

VI-116

ウイングホールブラスティング工法の開発

西松建設(株)技術研究所 正会員 大原 直
 西松建設(株)機材部 椋木 淳二
 東邦金属(株)寝屋川工場 秋吉 直義

1. はじめに

NATMの発破では余掘りの低減、岩盤のゆるみ防止を図ることが重要であり、このため従来から種々のスムーズブラスティングが採用されてきた。

一方、岩盤の破砕予定線上に配置する火薬孔の壁面に、破砕予定線に沿った方向に一对の対向する溝をもついわゆる溝付き孔を形成し、発破時の爆発力をその両溝に集中させれば亀裂の制御が可能であり、良好な破砕面が得られることが理論的に知られている。¹⁾²⁾しかし従来は、溝付き孔の削孔が、また溝の方向を任意に制御することが難しいとされ、削孔できても2工程を要し、作業時間がかかる等の多くの問題があった。

これらの問題を解決するため、溝付き孔(以下、ウイングホールと称す)の溝方向を任意に制御でき、かつ通常の削孔と同様に1工程でウイングホールを形成する、スムーズブラスティング工法を開発した。

本論文では、本工法の概要と開発過程における各種実験の概要を記述する。

2. ウイングホールブラスティング工法の概要

本工法は、図-1に示すようなウイングホールを削孔するビット(ウイングビット)を使用し、このウイングホールを周辺孔に用いて発破を行うもので、余掘りの低減と周辺岩盤のゆるみ防止を目的としている。

通常、ドリフトによる削孔は岩盤に打撃力と回転力を加えることにより行われ、孔の形状は円形となる。一方本工法では、通常のロッドにウイングビットと先端ビットを装着した特殊ロッドを連結し、先端ビットには打撃力と回転力を、ウイングビットには打撃力だけを伝達するもので、これによりウイングホールが形成される。

図-2にウイングビット概念図を示す。

ウイングの方向を任意に制御する装置はウイングコントローラであり、ドリフトの先端に取りつけられる。この装置はパンタグラフの構造を有し、削孔後のたびにロッドの引き抜きに追従して、ウイングビットを所定の位置に円滑に収納できるようになっている。またドリフトの揺れを防止する役目もある。(写真-1参照)

本工法の開発により、余掘りの低減・岩盤のゆるみ防止以外に、発破振動の伝播の低減、亀裂制御による火薬量の低減、削孔数の低減による工事費の低減などの副次的効果が期待できる。

3. 要素実験の概要

(1) 基礎実験

ウイングビットの開発にあたっては、通常のトンネル削孔機械にウイングビットを装着することを前提にしており、先端ビットをφ42mm、特殊ロッドをH28、R32ネジと通常の径にしている。

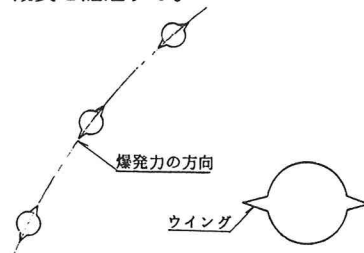


図-1 ウイングホール

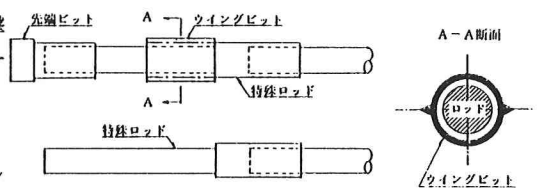


図-2 ウイングビット概念図

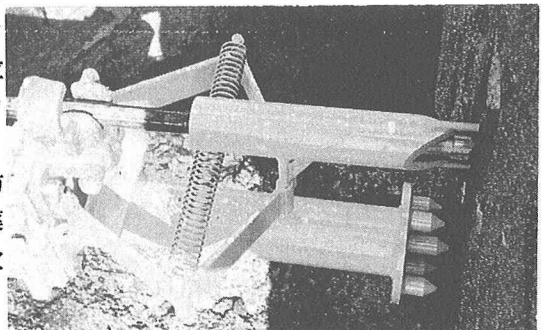


写真-1 ウイングコントローラ

開発の最初の課題は、1工程でウイングホールが削孔可能かという基本的課題であった。このためウイング長20、25cmの2種類のテストビットを製作し、購入した花崗岩を使って基礎実験を行った。

