

蒸気圧破碎薬剤用電子段発式着火具の開発と深礎掘削への応用

日本工機株式会社 正会員 ○村田健司

川野 誠, 林 知弘, 鹿住 孝

1. 目的

発破工法で計画された深礎掘削であっても、保安物件が近接している場合など、産業用爆薬を使用した発破工法を実施すると発破振動や発破騒音が問題となる場合が少なからず有る。深礎掘削では、その直径による制限から大型の重機の使用が困難であり、計画通りに発破工法が使用できずに機械掘削施工に変更となると、非常に工期が延びるとともに、工事費用も膨大となる可能性がある。

蒸気圧破碎薬剤[1]は、産業用爆薬に比べて低振動・低騒音であり、発破振動や発破騒音が問題となる場合に産業用爆薬に代わる低振動・低騒音破碎工法に使用されてきた。この蒸気圧破碎薬剤に使用する専用着火具は、瞬発電気雷管のように通電と同時に着火するタイプであった。大規模破碎のために段発式電気雷管を用いた発破のように時間差をつけて順次点火してゆくには専用の5段または10段の電子段発式着火機もあるが、段数分の発破回路と発破母線を必要とし、その適用範囲は小規模な明かりの破碎工法や分割破碎工法などに限られていた。[2]

そこで我々は電子回路を用い着火秒時の遅延時間制御を行うシステムを開発し、蒸気圧破碎薬剤による破碎工法でありながらも段発電気雷管を使用した発破工法のように使い勝手が良い「電子段発式着火具」のトンネル施工への応用を開始した。[3] 本報告では、その次のステップとして中口径深礎施工への応用などの検討結果について報告する。

2. 電子式遅延回路の開発仕様

電気発破工法では、瞬発電気雷管及び段発式電気雷管を任意の順番で直列結線に接続し、発破器により同時に通電して起爆する。

電子式遅延回路を用いた電子雷管（IC雷管）などでは、専用の発破母線（電線類）を用いる、専用の結線用コネクタを用いるなど、結線方法が通常の電気発破工法と異なる部分がある。[4], [5], [6]

本装置の開発では、通常の電気雷管と同じ脚線を用いて、脚線相互の接続も電気雷管と同じように任意の振り結線で接続可能な仕様、通常の発破母線の使用が可能な仕様とした。接続方法の概念図を図1に示す。

段発電気雷管と同様の使い勝手とするために、MS段発式電気雷管と同じ25ms間隔で着火するMSタイプ（1～100段）、DS段発式電気雷管と同じく250ms間隔で着火するDSタイプ（1～20段）を標準とした。電子回路が発生する遅延時間は $1.0\mu s \sim 1.0ms$ 単位での制御が可能であり、最長遅延時間は標準で6000msを越える。

プログラム式タイマーである電子遅延回路のタイマー時間精度が非常に高いので、10段から20段と高段の電気雷管のように段数が大きくても常に25ms又は250ms間隔の秒時間隔で着火する。

更には回路定数を調節することでDS20～60段などに相当する数秒の遅延時間の設定も可能である。

3. 電子段発式着火具と中口径深礎掘削施工例

図2に電子段発着火具の外観を示す。図3に蒸気圧破碎薬剤への組立方法を示す。脚線色や番号表示・ラベル表示によって段発電気雷管と同じ様に各段を区別することができる。その組み立て方法は、産業用爆薬の親ダイ組立方法に準じており、蒸気圧破碎薬剤の入った筒体端部に着火具部分を差し込んでビニールテープで止める方法である。

