

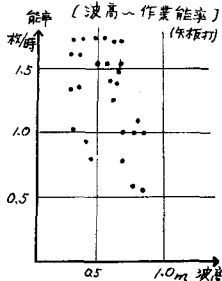
京都大学工学部 正員 吉川和広

運輸省 ○正員 赤城謙一

鴻池組 正員 西野久二郎

ネットワーク手法が工程計画策定の手法として用いられ始めてから、すでに数年を経過した。しかしながらその有効性をさげられるわりには利用度が低いのではないだろうか。一度は試してみれば使ってみても元の手法に戻ってしまったということも多く耳にする。根本的な原因は、一般にネットワーク手法を応用して合理性の高い計画を策定するほどの必要性が、まだ施工計画に対して切実な要求となっていない現行の施工制度、また現行制度のもとでネットワーク手法もその子に適用しようとするため、ネットワーク手法の特質が發揮できず、正当な評価を受けていないことなどにあると思われる。今後ネットワーク手法の特質が十分に發揮されるためにはある程度現行の諸制度が変革されなければならないだろう。いままず工程計画におけるネットワーク手法の実用化という面から、具体的に変革の内容を眺めてみる。

11. ネットワーク手法における時間見積りは非常に大切な要素である、特に海上作業の場合その見積りは不正確なものになり易い。従って計画の信頼性が低められるということになる。いま海上工事などで作業能率が波によって大きく左右されると思われる作業に対して、一つの合理的な見積り法として、波高 $\bar{h}$ と作業能率との関数 $f(\bar{h})$ 、作業実施の予測される月の波高 $\bar{h}$ が出現する確率 $P(\bar{h})$ を用いて、作業量が W の場合の作業所要時間を
$$t = \frac{W}{\int f(\bar{h}) \cdot P(\bar{h}) d\bar{h}} = \frac{W}{\sum f(\bar{h}) \cdot P(\bar{h})}$$
 なる式によって算定することが考えられる。いま小名浜港における矢板打作業について、過去のデータから $f(\bar{h})$ を求めてみると図のよう



になった。作業可能限界値 $\bar{h}^* = 75\text{cm}$ ということ、波高の増大につれて能率が低下する傾向はみられるが能率低下とあるわけ関係式はつかみにくいということがわかる。この図からは $f(\bar{h}) = \text{const.} (\bar{h} < \bar{h}^*)$, $f(\bar{h}) = 0 (\bar{h} > \bar{h}^*)$ という程度の関係しかつかめない。このような理由として、①矢板打込作業は波による変動は小さいのか、②作業能率と対応させた波高は作業実施時の真の波高を代表していたか、③日報は実績を将来データとして有効に使用しようという形で正しく記録されたものであったか、等の点が当然問題となる。真の原因の追求は今後に課せられた問題ではあるが、工事現場では簡単な波高棒等を用意し、作業時に真に代表する波とその時の作業実績と対応させた記録として残し、このような記録が矢板打なら矢板打として多数集積されるような体制化を考えねばならないと指摘されよう。それに際してもまず現在の日報形式はより具体的に作業内容を表わすよう、さらに単位施工量あたりの所要時間が算定できるような形式に、また日報は必ずその日の工事の進行とともに、責任者によって記録されるように改められなければならない。一方に将来工事が予測される重要地域では、設計という面からのみではなく、施工計画という面からも十分利用できるような日別の波高記録を当局が常に収集整理しておくという制度体制化が望まれる。

12. 日報記録形式がより具体的な実績記録と致すように改められるならば、それは将来工事工程計画の重要なデータとして使用することができよう。いまこのようにして各作業の単位施工量あたりの時間記録が多数集積され、作業時間分布形が除々にわかってきた場合の最適目標工期の決定法

について2つの考え方を示す。その際各作業の時間分布を考慮してネットワーク上でコンビューションを実行し工期 λ の分布を計算することになるが、現在並列のコンビューションには非常に多くの計算時間が必要で、実際上不可能に近いので実用的な範囲で行なう精度上も満足できると思われるような方法を考えた。

(1) 各アクティビティに対する平均時間と分布形を算出し、平均時間をもとにしてCPMデーターを作成する。

(2) CPM計算を行ないその結果と工期 T_0 との関係を知り、コンビューション実施の対象としてのCPMスケジュールを決定する。同時に最も短縮されたスケジュールにおけるクリティカルパスが構成するネットワークをコンビューション用のネットワークとしてえらぶ。コンビューションデーターとして各スケジュールにおけるスケジュールタイムを平均値に、そこに求めた分布形を λ の分布として与えることとする。日によって区切りごとによって分布形は離散変数の分布となる。また分布形は時間短縮によって変化するところも考慮されるが、一応ここでは不変と仮定する。

