

発破振動の居住環境評価に関する一考察

飛島建設	技術研究所	正会員	○小林 真人
山口県	山口土木建築事務所		沖村 卓美
飛島建設	土木事業本部	正会員	川端 康夫
飛島建設	西日本土木支社	正会員	岩根 康之
飛島建設	西日本土木支社	正会員	筒井 隆規

1. はじめに

発破作業に伴い発生する振動による周辺への影響については、主に既設構造物への被害との関係が議論され、発破による地盤振動の振動速度が既設構造物の被害の程度と相関が高いことから、既設構造物に対して振動速度を用いた管理が行われている¹⁾。一方で、住宅地等に近接した工事では、居住者の人体影響への評価にも着目し、公害振動との対応を取るために振動レベルによる管理も併せて行われている。しかしながら、住宅居住者への影響を評価する場合に、振動に対する人体反応はその周波数や継続時間により異なることから、発破振動を対象とした振動速度や振動レベルでの管理値と居住性との相互関係が明らかにしにくいという課題がある。

本報では、県道山口宇部線改良小郡トンネル工事(当該工事とする)における、トンネル本線に近接した住宅における発破振動を、振動レベルや振動速度と居住者の主観、建築物の振動に関する居住性能評価指針²⁾(居住性能評価指針とする)および気象庁震度階級³⁾(震度階級とする)により評価した結果から居住者の人体影響を検討する。また、その結果から当該工事における発破振動の規制基準が妥当であったことを示す。

2. 調査概要

図1に調査対象住宅(S住宅とする)とトンネルとの位置関係、およびS住宅302号室における発破振動の計測位置を示す。計測は切羽位置が図1のA-B間にある発破作業を対象として行った。S住宅の床構造はデッキプレート・コンクリート厚t=80mmで、床仕上げ構造は乾式二重床によるフローリング仕上げである。302号室は当該工事におけるJV職員が宿舎として利用しており、発破時に計測機器を持ち込んで振動計測を行うとともに、

JV職員による振動に対する主観評価を行った。計測に使用した機器は、振動速度計(ジオスペースGS-11D)、DCアンプ(NEC三栄6L01)、振動レベル計(リオンVM-52)、データレコーダ(TEAC ES-8)である。

3. 調査結果

3.1 発破振動の振動レベル・振動速度と主観評価

図2にS住宅302号室居間における発破時の振動レベル、振動速度の計測結果、およびJV職員が振動を感じた切羽位置を示す。ほとんどの発破で振動レベルは60dBを下回り、主観評価では、「振動を感じない」とする結果が得られた。切羽位置No.328+13.4_1の発破(振動レベル61dB)については「振動を感じる」とする結果が得られ、人体振動の感覚閾値が55~60dB(振動レベル)程度とする知見⁴⁾と同様の結果であった。このことから、当該工事における規制基準が妥当であることが示唆されるが、発破作業のあることを把握しているJV職員による評価であるため、次項で居住性能評価指針や震度階級による評価を併せて試みる。

3.2 居住性能評価指針による評価

当該工事では人体振動の感覚閾値を考慮し、発破振動の規制基準は振動レベルで60dBとしている。振動速度については、式(1)¹⁾の関係から0.071cm/sとした。

$$VL = 20 \text{Log} V + 83 \quad (1)$$

ここで、VL:振動レベル(dB)、V:最大振動速度(cm/s)。

図2において振動レベルが規制基準を超えず、かつ主観評価で「無感」とされながらも、振動速度が式(1)による換算値を超えた発破があった。これは、式(1)では発破振動の周波数に対する人体応答の評価ができないことを示唆している。そこで、振動速度が換算値を超えた発破

