

III-162 小断面シールド工法における施工システムの検討

日本電信電話公社 茨城電気通信研究所 正員 ○ 中野 雅弘
 同 同 正員 山岸 康利
 同 同 正員 今中 雅夫

1. はじめに

電々公社では、建設工事の公害防止、施工の省カ化、高速化、信頼性向上を目指して小断面シールド工法の技術開発を進め、ヒューム管ライニング方式による内径1,200mm、推進距離150mのM-1号機の実用化に成功した。さらに、第2段階として、自動ライニング、推進長の増大および遠隔操作の自動化を目指し、自動制御によるM-2号の研究を進めている。

2. 施工システムの概要

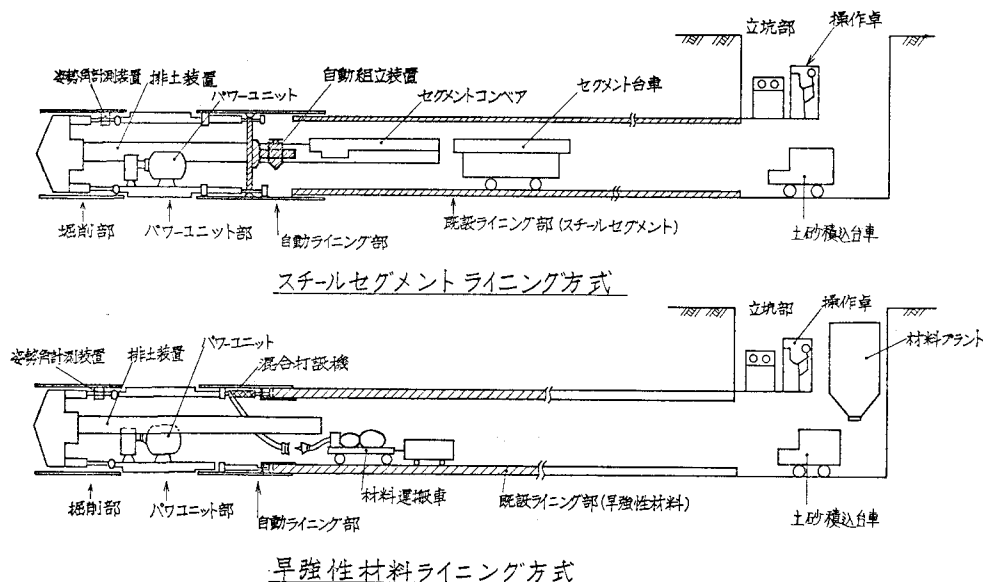
小断面シールド(M-2)工法は、機械化シールド工法の1つであるが、自動制御技術を駆使し、掘削、排土、ライニング、方向制御の自動化を目標としている。このように各分野の技術を総合した高度な機械化施工法であるため、施工がより合理的、かつ施工能力を充分発揮できるような最適施工システムを開発する必要がある。⁽⁴⁾ なお、表-1に施工システムの目標値を示す。

表-1 目標値

掘進長	500m
トンネル仕内径	1,200mm
ケーブル数	15本~40本
トンネル最小径	200mm
施工精度	±20cm
衬层土質	粘土・砂質土 (潜水アリ)
施工速度	10m/day

図-1に示すように、ライニング方式としてセグメント方式と早強性材料方式があり、シールド機は $\frac{1}{2}$ が大きくなるので分割とした。先端の掘削部には、掘削機構、シールドジャッキ類、姿勢・位置計測装置を備え、次に各装置の動力源であるパワーユニット部が連結される。さらに、自動化を目指したライニング部があり、自動組立装置または混合打設機、型枠装置、それに裏込注入装置が取り付けられる。排土装置としては、切羽で掘削された土砂をライニング部まで運ぶ4エーンコンベアと、これを受けて土砂を立坑まで運ぶ土砂運搬台車が用いられる。

