

転石地盤における振動制御発破

戸田建設(株)九州支店 正会員 太田 孝司
 戸田建設(株)九州支店 非会員 安部 順二

1. はじめに

当工事は、約 20ha の工業用地を造成するものである。掘削土量は約 150 万 m^3 で、68%にあたる 102 万 m^3 が一軸圧縮強度 100N/ mm^2 程度の硬岩であった。施工効率あるいは工期の観点から、発破掘削を行う必要があったが、発破掘削施工箇所から 300m 程離れた裏山の山腹あるいは斜面上に転石が点在していた。その直下には家屋が存在し、発破による振動によって転石が落下すれば、人災を招く可能性があった。

そこで、転石地盤に対する振動を抑制するため、電子雷管を使用した制御発破を行った。本書は、この施工について報告するものである。

2. 工事概要

工事名称 : 平成 20 年度内陸工業用地(日田市三ノ宮地区)造成工事
 工事場所 : 大分県日田市西有田
 工期 : 平成 20 年度 5 月 1 日 ~ 平成 21 年 3 月 31 日
 工事内容 : 掘削工 1,496,000 m^3 ・盛土工 1,696,000 m^3 ・法面工 46,000 m^2 ・伐木工 244,000 m^2 ・防災工他 1 式

3. 施工上の課題

工期の関係から工事最盛期には 15,000 m^3 /日程度(うち、硬岩掘削 11,000 m^3 /日)の掘削量が必要であった。また、発破掘削を行う必要がある一方、発破時には周辺一般道の一時全面通行止めを行う必要があることから、発破回数は 2 回/日と制限された。

以上から、2 回/日の発破で、5,500 m^3 /回以上の発破を行いつつ、転石地盤への影響を最小限とすることが、工期内完工するための必須条件となった。

次に転石地盤-発破箇所位置図、転石地盤位置図、転石地盤転石写真を示す。

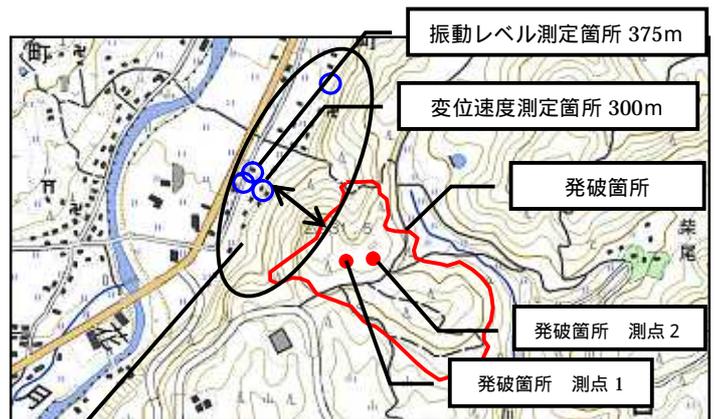


図 - 1 転石地盤-発破箇所位置図

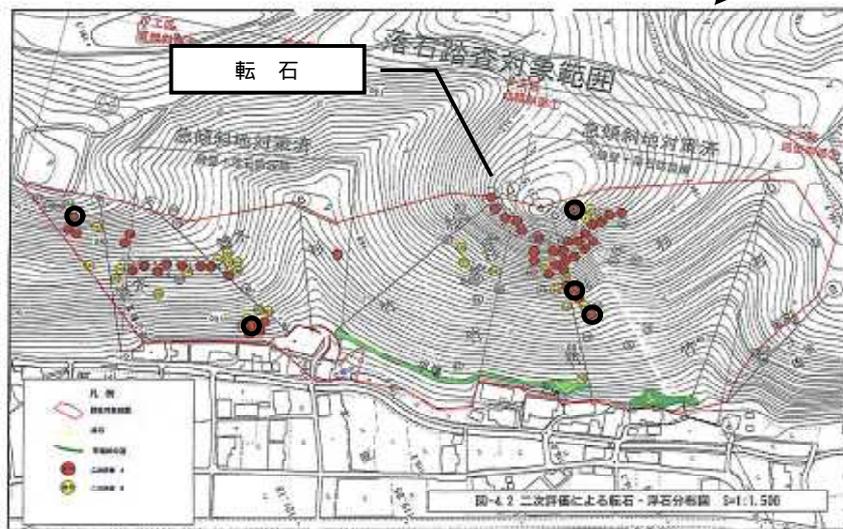


図 - 2 転石地盤位置図



写真 - 1 転石地盤転石写真

キーワード : 転石、振動、制御発破

連絡先 : 〒810-8502 福岡県福岡市中央区白金 2-13-12 戸田建設(株)九州支店 TEL092-525-0355

4. 電子雷管 (IC 雷管) 使用による制御発破

4.1 試験発破・シミュレーション

当現場の転石が落下しない変位速度の上限値を 5cm/s (Oriard は 5.1~10.2cm/s) と設定し、試験発破時は安全率を 5 とし、変位速度の管理値を 1.0cm/s とした。さらに、付近住民からの要望により、振動レベル管理値を 65dB とした。

