

西松建設機技術研究所 正員 ○ 牧 野 清
西松建設機技術研究所 正員 神 谷 宏

1. 目 的

高速自動車道工事のAエリア付近の岩盤掘削に発破工法が予定されている。しかしこの現場には最近接距離で約100mの所にH団地があり、この団地住宅への発破による振動等の影響が懸念される。そこで試験発破を実施することにした。次の項目に関して本工事のための調査を行った。

①使用できる装薬量と発破パターンの検討。

②100～300m地点で発破振動速度を測定しK値を求めるとともに、振動レベルと振動速度との関係の推定。

2. 計測概要

2-1 試験現場及び計測地点

計測場所及び計測地点については図-1に示すとおりである。地山から、設計路面までの約5～6mをベンチカット発破で岩掘削し、約1万m³の岩起こしを試験発破の対象とした。

計測地点では発破場所から上り方面へ距離100m, 200m, 300mをとり、それぞれ測点P-3, P-2, P-1とし、また路線と約60度方向(調整池側)へ100m, 150m, 200mをとり、それぞれ測点P-4, P-5, P-6とした。

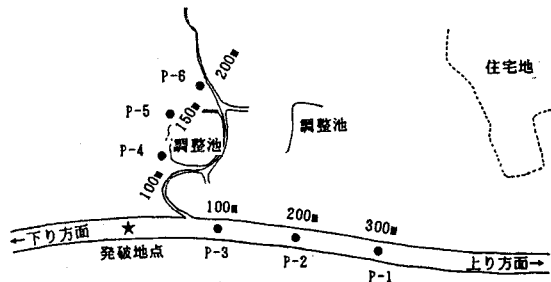


図-1 計測地点配置図

表-1 発破の諸元

2-2 発破の諸元

発破の諸元は表-1のとおりであり、発破の実施月日、時間、薬種、雷管、薬量、削孔パターン及びm³当りの装薬量についてそれぞれ示す。

2-3 使用計器及びその構成

発破振動の計測には、(1)振動速度計、(2)振動レベル計を使用し、機器の配置は各測点とも振動速度計、振動レベル計を各1台とした。

No	実施月日	発破時間	薬 種	雷 管	薬 量	削孔パターン	kg/m³	
1	63.7.12	13:20	3号桐+ANFO	1 ～ 10	2.6 kg/孔	4孔/段	2.1X2.1X3.0	0.22
2	7.14	12:10	〃	1 ～ 5	〃	〃	〃	〃
3		12:15	〃	2 ～ 6	〃	〃	〃	〃
4	7.15	12:10	〃	1 ～ 20	〃	1孔/段	〃	〃
5		12:15	〃	2 ～ 20	〃	〃	〃	〃
6	7.16	12:10	〃	2.4.6.8.10	〃	4孔/段	〃	〃
7		12:15	〃	6 ～ 10	〃	〃	〃	〃
8	7.18	13:20	〃	〃	2.0 kg/孔	〃	〃	0.166
9		13:25	〃	2.4.6.8.10	〃	〃	〃	〃
10	7.19	13:20	〃	2 ～ 6	1.6 kg/孔	〃	〃	0.134
11		13:25	〃	〃	1.35kg/孔	〃	〃	0.113
12	7.20	12:10	〃	〃	1.6 kg/孔	〃	〃	0.134
13	7.21	12:20	〃	11 ～ 20	1.975kg/孔	〃	2.1X0.8X2.0	0.165
14	7.22	12:20	〃	2 ～ 6	〃	〃	〃	〃
15		12:25	〃	2.4.6.8.10	〃	〃	〃	〃
16	7.25	12:20	〃	〃	〃	〃	〃	〃
17		12:25	〃	2 ～ 6	〃	〃	2.1X2.1X3.2	〃
18	7.26	12:20	〃	2 ～ 11	〃	〃	〃	〃

3. 測定結果及び考察

3-1 振動速度について

振動速度の測定は、No.1～No.12で12回行った。本工事の環境保全の対象物件であるH団地への最短距離は約100mであり、測点P-3及びP-4がこれに対応する。この2点に着目すれば、2.6kg～10.4kgでは、振動速度は0.02～0.45Kineの範囲にある。さらに詳しくみると、明確とはいえないが、薬量を減らすにつれて振動速度も減少する傾向があることがわかる。

