

建築工事の工期設定から見えてくるもの

最近では話題に上ることも少なくなりましたが、新国立競技場を巡る動きは公共建築の整備を考える上で色々と示唆に富んだ話題を提供したように思えます。デザインコンペ、ECI方式といった整備手法、整備内容の決定過程とコストコントロール、当初事業の中止と別事業としての再開等、今後の公共建築の整備を考えるに当たって留意すべき多くの課題を提供してもらったようです。新国立競技場整備計画はデザインコンペからスタートしたため、当初よりコストコントロールが難しい事案であることは予想ができたと思われませんが、建設費を巡る紆余曲折は通常では理解できない経過を辿ったように感じられます。また、タイムリミットが定められた事業にも拘わらず、建設工事に着手すべき時期に至っての当初事業の中止と別事業による再開は、品確法第7条第1項四号の「適切な工期」について改めて考える契機を与えたように思います。

品確法第7条第1項四号の規程は平成26年の改正で追加されたものですが、公共建築の分野で新国立競技場のように厳格に完成期限が要求される事案はそれ程多くはなく、国の事業においては、受注者の故意又は重大な過失がない限り、公共工事標準請負契約約款第45条（履行遅滞の場合における損害金等）の請求がなされた事案を寡聞にして聞いたことがありません。一方、当初工期の設定、工期の延長という点については、予算単年度主義からくる種々の問題が巷間言われているようにも思います。現在では、多年度に亘る債務負担行為や予算の繰越についての理解が進んできましたが、発注者にとって手間の掛かる追加事務であることには変わらないこともあり、引き続き発注者の意識改革が求められるところです。

民間建築工事においては、建設投資が縮小する中で、受注者側が工事金額のみならず工期についてもダンピングを行ってきたと言われますが、公共工事においても、総合評価の中で工期短縮を評価対象にした事例が見受けられます。これは公共工事の発注者が工期のダンピングを要求していることと同じことであり、その扱いについては十分留意する必要があるように思われます。建築工事は、現地一品生産の総合組立産業であり、多くの関係者が空間を共有しつつ時系列に沿って作業を進めていく必要があります。必要な作業時間が確保されなければ、品質に重大な影響を与えかねないものであり、適切な工期の確保はその基本とも言えるのではないのでしょうか。

今回の特集では、「建築工事の工期設定から見えてくるもの」と題して関係各方面からの話題を紹介します。

工程マネジメント手法の発展と これからの課題

芝浦工業大学工学部建築工学科 准教授 志手 一哉

1 はじめに

建設技能者不足の問題が顕在化して久しい。それを打開する鍵が、建設現場の生産性向上にあることに、異論を挟む余地は少ないと思われる。プロジェクトを効率的に進め、その結果として得られる余剰を建設技能者に還元することが、若年者に対する建設産業の魅力創出に繋がっていくと考える。その方策の一つが、プレファブ리케이션の促進であり、BIM (Building Information Modeling) を始めとしたデジタル革命がそれを支えることになろう。

もう一つの方策として重要と思われるのは、工程マネジメント手法の発展である。現場における生産性向上の要点が、PDCAサイクルの永続的な回転にあることは自明である。しかし、元下請契約が請負契約の場合、元請は、プロジェクトの中で建設技能者の省人化を目指す意義を見出しづらい。また、元請が下請けの建設技能者に細かな作業指示を与えたり、彼らの時間管理をしたりすることは、法律に触れる可能性がある。このようなことも影響しているのか、工程マネジメントの実務が、建設現場の生産性にまで踏み込んだ発展をしてきたと言えないのではないかと思う。その一方で、アカデミックの世界では、建設現場の生産性に注目した工程マネジメント手法の研究が粛々と進められてきたことも事実である。本稿では、その経緯を簡単に振り返り、工程マネジメントの

在り方についての考察や将来展望を、僭越ながら述べさせていただきたい。

2 100年前の問題意識

本稿では、工程マネジメントに関する研究の経緯を概観する情報源として、CiNii (NII学術情報ナビゲータ [サイニィ]) を利用する。CiNiiとは、国立情報学研究所 (NII) が運営する、日本で発表された論文、図書・雑誌や博士論文などの学術情報を検索できるデータベース・サービスである。

CiNiiで工程マネジメントに関するキーワード検索¹を行うと、最も古い文献として、1916年に竹田米吉が執筆した「工程表と日誌とに就て」を確認できる。竹田米吉とは、1889 (明治22) 年に東京・神田の小棟梁の家に生まれた職人上がりの技術者である¹⁾。11歳の時に大工の年季奉公にでた後、工事現場を監理する監督を志し、15歳の時に昼間は実家で大工仕事を続けながら、夕方に工手学校に通う道を選ぶ。工手学校を卒業後は、横河工務所で現場監督の仕事に就く傍ら、1910年に早稲田大学建築学科に入学する。その後は工学士を持った技師として施工の分野で活躍した、実理融合の人物である。

「工程表と日誌とに就て」で竹田²⁾は、建築工事を経済的な視点で見て、建築工事の期間を短

1 本稿の執筆にあたり検索したキーワードを式であらわすと、(建 or 工事 or 施工) and (工程 or スケジュール) である。

縮すべく工程の標準をつくることは、建築家が当然負うべき責任であると述べ、そのために工事期間の予定を科学的に比較研究することが重要と指摘している。この論文における竹田の研究方法は、以下のとおりである。まず、工事毎に積算した所要材料の総量から施工順序と工程、及び各工事に必要な建設技能者の総数を推測し、施工能率、施工数量、材料の輸送能力や現場の仮置き場の状況、建設技能者の能力などを勘案して、日々の施工量と就労者数を工程に按分して割り付けた工程表を作成する。次に、工事別に作成した「カード式」の日誌を用い、日々の就労者数を工程別に現場係員に記録させ、就労者数を予定と実施で比較管理する。その結果、現場係員が、科学的に経験を理解できるようになり、日常の現場管理の意義を認識し、現場にて些細なことで技能者を叱責するとか無目的に現場に出たりするような、監督員の悪習を打破し得ると考察している。

この100年前の論文で目を見張るのは、工程の標準をつくり、かつ改善して工期を短縮することを目的に、建設技能者の労働生産性に着目し、工程の計画手法と管理手法及び実態調査の三点を一体的に捉えた工程マネジメントの方法論を考案していることである。

3 工程マネジメント研究の歴史

(1) データの取得

ここで再び、CiNiiの検索結果に戻り、工程マネジメントに関する研究の成果を振り返ってみよう。本稿で扱う情報は、CiNiiの論文検索結果から建築と土木に関する文献を抽出し、建設工事の工程マネジメントの研究に関係のない文献を除いたものである²。その結果、竹田論文から2015年3月に発表された文献に至る、計476編に及ぶ文

2 「建築」「土木」の分野は、タイトルと掲載誌名で判別し、設計工程、歴史、教育、構法・工法開発、プロジェクト報告に関する文献のほか、著者名のない文献、市販雑誌の記事、研究年報、論文の論評、討議・回答、学位論文要旨を除外した。

献リストのデータセットを作成した。これらが工程マネジメントの研究に関する文献を網羅しているとは言えないが、研究の経緯や傾向を推し量ることはできそうである。

このデータセットで竹田論文の次にあらわれるのは、それから33年後の1949年に建築と社会30巻5号に掲載された、越智隆晴「工程表と進捗表の活用について」である。タイトルを見る限り、竹田論文と似た方向性の内容と推測される。この翌年から工程マネジメントに関する文献は増加の一途をたどる。図1は、データセットにある1950年以降の文献をタイトルで判別して「計画手法」「管理手法」「実態調査」に分類し、その発表年を10年毎に集計した棒グラフである。文献数は、2000年代まで増加傾向にあり、その多くを計画手法が占めている。次節以降では、年代毎に研究の傾向を概略的にまとめ、工程マネジメントに関する研究の発展を簡単に振り返る。

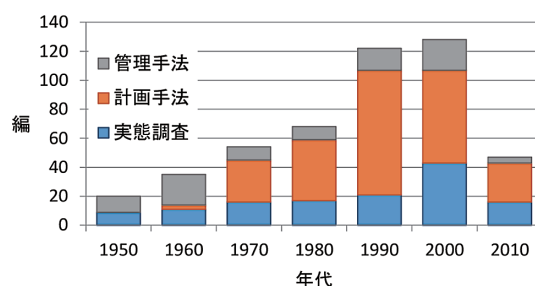


図1 工程マネジメント研究の文献数の推移

(2) 草創期（1950年代～1960年代）

1) 1950年代

1950年代は、戦後の住宅不足に対処した鉄筋コンクリート造の公営アパートの建設が本格化する時期である。科学的工程管理の機運が高まる中、工事現場の実態調査から標準所要労務工数の導出を試み、その累積がS字曲線となる性質を発見して工程管理に利用しようとする研究が、建築研究所や地方整備局営繕部を中心に行われている。具体には、全体工期を、地業・基礎工期、躯体工期、仕上工期の三期間に分け、各々の所要日数や各工事の出面の推移を複数の現場で比較して、その特

性の共通性を把握しようとしたものがある³⁾。更に、ある時点の進行程度と施工速度を適時把握することに加え、具体的な日数で工程遅延のリスクを認識するために、標準化された労務工数で略算した出来高を縦軸に、工期を横軸に取った予定工程曲線と実施データで工程を管理する手法の研究が行われている⁴⁾。

2) 1960年代

1960年代は、1958年に米国海軍のポラリスミサイル開発計画³⁾に採用された「PERT (Program Evaluation and Review Technique)」と、同じ時期に米国民間会社で開発された「CPM(Critical Path Method)」が日本に紹介され、PERT/CPMを用いたネットワーク工程に関する文献が急増する。ネットワーク工程とは、「工事を完成するために必要な各種工程を単位作業に分割し、それぞれの作業の相互関係が分かるようにネットワークに表示して、最も合理的に工程計画を立て工程管理を行う方法」⁵⁾で、PERT/CPMは、ネットワーク工程表において、所要期間の見積りや工程管理を行うための手法である⁴⁾。

本稿で作成したデータセットの中で、PERT/CPMを紹介した最も早い文献は、米国におけるPERT/CPMの開発から7年後の1965年に、建

築⁶⁾と土木⁷⁾の両分野で掲載されている。その後、1968年に、日本建設機械施工協会の機関誌『建設の機械化』で土木分野におけるプロジェクトへのPERT/CPM適用事例の特集が生まれ、『建築雑誌』83巻992号に建築学会材料施工委員会ネットワーク分科会による「建築工事における新しい工程計画と工程管理の方法“ネットワークによる工程の計画と管理”の指針(案)」が掲載され、PERT/CPMに基盤を置いたネットワーク工程の考え方は急速に広がる。

図1で1960年代の分布を確認すると、PERT/CPMは、工程計画ではなく管理手法として調査・研究が進んだようである。その背景には、1960年代後半に始まった建築の超高層化で、工事内容や工事の体制が複雑化していく過程において、プロジェクトの特性に応じた管理の技法や、工程と工程の相互関係や問題点の在り処を可視化して工程管理を能率的に行うことが必要とされ始めたことが挙げられる。

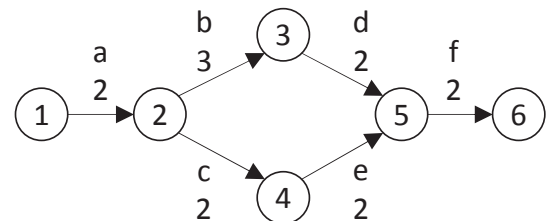


図2 ネットワーク工程の例

3 ポラリスミサイルとは、冷戦期に米国海軍が開発した、核弾頭が装備された潜水艦発射弾道ミサイルである。1957年、旧ソビエトが人工衛星スプートニクを打ち上げたのを受け、米国政府は、当初の予定を2年近く短縮してポラリスミサイル潜水艦を建造した²¹⁾。

4 PERTとは、1956～58年に、ポラリスミサイル開発の工期短縮に際し、同計画に参加する3,000人以上の要員の仕事を調整するために研究された。PERTでは、ある作業の所要時間を推定するために、楽観値(O)、悲観値(P)、最頻値(M)を用意し、最もありえる日数(Te)を次式で見積る²²⁾。

$$Te = (O + 4 * M + P) / 6$$

CPMとは、費用最小の条件で最適の工期を求めることを目的に、デュボン社が1957年に完成させたアルゴリズムである。

図2のネットワーク工程で、a = 2日、b = 3日、c = 2日、d = 2日、e = 2日、f = 2日とすれば、作業aが最も早く完了する日にち(EFt=Eariest Finish Time)は0 + 2 = 2日、作業bのEFtは作業aのEFt: 2 + 3 = 5日と計算される。同様に、全作業で計算すると、c = 4、d = 7、e = 6、f = 9 (fの計算ではdとeのEFtの大きい方を用いる)となる。作業fのEFt: 9日は、図2の工期である。反対に、作業dが最も遅く完了する日にち(LFt=Latest Finish Time)は、作業fのLFt: 9 - 2 = 7日となる。これを全作業で計算すると、e = 7、b = 5、c = 5、a = 2 (aの計算ではbとcのLFtの小さい方を用いる)となる。LFt-EFt = 0の作業をつないだパス (a-b-d-f)が、日程の余裕がないクリティカルパス (最長パス)である。

(3) 発展期 (1970年代から1980年代)

1) 1970年代

1970年代は、図1に示すように、計画手法に関する文献が急激に増える時期である。その一つの方法性は、PERT/CPMを基軸とした工程計画の研究である。具体的には、電子計算機を利用した、プロジェクトの概略計画段階における工法-工程-工期の探索的なシミュレーション⁸⁾、工程計画の最適化⁹⁾などが挙げられる。この方向への発展は、建築と土木の両分野に共通した傾向である。

もう一つの方法性は、積層工法に代表される

「繰り返し型」の工事計画⁵における、複数の作業チームの作業スケジュールを計画しようとするもので、マルチ・アクティビティ・チャート(MAC)と呼ばれる工程計画手法である¹⁰。

MACとは、「繰り返し工程の1サイクルに含まれる作業を細かく分析して作成した、各作業チームが行うべき作業の時間割」である。表1に掲載したMACの例¹¹は、クレーン・壁型枠大工・ユニット型枠大工・開口先付大工・鉄筋工・応援の6作業チームが、6日のサイクル時間の中で最大の稼働率で働くことができるように、1/4日単位の時間割に作業を割り付け、それをどの作業チームが担当すべきか、クレーンの不足が生じないかを調整し、その結果を各作業チームの作業の時間割表として表記したものである。

MACの特色は、「1日」という仕事の区切りの概念を導入したことにある。例えば、終業時刻に終わらない作業があったとしても、若干の残業や、繰り返しの中で作業の処理時間が早くなる「習熟効果」で、計画した時間割表どおりの進捗に収斂することを期待する。この考え方は、PERT/CPMで考慮していなかった。PERT/CPMがモノの流れを中心とした工程であるのに対し、MACはモノの流れとヒトの流れを同時に考慮して検討するのである。

これら二つの方向性は、PERT/CPM導入当初

5 一般的な工法が躯体工事や外装工事など工事毎に進捗するのにに対し、積層工法は躯体施工階(N階)から順次、下階に下るに従って、外壁や内装を施工し、それを躯体工事と同じ日数で進捗させる。タクト工程とも呼ばれる。一般的な工法と比較して大幅に工期を短縮できる反面、技能者や揚重機の稼働率が上がるため、緻密なスケジュール管理が必要になる。

