作業量に対して完成済みの作業の割合である。
- ・Sカーブ(最早カーブ、最遅カーブ)

図表 3 施工数量(ブロック別)の計算

1ブロックごとの施工数量

基礎	場所打ち杭	掘削	杭頭はつり	基礎築形	集石・砕石	擁壁コン
単位	m ³	m ³	m ²	m ²	m ²	m ³
数量	18	948	18	142	176	18
期間	16日	4日	4日	2日	2日	2日
労務	外注一式	作業員2人	作業員2人	作業員2人	作業員4人	作業員2人
機械		バックホー1台				
材料					集石	生コン
歩掛		0.45人/100m ³	0.50人/本	2.00人/100m ²	3.68人/100m ²	3.90人/10m ³

1ブロック X 59

フーチング	鉄筋組立	型枠組立	コンクリート打ち	養生	型枠解体
単位	トン	m ²	m ³	日	m ²
数量	32	140	315	1日	140
期間	6日	4日	1日	1日	1日
労務	鉄筋工5人	大工4人	作業員10人	作業員2人	大工6人
機械			ポンプ車		
材料		29kフォーム	生コン		
歩掛	11.50人/10t	2.84人/10m ²	5.90人/100m ³		8.00人/100m ²

1ブロック X 59

ヒヤ	足場組立	鉄筋組立	型枠組立	コンクリート打ち	養生	型枠解体	埋戻し・整地
単位	m ²	t	m ²	m ³	日	m ²	m ³
数量	330	26	320	208	3日	330	860
期間	4日	6日	6日	1日	2日	2日	2日
労務	大工8人	鉄筋工4人	大工8人	作業員12人	作業員2人	大工8人	作業員2人
機械				ポンプ車			ブルドーザ1台
材料			29kフォーム	生コン			
歩掛	8.00人/100m ²	11.50人/10t	2.88人/10m ²	8.30人/100m ³		8.00人/100m ²	4.00人/100m ³

1ブロック X 59

スラブ	型枠組立	鉄筋組立	コンクリート打ち	養生
単位	m ²	m ²	m ³	日
数量	4,325	493	450	3日
期間	6日	8日	12日	1日
労務	大工10人	大工8人	鉄筋工6人	作業員12人
機械				ポンプ車
材料		29kフォーム	生コン	
歩掛	9.50人/100m ²	2.88人/10m ²	11.50人/10t	8.30人/100m ³

1ブロック X 49

高欄	鉄筋組立	型枠組立	コンクリート打ち	養生	型枠解体
単位	t	m ²	m ³	日	m ²
数量	1	1	9	3日	3日
期間	1日	1日	1日	3日	3日
労務	鉄筋工4人	大工8人	作業員4人	大工8人	大工8人
機械			ポンプ車		
材料					
歩掛	11.50人/10t	2.88人/10m ²	8.30人/100m ³	4.00人/100m ³	8.00人/100m ²

1ブロック X 49

5. 公共工事に EVM を活用するための 2 つの課題

1) 工事積算体系を WBS に仕訳

ベースライン(BCWS)の決定には、WP 単位に材料・労務・機械損料の予算(契約金額)を割り付ける必要がある。見積書の場合は複合単価なので材料・労務・外注・機械損料に分解(一位代価表に基づいて)する。この予算を分解して WBS(レベル 4 程度まで展開)に割り付ける作業は現状ではかなりの労力を要する(図表 3)。

実施予算書の場合は、工区別、工種別に分解された材料・労務・外注・機械損料の要素別の直接単価を入力するので比較的分解は楽である。BCWS の予算計画の設定が効果的な EVM 適用の成功を決定する。

2) 総価契約と設計変更

総価契約とは定額請負契約 (lump sum contract)において一式いくらで請け負う契約と同じ意味である。即ち、契約書内でスコープや仕様、成果品などの諸条件が明確に規定されており、その内容に変更がなければ契約金額の変更がないというものである。