図-1 小断面シールドM-2システム図



ミールド機の挙動は姿勢計測、位置検知装置により計測し、集中制御システムへフィードバックされる。さらに、これらの制御信号用の伝送路も坑内に確保される。

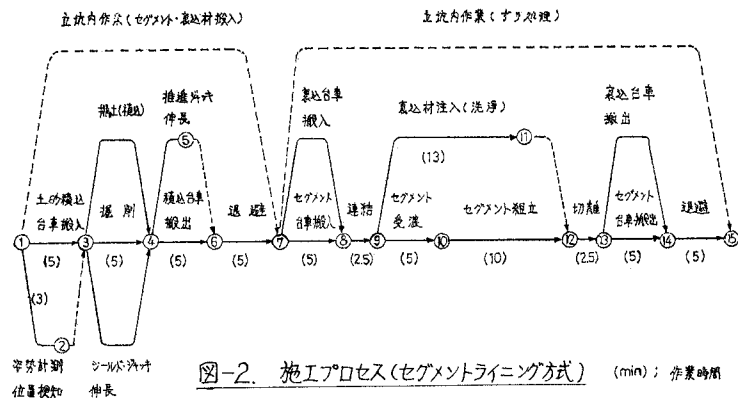


図-2. 施工プロセス(セグメントライニング方式) (min); 作業時間

施エシステムは、以上のような各サブシステムの連続的作業として捉えられるので、図-2のように一連のサイクル的作業を形成している。

各作業時間の分布に関しては、ばらつきをもつ分布形であり、作業条件の差により、その分布形に若干の差がある。⁽³⁾しかし、分布の重ね合わせなどを考え、正規分布と仮定しても大差ないと思われる。そこで、施工サイクルタイムの算出方法として、ばらつきを仮定し、PERT手法(3点見積り法)よりサイクルタイムを試算した。M-2工法の目標施工速度10m/日を満足するために、1サイクルタイムは60分以内でなければならぬ。作業時間を図-2のように想定した場合の各指定終了時間に対し、実現確率が表-2のように試算できる。

M-2 工法は、高度に自動化されているため、システムを効率よく、かつ高い信頼性で稼動させねばならない。そのために、各サブシステムを明確にし、作業手順を決め、施工プロセスの検討を進め、システムの施工管理を行なう必要がある。また、各工程の作業時間を目標値として、各装置の開発を進めなければならぬ。これらのシステム的な検討を基にして図-3 に示す流れ図のように、集中制御システムの開発を進める所存である。

M-2工法については、研究に着手したばかりであり、新規に開発すべき技術が幾つか残されているが、今後、も各分野の技術を結集し、実用化を目指していくつもりである。

(3) 橋本「トンネル施工時間に及ぼす作業条件の影響に関する基礎的研究」京都大学修士論文 昭和47.

表-2 指定終了時間に付与実現確率

	55分	60分	85%の確率で 終了した時間(分)
セグメント方式	0.4013	0.9999	56.47
早期送材料方式	0.3974	0.9999	56.44

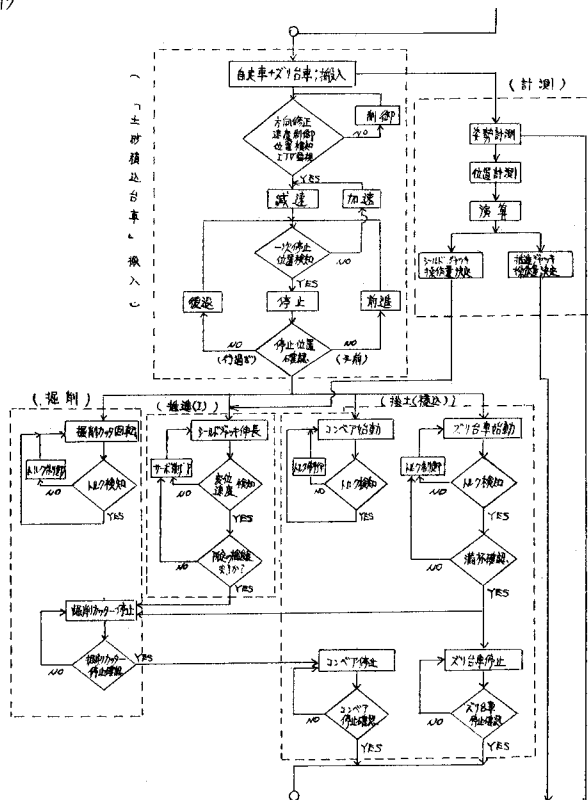


図-3. 集中制御システムのフローチャート(一例)