

VI-104

平行芯抜き発破実験に関する 実験結果とその考察について

佐藤工業 正会員 南出 英男
佐藤工業 加納 米二
スウェーデン爆破研究所 オクテローニ、フィン
山口大学 正会員 中川 浩二

1. はじめに

発破掘削の施工速度向上は硬岩山岳トンネル施工の最大の課題である。それには、1 発破進行長の増加と装填作業の機械化の両者を達成する必要がある。そこで目的の同時達成のために、パラレルホールカットの基礎部分である第1スクウェアについて、エマルジョン爆薬とANFO爆薬を使用した現場比較実験を数十例行ったので、その実験結果及び考察について報告する。

2. 実験結果及び考察

(1) 孔内観察結果

図-1は実験ケースを抵抗線長と装薬集中度で整理し、期待以上の芯抜き空間が形成されたケースを『成功』、第2スクウェアを発破しても所定の進行長が得られないと予想されるケースを『不成功』、それらの中間のケースを『成功/不成功』としておおまかな区分を行った。その結果、抵抗線が短くて装薬集中度の高いケースが『成功』、その反対のケースが『不成功』、その中間が『成功/不成功』となり、傾向としては予想どおりの結果となっている。なお、抵抗線長を次のように定義する。1 ケースあたり4本の孔で形成されるひし形断面を2つの空孔を軸とした2つの三角形に分割する。三角形を形成する3孔のうち最短削孔長の孔に着目し、その孔の孔尻位置で、孔軸に垂直な面内の三角形を考える。そして、三角形上空孔軸間を結ぶ直線への装薬孔からの垂線の長さを各抵抗線長とする。なお、垂線が空孔軸間にない場合は、装薬孔から最短距離の空孔までの長さを抵抗線長とする(図-2参照)。

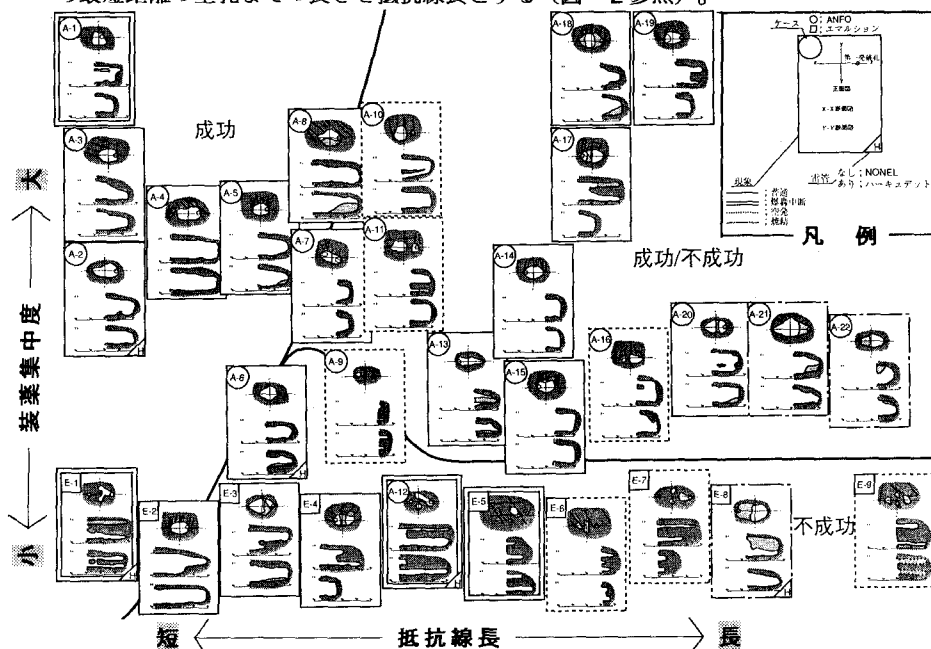


図-1 観察結果 (A: ANFO爆薬、E: エマルジョン爆薬)

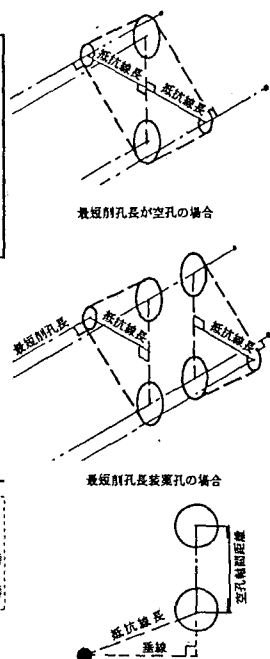


図-2 抵抗線長の考え方

（2） 抵抗線長と装薬集中度

図-3に両爆薬の第1発破における重量ストレングスが同一になるように換算して、抵抗線長と装薬集中度の関係を整理する。実験結果を表-1に従って良、可、不可で分類して表示した。込め棒装填したエマルジョン爆薬はLangeforsの適用範囲内にケースが集中しているが結果はほぼ不可となっている。これは、対象岩盤の地質条件の違いも一因と考えられる。一方、空気装填したANFO爆薬のケースは全体的に高装薬集中度であり、良のケースが多い。Langeforsが使用した実験爆薬はダイナマイトであるため、ANFO爆薬を使用する場合はLangeforsの結果に当てはめることは困難であると考えられる。