契約内容に変更があれば、その結果、設計変更として契約金額の変更が行われる。一般的に発注側からこれは設計変更ですということはほとんど

なく、請負側からこれは設計変更ではないですかと申し出てネゴになることが多い。あくまでもスコープの変更、仕様の変更、納期の変更などが伴っていることが変更管理の対象であり、請負側の見積り違いにより足が出たという場合には、固定金額(Fixed Price)なので清算はありえないことになる。

海外工事では、変更管理(チェンジオーダー: 価格・工期の変更を指示する発注者の命令)ということはあるが、日本の公共工事においては、固定金額でありながら、途中でスコープの変更や仕様の変更、法律の変更等があっても、設計変更が 1 件ごとに明確に実行され難い場合がある。設計変更の算定基準が契約的に普遍妥当性をもって存在していないことによる。理由は、発注側の予算が単年度予算になっていることや、各種補助金の関係があって、最初の契約金額の変更ができなかったりその年度に追加工事として発注できないことなどによる。特に金額については議会承認を得るなどがあり、発注側としても変更管理だと分かっているにもかかわらず、その時点で変更管理として処理できないことが事実かと思われる。

EVM は変更管理に弱いと指摘されているが、変更管理の処理結果が EVM でも正しく処理できないとその適用は難しいと考えられる。

6. EVM の技術的問題

1) EVM は金額で管理するのかマンパワーで管理するのか?

エンジニアリング企業がプラント建設を行う場合、日本国内では協力会社との下請け契約は一般的に定額請負契約か単価契約(unit price contract)の場合が殆どであろう。特に日本国内で協力会社とコストプラスフィー契約(cost-plus fee contract)は皆無だと思われる。この場合、パフォーマンス分析を行うため契約金額(発注者側から見れば予算コストということになる)を用いた場合には、BCWS は予算コストを使う。BCWP は完了した仕事の進捗度で幾ら相当の予算コストの仕事完了したとして捉える。ACWP は、もし追加工事がなければ ACWP=BCWP となる。したがって常に BCWS と BCWP の表示だけでよいことになる。図表 9

では、追加コストがあったとする。

変更管理ではない単なる手直し費用などの追加工事であれば、ACWP に追加工事として合算すれば良いが、通常はなんらかの変更指示による追加コストなので、予算コストとスケジュールのベースラインの再設定が必要になり BCWS も修正す

る必要がある。

しかしながら BCWS を修正する前に作業を既に完了しているの、あたかも変更管理として扱っていないが追加コストが発生しているという処理になっているのが現状である。したがって、EVM 分析を行うためには、予算ベースでは分かりにくいということになる。

EVM は、能率管理という面も考えていく必要がある。コストの主なベースであるリソースをベースとした方がよりパフォーマンスを詳細に分析できると思われる。コスト金額でいくと単価契約の場合、建設機械などは機械損料やオペレーター以外に燃料油脂なども入ってくるため、ACWP を正確に掴むことが難しい面がある。

プラント建設や土木工事などは労働集約的であるので人件費が工事費を左右することになる。建設機械はタワークレーンのようにある一定期間、現場に固定されるため、より固定費的に近いと考えてよいと思われる部分もある。

工事管理上、マンアワーが一番影響が多く、また、安全管理における労働時間統計表等を所轄監督所に提出しなければならないなどの理由もあり、思い切って全部マンアワー単位で EV 管理を実施して BCWS、BCWP、ACWP によるパフォーマンス管理を実施する方がメリットがあると思われる。

これによって、

- ①計画の良否が評価できる。(SV が小さく CV が大きい場合、計画精度が悪いということがある)
- ②段取りの良否が評価できる。(良し悪しでマンアワーが増減する：ACWP>BCWP)
- ③ACWP>BCWP の場合は途中で追加工事があるケースがよくある。
- ④SV を正しく読むことができる。

したがって現場からの報告を常にモニターする必要がある。

協力会社の出来高査定については、マンアワーで S カーブを描き BCWP (EV) で行うが、実際は単価契約で清算するということも可能である。

2)EVM を BCWS、BCWP、ACWP の 3 つで行う場合には計算する単位を同一に

例えば、BCWS を「日本円」で行うならば BCWP の計算も「日本円」となり ACWP も「日本円」となる。尺度の単位が一緒でなければ CV も SV も計算できない。言葉通り ACWP を実績コストとした場合、金額ベースとなるが、契約形態が実費償還契約 (cost reimbursement contract) であれば、客先に精算してもらうためにすべてのコストのバウチャー(領収書などを含む証明書類)を提

