

III-556 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）

-テクスパン工法および模型振動実験の概要について-

ヒロセ 高橋裕輔

川崎重工業 北林孝顕・川鉄商事 堀田三成

大成建設 大井 純・早稲田大学 小泉 淳

1.はじめに

テクスパン工法はフランスで開発された新しいトンネル工法である。この工法は、アーチ構造物を3ヒンジで構築するほかに類を見ない工法である。テクスパン工法により形成されるトンネルは土かぶりの大きな地下構造物というよりは開削あるいは盛土内のアーチカルバート的な要素が強い。また、トンネル構造物として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、テクスパン工法を新たに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模型振動実験の概要について述べたものである。

2.テクスパン工法の概要

テクスパン工法は、短スパン（通常20m以下）橋梁や現場打ちボックスカルバートに代るアーチ構造物を3ヒンジで構築する工法として開発されたものである。テクスパン工法はコンクリート二次製品であるアーチ部材を図1のように左右交互に千鳥に組むことによりアーチを形成する。トンネルクラウン部は図2のようにクラウンパイプを設置し、その中に鉄筋を挿入しグラウトを施し、ヒンジとして挙動するように形成する。そのため、工期は短く、低コストで安全に施工を行うことが可能である。テクスパン工法によるトンネルの全体図を図3に示す。

3.模型実験の相似則

本模型実験では弾性力と慣性力が支配的な物理則であると考え、実物トンネルと模型トンネルとの相似則を定めている。表1は、各物理量とその相似比をまとめたものである。基礎相似比には、密度、長さおよび弾性係数を用いた。

4.実験概要

表1の相似比により、それぞれの模型の物性値と寸法を決定した。表2はその結果である。表中、単位体積重量の単位は(g/cm³)、弾性係数の単位は(kg/cm²)である。これらの値を基に、模型材料を検討した結果、盛土地盤材料にシリコーンゴムを、トンネル材料にポリエチレンを用いることとした。実験に用いた模型の物性値は、あらかじめ予備実験を行い求めた。図4は振動実験に用いた模型の概要図である。盛土地盤模型は、幅50cm、高さ10cmで、長さが15.625

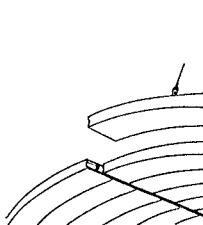


図1.トネル組立図

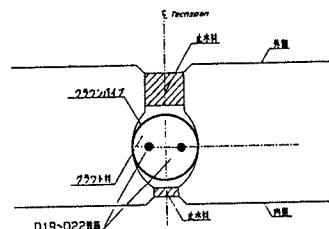


図2.トネルクラウン部の詳細図

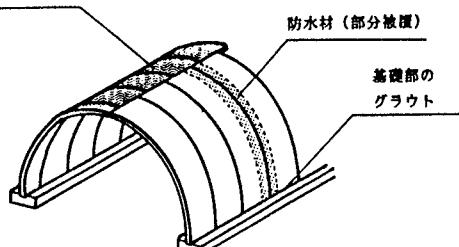


図3.トネル全体図

表1.相似比

物理量	密度	長さ	弾性係数	時間	加速度	ひずみ
相似比	0.50	0.01	0.01	0.0707	2.00	1.00

表2.実験模型の物性値および寸法

	想定した実物の値	相似比による値	実験に用いた材料の値
盛土長さ	15.6と100.6(m)	156と1006(mm)	156.25と1006.25(mm)
幅	50(m)	500(mm)	500(mm)
地盤高さ	10(m)	100(mm)	100(mm)
単位体積重量	2	1	0.97
弾性係数	550	5.5	5.5
トンネル幅	14.4(m)	144(mm)	144(mm)
アーチの厚さ	0.35(m)	3.5(mm)	3.54(mm)
アーチの幅	1.25(m)	12.5(mm)	12.45(mm)
単位体積重量	2.5	1.25	0.922
弾性係数	2.8×10^5	2800	1966

