

Ⅲ-557

テクスパン工法を用いたトンネルの模型振動実験について（その2）

ー実験模型の加速度と変位についてー

早稲田大学 高橋裕輔・川崎重工業 北林孝顕

ヒロセ(株) 熊田哲規・川鉄商事(株) 堀田三成

大成建設 大井 純・早稲田大学 小泉 淳

1. はじめに

テクスパン工法により構築されるトンネル構造物は、そのままでは縦断方向の一体化が十分に図られていないため、日本のような地震国ではその耐震性を十分に検討した上で導入することが必要となる。本報告は、テクスパン工法を日本に導入するにあたり、その耐震性を検討するために行った実験の結果を述べたものである。

2. 実験概要

実験方法は別報¹⁾で述べたとおりで、それぞれの実験ケースについて加速度共振曲線を描き、各模型の一次共振振動数を決定し、その振動数で模型を振動させて本実験を行う、というものである。

3. 実験結果

3-1 共振曲線

図1は地盤のみの場合の加速度共振曲線で、図2はトンネルを埋設した場合の加速度共振曲線である。図中、黒印は基盤加速度に対する地表面の加速度応答倍率を示す。地盤端部のデータは自由端の影響が大きいため、長い模型の加速度共振曲線は、加速度が比較的安定している地盤中央部のデータ（断面2）¹⁾を用いている。以下の図表中のSは短い模型、Lは長い模型、Nは軸方向加振、Mは軸直角方向加振、Gは地盤のみ、Tはトンネル埋設をそれぞれ意味している。

図1のa)に実験SNG、b)に実験SMGの加速度共振曲線を示す。長い模型についても同様な傾向を示す加速度共振曲線を得た。

図2のa)に実験SNT、b)に実験SMTの加速度共振曲線を示す。実験SNTではトンネル上部の共振振動数が、盛土側の共振振動数より高くなっている一方、実験SMTではトンネル上部の地盤はトンネル周辺の地盤につられて挙動していることがわかる。長い模型の実験も実験SMTと同様の傾向を示していた。実験SNTでは、加速度と変位の大きさから地盤端部が共振している時を模型の共振振動数として扱うこととした。表1は、図1と図2から求めた共振振動数をまとめた表である。本実験は、これらの振動数で行った。

