

多くの立坑を有するシールド工事における掘進順序の決定法

(株) 興利組・技術研究所 正会員 河原畑 良弘

○岡 本 伸一

1. はじめに

都市部における上下水道の築造工事には推進工法が多く用いられる。推進工法とは人力または機械によって掘削しながら立坑内に設置した推進装置で管を押し込んでいく工法である。本研究はこの施工法を用いた上下水道工事のうち、図-1に示すような立坑数が多く、しかも道路の占用に関する条件やシールド推進順序に関する条件、立坑の杭打機種に関する条件など種々の条件が錯綜している施工現場を取上げ、施工計画（とくに工程計画）を合理的に立案するための方法について考察したものである。実質的にはシールドの推進順序が全体工程にとって重要かつ支配的な問題であると考え、シミュレーション手法を用いたシールド推進順序の決定法を中心とする工程計画の立案プロセスについて提案するものである。

2. 問題のモデル化と掘進順序の決定プロセス

一般に推進工法による上下水道の築造工事は立坑関連作業とシールド推進作業とに大別される。これらの作業の具体的な内容を図-2に示す。基本的には発進・到達両立坑の構築が完了したところからシールド推進作業の実施が可能となるが、本研究で取上げに対象工事では次のような前提条件を満たさなければならなかった。

i. 道路占用の問題から立坑築造作業間に表-1に示すような競合関係がある。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（立坑関連作業）

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ブロ・ハンマーを使用しそれ以外に圧入式杭打機を使用する。

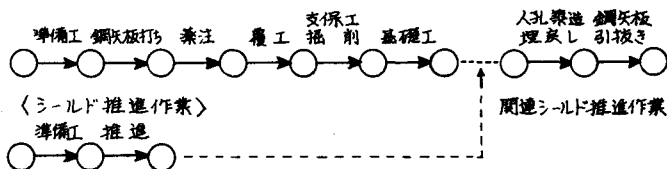


図-2 施工順序

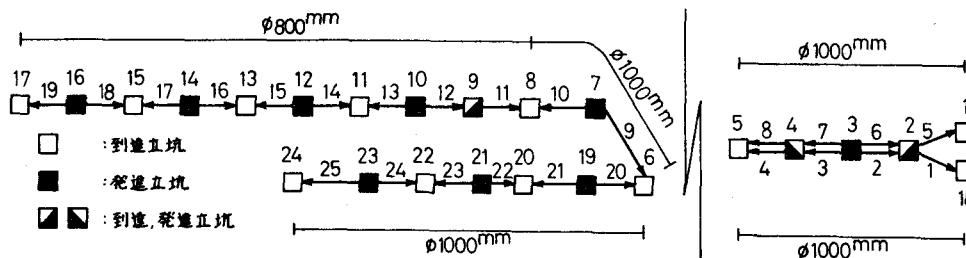


図-1 施工現場模式図

Yoshihiro KAWARABATA, Shinichi OKAMOTO

Ⅲ.立坑築造工は昼間だけの作業、シールド推進工は昼夜連続作業とする。

Ⅳ.シールド機はφ800mmとφ1000mm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.スパンNo.1～No.8のシールド推進作業には表-2に示す先行、後続の関係がある。

Ⅵ.両発進の立坑ではその立坑より発進するスパンをできるだけ連続して施工する。

さて、本研究では現場技術者の経験と最大限にいかすことを考え、工程計画の立案プロセスも多分に学習過程を組み入れたマン・マシン・システムとして設計することにした。これは工程計画立案のプロセスを柔軟性が高く、実際の施工に即座に利用できるようなワーク・システムとすることを意図したためである。しかも、実質的な制御要因として杭打機の台数および立坑の施工順序に関する優先度を考えることにし、コンピュータ・シミュレーションを用いて施工の動態をとらえ、計画の評価を行うことにした。さらに、具体的な評価要因としては鋼矢板の損料を優先させ、これと全体工期を取上げることにした。決定プロセスの概要を図-3に示す。

3. 結果の考察

まず、かなりの施工経験を有する技術者により圧入式杭打機を2台、バイプロ・ハンマーを1台、立坑の施工順序に関する優先度を図-4のように設定してシミュレーションを実施した。その結果を表-3のCASE No.1の欄に示す。この結果をもとにさらに数ケースのシミュレーションを実施した結果、CASE No.5が最終的な詳細工程を立案するための基本工程としての内容を十分に保有していると判断し、これを最終結果とした。結局、ここでは従来の方法で立案した当初計画と比べて工期が約2ヶ月、鋼矢板損料が約400万円、さらに杭打機1台の節約を図ることかできた。なお、探索のプロセスの詳細については紙面の都合上割愛し、講演時に示すこととする。

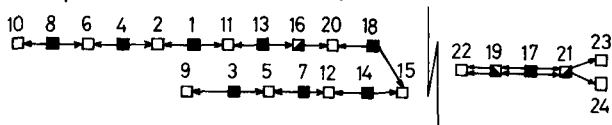


図-4 立坑施工順序に関する優先度

4. おわりに

本研究は実際の問題の解決に主眼を置いてシステム開発を行ったものであり、個別対応的なシステムとなっている。今後は、このような実際のシステム開発を通じて逐次全体の技術レベルの向上を図っていくことが重要である。

表-1 立坑築造作業間の競合関係

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, 12
24	11, 12, 13

表-2 推進作業の順序関係

スパン No.	先行スパン No.
5	1
6	2
7	3
8	4

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)
1	332	2502	圧入式2台、バイプロ1台
2	334	1982	圧入式1台、バイプロ1台
3	411	3283	・
4	333	1979	・
5	325	2083	・

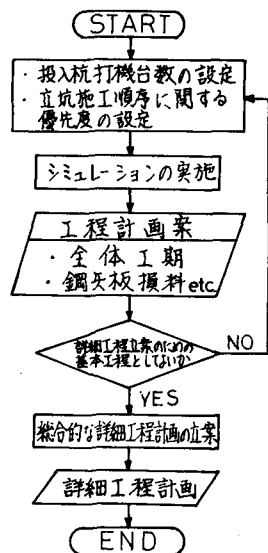


図-3 決定プロセスの概要