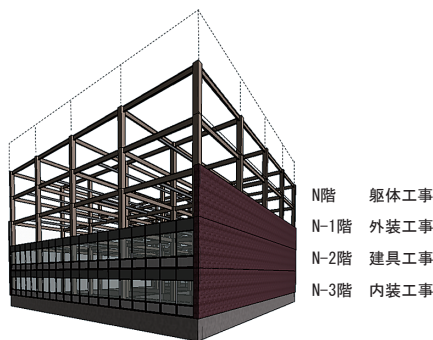


図3 積層工法の例

からの課題であった「マルチ・プロジェクト問題⁶」に対する、ある意味の解決案を提出している。前者は、各プロジェクトの作業順序が一定にならないことを前提に、着手可能な作業を前倒しして全体工期の最小化を目指す考え方である。後者は、サイクル工程と作業チームがセットで工区を移動することで、単一プロジェクトが独立した並行進捗する状態をつくり、その一方で、習熟効果に期待して工数低減を目指す考え方である。

このように計画手法の研究が増加する一方で、管理手法の研究は、1970年代の初頭にS字曲線を応用した管理手法に対する数学的な結論¹²がなされた後に鳴りを潜めた。実態調査については、プレキャストコンクリートやプレファブ住宅の制作工程、木軸在来工法の建方、内装工程における多能工方式と専門工方式の比較など、その対象が多様化した。また、1950年代に主流であった労務工数の分析から作業時間の分析へと研究の関心が移りつつある。

表1 MACの例

作業チーム	クレーン	大工			鉄筋工	応援
		壁型枠	ユニット型枠	開口先付		
人数	1	9	4	2	4	
1日	外壁大パネル移動・取付け	外壁大パネル移動・取付け		開口補強枠脱型	壁・鉄筋組	梁先出し(大工2人)
	内壁パネル移動	内壁パネル移動				
	SMシヨア移動	SMシヨア移動				
2日	ベランダシヨア移動	ベランダシヨア移動	揚重準備	SD・ALW	壁・鉄筋組	
	SD・ALW					
	BU配置					
3日	ハーフスラブ取付け	廊下・ベランダ型枠建込	SD・ALW型枠取付け	ハーフスラブ取付け	壁・鉄筋組	
	先組鉄筋建方					
4日	C工区使用日	足場			壁・鉄筋組	
5日	壁コンクリート打設	壁コンクリート打設	床コンクリート止め型枠	SD・ALW型枠取付け	手摺配筋	床配筋工(鉄筋工2名)
6日	床コンクリート打設	壁型枠脱型			壁・鉄筋組	床コンクリート打設(左官10名)

6 一般的にPERT/CPMは単一のプロジェクト(工程のまとまり)を対象としているが、実際の工事現場では、複数のプロジェクトが並行して進捗しており、かつ各プロジェクトを構成する作業が相互に依存関係を持っているとする問題。

2) 1980年代

1980年代の計画手法に関する研究は、1970年代に始まった、スケジューリングを主体とした分野と繰り返し工程に関する分野で、大学の研究者を中心に理論が精緻化されていく。

前者は、電子計算機を用いた工程計画自動作成のアルゴリズム研究から、汎用シミュレーション言語を用いた工程計画支援プログラム、知識データベースに基づいて推論を行うエキスパートシステムの研究へと進展する。

エキスパートシステムとは、専門化の知識を「もし～ならば、…をする」という論法を、if（条件）-then（動作）の判断ルールとして記述し、それを知識データベースに蓄えておく。そして、推論エンジンが、ある入力内容に対してあらかじめ指定されたシナリオに応じて知識データベースから入力内容と条件が一致するルールを選択して実行し、実行結果が新たな入力内容となる仕組みである。

この仕組みの要点は、計画立案に関する知識と工事方法・順序・資源の種類と数量・歩掛りなどの工事技術に関する知識を、各々適した形式でデータベース化することである¹³⁾。嘉納は¹⁴⁾、工事技術に関する知識のデータベース化について、特定の作業に関連づけられる空間・材料・部位・作業チームをグラフ形式で構造化した「工事グラフ」を提案した（図4）。これらの工程計画支援プログラムの研究は、部位や部品といった「もの」の流れを対象とし、ゼネコンの工事計画者の知識に基づいたトップダウン的な工程計画の研究と位置づけられる。

後者の方向性は、MACが想定していなかった、多工区同時進捗の問題を扱っている。延べ人員が同じならば、単純な繰り返し工程よりも多工区同時進捗の方が、全体工期が劇的に短縮される。具体には、図5に示すように、サイクル工程を分割した工程Aと工程Bがあった場合、工程Aと工程Bを同時に施工する際のスケジューリングや作業チーム編成に対する研究である。

一つの解法は、ラインバランス問題を適用

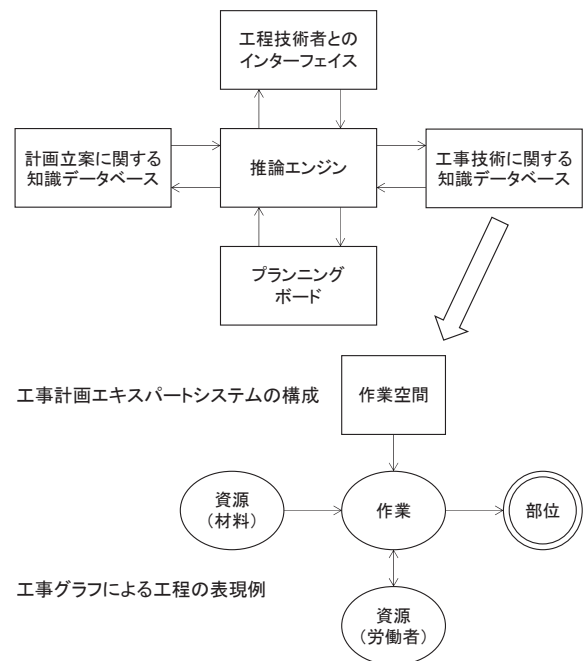


図4 エキスパートシステムの構成

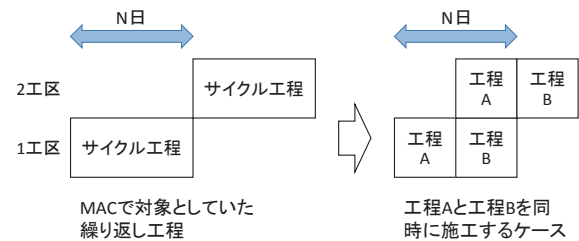


図5 多工区同期進捗のイメージ

した計画手法で⁷⁾、職種毎に各工程のラインバランスを考慮しながら先行関係のある作業を優先してその先頭から順に作業を割り付ける¹⁵⁾。この時、作業時間と待ち時間の合計がサイクル工期を超える職種は、工程A（作業ステーションA）と工程B（作業ステーションB）を担当する作業チームに分割する。つまり、作業ステーションと作業チームが対の関係にあることを基本とする。この計画手法で得られた工程の効率は、手待ち時間や作業が割り付けられていない時間＝バランスロスの大きさを評価する。

もう一つは、多工区同期化工法と呼ばれる計画

7 JISZ8141「生産管理用語」によれば、「生産ラインの各作業ステーションに割り付ける作業量を均等化する手法」で、単一品種組立ラインのバランスと混品種組立ラインのバランスがある。参考文献15では、前者の考え方をMACに適用する検討を行った。

手法である。この手法は、複数に分割した工区（サイト工区）の全てが同時進行する状態で、作業チームがフル稼働することを前提としてチーム編成やチームの人数を計算し、サイクル工程の分節（ジョブ工区）を導き出す¹⁶⁾。したがって、技能者は繰り返し日数内において複数のジョブ工区を移動しながら作業をし、ジョブ工区はサイト工区を移動するように割り付けられる。

これらの研究は、作業チームや技能者の行動から工程を作り上げるボトムアップ的な手法と位置づけられる。

この時期における管理手法の研究は、MAC、工程シミュレーション、多工区同期化工法の研究者らが計画手法の延長で実施した事例が多い。実態調査の分類は、戸建て木造住宅に関するものが約65%を占め、その内容も、在来構法や枠組壁構法、更には構造材の加工・組立て、内装や基礎工事まで広範囲に及ぶ。戸建て住宅以外では、超高層集合住宅における工程計画・管理の実態を明らかにしようとするテーマが取り上げられている。

(4) 成熟期（1990年代以降）

1) 1990年代

1990年代の計画手法を対象とした文献は、これまでと異なる様相で二つの方向性に分類できる。一つの方向性は、企業の研究者を中心に執筆されたもので、計画手法の新規性や発展よりも、業務のOA（Office Automation）化に主眼を置いたソフトウェア開発である。表2は、データセットの文献をソフトウェア開発とそれ以外に分類して集計したものである。ソフトウェア開発が占める割合は、1990年代で40%に達し、2000年代以降は半数を占める。この傾向の背景として、1980年代後半からパーソナルコンピュータが普及し、それを大学時代に学んだ人材が企業で活躍し始めたことや、1990年中盤からパソコンが広く建設現場に常設されたことが挙げられる。

もう一つの方向性は、従来の研究の延長線上にあり、PERT/CPMに基づく工程計画アルゴリズムやMACを発展させた繰り返し型工程計画手法

表2 ソフトウェア開発の推移

分類		1970年代	1980年代	1990年代	2000年代	2010年代	総計
実態調査	下記以外の研究	16	17	21	40	15	129
	ソフトウェア開発				3	1	4
	小計	16	17	21	43	16	133
管理手法	下記以外の研究	7	4	5	5	3	56
	ソフトウェア開発	2	5	10	16	1	34
	小計	9	9	15	21	4	90
計画手法	下記以外の研究	25	32	51	32	12	155
	ソフトウェア開発	4	10	35	32	15	96
	小計	29	42	86	64	27	251
総数		54	68	122	128	47	474

の改良で、詳細工程計画、コスト縮減、労務平準化、労務工数削減など、多様な現実問題への解答を目的に深化していく研究群である。この分野でもパソコンを利用した研究が多く、大規模データベース、オブジェクト指向モデル、ファジー理論、遺伝型アルゴリズムなど、多彩な情報理論が応用される。

管理手法の研究もソフトウェア開発が約70%を占めている。そもそも、管理手法の研究は、1970年代から文献数の増加が低調で、計画手法や実態調査と比較して、研究対象としての関心が低い可能性がある。実態調査の研究は、戸建て住宅－それ以外、住宅－非住宅、躯体－内装を問わず、工数や施工組織に関する調査が広く行われている。

2) 2000年代～現在

2000年代に入り、計画手法の研究は多種多様な動きを見せ始める。第一に、これまで建築学会を主体としていた研究発表の場は、土木学会、プロジェクトマネジメント学会、精密工学会などへと広がっていく。第二に、制約条件の理論⁸⁾、リスクマネジメント、スケジューリング問題など、建設産業以外で発展した考え方が積極的に導入される。第三に、ソフトウェア開発において、VR（Virtual Reality）や3D-CADを駆使した可視化技術、携帯情報端末（PDA：Personal Digital

8 「Theory Of Constraints」の略で、TOCとも呼ばれる経営改善の理論である。その手法を要約すれば、現金を生み出す速度の指標であるスループットの最大化を目的に、次に述べる「改善の五つのステップ」を実践することである²³⁾。

- ①制約条件を見つけ
- ②制約条件を徹底的に活用し
- ③制約条件以外を制約条件に従わせ
- ④制約条件の能力を向上させ
- ⑤惰性に注意しながらこのプロセスを繰り返す

Assistant) や近距離無線通信 (RFID : Radio Frequency Identifier) を利用したユビキタス技術⁹の利用が広がる。加えて、データセットの限りでは、1990年代までの研究からの一貫性が途絶えたように見えるのが2000年代の特徴である。その要因として、これまで工程計画手法の研究を先導してきた大学研究者の関心が、発注方式や標準約款、それらの国際比較など、プロジェクトマネジメントの研究に移ったことが考えられる。

続く2010年代は、2016年初頭時点で10年間の半分が過ぎたところである。データセットの限りでは、嘉納ら¹⁷⁾による工程シミュレーションとBIM (Building Information Modeling) の融合、筆者ら¹⁸⁾¹⁹⁾による多工区同期化工法の発展形やエージェントベースモデリング¹⁰を応用した工程進捗シミュレーションの研究で、計画手法の文献が二分されている。2009年からBIMの普及が目覚ましいにもかかわらず、企業の研究者によるソフトウェアの研究開発が少ないことも指摘できる。

管理手法の文献数が急減する一方で、実態調査の文献数は、1990年代から倍増する。その背景として、1990年に刊行された日本建築学会「作業能率測定指針」で、工数調査の標準的な方法が明示されたことの影響を推察できる。

4 考察

以上、1950年代から60年にわたる工程マネジメントに関する研究の経緯を概観した。その動向を簡潔にまとめると、次のようになる。

- 1) 計画手法はPERT/CPMを基盤としつつ、より細かな要素作業のスケジューリングへと発展した。
- 2) 管理手法の研究は、1960年代まで工程マネジメント研究の主流を形成していたが、この半世

9 ユビキタス (ubiquitous) とは「同時にどこにでも存在する」ことを意味する英語の形容詞。

10 主体性を持つエージェントの集団が多様な意思決定基準や行動ルールに応じた自律的な活動をシミュレーションし、その結果を制約条件や評価指標に基づいて分析することを狙いとした、社会システムを分析するためのモデリング手法。

紀は研究の関心の中心から外れている。

3) 実態調査に関する研究はコンスタントに行われているが、特定のテーマを長期的に観測している事例はない。

4) 企業研究者による研究発表の文献は、ソフトウェア開発に偏重している。

これらの動向から、次の示唆を得られる。

第一に、計画手法・管理手法・実態調査の3分野を一体的に研究することの重要性である。仮に、工程計画に要素作業の作業時間を用いていて、日々の労務管理を日報で行っているとする。すると計画のデータと実施のデータを直接比較できないため、実施データで異常を察知したとしても問題の特定が容易でない。つまり、図6のように、実施の状態を評価して、次のアクションにフィードバックするPDCAサイクルを回すことが難しくなる。そのためには、計画と実施のデータを一致させる必要があるが、この半世紀における工程マネジメントの研究は、計画手法と実態調査に偏重して行われてきた感が否めない。労働生産性の向上は、トヨタ生産方式を見るまでもなく、継続的な改善とその積み重ねが肝要である。計画手法と実態調査の間を結び付ける管理手法の研究に、もう少し光が当てられてもよい。

第二に、実務者が研究に参加することの重要性が挙げられる。誤解を恐れずに言えば、1990年代における実務者のソフトウェア開発は、実務の経験や業務のプログラム化と言い換えられる。こう

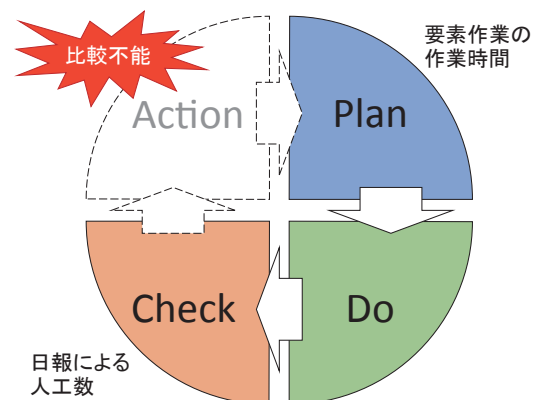


図6 工程マネジメントにおける課題

した開発は、業務の効率化など、実務の役に立つことを目的に実施されたと推察するが、工程マネジメントの理論的な発展への寄与がどれだけあったか疑問が残る。こうした直接的な利益の追求より寧ろ、理論研究の成果を応用し、実践と理論の広範な往来をすることが、投入資源・生産性・トータルコストのバランスと工期短縮とが融合した工程マネジメントのイノベーションに繋がると思われる。1970年代後半から80年代にかけて発展した、PERT/CPMの拡張、MAC、ラインバランシング、多工区同期化工法などの研究は、大学研究者による理論研究と、実務者を主体とした実態調査や実施検証が、少なからず結びついていた。それらの一部は、現在でも企業で実践されている。