実験は、クローラドリルのドリフトにウイングビットを装着し、できたウイングホールを目視で確認した。その結果、くり粉の排出はウイングの付け根よりスムーズに行われ、また懸念したウイングの直進方向におけるねじれ現象の発生も生じなかった。

(2) ウイングビットおよび特殊ロッドの形状・寸法

開発を進めるうえで解決すべき課題は、ウイングビットおよび特殊ロッドの形状・寸法と材質の最適化であった。図-3に示す各部の寸法および材質をパラメータにし、比較用テストビットを製作して要素実験を繰り返し、最適な形状寸法・材質を確認した。各部の寸法を決定するポイントは、ウイング部の進行方向のねじれの防止と削孔時の抵抗のバランス関係にあった。

(3) ウイングビットの耐久性実験

耐久性実験は、竜門ダム原石山で数回にわたり行った。実験方法は、クローラドリルを用いて、 $\ell=2.0\text{m}$ 前後の削孔をビットが摩耗するまで繰り返す方法で行った。実験を継続する過程で、チップの欠損、ウイング後部の著しい摩耗、ロッドの摺動摩耗・折損などが順次発生したが、そのつど改良を行って継続した。

最終の耐久性実験では、チップ硬度2種類(E5・E6)を用い、再研磨を行わず連続して行った。その結果E5、E6のチップ欠損はそれぞれ190.1m、370.1mで発生した。その原因については、E5の場合は靱性不足であり、E6の場合は摩耗幅が過大のまま削孔を続けたためであった。このことから、E6チップを適当な時期に研磨を行えば、すなわち2～3回の研磨で削孔長は1000～1500mが可能であることがわかった。

4. 布引トンネルにおける現場実験

最終の耐久性実験に先立ち、布引トンネル導坑で現場実験を行った。実験では、従来ビットとウイングビットとの相違をみるため、図-4に示すように掘削断面を左右対称に2分し、両者の削孔パターンを同じとした。

削孔中および発破後の目視による確認の結果、ウイングビットによる削孔では、従来ビットに比べて削孔速度・くり粉の排出とも問題なく、削孔方向の破断面が直線的であり、孔間の壁面も平滑であった。またウイングビットの方がノミ跡が顕著に残っており、孔尻まで発破がおきていた。

5. おわりに

本工法の開発開始以来、延べ10数回の削孔実験を繰り返し改良を重ねた結果、写真-2のような実用的なものが完成した。そして現場試験において、本工法の施工性とウイングホールによる亀裂制御の効果が良好であることを目視により確認できた。しかしこれらを定性的に把握したにすぎない。今後は現場実験を重ねて、余掘り量や火薬量の把握等の効果の確認を行うとともに、ウイングビットやコントローラの改良をさらに進めるつもりである。

【参考文献】1) Langefors, U. and Kihlstrom, B.: The Modern Technique of Rock Blasting, John Wiley and Sons, 1979. 2) 中川浩二他「孔壁に設けられた切り欠きによる爆破クラックの制御とそのSB効果」土木学会論文集 第373号 1986

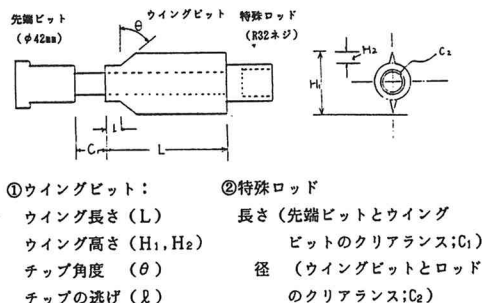


図-3 ウイングビットおよび特殊ロッドの形状

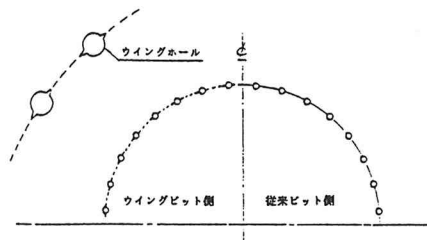


図-4 周辺孔の削孔パターン

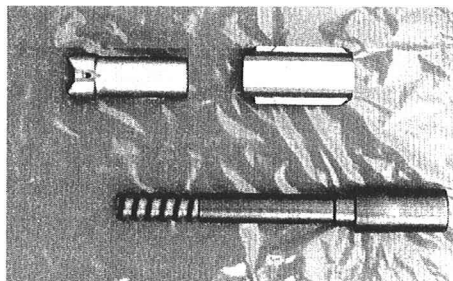


写真-2 ウイングビットおよび特殊ロッド