

建設技術者基礎セミナー

第2講 テキスト1

『工程表読解、品質管理の基礎、原価管理の基本』

受講日	2025 年 6 月 26 日(木)
氏 名	
研修機関	ハタ コンサルタント株式会社 www.hata-web.com

■目次

- 1 品質管理の基礎を理解する
 - ・品質管理とは
- 2 工程表を読めるようになる
- 3 原価管理の基本
 - ・原価管理とは
 - ・原価管理の基本
 - ・建設業でかかるコストとは
 - ・実行予算作成演習

1. 品質管理の基礎を理解する

1-1. 品質管理とは

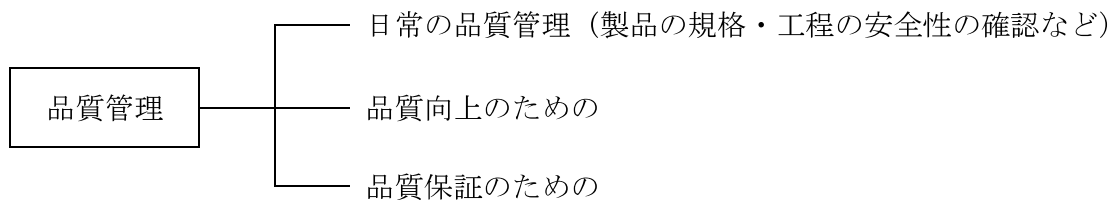
(1) 品質管理の定義

品質管理は、
工程管理・原価管理・安全管理・環境管理とならぶ施工管理の5大管理のひとつ。
品質管理は施工計画の段階で方針を定め、工程の段階で品質管理の項目を定める。
すなわち、

品質は各工程を重視し工程の段階で、
もの。

(2) 品質管理の考え方

品質管理は、次のような考え方で構成される。



工事の施工中に、規格(材料・寸法)や工法・工程の安全性などをチェックし、
不都合のあるときは し、

品質保証のための をすることが品質管理である。

したがって、
ものの出来上がりのみをみて、特別に厳しく検査することは望ましくない。

(3) 品質管理の各ステップ

品質管理のサークルを回転させながら、良い品質を保証しつつ施工していく。

このとき「検討」を「評価」、「処置」を「改善」という用語で置き換えることもあるが、意味は全く同じである。

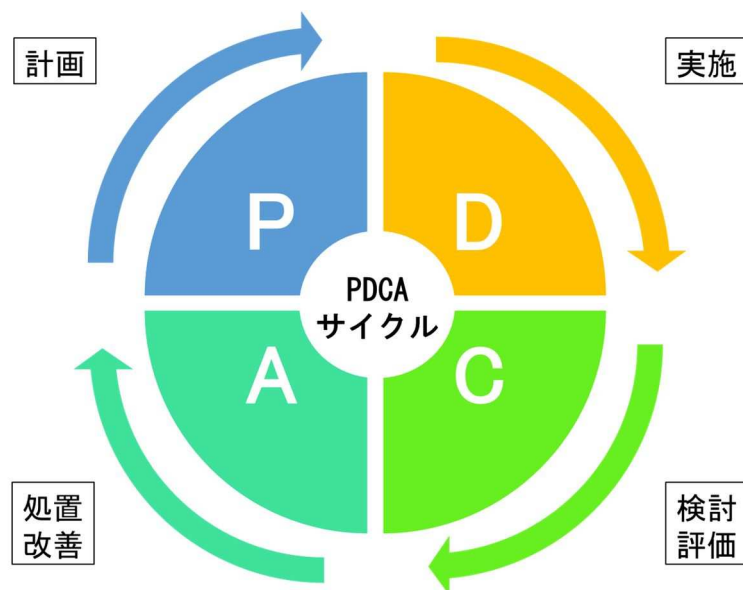
①計画：

②実施：

③検討：

④処置：

下記の図の構図をデミング博士が 1950 年代に日本科学技術連盟で提唱したとされている。
この図を PDCA サイクルまたは、 サイクルと呼ぶ。



①計画（ ）

を定める。

- ・工事の施工にあたって、構造物に要求される品質は、設計図書と仕様書に規定される。
この品質を満足させるために、何を管理の対象項目とするかを定める。



を定める。

- ・実現しようとする品質の目標値を決める。



を定める。

- ・品質標準を守るために、作業方法、作業順序、使用設備の注意事項などの基準を定める。

現場に置き換えると

②実施（ ）

にしたがって施工し、データを採取する。

現場に置き換えると

③検討・評価（ ）

に基づき、管理図を作成する。

その管理図を用いて、規格値との整合性や工程の安定状態をチェックし、品質・工程の良否を判断する。

現場に置き換えると

④処置・改善（ ）

不具合がおきていることに対して

をたてる。

を見直し、

見直した

で再度施工する。

現場に置き換えると

(4) 試験と検査

①試験

評価する対象の

(長さ、重さ、強さ等)を確定させること。

何らかのデータを示す。

現場の試験には何があるだろうか。

②検査

施工された構造物の品質を定められた方法で し、
この結果を判定基準と し、その良否を判定することである。
検査の方法は、大別して全数検査と抜取検査の 2 つがある。

i) 全数検査

製品をひとつひとつ調べて不良品を取り除く作業を行う。しかしながら、必ずしもすべての不良品を取り除くことはできない。全数検査は、時間と経費がかかる。

ii) 抜取検査

検査しようとする 1 つの集団の製品（これをロット lot という）から、無作為に抜き取った少数のサンプルを調べ、その結果をロットに対する判定基準と比較し、そのロット集団の合否を判定する。

現場の検査には、何があるだろうか。

・ ISO 国際規格を理解する

ISO 国際規格とは、国際標準化機構において定められた規格である。

①ISO9000 シリーズ（品質マネジメントシステム）

- ・ ISO9000 : 品質マネジメントシステムで使用する用語を定義したもの
- ・ ISO9001 : 品質マネジメントシステムの要求事項を規定したもの
- ・ ISO9004 : 品質マネジメントシステムの有効性を考慮した目標の手引き

②ISO14000 シリーズ（環境マネジメントシステム）

環境に配慮した事業活動を行うための基準を規格化したもの

③ISO45000 シリーズ（労働安全衛生マネジメントシステム）

労働現場の安全衛生に対応する際に求められる要求事項を規格化したもの

(5) 品質管理の用語とその意味

用 語	説 明
許容差	(1)規定された基準値と規定された限界との差。 (2)化学分析などのデータのばらつきの許容される限界。例えば、範囲、残差などの許容される限界をいう。
公差	規定された最大値と規定された最小値との差。例えば、はめ合い方式の最大寸法との差。
誤差	観測地・観測結果と真の値との差。
管理線	中心線と管理限界線の総称。
中央値	測定値を大きさの順にならべたとき、ちょうどその中央にあたる 1 つの値（奇数個の場合）、または中央の 2 つの算術平均（偶数個の場合）。メディアン。
範囲	測定値のうち、最大の値と最小の値との差。レンジ。
偏差	測定値とその期待値との差。
標準偏差	データ全体が平均値の周辺でどれくらいばらついているかを示す数値。 標準偏差が大きいほどデータのばらつき具合が大きく、標準偏差が小さいほど、データのばらつき具合が小さい。
管理限界	見逃せない原因と偶然原因を見分けるために管理図に設けた限界。
ばらつき	データのちらばり具合をばらつきという。ばらつきを表す統計量には、標準偏差、レンジ（範囲）がある。
中心線	管理図において、平均値を示すために引いた直線。
品質マニュアル	組織の品質マネジメントシステムを規定する文書。

品質水準	品質の良さの程度。工程や供給される多数の製品については不良率、単位当たりの欠点数、平均、ばらつきなどで表す。
設計品質	製造の目標としてねらった品質。ねらいの品質ともいう。これに対して使用者が要求する品質、または品質に対する使用者の要求度合いを使用品質（fitness for use）という。設計品質を企画するときは使用品質を十分に考察する必要がある。
製造品質	設計品質をねらって製造した製品の実際の品質。 できばえの品質、適合の品質ともいう。

用 語	説 明
規格	標準のうちで、品物またはサービスに直接、間接に関係する技術的事項について定めた取り決め。標準とは、関係する人々の間で利益または利便が公正に得られるように統一、単純化を図る目的で、物体、性能、能力、配置、状態、動作、手順、方法、手続き、責任、義務、権限、考え方、概念などについて定めた取り決め。
仮規格	正式の規格の制定に先立って、試験的、準備的に適用することを目的として定めた仮の規格。
暫定規格	従来 of 規格によることが不具合なとき、ある特定の期間を限って適用することを目的として定めた正式の規格。
規格限界	品質特性について許容できる限界値を規定するため、規格の中に与えてある限界。
計数値	不良品の数、欠点数などのように個数を数えて得られる品質特性の値。
欠点数	欠点の数。個々の品質に対して用いる場合と、ロットに対して用いる場合とがある。
不良個数	不良品の個数。サンプルに対して用いる場合と、ロットに対して用いる場合とがある。
不良率	品物の全数に対する不良品の数の比率。百分率で表した不良率を不良百歩率 (percent defective) という。
是正処置	検出された不適合またはその他の検出された望ましくない状況の原因を除去するための処置。
予防処置	起こりうる不適合またはその他の望ましくない起こりうる状況の原因を除去するための処置。
レビュー	設定された目標を達成するための検討対象の適切性、妥当性および有効性を判定するために行われる活動。