以上を総括すれば、建設現場の生産性改善に向けて、現場の作業と対応した工程マネジメントのあり方を、建設現場というフィールドで、大学研究者と実務者が共同で継続的に研究する環境を創出することの重要性を指摘できる。その実践には、計画手法・管理手法・実態調査などの調査研究を、ゼネコン・技能者・研究者が共同で取り組むことに対する経営者や行政の理解が必要である。

以上のような問題は、竹田米吉が100年前に著した、計画手法・管理手法・実態調査を一体的に捉えた研究にも類似点を見出すことができる。つまり、工程マネジメント手法の研究は、テクニカルな面では発展したが、建設現場の生産性を改善しようという本質的な問題に対する解決が、一世紀を経た現代もさほど進展していないように思われる。確かに、建設現場の生産性改善を目的とした工程マネジメント研究の意義は、建設技能者の賃金を積み上げる建設コストの考え方でなければ薄れるし、技能者の残業や休日作業に対する手当にも着目する必要があるだろう。更に、建設現場で研究成果を実践するためには、ゼネコンの技術者と建設技能者が共同で、工程改善を長期的に試行錯誤できるように、技能者の雇用のあり方を再考する必要性も指摘できる。

5 今後の展望

最後に、今後の工程マネジメント研究に対する展望を述べたい。現在、筆者の関心は、プレキャストコンクリートや鉄骨、あるいはCLT (Cross Laminated Timber)などを構造部材とした、組立て型の建築における工程マネジメントのあり方にある²⁰⁾。このタイプの建築の工数調査から分かってきたことは、組立て型建築の標準労務工数は、従来の歩掛りのような考え方ではなく、一つの部材を取り付ける時間を対象とする方が適しているということである。例えば、クレーンで揚重して取り付ける部材は、その重量や体積が大きく違っていても、取付け時間や所要人数に差が生じない。

したがって、個々の部材の取り付け時間のデータがあれば、構工法計画と部材割り付けが完了した時点で、躯体工事の工期や労務工数を高い精度でシミュレーションできる。これは、BIMにおける5D (3D+時間軸+コスト) マネジメントとの相性が良いし、建設技能者不足への対応として期待されるプレファブリケーション推進の時流とも合致する。

管理手法について言えば、この数年でモバイル環境が発展し、情報収集の手法や技術が格段に進歩した。現場における作業の開始-終了の情報を作業員別に記録する仕組みは、容易に構築できるはずである。リアルタイムで蓄積される、場所・作業・時間のデータは、BIMを活用した管理手法に応用できる。例えば、部材の取り付け開始-完了の情報をBIMにフィードバックして、BIMで計画した工程と比較すれば、生産性分析に裏付けられたきめ細やかなマネジメントが可能になる。あるいは、BIMに収集された所要時間の情報を空間的に見ることによって、技能者自身による改善の気づきを促すことが容易になると思われる。

このようなマネジメントの実現には、計画手法・管理手法・実態調査の一連の研究を繰り返すことに加え、部位ではなく部材でBIMモデルを構

築するような、ソフトウェア側の改善も必要である。ここにも、様々な関係者が共同で研究を推進することの意義を見出すことができよう。

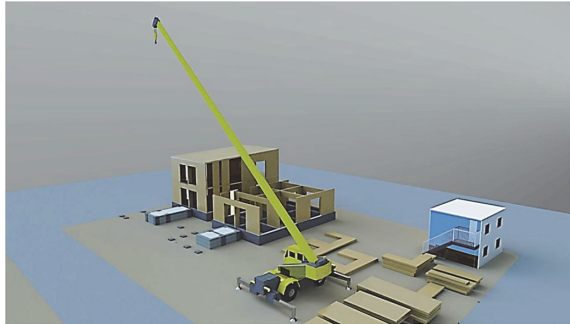


図7 BIMを用いたCLT建築の施工計画

6 まとめ

本稿では、CiNiiの検索結果を拠り所にして、我が国における工程マネジメントに関する研究の発展の経緯を辿ってきた。これまでの工程マネジメントに関する研究の目的は、多くの場合で計画手法の理論の探求にあった。

建築産業の生産性は、個別最適の積み重ねだけでなく、プロジェクト全体の効率を改善することで大きく向上する。本稿では、これからの研究のあり方として、計画手法・管理手法・実態調査などの調査研究を、ゼネコン・技能者・研究者が共同で取り組むことの必要性を指摘した。

最後に指摘を付け加えるならば、適正工期とは何かを理論的に探究する必要があるだろう。本来、工期とは、投入資源・その労働生産性・トータルコストのバランスで決定され、唯一絶対の解を持っていない。それらの項目は、発注・契約方式、設計における施工性、技能者雇用のあり方など、多様な事象の影響を受ける。このような複雑な問題を、関係者が協力して検討するための道具としてBIMを位置づけることができると筆者は考えている。

(参考文献)

- 1) 初田亨「職人たちの西洋建築」講談社選書メチエ, 1997
- 2) 竹田米吉「工程表と日誌とに就て」建築雑誌30(360), 754-759, 1916
- 3) 亀田泰弘, 篠沢清見「現場打コンクリートアパートの工程工期と現場労務工数」日本建築学会研究報告(0), 245-248, 1951
- 4) 笹間一夫, 小畑寿郎「建築工事の工程管理に関する研究(6): 出面表の解析とその応用」日本建築学会研究報告(33-1), 69-70, 1955
- 5) 日本建築学会「建築工事における工程の計画と管理指針・同解説(2004年改訂版)」日本建築学会, 2004
- 6) 小西嘉夫「建築工事における工程の合理化(計画手法の合理化特集)」建築雑誌80(954), 295-298, 1965
- 7) 平石秀寿「新しい工程管理について」農業土木学会誌33(9), 393-394, 1965
- 8) 江口禎, 椎名博美「簡便化したPERTによる工程計画シミュレーション」大会学術講演梗概集.計画系, 123-124, 1974
- 9) 田村恭, 嘉納成男, 田中重貴「建設工事システムの研究4: 作業工程計画の最適化に関して」研究報告集. 構造系, 101-104, 1974
- 10) 松本信二, 三根直人, 内山義次「建設工事における作業計画方法に関する研究: その1~3」学術講演梗概集.構造系, 361-366, 1979
- 11) 松本信二, 三根直人, 内山義次「建築施工における作業計画方法に関する研究」日本建築学会計画系論文報告集(380), 112-118, 1980
- 12) 伊藤仁郎「C.B.C.方式工程管理について(その1~3)」学術研究発表会梗概集.計画系, 257-268, 1971
- 13) 田村恭, 嘉納成男, 湯浅洋一「工程計画エキスパートシステムの基本構造」学術講演梗概集.F, 709-710, 1987
- 14) 嘉納成男「工程計画における推論プロセス」学術講演梗概集.F, 631-632, 1988
- 15) 古阪秀三, 古川修, 紀乃元「施工計画とラインバランス」第2回建築生産と管理技術シンポジウム, 49-52, 1986
- 16) 安藤正雄, 崔民権, 浦江真人, 成田道紀「多工期同期化工法に関する研究: その1 同期化および工期分割の効果と限界」学術講演梗概集.構造系, 475-476, 1983
- 17) 渡辺文志朗, 嘉納成男, 石田航星「3次元CADモデルを利用した作業工程シミュレーションに関する研究: 建築情報を活用した作業工程計画システム」日本建築学会関東支部研究報告集82(II), 513-516, 2012
- 18) 志手一哉, 安藤正雄, 浦江真人, 蟹澤宏剛, 本田裕貴, 染谷俊介, 田澤周平「高層集合住宅の内装・設備工事における多工期同期化工程計画手法」, 日本建築学会計画系論文集 78(683), 193-201, 2013
- 19) 市川学, 出口弘, 田澤周平, 志手一哉「ABMを用いた集合住宅内装工事モデルの構築」コンピュータソフトウェア31(3), 361-364, 2014
- 20) 林見士, 志手一哉「組み立て建築の施工における計画指標の考察」日本建築学会大会(関東)学術講演梗概集.建築社会システム, 151-152, 2015
- 21) 加藤昭吉「計画の科学 どこでも使えるPERT・CPM」, 講談社, 1965
- 22) Curtis R. Cook (著), 中西全二 (監訳)『実務で役立つプロジェクトマネジメント』翔泳社, 2006
- 23) エリヤフ・ゴールドトラッド (著), 三本木亮 (訳)『ザ・ゴール—企業の究極の目的とは何か』, ダイヤモンド社, 2001

適正な工期の確保に向けて

一般社団法人日本建設業連合会 建築生産委員会 施工部会 副会長 加藤 亮一
(鹿島建設株式会社 建築管理本部 建築工務部 専任部長)

1 はじめに

2000年6月、東京都港区六本木の大規模再開発工事の起工式が華々しく執り行われ、2003年4月末のグランドオープンに向けて工事が始まった。

この再開発の中心は、地下6階・地上54階・延床面積38万㎡超の巨大オフィスビルである。これを33ヵ月の工期で完成させるプロジェクトが、この日から完成に向けて、元日だけを除く1年364日24時間体制で始まった。

この巨大オフィスビルの超短工期は、その後の建築工事の工期設定に大きな影響を与えることになった。

2 短工期の要求

ゼネコン各社は、1997年以降の建設投資の激減に伴う競争激化から、コストだけではなく、他社との差別化のために短工期をアピールして工事を入手することが多くなった。

民間建築工事において、短工期は発注者にとって事業計画に大きなメリットがあるので、「あの工事を**ヵ月で完成させたのだから、今度はもっと短くできるでしょう」と、施工者への要求は次々と高いものになり、ゼネコン各社はそれに応えるべく持てる技術力を駆使し、施工技術を新たに開発し、最後は社員と作業員の気力・体力に頼って、求められる短工期を何とか実現してきた

が、他社との差別化という謳い文句のもと、「工期のダンピング」を行ってしまったのかもしれない。

短工期を実現した新技術も、次からは当たり前の技術として扱われ、更なる短工期を求められる循環になってしまった。

我々施工者は、どこかの時点で限界点を超過してしまったのに気付かず、「まだいける」と、今もなお更なる工期短縮に取り組んでいるのかもしれない。

図1は、(一社)日本建設業連合会(以下、「日建連」という)参加企業の1985年以降に着工した高層オフィスビルの施工実績から、「1階を作るために何ヵ月かかるか」を算定しプロットしたもので、全体工期(月数)を地下と地上の階数を足した全体階数で割った単純な指標であるが、1999年着工までの平均値が1.22ヵ月であるのに比べ、2000年以降着工は1.02ヵ月と、約16%短縮されている。これは、かつて36ヵ月の工期が一般的であった超高層ビルを、30ヵ月で完成させる計算になり、筆者の感覚とほぼ一致する。

3 長時間労働

そもそも建築工事は、定時(多くは8:00)から始まる作業を効率化するための準備作業を早朝から行ったり、コンクリート打設後の金鍍押さえ作業を深夜・早朝まで継続せざるを得ない等、長時間労働が避けられない業態であるが、かつては、これらの特殊作業にはローテーションを組ん

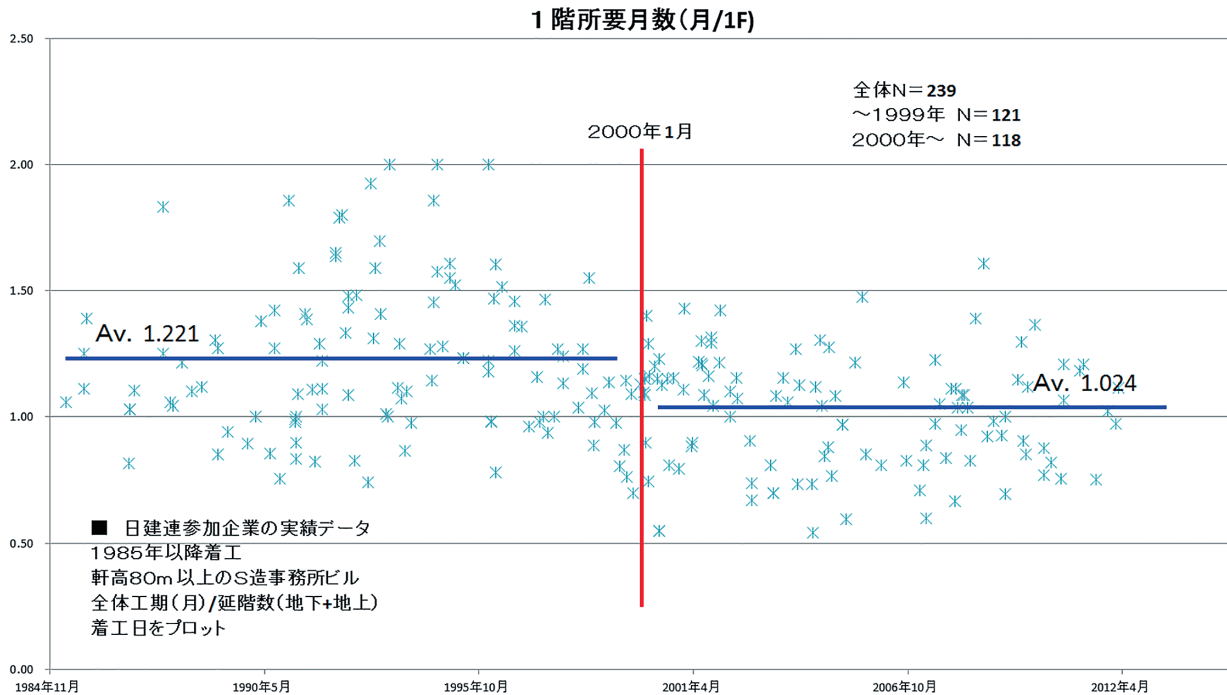


図1 1階所要月数(月/1F)

で対応するなどして個人の労働時間の管理を行ってきた。

しかし、競争激化後はコスト競争から労務費の削減を求められ、技能労働者・建築技術者共に人数を絞り、対応せざるを得なくなったため、ローテーションを組むことが難しくなりました。

更に、都内の一部再開発工事など24時間作業を前提とした工期設定で発注される工事も多くなってきており、技能労働者・建築技術者の絶対数が

少なくメーカーのような3交代制を採ることが難しい建築工事業は、結果として個人の労働時間が長い業態となってしまった。

図2に示すように、建設業の労働時間は全産業に比べ1987年では(2,288時間/2,111時間)8.4%長かったが、2014年にはその差が(2,094時間/1,788時間)17.1%と大きく開いている。