出しなければならない義務があるので、ガラス張りにしなければならない。この場合には、BCWS も BCWP も予算コストをベースに計算することになる。

ところが、一式契約の場合、BCWS と BCWP に一式契約金額をブレイクダウンして各プログレスを計算するタスクに割り当てるが、ACWP はどうするのか？ 通常利益の出る仕事であれば、ACWP は BCWP より少ないはずである。逆に赤字受注の場合であれば、ACWP は常に BCWP を上回っていることになる。即ち CV は利益や管理費などの間接費 *5) になってしまう。このようなパフォーマンスカーブを客先に提出すること自体がナンセンスと考えられる。

したがって、EVM やパフォーマンス分析に 3 本の線図(S カーブ)で比較するには契約形態の違いによって、適・不適があるということになる。

EVM をマンアワー単位でやるケースが多いが、定額請負契約においてパフォーマンス分析をするためにあえてマンアワーにするのは、上記のような理由があるからである。工事のパフォーマンス(出来高)は労務費でほぼ分かると考えられる。

図表 4

BCWS に予定工数、BCWP には予定工数分の仕事のプログレスをインプットして工数表示する。

ACWP には実際の出面を表示することにより、パフォーマンス分析ができる。当然 BCWS の計画の良し悪しも評価できることになる。固定価格契約(Fixed price contract)において、パフォーマンスを金額で評価する場合は ACWP は表示しないほうが適切である。

図表 4 マンアワーデータによる EVM の実施

プログレス管理とパフォーマンス管理の違い
マンアワーデータを用いて EVM を実施する例

項目	プログレス管理	パフォーマンス管理
1. 使用するカーブ	BCWS BCWP	BCWS BCWP ACWP
2. データの質		
① BCWS の作成	各 WP の相対的な重み付けをする。重み付けの単位は、工数時間や予算金額等。客先との契約金額等を使い、統一し工程表のタスクに割り付ける。注1)	各 WP の作業に必要な見積り工数。できるだけ精度の高い実行予算工数。精度が悪いとパフォーマンス分析を誤る可能性が高くなる。注2)
② BCWP の作成	進捗度の計算方法にしたがって、出来高を入力するか、プログレス%を入力する	進捗度の計算方法にしたがって、出来高を入力するか、プログレス%を入力する
③ ACWP の作成	プログレス進捗管理だけモニターするので ACWP は不要	実際の出面(実績工数)
3. WBS	WP のレベルで十分。一般的には、客先と進捗測定の方法を決める際にモニターする項目を決めることになる	WP のレベルで十分。一般的には、客先と進捗測定の方法を決める際にモニターする項目を決めることになる
4. スケジュールと連結	プログレス管理する WP (項目) でスケジュール工程表をたてる	プログレス管理する WP (項目) でスケジュール工程表をたてる
5. 実数値の使用	計画時に相対重みを求めるために実数値を必要とするが、プログレス勘定時は%表示でよい	常に実数値 (MH, MD) を使う
6. 重み付けの単位	① BCWS の記述のとおり。実績は%を入れるか、出来高数量(予算なら予算額、計画工数なら工数)を入れる	出面実績を入れる。ACWP を金額で表わすことが難しく、他社に開示できないので、BCWS、BCWP、ACWP を工数で管理することが現実的な方法である

