

ウイングホールブラスティング工法の開発（その2） —小峠トンネルにおける実証実験—

大原 直*
Tadasi Ohara

石崎 正剛**
Seigo Isizaki

棕木 淳二***
Junji Mukugi

石井 正典****
Masanori Isii

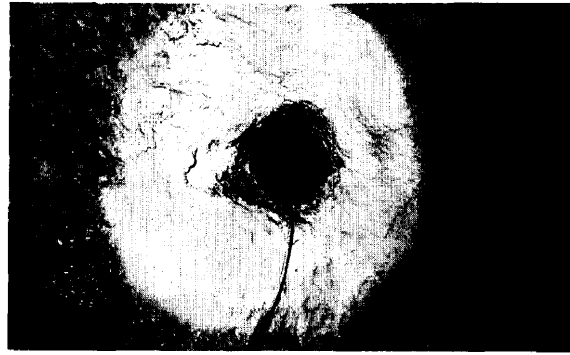


写真-1 ウイングビット孔

1. はじめに

発破工法によりトンネル掘削する際の余掘りの低減を目的として、ウイングホールブラスティング（WHB）工法を開発し、実用化のための各種実験をこれまで重ねてきた。この工法は、ウイングビットとコントローラを用いて、通常の削孔工程で溝付き孔を形成して制御発破を行うもので、その詳細について、既に技報Vol.15号に記述した。（写真-1参照）

ここでは、WHB工法を現地の切羽に適用した小峠トンネルにおける実証実験の結果と検討について述べる。

表-1 削孔タイム一覧表（第1回実験）

測点	普通ビット削孔時間	ウイングビット削孔時間
①	1'20"	2'55"
②	1'35"	3'10"
③	1'30"	2'35"
④	1'40"	2'35"
⑤	1'50"	2'40"
⑥	1'20"	2'15"
⑦	1'30"	2'35"
⑧	1'50"	2'40"
⑨		2'35"
⑩		3'00"
⑪		2'35"
⑫		2'55"
⑬		2'55"
平均	1'34"	2'44"
1孔当たり削孔長 L=170cm		
ノミリ	108.3cm/min	62.5cm/min

2. 小峠トンネルにおける実証実験

(1) 第1回現場実験

ウイングホールブラスティング工法（以下ウイングビットと略称する）の理論上の効果を現地の切羽で確認するため、ウイングビットと普通ビットを比較する形で現場実験（第1回）を行った結果、以下の問題が発生した。

- ①コントローラの可動部にボールベアリングを使用しているが、このボールベアリングがつぶれたため、ウイングビットをコントロールできなくなった。
- ②ウイングビットの削孔時間が、普通ビットに比較して長くなり、サイクルタイムの遅れを引き起こした（表-1参照）。
- ③ウイングビットの引き抜き時に、節理面で引っかかりウイングビットを置いてくることがあった。
- ④ノミ先が見えにくいいため、孔曲がり等の調整が難しく、正確な削孔ができなかった。
- ⑤ロックボルト削孔時に、コントローラを取付けた分だけ



写真-2 改良後のウイングコントローラ

けガイドが長くなり、正規のロックボルト長の削孔が行えなくなった。

そこでこれらの問題を解決するため、改善策として次のような対策を講じた。

- ①コントローラをベアリングを使わない構造とし、軸受けスプリングは、バネの巻数を多くして強化した（写真-2参照）。
- ②ウイングビット引き抜き時の引っかかりの問題を解決するため、ガイドチップの形状を改良した。

* 技術研究所土木技術課副課長
** 横浜(支)東電葛野(出)工事係長
*** 関西(支)関電上二(出)副所長
**** 機材部機械課

表-2 削孔タイム一覧表 (第2回実験)

測点	ジャンボ アーム	普通ビット削孔時間		ウイングビット削孔時間	
		左	右	左	右
①		1'47"	1'58"	3'25"	2'41"
②		2'03"	2'03"	2'22"	
③		1'58"		2'08"	
④		1'55"		2'09"	
⑤		2'13"		2'00"	
⑥		2'15"		2'41"	2'27"
⑦				2'48"	2'19"
⑧				3'07"	2'20"
⑨				2'42"	2'20"
⑩				2'10"	
⑪				1'59"	2'08"
⑫				1'45"	
⑬		1'25"		1'49"	1'31"
⑭				1'44"	
⑮		1'25"	1'39"	2'23"	2'01"
⑯				2'07"	
		1'52"		2'17"	
1孔当たり削孔長 L=170cm					
ノミ下り		91.1cm/min		74.7cm/min	

表-3 ノミ跡率測定結果一覧表

ウイングビット				
月日	削孔数	ノミ跡本数	ノミ跡率	岩種
7/29	12	4	33.3%	C
7/30	16	7	43.7%	
	12	7	58.3%	
	13	6	46.1%	
7/31	16	15	93.7%	B
	12	10	83.3%	
8/1	15	15	100.0%	
平均	96	64	66.6%	
普通ビット				
月日	削孔数	ノミ跡本数	ノミ跡率	岩種
7/31	16	8	50.0%	B

③ロックボルト削孔用の先端ロッドを作製し、コントローラの交換なしに削孔できる構造とした。

(2) 第2回現場実験

上記の対策を講じた後、岩盤がC岩種からB岩種へ変化する時期を待って第2回現場実験を行った。その結果、以下の施工面でのウイングビットの効果を確認した。

- ①コントローラは故障もなく、その耐久性を確認した。
- ②削孔時の打撃圧を上げることによって、ノミ下りは多少よくなった (表-2参照)。
- ③ガイドチップの形状を替えることにより、引き抜き時の引っかかりを解消できたが、層・節理・目の発達した岩盤では多少不安が残った。
- ④ノミ先が見えづらい点については、2回目の実験ということで作業員が慣れ、孔曲がりも少なくなった。

(3) 余掘り低減効果

余掘りについては、断面測定の結果では明確な低減効果は見られなかった。しかし、この効果をノミ跡率とい



写真-3 ウイングビットノミ後

う指標で判断すると、岩が硬いB岩種では、普通ビットの50%に対してウイングビットでは92.3%とかなり高くなっていることがわかる (表-3参照)。

この結果、層・節理・目が少ない均一な硬岩においては、ウイングビットの効果が高いことが確認された。

また、B岩種における断面測定結果では、さほど余掘り低減効果がみられないものの、実際の掘削面が円滑に形成されており、制御発破の効果が顕著にあらわれている (写真-3参照)。

さらに、本実験では、正確なマーキングを目的としてレーザープロッタを使用したが、今後WHB工法に加えて、この正確なマーキングと正確な削孔により、余掘りの一層の低減を図ることができると思われる。

3. おわりに

ウイングビットによる発破亀裂制御の効果は、岩盤の層・節理・目の発達の度合いに影響されるため、これに応じたきめ細かい施工方法が要求される。したがって、WHB工法を実用化するためには、ウイングビットに適した削孔パターンと装薬量を把握し、レーザープロッタで正確なマーキングを行うなど、余掘りを低減する方法をさらに研究する必要があると思われる。

また今後、コストダウンの一環として、長孔発破に対応した長孔削孔が要求されるであろうが、長孔削孔時の引き抜きの問題やノミ下りの問題などに対応した一層の開発が期待される。いずれにしても、小峠トンネルにおいて、硬岩部でのウイングビットの効果は確認されたわけで、実用化に向けてさらに改良を重ねていく必要がある。