これは全体平均値であり、工期が厳しい工事ではどのような環境にあるかは容易に想像がつく。

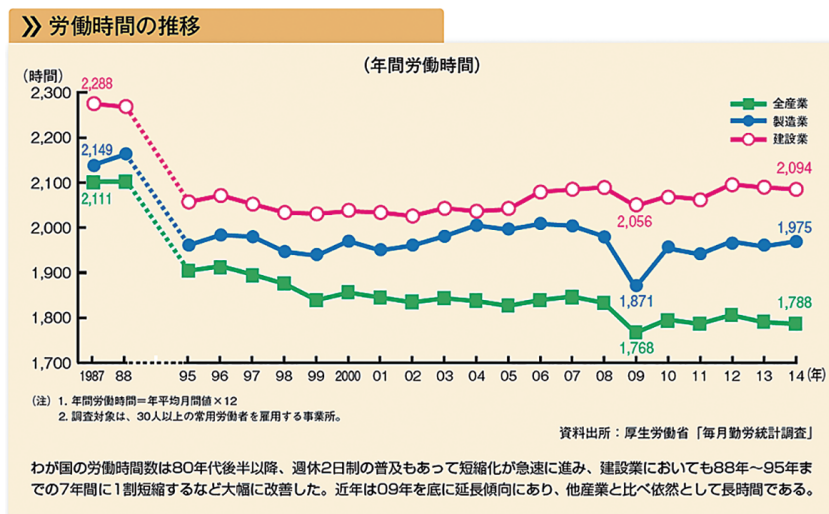


図2 年間労働期間の推移

4 作業員不足

2020年の東京オリンピック開催に向けた諸施設の整備工事が人手不足で遅滞する懸念から、国交省は2015（平成27）年に「建設分野における外国人の活用に係る緊急措置」を発表し、外国人労働者の受け入れを本格的に推し進めることになった。

そもそも今の建設作業員不足は、少子化が主原因ではなく、建設業が魅力ある仕事ではなくなったため、若年層の就業者が減少したことが最大の要因と考えられる。

図3に示すように、2014年時点の建設業就業者数は505万人で、ピーク時（1997年）の74%程度まで減少している。建設投資額は更に減少（ピーク時の61%）しており、就業者数の変化は妥当のように思えるが、深刻な問題は年齢構成である。

図4に示す建設就業者数の年齢階層別推移を見ると、34歳以下は1997年には30%を超えていたが、2013年には19.2%と激減している。一方、55歳以上は就業者数が減少していなで、24.1%であった比率が34.3%と高くなっている。20世紀末に働き盛りだった技能労働者がそのまま21世紀になっても働き続けてくれている実態が見えてくる。今後34.3%を占めている55歳以上が順次リタイアしていくことは間違いなく、建設業の就業者数が激減することは避けられない状況にある。

そこで、外国人労働者に期待することになったが、言葉の問題だけでなく、昔から培われてきた「職人気質」に期待している品質や安全に関する意識を日本人と同等にすることは、簡単なことではないと思われ、日本の建築生産システムを根本から見直す必要があるように思われる。

建設業就業者数の推移

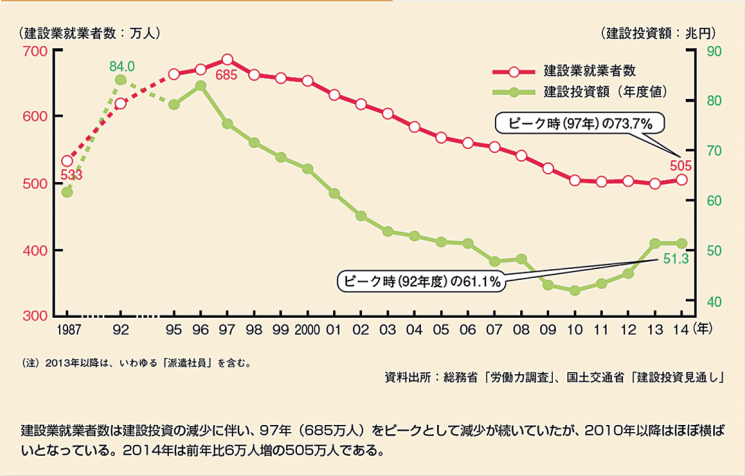


図3 建設業就業者数の推移

就業者の高齢化

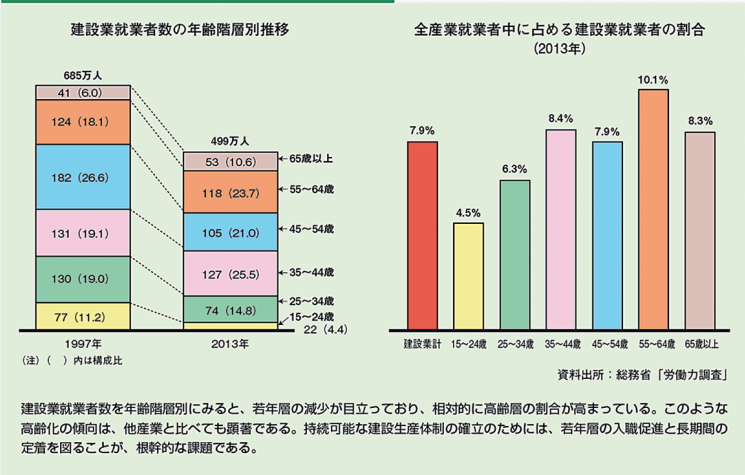


図4 建設業就業者の年齢階層別推移

5 適正な時間の必要性

若者の価値観の変化に伴い、早朝出勤・残業・休日出勤のある業種は著しく人気がなくなっており、長時間労働が常態化しているゼネコン各社は、今やブラック企業と見なされ、大学の建築学科の学生に人気のない職種となっている。

技能労働者は、5Kなどが重なって更に不人気で、専門業各社の若年作業員確保は絶望的な環境にあり、日本が誇る建築技術の伝承が危機的状況におかれている。

若者の入職者が著しく少なくなっている最大の

要因は、長時間労働であることは明白である。若年層の入職を促すには、ワークライフバランスが最重要であり、建設業がその環境を確保するためには、現場に「適正な時間」が必要である。

コストに関しては「時価」での見積が行われるので、需要と供給のバランスによって、公平性がある環境での競争となるが、時間に関しては発注者と請負者の間には一旦短くした工期を元に戻す調整機能が働かないため、今後も際限なく短工期化していく可能性があり、このままでは永遠に魅力ある建設業になれない懸念がある。

6 適正工期の算定

誰もが納得する「適正な工期の設定」ができれば、ここまで述べてきた諸問題は解決するが、誰もが納得する工期算定手法は存在していなかった。

2014年6月に公布された改正品確法に、発注者責務として「適切な工期設定」が掲げられており、これが「担い手の中長期的な育成・確保」と「公共工事の品質確保」に必要な認識を示されていた。

日建連では国交省官庁営繕部との意見交換を通じて「適正工期」を算定するプログラムの必要性を確信し、誰もが納得する工期算定手法を定めるべく、日建連会員各社のノウハウを集めてプログラム策定作業を進めることとした。

日建連施工部会参加企業のうち8社に協力依頼をし、各社の精鋭12名を招集した。2014年11月から週1回のペースで、適正工期算定プログラムを策定する作業が始まった。

まずは、工事工程に影響を与えると考えられるパラメータ（工種、仕様など）の洗い出しを行い、200を超える項目を設定した。次に、これらの歩掛りを設定するのであるが、各社が保有している歩掛りの基準単位（例えば、/㎡なのか/人なのか）が異なっており、整合させる作業はかなりの時間を要した。

また、工程表の表現についても各社の考えが微妙に異なっており、これの整合にも多くの議論を重ねた。

週1回の策定会議は、いつか会社の垣根を越え、あたかも何かの研究室で議論を交わしているかのような雰囲気になっていった。

2015年夏に、「延床面積6,000㎡程度の一般的地方自治体庁舎」をモデルとした「適正工期」を算定し、国交省官庁営繕部から「週休2日等の適正な工期設定の考え方に基づいており、改正品確法の基本理念にも沿ったものとして、官庁営繕部で参考にするほか、地方公共団体への紹介を検討したい。」との評価を受けた。

この度、プログラム策定作業が完了し、発表・市販の目処が立ったので、ここからは、その詳細について報告する。

7 建築工事適正工期算定プログラムの概要

このプログラムは、ユーザーが入力する建物データにより、適正工期をネットワーク工程表として自動作成する。

建物データとして、図5～7のような入力画面で、階数、面積、構造、外装仕上げ、各階部屋数など工程に影響する主な項目を入力すると、その建物データを基に、杭、山留、掘削、型枠、鉄筋、鉄骨、外装・内装など、主要な工事数量が自動算出され、日建連の保有する施工歩掛りに基づいた工程が算出される。

各工事は、予め設定された施工手順に従い組み立てられ、ネットワーク工程表に表現され、クリティカルパスや出来高曲線の表示もできる（図8参照）。

各工程に採用された歩掛り、作業員などの投入数は、別表で一覧表示することができ、作成された工程の根拠が明確に分かるようになっている。

「適正工期」を算定する大原則として、1日8時間作業を基本とし、完全週休2日と年末年始・

夏期の連続休暇の取得を前提にした上で、地域によって異なる降雨・降雪等による作業不能日を考慮している。

これら前提により算定された工程は、工程表の右上欄の「日建連適正工期」と表示されるようになっている。

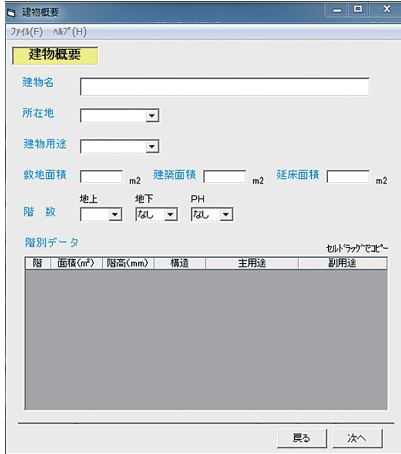


図5 建物概要入力画面例

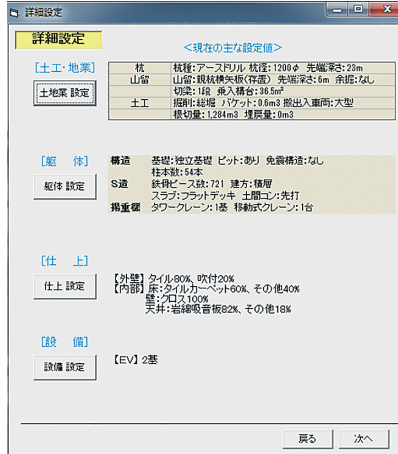


図6 詳細設定入力画面例

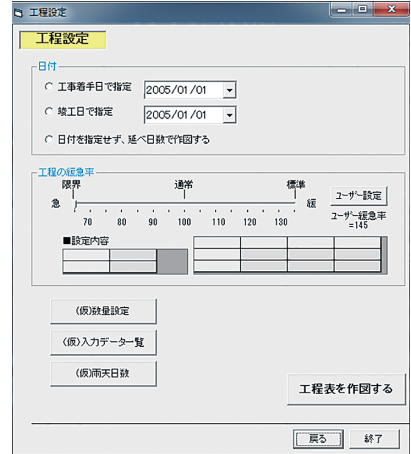


図7 工程設定入力画面例

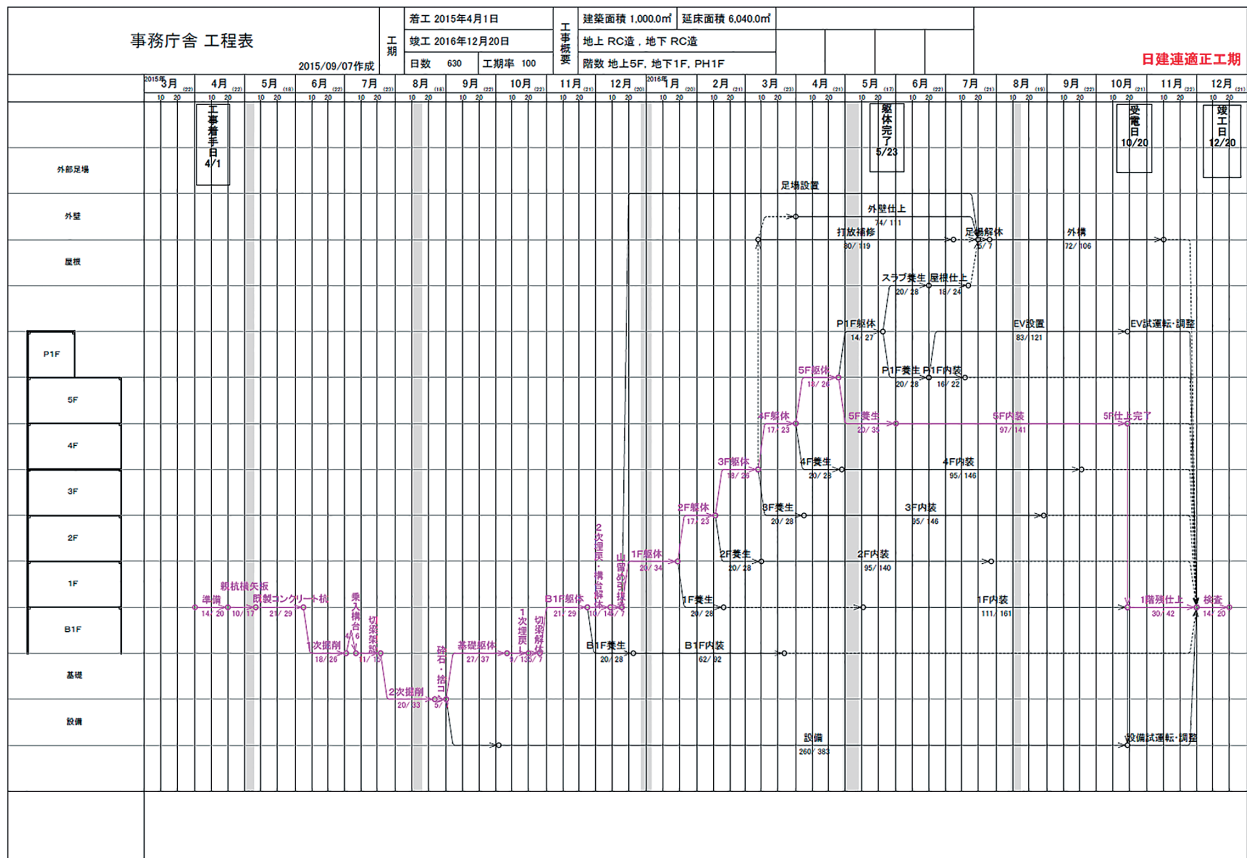


図8 適正工期出力図例

適正工期を算定するプログラムだが、前提のほか、歩掛りや投入数を見直すと、作業期間が伸縮し作業の開始日も変化するなど、工程のシミュレーションがリアルタイムで表示できる便利な機能も有している。しかし、これらの機能を使って前提条件を変更した場合は、「日建連適正工期」の文字が消え、日建連が設定した「適正工期」ではないと分かるようになっている。

今回発表・市販するプログラムは、第一段階として、建物種別5種類（事務所、集合住宅、学校、工場・倉庫、医療施設）と構造3種類（S・SRC・RC造）を対象としている。また、地域性、敷地条件等の要素を加味して算定する仕様になっている。

8 建築工事適正工期算定プログラムの使い方

1) 企画段階

自動算定システムを有しているので、設計作業を始める前の企画段階では、具体的な建物データを入力しなくても、最も可能性が高いと思われる条件を自動選択し、それを基に概算で工事数量を算出し工程を算定する。自動設定された条件は一覧表示できるので、どのような条件が自動選択されたかを把握することができる。