注1) データの絶対精度及び相対精度が悪くてもプロジェクトの状態把握するに十分であることが確認(例:客先承認)されれば使用できる。

注2) 精度が悪いと実績値(ACWP)と比較する意味が薄れる。また相対ウェイトが悪いと BCWP vs ACWP の精度が落ちる。

本表は城戸氏(デム研究所)が作成されたものを土木工事 EVM 用に加筆した。

ACWP は予算管理に使い、パフォーマンス分析には使っても意味がないと考えられるからである。

このような理由から、米国では「固定価格契約では EVM を使うメリットがない」などの議論がある。^{*4)}

7. EVM の契約形態上の特質

EVM の議論をする時、どうしても契約形態の話は避けて通れない。ここでは、以下の契約形態を想定して更に EVM 適用の特質を要約する。

1) 実費償還契約と EVM

Time&Material 契約を協力会社と行った例(実費償還契約の一種)。これは、最初に職種ごとの労務費単価(時間単価、残業単価、休日出勤単価)という Day rate を決めておき、作業を行うときに明日は何人を作業させるなどを決めて労務費を精算していく。建設機械も同様に Rate を決めておく。材料は購入する際に見積りを出してもらい、発注者側が承認したら、材料を必要分購入するものである。これらの労務費や材料費の合計に協力会社の管理費や利益分を、あらかじめお互いに合意して決めたパーセントをのせて精算する方法である。まさにコストを精算する契約になっている。したがって、この契約では変更管理は全くありえない。掛かった分を発注者側がすべて負担しリスクも負担しているものである。では、なぜこのような契約をするかということであるが、固定価格契約または単価契約にしようとした場合、一式金額や単価が協力会社の見積りと発注者側の予算見積りの間に大きな差があり合意できないということが大きな理由である。リスクを協力会社が背負うことになる場合には、リスクに対するコンティンジェンシーを一式金額に含めるために客先予算に合わないという現象が起こる。Time&Material にしてリスクを発注者がもつということがこの契約方式である。

米国では、原子力発電所の建設には、この種の実費償還契約(コストプラスフィー契約も同様)契約が多い。なぜなら、請負がリスクをカバーするためにコンティンジェンシーを算入するから、客先の予算と合わないとか、反対に見積り時に予測できないリスクが、工事中に発生し請負者が赤字になってしまうなどが頻発したためだと言われている。

2) 定額請負契約での EVM 適用

従来から出来高査定は現場に任せており、現場がどのように評価し出来高を検証しているのか企業として統一がとれていないことが多いと思われる。

る。

公共事業においては透明性の確保から EVM などが将来は検討されていくと思われるので、民間企業としては当然統一された出来高査定基準やコスト管理手法があってもよいと思われる。

今後は、BCWP によって協力業者の出来高を査定し支払いにつなげたいと考えることは全く不自然ではないであろう。

マンアワーベースで実行できるのか、実行予算ベースによる EVM がよいのかは、今後の研究と分析待ちになるが、いずれにしても契約金額(BCWS)および出来高金額(BCWP)に対して出来高パーセントを押さえる。プロGRESSが作業の何%かで支払いを行うことになるので、いわゆる定額請負契約方式での EVM 適用を今後は積極的に志向していく必要があると考えられる。

8. まとめ

EVM は広汎なプロジェクトに適用できる。EVM を成功させ、精度“質”の高いデーターを獲得するためには、マニュアルワークの実践プロセスとPMのツール構成を最適な組み合わせにする必要がある。

EVM の議論は米国においても行われているが^{*4)}、わが国においてもタイムマネジメントの普及が進み、EVM によるコスト管理の理論と実践に関する議論が活発化することを期待したい。

わが国への EVM 適用は、日本社会が“契約に基づくプロジェクトの履行、管理における透明性の確保”という国際ルールに準拠して、プロジェクトのパフォーマンスレポートや CPI (Cost Performance Index: 計画に対する実績のコスト効率) 報告を提出するようになるときに、これの適用が必須のものとなろう。PFI 事業等のプロジェクトファイナンス導入のプロジェクトにおいては、今後は EVM 指標による報告が義務づけられることが予想される。

わが国における EVM は、単に従来手法への理論的な代案としての興味からではなく、日本社会の商慣習の変化の必然性という意外な面から、普及が加速される可能性を秘めている。

