

鴻池組	正員	安井英二
同	正員	川崎健次
同	正員	田坂隆一郎

1 はじめに

土木工事における施工計画の作成法に関しては、ネットワーク手法を中心として数多くの手法が提案されているが、実際の工事における利用は工程計画作成段階にとどまっていた、工事全体の実績値を記録し、工事内容を追跡して施工計画との対比により工事進捗状況を定量的に把握する、という施工計画・管理への適用の段階までには至っていないのが現状である。しかしながら、土木工事は工事着工当初より自然条件・施工条件および現場周辺の環境条件の変化をともなうのが常であり、このために当初作成した施工計画のまま工事が実施されることはほとんどないと言つても過言ではなく、工程計画や施工計画の内容を工事の進行状況と対応づけて逐次修正を加えておき、工事内容の変化を事前に把握しうる態勢を整えておくことは施工管理上重要なことである。工程を追跡する手法として工程ネットワークのフォローアップ計算があるが、ネットワーク工程表の利用法とも関係して、工事の施工進捗の把握も十分には行なわれていないのが実情のようである。

ところで、ネットワーク工程表をもとに、各作業の最早開始時刻および最遅開始時刻に対する出来高曲線を作成すると、通常の施工状態にある実際の施工工程に対する出来高曲線はこれら2つの曲線にはさまれた領域に存在すると考えられる。このことから、何らかの管理基準にもとづいて出来高曲線に対する管理限界を設定することができれば、月々の出来高を図上にプロットすることにより、簡便に施工進捗を評価することができる。

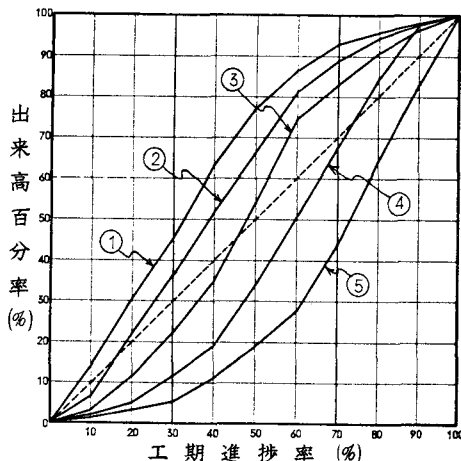
2 出来高曲線のパターン分類と曲線のあてはめ

出来高曲線は横軸に工期、縦軸に総工事費を取り、それぞれを100とし、工事費として表わされる出来高の累積値をプロットしたもので、工事の完成度を表わす施工進捗を時間の経過と工事費の累積値によつて示していると考えることができる。出来高曲線を実際の工事記録から取り出し、同じ図中で描くと、非常に巾広い範囲にバラツキていることが分るが、これを対角線との関係において分類すると、図-1に示すように、①高型、②高S型、③整S型、④低S型、⑤低型、の5つに分けることができる。ここで、②、③、④の分類は出来高曲線と対角線との交点が工期の軸において、それぞれ30%以下、30~70%、70%以上のものとした。

図-1 出来高曲線のパターン

出来高曲線により工事の進捗状況を把握し、今後の施工進捗を評価するためには、施工途中の出来高から工事完成時までの出来高曲線を推定しうるものでなければならず、出来高曲線の関数近似について検討する必要がある。

近似関数としては、ゴンペルツ曲線、ロジステイック曲線などの非線型関数、 n 次多項式曲線などの線型関数が考えられるが、ここでは3次曲線を採用することとし、図-1の5つのパターンの代表的な曲線について近似させると、いずれも重相関係数は0.95以上で回帰でき、実績値と近似値との差はほぼ5%までにおさまることが分つた。これより、出来高曲線は3次曲線の各係数を変化させることにより、かなりの精度で近似させることができる。