発破振動推定式、変位速度と振動レベルとの関係式を以下に示す。

$$V = K \cdot W^{0.75} \cdot D^{-2}$$

ここに、V：地表面の変位速度(cm/s)
 K：発破係数 (大口径ベンチ発破では 100 ~ 300)
 W：装薬量 (kg/段)
 D：発破点からの距離(m)

$$VL = 20 \log(V) + 91$$

ここに、VL：単発発破時の振動レベル(dB)

電子雷管使用に先立ち、装薬量 9.6, 14.4kg での試験発破によって変位速度を計測し、発破段数が 10, 20, 30, 40 段の場合についてシミュレーションを行った。

その結果、MS 雷管 (秒時間隔 25ms) と比較して電子雷管の秒時間隔を 20ms 程度としたときには、変位速度、振動レベルそれぞれ 0.03 cm/s, 4dB 程度の低減効果が期待できることが判明した。

4.2 制御発破結果

当初予定していた発破工法 (MS 雷管使用) と制御発破工法 (電子雷管使用 EDD) との比較表を下表に示す。

また、本発破においては発破箇所と転石との最小距離は 300m で、発破実績から 1 段 1 孔とした時 18kg/段以上の装薬量が必要であり、管理値は協議の結果、変位速度 1 cm/s、振動レベル 65dB となった。試験発破より得られた発破係数を用いた時の限界距離 (理論値) も合わせて下表に示す。

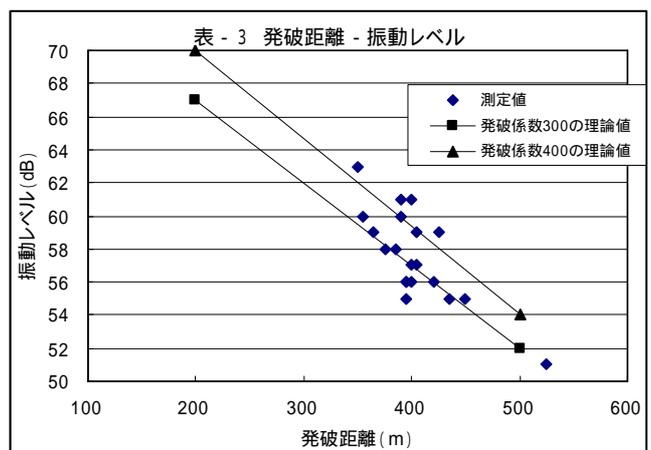
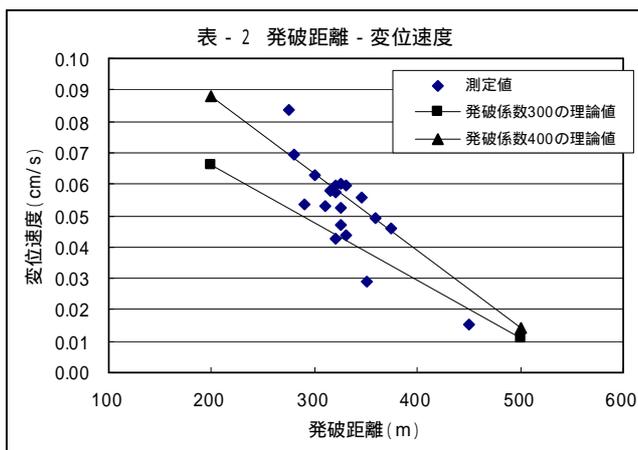
表 - 1 制御発破比較表

工法	側点	距離 (m)	成分	振動速度 (cm/s)	装薬量 (kg/段)	発破係数	振動レベル換算値 (dB)	1cm/sでの限界距離	65dBでの限界距離
MS	1	453	(Z)	0.020	9.6	752	57	81m	365m
	2	512	(Z)	0.025	14.4	890	59	88m	400m
EDD	1	440	(Z)	0.009	9.6	316	50	53m	235m
	2	495	(Z)	0.011	14.4	371	52	57m	255m

18kg/段の時の限界距離 (理論値) である。

上表の通り、電子雷管を使用することで、理論上、発破箇所と転石箇所の距離を 300m 以下にすることが出来た。

また、本発破において 18kg/段での測定代表値を下表に示す。おおむね発破係数=300~400 程度で推移し、発破箇所との距離 275m まで発破による掘削を行うことが出来た。



5. おわりに

電子雷管はMSやDS雷管と比較し1個当たりでは高価であるが、今回のケースのように振動制御、また騒音制御に対し非常に有効であり、工期や機械損料等を考慮すれば必ずしも単価的に高価になるとは限らない。

また、今回は振動制御を目的として使用したが、その場合、騒音が通常施工時と比較して大きくなるのが稀に起こる。こういった悪作用の有無の検証についても、仕様の際には注意が必要である。