

(株) 奥村組・技術研究所 正会員 河原畑 良弘

〇岡本 伸一

1. はじめに

近年、環境衛生施設の整備・拡充に伴い都市部における上下水道の築造工事が増大している。これらの工事では経済的な理由からばかりでなく、都市の機能をできるだけ低下させないという配慮から推進工法が多く用いられるとともにその場合でさえも道路の占用について厳しい制約が付加されるようになってきている。一方推進工法の性質上、施工延長が長くなれば中継点としていくつもの立坑を設けなければならず施工部位が分散する。このように施工条件が複雑な工事ではこれらの条件を総合的に考慮して合理的な工程計画を立案することが極めて重要かつ支配的な課題となっている。そこで本研究では実際の推進工事に対してコンピューター・シミュレーションを利用した基本工程計画の立案方法を適用し、その有効性を明らかにした。

2. 問題の定式化と工程計画立案のプロセス

本研究で対象工事として取上げに施工現場の状況を模式的に図-1に示す。一般に推進工事は立坑関連作業と押管作業に大別されるが

これらの具体的な内容を図-2に示す。基本的には発進・到達の両立坑の構築が完了すればその間の押管作業を開始できるが、本工事ではさらに次の条件を満足しなければならない。

i. 道路占用の問題から立坑関連作業には表-1に示す競合関係がある。すなわち左欄に示す立坑において人孔築造および埋戻し以外の作業を実施している場合には右欄に示す立坑でそれらの作業を実施できない。

ii. 立坑No.1~No.3およびNo.18は鋼矢板打ちおよび引抜きにバイアロ・ハンマーを使用しそれ以外は圧入式杭打機を使用する。

iii. 立坑関連作業は昼間に限る作業、押管作業は昼夜連続作業とする。

iv. 推進装置は直径800mmと1000mmのものをそれぞれ1台ずつ投入するが、人員の関係からこれらを同時に推進することはできない。

v. 推進区間No.1~No.8の施工には表-2に示す先行、後続の関係がある。

表-2 押管作業の順序関係

推進区間 No.	先行推進 区間No.
5	1
6	2
7	3
8	4

vi. 両発進の立坑ではその立坑より発進する推進区間をできるだけ連続して施工する。

以上の条件のもとに望ましい工程計画の立案方法について考察するがここでは主要な計画要素として立坑の施工順序に関する優先度および杭

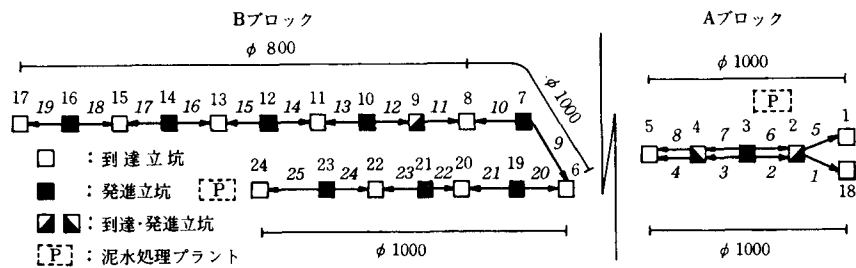


図-1 施工現場の状況

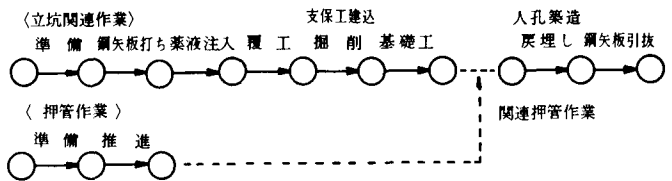


図-2 推進工事の施工順序

表-1 立坑関連作業間の競合関係

立坑No.	競合立坑 No.
7	19, 20,
8	19, 20, 21
9	20, 21, 22
10	22, 23,
11	22, 23, 24
12	23, 24,
13	24,
19	7, 8,
20	7, 8, 9
21	8, 9,
22	9, 10, 11
23	10, 11,
24	11, 12, 13

打機の投入台数を考えることにする。また、評価要素としては全体工期および鋼矢板損料、杭打機損料を中心に考えるが、これは計画要素の内容の変化に対応して変化する主要な要素であると同時に工程計画の望ましさも定量的に把握しうる指標であると考えたにためである。ここで工程計画立案のプロセスを図-3に示す。本研究ではステージ1を中心に取扱うことにし、具体的には立坑施工順序に関する優先度および杭打機投入台数を入力し施工の動態をシミュレートすることにより、各立坑ごとの立坑関連作業の開始・終了時刻、各推進区間ごとの押管作業の開始・終了時刻、杭打機の稼働状況などを中心として実際の工程を求めることにした。なお、シミュレーション・プログラムの作成には待ち合せ問題に有効な言語であるGPSSを用いた。

