

小口径の2.2mでの直打設覆工技術の実用化 —五条川メカニカル・メッセル工法を中心として—

(株) 銭高組 正会 岡崎 登

1. はじめに

近時、シールド工法の自動化、コンピュータによる打設覆工技術から、さらにはコンクリート吹付けロボットに代表されるような打設作業の自動化など、シールド・トンネル技術の発展にはめざましいものがある¹⁾。

筆者はこれまでに数年来、メカニカル・メッセル工法と名付けたい種のシールド工法の研究開発に専念し、情報を燃し続けにたが、このほど愛知県五条川幹線シールド工事において、シールド内で径2.2mの直打設覆工技術を実用化した。よって本工事のポイントに当る直打設の施工指針を併記述べる²⁾。

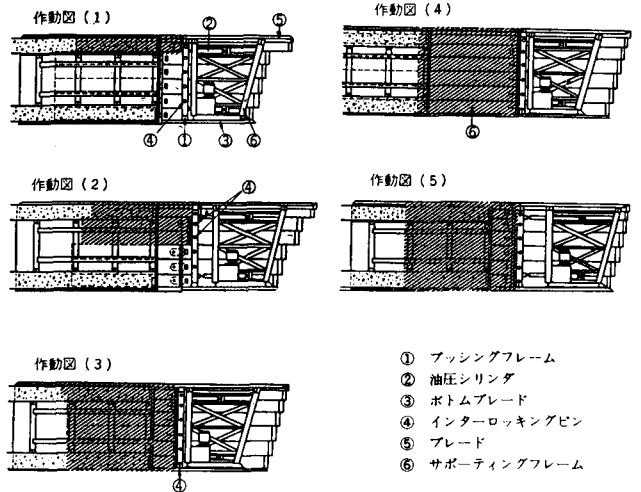
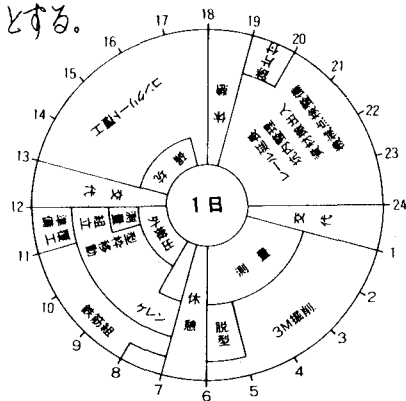
2. メカニカル・メッセル機構の作動と、直打設覆工技術

本機は、フレームとメッセル矢板から構成され、掘削に際し反力体を必要とせず、自走機能をもっている。なお、本体はフロント部とテール部分に分割され、ジョイントはピン構造で連結されている。次にフロント部はフレームで支えられ、個々のメッセル矢板は油圧シリンダーで支えている。そこでテール部は前方のピンジョイントと、周辺土圧による摩擦抵抗を利用している³⁾。従って、覆工コンクリートは支保架として土圧を支え、同時にコンクリート打設時の外型枠の役割をはたす。

メッセル矢板の貫入は、原則として上部から応付材に貫入し、アーチ部の全メッセル矢板の貫入後、掘削を行うと共に、ボトム矢板を前進させ、次に全メッセル矢板の貫入後油圧シリンダーによる引付け力によって、フレームを引付け/ストローフ(約500cm)を完了させる。この過程を数回繰返すことによって、回の覆工部分の掘削を終え、直ちにテール部内にテレスコピック型枠をセットし、コンクリートの直打設覆工を行う。以下に直打設手順を示す。

3. 直打設の施工指針⁴⁾

直打設同時覆工では、掘削、鉄筋加工組、コンクリートの打設と、養生時間に制約を受け、日進当りの進捗量も1回の打設バーレル長さに準ずることになる。従って発掘後約30m区間は機械操作並みに土質への対応区間、(初期発掘区間)とし、1日1~1.5mその後は1日3.0mの掘進で、2.5mの同時覆工とする。



- ① プッシングフレーム
- ② 油圧シリンダー
- ③ ボトムブレード
- ④ インターロッキングピン
- ⑤ ブレード
- ⑥ サポートフレーム

覆工コンクリートの配合例

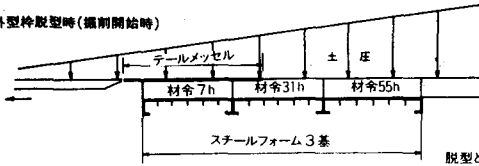
五条川左岸流域下水道

粗骨材最大寸法 (%)	目録スランピング (cm)	目録空気量 (%)	W/C (%)	s/a (%)	単位量 (kg/cm³)			
					W	C	細骨材 (kg/cm³)	粗骨材 (kg/cm³)
25	12	3.5	50	41.9	165	330	455	531
							297	523
								1,650
								10L
								1,650
								10L

