

90度回転式車輪搭載型インバート栈橋導入による生産性の向上
—熊本3号 中尾山トンネル新設工事—

九州支店 中尾山トンネル作業所 村上 安奈

1. はじめに

本工事は、熊本県水俣市長野町に位置する熊本3号中尾山トンネルの新設工事（表-1）である。地山の約88.5%が地山等級DII・DIIIのため、全線において、インバートコンクリートが設定されている（図-1）。土木研究所によると、地震時に発生する地山からの著しい変形に対して覆工の破壊そのものを抑制することは困難であり、覆工に単鉄筋補強を行う場合には、インバート部にもアーチ部や側壁部と同様に鉄筋補強筋を行うことが望ましいとしている。当工事の設計において、DII区間のインバートコンクリートは無筋構造であったが、工事監理連絡会における設計照査を経て、DII区間のインバートが鉄筋コンクリート構造に設計変更された。本工事では、ほぼ全線でインバートが鉄筋コンクリートとなり、通常行われるインバートの片側施工が困難になるため、インバート栈橋を用いた全断面施工について検討を行い、インバート栈橋による生産性の向上を模索した。

表-1 工事概要

工事名称	熊本3号 中尾山トンネル新設工事
工事場所	熊本県水俣市長野町地内
路線	南九州西回り自動車道 芦北出水道路
工期	H30.3.14~R3.3.31 (R4.3迄延長予定)
発注者	国土交通省 九州地方整備局 八代河川国道事務所
工法	山岳工法 (機械掘削)
内容	トンネル掘削 1416.8m トンネル覆工 1426.9m インバート工 1428.0m

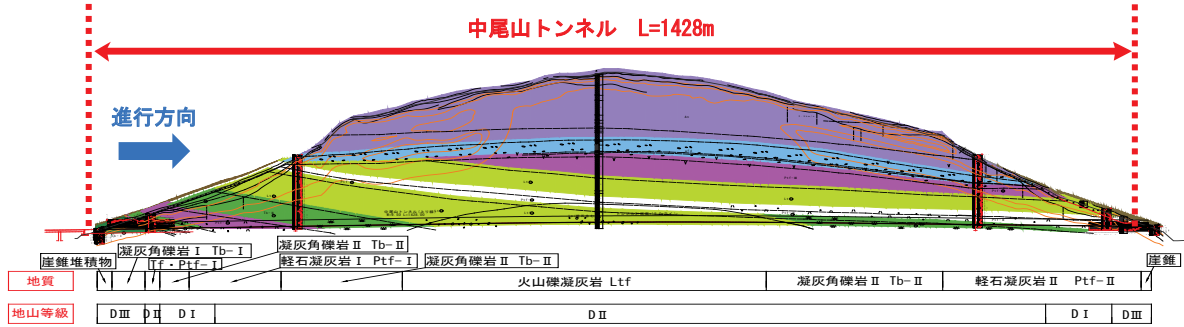


図-1 地質縦断面図

2. インバート栈橋導入の検討

表-2 インバートコンクリートの施工性の検討

	片側施工		全断面施工
	重ね継手方式	機械継手方式	インバート栈橋使用
略図			
概要	主筋（断面方向）の継手を重ね継手とする。先行側のコンクリート打設部から盛り土を行う。	主筋の継手を機械式継手とする。先行側のコンクリート打設部から盛り土を行う。	掘削はインバート栈橋を片側によせて片方ずつ行うが、鉄筋組立、打設は全断面で行う。
安全性	盛り土を傾斜部に行うため不安定。走路を3mとすることができず、土留めを行う必要あり。	機械式継手のため、鉄筋の張り出しが短くなり、走路は確保できるが、盛り土を傾斜部に行うため、土留めを行う必要あり。	インバート栈橋の走路は3.4mで、安全性があり、施工性も高い。
工程	×	△	○
経済性	△	△	○
	39.1 か月		32.6 か月
	4700 万 (円/式)		4300 万 (円/式)
	△	△	○

