

立坑における急速覆工システムの開発

株式会社フジタ 正会員 野間達也 土屋敏郎

1. はじめに

従来の立坑覆工では、一次覆工としては移動式型枠を用いたり、吹き付けコンクリートを使用しており、また二次覆工については、スリップフォーム工法が主流となっている。この一次覆工から二次覆工への段取り替えは、全く異なる工法のために日数がかかり、またコンクリート用プラントなどの仮設設備も大掛かりなものとなる。

本報で述べる休山縦坑は、本邦初の $\phi 5\text{m}$ の大口径レイズボーリング工法を採用しており¹⁾、掘削には従来の立坑施工に不可欠な櫓等を組む必要はない。

このため、コンクリート覆工方法についても工夫することにより、全工期にわたり櫓を組む必要が無く、軽微な設備で一次・二次覆工とも施工可能となる。ここでは、経済的でありかつ工期短縮も図れる、立坑用急速覆工システムの開発について示す。

2. 一次覆工

上述したように、レイズボーリング工法で掘削を終了したために、一次覆工は地表から連続的な打設の必要な逆巻工法となる。

一次覆工には、吹き付けコンクリートを採用したが、吹き付け時の施工方法としては、スcafford上で手吹きとする方法や、ミニショベルのアームにノズルを搭載し、アームの旋回により吹き付ける方法などが考えられる。しかし、手吹きはいまもなく、ミニショベルに搭載した場合でも、立坑坑内という狭隘な環境下での吹き付け作業は、コンクリートのリバウンドや発生する粉塵により、作業員にとって大きな苦渋作業となる。また、ミニショベルに搭載した場合には、スcafford上にミニショベルや湿式コンクリート吹き付け機などを積載する必要があり、さらにミニショベルの動作の反力を確保する足場となる必要があるため、スcafford自体の構造を剛な構造とする必要がある。しかし、剛構造とすることにより

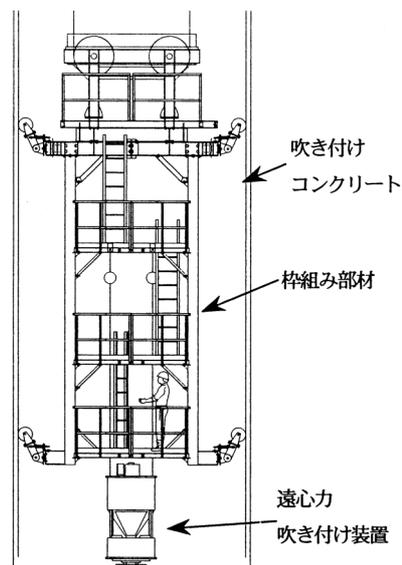


図-1 一次覆工時のスcafford

発生するという矛盾が生じる。

ところで、最近の深礎掘削における吹き付けコンクリートの施工方法として、遠心力吹き付け工法が開発されている²⁾。この遠心力吹き付け工法は、スcaffordから吊り下げることで吹き付け作業を行い、操作はスcafford上で遠隔操作が可能である。また、遠心力を使用するためにスcaffordに吹き付けるための反力は不要となり、吹き付け装置自体の重量も1tf以下であるため、スcaffordの構造を柔なものとするのが可能となり、スcaffordの軽量化が図れる。従って、遠心力吹き付け工法の採用により、①全周囲に斑のない吹き付けが可能となる、②作業員の苦渋作業から解放される、③スcaffordの軽量化が図れ、地上の巻き上げ設備も簡素化が図れる、という利点が得られる。図-1に一次覆工時のスcaffordを示す。

吹き付け方法としては、全周にわたり同時に吹き付ける方法と、一方向に集中的にコンクリートを吹き付ける方法の選択が可能である。これより、基本的に全周吹き付けとし、キープブロックの崩落など部分的に坑

キーワード 立坑 コンクリート覆工

〒243-0125 厚木市小野 2025-1 Te1046-250-7095 Fax 046-250-7139

壁が欠損した部分には一方向吹き付けを行う施工方法とした。吹き付け能力としては、実績として 3~4m³/h、リバウンド率は 15%であった。なお、昼間のみの施工とし、レディーミクストコンクリートを用いた。二次覆工を含めたコンクリートの種類を表-1に示す。