プロセス	インプットをアウトプットに変換する、相互に関連するまたは相互に作用する一連の活動。
トレーサビリティ	あるものについて、その履歴、使用または所在を、記録された識別によってたどる能力。
ロット	等しい条件下で生産され、または生産されたと思われる品物の集まり。

■問題

次の問について正しいときは○を、誤っているときは×を記入しなさい。

1	品質管理は、品質計画の目標のレベルに関わらず緻密な管理を行う。	
2	品質計画は、施工の目標とする品質、品質管理及び体制等を具体的に記載する。	
3	品質を確保するためには、工程の最適化を図るより、検査を厳しく行うほうがよい。	
4	施工現場における作業の標準化の効果として、基本的技術の蓄積を図ることができることが上げられる。	
5	施工現場における作業の標準化の効果として、新技術の開発を促進することが上げられる。	
6	日本産業規格（JIS）に規定する品質管理の用語で、「許容差」とは、計量的な観測値の最大値、と最小値の差のことである。	
7	日本産業規格（JIS）に規定する品質管理の用語で、「誤差」とは、観測値・測定結果から、真の値を引いた値のことである。	
8	日本産業規格（JIS）に規定する品質管理の用語で、「管理限界」とは、工程が統計的管理状態にあるとき、管理図上で統計量の値がかなり高い確率で存在する範囲を示す限界のことである。	
9	日本産業規格（JIS）に規定する品質管理の用語で、「ばらつき」とは、観測値・測定結果の大きさがそろってないこと、または不ぞろいの程度である。	
10	日本産業規格（JIS）に規定する品質管理の用語で、「標準偏差」とは、測定値からその期待値を引いた差である。	
11	日本産業規格（JIS）に規定する品質管理の用語で、「公差」とは、規定された許容最大値と規定された許容最小値との差である。	
12	日本産業規格（JIS）に規定する品質管理の用語で、「レビュー」とは、設定された目標を達成するための検討対象の適切性、妥当性および有効性を判定するために行われる活動をいう。	
13	日本産業規格（JIS）に規定する品質管理の用語で、「プロセス」とは、インプットをアウトプットに変換する、相互に関連するまたは相互に作用する一連の活動をいう。	
14	日本産業規格（JIS）に規定する品質管理の用語で、「品質マニュアル」とは、顧客などからの要求事項を記述した文書をいう。	

15	日本産業規格（JIS）に規定する品質管理の用語で、「トレーサビリティ」とは、2種類以上の似たものがある場合、それが混同されて間違って使用されないようにすることである。	
16	管理図とは、データの度数分布の形等に注意し、規格値との関係を見る図のことである。	
17	管理図において、プロットした点が管理限界線の内側で中心線の片側に連続して7点以上現れた場合、管理状態にあると判断される。	
18	全数検査は、不良品を見落とすと人命に危険を与えたり、経済的に大きな損失を受ける場合に用いる。	
19	抜取検査は、一般にある程度の不良品の混入が許せる場合に適用される。	
20	工程が安定状態で、不良品となるものがごくわずかであり、これがもし次工程に流れてもその損害が検査費用に比べて少ない場合、無試験検査を適用できる。	
21	荷卸し地点における普通コンクリートの空気量の許容差は、指定した空気量に対して $\pm 2.5\%$ とした。	
22	スランプ 21cm の普通コンクリートの荷卸し地点におけるスランプの許容差を $\pm 1.5\text{cm}$ とした	

(6) QC7 つ道具

仕事のプロセスから得られる品質特性データを解析し、問題解決を行うために活用する手法。

■特性要因図

一つの結果に対して、その原因として考えられるものを整理した図。体系的に情報を整理する際に使う。

別名、魚の骨（fish bone diagram）

■グラフ

複数のソースからデータを分離し、チャートに示すことでその傾向を見ることができる。

■散布図

各軸に 1 変数ずつ、2 つの数値データの組をグラフ化し、関係を見出すための図。

2 つの要因について、相関関係があるかないかを見ることができる。

■パレート図

不良件数などを分析し、数の多い順番で並べて整理した図。

どの項目が最も大きいのか、またその割合を知ることができる。

■ヒストグラム

頻度分布を表示するための最も代表的なグラフ。

特性のデータについて、その数値を一定の範囲で区切り、一定の範囲内にどのくらいデータがあるのかを整理する図。

工程（製品の特性データ）のばらつきや、偏り、異常に外れた値がないかどうかを分析することができる。

■管理図

あるプロセスが時間とともにどのように変化していくかを示すグラフ。現在のデータを過去の管理限界と比較することで、工程のばらつきが一定（管理下）か、予測不可能（管理外、特殊なばらつき要因の影響）かを判断することができる。

工程においては、①偶然のバラツキ、②異常なバラツキを判断し、工程を管理する。プロットに何かしら傾向がある場合、①が生じていることが分かり、管理限界線を越えたりした場合②が生じていることが分かる。（これ以外にも非常に多くの使い方がある。）

■チェックシート

ミスを防止するために、点検項目や確認項目を合理的にチェックするためのシート。

経緯や勘による作業を減らし、一定の品質を保つために、「使いやすさ」「データのまとめやすさ」をどのように設定するかが非常に重要な道具。

■層別

共通点や同じ特徴をもつ、いくつかの層（グループ）に分けること。

層による何らかの違いをみつけ、適切な対策をとりやすくする。

現状を把握するときに活用する。

次に示す、グラフや図の名前には、何があてはまるだろうか。

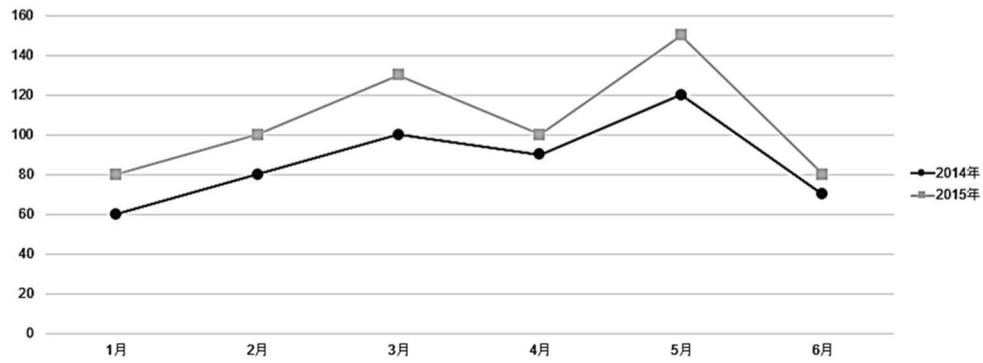
--



点検項目		点検基準	判定基準	点検時期	点検内容	
点検指示	①ベルト	異音等、ひび割れ等		月	点検箇所： ①ベルト亀裂	ベルト希裂・履底異音：
		エア－漏れ等		月	②ベルト張り具合	
		燃料、圧力等		月		
	②燃料部	燃料漏れ等		月		
	③異音	異音等、ひび割れ等		月		
点検指示						
点検指示	エア－調整	フィルター汚れ		月	点検箇所：	
	スズポン・レギュレータ	圧力確認		月	①フィルター汚れ	
		エア－漏れ等		月		
		ロックアウト解除等		月	②圧力調整	
点検指示						
点検指示	モータ－	異音等	点			
	ファン	回転部、フィルター清掃	点・C			
点検指示	充電ビソ・コネクタ	腐食、汚損、接触不良等	点			