(3) ネットワークによってコンビューションを行なうための計算式として、分布の確率密度が連続関数の場合の一般式を、離散変数分布の計算式に書き換え、ネットワークコンビューション用に立式すればよいことになる。この式によればアクティビティの分布形が λ の λ の λ のようにならなくても比較的簡単な計算で求められることになる。以下記号を次のように定める。

$q_i(y)$: 結合点 i の最早結合点時刻が y である確率。 $f_{ij}(x)$: 作業 (ij) の所要時間が x である確率。

λ_i : 各アクティビティについて所要時間 x の最小値 x_{ij}^m をとり、 x_{ij}^m を使っての i の最早結合点時刻。

μ_i : 各アクティビティについて所要時間 x の最大値 x_{ij}^M をとり、 x_{ij}^M を使っての i の最早結合点時刻。

(a) ネットワーク直列部結合点 j の確率密度関数 $q_j(y)$

$$q_j(y) = \sum_{t=\lambda_j}^{\mu_j} q_i(t) \cdot f_{ij}(y-t), \quad \text{すなわち } y = (\lambda_j), (\lambda_j+1), \dots, (\mu_j-1), (\mu_j). \quad \dots\dots\dots (1)$$

(b) ネットワーク並列部結合点 k の確率密度関数 $q_k(y)$

$$\text{ステップ I. } q_k^1(y) = \sum_{t=\lambda_k}^{\mu_k} q_i(t) \cdot f_{ik}(y-t), \quad \text{すなわち } y = (\lambda_k + x_{ik}^m), (\lambda_k + x_{ik}^m + 1), \dots, (\mu_k + x_{ik}^m) \quad \dots\dots\dots (2)$$

$$\text{ステップ II. } \begin{cases} G_k^1(\lambda_k) = \sum_{t=\lambda_k}^{\mu_k} q_i(t), & G_k^1(\lambda_k+1) = G_k^1(\lambda_k) + q_k^1(\lambda_k+1), \dots, G_k^1(\mu_k + x_{ik}^m) = G_k^1(\mu_k + x_{ik}^m - 1) + q_k^1(\mu_k + x_{ik}^m). \\ G_k^1(\mu_k + x_{ik}^m + 1) = 1, \dots, G_k^1(\mu_k) = 1 \end{cases} \quad \dots\dots\dots (3)$$

同様にして k に入る n 個のアクティビティについて、 $G_k^1(y), \dots, G_k^n(y)$ を求めめる。

$$\text{ステップ III } G_k(y) = G_k^1(y) \cdot G_k^2(y) \cdot \dots \cdot G_k^n(y), \quad \text{すなわち } y = (\lambda_k), (\lambda_k+1), \dots, (\mu_k-1), (\mu_k) \quad \dots\dots\dots (4)$$

これは早期結合点 k の最早結合点時刻の確率密度関数は、上式の微分形として、

$$q_k(y) = G_k'(y) = G_k(y) - G_k(y-1), \quad \text{すなわち } y = (\lambda_k), (\lambda_k+1), \dots, (\mu_k-1), (\mu_k) \quad \dots\dots\dots (5)$$

コンビューション値は式(4),(5)によって求められ、これは実際例によって計算を行なう。その結果、並列部の影響によって、工期分布の平均値はCPM結果の λ より大きくなる。従ってCPMで短縮された λ を目標工期とする場合には、 λ の実現度は相当低下していることに注意せねばならないことになる。以下直接量としてプロジェクト遂行費用 S_1 、間接費として分布の平均 λ_m に対する費用 S_2 、延滞金として工期 T_0 を超えると確率 $P(\lambda)$ と日あたり延滞料 a とによって $S_3 = \int_{T_0}^{\infty} P(\lambda) \cdot a \cdot (\lambda - T_0)$ を考え、工事費 $S = S_1 + S_2 + S_3$ と定義し S を最小にする工期を最適工期とする。以下 λ をいくらにするかは施策によって決定される問題であるが、これは安全率と考えると目標工期をこのような考え方のもとに決定することもある方法がある。

現在の施工計画においては、このようにして目標工期を決定することは非常に困難であり、施工体制の変更とともに、ネットワーク手法を中心とした体系的な計画策定法についての研究が急務であると思う。