

IV-207 鉄道振動の環境影響評価に関する二・三の問題

(株) トーニチコンサルタント 正員 柳 沢 満 夫

1. はじめに

主として通勤輸送を行う大都市及び、その周辺における普通鉄道の建設又は、改良に関して、環境影響評価を実施する場合の施設供用時の環境要素のうち、振動について問題となりやすい技術的な事項について考察を加え報告する。対象とする鉄道事業は、連続立体交差化事業又はその他の高架化事業に限定し、構造としては、鉄筋コンクリート・ラーメン高架橋を対象とする。

2. 問題点の内容

事業者が環境影響評価書又は評価書案を作成・提出・公開する過程において、計画・手続き・技術的な事項について各種の問題が生ずる。このうち、対象事業の必要性の有無、あるいは環境影響評価の手続きに関して地域住民から多くの意見が提出される場合があるが、この点については他の機会に譲る。ここでは事業者・地域住民・行政の三者から提案・意見・指導又は審査意見として出される技術的問題点に限定して扱うものとする。その内容としては、定量的な予測・評価が困難な事項に係わるものが多い。環境影響評価を実施する場合の困難な問題点、又は特に留意すべき事項について整理すると、①現況調査、②予測方法、③評価、④環境保全対策、に関する問題の4項目となる。以下、各項目毎に考察する。

3. 現況調査 —— 類似地点の測定を含む

予測及び評価との対応の観点から考察する。予測資料として用いる為の測定については、類似性に重点を置いて測定地点を選定する。また、予測地点との距離の対応を考慮して測定すると、後で予測計算が容易になる。高架橋及び軌道の構造、地質についても十分に調査しておくことが必要である。

評価と関連して重要な問題は、列車速度・本数の測定、列車種別の分類、測定値の評価方法である。この点を十分に吟味せずに現況調査を行うと、評価書をまとめる段階で、データの比較上、困る事が多い。

4. 予測方法

4. 1 予測モデル —— 高架鉄道の環境影響評価書等において、現在、最も多く用いられている方法は経験的回帰式であり、伝搬理論計算式の使用例は少ない。以下、各々の方法について述べる。

(1) 類似事例の参照：高架橋及び軌道の構造・軌道の状況・地質・列車速度・列車種別・列車の運行状況等、振動の予測結果に影響を及ぼすと考えられる条件が、予測する高架鉄道に類似した地点を見出だして実測を行い、その値をもって予測値とする。「類似」の程度が問題であり、適切な類似地点を見つける事が困難な場合が多い。実際的には、同一線区又は同一地方において類似の高架橋及び軌道の構造形式を目標に選定する程度となる。予測精度を向上するには、目的とする予測の為に測定した類似地点のデータの参照が望ましい。しかし、広い範囲にわたる既存のデータを参照する場合もある。使用例は多い。

(2) 経験的回帰式：既存の類似資料を多量に収集して、経験的に分っている諸要因間の関係を統計的手法で決定する。回帰式のタイプとしては、次の三種類が用いられている。

$$VL = a + b \log R \quad \text{式①} \quad \text{ここに、} VL \cdots \text{振動レベル(dB)} \quad R \cdots \text{予測地点までの距離(m)}$$

$$VL = a + b \log R + c \log V \quad \text{式②} \quad V \cdots \text{列車速度(Km/h)} \quad a、b、c、d \cdots \text{係数}$$

$$VL = a + b \log R + dV \quad \text{式③}$$

類似資料の内容を吟味せずに、無意識に利用する事はさける必要がある。その点に注意すれば、現段階では実地的であり良く用いられる方法である。予測精度を向上するには、目的とする予測の為に測定した類似地点のデータを用いる事が望ましい。しかし、広い範囲の既存資料を用いる場合が多い。

(3) 伝搬理論計算式：実際の地盤を伝搬する振動波は、土質・地下水位・周波数等により大きな影響を受ける。現在、高架鉄道についての汎用性のある伝搬理論式が解明されているとはいいがたいが、地表付近に