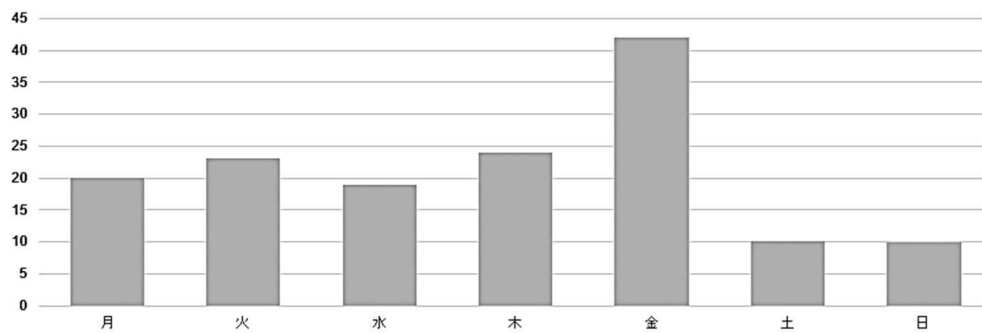
③

【 】



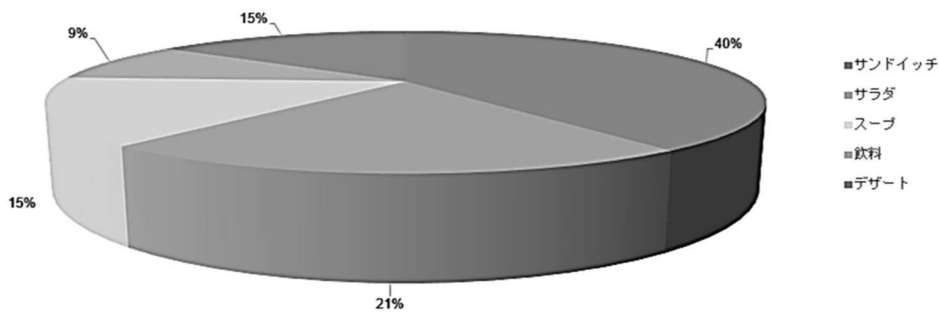
【 】

クレーム件数



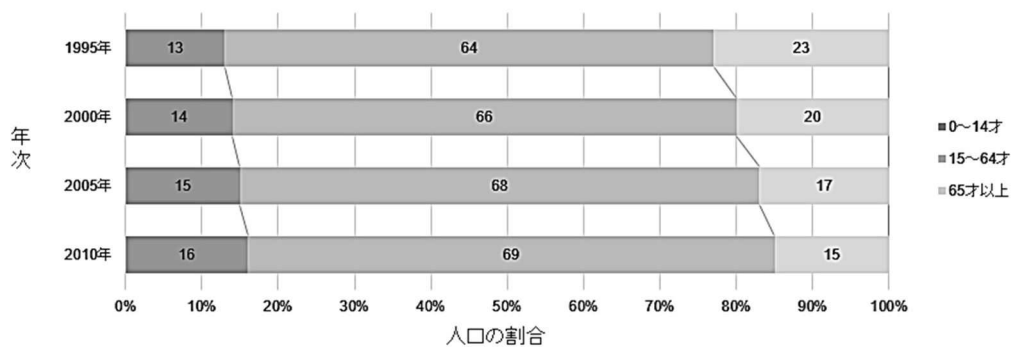
【 】

ランチの売上

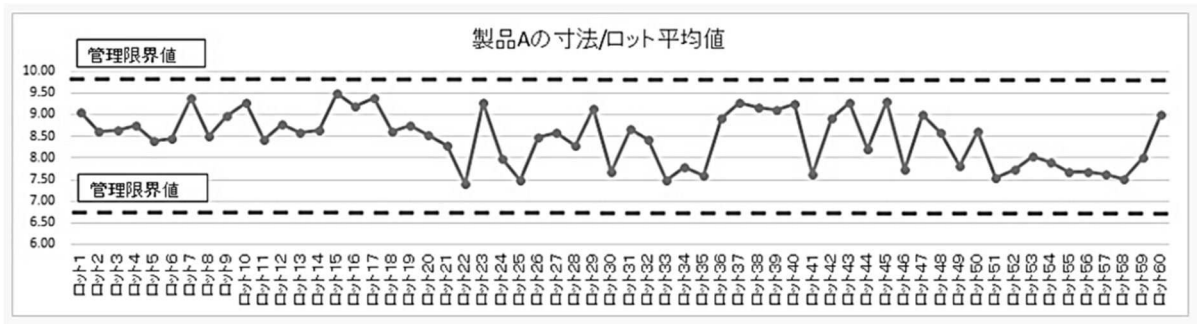


【 】

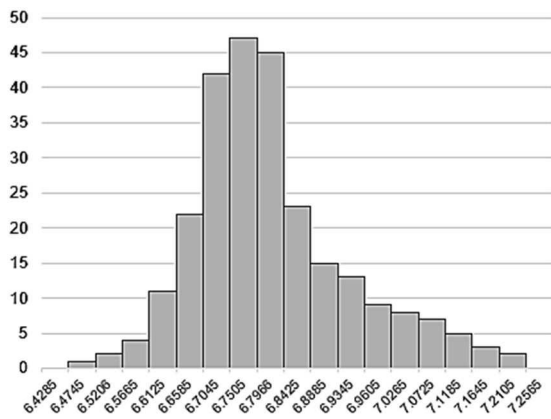
年齢別人口の割合の推移



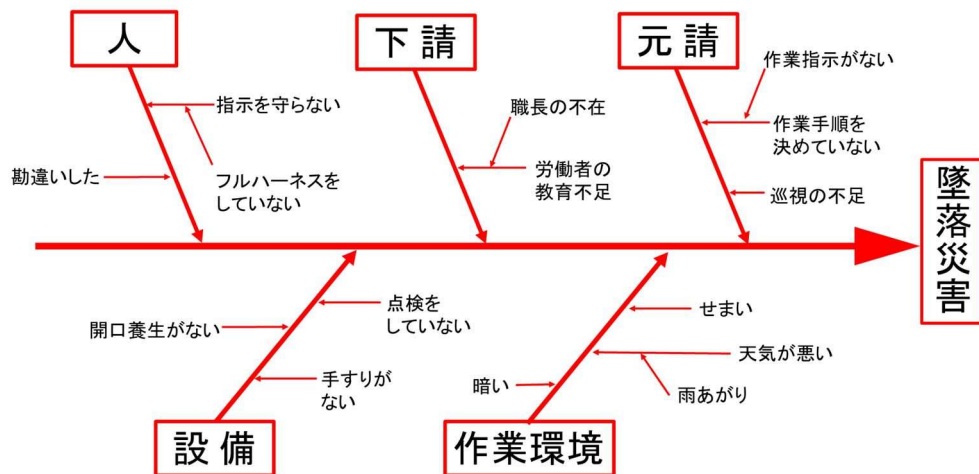
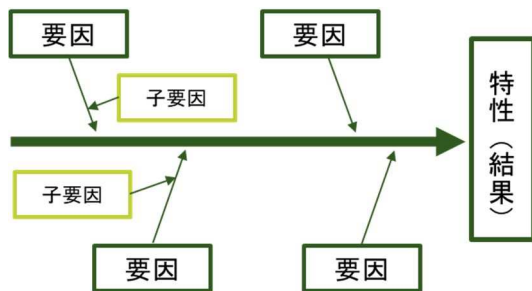
④



⑤

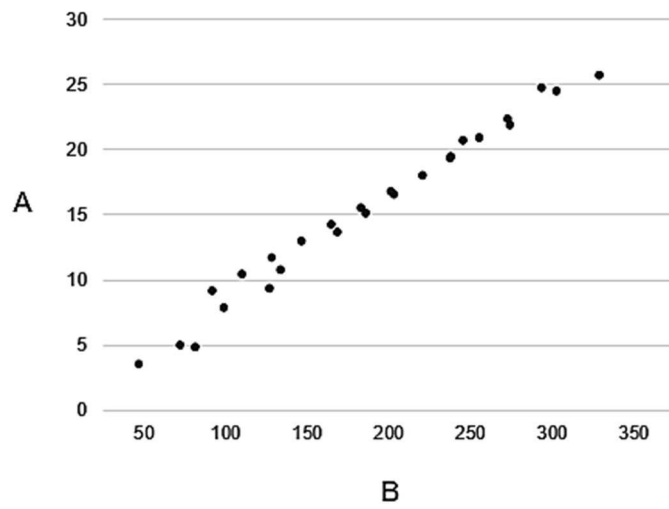


⑥

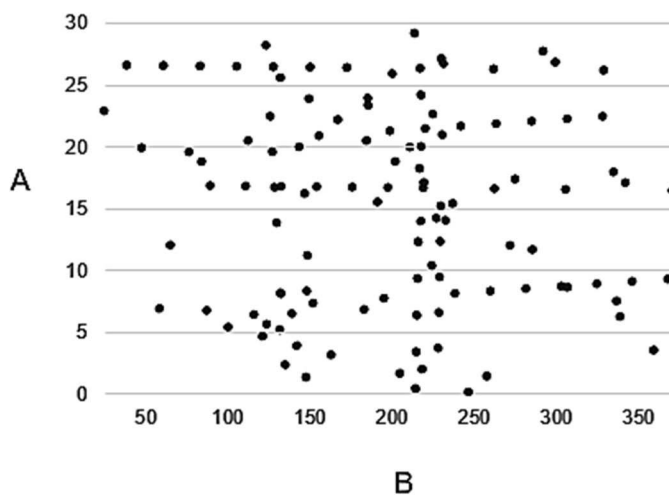


⑦

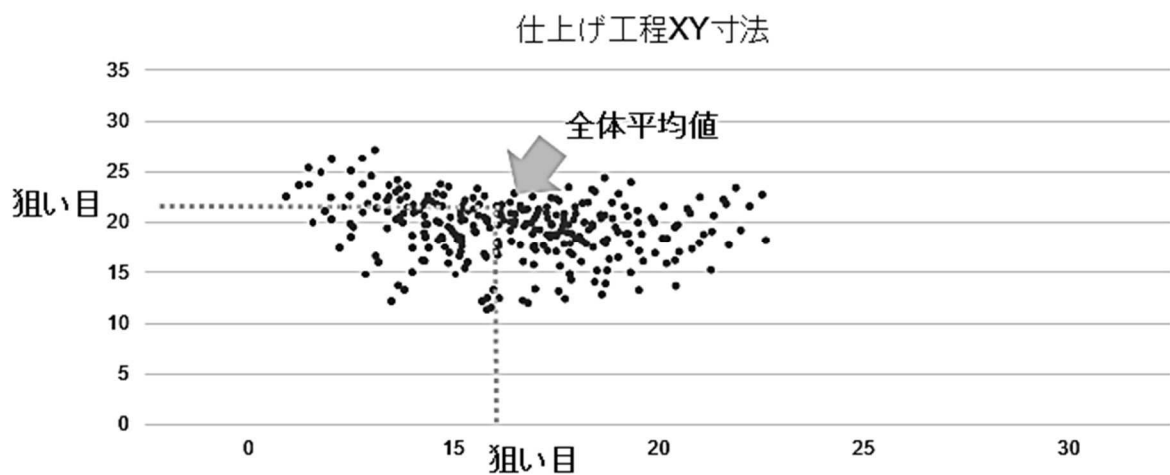
【相関がある場合】



【相関がある場合】



⑧



(7) 管理図の見方

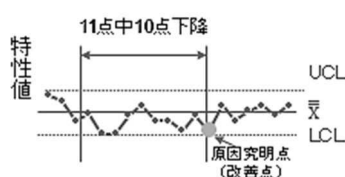
管理図は、横軸に時間を取り、工程の安定性を判断する基準として平均値を縦軸の中心として上下の管理限界線を設ける。点の並び方に以下の6つの傾向が現れたとき、原因を究明し、改善を行わなければならない。