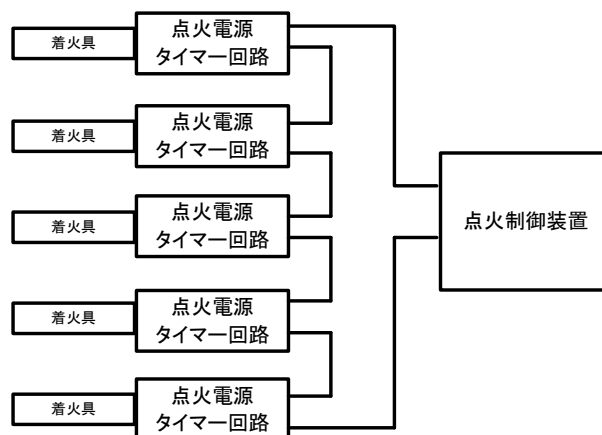


図1 接続方法の概念図



図2 電子段発式着火具の外観

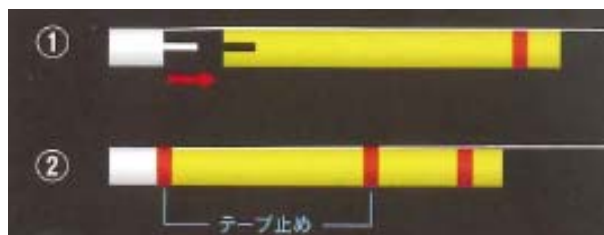


図3 電子段発式着火具の組立方法

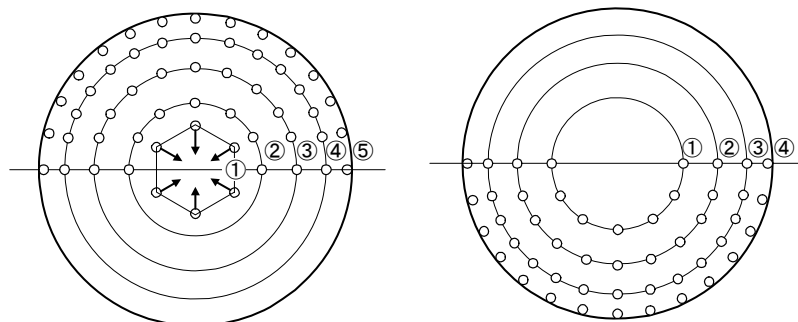


図4 半断面 2分割工法の概念図

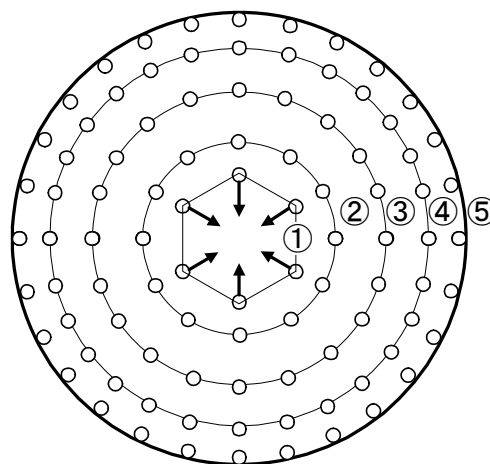


図5 全断面工法の概念図

図4は半断面の2分割工法（左が1回目の穿孔配置、右が2回目の穿孔配置）、図5は全断面工法における施工概念図である。図6、7、8に硬岩での施工の一例を示す。深礎直径は6 mクラス。穿孔長は約1 m, 1孔あたり300 gの装薬とし、全体で100~140孔、電子段発式着火具25ms間隔のMSタイプを使用した直列結線である。破碎結果は良好であり、深礎内での2次破碎無しでのズリ出しが可能であった。



図6 半断面の穿孔例



図7 全断面 穿孔例



図8 全断面の破碎後

4. まとめ

非火薬蒸気圧破碎薬剤は産業用爆薬に比べて破壊力の点では非力ではあるが、低騒音・低振動という点では勝っており、電子段発式着火具を組み合わせる事で、効率的な中口径深礎掘削が可能となった。

参考文献

- [1] ガンサイザー®カタログ 日本工機株式会社
- [2] 村田健司ら 日本素材物性学会平成26年度年会講演要旨集 p.27 (2014)
- [3] 平成28年度 土木学会第71回年次学術講演会 要旨集 (2016)
VI-477 蒸気圧破碎薬剤用電子段発式着火具の開発とトンネル掘削への応用
- [4] 発破工学ハンドブック P. 94 社団法人 火薬学会 編 (2001) 共立出版社
- [5] 川村 実 火薬と保安 Vol.28, No.4, p.5 (1996)
- [6] 黒木和弘ら 工業火薬協会1993年度年会講演要旨集 p.109