

山岳トンネル切羽から 1m 以上離れて装薬する手法について

大成建設株式会社 九州支店 正会員 ○吉山友太 打田安宏 文村賢一 松田一輝 福島淳平

1. はじめに

本報は、大分 212 号跡田トンネル(東工区)新設工事(以下、当工事)において実施した「切羽から 1m 以上離れて装薬する方法」について報告するものである。

従来の装薬作業方法は、トンネル作業員が切羽に削孔された装薬孔に、手作業で火薬を装薬するため、肌落ち災害リスクが非常に高く、過去、装薬作業中の肌落ち事故が多数報告されている。そこで当工事では、肌落ち災害リスクの低減を目的として、「切羽から 1m 以上離れて火薬を装薬する手法への改善」を行った。

2. 従来の方法と課題

これまで装薬作業を機械化、自動化することで、安全性を高める技術開発が各社で行われてきた。その内、最も汎用的な装薬機械として、ANFO 爆薬を圧縮空気で装薬する機械(ANFO 装填機)がある。ANFO 爆薬を用いた発破作業においては、親ダイに含水爆薬を用い、増しダイとして ANFO 爆薬を用いることが一般的である。この方法では、ANFO 爆薬は圧縮空気により装薬できるものの、親ダイである含水爆薬は、従来通りトンネル作業員が手作業で装薬する必要がある。加えて、装薬後の結線作業についても機械化、自動化がされておらず、肌落ち災害リスク低減による安全性向上に課題を残していた。また、ANFO 爆薬は耐水性がなく、湧水環境下では使用に適さないために機械装薬できないことも課題であった。

そこで、当工事では、ANFO 装填機を採用し、湧水の有無に関わらず切羽から 1m 以上離れて装薬と結線をする方法に改善することを課題とした。

3. 切羽から 1m 以上離れて装薬する方法

3.1 切羽から 1m 以上離れて装薬する方法

写真-1 に装薬状況を示す。ANFO 装填機に投入された ANFO 爆薬は圧縮空気によって圧送されて、トンネル作業員が持つパイプ先端から装薬孔内部に装薬される。装薬パイプの長さが支保間隔以上あれば切羽から 1m 以上離れて装薬することが可能である。

親ダイについては、図-1 のように ANFO 装填機用パイプを 2 重管構造に改良した(二重管式装薬治具)。使用方法は、含水爆薬を外管(34mm)内にセットした後、トンネル作業員が含水爆薬よりも内径の小さな内管(28mm)を押し、装薬孔内に含水爆薬を装薬する。これにより、切羽から 1m 以上離れて装薬することが可能となり、肌落ち災害リスクを低減させた。



写真-1 装薬状況

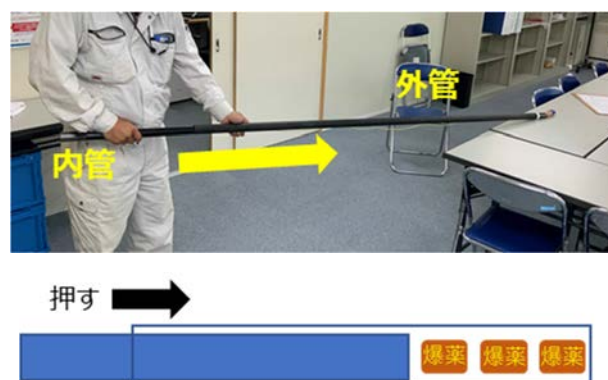


図-1 二重管式装薬治具

キーワード：山岳トンネル，発破掘削，肌落ち災害リスク低減

連絡先：〒871-0311 大分県中津市本耶馬溪町跡田字北代 233-1 大成・森本特定建設工事共同企業体

3.2 切羽から1m以上離れて結線する方法

写真-2に当作業所で製作した導爆線集積棒使用状況を示す。これは、長さ3mの棒の先端にフックを付けたものである。ドリルジャンボのマンケージに乗ったトンネル作業員が、切羽から1m以上離れた位置から導爆線を集め、結束することが可能となった(写真-3)。



写真-2 導爆線集積棒

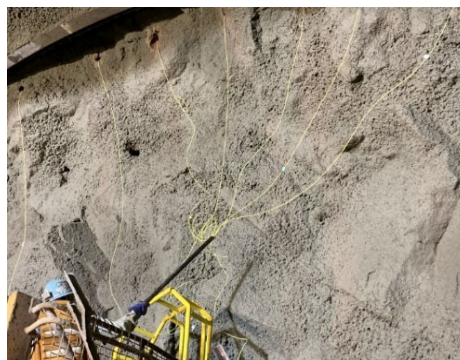


写真-3 導爆線集積棒使用状況

4. 湧水環境下でANFO爆薬を使用する方法

図-2に装薬用防水袋を示す。二重管式装薬治具を内包するように防水袋をセットすることで、湧水環境下でのANFO爆薬の使用を可能とした。使用方法は、まず二重管式装薬治具先端に親ダイ(含水爆薬)をセットし、次に防水袋で二重管装薬治具を内包する。その後、防水袋で内包された二重管式装薬治具を装薬孔に挿入、増しダイ(ANFO爆薬)を装薬孔内に充填しつつ、二重管装薬治具を引き抜きながらANFO爆薬を装薬することで、装薬孔内に防水袋で内包された爆薬がセットされる。なお、踏前孔などの下向きに削孔するため装薬孔内に水がたまりやすい環境下においても有効である。

これまで、装薬孔内に湧水等が滞留・流水する環境下では、ANFO装填機を使用したANFO爆薬の装薬ができなかったため、切羽においてトンネル作業員が手作業で含水爆薬を装薬していた。しかし、防水袋を使用することで、湧水環境下においてもANFO装填機を使用した装薬が可能となり、湧水環境下においても切羽から1m以上離れて装薬することが可能となった。

さらに、防水袋による副次的効果として、支保パターンD Iの湧水区間において、火薬使用量が 0.75kg/m^3 から 0.47kg/m^3 に減少した。これは、ANFO爆薬の溶けだしを鑑みて火薬使用量を決める必要が無くなったためである。



図-2 防水袋で内包した二重管式装薬治具と爆薬

4. まとめ、今後の展望

本報では、山岳トンネル切羽から1m以上離れて装薬・結線することで、装薬作業時の肌落ち災害リスク低減が図れた事例を紹介した。今後も装薬作業の機械化、自動化をさらに進めて省人化・無人化に取り組み、肌落ち災害リスクの更なる低減に取り組む予定である。