

(株)奥村組技術研究所 正員 河原畑良弘
同 上 正員 ○田川朋尚

1. はじめに

近時、鉄道・道路等国内輸送ネットワークの充実・整備を目的とする政策の実施に伴い、長大トンネル工事の増加が顕著である。一方、それらに施工する側のトンネル工事量に見合う技術者・労務者の確保は、種々の要因から困難さを増しており作業の機械化や機械の大型化などによる省力的な施工が当面の課題となっている。しかしながら、単に機械・設備（費用）を投入するだけではそれに比例した施工能率のアップ（作業時間の短縮→工期の短縮）が得られるとは言えない。また、トンネル工事においてはその特殊性から現場技術者経験や勘による意思決定が行われることが多く、それがずれたとときの損失は明り工事に比べて莫大になることが多い。以上のような観点から、本研究は合理的なトンネル施工設備の計画・管理を目標に、機械・設備のパラメトリックに変化させたとき、それが工事の進行にどのような影響を及ぼすかをシステム・シミュレーションによって分析しようとするものである。

2. トンネル工事の作業特性

トンネルの施工における機械の稼働状況を調べるために、工事の進行すなわち作業のサイクル・タイムに着目する。例えば、掘削作業についてサイクル・タイムに影響を及ぼす要因をあげてみると図-1 になる。

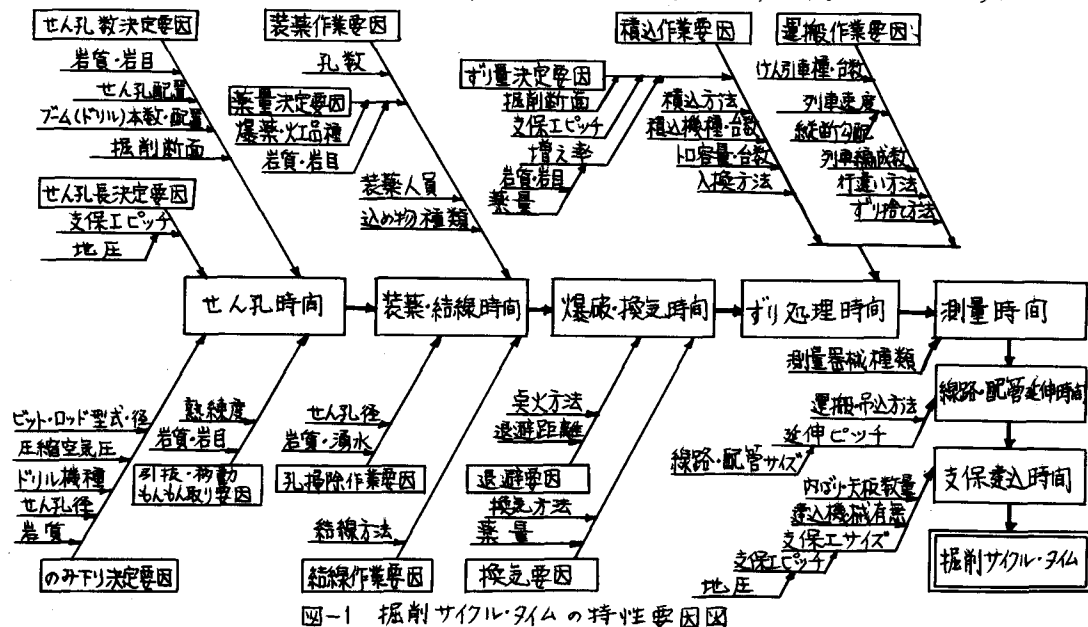


図-1 掘削サイクルタイムの特性要因図

これらの要因によって構成される作業は、その全工程が手作業であるものやほとんど人力を介しない機械作業であるものまで、様々な機械化の形態をとっている。このうち手作業の場合（たとえば、装葉・結線など）には作業員の技能力だけが作業時間を支配する要素であり、一方機械が主力の作業（たとえば、せん払、すり処理など）では機械の能力とオペレータの技能力が作業時間を支配する要素である。またそれらの中間的なもの（たとえば、支保工建込、配管・線路延伸など）もある。したがって、作業員やオペレータの技能力が標準のレベル

にあるものとする、工事に投入される機械の能力や
 機械や設備の変更は直ちに工事の進行に影響を及ぼ
 すことになる。次にその例を示す。

3. トンネル工事のシステム・シミュレーション

ここでは各作業において使用する機械は変更せず、設
 備の変更として坑内線路ポイント間隔だけを変えてシ
 ミュレーションを行なった。シミュレーション・モデルは
 表-1に示すような状況を設定し、四-2のような線路
 配置として連続2日間のランを行
 なった。