点振動源があると仮定し、表面波を考慮した④式を予測式として用いる事がある。使用例はすくない。

$$VL = VL_0 - 10 \log(R/R_0) - 8.68\alpha(R - R_0) \quad \text{式④}$$

ここに、 $VL_0 = a + c \log V$ R_0 …基準点までの距離(m)

α …地盤の減衰定数

式④では、①振動源を地表付近に仮定しているため、深い杭基礎に対する適応性及び、②高架橋の基礎を振動源とすれば、点振動の集合である事を無視している点に、問題が残っている。これらの点については、更に今後の研究が必要と思われる。

(4) 実験的方法：前述した方法の他に、現地で振動実験を行い、距離減衰の実験式等を作成する方法も考えられる。この方法を用いて高架鉄道の振動を予測した評価書は、今回の調査では見当たらなかった。

4. 2 予測条件 —— 振動レベルの予測結果に影響を及ぼす要因としては、高架橋の構造(型式・スパン)、軌道構造(バラスト・スラブ・レール継目・防振マット)、地質、列車速度、列車種別、列車の運行状況、軌道の状況(波状摩耗他)、車両の状況(タイヤフラット他)が考えられる。これらの諸要因を考慮して、前項4-1の方法で予測を行う事になるが、全ての要因を予測式に条件としてインプットする事は現在では困難である。実務的には、「類似データ」により考慮する程度となる。次に、重要事項を示す。

(1) 地質：類似地点又は既存の資料としては、予測する高架鉄道と類似した地質の場所を選定しなければならない。また、地上線での測定経験によれば、測定時期によって振動レベルに大きな差異が生ずる場合がある。測定時期によって、振動レベルの伝搬状況に差異が有るとすれば、類似事例の参照及び、既存資料を用いて予測する場合のデータとして問題となる。この問題を、地下水位又は表層地盤の含水比の変化によるものと仮定すれば、それらを地質条件として予測モデルに組込む必要がある。しかし、実務的にはかなり困難な問題と思われる。

(2) 列車の運行状況：列車速度及び列車本数については、新設の場合は運行計画を提示する。また改良に当たっては曲線改良、輸送力増強等により速度向上、列車本数の増加が発生する場合があるので、その根拠を明確にする必要がある。

5. 評価

振動レベルの評価方法については各種考えられるが、現況測定値の整理方法と予測値の対応の観点から考察する。現況調査では、列車交差等の異常値は除いて、20列車のピーク値の上位半数の平均値を取る場合が多い。この方法に対しては、次の様な問題がある。①等価振動レベル、②列車交差、③列車種別。多くの振動予測では、標準列車を対象として平均列車速度を用いて、ピーク値を算出しているので①～③は考慮されていない。その理由は過去のデータとの整合性、技術的問題、慣例等によっているが、現在かなり研究が進んでおり、近い将来、①の採用が考えられる。②の予測については確率論的方法を加味した方向で研究する事になろう。③については、現在でも列車種別毎にデータを整理して影響を考慮出来るので、現況及び予測共に列車種別毎に、詳細に評価する方向に進むものと考えられる。その他には、基準値の問題がある。

6. 環境保全対策

環境影響評価では、環境保全対策として、次のような振動低減対策を考慮して予測・評価を行う。①ロングレール、②防振マット、③レールの重量化、④レール継目の改良、⑤車両整備、⑥軌道整備。これらの対策による効果は、「定量的」に予測する事を求められるが、データ不足から、「定性的」な記述に止どまり問題となる場合がある。対策のうち、②～④については、データの蓄積も少なく、効果を示すデータに差異が大きいので問題が残っている。⑤・⑥については定量的に示すことは困難な場合が多い。

7. まとめ

環境影響評価を実施する場合の問題点及び留意事項について、現時点における、評価書作成時の対応を含めて報告した。このうち、現在最も急いで解明すべき事項は、予測精度が良く、汎用性のある予測モデルの開発であり、このモデルのなかに、「地質」及び「環境保全対策」の①～⑥の条件を変数として組込む必要がある。予測モデルとしては、伝搬理論計算式の改良の方向に進むことが望ましい。次に、等価振動レベル方式によって評価する方法の確立及び、評価基準の設定と考える。