高精度電子雷管を用いたゴルフ場直下のトンネル掘削について
～新名神高速道路　東畦野トンネル工事～

西日本高速道路（株）　非会員　○藤澤　顕
西日本高速道路（株）　正会員　勘定　茂
（株）奥村組　非会員　横山哲哉

1.はじめに

東畦野トンネルは、新名神高速道路（高槻第一 JCT～神戸 JCT　全長 40.5km）のうち、大阪府箕面市と兵庫県川西市の県境を通過する全長約 2km の 2 車線双設道路トンネルである。

本トンネルの地山は、古生代で主に砂岩を主体とし、一部頁岩を含む地質であり、発破方式で掘削を行っているが、土被り平均 75mのトンネル直上にゴルフ場があるため、発破によるゴルフプレイヤーに対する影響が懸念された。
その解決には、発破振動の低減と発破継続時間を極力短くすることが有効であると思われ、最大 500 段までの段発が可能で、かつ 1ms 刻みで秒時間隔を任意に設定できる高精度電子雷管を用いた発破工法を採用し、ゴルフ場に対する体感的な影響を無くすことを図り、掘削を進めた。

工事位置図を**図－1**、縦断図を**図－2** に示す。

図-1　工事位置図

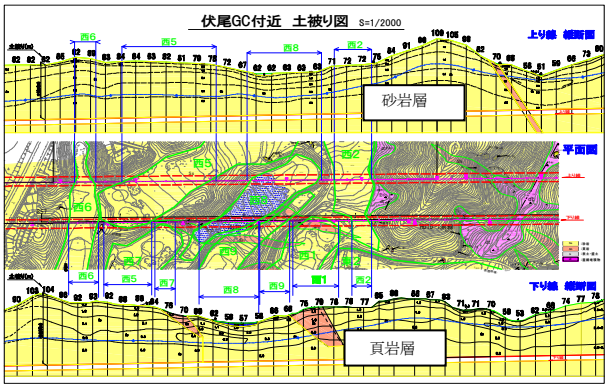


図-2　縦断図

2.高精度電子雷管の特徴

高精度電子雷管の構造概要を**図－3** に、特徴を以下に示す。

・任意の秒時設定が可能
・最大 500 段の段発
・秒時精度は設定遅延秒時の±0.01%
・1ms 刻みで秒時間隔を設定可能

この雷管を用いることにより、確実に斉発薬量を 1 孔あたりの薬量にまで低減することができる。

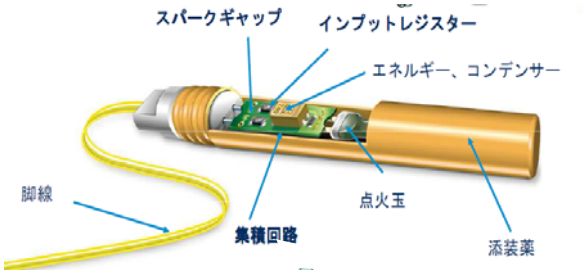


図-3　高精度電子雷管(eDeVⅡ)の構造概要

3．試験発破の概要について

上り線の掘削開始は H26.9～、下り線は H26.10～、振動騒音計測を実施しながら施工を進めた。ゴルフ場に近づくにつれ、対策として標準発破での DS 電気雷管を 1～10 段から 15 段まで増やし、段あたり薬量を減らしながら発破を行ったが、ゴルフプレイヤーからの苦情が多くなったことから高精度電子雷管を用いた試験発破を実施した。（上り線：STA.1+53、下り線：STA.1+13）

標準発破パターンを**図－4** に、試験発破時の発破パターンを**図－5** に示す。
秒時差 8ms 以上あれば段発発破の効果が得られた実績から、確実な段発効果の確保と発破継続時間をできるだけ短くするため 10ms で設定し発破を行った。

キーワード：新名神高速道路　東畦野トンネル　高精度電子雷管　発破振動の低減
連絡先：大阪府高槻市川西町 2－10－2　西日本高速道路株式会社関西支社新名神大阪西事務所　TEL072-655-9935

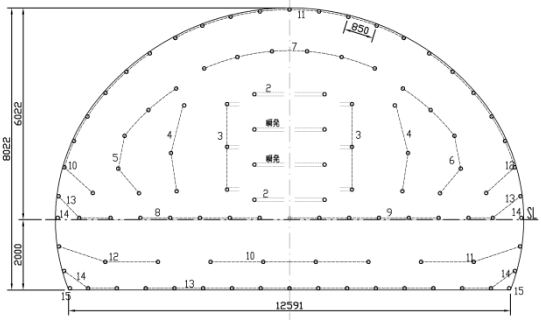


図-4　標準発破パターン図
（段数：15 段）

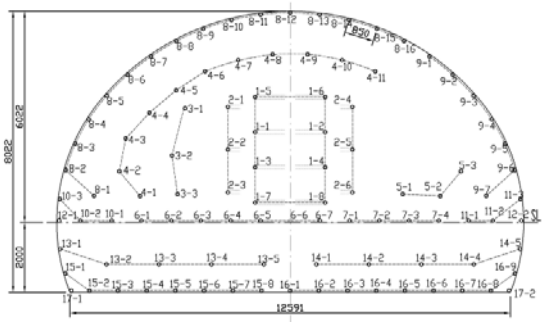
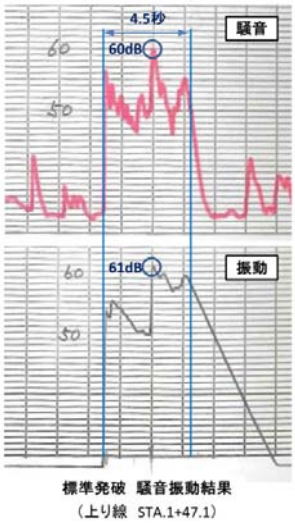