cmのものと100.625cmのものの二種類を製作した。便宜上、長さ15.625cmのものを短い模型、100.625cmのものを長い模型と呼ぶ。トンネル模型は1.25cm幅のポリエチレン製のアーチ部材を互違いに組立てて形成した。また、この構造物の特徴であるヒンジを評価するために、アーチ部材を突き合わせて作るトンネルクラウン部に、円柱形の細いプラスチック製の棒をはさんだ。計測項目は地盤表面における加速度と変位およびトンネルの変位とひずみである。図5は計測位置の概略を示したものである。図中、四角印は加速度の計測位置、丸印は変位の計測位置、矢印は変位を計測した方向、細かい点線と丸付きの数字はひずみの計測断面、その他の数字は計測点位置を示している。変位は加速度の計測位置では計測できなかったので、それを平行移動して、盛土地盤模型の側面でレーザー変位計を用いて計測した。

実験は盛土地盤のみの場合とトンネルを埋設した場合について、それぞれ軸方向加振と軸直角方向加振を行った。表3に実験ケースの略称を示す。

表3. 実験ケースと略称

	短い模型		長い模型	
	地盤のみ	トンネル埋設	地盤のみ	トンネル埋設
軸方向加振	SNG	SNT	LNG	LNT
軸直角方向加振	SMG	SMT	LMG	LMT

加振には、動電型の振動台（最大加速度3.3G、最大加振力3000kgf）を用いた。入力波は基盤とみなした振動台上で加速度振幅50galの正弦波を用いている。加速度共振曲線を求める実験は、加振振動数を、それぞれのケースの一次共振振動数付近では0.1Hzずつ、その他では適切な間隔で、5Hzから50Hzまで変化させて行うものである。また、地盤およびトンネルの耐震性を検討するための実験（本実験と呼ぶ）は、盛土地盤のみの場合、短い模型を埋設した場合および長い模型を埋設した場合のそれぞれに対して、軸方向および軸直角方向の共振時の加速度、変位、トンネルのひずみなどの応答を時刻歴で計測するものである。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) 深井・高松・栗山ら：シールドトンネルの模型振動実験に用いた地盤の挙動について、第47回年次学術講演会講演概要集、1992年9月。

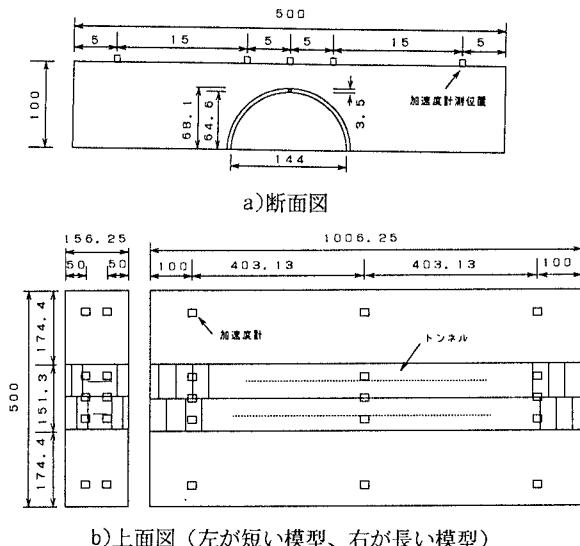
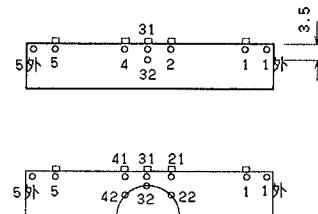
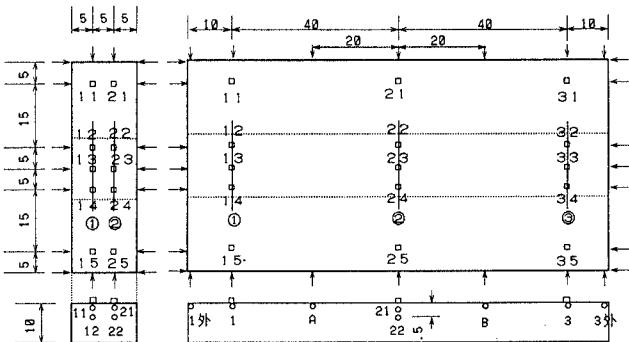


図4. 実験模型図



a)断面図（上が地盤のみ、下がトンネル埋設）



b)上面図（左が短い模型、右が長い模型）

図5. 計測位置図