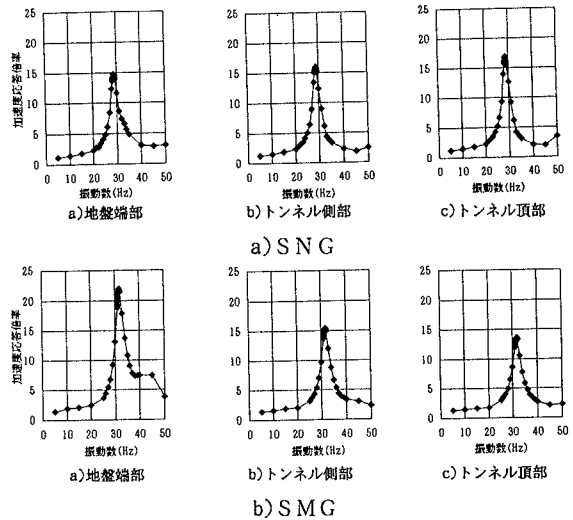


図1. 加速度共振曲線（地盤のみ）

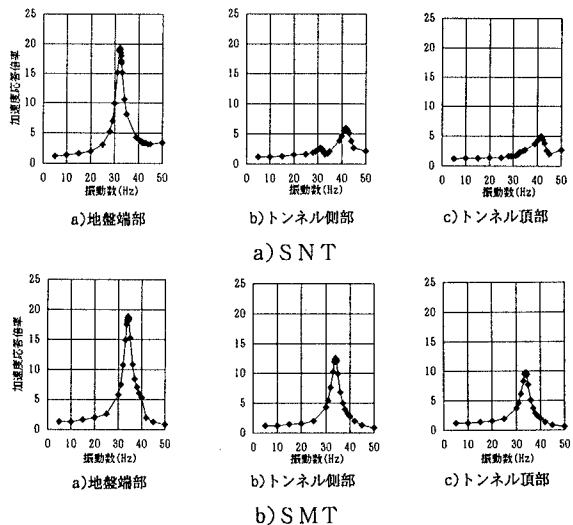


図2. 加速度共振曲線（トンネル埋設）

3-2 本実験

図3～図6に本実験における加速度と変位の分布を示す。上の図が加速度分布で、下の図が変位分布である。

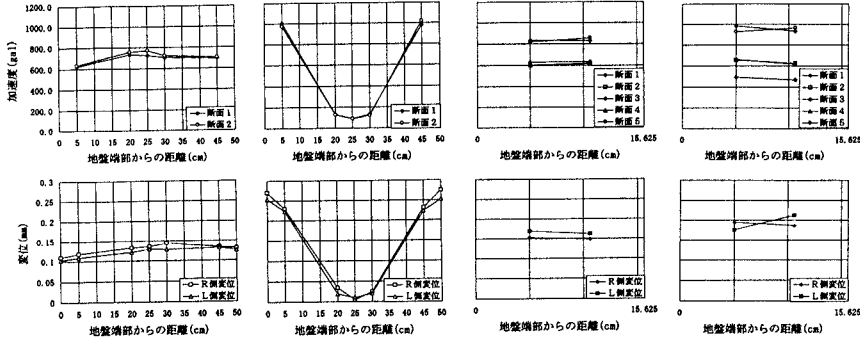


図3. SNG

図4. SNT

図5. SMG

図6. SMT

加速度と変位の計測位置については、別報1)で述べた。長い模型の実験でも加速度と変位の分布は加振方向ごとに同様の傾向を示した。

表1. 模型の共振振動数

	共振振動数 (Hz)
SNG	28.9
SNT	32.2
SMG	31.8
SMT	34.1
LNG	33.2
LNT	37.8
LMG	32.7
LMT	34.7

4. まとめと考察

表2は、共振時の加速度応答倍率をまとめたものである。表3および表4は共振時の変位の応答倍率を示したものである。変位の応答倍率は、計測位置の変位を振動台の変位で除して求めた。表2、表3の数値に、短い模型では断面1)の値を用い、長い模型では断面2)の値を用いた。

表1から、地盤のみの模型の固有振動数はどの場合も30Hz前後であり、トンネルを埋設した模型の固有振動数は34Hz前後であることがわかる。すべての場合に、トンネルを埋設するとトンネルの剛性の影響によって共振振動数が若干高くなっている。また、共振振動数は地盤模型が振動方向に対して長いほどかつ幅が広いほど高くなる傾向がある。

表2から、加速度応答倍率はおおむね10～20倍の範囲に入っていることがわかる。トンネルを埋設した模型ではトンネル上部の地盤の応答倍率が大きく低下している一方で、地盤端部のそれはあまり変わらないか増加している。この傾向は特に軸方向加振時に現れている。その原因として、軸直角方向加振時のほうがトンネル上部が周辺地盤につられて挙動しやすいこと、軸直角方向よりも軸方向に加振される時のほうがトンネルの剛性が高いこと、などが考えられる。表3と表4から変位の応答倍率についても同様に、トンネル上部の地盤の変位の応答倍率は軸直角方向加振時よりも軸方向加振時に大きく低下する一方で、それは地盤端部では増加していることがわかる。

5. おわりに

今回は取り急ぎ実験から得られた結果のみを報告した。今後、トンネルを縦断方向に連結した時にどのような挙動を示すかを検討するとともに、それらの現象を解析的に説明できる構造モデルについても考えてゆく予定である。なお、この研究は「テクスパン工法技術検討委員会」（京大 田村武委員長）が実施している研究の一部であることを付記する。

参考文献

- 1) 熊田・高橋ら：テクスパン工法を用いたトンネルの模型振動実験について（その1）、第50回年次学術講演会講演概要集、1995年9月。

表2. 加速度応答倍率

	地盤端部	トンネル側部	トンネル頂部
SNG	12.4	14.7	14.5
SNT	20.1	2.6	1.8
SMG	16.7	12.1	12.6
SMT	19.7	13.1	9.9
LNG	14.5	15.2	14.8
LNT	16.6	6.0	5.1
LMG	20.8	17.6	16.5
LMT	16.2	13.2	9.9

表3. 変位の応答倍率（軸方向）

	地盤端部	トンネル側部	トンネル頂部
SNG	3.1	3.4	3.5
SNT	9.1	2.0	1.3

表4. 変位の応答倍率（軸直角）

	断面1	断面2
SMG	6.2	6.0
SMT	6.6	7.0