補足

1) C/SCSC と CPM 技法

・1992 米国 DoE の PCS ガイドライン(DoE1992)は CPM 技法の採用を要求。

・1993 カナダ Management Control

Guideline(Canadian Std)では CPM 要求+EVM 及び C/SCSC 準拠を採用要求。

2)1997年にDoD5000.2Rの改訂バージョンで32のクライテリア指標となった。INDUSTRY EVMS(32)。

3) multi-functional cost account

WBSの複数要素が複数の機能組織とリンクして設定。1980半ばに上位レベルのWBSでWPをグルーピングしたいという意見がでてきた。

単独の機能組織ではなく担当チームによる出来高測定が重要ではないかという考え方による。このような経緯からより大きなコスト勘定体系であるIntegrated work-team cost accountが提案された。1989に入りDoDはwork team conceptに関する追加ガイドをだす。1990年に空軍がmulti-functional integrated product development teamsについて要求事項を公表。民間セクターのEVM適用に一層の拍車がかかった。

4)Performance Measures with Earned Value Management Conference, Seattle, July 27-28, 1999

“Implementing Earned Value: The Requirements and the Rewards.”, Quentin W. Fleming 他

5)定額請負契約方式におけるACWPの考え方の基本であるが、パフォーマンス分析を自分のために行う場合、BCWSとBCWPの計算には自社の予算を入れて計算することができる。この場合にはACWPも自社のかかった総コストを入力して求めることができる。しかし、進捗を発注者に説明する場合はどうするのか？BCWSをどのように決めるのかは発注者の承認が必要となる。もちろんBCWPについても同様である。この場合にはBCWSとBCWPの計算に請負側の予算を使うこともあり、発注者側の予算を使うこともできる。

自社の予算を使った場合、発注者にレポートできるのは進捗だけでACWPは報告しないと思われる。だからBCWSとBCWPしか使わないということをお願いしたい。

発注者側との契約金額を使った場合、自社の管理用には使えないと思われる。コストとプライス(受注金額)は違うのでBCWSとBCWPは自社のパフォーマンスのうちSVは比較可能であるが、ACWPを入れた場合のCVは客先にとっては参考になると思われるが、自社のパフォーマンスを必ずしも表わしていないと思われる。プライスは仕事をとるための政策的な要素が入っているのでACWPをプライスで行っても実態とはかけ離れてしまうという意味である。

参考文献

- [1]「EARNED VALUE PROJECT MANAGEMENT」
Quentin W. Fleming & Joel M. Koppelman,
PMI
- [2]「Put Earned Value (C/SCSC) Into Your
Management Control System」
Quentin W. Fleming, Publishing Horizons, inc.
- [3]Pmbok guide 和訳版、「プロジェクトマネジメントの基礎知識体系」、エンジニアリング振興協会
- [4]「CALS/ECとPM(プロジェクトマネジメント)の展望 -EVMSと電子データ交換-」、
大崎康生、第16回建設マネジメント問題に関する研究発表・討論会講演集、1998年
12月、土木学会建設マネジメント委員会