- ①点が限界線外に出た。
- ②点が片方に偏る。
- ③点が上昇または加工の傾向をもつ。
- ④点が周期をもつ。
- ⑤点が何度も限界線に近づく。
- ⑥ほとんどの点が平均値付近に集まり、管理限界線の近くにない。

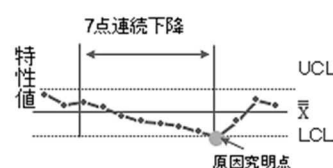
図に①～⑥の事例を示す。



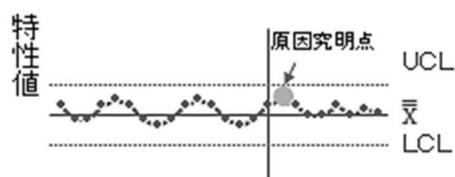
①限界線の外にでる



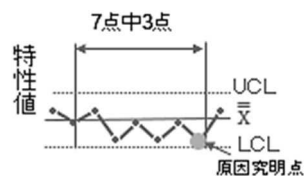
②片方に偏る



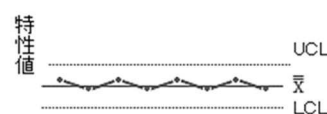
③上昇または下降する



④周期をもつ



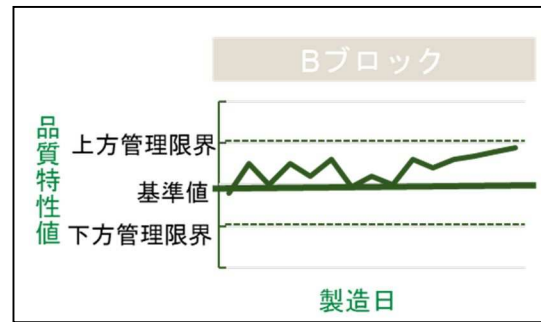
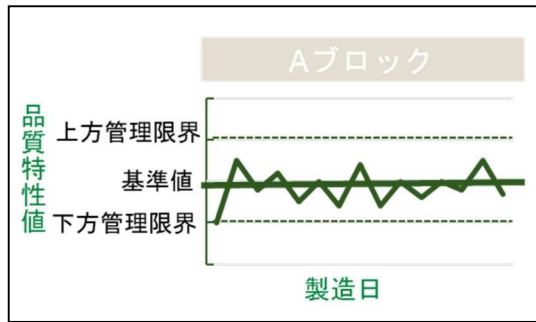
⑤何回も限界点に近づく



⑥平均値に集中

■問題

Q1. 2つの管理図は、Aブロック、Bブロックで施工された構造物の、施工日ごとの品質特性値を示している。Aブロック、Bブロックへの対応のうち、適切なものはどれか。



- ア. Aブロックは、Bブロックより値のばらつきが大きいので、原因の究明を行う。
- イ. Aブロック、Bブロックとも値が管理限界内に収まっているので、このまま様子を伺う。
- ウ. Aブロック、Bブロックとも値が基準値から外れているので、原因の究明を行う。
- エ. Bブロックは、値が継続して増加傾向にあるので、原因の究明を行う。

Q2. QC7 つ道具のうちどれを使用するのが適切か

- ①現場で問題が発生したので、その原因を把握したい

- ②コンクリート強度や出来形（寸法）のバラツキを確認したい

- ③騒音被害のいくつかの原因がそれぞれどの程度の割合なのか確認したい

- ④日々の気温変化を確認したい

- ⑤現場で稼働している機械の点検をしたい

貴社の品質管理にはどのようなものがありますか？

2. 「工程表」を読めるようになる

・工程管理一般

【ポイント】

- ・工程管理における基本事項を整理する。
- ・工程・原価・品質の関連性について理解する。
- ・各種工程表の種類とそれぞれの特徴をまとめて整理する。
- ・ネットワーク式工程表の用語と内容を覚える。
- ・ネットワーク式工程表における日数の計算を行ってみる。

(1) 工程表の種類

①横線式工程表

バーチャート、ガントチャートがあり、最も良く採用されている工程表

バーチャートの例

工 種	単位	数量	進捗率%	令和 5 年							
				4 月	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月
A	m ³	2,500									
B 工事	式	1									
C 工事	t	800									
D 工事	m ³	980									
E	m ²	1,260									
F 工事	式	1									
G 工事	式	1									

②曲線式工程表

曲線工程表の例

工 種	単位	数量	工事費比率%	令和 5 年								累計完工率%
				4 月	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	
A	m ³	2,500	12									100
B 工事	式	1	8									
C 工事	t	800	15									
D 工事	m ³	980	25									
E	m ²	1,260	10									
F 工事	式	1	20									
G 工事	式	1	10									0

一般に、出来高の進捗状況をグラフ化したものが使用されている。

1) 工程の管理は、工事の進捗状況を検討することによって行う。工程曲線を用い、予定工程と実工程とを比較対照して工程を適切に管理する。実工程曲線が予定工程曲線に対し、常に安全な区域（バナナ曲線内）にあるように工程を管理する。

曲線式工程表による工程管理は、一般にバーチャートに併記して用いる。

2) 曲線式工程表は、横軸に工期、縦軸に出来高の累計をとったもので、工事施工勾配を表わしたものである。出来高は工事初期は準備のため伸びず、工期半ばの最盛期で最も多く、終末期は工事量の減少に伴い伸びない。

- 3) 工程曲線は、S字型となる。 1.5 以上の施工勾配は突貫工事となる非採算的な施工速度で、避けなければならない。
- 4) 予定工程曲線が、バナナ曲線の許容限界内に入っているときは、S字曲線の中央部分をできるだけ緩やかな勾配になるように、初期及び終期の工程を合理的な計画に調整する。
- 5) バナナ曲線（許容限界曲線）：工事が非採算的な突貫工事とならないように上限・下限のある一定幅の予定工事勾配曲線（バナナ曲線）を作成し、この曲線から実績曲線が離れていく限界を定める曲線をいう。

■時間見積の基礎

過去の体験や実績を参考に下記の要因を考慮して見積もる。

- ① 仕事の種類と規模（数量）
- ② 仕事の方法（人員、使用機械と台数、仮設備など）
- ③ 実績、歩掛り
- ④ 気象条件、稼働率
- ⑤ その他の条件

■基本事項

- ① 最も確率の高い日数を挙げる（絶対に完了できる日数ではない）
- ② 実労働時間で積算する
- ③ 工期を意識しない（当初より工期を意識しない）
- ④ 天候の影響を考慮する
- ⑤ 休日は、アクティビティの中にも含めてもよいし、単独に加算してもよい
- ⑥ 不確定な要因がある場合は、ネットワークの末尾に予備日数を設ける
（土質条件、地下水の有無、天候などが該当する。全体工期の 10%以下が目安）
- ⑦ 工程管理上必要な事項は、一つのアクティビティとして明記する
（資材の手配、工場加工、他の工事との関連、用地関係、監督官庁への許認可など）

■暦（こよみ）への換算

PERT 手法は、暦上に示すため、実用的な工程管理が実施できる。

時間見積結果を実施工程表に展開する場合、休日や天候をいかに考慮するか、が重要となる。アクティビティの見積時間に、休日、悪天候による休工などの要因を含めた、「暦日換算係数」を求め、工程表に表示することで、工程の進捗状況が分かりやすくなる。

暦日換算係数の例

暦日換算係数の算定例（単位日）

検討項目	平常月	8 月	12、1 月	月	月	月
①暦日日数	30	31	31			
②休日（隔週連休）	6	6	6			
③特別休暇（盆、年末年始）	0	5	3			
④雨天による休工	5	2	5			
⑤雨天休工と休日の重複日	1	0	2			
⑥稼働日 ①－(②＋③＋④) ＋⑤	20	18	19			
⑦暦日換算係数 ①÷⑥	1.50	1.72	1.63			

★工程への展開例 ： 8 月に掘削工事を実施する場合
 A 作業 ： $2,500 \text{ m}^3 \div 300 \text{ m}^3 = 7.5 \text{ 日}$ （実稼働時間）
 暦日換算 ： $7.5 \times 1.72 = 13 \text{ 日}$

表記方法 A 作業
 ① $\xrightarrow{\quad\quad\quad}$ ②
 13 日

【問題】

下記の工程表について、次の問に答えなさい。ただし、各工種の月別の数字は金額（万円）を表し、実績は7月末現在を示す。

工 種	工事 金額 (万円)	予定 又は 実績	工種別 完成率 (%)	月												
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
準備工事	100	予定		100												2000
		実績	100	100												
A工事	300	予定			100	100	100									1000
		実績	100		100	100	100									
B工事	300	予定					100	100	100							1000
		実績	100					100	100	100						
C工事	1000	予定						200	200	200	200	200				0
		実績	60						300	300						
D工事	300	予定											100	100	100	0
		実績	0													

