

技術概要書（様式）

出展技術の分類	安全・防災	インフラDX	維持管理	環境	コスト	品質	（該当分類に○を付記）
技術名称	3ブーム自動装薬専用機		担当部署	土木技術部			
NETIS登録番号			担当者	春田克樹			
社名等	前田建設工業株式会社		電話番号	03-5276-5551			
技術の概要	1. 技術開発の背景及び契機 山岳トンネル工事において発生する労働災害の約9割は切羽周辺で発生しており、その中でも装薬作業時の災害事例が約4割を占めている。従来の装薬作業は、せん孔された装薬孔へ親ダイや増ダイ、込物を作業者が直接挿入するため、切羽直下への立入りが不可欠であり、落石や肌落ちなどの危険に常にさらされていた。また、熟練技能者への依存度が高く、省人化や生産性向上が求められる建設業界において、装薬作業の機械化・自動化は重要な課題となっていた。こうした背景のもと、前田建設工業では切羽への立入りを不要とする自動装薬システムの開発を進めるとともに、装薬精度向上のための装薬孔位置検出技術を開発した。さらに、全自動ドリルジャンボとのデータ連携による一連の装薬作業の自動化を実現するため、自動装薬システムを搭載した「3ブーム自動装薬専用機」を開発し、安全性と生産性の両立を目指した。 2. 技術の内容 3ブーム自動装薬専用機は、全自動ドリルジャンボをベースに開発された装薬専用機であり、3本のブームそれぞれに自動装薬システムを搭載している。システムは「位置合わせ機構」「親ダイ供給機構」「増ダイ供給機構」の3つで構成される。位置合わせ機構では距離画像カメラを用いて装薬孔を自動認識し、ドリルジャンボから引き継いだせん孔実績データに基づきブームを自動誘導する。さらに電動シリンダによる高精度な自動孔誘導により装薬孔との位置誤差を補正する。親ダイは紙巻含水爆薬と非電気雷管を生分解性樹脂管および先端コーンでカートリッジ化し、自動供給・装填を可能とした。増ダイには粒状爆薬を採用し、エア圧送により機械的に装填することで人力作業を削減している。これらの機構により、せん孔データの受信から孔位置合わせ、親ダイ・増ダイ装填までを自動化し、オペレータがキャビン内から操作するだけで装薬作業を実施できるシステムとなっている。 3. 技術の効果 本技術の最大の効果は、装薬作業中の切羽立入りを不要とし、作業員の安全性を飛躍的に向上できる点にある。従来は作業員が切羽直下で長時間作業を行う必要があったが、本技術では機械による自動装薬を実現したことで、装薬中は切羽天端から45度範囲内を無人化できる。これにより落石や肌落ちによる災害リスクの低減が期待される。また、装薬孔位置の自動認識と高精度な孔誘導機能により、装薬品質の安定化にも寄与する。さらに、粒状爆薬の採用によって密装填効果が得られるため、従来必要であった込物作業を省略でき、省力化にもつながる。実証施工ではワンマンオペレータによる装薬が可能であり、装薬作業の効率化と省人化を確認した。加えて、生分解性樹脂製の親ダイカートリッジを採用することで、掘削ずりへの異物混入を防止し、環境負荷の低減にも貢献する。これらの効果により、トンネル発破作業全体の安全性、生産性および施工品質の向上が期待できる。 4. 技術の適用範囲 本技術は、発破掘削を採用する山岳トンネル工事における装薬作業への適用を目的として開発された。特に全自動ドリルジャンボによるせん孔実績データを活用することで、せん孔から装薬までをデータ連携しながら施工できる現場で高い効果を発揮する。適用対象となる爆薬は、親ダイとして紙巻含水爆薬と非電気雷管の組み合わせ、増ダイとして含水爆薬やANFOなどの粒状爆薬である。また、無線電子雷管など将来的な新技術にも対応可能な拡張性を有している。現段階では山岳トンネルの発破施工を主な対象としているが、切羽周辺作業の無人化や省力化のニーズが高い現場において広く適用が期待できる。さらに、今後は3ブーム同時装薬や連続稼働技術の高度化により、大断面トンネルや高頻度施工現場への展開も見込まれる。 5. 活用実績 本技術は、工場試験および実トンネル現場での実証施工を通じて性能を検証している。工場試験では、約70㎡のトンネル空間を模擬した試験設備を用い、自動ブーム誘導から自動孔誘導、親ダイのピックアップおよび装填までの一連の自動装薬動作を確認した。装薬孔中心から100mm以内の誘導精度を確保し、実施工に十分な性能を有することを確認している。 また、福島県発注の「浪江三春線・(仮称)2号トンネル(浪江側)工事」において現場実証施工を実施した。掘削断面積約66㎡の上半断面で自動装薬を行い、ドリルジャンボとのデータ連携、親ダイ供給、粒状爆薬装填、自動位置合わせおよび自動装薬を実施した。装薬中は切羽周辺を無人化した状態で施工を行い、ワンマンオペレータによる装薬を実現した。発破後は不爆や残留火薬も確認されず、良好な発破結果が得られており、本技術の実現性と有効性が実証されている。						

6. 写真・図・表

