

フジ工業(株) 正員 坂本 俊二
菱田 惟規

1. まえがき

ベンチカット工法における積込機械は、施工条件や経済性などから最も有利な機種が選定されるが、最近ではその機動性などの優位さから車輪式トラクタショベルを選定するケースが増えており、当現場においても、切取長さ、施工速度、作業面積など多くの理由から、積込作業の主力機械として採用した。

一方、岩石の積込作業において発生した問題は、発破後の飛散推積した岩石が、積込作業が進んでも殆んど崩壊しないと言う現象で、特に推積厚さの大きいもの(ベンチ高さの高いもの程、その傾向は大)では、車輪式トラクタショベル(バケット容量7.65^m³、定格出力558^{ps})の掘削力でも、これを効率的に切崩すことは非常に困難であった。このため当現場では、積込補助としてブルドーザー(40^tクラス)による切り崩し作業を並行して進めたが、作業に危険が伴うと同時に、積込コストへの影響も無視出来ないものであった。

車輪式トラクタショベルによる効果的な積込作業を考えると、その機動力をフルに活用することが有利であり、積込材料の面積的な広がりには余り問題とはならない。このようなことから岩塊のように余り崩壊性の望めないものでは、厚さが小さく面積的な広がりのあるものの方が積込には有利となる。従って発破作業もたゞ単に多くを起砕すると言うだけでなく、積込に有利な、出来だけ平坦な推積状態をかたち作ることが必要となって来る。

以上の様を視察から、長崎海上空港建設工事で実施したベンチカット発破のうちで、特に試験発破を中心として、岩塊の推積状態について検討を加えてみた。

2. 施工概要

長崎空港 — 工事名: 新大村空港建設(用地造成)工事 — は、長崎県大村市の沖合2^{km}のところにある箕島に建設された。(昭和50年5月1日開港) 造成用地155万^m²のうち90%余は、約90万^m²の面積を有する箕島からの切土材料によって海中を埋立て(平均水深15^m)造成されたもので、切土量は約2000万^m³。発破の対象となった岩石(玄武岩・火山砕屑岩)は約1,500万^m³、使用火薬量は約3,000^tである。

切土方法はベンチ高 $H=10\sim20$ ^mを主体とするベンチカット工法で、主要工種の概要は次の通りである。

穿孔作業 — 主力機械はダウンザホールドリル(φ65^{mm})と大型フローロードリル(φ100~115^{mm})

発破作業 — AN-FO爆薬を主体とし、起爆薬は3号洞ダイナマイト及びあかつき爆薬

積込作業 — トラクタショベルを主体とし、主力機械はバケット容量7.65^m³の車輪式トラクタショベル

運搬作業 — ダンプトラック運搬を主体とし、主力は32~45^t積の重ダンプトラック

集土作業 — 30~40^tクラスのブルドーザーを主体とし、主力は40^tクラスのブルドーザー

撤出作業 — 20~30^tクラスのブルドーザーを主体とし、主力は30^tクラスのブルドーザー

以上の様に切土作業については、全面的な機械化土工が採用された。なお施工期間は昭和46年12月20日~昭和50年3月25日で、最盛時(約9ヶ月間)における切土実績は、平均126万^m³/月であった。

3. 試験発破の結果および考察

この試験発破とは日常実施される発破作業の内容を把握する目的で、任意の発破作業に対し、予告なしに種々の測定を行ったもので、いわゆる発破常数(パターン、単位火薬量^{etc.})の決定を目的としたものではない。

従ってその条件には種々相違があり、これを一律に比較することには若干疑問を感ずるが、表-1に示すような代表的な発破結果から、一応の比較を試みた。なお、岩質は $C_H\sim C_M$ に相当する玄武岩と C_H クラスの火山砕屑岩

表-1 試験発破結果一覧表

No	岩質	D	H	W	B	C	L	フ	α	β	L/H	W/B	
1	IIa	165	15.5	6.0	8.0	0.263	24.0	1.189	27	23	1.55	6.9	ササノ丸
2		100	11.0	4.4	4.4	0.231	24.5	1.597	2.0	6.9	2.23	4.4	大重70-T
3	IIc	100	17.0	3.2	3.9	0.302	29.5	1.769	1.9	5.6	1.74	3.5	〃
4		75	10.0	3.0	3.4	0.240	25.5	1.406	22	9.0	2.55	3.2	中重70-T
5	IIa	75	6.5	3.2	3.0	0.301	15.0	1.790	27	4.1	2.31	3.1	〃
6		75	12.0	3.5	3.5	0.202	29.0	1.502	1.5	7.1	2.42	3.5	〃
7		75	12.0	3.5	3.4	0.240	26.0	1.357	25	7.0	2.17	3.4	〃
8		115	22.0	5.0	4.0	0.207	38.0	1.622	27	5.2	1.73	4.5	大重70-T
9	IIIa	115	15.0	4.5	5.0	0.219	24.5	1.348	1.0	3.0	1.75	4.7	〃
10		115	11.5	4.0	4.5	0.237	27.5	1.540	1.5	3.0	1.17	4.2	〃
11		100	11.0	4.0	2.3	0.280	28.0	1.506	3.2	5.6	2.55	3.3	〃
12	IV	100	14.0	4.0	3.9	0.261	28.5	1.672	2.1	5.7	2.03	3.9	〃
13		75	6.0	3.7	2.6	0.234	15.5	1.412	2.0	0	2.58	3.1	中重70-T