企画の進捗に合わせて、具体的な建物情報に入れ替えることで、より現実的な工程表になっていく。

2) 基本設計段階

構造形式、基本的なプランや外装の仕様が決まれば、その情報を基に躯体の数量を自動算出し、より現実性が高い適正工期が算定される。

3) 詳細設計段階

設計図書がまとまり積算ができる段階になれば、具体的な躯体数量を直接入力して工程を算出

し、正確な適正工期を算出することができる。

9 おわりに

ここまで述べてきたように、この建築工事適正工期算定プログラムは、プロジェクトのごく初期から適正な工期を確認することができるようになっており、非常に汎用性が高いプログラムになっている。

今後は、免震構造・PC構造や逆打ち工法等も対応できるようにすべく、引き続き日建連としてプログラムのブラッシュアップを続けていく。

また、技術や機械の進歩に伴って歩掛り等が変化すると思われるので、これらにも注意を払い、常に最新の算定基準であり続けるようメンテナンスしていく方針である。

この建築適正工期算定プログラムを多くの発注者に認め活用していただき、現場に「適正な時間」を確保して、多くの若者が入職してくれる魅力ある建設業になることを期待する。

適正工期の確保に向けて

一般社団法人日本電設工業協会 専務理事 池内 眞一

1 はじめに

(一社)日本電設工業協会(以下、電設協)は、電気設備工事を専業とする企業・団体で構成される団体である。電気設備工事は建築工程の終盤を担っていることから、工程の遅れに大きく左右され、品質管理や安全管理への影響が問題となっている。

電設協では、平成25年度アクションプランに「適正な価格・適正な工期での受注の確保」を掲げ、適正工期の確保を始めとする建設生産システムの関係者相互間における公正で合理的な関係の構築を目指し、また、適正な受電時期の設定に向けて取り組んでいる。以下に活動状況・成果を紹介する。

2 建設生産システムの関係者相互間の合理化に関する取組み

1) 基本契約書、設計変更の実態について

電設協会員企業を対象に平成22年3月に実施した「設計変更に伴う残精算のアンケート調査」結果では、元請負人との間でトラブルのあった企業は回答者の76%にのぼる。また、具体的な問題として、口頭での見積依頼や契約締結前の工事着手、不当に低い請負代金による契約締結の強要、工事完成後や日付を遡っての契約締結、追加・変

更工事における費用負担の片務性等が挙げられており、これらの不合理な取引関係が会社経営に大きな支障となっている。

電設協では、元請・下請関係の公正で合理的な取引関係の構築を目指し、以下の事項をゼネコン団体へ要請した。

(1) 見積条件の具体的内容の明示及び書面による提示

見積依頼をする際には、工事の具体的な内容及び建設業法施行令第6条で定める見積期間の設定等の書面による提示、両当事者間の十分な協議のもと、適正な手順での徹底。特に、建設業法第19条第1項で定められている14項目のうち請負代金を除く項目については出来る限り具体的な内容の提示。

(2) 請負契約書における具体的内容の明示と着工前による契約締結

請負契約の締結については、建設業法第19条に基づき、建設工事標準下請契約約款又はこれに準拠した内容による契約書により、具体的な工事内容、適正な請負代金及び支払方法、着工及び完工の時期、設計変更・工期の変更、請負代金の変更に関する定め等を明示した契約書を当該建設工事の着工前に書面で締結することの徹底。

(3) 請負代金の決定に当たっての指値発注の禁止

請負代金の決定に当たっては、下請電気設備工事業者(以下、「下請負人」という)と十分な協議をせず、又は下請負人の協議に応じることな

く、元請負人総合工事業者（以下、「元請負人」という）が一方的に決めた請負代金を下請負人に提示し、その額で下請負人に契約を強制する、いわゆる「指値発注」の禁止。

(4) 追加・変更工事における書面による契約と着工前の契約締結の徹底

当初の請負契約通りに工事が進行せず、工事内容に変更が生じ、工期又は請負代金に変更が生じた場合に、口頭による見積り依頼や指値による契約、追加・変更契約締結の拒否、やり直し工事における一方的な費用負担等の実態がある。

当初の請負契約書を締結する場合と同様に、追加・変更工事についても、両当事者間の協議等適正な手順により、着工前に書面で変更契約書の締結の徹底。その際の見積り依頼については、追加・変更工事の内容や見積り期間が明確な書面による依頼。

(5) 追加・変更工事の全体数量が着工前に確定できない場合の対応

工事の状況により、追加・変更工事の全体数量が工事着工前に確定できない場合は、下記の内容を記載した書面を追加・変更工事の着工前に取り交わした上で、追加・変更工事の全体数量の作業内容が確定した時点で遅滞のない契約変更の手続。

- 当該追加・変更工事が契約変更の対象になること及び契約変更を行う時期
- 追加・変更工事として施工を依頼する工事の具体的な作業内容
- 追加・変更工事に係る契約単価の額

(6) 赤伝等相殺処理をする際の両当事者間の合意に基づく契約

赤伝等相殺処理を行う場合は、当該事項の具体的内容を、請負契約の両当事者間の対等な立場における合意に基づき、契約書面に明記。

(7) 適正工期の確保に向けて

電気設備工事は建築業者の工程管理に大きく左右され、無理な工程によるコストアップや品質管理・安全面への影響が著しい。工事現場における工程管理を始め、品質管理や安全管理等の施工管理が適切に行われるよう、元請現場担当者の施工

管理能力のより一層の向上を図るとともに、発注担当者や関連工事会社との的確な調整の実施。

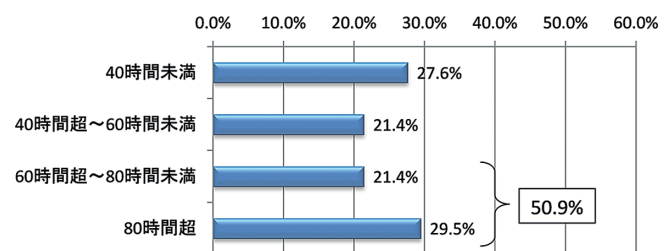
2) 現場管理社員の労働条件の実態について

工程遅れによる「しわ寄せ」が工期終盤を担う電気設備工事会社に大きくのしかかっている。このため、過重労働や経費の増加、現場の安全への影響が懸念されるとともに、建設工事の品質、性能の低下等の弊害をもたらす、企業の健全な維持、発展をも揺るがしかねない重大な問題となっている。

本来、元請業者が行うべき作業を電気設備工事業者の主任技術者等の現場管理社員が担っていることなどが超過勤務の要因となり、長時間労働や休日出勤の常態化だけでなく、深夜作業に及ぶストレスも相まって、心身両面において健康に障害が発生し、就労できなくなる事態も生じている。また、所定外労働（超過勤務）を行っている現場管理社員に対して割増賃金を支払う等、会社経営にも大きな支障となっている。

電設協会員企業を対象に「現場管理社員の労働条件等に関するアンケート調査」（平成23年8月実施）を行ったところ、現場管理社員の約半数が60時間超の所定外労働（図1）をしており、週休日についても4週4休以下が約60%を占めている実態（図2）が浮き彫りになった。所定外労働が発生する要因としては、工程遅れや本来、元請業者が行うべき業務を下請負業者が肩代わりしていること等が大きな割合を示している。

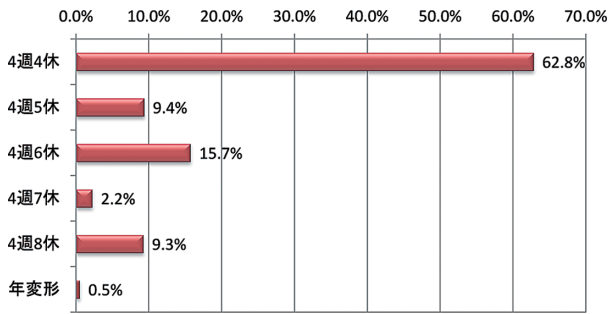
以上を踏まえ、電設協では、建設生産物の品質



注1) 回答は受注属性（官公庁・民間、元請工事（分離発注）・下請工事（一次下請））ごとに回答をいただいております、その総数は756社。

注2) 元請工事、下請工事とも同じ傾向にある。

図1 所定外労働時間の実態



注1) 回答は受注属性(官公庁・民間、元請工事(分離発注)・下請工事(一次下請))ごとに回答をいただいており、その総数は756社。
注2) 元請工事、下請工事とも同じ傾向にある。

図2 週休日の状況

や性能を確保し、顧客に対して良質な電気設備を提供するとともに、現場管理社員が健康を保持し生活のための時間を確保して働くことができるよう、現場管理体制の改善を図るため、以下の事項を国土交通省を始めゼネコン団体、設計事務所団体へ要請した。

(1) 適正工期の確保

- a) 4週8休(完全週休2日制)や不稼働日を考慮した工期設定(計画的工期設定)
- b) 試験運転調整期間を考慮した工期設定(概成工期)
- c) 前工程の建築工事が遅れた場合には、発注者、元請業者と下請業者が協議し、マスター工程表の竣工日を伸ばす等の対応
- d) 工事施工中における工程確認の徹底
- e) 工期変更に伴う確実な精算
- f) ノー残業デーの実施、現場の土曜閉所等の取り組みの実施

(2) 設計図の精査

コンサル段階での現地調査を行って現場の状況を把握するとともに、施主の要望事項を十分に盛り込んだ精査された設計図の作成。

(3) 現場管理体制の強化

- a) 現場管理体制のより一層の強化
- b) 発注担当者や設計会社、関連工事会社との的確な調整の実施
- c) 本来、元請業者がすべき業務の明確な線引き
- d) 建設生産システム合理化推進協議会が作成した「電気設備工事に関する施工条件・範囲リス

ト」の活用

- e) 疑義に対する回答、指示を速めるため、ワンデイレスポンスの導入

(4) 安全・品質等に伴う資料の低減

- a) 書類の簡素化・統一化
- b) 電子納品に伴う提出書類の精査

(5) その他

「建設業法令遵守ガイドライン(改訂)一元請負人と下請負人の関係に係る留意点」の遵守。

3) 設計図書の精度向上に向けた取組み

「設計図書の不備」によって、予定以上の人員配置によるコストの増大、工期の圧縮等、大変な業務負担となっていることから、「設計図書の不備等に関するアンケート調査」を実施した。調査結果によると、設計図書の不備は、設計事務所又はゼネコン設計部門の管理能力不足に起因するところが大きく、また、不備の主な内容は、「客先の要望が反映されていない」、「他設備との納まりがされていない」の2点に集約されることが分かった。

また、アンケート調査結果で寄せられた共通の意見を整理した「設計図書の精度向上に向けて」をまとめ、電設協ホームページに掲載するとともに、平成27年10月1日(木)札幌市で開催された電設協の会員大会において、「適正工期の確保に向けて～設計図書の現状と課題～」と題した基調報告を行った。



図3 2015年度会員大会基調報告

現在は、設備設計事務所が受け取る設計図書の時点で漏れないようにしていただくため、電気設備の観点からチェック項目を整理し、設備関係団体と情報共有を図り、対応策の検討を進めている。

3 工程遅れの事例

事例1) 図4は、建築工程の遅れにより、計画に比べ実施人工が約2倍になりその経費も約2倍、経費増大により利益を圧迫、また突貫工事となったため不具合箇所が多発しそのクレーム対応に引渡後6ヵ月もかかった事例である。

事例2) 建築工事が遅れていても、契約時の工程で受電が強行される。最悪の場合、電気室となる場所に壁も何もない状態でも突貫でキュービクルを搬入し、高圧ケーブルを敷設、耐圧試験等必要な試験後、無理に受電している。

しかも電灯盤、動力盤が設置できていない個所が多く、機器の総合試験調整ができない。その後、すでに設置できた機器や、搬入したキュービクルは、埃まみれで清掃、補修に相応のコストが

かかっている。

4 適切な受電時期の設定に向けた取組み

1) 経緯

(1) 規制緩和

平成12年に需要設備の「使用前検査」から「使用前自主検査」へ規制緩和されたことに伴い、受電時の建築工事完成度が不十分な工事が増加し、その後の電気設備工事に無理な工程を強いる結果、品質・性能・安全面への影響や労働環境の悪化が大きな問題となっている。

このため、当協会では、自家用電気工作物の工事における安全と品質を確保することにより、顧客に対して良質な電気設備を提供することができるよう、平成22年4月、技術・安全委員会に適正受電検討WGを設置し、最適な受電時期の設定や工事の保安監督の職務を担う電気主任技術者の地位向上（重要性のPR）を目指した取組みを進めている。

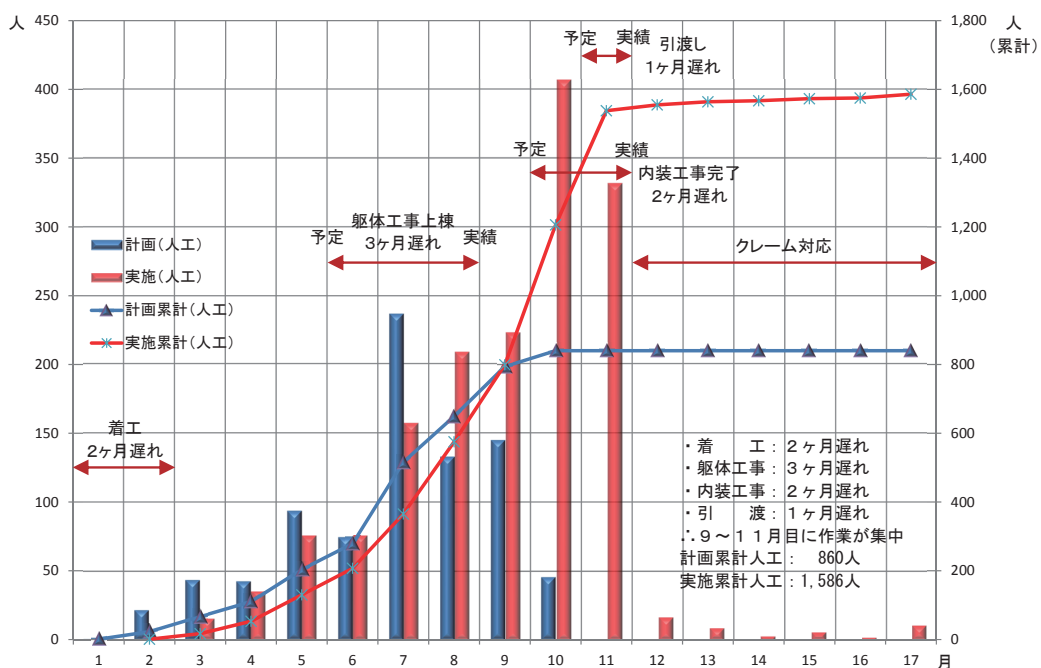


図4 工程遅れによる作業人工の増加例

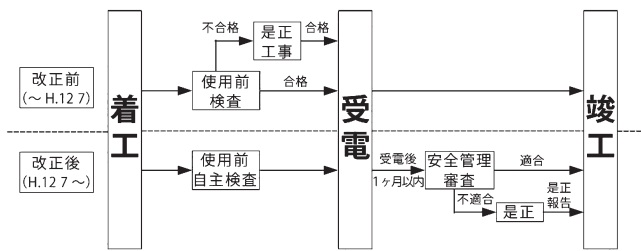


図5 着工から竣工までの検査工程比較

(2) 自家用電気工作物の設置及び受電時期設定の手引き

平成23年12月に「自家用電気工作物の設置及び受電時期設定の手引き」（以下「手引き」という）を策定し、会員に通知するとともに、国土交通省、経済産業省、及びゼネコン団体を始めとする関係団体に、適正な受電時期の設定による電気設備工事の安全と品質確保の取組みを説明し、協力を要請した。