3. 計画出来高曲線と実施出来高曲線の対比

出来高曲線の形状を5つのパターンに分類すると、表-1のようであるが、計画、実施ともに高型、高S型、整S型が約75%を占めている。また、計画出来高曲線が工事の実施によつてどのようなパターンへと推移するかを見ると、全体の68%が同一パターンに属しているが、残りの32%は他のパターンへと変化していることがわかる。計画時から実施時へのパターンの変化については、さらに着工遅れの原因、準備工、設計変更等とも関連させて分析しなければならない。

4. 出来高曲線と工事特性との関連性

工事特性の要因として取り上げた指標は表-2のとおりであるが、計画作業期間、実施作業期間は、それぞれ計画工期、実施工期から準備・後片付を除いた期間である。

まず、工事特性間の相関を取ると、相関の強いものは、契約工期と実施工期、契約請負金と実施請負金、工期と請負金（契約時および精算時）、精算益率と益率の変化であつた。予定益率と益率の変化には相関が認められないことから、施工活動にともなう原価低減の努力が精算益率を大きくするのに影響が強いと考えられる。

次に、実施出来高曲線のパターンごとに工事特性の統計値を求めると、高型、高S型、低型は小・中規模工事が多く、整S型、低S型は中・大規模工事が多いがバラツキも大きい。益率については、（高、高S）型と（整S、低S、低）型に区別できるようである。

また、数量化理論Ⅲ類を用いて工事特性から実施出来高曲線の特徴を分析すると以下のようなものである。すなわち、①高型：益率および益率の変化がもつとも大きく、そのバラツキは小さい。②高S型：益率に関する指標は高型に次いで大きく、バラツキは小さい。③整S型：工事規模に差があり、益率に関する指標の値はバラツキが非常に大きい。④低S型、低型：益率に関する指標は高型、高S型に次いで大きく、バラツキは比較的小さい。

5. 出来高曲線の分布域

分析の対象とした工事について、計画出来高曲線、実施出来高曲線をそれぞれ1つの図にプロットして、いわゆる「バナナカーブ」と比較すると、両者ともに30%以上の曲線がこの管理曲線の上方に外れている。

次に工期による分布域の変化をみると、工期が240日以下では全曲線の場合と同様バラツいた挙動を示すが、240～360日では高型、高S型になつており、361日以上では出来高曲線は対角線付近に分布し、全て「バナナカーブ」の限界内にある。また、精算益率でみると、益率の小さい場合には対角線付近に分布するケースが多いが、ある値を越えるとバラツキが上下に大きくなり、さらに益率が大きくなると、高型、高S型へと移行する挙動を示している。さて、益率の変化で分布域を考察すると、出来高曲線のパターン、分布域の位置については大きい差異はないが、益率の変化が大きくなるにつれてバラツキの程度が小さくなつていようである。

6. あとがき

本報告は、出来高曲線を施工進捗管理の1つの道具にしたいという見地から、種々の要因を取り上げ、統計的に出来高曲線の特性について分析したものである。出来高曲線に対する管理限界の設定、設計変更時の取扱い、工程変更時の処理、ネットワーク手法による進捗管理との関係、などについては別の機会に報告したい。

表-1 出来高曲線形状の計画時と実施時の対比

計画時 実施時	高 型	高 S 型	整 S 型	低 S 型	低 型	計
高 型	9					9
高S型	1	6	3	1		11
整S型	1	2	9	1	1	14
低S型		2		6	1	9
低 型	1	1			2	4
計	12	11	12	8	4	47

表-2 工事特性の要因

- ① 契約工期、 ② 実施工期
- ③ 工期変化率（ $= \frac{②-①}{①} \times 100$ ）
- ④ 計画作業期間率（ $= \frac{\text{計画作業期間}}{①} \times 100$ ）
- ⑤ 実施作業期間率（ $= \frac{\text{実施作業期間}}{②} \times 100$ ）
- ⑥ 契約請負金、 ⑦ 精算請負金
- ⑧ 予定益率、 ⑨ 精算益率
- ⑩ 益率の変化（ $= ⑨ - ⑧$ ）