

東日本旅客鉄道(株) 正会員 ○米 倉 頼 夫
 (株) 福山コンサルタント 正会員 中 野 聡

1. はじめに

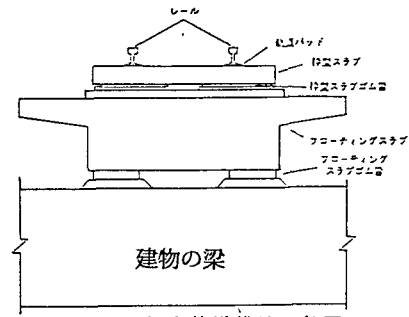
線路上空に建物を建設することによる問題点は、建物内に軌道を通すことで列車による動的な影響が発生する可能性があることである。

そこで今回、建物の梁の上に軌道構造として枠型スラブとフローティングスラブ桁（以下F S桁と言う）を組み合わせた軌道構造を採用した場合を想定し、建物に対する列車振動の低減効果を数値モデルを用いた動的解析により検討したので報告する。

2. 軌道構造について

今回検討建物の軌道構造として想定したのは、建物の床部に直接軌道を敷設するのではなく、建物の梁を支承位置とするF S桁を設置し、そのF S桁上に枠型スラブを敷設する構造である。その軌道構造を図－1に示す。

F S桁の構造は、建物の梁の位置に合わせた全長90m、9径間連続のP C桁である。



図－1 F S 桁と軌道構造一般図

3. 解析方法について

解析手法は、建物と軌道の振動モデルを用いて、列車荷重を軌道上を移動させる動的解析（列車走行シュミレーション）で行なった。この手法を用いて建物の振動値を算出し、効果的な振動低減工法方法を検討した。

本解析では列車荷重は、周期特性を有する軸荷重が連行して作用するものと仮定し、その荷重の作用により生じる軌道構造系～構造物（建物）の振動を解析した。すなわち列車走行時の構造物応答は

$$R(\omega) = \overline{S}(\omega) * T(\omega) * P(\omega) \quad \text{..... (1)}$$

ここに $R(\omega)$ ：構造物（着目点）の応答関数、 $\overline{S}(\omega)$ ：周波数特性を持たない単位の1軸が移動した時の構造物（着目点）の周波数応答関数、 $T(\omega)$ ：インパルス列の周波数特性（荷重関数）、 $P(\omega)$ ：1軸が有する周波数特性（荷重関数）として表されると考えた。

4. 解析モデルについて

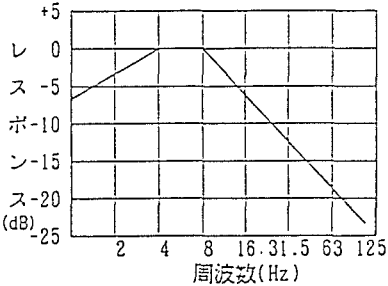
解析は建物に敷設される軌道を対象とするが、軌道構造部分のモデルが非常に多自由度になることと、主として鉛直振動を取り扱うことから、解析モデルは軌道階の梁と軌道を取り出した部分系モデルと建物の全体系モデルの2通りを考えた。具体的には、部分系モデルを用いて詳細な列車走行シュミレーションによって軌道階の梁の振動値を算出し、さらに全体系モデルを用いて上層階への増幅を検討することとした。

5. 解析で用いた諸定数について

枠型スラブおよびF S桁のゴム沓のバネ定数と減衰係数を表－1に示す。それぞれのゴム沓の変動範囲は枠型スラブのゴム沓で4 t f/cm～60 t f/cmの4段階、F S桁のゴム沓で30 t f/cm～60 t f/cmの2段階変化させ（これらの値は走行安定性を考慮した桁端部の目違い量から定めた）、それぞれの組み合わせにおける振動の低減効果について検討をおこなった。表中の減衰係数はゴム沓に対して繰返し載荷試験を行った結果を用いている。なお荷重はE F 65、速度は70 km/hとした。

表－１ 枠型スラブ及びフローティングスラブ桁のゴム沓

	ゴム沓の 呼 び 名 (tf/cm)	ゴム沓の バネ定数 (tf/cm)	ゴム沓の 減衰係数 (tf・sec/cm)	備 考
枠型スラブ のゴム沓	4	400.0	7.0	ゴム沓 1個当たり
	10	1000.0	10.0	
	30	3000.0	15.0	
	60	6000.0	35.0	
フローティング スラブのゴム沓	30	3000.0	15.0	ゴム沓左右 2個当たり
	60	6000.0	35.0	



図－２ 人体感覚補正

軌道の振動低減効果は、部分系モデルにおいては軌道階の梁における振動レベルと振動の振動数帯域の２つに着目した。

これは振動レベルは、人間の振動感覚の補正を加えており、この人体感覚補正は図－２に示すように高周波数帯域の影響が少ないのに対して、建物に対しては高周波は付属物のガタツキ等に影響が生ずるため、高周波領域（３０Hz以上）を低減し得るかも重要な評価の指標となるからである。

6. 解析結果について

解析結果として、列車通過時の枠型スラブのゴム沓のバネ定数の変化と枠型スラブの鉛直方向変位および軌道階の梁の振動レベル値を図－３に示す。

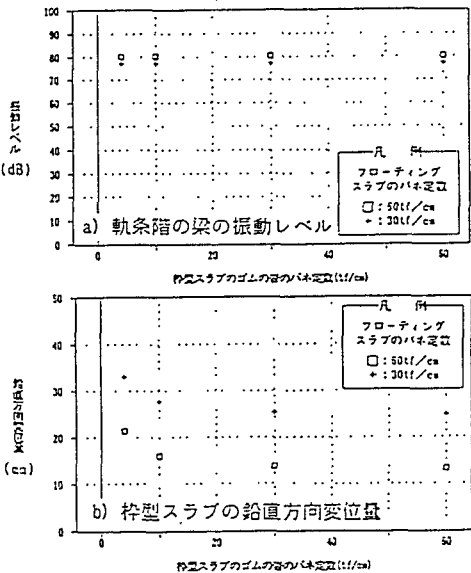
これによると軌道階の梁の振動レベルは枠型スラブのゴム沓のバネ定数が変化してもほとんど変化はなくほぼ８０～８２dBであることがわかる。また、別途計算した結果によると枠型スラブおよびＦＳ桁等の対策を用いない時の軌道階の梁の振動レベルの予測値は約９５dBであることがわかっている。

よって枠型スラブとＦＳ桁を用いた振動低減対策工によって約１３～１５dB低減できることがわかった。

これ以上の対策工法として、軌道階の梁の中央に間柱を設け剛性を高める方法と、梁と１階の基礎を壁でつなぐ方法の２通りについて検討を行った。その結果間柱を設けた場合の軌道階の梁の振動レベルは６８dB、軌道階の梁と１階の基礎を壁構造でつないだ場合が５９dBとなり計算上効果のあることが明らかになった

6. あとがき

最後に本解析にあたり一貫して御指導をいただいた東京工事事務所次長石橋忠良氏に謝意を表します。



図－３ 枠型スラブのバネ定数と枠型スラブの鉛直変位
および軌道階梁の振動レベル値