「手引き」は、自家用電気工作物設置の工事において重要なポイントとなる(1)自家用電気工作物の設置に際しての電気事業法や消防法など関連法規に基づく種々の手続きの知識と(2)受電前の建築工事の工程チェックを含めた電気設備の出来高のチェックと適切な工程管理による受電時期設定の考え方と建築を含む他業種との調整についてまとめたものである。

以下に、「手引き」の一部を紹介する。

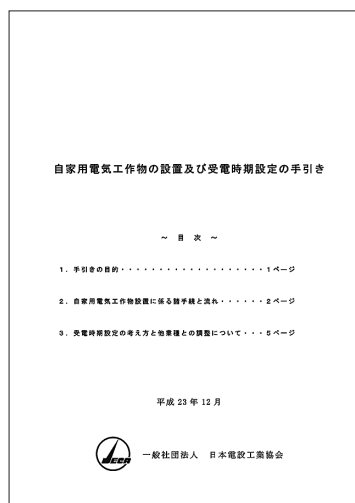


図6 自家用電気工作物の設置及び受電時期設定の手引き

適切な受電時期を確保するには他業種との調整が必要不可欠であり、1. 工事契約時、2. 工事着手時、3. 工事期間中、4. 受電予定の1ヵ月前、受電日前後の各段階で、各関係者と適宜確認・調整することが重要である。

1 工事契約時の確認事項

- ①竣工・引渡し時期より逆算した最終試験調整期間及び受電時期を明確にした基本工程表を作成し、設計事務所の事前確認を経た後、工事計画書に添付し施主に提出する。
- ②建築工程が諸条件により遅れた場合の工程調整及び対応方法についての内容を、覚書等に記載して関係者間で取り決める。
また、設計変更発生時の処置や対応についても同様に明確化を図る。
- ③施主に、工事着手30日前までに自社社員又は外部委託会社との直接契約にて、電気主任技術者の選任を実施していただくことを要請する。
- ④施主に、選任した電気主任技術者に対して、施主定例会議・工程会議への出席、電気保安面からの指導・助言における法律上の権限を与えていただくことを要請する。

2 工事着手時の確認事項

施主、設計事務所、各設備工業者が出席する総合定例会議等で受電時期の他、次の事項を明確にし、関係者全員の認識の共通化を図る。

- ①建築工事等の各設備工事の全体工程と電気設備工事全体工程における確認事項
 - ・受変電機器、中央監視機器の搬入開始時期
 - ・使用前自主検査及び安全管理審査の時期
 - ・受電予定日と設備機器への送電開始時期
 - ・建物としての重要機器、システムの試験調整日数
 - ・総合停復電試験時期
 - ・電気引き込み（外構）と各インフラ工事開始時期
 - ・その他（防災関連機器の搬入開始時期）
- ②建築関連工期の工程上の取決め時に確認しておくこと。

- ・鉄骨建方終了と躯体工事終了時期
- ・地下階からの仕上げ工事開始時期
- ・各電気室、EPS、防災センター（中央監視室含む）の仕上げ工事終了時期

③電気主任技術者の選任結果の確認

3 工事期間中の確認事項

- ①工事着手時に決まった建築全体工程について、建築工事工程の進捗状況と電気工事の毎月の出来高（完成度）を照合確認する。
- ②仕上げ工程が遅れた場合には、建築工事の担当者へ次に示す工程変更等の調整を申し入れる。
 - ア. 各電気室のあるフロアの仕上げ工事が遅れた場合、各電気室の床シンダーコンクリート打ちなどの内部仕上げ工事を優先して仕上げる
 - イ. 各フロアの仕上げ工事が遅れてきている場合、電灯・動力幹線が通るEPS等の仕上げ工事を優先して仕上げる
 - ウ. 引込みルートに係る外構工事が遅れた場合、衛生工事区分も含め優先して仕上げる
- ③各電気室の空調換気、給排水等の付帯設備に不備のないこと。
 - ・換気量
 - ・室温管理
 - ・電気室等に関わりのない配管、ダクト等の通過や敷設のないこと
- ④受電予定日の最終確定を、各関連工事の進捗状況やその他の付随条件等に基づいて電気主任技術者とともに進め、その結果の承認を施主及び設計事務所に要請する。

4 受電予定の1ヵ月前の確認事項

- ①受電予定日の1ヵ月前に、工事着手時に官公庁に提出した「工事計画届出書」を現場の状況と照らし合わせてチェックする。
- ②受電までの工事出来高（完成度）の目安を基準に、工事計画書の通りに施工されているかチェックする。
- ③各電気室及び電気専用のEPSに電気設備に関わりがない機器、配管・配水管等がないことを確

認する。

- ④各電気室内の止水処理を確認する。
- ⑤各電気室、高圧（特別高圧）ケーブル敷設部の防火・防煙区画貫通処理を確認する。
- ⑥各電気室内の未成工事が無いことを確認、検査する。

5 受電までの工事出来高（完成度）の目安

- ①電力引き込み設備（電力引き込みシャフトは自主検査時から施錠する）100%
- ②各電気室（電気室は自主検査時から施錠する）100%
- ③防災センター（中央監視室含む）（変電室と同様自主検査時から施錠する）100%
- ④幹線設備

・高圧幹線設備	100%
80～90%程度	・低圧幹線設備 80%
- ⑤動力設備（動力制御盤を含む、制御盤接続からのモーター接続まで）80%程度
（盤内ケーブル接続、成端までは100%）
- ⑥電灯コンセント設備（電灯分電盤の面数、配線器具類の個数から）50～70%程度
（盤内ケーブル接続、成端までは100%）
- ⑦照明器具設備（照明器具の全台数より）50～70%
- ⑧電力会社給電所との通信設備 100%
- ⑨その他関連設備（自家用発電機設備、UPS設備、蓄電池設備、太陽光発電設備など）受変電機器との接続は完了していること
（注）届出た電気工作物に未完成部分が生じた場合は、全ての設備が完成した時に再度総合的な使用前自主検査の評価を行うこと。

6 受電日前後の確認事項

- ①受電日までには、各設備への「送電計画書」を作成する。
- ②電気室の入り口の扉が施錠できることを確認する（立入禁止標示を含む）。
- ③受電日までには、消火器を設置する。
- ④受電までに、盤内清掃、増し締めマーキングの実施を確認する。
- ⑤工事用仮設電源を引き出すため、本設分電盤に仮設電源ケーブル引き出し用のMCCBを設置

- (又は引き出し用の端子台を設置) する。
- ⑥EPSに本設分電盤がある場合は、EPS入り口の扉が施錠できるように、仮設ケーブル引き出し用スリーブを取り付けておく。
- ⑦揚重用リフト等、工事中仮設電源が必要な設備についても同様に考慮する。
- ⑧本設エレベータの仮設使用は、使用前自主検査要領に基づき検査し、記録を保管する。
(「自家用電気工作物の設置及び受電時期設定の手引き」より)

(3) 工事出来高 (完成度) チェックシート

平成26年5月に前記の「手引き」を踏まえた「工事出来高 (完成度) チェックシート」を作成し、保安規程の施工段階からの適用に向けた対象項目の整理と「電設協版 保安規程 (案)」の作成を行った。

・「工事出来高 (完成度) チェックシート」は、現場における建築工程のチェックと各電気設備の出来高を確認するためのツールとして作成したものであり、「電設協版 保安規程」においては、(一社) 日本電気協会保安規程をベース

に、電気主任技術者が具体的に工事を計画、実施する上での必要事項を整理するとともに、新たに、工事の実施に関連して、「適切な完成度など保安上支障のないことの確認」に係る規定、及び、「受電前出来高 (完成度) の主任技術者による確認」に係る規定を追加するなど、電気主任技術者が保安上支障のない事を確認して受電を行うことを明確にした。

- ・平成26年度以降、各会員企業の現場でこれらのツールを活用し、自家用電気工作物の工事における安全と品質の確保に向けた取組みを進め、関係者相互間での受電時期までの工事出来高チェック体制の確立を目指している。

(4) 国土交通省へ要請

国土交通省に対しては、従来から、工期設定における受電時期の明記や概成工期¹の確保を要請してきており、これを踏まえ、改正品確法及び同法に基づく「発注事務の運用に関する指針」を受けて平成27年3月に策定された「営繕工事にお

1 「概成工期」とは、建築物等の使用を想定して総合試運転調整を行う上で、関連工事を含めた各工事が支障のない状態にまで完了しているべき期限をいう。

受電前工事出来高 (完成度) チェックシート

対象設備	確認年月日	確認項目	目標 [%]	進捗率 [%]	備考
①電力引き出し設備 □ 引き出し □ 引き線路 □ 責任分界点		□ 電線の敷設及び接続 □ 接地線の接続 □ 電線標示 □ IP3等の施錠	100		□ 必要箇所の 未定検査 □ 必要箇所の 施錠管理
②各電気室 □ 配分 ①CS/S1 ②CS/S2 ③CS/S3 ④CS/S4 ⑤CS/S5 ⑥CS/S6 ⑦CS/S7 ⑧CS/S8		□ 設備の設置 □ 電線及び接地線の接続 □ 電線標示 □ 電気室の施錠	100		□ 必要箇所の 未定検査 □ 必要箇所の 施錠管理
③電気制御設備 □ 電気制御盤 □ 中央監視設備		□ 電気制御盤の設置 □ 中央監視設備の設置 □ 各種機器の接続	電力監視 100 監視以上	電力監視 ○○○ 電力監視 ○○○	電力監視 本実施 電力監視 本実施
④高圧分電盤 □ 電気室の電圧 □ E P S 等 □ 備用電源の電圧、 動力線の接続		□ 電線の敷設及び接続 □ 接地線の接続 □ 電線標示 □ IP3等の施錠	100		□ 必要箇所の 未定検査 □ 必要箇所の 施錠管理
⑤低圧分電盤 □ 電気室の電圧 □ E P S 等 □ 備用電源の電圧、 動力線の接続		□ 分電盤、動力線の設置 □ 電線の敷設及び接続 □ 電線標示 □ IP3等の施錠	100		□ 必要箇所の 未定検査 □ 必要箇所の 施錠管理
⑥動力設備 □ 動力用配管等		□ 動力用配管等と配線の 接続	高圧100 低圧80 以上	高圧 ○○○ 低圧 ○○○	高圧 電力監視 電力監視
⑦コンセント設備 □ コンセント		□ コンセントと配線の 接続	70 以上	○○○ ○○○	□ 必要箇所の 未定検査 □ 必要箇所の 施錠管理
⑧照明器具等の一般設備 □ 照明器具 □ その他の器具		□ 照明器具と配線の 接続 □ その他の器具と配線の 接続	70 以上	○○○ ○○○	□ 必要箇所の 未定検査 □ 必要箇所の 施錠管理
⑨電力保安設備 □ 保安設備等 (保電装置のみ)		□ 保安設備の接続	100		□ 電力会社給電 所等との確認 ができること
※その他 (図説参照) □ 発電設備 □ 蓄電設備 □ UPS装置、等		□ 各種機器の設置及び接続 □ 電線及び接地線の接続 □ 電気室、盤の施錠・点検 標識	電力100、 80以上		□ 必要箇所の 未定検査 □ 必要箇所の 施錠管理

注(1) 本規定書には必要電気設備法第106条に基づき、電気事故防止の観点から、設置業者がその責任を負う。
注(2) 未定検査の割合は、全ての設備項目について、検査項目の割合に等しいと仮定して算出する。
注(3) 目標は現時点自主検査に照らして最終目標の進捗率 (達成率) 目安の基準とする。

一般社団法人 日本電設工業協会 注26.5.28 制定 注26.5.30 改訂

図7 受電前工事出来高 (完成度) チェックシートの例

保安規程 (案)

制定: 平成 年 月 日

設置者名	事業場名
設置場所	T E L
業種	
電気主任技術者	氏名 資格 職種 許可 ()
受電電圧・電力	常時供給場所 上V 上W 専任 総括
非常用予備電源装置	V 上W
受電用遮断器	種類 電圧 k V 電流 A 遮断電流 k A
備考	

一般社団法人 日本電設工業協会
Japan Electrical Construction Association

図8 協会標準規程 (案)

る工期設定の基本的考え方」において、第3「適切な工期を設定するための留意事項」の(8)として、「受電の時期及び設備の総合試運転調整に必要な期間を考慮し、適切に概成工期を設定する」事が明記された。

(5) 経済産業省へ要請

定例の意見交換会の場等で、適正な受電時期の設定を目指した電設協の取組みについて説明するとともに、関係者相互間での取組みをより実効性の高いものとするため、電気主任技術者の重要性のPRや工事期間中の立入検査の実施等の施策について、検討をお願いしている。

(6) 関連団体へ要請

ゼネコン団体を始めとする、電気設備工事に関係する各団体には、適正な受電時期の設定を目指した当協会の取組みについて説明し、関係者相互間での受電時期までの工事出来高チェック体制の確立に向けて、協力をお願いしている。

2) 現在の活動状況と今後の取組み

①会員会社に対し「電設協版 保安規程」並びに「受電前工事出来高（完成度）チェックシート」の現場での積極的な活用をお願いするとともに、技術・安全委員会参加企業19社を対象に、「受電前の工事出来高の実態調査（平成26年10月）」を実施した。

- ・対象物件は、平成26年9月～平成27年3月末までの、契約電力200kW以上（事務所ビル5,000㎡程度）の新設物件。有効回答数197件。
- ・対象設備別の平均出来高は、「①電力引込設備」、「②各電気室」、「④高圧幹線設備」については概ね目標の通りに完成している。目標出来高が100%の重点管理項目のうち、「③-1防災センター（電力監視）」、「⑤低圧幹線設備」、「⑥-1動力設備（高圧）」、「⑨電力保安通信設備」は出来高が低い。特に、以下の3項目の出来高が低いことは、受電後の機器の試運転調整に大きな支障を与えることとなり、品質や安全面への影響が懸念される結果となった。

- ・「⑤低圧幹線設備」は、目標100%に対して85%
- ・「⑥-1動力設備（高圧）」は、目標100%に対して57%
- ・「⑥-2動力設備（低圧）」は、目標80%に対して64%

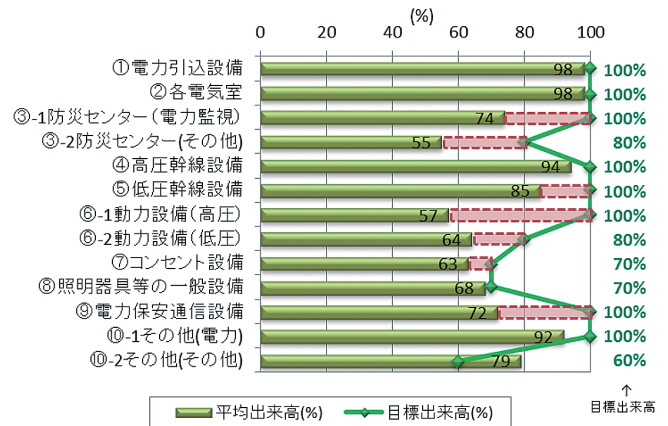


図9 受電前の工事出来高実態調査結果

- ②今後は、上記調査結果に基づき、出来高が低い項目について詳細な分析を行うとともに、引き続き、28年度の受電前の出来高の実態調査を実施する予定である。

5 まとめ

電設協は、今後も国土交通省、経済産業省をはじめ、(一社)日本建設業連合会、(一社)日本空調衛生工事業協会、(一社)日本設備設計事務所協会等の関連団体と協調し、適正な受電時期の設定の重要性及び「受電前工事出来高（完成度）チェックシート」活用による関係者相互間での工程チェック体制の確立、設計図書の精度の向上と精緻な設計図書の重要性の周知・PR活動を通じて「適正な工期での受注確保」に向け活動を進めていく。