①工程表から月別予定出来高と累計を表に記入しなさい。

また、予定出来高曲線を、上記工程表の枠内に月別に実線で記入しなさい。

	1 月	2 月	3 月	4 月	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月
月別予定 出来高												
累計												
%												

②予定出来高に対し、7月末の進捗状況はどうなるか？

下記の実績出来高を作成し、答えなさい。

	1 月	2 月	3 月	4 月	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月
実績出来高												
累計												
%												

(%は、総工費 2000 万円に対する%とする。)

③総工事金額に対する7月末までの完成出来高の累計は、何%か答えなさい。

(2) バーチャート工程表

《バーチャート工程表の例》

日程	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
A 作業	■	■										
B 作業			■	■	■	■						
C 作業			■	■	■							
D 作業					■	■	■	■	■	■		
E 作業								■	■			
F 作業										■	■	■

上記のバーチャート工程表をみて、次の質問に答えよ。

- ① C 作業が 1 日短縮されると、工程はどうなるのでしょうか？
- ② B 作業が 5 日延びたら、工程はどうなるのでしょうか？
- ③ A 作業と E 作業を並行作業したら、工程はどうなるのでしょうか？
- ④ 全体をあと 1 日縮めるには、工程のどこを縮めればよいのでしょうか？

(3) ネットワーク工程表の用語と求め方

[アクティビティ]

- ・矢（アロー）で示す矢印をいう。
- ・工事の工程を分割してできる工事活動の単位をいう。
- ・左から右に書く。矢印の長さは時間に関係なく、矢印の下に必要な時間数を記入し、上には作業の内容を記入する。

[イベント（イベントノード）]

- ・○印で示し、作業の開始、終了時点及び作業の結合点を示す
- ・イベントに入ってくる多くのアクティビティの全部を完了しないと、そのイベントから出てくるアクティビティは開始できない。
- ・同一のイベント間には一つしかアクティビティを表示してはならない。
- ・イベントナンバーは同じ番号が二つ以上あってはならない。

[ダミー]

- ・点線の矢印（----->）で示し、架空の作業を示す。
- ・作業の相互関係を結びつけるのに用いる。作業名は、無記入とし、日数は0で、作業の流れ（仕事の順序）だけを示す。

[パス]

- ・ネットワークの中で2つ以上の作業の連なりをいう

[フロート]

作業の持つ余裕時間をいう（FF・DF・TF）。

[フォローアップ]

工事の途中で、計画と実績を比較し、納期に影響を与える恐れが認められ場合には、計画を修正する。この操作をいう。

[最早開始時刻（EST）]

各イベント（結合点）において次の作業が最も早く開始できる時刻で、その計算は矢印（→）の尾の接するイベントの最早結合時刻にその作業の所要時間を加えて矢印の頭の接するイベントの最早開始時刻とする。 イベントに2つ以上の作業が先行している場合は、その最も多い時間がESTとなる。

[最遅完了時刻 (LFT)]

工事が所定の後期限内に完了するために各イベントが遅くとも完了していなければならない時刻を言い、その計算は EST の場合、逆に最終イベント EST から先行作業の所要時間を引いて算出する。イベントが 2 つ以上あるときはその最小値をとる。

[自由余裕 (フリーフロート) (FF)]

- ・先行作業の中で自由に使っても後続作業に影響を及ぼさない余裕時間をいう。
- ・FF と TF の関係は $FF \leq TF$ となる。
- ・クリティカルイベントを終点とする作業は FF は TF に等しい。
 $FF = (\text{矢線の頭の EST}) - \{(\text{矢線の尾の EST}) + (\text{矢線作業の所要日数})\}$

[干渉余裕 (ディペンデントフロート) (DF)]

- ・その作業で消費しなければ、後続の矢線の最早開始時刻に影響を与える時間をいう。
 $DF = (\text{矢線の頭の LFT}) - (\text{矢線の頭の EST}) = TF - FF$

[全余裕 (トータルフロート) (TF)]

- ・その作業内で取れる最大余裕時間をいう。
 $TF = (\text{矢線の頭の LFT}) - \{(\text{矢線の尾の EST}) + (\text{矢線作業の所要日数})\}$
- ・ $TF = 0$ の作業をクリティカル作業という。
- ・TF はフリーフロート (FF) とディペンデントフロート (DF) との和である。

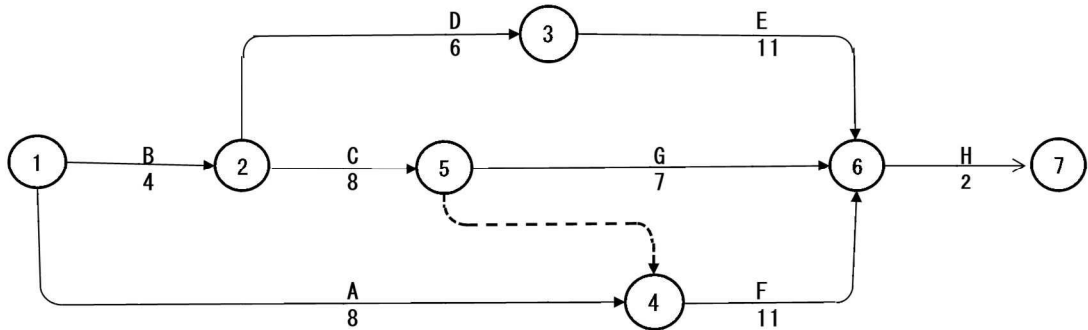
[クリティカルパス]

- ・全ての経路のうちで最も長い日数を要する経路をクリティカルパスという。
すなわち、この経路の所要日数が工期である。
- ・クリティカルパス上の作業のフロート (TF, FF, DF) は 0 である。
- ・クリティカルパスの作業は重点管理作業である。
- ・クリティカルパスは場合によっては 2 本以上生ずることがある。
- ・クリティカルパス以外の作業でも、フロートを消化するとクリティカルパスになる。
- ・ネットワークでは、クリティカルパスを通常太線で示す。

【例 題】

ネットワーク工程表から最早開始時刻（EST）と最遅完了時刻（LFT）を求める。

図のネットワーク工程表から最早開始時刻（EST）と最遅完了時刻（LFT）を求める。
ただし、図において矢線の上段は作業名、下段は所要日数を示す。また各作業の短縮可能日数、及び 1 日短縮に要する費用は下表の通りである。

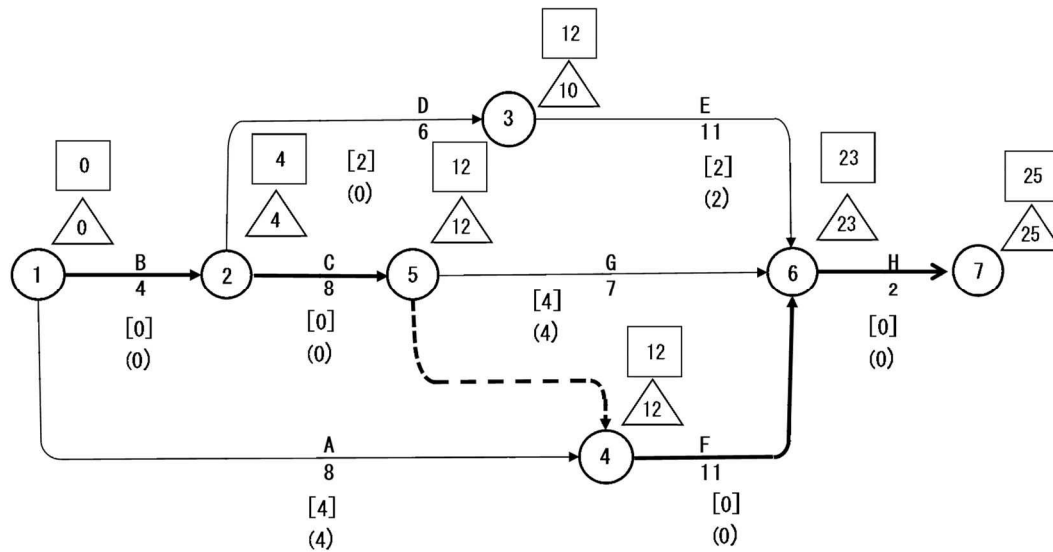


作業名	短縮可能日数（日）	1 日短縮に要する増加費用（万円）
A	2	2
B	2	8
C	1	7
D	1	3
E	3	4
F	2	5
G	2	6
H	0	—

【例 題】

- 1) 作業 H の最早開始時刻（EST）を求める。
- 2) 作業 G のトータルフロート（TF）を求める。
- 3) 最小の増加費用で、所要工期を 4 日間短縮するには、どの作業を何日短縮したらよいかを求める。また、そのときの増加費用はいくらになるか求める。

(1) 最早開始時刻 (EST) と最遅完了時刻 (LFT) を求める。



△ : 最早開始時刻 (EST)
□ : 最遅終了時刻 (LFT)
[] : トータルフロート (TF)
() : フリーフロート (FF)