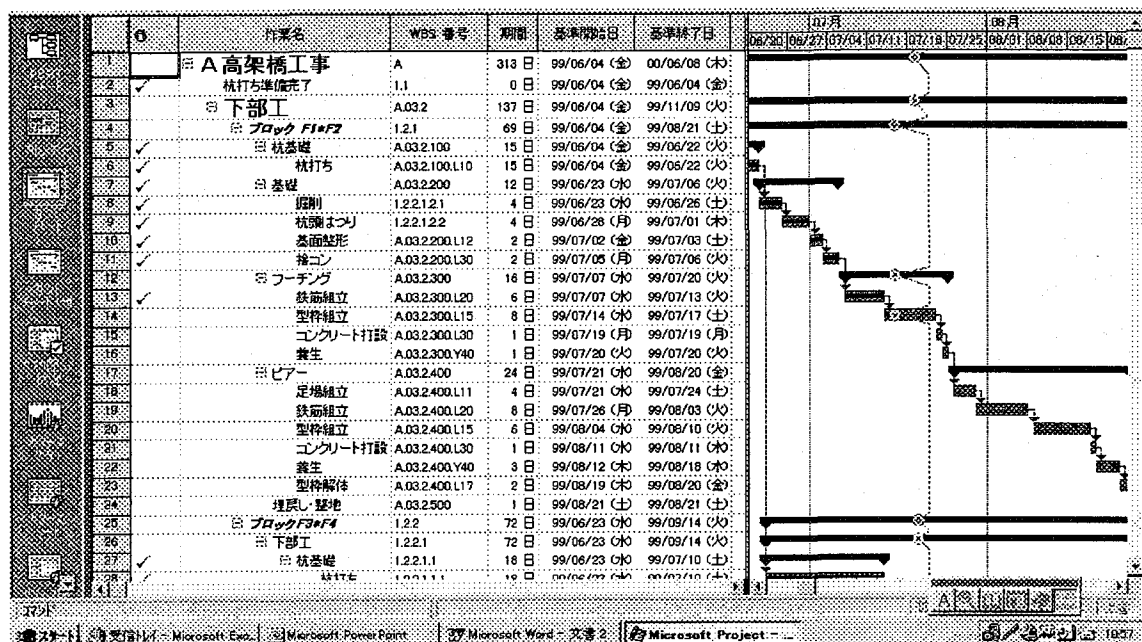
Application of PM and EVM in the Construction Industry

There are signs that the PM method of project delivery is being introduced into the government sector as well as the private sector in Japan. The PM method is indispensable if Japan is to shift toward a more internationally-recognized system where global standards apply, where project management is transparent and project performance is measurable and based upon the contract between the parties. The Earned Value Method (EVM) is a tool for measuring project performance. The concept of EVM has been formalized in the U.S. as DoD document 50002.R. The EVM can also be applied to projects in the private sector. In Japan, the use of EVM will spread as users become accustomed to the transparent manner of project progress reporting and evaluation of PM performance. PM practitioners, especially Engineering Contractors, must develop a high degree of professionalism and a high standard of service in order to meet the demand for PM skills.

図表5 プロジェクト統計表 (プロジェクトの全体像を把握する)

プロジェクト統計表 - A高架橋工事.mpp			
	開始日	終了日	
現行	99/06/04 (金)	00/06/13 (火)	
基準	99/06/04 (金)	00/06/08 (木)	
実績	99/06/04 (金)	N/A	
差異	0d	4d	
	期間	作業時間	コスト
現行	313d	30,512h	¥181,009,820
基準	309d	29,976h	¥180,571,260
実績	37.58d	5,480h	¥50,400,740
残存	275.42d	25,032h	¥130,609,080
達成率			
期間: 12%		作業時間: 18%	
			閉じる

図表6 プロジェクトのアウトライン (WBSコード) とイナズマ曲線



図表7 リソースの定義 (導入コスト、標準単価、超過単価、計上時期)

リソース名	最大単価	導入コスト	標準単価	超過単価	導入コスト	計上の時期	基本加算率	コード
1 橋		¥1,215,900	¥0/時	¥0/時	¥1,215,900	達成率に比例	施工	
2 ブルドーザ	1	¥0	¥5,000/時	¥5,400/時	¥0	達成率に比例	施工	
3 バックホウ	1	¥0	¥6,900/時	¥7,480/時	¥0	達成率に比例	施工	
4 ポンプ車	1	¥0	¥10,000/時	¥10,830/時	¥0	達成率に比例	施工	
5 多量作業員	10	¥0	¥1,260/時	¥2,430/時	¥0	達成率に比例	施工	
6 世話役	1	¥0	¥2,760/時	¥3,450/時	¥0	達成率に比例	施工	
7 大工	6	¥0	¥2,760/時	¥3,450/時	¥0	達成率に比例	施工	
8 とび工	5	¥0	¥2,560/時	¥3,200/時	¥0	達成率に比例	施工	
9 鉄筋工	10	¥0	¥2,750/時	¥3,400/時	¥0	達成率に比例	施工	

図表 8 リソース配分状況ビュー (作業時間、割り当て超過を表示)