3-2 振動レベルについて

振動レベルの測定は全部で18回行った。まず、No.12までの試験で、管理目標値65dB以下を維持するための発破パターンを求めてみた。その結果65dBには至らなかったが、P-3及びP-4で70dB未満のケースが4回あり、この中から本工事施工を勘案してNo.8のパターンによりNo.13以下の発破を実施したところ、No.15ではP-3, P-4で各々57, 64dBと管理目標をクリアすることがわかった。

3-3 発破振動の減衰式について

発破による地盤振動は、火薬の物性、薬量、起爆方法、爆薬の充填状態と密閉状態、自由面の数、距離、地質条件などの影響を複雑に受けるため、これらの全ての条件に適用できる発破振動の普遍的な関係式を求めることは困難である。従って試験発破によってその現場での推定式を求める必要がある。本試験もそのような意図で行われたが、発破現場を面積的に狭い領域で実施したものの、地質条件は決して均一なものとはいえないようである。

発破振動の推定式は次式が一般的に用いられ、式中の発破係数Kを試験結果から推定する。

$$V = K \cdot W^{3/4} \cdot D^{-2}$$

V：振動速度(実測値Kine：cm/sec)

K：発破係数

W：斉発薬量(実施数量：kg)

D：爆源からの距離(約100m)

本試験から得られた振動速度により発破係数Kを計算で求めると、全データでは10～1380と広範囲に分布するが、実際に考えられる範囲としてP-3及びP-4で振動レベルが70dB未満となった発破パターン4ケースを限定してKを求めると、130～380となる。すなわち試験発破による発破係数は安全を考慮して上限値の380とする。

3-4 振動レベルと振動速度との関係

実測した振動レベル(dB)と振動速度(Kine)の関係を示したものが図-2である。多少のバラツキがあるものの相関が認められ、その相関性は次式で示される。

$$VL(dB) = 17.36 \log_{10} V(Kine) + 85.26$$

VL：振動レベル V：振動速度

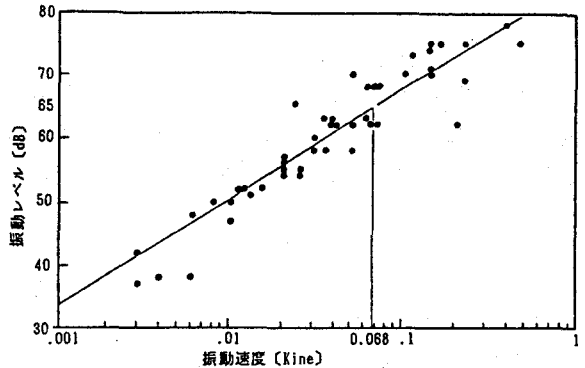


図-2 振動レベルと振動速度との関係

この式で振動レベルの管理目標65dBに対する振動速度を求めると、0.068(Kine)となる。

4. まとめ

以上の考察から以下の項目を本工事に於ける基本的な考え方とした。

- ①振動レベルの管理目標値を65dBとする。
- ②振動レベルVLと振動速度との相関を次式とする。

$$VL(dB) = 17.0 \log_{10} V(Kine) + 85$$

- ③発破係数は上限値380、下限値130とし安全を考慮して380とする。また減衰式は、振動速度(V)・薬量(W)・爆源からの距離(D)とすれば、次式で表される。

$$V = 380 \cdot W^{3/4} \cdot D^{-2}$$

- ④段発の組み合わせ方によっては、共振、共鳴現象が起こり、発生する物理量が大きくなることもある。この現象を回避するため、段発の雷管を例えば試験№15で実施した2, 4, 6, 8, 10のパターンとすることも効果的な方法といえる。

- ⑤振動レベル65dB及び発破係数K=380の場合の振動速度は0.068Kineであり、④の式でこの値とD=100mを代入すると装薬量Wは2.2kg/段となる。この量は施工上必要な最小限の値であるが、実際には穿孔時間や外観による岩質の判定、対象物件までの距離、自由面の方向、雷管の組み合わせなどによって発破係数を変動的に考えて施工パターンを決定すればよいと思われる。

最後に、本調査に際して、御指導御助言を頂いた日本大学山本房志教授に心から謝意を表します。