結合点	EST 計算	EST
①		0
②	$0+4=4$	4
③	$4+6=10$	10
④	$0+8=8$ $4+8=12 \quad 12>8$	12
⑤	$4+8=12$	12
⑥	$12+7=19$ $12+11=23$ $10+11=21 \quad 23>21>19$	23
⑦	$23+2=25$	25

結合点	LFT 計算	LFT
⑦		25
⑥	$25-2=23$	23
⑤	$23-7=16$ $23-11=12 \quad 16>12$	12
④	$23-11=12$	12
③	$23-11=12$	12
②	$16-8=8$ $12-6=6$ $12-8=4 \quad 4$	4
①	$4-4=0$ $12-8=4 \quad 4>0$	0

よって、解答は、
作業 H の最早開始時刻 (EST) : 23 日

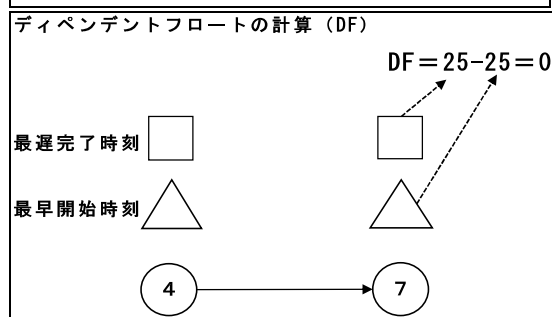
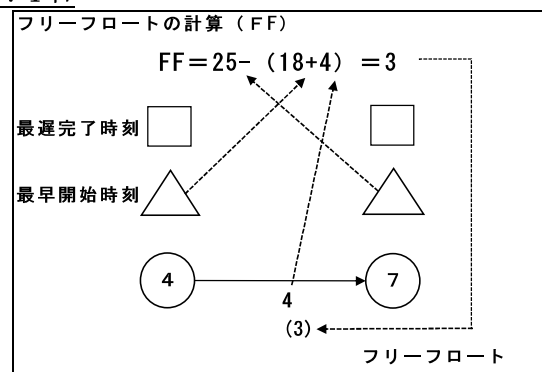
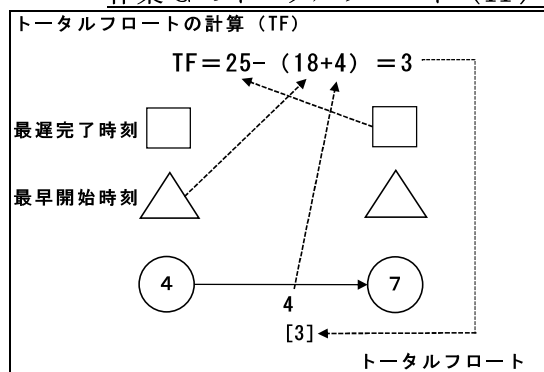
(2) トータルフロート (TF) とフリーフロート (FF) を求める。

作業	TF 計算式	TF
A	$12 - (0 + 8) = 4$	4
B	$4 - (0 + 4) = 0$	0
C	$12 - (4 + 8) = 0$	0
D	$12 - (4 + 6) = 2$	2
E	$23 - (10 + 11) = 2$	2
F	$23 - (12 + 11) = 0$	0
G	$23 - (12 + 7) = 4$	4
H	$25 - (23 + 2) = 0$	0

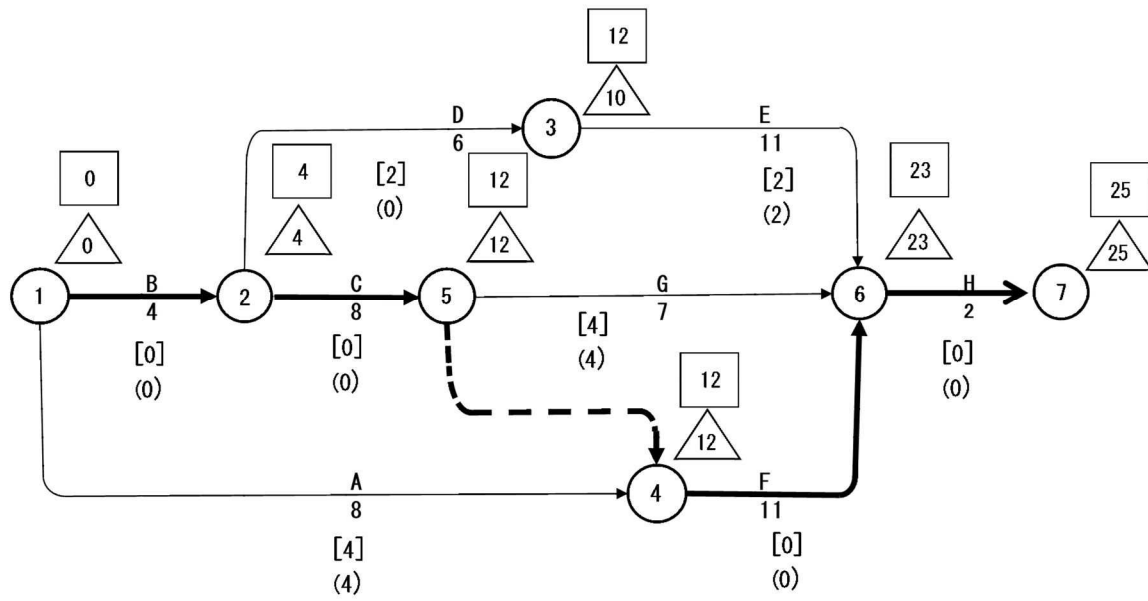
作業	FF 計算式	FF
A	$12 - (0 + 8) = 4$	4
B	$4 - (0 + 4) = 0$	0
C	$12 - (4 + 8) = 0$	0
D	$10 - (4 + 6) = 0$	0
E	$23 - (10 + 11) = 2$	2
F	$23 - (12 + 11) = 0$	0
G	$23 - (12 + 7) = 4$	4
H	$25 - (23 + 2) = 0$	0

よって、解答は

作業 G のトータルフロート (TF) : 4 日

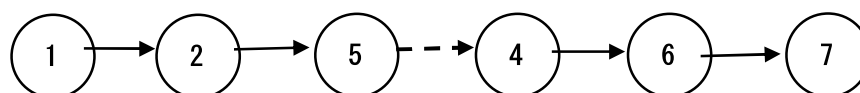


(3) 最小の増加費用で、所要工期を4日間短縮するには、どの作業を何日短縮したらよいかを求める。また、そのときの増加費用はいくらになるか求める。



●クリティカルパスを求める。

ネットワークの太線がクリティカルパスとなる。



クリティカルパス (B→C→F) で 4 日、(B→D→E) で 2 日に短縮を検討する。
クリティカルパス上で、最もコストの安い F 作業で 2 日短縮し、残りの 2 日を考える。

● (B→C→F) で 4 日の短縮

- ① F を 2 日短縮する 5 万円×2 日=10 万円
B を 1 日短縮する 8 万円×1 日=8 万円
C を 1 日短縮する 7 万円×1 日=7 万円
計 25 万円

- ② F を 2 日短縮する 5 万円×2 日=10 万円
B を 2 日短縮する 8 万円×2 日=16 万円
計 26 万円

● (B→D→E) で 2 日の短縮

- ①B で 2 日短縮する 8 万円×2 日=16 万円
②B で 1 日、D で 1 日短縮する 8 万円×1 日+3 万円×1 日=11 万円
③B で 1 日、E で 1 日短縮する 8 万円×1 日+4 万円×1 日=12 万円

両方を満足させ、最も安いのは B 作業を 2 日、F 作業を 2 日短縮することである。
(B1 日、C1 日だと、D、E ルートが 1 日足らなくなる。)