3. シミュレーションの実施と結果の考察

シミュレーションの結果をとりまとめて表-3および図-4に示す。図はインフォットで指定した立坑施工順序に関する優先度と実際の押管順序を示したものである。まず、CASE-1はかなりの施工経験に有する現場技術者により初期設定を行った結果である。このとき押管装置の實質的な遊休はほとんどなく、全体工期をこれ以上大幅に短縮することは不可能である。しかし、押管作業の速度に比べて立坑関連作業の速度が速く立坑に遊休が生じている。

表-3 シミュレーション結果

CASE No.	全体工期 (日)	鋼矢板損料 (万円)	杭打機台数(台)		泥水処理プラント 延使用日数(日)
			圧入式	シバイプロ	
1	332	2502	2	1	391
2	334	1982	1	1	372
3	411	3283	1	1	370
4	333	1979	1	1	381
5	325	2083	1	1	360

このため鋼矢板損料も増大している。そこで立坑関連作業の速度を低下させるために圧入式杭打機を1台にしてシミュレーションを実施した結果がCASE-2である。このとき全体工期はわずか2日間延長したに過ぎないが鋼矢板損料は約500万円低下している。この結果、圧入式杭打機の台数は1台で十分であるとの結論を得た。次にCASE-3では泥水処理プラントの損料を減ずるためにBアロクの施工をできるだけ先行させることにし、Aアロクの施工を工事開始後180日以降に行うことにした。つまり、Aアロク用の泥水処理プラント損料をできるだけ低減させることを狙いとしたが、この結果は全体工期および鋼矢板損料が大幅に増大するに棄却した。CASE-4、5はAアロクの施工をできるだけ先行させるよう指定した結果である。

これよりCASE-5はCASE-2より鋼矢板損料で100万円程度増大しているが、全体工期、泥水処理プラントの延使用日数とも最小であること、さらに工期最優先という実際面からの要望もありこれを最終基本工程計画とした。

4. おわりに

本研究では従来複雑すぎるために総合的な検討が十分なされていなかった推進工事における工程計画問題に対して1つの科学的な手法、具体的にはコンピューター・シミュレーション手法を適用することにより合理的な基本工程計画の立案が可能であることを示した。今後はこのような実際的なシステムの開発を通じて逐次施工計画全体の技術レベルの向上とシステム化を図っていきたいと考えている。

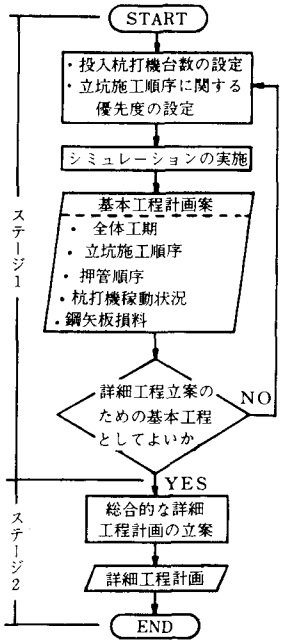


図-3 工程計画立案のプロセス

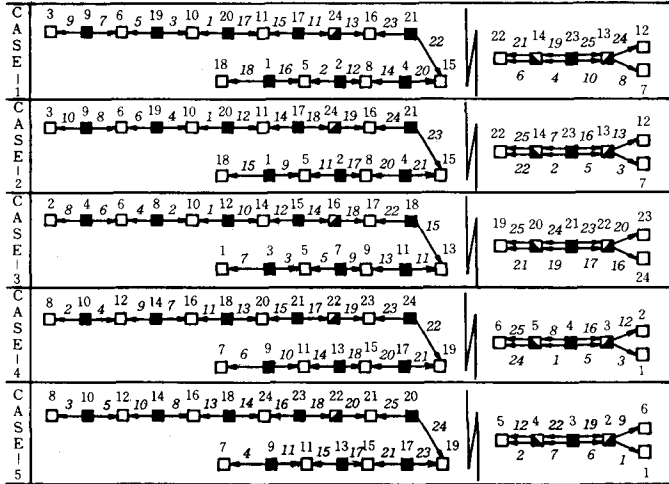


図-4 立坑施工優先度(入力)と押管作業順序(出力)