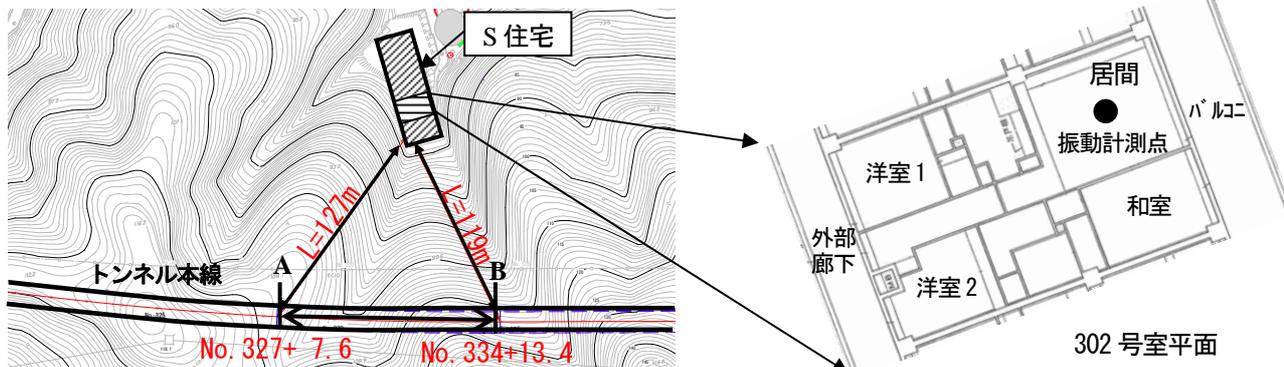


図1 S住宅とトンネルとの位置関係および302号室における振動計測位置

キーワード：発破振動・居住性評価・振動速度・振動レベル・震度階級

連絡先：飛島建設(株)技術研究所 (〒270-0222 千葉県野田市木間ヶ瀬 5472・TEL 04-7198-7553・FAX 04-7198-7586)

を対象に、図3に示す居住性能評価指針による評価を行い、発破振動の周波数と人体応答の関係を検討した。ここで、加速度の周波数特性は速度応答を時間軸で微分し加速度応答に変換して求めた。図3のV-10、・・・、V-90は振動の知覚確率に基づく指標でありV-10以下であれば振動に対して無感とされている。図2で「振動を感じる」とされた切羽位置No.328+13.4_1の発破は、図3に示すように25Hzに卓越成分がありV-30であることから、主観評価の結果と対応している。一方で、図3に示した切羽位置No.329+17.6_1からNo.334+6.6の発破は、振動レベルの規制基準から換算した振動速度を超えるものであったが、卓越成分が人体反応の低下する40Hz以上であったため主観評価で「無感」とされたと考える。

以上のことから、発破振動による人体応答は主要な周波数成分により異なることが明らかになった。また、主観評価と居住性能評価指針による評価が対応することから、当該工事の規制基準(振動レベル60dB)の設定は妥当であったと考える。

3.3 震度階級による評価

当該工事の発破振動による人の体感や行動に対する評価として震度階級による評価を試みる。震度階級は地震動の観測点における揺れの強さの程度を数値化した計測震度から換算する。人が揺れを感じないとされる震度0に対応する計測震度は0~0.4である³⁾。ここでは前項と同様に速度応答から加速度応答(水平2成分、鉛直1成分)へ変換し、これらの応答を用い文献3)に示された方法で計測震度を求めた。

図4に計測震度の計算結果を示す。発破による振動の計測震度は全て0以下であり、震度階級の適用範囲外である小さな揺れであった。震度階級での評価結果から、当該工事における発破振動の規制基準は、周辺への影響を抑制するには十分であったと考える。

4. まとめ

本報では当該工事に近接した住宅において発破振動による居住環境への影響を振動レベルや振動速度と居住者の主観・居住性能評価指針・震度階級により評価した。いずれの評価においても当該工事における規制基準以下であれば、振動を感じないとする結果が得られ規制基準が妥当であったことを示した。

発破振動は工場・事業場や道路交通等と比べ、高い周波数成分を有し継続時間も異なる。そのため、居住環境への影響評価と管理を行う場合には、振動速度の最大値や振動レベルだけではなく、周波数や継続時間に着目した評価手法の構築も必要と考える。

【参考文献】

- 1)日本騒音制御工学会編：発破による音と振動，1996.
- 2)日本建築学会編：建築物の振動に関する居住性能評価指針・同解説，2005.
- 3)気象庁：震度について，2009.
- 4)公害防止の技術と法規編集委員会編，通商産業省立地公害局監修：公害防止の技術と法規振動編，1984.