作業名	A	B	C	D	E	F	G	計
短縮日数		2				2		4 日
金額 (万円)		16				10		26 万円

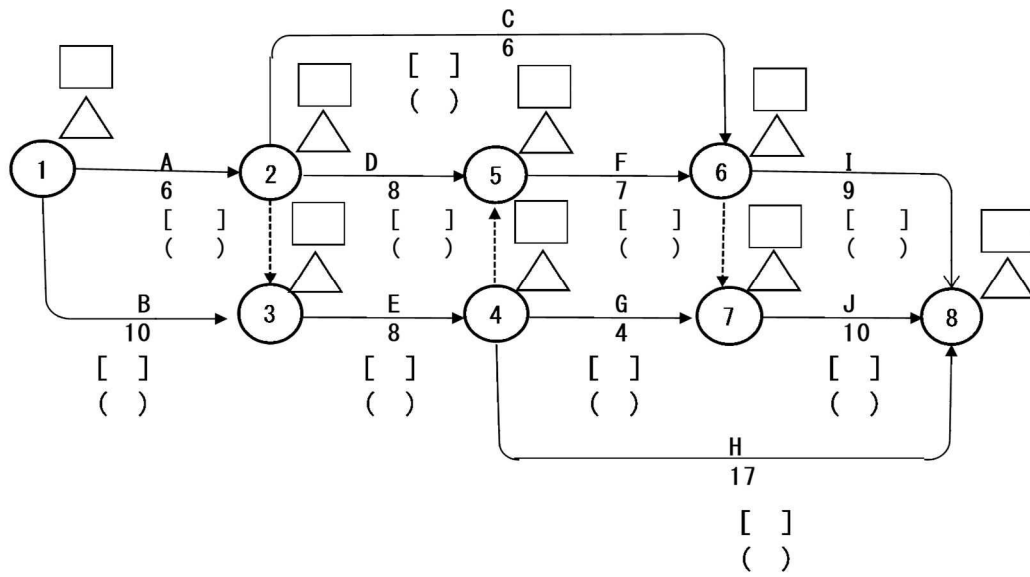
よって 解答は、

作業の短縮 : B を 2 日、F を 2 日それぞれ短縮する。

増加費用 (最小) : 26 万円

【問題 1】

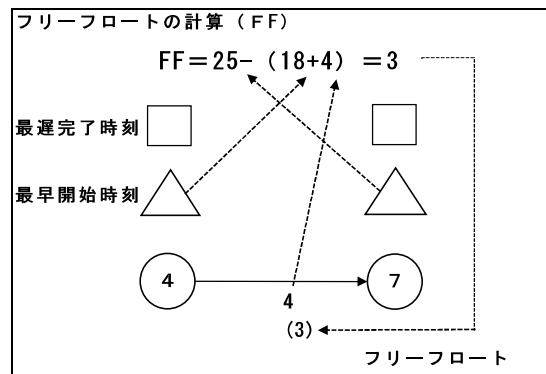
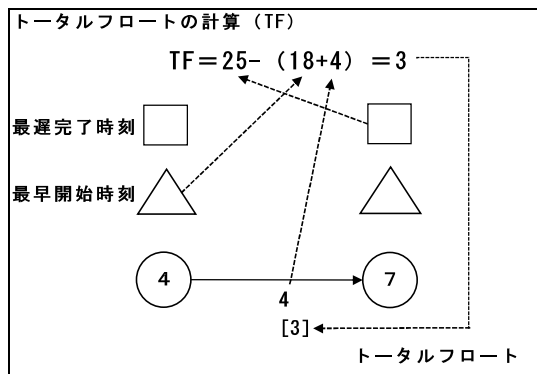
次に示すネットワーク工程表を用いて、①最早開始時刻、最遅完了時刻、②トータルフロート、フリーフロートを求め、③クリティカルパスを記述しなさい。



①最早開始時刻（EST）、最遅完了時刻（LFT）を求めなさい。

結合点	EST 計算	EST
①		
②		
③		
④		
⑤		
⑥		
⑦		
⑧		

結合点	LFT 計算	LFT
⑧		
⑦		
⑥		
⑤		
④		
③		
②		



②トータルフロート (TF)、フリーフロート (FF) を求めなさい。

作業	TF 計算式	TF
A		
B		
C		
D		
E		
F		
G		
H		
I		
J		

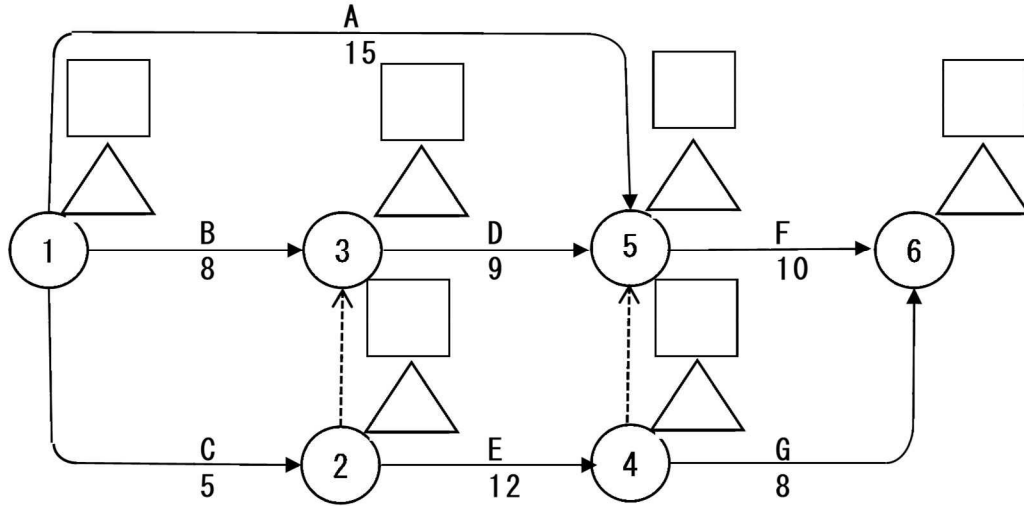
作業	FF 計算式	FF
A		
B		
C		
D		
E		
F		
G		
H		
I		
J		

③クリティカルパスのルートとアクティビティ (矢印) を記述しなさい。

- 1 ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○
- 2 ○ ○ ○ ○

【問題 2】

次に示すネットワーク工程表を用いて、所要工期（計算工期）を求めなさい。
その工期を最も短縮に必要な費用が安くなる方法で、3日間工程短縮し、そのときのエクストラコスト（最小余分出費）を求めなさい。



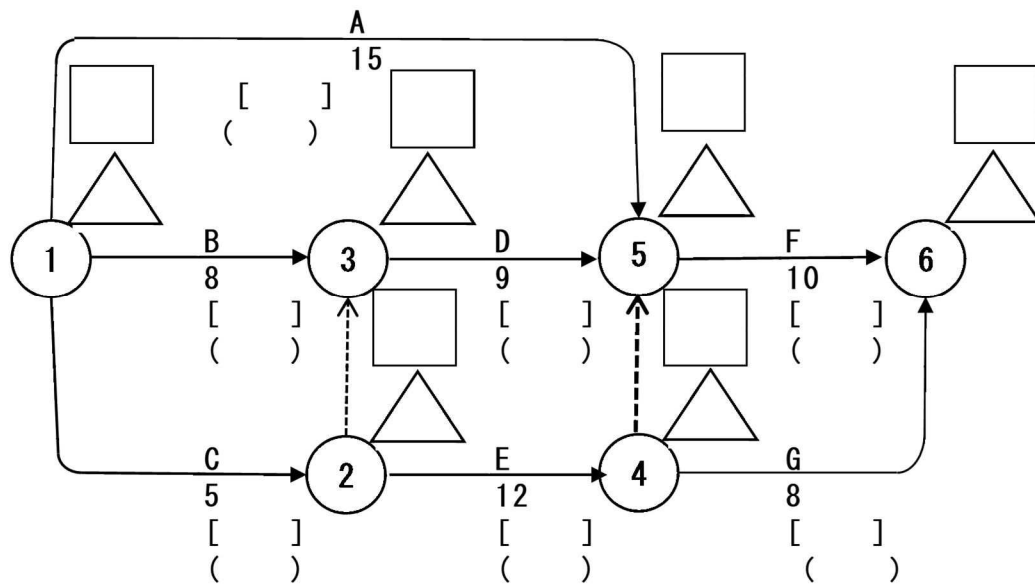
△ : 最早開始時刻
□ : 最遅完了時刻
[] : トータルフロート
() : フリーフロート

工期を短縮するときの条件

作業名	所要日数	短縮可能日数	短縮費用（円/日）
A	15 日	3 日	3 万円
B	8 日	2 日	4 万円
C	5 日	1 日	5 万円
D	9 日	1 日	3 万円
E	12 日	2 日	2 万円
F	10 日	2 日	1 万円
G	8 日	2 日	2 万円

問題2 考え方のヒント

①ネットワーク工程表の最早開始時刻、最遅完了時刻、トータルフロート、フリーフロートを求め、下記にクリティカルパスのルートを実アクティビティ（矢印）で記述しなさい。



