

低土被り部における制御発破について

前田建設工業（株） 関西支店 炬口トンネル作業所 正会員 ○富岡南々子
今井崇満 正会員 橋本雅司

1. はじめに

国道28号洲本バイパス（炬口～宇山）は、兵庫県洲本市の交通混雑の緩和・交通安全の確保、及び災害時には代替路の確保と地域の活性化のための事業である（図1）。炬口トンネル工事はその一環として、延長963mを施工する。起点側（炬口）から掘削延長180m付近は最小土被り22m（離隔28m）で市道が横断し、トンネル直上及び周辺には民家が点在している。この低土被り区間は、発破掘削により設計されており、近隣住民の生活環境が保全されるよう、特に発破振動への対策が必要となる。

そこで発破掘削を開始するにあたり、上記区間で発破振動を抑制し、周辺民家への影響が低減可能な2種類の雷管（EDD電子雷管とeDevII電子雷管）の適性を比較するため試験発破を行った。

EDDと比較しeDevIIでは、現場で自由に起爆秒を設定できること、1mm秒刻みで各雷管の起爆秒を設定できること、正確な起爆秒時で発破が可能であることが特徴としてあげられる。

本報告は試験発破において得られた結果からeDevIIの有効性について示す。



〈図1 事業計画図〉

2. 施工上の課題

当初の詳細設計業務では、トンネル直上民家への発破振動の影響区間（179m）を、1孔1段の多発が可能なEDDを用いた制御発破としている。さらにその内、直下区間（114m）においては、昼間一方施工としている。これらの影響区間の設定は、日本火薬学会による昼間の規制値（昼間：79dB、夜間：64dB）としているが、一般的に発破は、単発かつ非定常の極短時間事象であり振動に係る法規制基準値はない。しかし、近隣住民の生活環境の確保は重要であり、その観点から県条例で定められた振動基準値（昼間：60dB、夜間：55dB）を準用した。この基準を目標とし、設計のEDDによる制御発破のみで目標値を満足できない場合の選択肢として、eDevIIの制御効果を検証することを目的とした。

3. 対策の立案と実施

（1）各電子雷管の比較

正確な起爆秒時により、起爆秒時が重なることなく、各々の孔を個々に点火できるように発破パターンを設定できるEDD電子雷管と、上記と合わせて0.01%精度で起爆秒時を設定でき、柔軟性により発破時の卓越周波数を制御できるeDevII高精度電子雷管の二つの発破時の動速度データを取得及び分析を行い、期待される振動低減効果について確認した。