D: 穿孔径(φmm), H: ベンチ高さ(m), W: 抵抗線(m), B: 孔間隔(m), C: 単位火薬量(g/cm³)

L: 切羽からの移動距離(m), フ: 土量変化率

岩質 I~II のうち試験発破に関係するものは次の通りである。

IIa: 火山砕屑岩(リベンジ不司)

IIc: 玄武岩, 板状節理(節理間隔30~100cm)著し, 全体に風化強い。

IIIa: 玄武岩, IIc の新鮮なもの。

IIIb: 玄武岩, 柱状節理(垂直間隔50cm以上で層状に数cmの風化粘土を挟有する。

IV: IIIb の新鮮岩

で, 更に産状によりこれを表-1 の様に4段階(I~IV)に分類した。(発破対象の岩は, 地山弾性波速度で1.8 Km 以上のものである)

図-1 は, 岩石の移動距離L(切羽から飛散先端まで)とベンチ高さHとの関係を示すもので, 多少のバラツキはあるがH=5~25m の範囲で直線性が認められる。また図-2 はベンチ高さHとL/Hの関係を示したもので, ベンチ高さの低い範囲ではかなり平坦な推積状態をかたち作ることが傾向的にうかがえる。

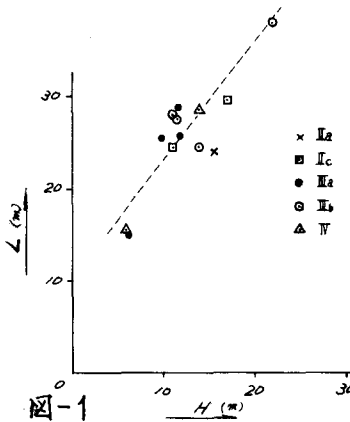


図-1

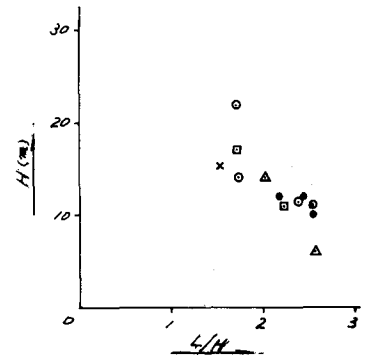


図-2

一般に発破後の推積状態を観察すると, 図-3に示すように, 低いベンチでは実線に示す様な形が多く見られ, ベンチ高さが増すにしたがい実線で示すような状態に変化する傾向が認められるが, これは前述の関係を示唆するものとも考える。

図-4は荷重($\sqrt{\text{抵抗線} \times \text{孔間隔}}$)とL/Hとの関係を示したものであるが, 穿孔径毎に各々かたよりが認められる。一般に抵抗線と孔径(薬径)は比例関係にあるとされるが, 孔径の増加(荷重の増加)にともなうL/Hの減少は, 推積状態が急勾配になることを示すものであり, 平坦な推積状態をかたち作するためには, やはり抵抗線および孔間隔を小さくすることが効果的であることがわかる。

4. むすび

今回の検討結果では, 岩質, 単位火薬量などとの関連は明らかにすることが出来なかった。恐らく推積形状はこの他にも, 破砕粒度, 土量変化率などとも複雑に関連するものと考えられ, 今後更にデーターを蓄積し, 追求してゆきたい。なお, 大孔径, 特に孔径165mmを使用した発破において特徴的であったのは, 著しいソックブレイクの発生する現象であったことを最後に報告しておく。

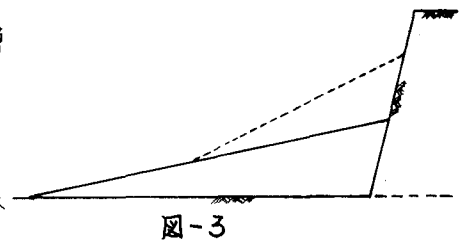


図-3

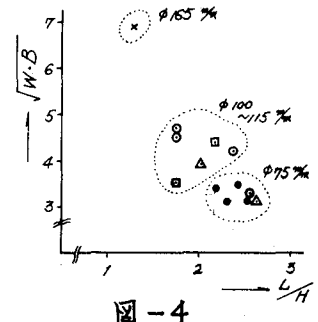


図-4