

# 立坑掘削工事における低振動岩盤掘削工法(サンバースト工法)について

稲田 修\*  
Osamu Inada

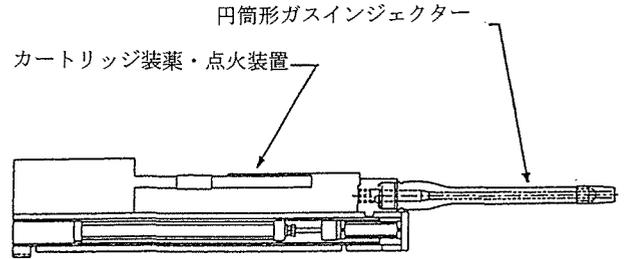
## 1. はじめに

本報告書は、香港地下鉄MTR680工事の一部である換気立坑（ノースポイント駅部に接続される換気用の立坑である）において採用した「サンバースト工法」を紹介するものである。当立坑は、掘削対象地山は新鮮な香港花崗岩であり一軸圧縮強度で約150MPa～200MPaであったが、当立坑が多数の住居用ビルディングが林立する中に位置していることから、無発破工法の採用が検討された。工事は、初期の段階から静的破碎剤を使用して掘削を行っていたが、進捗が非常に遅いため火薬の使用申請許可を取得しサンバースト工法を採用した。

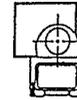
## 2. サンバースト工法の概要

サンバースト工法は、従来の発破工法と異なりせん孔機械のドリフター部分の横に可動式の装薬・点火装置（チャンバー）を装備している。1孔あたりの削孔長は650mm～750mmで1孔の削孔終了毎に点火装置を同孔に挿入する。その後粉末状の火薬類が入ったカートリッジをチャンバー内にセットし、電気的に発破を行うものである。チャンバー内に発生したガスがチャンバーに接続されている円筒形の鉄管（インジェクター）内部をとおる岩盤をガス圧でせん断破壊に導く。一般のサンバースト工法では1発破毎にブレイカー等で破碎状況ならびに周辺の亀裂発生を確認し次の発破位置を選定するが、今回は立坑[14m×4.2m]の施工であったため一定の範囲の発破作業完了後、油圧ブレイカーを使用し最終掘削を行わずに出しを行うことにした。

図-1に装薬・点火装置（チャンバー）、図-2にカートリッジを示す。



側面図



正面図

図-1 装薬・点火装置

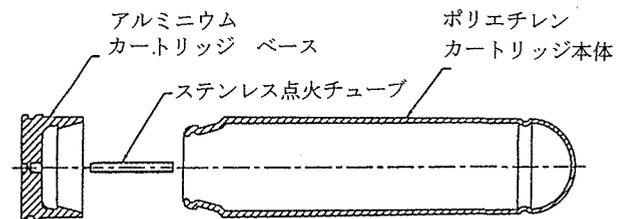


図-2 カートリッジ

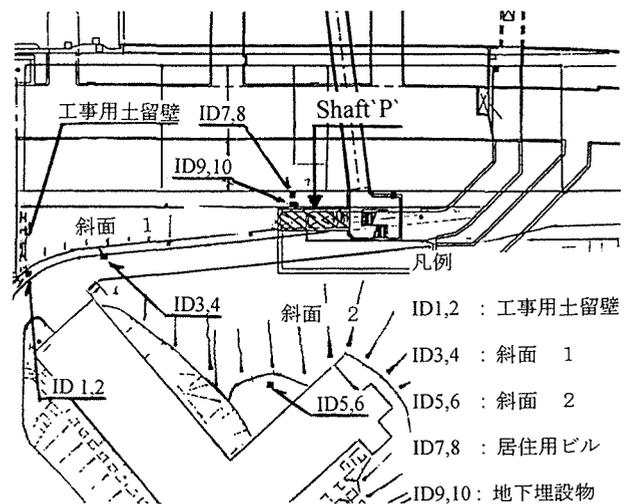


図-3 位置平面図

\*香港(支) MTR680(出)