（2）振動速度による発破振動の抑制検証

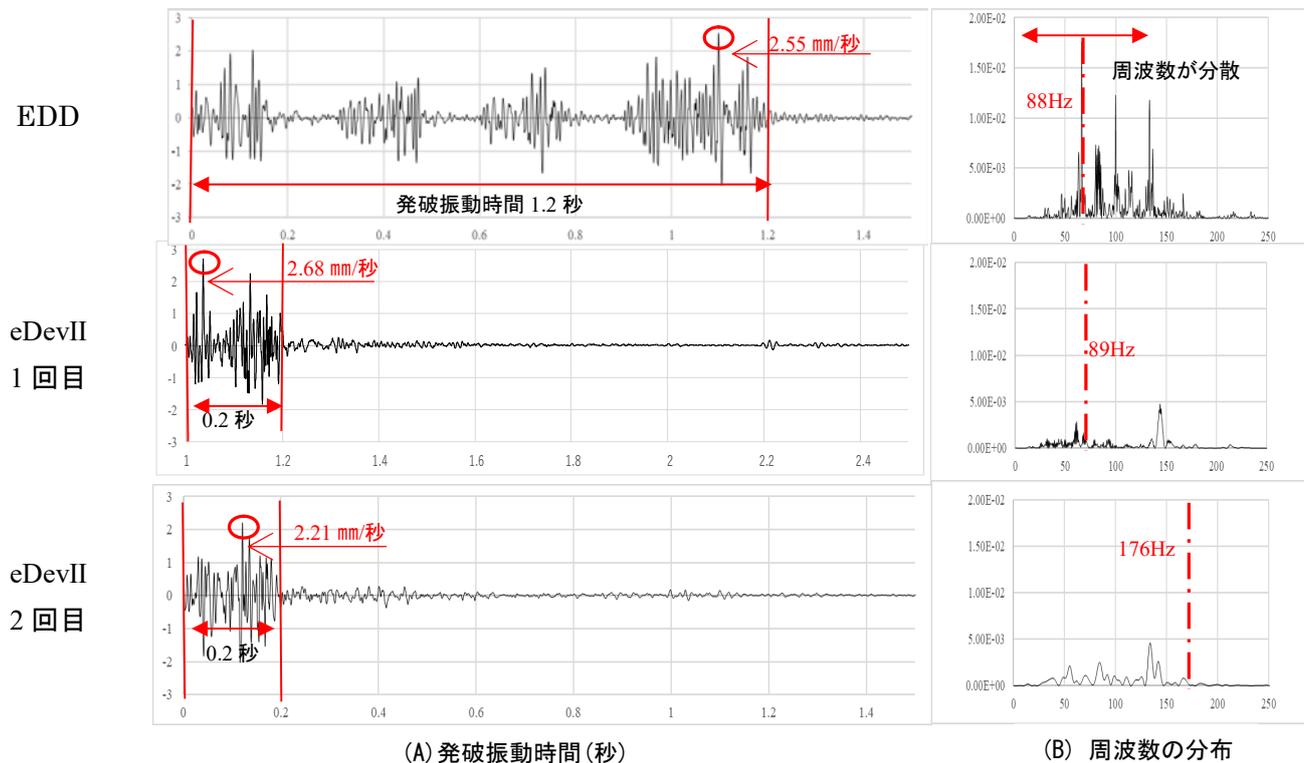
試験結果より、起爆秒時を設定できるeDevIIの特性を生かし、単発波形（周波数）を取得し影響区間における発破振動の抑制の可能性を検証した。

キーワード 低土被り部、制御発破、EDD、eDevII、高精度電子雷管、環境影響

連絡先〒541-8529 大阪府中央区久太郎町2丁目5-30 前田建設工業（株）関西支店 TEL:06-6243-2411(代表)

4. 試験結果

- (1) eDevII (1回目) の発破を起爆秒時 7mm 秒に設定して単発波形を取得した。取得した波形から周波数が逆位相となるよう起爆秒時を 6 mm 秒に設定し、eDevII (2回目) の試験発破を実施した。振動レベルを比較すると EDD が 2.55mm/秒に対し、eDevIIでは1回目で 2.68mm/秒、2回目で 2.21mm/秒であった (図 2 (A))。平均周波数は EDD が 88Hz に対し、eDevIIでは1回目で 89Hz、2回目で 176Hz であった。周波数の分布についても、EDD では周波数が分散しているが、eDevII 2回目では、分布が高周波側へシフトしていることが伺える。
- (2) 各雷管を使用した場合の発破振動の周波数の分布を比較すると、EDD は卓越周波数が分散しているが、eDevII は高周波側にシフトし、周波数のばらつきが少ない結果となった (図 2 (B))。また、起爆秒時は同孔数でありながら、発破振動時間は eDevIIの方が 1 秒程度短い結果となった。
- これらの試験結果を図 2、表 1 に示す。



〈図 2 各測定結果〉

〈表 1 各測定結果表〉

発破番号	最大振動速度 (cm/s)	最大振動レベ ル (mm/秒)	平均周波数 (Hz)	起爆秒数 (ミリ秒)
EDD	v	32.1	v	30
#1 eDevII	v	32.1	v	7
#2 eDevII	v	34.1	v	6

5. おわりに

振動レベルは、人間の感覚補正を加えて算出されたものである。近隣住民の生活環境について検討する場合、振動による人への影響においては周波数が高い方が震度に換算すると小さくなるため、人間は振動を感じにくくなり、建物や土被りが薄い部分についても発破振動の周波数を高周波側へシフトさせる方が有利であると考えられる。

試験の結果より、振動レベルに基づく計画では EDD でも十分な振動抑制効果が期待できるが、eDevII を用いることによって、人への影響をより軽減できるため、近隣住民の生活環境に配慮した施工が可能となる。

今回の試験発破で得られたデータを元に振動予測を行い、今後、実施施工時における振動データの整合性を確認していく。