適正工期の確保について

—工期のしわ寄せの実態と改善—

一般社団法人 日本空調衛生工事業協会 業務部長 鳥羽 宏

「適正工期の確保について」は、平成20年7月に日本空調衛生工事業協会と全国ダクト工業団体連合会、日本保温保冷工業協会、日本配管工事業団体連合会で、冊子を作成した。その内容は現在においても同じ状況であるため、現状にあわせて修正し、以下に紹介する。

1 工期のしわ寄せの実態とその問題点

(1) 工期しわ寄せの実態

日本空調衛生工事業協会の会員に協力を求め、極端な工期しわ寄せの事例を収集した。その概要は以下のとおりである。

① 工期しわ寄せの発生メカニズム

建築工事着手時のマスター工程では、通常の作業計画で想定した各種工事、各種検査、試運転調整に必要な期間がほぼ確保されており、この工程を前提として積算した価格で契約し、施工準備に着手している。

しかし、次の②で述べる様々な理由により、設備工事が予定の時期に着手できないことがある。それにもかかわらず、建物全体の竣工日を変更しないため、結果的に、設備工事に短工期を強いられている（図1 工事開始時期の遅れの事例）。

前工程の遅延により後工程の着手時期が遅れたにもかかわらず、当初の竣工日を遵守するため、最終段階の工程を担当する設備工事に工期のしわ

寄せが発生している。施主が竣工日の厳守を求め、遅延させた場合には、違約金が発生する等の事情があり、竣工日の拘束力に対する認識は極めて強いが、反面、建築工事を分担している個々の各種工事の工程が記載されたマスター工程の拘束力についての認識は弱く、工事全体の適正な工程管理ができていない事例があった。

② 設備工事が予定通り進まない理由としては、次のようなものがあった。

イ 鉄骨建方、躯体工事や鉄骨吹き付け工事等が、当初のマスター工程に比べ、大幅に遅れた。

ロ マスター工程での設備工事の着手時期になっても、設計内容が確定せず、実質上の施工図（実際の施工の前提になる図面で、施工者が作成する）が作成できない。

ハ 施主が建築内装を着手間際になっても変更するなど、重要な決定、承認が、本来なされるべき時期に行われず、着手間際まで、変更、追加の指示がなされる。現に、請負額が10～20億円程度の設備工事において、変更件数が150件にも上り、当初請負額の50%近くの増加額になる例があった。

③ 設備工事と内装の仕上げ等が同時作業になり、当初の契約時における工期の2分の1から3分の1までに圧縮されて、設備工事に通常の工期が確保されず竣工前の1～3ヵ月間は徹夜

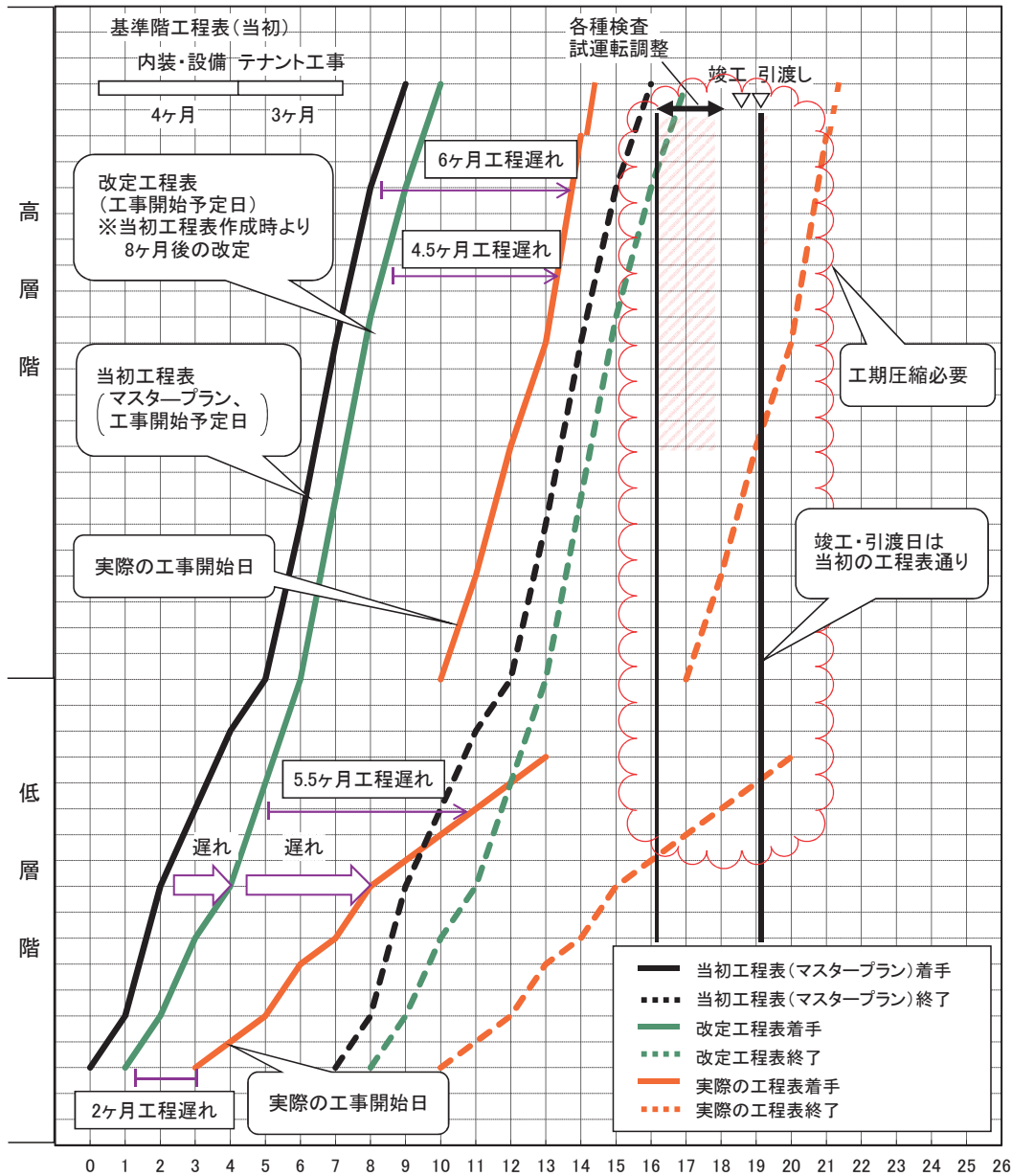


図1 工事開始時期の遅れの事例

の超突貫工事が余儀なくされ、また、作業の輻輳により作業効率が落ちる等以下に述べるような問題が生じている。

(2) 工事原価増加等の事例

工期のしわ寄せにより、工事原価が増加する等の問題が生じているが、その主な例は、次のとおりである。

① 着手時期の遅延に伴うもの

当初の工期に合わせて事前に用意した技能工を、実際の工事が始まるまでの間遊ばせることとなり、それに代わる就労などの補償が必要となるので、技能工を手放した。

また、実際の着手時には、作業員を集めることが困難となった。更に、深夜や日曜、休日の作業に伴う割り増し手当等が発生した。

- ② 必要な人員の増加とこれに伴うもの
- イ 竣工前の超突貫工事の際には現場内が錯綜し、作業効率が極端に悪化し予定の2倍から3倍の技能工を投入せざるを得なくなり、原価が契約時に比べ大幅に増加した（図2 工程の変化と作業人員の変化）。
 - ロ 作業員の増員に対応した移動手段の増設がなく、エレベーターの乗り換えの度に、通常で15分、混雑時は30分程度の待ち時間を要し作業効率が悪化した。
 - ハ 技能工の増員に伴い、他地域、他現場からの移動のための費用や施工機材のリース費用が増加した。
 - ニ 現場残業時の管理や施工段取り、施工納まり検討、他社間調整、設計事務所・建築打合せ、施工進捗管理業務、深夜の揚重等に対応するため、管理職員の増員が必要になり、残業、休日出勤の常態化だけでなく、深夜に及

ぶ残業も多々あった。これらの人件費、宿泊費が増加した。

③ 資材搬入の混乱に伴うもの

- イ 1日当たりの資材搬入時間が短時間になり、その時間帯も日によってバラバラになるなど、資材の搬入時間の制約が強くなって、資材の所定階の間違え、資材の紛失等が発生した。また、割り当てられた搬入時間内で搬入できず、しばしば、一時返却、持ち帰りも余儀なくされた。また、見当たらない資材の搜索のための作業が必要となった。搜索しても、探し当てられなかった場合は、再度発注を行った。工程に間に合わせるため至急便などで対応したが、到着までの間、手待ちとなった。また、後日、当該資材が判明しても、施工が終了しており、使用できなかった。

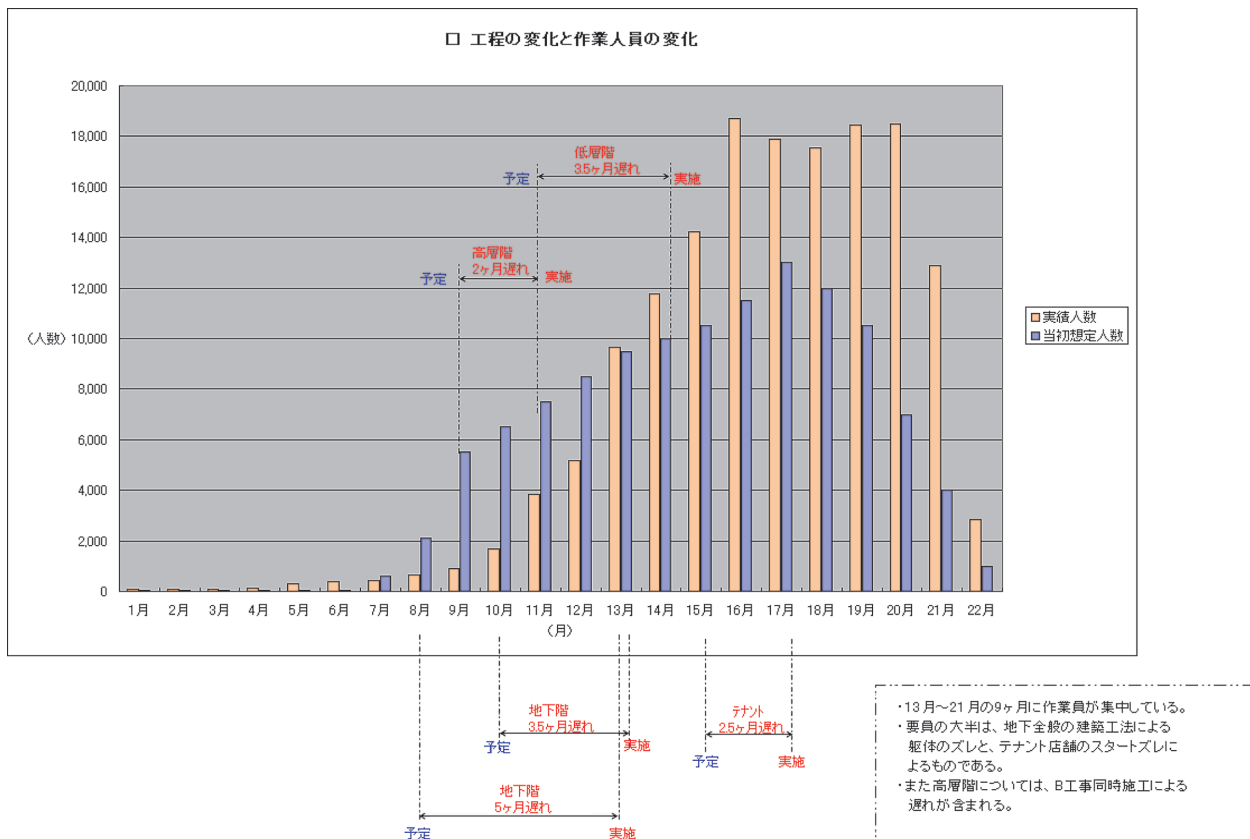


図2 工程の変化と作業人員の変化

- ロ 常設の資材置き場が確保されておらず、現場内一時仮置きが常態化した。そのため、仮置きに伴う人工数が増加した。所定の階に搬入できなかった場合は、直近階に降ろして、作業前には移動させる手間も生じた。
 - ハ 各階に、建築、設備の資材が多数床に仮置きされているため、これら仮置き資材の上部で、配管、ダクト工事を施工するに当たり、作業の都度、資材を移動させる必要が生じた。また、建築内装工事や他業者の施工のため逆に設備資材の移動指示を受け移動することも多々あった。
- ④ 施工順序の逆転によるもの
 - イ 天井内設備工事完了後に天井工事を着手すべきところ、その施工順序が逆転したため本来必要でない天井下地補強工事費用が発生した。
 - ロ 間仕切り壁の工事がダクト工事施工後に行われたため、ダクト取り外し・復旧費用が発生した。
- ⑤ 施工監理の代行的事務やその他の代行的な業務の発生
 - イ 本来工事が全て完成した段階で受けるべき検査も未済工事が多く残った段階で参画するため、これらの調整、打合せ、検査立ち会い等の手間が余分に発生した。
 - ロ 代理として出席したテナントとの工事定例打合せへの対応等の手間が余分に発生した。
 - ハ 建築工が繁忙なため施工できなかった足場組み立て解体工事を代行するため、材料、工を別途手当てし、当方で行わざるを得なかった。
- ⑥ その他
 - イ 工程が錯綜し、当初の施工図に従い調達した資材が使えず、新たに調達した。このためのコスト増の他、資材の到着までの間、手持

ちが発生した。

- ロ 設備工事施工のための資材揚重に必要な揚重機が、建築工程の都合で撤去された結果、揚重方法が限定され、配管定尺を半切加工しその接続のため加工費、取り付け費が発生した。

(3) その他の問題

更に、無理な工期での業務実施の影響は、コスト面に留まらず、次のような問題を生じさせている。

イ 品質の確保

空調衛生設備の機能、性能を保証するため必要になる試運転調整の時間が引き渡し前に確保されず、試運転調整を引き渡し後にせざるを得ない事例があった。

ロ 劣悪な労働条件

残業、休日出勤の常態化だけでなく、深夜に及ぶ残業も多々あり、帰宅できないことも多い。業務実施における強いストレスともあいまって、心身両面において健康管理に困難を生じた。

ハ 安全性の問題

作業員、管理者が不足し、工程の混乱とあいまって、作業の安全性確保に不安が生じた。

ニ 多忙なだけで達成感のない業務

深夜に及ぶ過重労働と低賃金による労働を強いられ、建設作業場で働く技術者・技能者がこの業界に見切りをつけて去っており、最も大切な人材が消失している。

2 背景と改善方向

工期しわ寄せの実態は前述したとおりである。このような工期のしわ寄せは、しわ寄せを受ける設備業界が困難に直面するに留まらず、良質な建設生産物を適正価格で供給することを使命とする建設生産システム全体にとっても、緊急に解決すべき重大な課題である。ひいては、公共、民間

を問わず我が国の投資活動の円滑な実施に支障をきたし、国民生活、産業活動に悪影響を及ぼすことも懸念されることとなる。

工事に参加するすべての人々が、共通の目標としての建築物の竣工を通じて、仕事のやりがいや喜びを感じられる安全な職場と建設生産物の高い品質を確保するため、建設生産活動を再構築する方策が求められる。