表-1 判断基準

連 結 進 行 率 (破 壊 長 / 削 孔 長)		
孔 数	90% 以上	89% 以下
3 以上	良	可
2 以下	不可	不可

（3） 空孔径と抵抗線長

図-4に両爆薬の第1発破孔について、設計空孔径と抵抗線長の関係を整理する。設計空孔径とは「2つの空孔を近接して削孔した場合は、2つの空孔の面積和と同面積の空孔が両空孔の中間位置にあるものとして考慮する。」という考えに基づいた空孔径である。これを観察すると、ANFO爆薬を使用した場合はLangeforsの塑性変形の範囲内にも良のケースが多く含まれている。そこで、平行芯抜きを幾何学的にとらえたほうがよいと考え、設計空孔と装薬孔との間の岩石が、岩盤強度に応じて体積増加（増加率1.7）して、設計空孔から飛び出すとして導かれた最大抵抗線長を図中に記入した。

（4） 空孔間隔と抵抗線長

図-5は第1発破の抵抗線長と空孔間隔の関係を整理し、良の外郭を示した。これを観察すると、エマルジョン爆薬は不可のケースが外郭内に近接して3点あり、削孔精度等の微妙な差が結果の良否を左右していると考えられる。一方、ANFO爆薬は良のケースが広範囲にあり、現場適用性が高いと考えられる。

図-6は両爆薬の第2発破について、自由面幅と抵抗線長との関係を整理する。これを観察すると、第1発破で両空孔が連結すれば第2発破で好結果が得られている。この結果は、第2発破が第1発破より岩の拘束度が低いためと考えられる。

3. おわりに

1発破進行長の増加と装填作業の機械化の両者を達成する目的で行った実験の結果、平行芯抜き発破にANFO爆薬を空気装填する方法は、孔間隔を広げられることや、削孔精度の影響を受けにくいことから、現場適用性が高いと考えられる。

【参考文献】

U. Langefors and B. Kihlstrom: The Modern Technique of Rock Blasting, third edition, 1978

三谷 健：発破騒音・振動を軽減するトンネル掘削の研究、東京工業大学学位論文、昭和62年11月

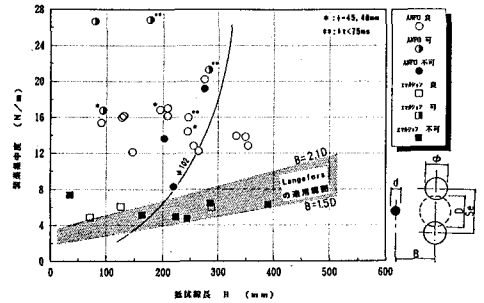


図-3 抵抗線長と装薬集中度の関係

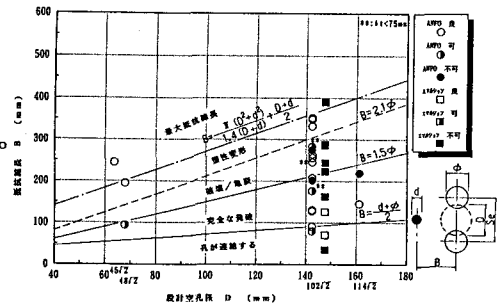


図-4 設計空孔径と抵抗線長の関係

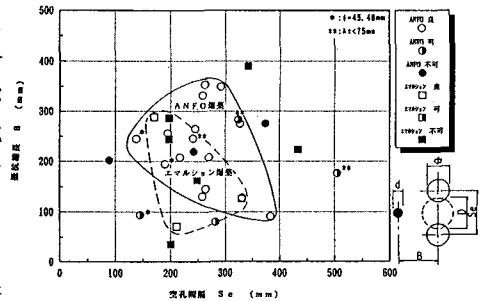


図-5 空孔間隔と抵抗線長の関係

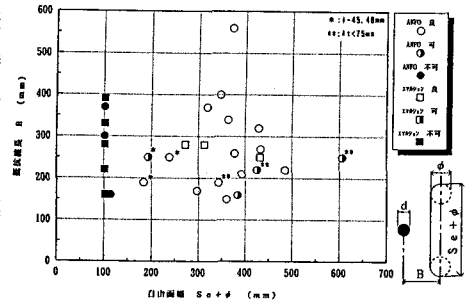


図-6 自由面幅と抵抗線長の関係