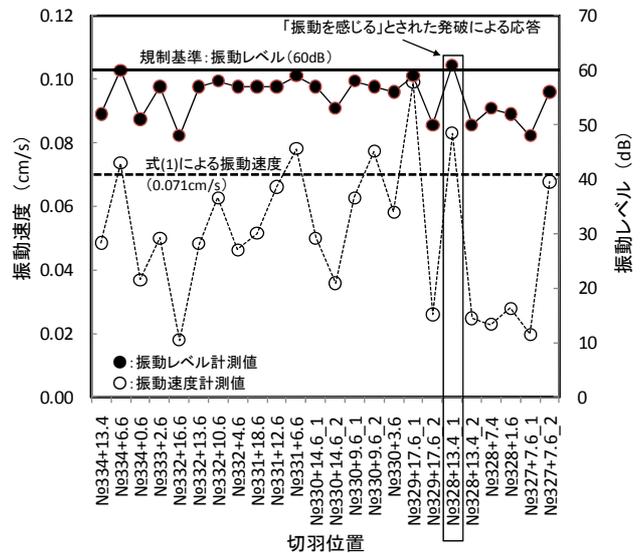


図2 発破振動の計測結果と振動を感じた切羽位置

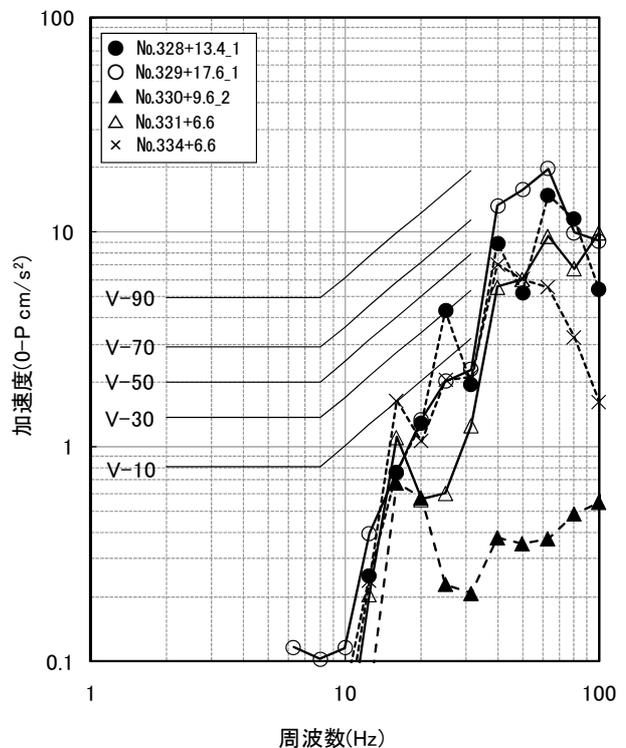


図3 居住性能評価指針による評価

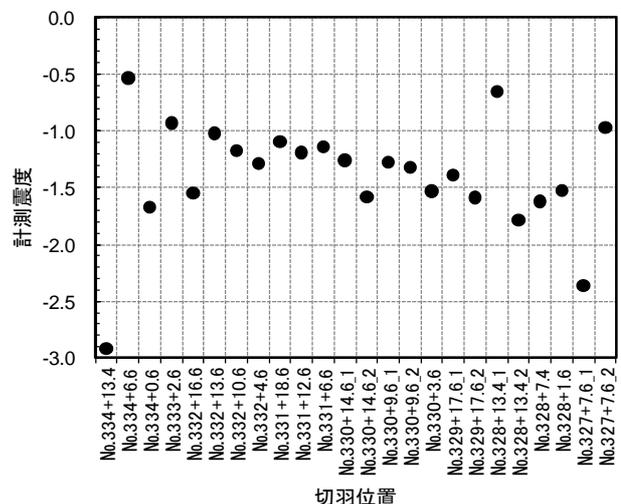


図4 計測震度の計算結果