表-1 コンクリートの種類

	呼び強度 (N/mm ²)	スランプ (cm)	最大骨材 (mm)	備考
一次覆工	18	10	15	N
二次覆工	18	12	40	BB

3. 二次覆工

二次覆工の主流となっているスリップフォーム工法は、コンクリートを連続的に打設する必要があるため、コンクリートプラントが必要であり、また昼夜施工とならざるを得ない。

ここで、今回着目したのは、一次覆工で用いるスcaffoldingを、二次覆工にそのまま用いた点にある。このために、図-2に示すように、二次覆工時には一次覆工で用いたスcaffoldingの外周に、型枠をスcaffoldingの上部から吊り下げるだけの簡単な方法とした。

これより、一次覆工が終了した段階で、立坑下部の横坑を用いて遠心力吹き付け装置を取り外し、二次覆工用型枠を組み上げた後にスcaffoldingから吊り下げる、といった作業のみで二次覆工が開始可能となる。スリップフォーム工法の準備に3週間から1月程度必要なのに比較して、3日程度の期間で二次覆工に移ることができる。

実際の施工は、スcaffolding上のコンクリートシュートに立坑上部からコンクリートキブルを用いてコンクリートを投入し、型枠外周にコンクリートを打設するのみである。今回の型枠長さは4.5mとしたが、型枠組立時の重複部や型枠上部の余裕を除いても、1回のコンクリート打設で高さ4m以上の打設が可能となる。サイクルタイムは、コンクリートキブルの移動時間がクリティカルパスとなるために打設深さによって変化するが、解体・移動に1時間、清掃・剥離材塗布・組立に2時間、深度100mの段階でコンクリート打設に4時間程度である。このため、夜間作業が不要となり、レディーミクストコンクリートで十分対応可能であり、かつスリップフォーム工法以上の打設量が確保される。また、12時間以上の養生時間を得た後型枠を解体するため、コンクリートも十分硬化しており、スリップフォーム工法と比較してコンクリート管理も容易となる。作業人員の編成を見ても、スリップフォーム工法の場合昼夜とも6~7人必要であり、1日に4m程度の打設量であることに比べ、昼間のみ4~5人の作業で、それ以上の打設量が確保される。

なお、型枠は脱型用の小パネルを有する3ブロックの形状となっており、ブロックはヒンジで連結されている。型枠解体時には、小パネルを取り外した後、小パネルの部分にある解体用ジャッキを縮めることによりヒンジを介して型枠全体が収縮し、コンクリートから容易に剥離される。

4. おわりに

立坑の覆工において、一次覆工については遠心力吹き付け工法を用い、また二次覆工については一次覆工で用いたスcaffoldingをそのまま型枠支持に転用した。これにより、従来の方法と比較して工期・経済性を大きく短縮可能となった。

(参考文献) 1) 方山他、「大口径レーズボーリング(φ5105mm)の施工について」、第56回土木学会年次学術講演会(投稿中) 2) 例えば「深礎杭のモルタル吹き付けを機械化」、日経コンストラクション、11/22号、1996。

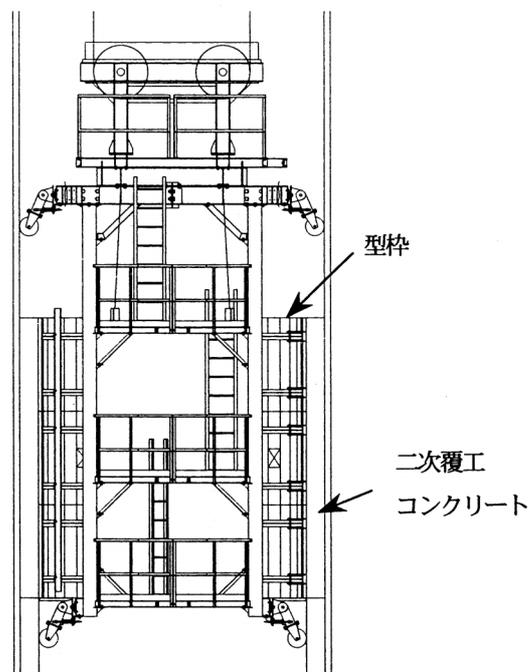


図-2 二次覆工時のスcaffolding