4. シミュレーションの結果と今 後の課題

図-3はシミュレーション結果
 のアウト・プットの1部をまとめ
 たものである。

これによって坑内線路ポイント
 の増加(減少)という施工設備の
 1部の変更が、個々の作業時間
 に対して全て影響することが確認さ
 れた。

今後の課題としては、

- ① 図-1 にあげた全ての要因と変
 化させその組合せにより多数回の
 シミュレーションを行なう。
- ② それらのケース・スタディと実
 際の施工現場とを対比しつつ評価
 ・検討することにより、トンネル
 施工における合理的な機械・設備
 の計画・管理方法を見出す。
 なども考えている。

5. あとがき

このシミュレーション・モデル
 はGPS Sを用いてプログラミング
 したものであり、他のケース・
 スタディとともに講演時に発表す
 る。

1)河原畑, 田川; トンネル工事の
 システム・シミュレーションにつ
 いて, 昭和48年度土木学会関西支
 部年次学術講演概要

作業種別	断面 進行数	1サイクル 所要時間	列車編成	シミュレーション開始時の 坑口からの各作業進行位置
①導坑掘削	15.5	1.5	6 x 4 x 2	1360.0
②上半 "	38.7	1.5	6 x 6 x 3	1084.5
③ア-チコンクリート打設	10.2	12.0	6 x 1 x 2	864.5
④大背掘削	8.7	2.0	6 x 6 x 1	584.5
⑤土平・掘削	5.7	3.0	6 x 6 x 1	460.0
⑥附付コンクリート打設	5.4	3.0	6 x 1 x 2	412.0
⑦土平・急掘	5.7	9.0	6 x 6 x 3	316.0
⑧急コンクリート打設	5.4	9.0	6 x 1 x 2	292.0

*印は片側分

表-1 断面および列車編成

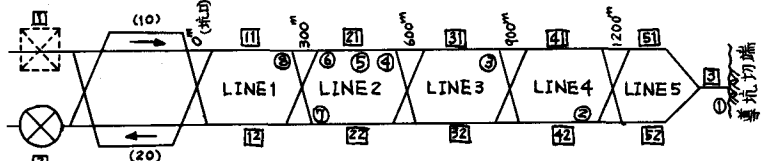


図-2 坑内線路配置(ポイント間隔=300mの場合)

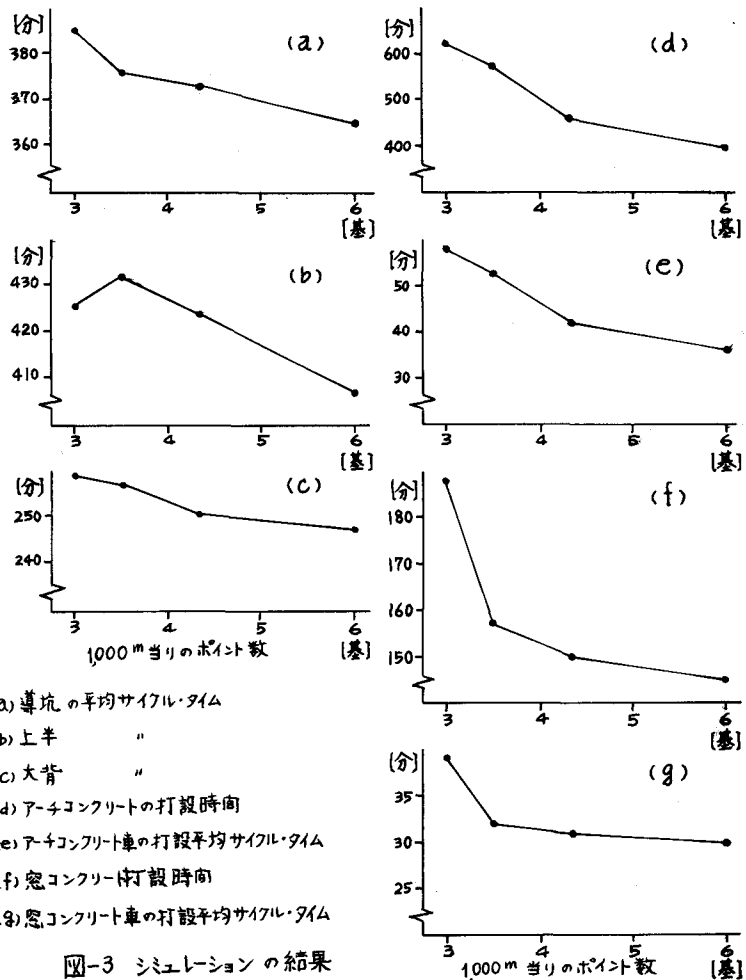


図-3 シミュレーションの結果