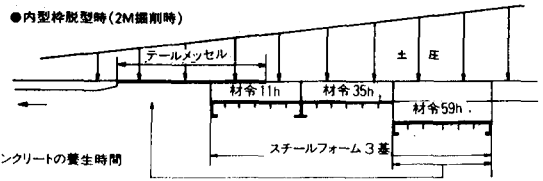
C: 早強ポルトランドセメント 時間 (min)

材令 12h 50kg/cm²

●外型枠脱型時(掘削開始時)



●内型枠脱型時(2M掘削時)



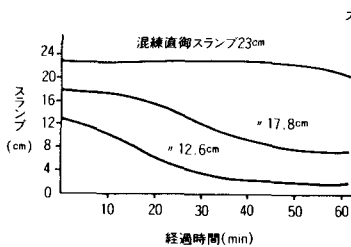
脱型とコンクリートの養生時間

(1) テール部とコンクリート直の打設の関係

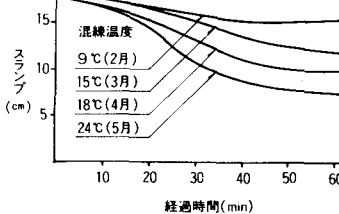
テール部は、地山との外型枠の役割をはたすのと同時に、土圧を支持し、かつ、打設コンクリートに外圧がかからない仕組みになっている。なお支保は前方がフロント部にピンで連結され、後方は養コンクリートに託している。そこでシールドの前進と平行してコンクリートの打設が行われるが、この時の利便は、打設後1~2時間後、メッセルの板を約10cm移動させ縁切しておくことが肝要である。従って残存7hで掘削が開始され、外型枠が前方に移動し、2ストローク目(残存9h)から土圧を受けるが、内型枠で支持されているため、座屈しない程度の強度が発生すれば良い。なお、内型枠は残存59hとなりコンクリートの自重に十分耐えられる。ここでは、打設完了後7hでメッセルの板を引抜き、土圧を受ける9h後のコンクリートの圧縮強度の目標値を $15 \sim 30 \text{ kg/cm}^2$ とした。

(2) 施工中の生コンクリートの特性⁵⁾

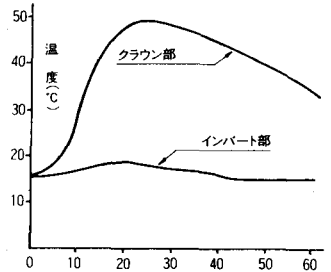
スランプの至時変化；打設時のスランプは季節温度、運搬距離によって大きく左右されるから、あらかじめ傾向をつかんで、低下分を最初に検討しておくことが重要である。



スランプの特性



測定位置による温度変化



(3) 養生：コンクリートの初期硬化は、養生温度に大きく影響されるから、早期強度の発現のため、冬期間は放射器、重し幕等による加温が望ましい。これまでの全験では、硬化発熱によりクラウン部では残存24hまで急上昇し4~50℃となっている。従ってインバートより高い温度発現が伏であるから、スチールフォームは2組でも可能であるが、あえて3組とし養生時間を59hとした。

(4) 養コンクリートの継手と止水板

現場打設のため、特に生コンクリートに優れた止水板を採用することが重要である。

名称；スパンシル止水板、または、同等以上の特長を有するもの。材質；ブチルゴム
特徴；耐水性 1.2 kg/cm^2 生コンクリートと24時間以内に化学反応し接着する。
追従性に優れ、養コンクリートへの応力(スレ、収縮、膨脹等)も緩和する。
施工性に優れていること。(自立性、止水板同志の接着性)
耐老化性に優れ、温度に影響されない。

4. まとめ

今回の直打設同時養工技術は、φ2.2mと狭小断面に於いてその可能性を実証した。

(1) セグメント、支保工がなく工事費の20%の軽減が図れる。(2) 坑内作業の安全性に優れている。(3) 養コンクリートと地山のボイドが少なく、地表面への影響がない。-----などのことから将来のシールド技術のあり方を十分に吟味する必要があることが理解できた。