タスクID	タスク名	作業時間	詳細	1999年08月29日							1999年09月29日						
				月	火	水	木	金	土	日	月	火	水	木	金	土	日
0	割り当てなし	0 時	作業														
	杭打ち準備	0 時	作業														
	掘削	0 時	作業														
	杭掘まつり	0 時	作業														
	躯体竣工	0 時	作業														
1	杭	1,920 時	作業	12%	12%	12%	12%	12%	12%		12%	12%	12%				
	杭打ち	1,920 時	作業														
	杭打ち	2,304 時	作業														
	杭打ち	2,304 時	作業														
	杭打ち	2,048 時	作業	12%	12%	12%											
	杭打ち	2,048 時	作業				12%	12%	12%		12%	12%	12%				
2	ブルドーザ	88 時	作業		8%	8%	8%										
	型枠解体	16 時	作業		8%	8%											
	埋戻し・整地	8 時	作業			8%											

図表 9 リソース配分状況ビュー (BCWS、BCWP、ACWP、SV、CV を表示)

タスクID	タスク名	作業時間	期間	詳細	日				
					月	火	水	木	金
4	ブロック F1*F2	3,752 時	69 日	BCWS	¥16,599,440	¥16,599,440	¥16,709,440	¥16,819,440	¥16,929,440
				BCWP	¥16,599,440	¥16,599,440	¥16,709,440	¥16,819,440	¥16,929,440
				ACWP	¥16,606,720	¥16,606,720	¥16,716,720	¥16,826,720	¥16,936,720
				SV	¥0	¥0	¥0	¥0	¥0
				CV	-¥7,280	-¥7,280	-¥7,280	-¥7,280	-¥7,280
5	杭基礎	1,920 時	15 日	BCWS	¥16,240,000	¥16,240,000	¥16,240,000	¥16,240,000	¥16,240,000
				BCWP	¥16,240,000	¥16,240,000	¥16,240,000	¥16,240,000	¥16,240,000
				ACWP	¥16,240,000	¥16,240,000	¥16,240,000	¥16,240,000	¥16,240,000
				SV	¥0	¥0	¥0	¥0	¥0
				CV	¥0	¥0	¥0	¥0	¥0
6	杭打ち	1,920 時	15 日	BCWS	¥16,240,000	¥16,240,000	¥16,240,000	¥16,240,000	¥16,240,000
				BCWP	¥16,240,000	¥16,240,000	¥16,240,000	¥16,240,000	¥16,240,000
				ACWP	¥16,240,000	¥16,240,000	¥16,240,000	¥16,240,000	¥16,240,000
				SV	¥0	¥0	¥0	¥0	¥0
				CV	¥0	¥0	¥0	¥0	¥0
	杭	1,920 時		BCWS	¥16,240,000	¥16,240,000	¥16,240,000	¥16,240,000	¥16,240,000
				BCWP	¥16,240,000	¥16,240,000	¥16,240,000	¥16,240,000	¥16,240,000
				ACWP	¥16,240,000	¥16,240,000	¥16,240,000	¥16,240,000	¥16,240,000
				SV	¥0	¥0	¥0	¥0	¥0
				CV	¥0	¥0	¥0	¥0	¥0
7	基礎	64 時	12 日	BCWS	¥359,440	¥359,440	¥359,440	¥359,440	¥359,440
				BCWP	¥359,440	¥359,440	¥359,440	¥359,440	¥359,440
				ACWP	¥366,720	¥366,720	¥366,720	¥366,720	¥366,720
				SV	¥0	¥0	¥0	¥0	¥0

図表 10 「日程と進捗が遅れているタスク」フィルタ (タスク終了日が基準終了日より遅れているか、BCWS が BCWP より大きいタスクが選択される)

フィルタの定義

フィルタ名 (F)

フィルタの定義 (F)

行切り取り (O)

行逆 (O)

行並び付け (O)

行挿入 (O)

行削除 (O)

かつ/または	フィルタ名	値	条件
かつ	基準終了日	N/A	と等しくない
かつ	終了日	[基準終了日]	より大きい
または	BCWS	[BCWP]	より大きい

☒ 関連するサブルー行を表示する (S)

OK

キャンセル