

Ⅶ-201

市街地の泥水シールド工事における振動フルイの防振対策の検討

鹿島 土木設計本部 正会員○川中 徹人

同上 正会員 砂坂 善雄

同上 正会員 須田 晃夫

1. はじめに

最近、都市部において泥水シールドトンネル工事が数多く行われており、トンネル掘削断面の大型化にともない、泥水処理設備も大型化している。泥水処理設備が民家に隣接している場合、泥水分離機(振動フルイ)で発生する振動を周辺地域の障害にならないレベルまで抑制する防振対策が必要である。

市街地における泥水シールドトンネル工事を対象として、振動フルイ・地盤の振動解析を実施し、振動レベルの最大値が当該市街地の夜間の最大計測値以下となるような振動防止対策を選定した。

また、振動フルイ稼働時に現地で振動計測を行い、解析結果の妥当性について確認した。

2. 検討条件

振動フルイ本体は、振動源となる加振体及び滞留土砂からなる振動体とユニット(サイクロン等の重量を含む)からなり、振動体はコイルスプリングを介してユニットにより支持されている。ユニットは、エアダンパを介して基礎の上に設置された架台に支持されている。基礎上には、架台とともに泥水槽及びポンプユニットが設置されており、以下これらを総称して支持部と呼ぶ(図-1参照)。

支持部はN値=5相当の地盤により直接支持されている。

加振力は、2.77kN、振動数は950rpm(15.8Hz)である。

スラブ厚は当初計画は65cmであったが、振動防止対策としてスラブ厚を変えた場合を検討する。また、泥水量は常時5m³、異常時最大15m³とする。基礎中心から振動が問題となる地点までの距離減衰を考慮し、許容値を当該市街地の夜間の最大計測値55dBとする。

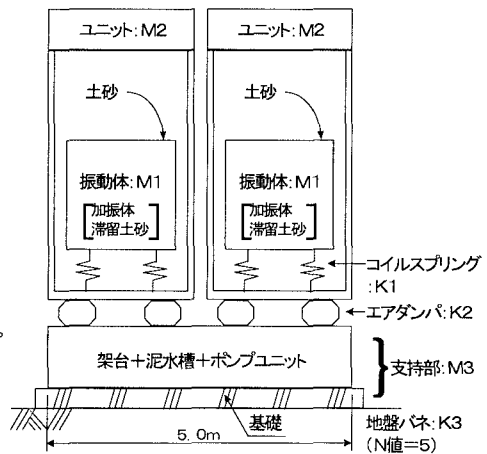


図-1 振動フルイ構成図

3. 解析方法

通常、振動フルイによる基礎の水平方向の振動は小さく問題とはならないので、ここでは鉛直方向振動を対象とする。解析モデルを図-2に示す。振動フルイは、構成する各要素を剛体運動する質点MとバネKに置き換えた質点-バネにモデル化する。地盤は半無限弾性体とみなした地盤バネとして評価している。各質点、バネの値を表-1に示す。なお、減衰定数は $h=5\%$ とする。

質点に加振力Fが作用する場合の運動方程式は、次式で表される。

$$[M]\{\ddot{x}\} + [C]\{\dot{x}\} + [K]\{x\} = \{F\}$$

ここに、[M]: 質量マトリックス、[C]: 減衰マトリックス、[K]: 剛性マトリックス、xは各質点の変位振幅である。

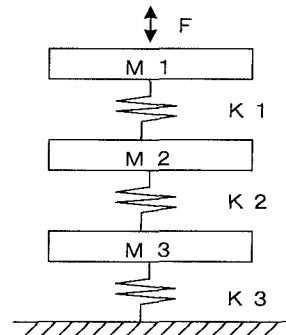


図-2 解析モデル図

上式より加振力が振動体に作用するときの定常振動解析を行い、基礎の

キーワード: 振動防止対策, 振動フルイ, 振動感覚補正, 距離減衰

連絡 先: 〒107-8502 東京都港区赤坂 6-5-30 TEL03-5561-2111 FAX03-5561-2152

変位振幅を求める。

振動源からの距離 r_0 における変位振幅を X_0 （＝解析値）とし、距離減衰を考慮すると、振動源からの距離 r における変位振幅 X は、次式で与えられる。

$$X = X_0 \sqrt{r_0/r}$$

ここで、 r_0 は基礎中心から基礎端部までの距離（＝2.5m）とし、 r は振動が問題となる市街地の検討地点までの距離（＝15.0m）とする。

4. 振動レベルの算定方法

解析より求められた変位振幅 X を加速度 a に換算する。

$$a = X \omega^2 \text{ (cm/s}^2\text{)}$$

ここに、 ω ：円振動数＝ $2\pi f$ （rad/s）， f ：振動数（＝15.8Hz）である。

加速度は調和振動を考えているので、加速度実効値 a' は、次式で与えられる。

$$a' = a/\sqrt{2} \text{ (cm/s}^2\text{)}$$

振動加速度レベル A_L は、次式で与えられる。

$$A_L = 20 \log (a'/10^{-3}) \text{ (dB)}$$

一般に、人体が振動を感じるレベルは、振動数によって異なる。振動レベル V_L は、振動加速度レベルを振動感覚補正したものであり、図－3 に基づき次式によって求めることができる。

$$V_L = A_L + d$$

ここに、 d ：振動数による補正值（dB）（振動フルイの振動数は 15.8Hz であるから、およそ 6dB 下げることができる。）

5. 解析結果

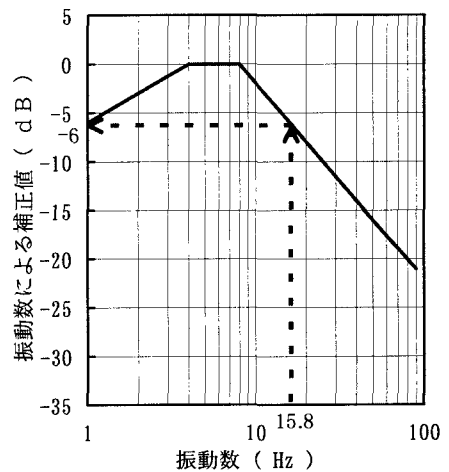
解析結果と計測結果を表－2 に示す。解析結果より、振動が問題となる検討地点においてはスラブ厚 30cm で許容振動レベルを満足する結果となった。これより、当初計画のスラブ厚 65cm から 30cm に変更することとなった。常時泥水量は 5m^3 であるが、異常時最大泥水量 15m^3 においても許容振動レベルを満足することを確認した。

また、振動フルイ稼働時の振動レベルを計測した結果、計測値は、計測時の条件に相当

する CASE2 の解析値と同程度の値となっており、簡略な質点－バネモデルによる解析の妥当性を確認することが出来た。

表－1 構造条件

要素	質量 ($\times 10^{-2} \text{N} \cdot \text{s}^2/\text{m}$)	要素	バネ値 (N/m)
M 1	1.24	K 1	4.89
M 2	0.94	K 2	6.35
M 3	4.09～6.66	K 3	804.56



図－3 鉛直方向の振動感覚補正特性¹⁾

表－2 解析値と計測値の比較

		泥水量 (m^3)	スラブ厚 (cm)	振動レベル dB（許容値 55dB）		
				検討地点 ($r=15.0\text{m}$)	照査	基礎上
解析値	CASE 1	5	65	57.6	×	65.4
	CASE 2		30	50.0	○	57.8
	CASE 3	15	30	52.9	○	60.7
計測値		≒5	30	47～48	○	57