図-5　制御発破パターン図
（段数：102 段）

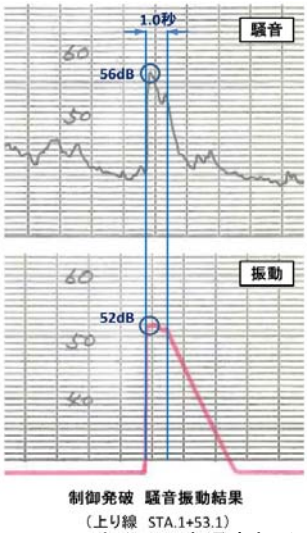
4. 標準発破と制御発破の騒音振動結果

標準発破の騒音振動結果を**図－6** に、制御発破の騒音振動結果を**図－7** に示す。試験発破の結果、発破持続時間が 4.5 秒から 1 秒と短くなり、騒音値、振動値ともに低減する数値となった。ゴルフ場関係者に立会を依頼した結果、発破を行うことに了承をいただいた。制御発破を行うことで発破持続時間の短縮ができ、体感的な影響が大幅に改善されたと考える。



標準発破　騒音振動結果
（上り線　STA.1+47.1）

図-6　標準発破騒音振動結果



制御発破　騒音振動結果
（上り線　STA.1+53.1）

図-7　制御発破騒音振動結果

試験発破結果一覧表を**表－1** に示す。高精度電子雷管を使用することで､1 孔 1 段発破が可能となり、段あたり薬量（斉発薬量）の減量により騒音値及び振動値が下がっていることが一覧表からも分かる。

表-1　試験発破結果一覧表

試験発破結果一覧表

測　点		発破方法	測点までの離隔(m)	孔数(孔)	総薬量(kg)	最大斉発薬量(kg) 芯抜き	最大斉発薬量(kg) 払い	騒音値(dB)	振動値(dB)	振動速度(cm/s)
上り線	STA. 1+42.3	DS①～⑮	81	96	100.65	5.40	7.20	67	68	
	STA. 1+47.1	DS①～⑮	82	107	57.30	3.60	4.05	60	61	
	STA. 1+53.1	電子雷管	83	102	41.55	0.60	0.45	56	52	0.05
	STA. 1+54.3	電子雷管	83	102	45.30	0.60	0.45	58	54	0.04
下り線	STA. 1+6.0	DS①～⑬	82	94	59.10	3.60	7.80	57	64	
	STA. 1+7.2	DS①～⑩	83	65	27.75	3.60	7.20	50	55	
	STA. 1+13.2	電子雷管	83	53	18.75	0.60	0.45	55	55	
	STA. 1+19.2	電子雷管	85	36	12.45	0.60	0.45	53	52	0.14

ゴルフ場営業中の 6 時から 18 時は制御発破を行い、夜間は標準発破で掘削を進めた。制御発破施工位置図を**図－8** に示す。上下線で最も土被りの薄い（上り 62m、下り 57m）西 8 番ホール直上箇所でも苦情はなかった。その後も掘削を進め、ゴルフプレイヤーに直接聞き取りも行ったが大部分のプレイヤーが気づいていなかった。ゴルフ場位置を抜け、西 6 番ホールを越えた位置で、通常発破へ切り替え、ゴルフ場関係者に立会を依頼した結果、制御発破は終了しても構わないと回答をいただいた。

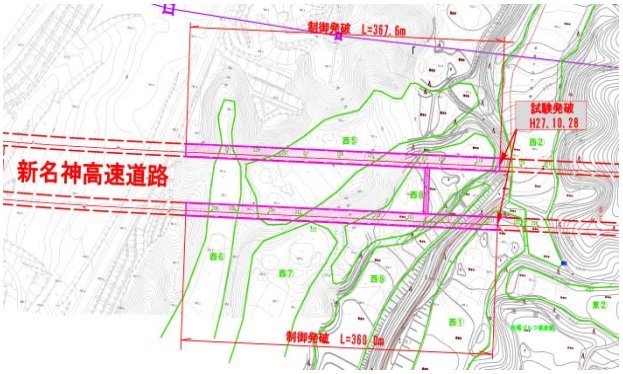


図-8　制御発破施工位置図

また、管理基準値を 40 ㎜に設定した地表面沈下や、地下埋設物、構造物の変状も発生せず、無事にゴルフ場を通過できた。

5. まとめ

高精度電子雷管を用いて、騒音振動の低減を行った結果、ゴルフ場関係者から発破に関する理解が得られた。また、プレイヤーへの影響を無くすことで、昼夜施工を継続することが可能となり貫通工程を死守することができ、且つ経済的に掘削を順調に進めることができた。今後、市街地や住居近接区域でも発破掘削を行う際に問題となる場合には有効な工法である。