### 3. 振動測定

香港鉱山局の指針で既設ビルディング（基礎杭を含む）、地下埋設物および斜面に対する発破振動に対する基準値が振動速度値で8mm/s～25mm/sの範囲に規定されている。サンバースト工法を採用するにあたり、予測振動数を下記の式にて推定した。

$$PPV=K \times (D/(Wt)^A)^B$$

ここに、PPV： 予測振動速度(mm/s)

A： 現場条件による定数

B： 現場条件による定数

K： 現場条件による定数

D： 発破箇所より対象物までの距離(m)

Wt： 最大火薬量(kg)

定数については、サンバースト工法の施工実績より  $K=1,090$ 、 $A=1/2$ 、 $B=-1.39$  に設定し  $Wt=0.3\text{kg/shot}$  にて試験施工を行った。試験結果の一部を表-1に示す。また、施工位置および測定位置図を図-3に示す。

### 4. 施工実績

今回の施工において、サンバースト工法を使用するにあたり、香港鉱山局が一番懸念したことは、先に述べたような工事条件の中で振動速度値が所定の基準値以内に収まるかどうかであった。そこで、試験施工後も継続して全ての発破に対して振動値観測を行った。

最終的に観測不可を除いて約2,200のデータを得る事ができ、それを元に回帰分析を行ったところ下記のとおりになった。

$$K=73.9$$

$$A=-1.39$$

図-4からも分かるように、施工前の推定線に比べ左肩が下がり緩やかな勾配の回帰線となり、かなりの至近距離に構造物が存在しても、発破が可能と考えられる。

### 5. おわりに

サンバースト工法は、施工箇所の岩盤の状況にもよるが、一般の発破工法に比べ低振動型発破工法であることが実証された。また、発破後の後ガスについても1発破ずつ点火するため、後ガスの発生量が少ないため瞬時に希釈され、作業時間への影響はなかった。

表-1 試験施工結果一覧表

ID	対象物	距離 (m)	予測振 動速度 (mm/s)	実測振動 速度 (mm/s)
1	工事用土留壁	57.5	1.69	観測不可
2	工事用土留壁	57.6	1.69	観測不可
3	斜面1	43.2	2.52	観測不可
4	斜面1	43.3	2.51	観測不可
5	斜面2	54.2	1.84	観測不可
6	斜面2	54.5	1.82	観測不可
7	居住用ビル	10.1	19.0	3.26
8	居住用ビル	9.87	19.6	1.24
9	地下埋設物	8.80	23.0	7.97
10	地下埋設物	8.64	23.6	8.08

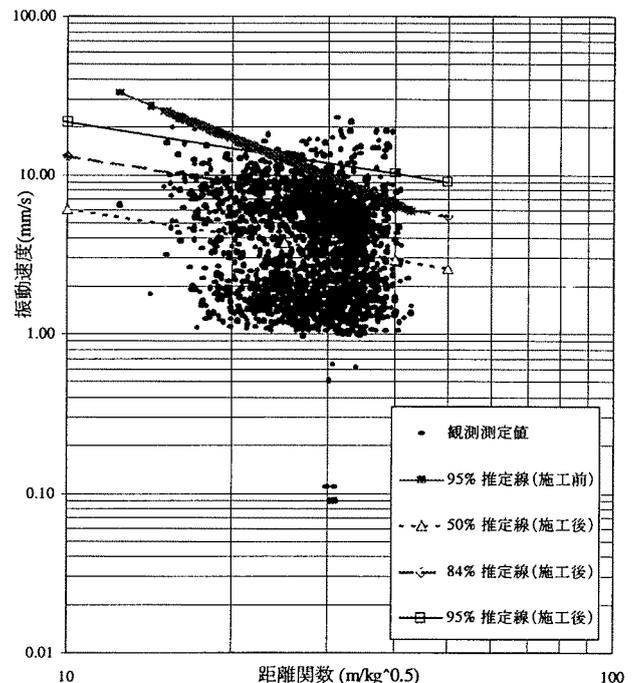


図-4 Shaft'P' 回帰分析結果