鉄筋構造となるインバートコンクリートの施工方法においては、片側施工での重ね継手方式や機械継手方式、あるいはインバート栈橋を利用した全断面施工などがある。施工方法の比較検討結果を表-2に示す。インバート栈橋を使用することで、インバート施工時の安全が確保でき、走路の切り替えに要する時間も短縮できる。また、栈橋

を導入した方が経済的である。したがって、当工事では、インバート栈橋を利用した全断面工法を採用した。

3. 90 度回転式車輪搭載型インバート栈橋導入による生産性の向上

通常、インバート栈橋は、インバートの片側施工を行うことができない幅員の小さいトンネルで採用され、切羽作業とインバート作業を並行して進めるための設備である。従来のインバート栈橋は、横移動にジャッキを利用するため、多大な時間を要することが問題であった。本工事では、90 度回転式車輪を搭載したインバート栈橋（写真-1）を採用し、インバート栈橋の移動時間短縮により、インバート施工の効率化を図った。

3.1 従来のインバート栈橋

従来のインバート栈橋での前後移動においては、搭載された車輪を利用し移動するが、横方向移動時は「ジャッキアップ→本体横移動→ジャッキダウン→ジャッキ横移動」このサイクルを6 回程度繰り返す（写真-2、図-2）。この1 サイクルで移動可能な距離は80cm 程度で、時間にしておよそ10 分である。単純に計算すると6 回×10 分=60 分、これが栈橋移動に要する時間である。特に、切羽のずり出しなど車両の行き来がある作業時には、栈橋移動中に作業を一時停止しなければならないため、より時間を要する。

3.2 90 度回転式車輪搭載型インバート栈橋の導入

本工事で採用したインバート栈橋の横移動は90 度回転式車輪を使用する。従来型では、栈橋に装備してある車輪は、前後移動のみであったが、本工事で採用したインバート栈橋では、車輪が90 度回転式のものであり、前後左右の円滑な移動が可能である。前後移動あるいは左右移動方法は、「ジャッキアップ→車輪方向転換（前後進行方向または左右進行方向）→進行方向へ進む→ジャッキダウン」という効率的なものである（写真-3、写真-4）。インバート栈橋の横移動に要する時間は5 分となる。

3.3 導入にあたっての利点と今後の課題

従来のインバート栈橋は横方向への移動時間が60 分かかるが、本工事で採用した90 度回転式車輪搭載型インバート栈橋での横移動にかかる時間は5 分となる。従来のインバート栈橋では、インバート栈橋移動と切羽のズリ出し作業などの車両往來が重なった場合、作業の一時中断があったが、本工事では大幅な移動時間の短縮により作業一時中断はほとんどなくなった。よって、大幅な作業時間の短縮によるコストの削減が可能となった。今後の課題として、90 度回転式車輪搭載型インバート栈橋は車輪方向が90 度方向のみの転回であるため、トンネルカーブに沿うように走行させるには、微調整が必要であり、メーカーと更なる改良を模索中である。

4. まとめ

今回採用した90 度回転式車輪搭載型インバート栈橋は、当現場が全国で初採用となるため、実際に使用する作業員の方々の意見も取り入れながら、問題点が見つかるごとに、メーカーとの協議を行い改善している。今後、本工事と同様にインバート栈橋の導入を検討する際は、本事例をぜひ参考に、インバート施工の効率化を検討していただきたい。これまで、当社では切羽での掘削技術の開発や生産性向上を重視してきたと思われる。今後、トンネル施工全体の生産性向上を図るためのインバートコンクリートや覆工コンクリートの施工に関する技術開発をさらに促進させる必要があると考える。



写真-1 90 度回転式車輪搭載型インバート栈橋



写真-2 前後進行（従来型）

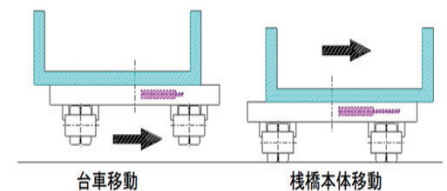


図-2 左右進行（従来型）



写真-3 前後進行（回転式）



写真-4 左右進行（回転式）