

東大生研 正員 田村 重四郎
 東京理大 正員 森地 重暉
 東大大学院 学生員 中村 豊

1. はしがき 坑道内における地下鉄道車輛の走行に伴って発生する構築並びに地盤の振動について著者等は実測、実験及び数値解析によって現象の解明に努めている。この種の問題では振動源の動的特性、地盤・構築の力学的性質、幾何学的形状並びにその環境条件等の諸要素が重なり合うためその解析は容易ではない。

本文では構築を含めた地盤の二次元的模型を製作し、加振実験を行い、地盤・構築の挙動及びその相互作用を全体的かつ定性的に調査すると共に実測との対応を試みた結果を報告する。

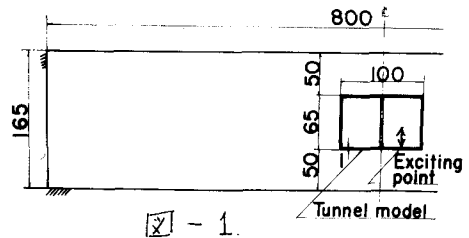
2. 実験計画 及び 実験方法 調査対象としたのは厚さ16.5mの表層地盤内の5mの深さに建設された高さ6.5m、巾10mの鉄筋コンクリート製の箱型二線式の構築で(構築厚90cm)、基盤は表層地盤に比べて十分硬いものとした。実験の前提条件は次のようである。

- ① 弾性領域での振動実験である。
- ② 模型での構築と地盤との各々の剛性の比は原型のそれに対応させる。
- ③ 模型における構築の力学的性質は曲げ剛性のみを原型のそれに合わせる。

構築の密度が地盤のそれと大差なく、又、構築は周辺の地盤と独立な振動をしないものと見られるので、③の条件を設定した。

地盤模型材料としてゼラチンゲルを用いた。この材料を用いるとその極めて低い横波伝播速度のために模型の固有振動数を著しく低減することができる。このように地盤材料を定めると、それに対応した構築材料を相似則を基にして決定する必要がある。ここでは③より構築の力学的性質は主として構築部材の模型横断面方向の曲げ剛性により代表されると仮定し、相似則を基に構築材料と部材厚さを定めた。

以上の考え方を基にして図-1に示す実験模型を用いた。模型は原型を $1/100$ に縮尺したもので、構築模型材料としてはアクリル樹脂(厚さ1mm)を用いている。この種の高い弾性率をもつ模型材料を用いれば抵抗線ひずみ計の貼布が可能であり、それにより振動時の構築の動ひずみを詳細に把握することができる。図-1に示した構築模型の矢印(↓)位置で電磁式加振器により模型を加振し模型が顕著な動きを示す振動数での振動状況を調べた。本実験模型と原型との物理的性質は表-1に示す通りである。地盤の横波伝播速度 151m/sec の場合には、構築厚さが70cmの場合に相当し、固有振動数の換算率は模型の1に対して原型では0.46となる。



	原型	模型
地盤の横波伝播速度	220 m/sec	2.24 m/sec
構築の縦弾性率	300,000 kg/cm ²	27,000 kg/cm ²
固有振動数	0.67	1.

表-1.

3. 実験結果 及び その検討 この実験で用いた模型は有限の広がりをもっているため、端部の境界条件が模型の振動状態に及ぼす影響を視認しつつ実験を行った。実験結果を要約すると次のようになる。

① 加振振動数が低い帯域(10~21.5 Hz)では地盤には上下動を主とする振動が現われ、構築は地盤の動きに追いついて振動する。卓越振動数は14.8, 18, 21.5 Hzとほぼ等間隔で発生し、構築と端部境界の間ではかなり整った形の定常波が発生している。これは境界条件の影響と考えられる。写真-1.には14.8 Hzでの模型の振動状況が、又、図-2.には構築の歪分布が示されている。

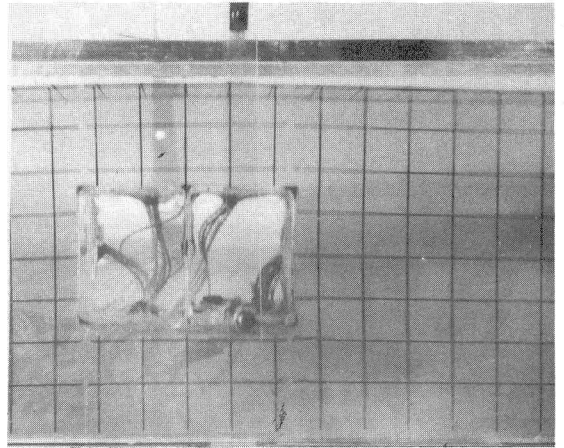


写真-1.

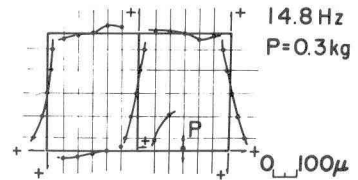


図-2.

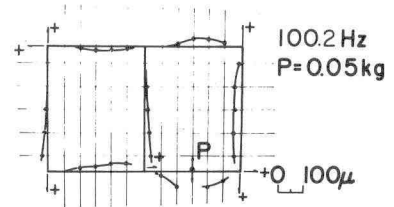


図-3

	原型	模型
①	9.7 Hz	14.8 Hz
③	65	100.2

表-2

② 加振振動数が21.5~66.2の帯域では模型厚さ方向の振動が発生し、二次元模型としての振動をとらえることが困難であった。

③ 100.2 Hzでは構築近傍のみが振動するモードが卓越する。このモードは66.5~120 Hzの間で常に発生しており、①, ②におけるものと全く異っている。このモードでは、隔壁が右方向へ変形するとき右側の上床及び下床は互に離れるように、又、左側のもは互に近づくように変形し、左右の側壁は隔壁とは逆方向に変形している。図-3.には100.2 Hzの下での構築歪分布を示しており、この歪分布は振動モードを裏付けていると考えられる。

上述の①, ③に示した各振動状況の代表例での振動数は原型でどの程度であるかは表-2.に示す通りである。車輛走行に伴い生ずる実際の構築ならびに地盤での振動状況を測定した結果、殆どの現場において60~80 Hzの振動数が卓越している。そのように考えると③に述べた振動が発生しているものと推測される。図-4.は千代田線根津駅-湯島駅間の構築の振動状況を示すもので本実験結果のうち100.2 Hzでの変位状況に類似している。

4.むすび 坑道内での車輛走行により地下鉄道構築並びに地盤に発生する振動状況を動力学的に検討するために模型振動実験を行った。その結果、なお詳細な検討を要するにしても、部分的には実測記録を説明しうるような実験結果をうる事ができた。終りに、本研究を実施するに当たって与えられた帝都高速度交通営団の御協力に謝意を表す。

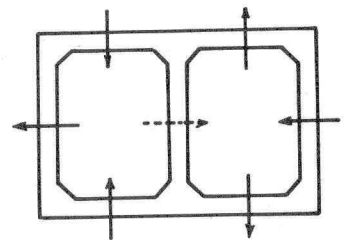


図-4