△ : 最早開始時刻
□ : 最遅完了時刻
[] : トータルフロート
() : フリーフロート

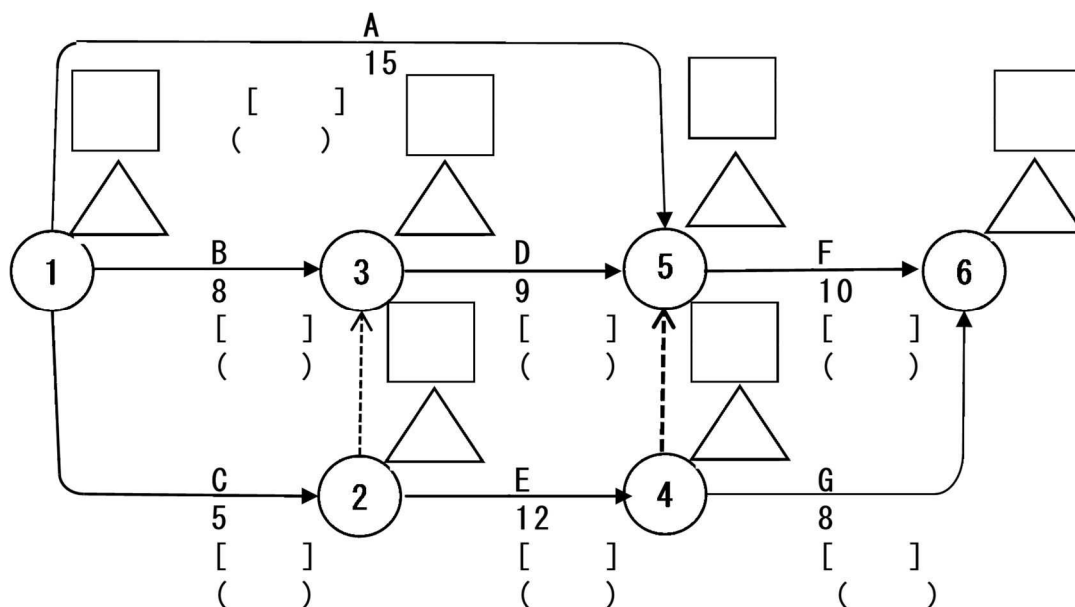
クリティカルパスのルートを実アクティビティ（矢印）で記述しなさい。

① ○ ○ ○ ○

② ○ ○ ○ ○ ○

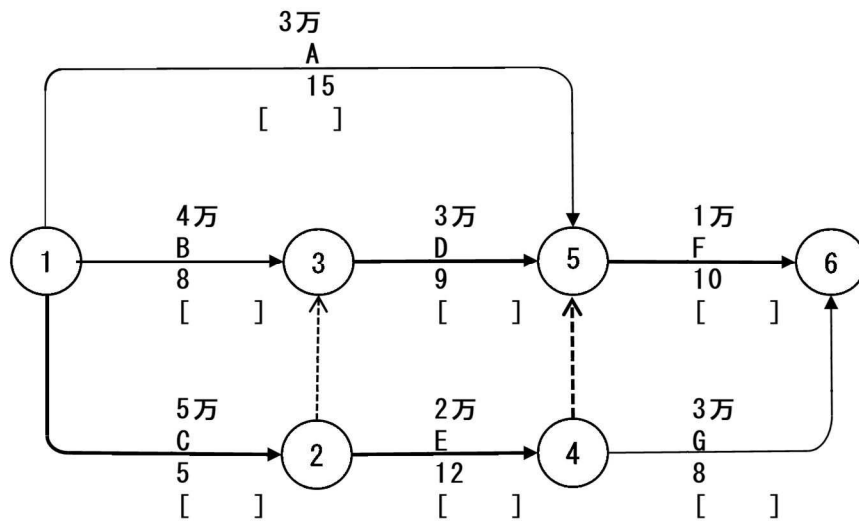
問題2 考え方のヒント

②計算工期の最終イベントの LFT（最遅完了時刻）を指定工期（3日間短縮した工期、 $27-3=24$ 日）に置き換え、それぞれの LFT を計算しなさい。
その LFT の数値から、TF、FF の算出を行い、 $TF \geq 0$ の経路を消去して表示をしなさい。



問題2 考え方のヒント

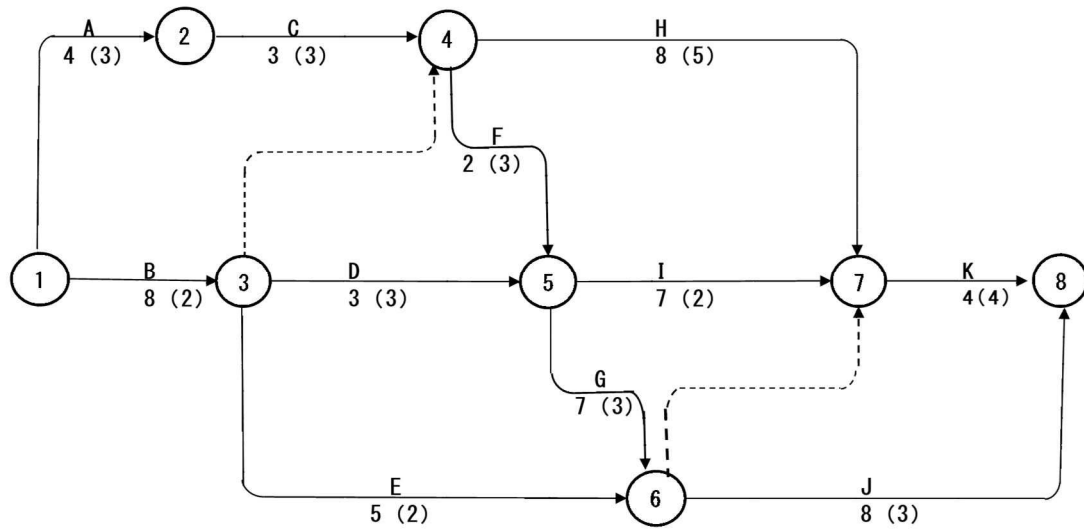
③下のネットワークから、短縮可能日数を1日短縮に必要な費用を見ながら、1つひとつの条件ごとに、日程短縮してそれぞれの短縮費用を算出しなさい。



エキストラコスト（最小余分出者）の計算をしなさい。

【問題 3】

図のネットワークで示される工事について、次の問に答えよ。ただし矢線の上段は作業名，下段は所要日数，（ ）内の数字は1日当たりの作業人員数を示す。

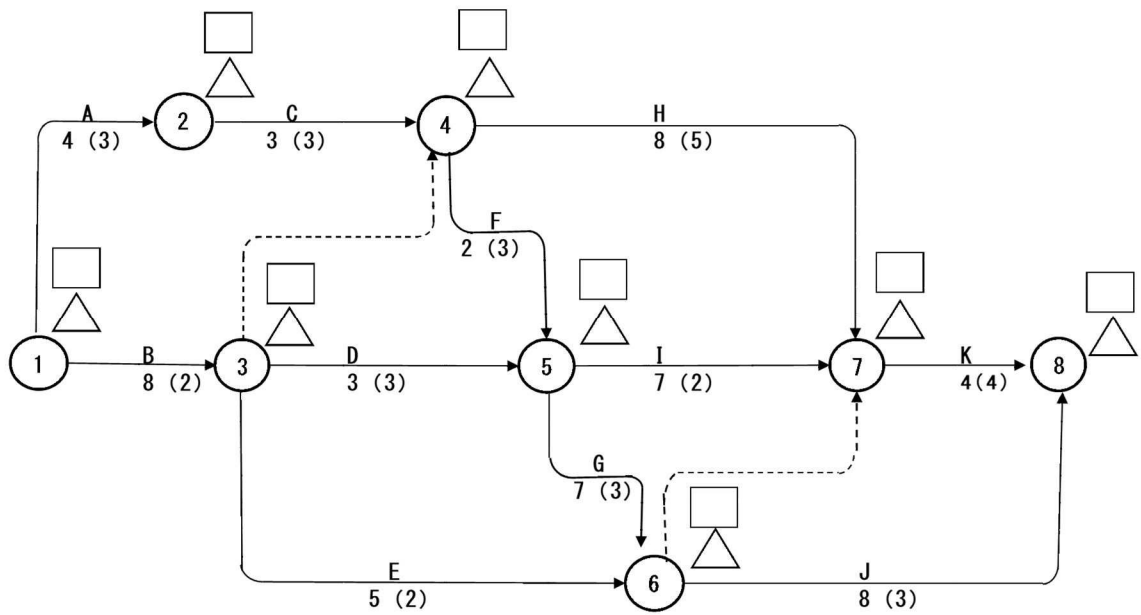


1. 作業 K の最遅終了時刻 (LFT) を求めよ。

2. 作業 K の最早開始時刻 (EST) を求めよ。

3. 作業 H のフリーフロート (FF) を求めよ。

①最早開始時刻 (EST) と最遅終了時刻 (LFT) をトータルフロート (TF)、フリーフロート (FF) を計算しなさい。



作業フリーフロートとは、イベントの最早開始時刻 (EST) からその作業の前イベントの最早開始時刻 (EST) を引いたものである。

(4) ネットワーク工程表の演習問題

- ①作業には、ABCDEFGHJKLMの作業がある。
- ②それぞれにかかる作業日数は、Aは6日、Bは3日、Cは3日、Dは1日、Eは5日、Fは4日、Gは8日、Hは2日、Iは4日、Jは5日、Kは2日、Lは2日である。
- ③Bは全体工程の最初の作業である。
- ④Bの完成後に、CDIは開始することができる。
- ⑤Dが完了すれば、GとLは並行作業として開始できる。
- ⑥JはLの作業に続き、JはKの作業の直前の先行作業である。
- ⑦EとAは両方ともCの完了後に開始できる。
- ⑧FAGKI は、全体工程の最後の作業であるHが開始する前にすべて完了している。
- ⑨FはEに続く作業である。

ネットワーク工程表をフリーハンドで書きなさい。

(5) 曆日換算演習

《ネットワーク工程表への質問》

- ①実稼働日数は何日か？
- ②歴に落とし込んでみてください。1日（水）からスタートし、日曜日を休日とします。
日曜日以外の休日はありません。完成日は何日でしょうか。
- ③Eの作業は、何日の入場予定でしょうか。
- ④Aの作業が3日遅れましたが、工期はどうになりましたか？

- ①実稼働日数は何日ですか？

[illegible]

- ②^{こよみ}歴に落とし込んでみてください。1日（水）からスタートし、日曜日を休日とします。
日曜日以外の休日はありません。完成日は何日でしょうか？

- ③Eの作業は、何日の入場予定でしょうか？

- ④Aの作業が3日遅れましたが、工期はどうなりましたか？



ハタ コンサルタント株式会社 www.hata-web.com

【本 社】 〒450-0002 愛知県名古屋市中村区名駅 4-2-28
名古屋第二埼玉ビル

【東京本店】 〒104-0061 東京都中央区銀座 7-15-8
タウンハイツ銀座 406

【大阪本店】 〒542-0081 大阪府大阪市中央区南船場四丁目 10 番 5 号
南船場 SOHO ビル 702

TEL : 0120-926-810 FAX : 0120-196-810

Email : info2@hata-web.com