ここでは、工期しわ寄せの背景を概観するとともに、目指すべき改善方向を提案したい。改善方策は、一言で言えば、設計図や工程の決定、また、これらの変更の権限を有する者が、決定すべき時期に、しかるべき詳細性を伴った内容で、決定あるいは変更するという責任を果たし、これらについて契約当事者を拘束するものとして合意するという基本に立ち返ることではなかろうか。

(1) 従来常識・体質からの脱却

工期が厳しいことが想定されても、工期を守ることが会社の技術力であり、会社の真の実力であるとの認識が、ゼネコンだけでなく、設備業界等も含め建設業界全体に共有されていた。また、厳しい工程の中で業務を行う現場でも、竣工日を守ることが高く評価され、営業活動においても、意図的に売りとすることもある。下請に入った場合は元請からの、元請の場合は施主からの、それぞれ、厳しい工期の要求に応えられなければ、他社に発注され、仕事がなくなるとの恐怖感も共有されている。個別の建設現場では、上述したような混乱やかなり無理があっても、対等とはほど遠い元下関係の中で処理され、日常化しているパワーハラスメントが問題とされることもない。

工期のしわ寄せを許してきた背景には、上述した考え方が業界における常識とされてきたことがある。もとより、工期を可能な限り縮減することは、我々設備業界にとっても、技術開発や業務改善の中で重要な位置を占める目標であり、生産性向上のため常に追求すべき課題である。しかし、無理なものは無理とし、「出来ないことは出

来ない」と言うことは、決して恥ずかしいことではなく、むしろ職業人としての真摯さの現れであるとも考えられる。「出来ないことを出来ない」と言う勇気を持つことが、この問題解決の基本である。

(2) 契約関係の改善

工期についての契約条項が、欧米では充実しているにもかかわらず、我が国ではほとんどないに等しい。これは、前述のような業界の常識を背景に、かなり困難な工期に対しても、従来は、歯を食いしばって守ってきたし、また、過去においては、工程などにもそれなりの余裕があり、事後の要求にもそれなりに対応できたという事情がある。無理をしてでも工期を厳守するという風土が、建設業界において体質化され、契約条項より更に強い規範力を有していた。

しかし、品質、安全の確保を図りながら、工期短縮に対応するため発生したコストを要求するためには、施主との契約、元下契約を通じ、契約全般について片務性が是正されることが重要である。対等性が確保された関係の中で、契約当事者が、主張すべき事柄を主張し、両者が納得できる妥当な結論に従って工事を行うことが、建設生産システムの効率性向上の前提とも考えられる。

例えば、以下のような点について、従来の契約条項に改善を行う必要がある。早急に、契約約款など必要な事柄について、改善方向の検討を行うべきである。

- ① 建設業法第20条第3項により、見積条件の提示時に、元請負人が最低限提示すべきとされている事項としての「下請工事の工程及び下請け工事を含む工事の全体工程」の内容に、単に建築工程の着工日と竣工日の日付だけでなく、設備工程全体の着工日と竣工日を内容とするように位置付け、建築工程と設備工程の相互関係を明確にする。

このことは、あらかじめ想定できる短工期施

工に対応した費用算定を容易にするという効果もある。

- ② 下請工事着工前の書面による下請負契約締結の厳守を前提に、建設業法第19条第1項第3号の「工事着手の時期及び工事完成の時期」についても、単に着工日と竣工日の日付だけでなく契約の必須記載事項とし、建築工事全体のマスター工程表を添付するよう努める必要がある。
- ③ 工期変更による請負代金の変更額が、工期の変更時点で明確になることは少ない。金額変更のルールを契約時点であらかじめ決定しておけば、変更をスムーズに行うことができる。例えば、工期の短縮あるいは延長があった場合の契約金額の増加額、あるいは増加率を、施主との契約時や元下契約締結時に決定する。少なくとも、所要費用は実費精算とする旨契約書に明記する等の改善が考えられる。
- ④ 追加変更工事やテナント工事が、契約変更や工期の変更がなされることなく要求されることが多い。工事実施後では、契約金額の増額自体困難となることが多いので、着手前に文書で明確な対応を行う必要がある。ともすれば従来の慣行に流されがちになるが、元請の立場である場合も含め、このルールの重要性を再認識し、常態化への努力に全力を挙げる。
- ⑤ 契約時の設計図書が、最終形ではなく、工事と同時進行で検討、変更、決定されている。このような工事は、追加変更工事となって実施しているが、その検討に要する作業自体が想定されていない追加的なものである上、その内容も煩雑である。
- ⑥ 追加変更工事の単価も当初契約時の単価を採用されるケースが多く（当初契約が原価割れであれば追加変更工事もやればやるだけ原価割れ

が増える）、その提示の時期も遅い。極端な場合、工事が竣工しても決定していないこともある。

- ⑦ 工事開始後の追加・変更契約については、建設業法第19条第2項に従い、工期を変更するときは、書面による変更契約を行わなければならないが、工期変更の契約締結時点が明確でないため、例えば、次のような時期を、変更契約を締結すべき時期として、あらかじめ約定しておく必要がある。
 - イ マスター工程表のマイルストーンを変更する場合は、施主・監理者を含めた工程会議での変更決定時点。
 - ロ 当初のマスター工程より工事開始が遅れる場合、これが明らかになった時点。
- ⑧ 建設業法では、「自己の取引上の地位の不当利用」が禁止され、取引上優越的な地位にある元請負人が、下請負人を経済的に不当に圧迫するような取引等を強いることは違法とされているが、発注者にはこのような制約が弱い。民間工事では、いわゆる片務性が存在しており、このことが、設計図・仕様書の内容がしかるべき時に確定しないことの原因の一つであり、工事期間を圧迫している大きな要因の一つである。施主に対する片務性の改善も急務である。

(3) 積算の改善

積算が、工期など施工条件との関連をあまり意識することなく、なされており、次のような問題を生じている。

- ① 通常の工程で行われる仕事も、時間的にかなりタイトな仕事も、同様に積算されて、これが価格交渉の基本になっている。
- ② 工期のしわ寄せに伴う契約金額の増額交渉においても、対外的にも説得力を持った説明が困難である。物件の施工条件を踏まえ、基準となる労務工数

に割増しを考慮する必要がある。算出される工費を実勢に近づけるため、例えば、下記の各施工条件に対し割増率を設定し、基準歩掛りに乗じていく等の対応が出来るよう、所要の割増率を共通認識とする必要があり、検討に着手するべきである。

【標準歩掛りに影響する施工条件】

- ・ 作業時間帯（夜間、深夜、早朝など）
- ・ 工期短縮による増員
- ・ 周辺環境により作業規制などの制限（都心部、住宅街等）
- ・ 施工場所（交通機関の不便、作業員の有無など）

（４） 設計の改善

現在、建設業界では詳細設計を着工前に完成させようとする意識が薄い。また、施主においても、工事着手後でも、いつまでも設計変更を指示する傾向が見られる。

実態は、設計事務所は、基本的な設計のみを行い、その概略図面で建築工事会社を価格競争で決定し、その受注した建築工事会社へ実施設計を依頼する例が多くなっている。設備工事会社も元請の建築工事会社より、概略図面により見積依頼を受け、見積書を提出し受注するが、その時点では詳細な設計内容が提示されておらず、不確定な仕様と数量で受注内定を行っている。

この結果、詳細な設計内容の詰めが現場で施工を通じて行われ、数々の設計変更対応が現場業務負担を増大させるとともに工事期間の圧迫に繋がっている。こうした設計内容の曖昧さが、工事金額・工期の極限までの圧縮下においては、大きなリスクとなっている。

設計変更があれば、時間と費用が発生することを覚悟すべきであること。また、設計変更をある程度自由に実施できるとする場合は、応分の費用負担と工期の延長が不可欠であること。これらが当然のことであるとの認識を、まず建設業界で確立し、業界が一致団結して、施主に対しても主張

することが必要である。

（５） 今後への期待

平成26年6月に改正された公共工事の品質確保の促進に関する法律（平成17年法律第18号）により、現在及び将来の公共工事の品質確保とその担い手の中長期的な育成・確保を図るため、発注者の責務として、計画的な発注と適切な工期設定に努めることが新たに定められた。

今後の公共工事においては、適切な工期設定に努めることが義務づけられたことにより、今後改善されることに期待したい。

また、民需の拡大や2020年の東京オリンピック・パラリンピック景気により仕事量は増えてきているが、技能者・技術者不足により、賃金が高騰し、工事費の増大が懸念され、工期・工程へも影響が現れることが推測される。

早急に業界として、技能者・技術者の確保育成に向けた取組みや、現場施工における生産性向上等の取組みが必要であり、行政からの何らかの手助けも期待したい。

共通費積算基準に見る工期の扱い

国土交通省大臣官房官庁営繕部計画課営繕積算企画調整室

官庁営繕事業における工事費の積算は、「官庁営繕関係基準類等の統一化に関する関係省庁連絡会議」において統一基準として決定された、公共建築工事積算基準を始めとする積算関係基準に基づき実施しています。このうち共通仮設費、現場管理費及び一般管理費等の共通費については、「公共建築工事共通費積算基準（以下、「共通費積算基準」という。）」による共通費の区分と算定方法によることとしています。工事費の構成は図1のようになります。

共通費積算基準は、平成22年度の改定で、共通仮設費及び現場管理費の算定方法の見直しを行い、新営工事、改修工事とも、共通仮設費率及び現場管理費率の算定式（表1）の変数として工事規模（直接工事費、純工事費）のほかに「工期」を追加し、工期に応じた算定を行うこととしました。

工期の影響を受け設置期間等が長短する仮設建物費（監理事務所、現場事務所等）、動力用水光熱費（工事用電気、水道料金）、従業員給料手当（現場従業員等の給料）及び法定福利費（現場従業員等に関する法定福利費事業主負担額）等を工期に応じて評価しています。

この改定は平成21年度から平成22年度に実施した公共建築工事を対象とした実態調査に基づいています。

この見直しにより、施工条件等で工期が長くなる場合や工期の長い改修工事等においては、工期を踏まえた費用の算定が行えるようになります。また、当初発注時には予期できなかった施工条件や自然的要因・社会的要因における環境などの変化に応じて、契約変更により工期の延長を行う場合についても変更後の工期に応じて工事費の積算を行うこととなります（図2）。

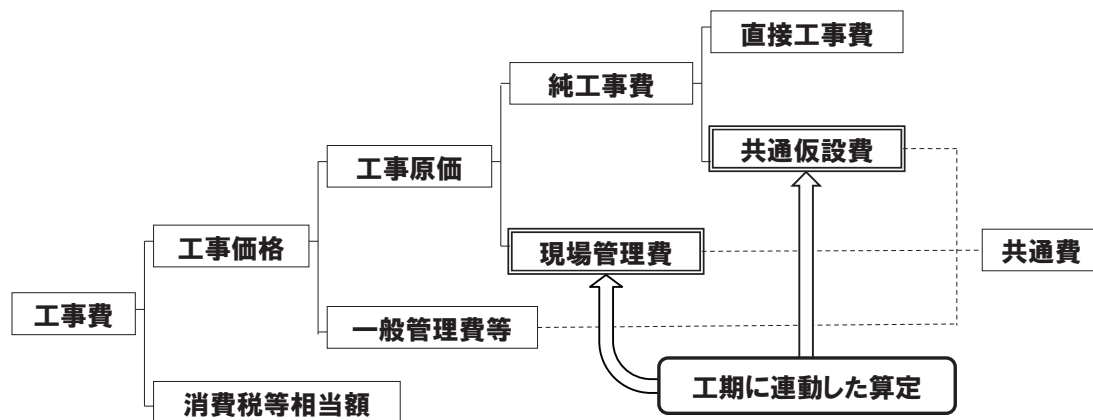


図1 公共建築工事の工事費の構成

平成26年6月に改正された「公共工事の品質確保の促進に関する法律」において、発注者責務が明確化され、「適正な予定価格の設定」、「適切な工期設定」及び「適切な設計変更」の規定が追加

されています。当該工事の規模、難易度や地域の実情等を踏まえた適切な工期を設定するよう努めるとともに、引き続き共通費の実態把握を行い、適正な工事費の算出に努めて参ります。

表1 共通仮設費率及び現場管理費率（抜粋）

別表-1 共通仮設費率（新営建築工事）

直接工事費		1千万円以下	1千万円を超える
	上限	4.33%	$5.78 \times P^{-0.0313}$
共通仮設費率		共通仮設費率算定式により算定された率	
	下限	3.25%	$4.34 \times P^{-0.0313}$
算定式			
$Kr = 7.56 \times P^{-0.1105} \times T^{0.2389}$			
ただし、Kr：共通仮設費率（%）			
P：直接工事費（千円）とし、1千万円以下の場合は、1千万円として扱う			
T：工期（か月）			
注1. 本表の共通仮設費率は、施工場所が一般的な市街地の比率である。			
注2. Krの値は、小数点以下第3位を四捨五入して2位止めとする。			

別表-8 現場管理費率（新営建築工事）

純工事費		1千万円以下	1千万円を超える
	上限	20.13%	$75.97 \times Np^{-0.1442}$
現場管理費率		現場管理費率算定式により算定された率	
	下限	10.01%	$37.76 \times Np^{-0.1442}$
算定式			
$Jo = 151.08 \times Np^{-0.3396} \times T^{0.5860}$			
ただし、Jo：現場管理費率（%）			
Np：純工事費（千円）とし、1千万円以下の場合は、1千万円として扱う			
T：工期（か月）			
注1. 本表の現場管理費率は、施工場所が一般的な市街地の比率である。			
注2. Joの値は、小数点以下第3位を四捨五入して2位止めとする。			

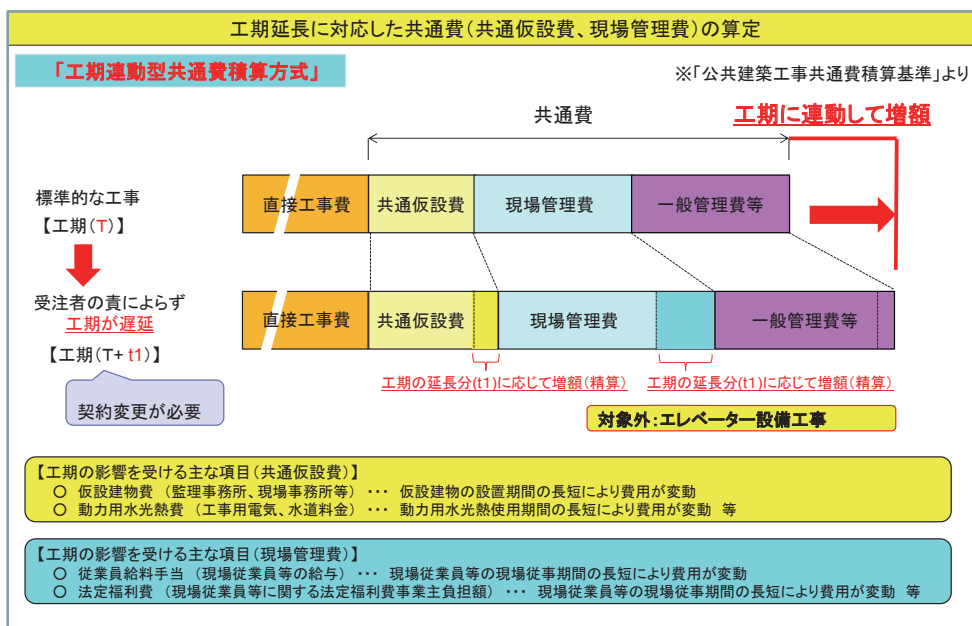


図2 工期延長に対応した共通費の算定