

I-512

沈埋トンネル～地盤間バネ定数に関する実験

首都高速道路公団 正会員 高 津 和 義
首都高速道路公団 正会員 山 田 淳
大成建設株式会社 正会員 志 波 由紀夫

1. はじめに

沈埋トンネルの耐震設計では応答変位法及び動的応答解析が用いられるが、そのモデル化において沈埋面と周辺地盤の相互作用を表すバネ定数を設定する必要がある。このバネ定数が解析結果に及ぼす影響は大きく、重要なファクターであるが、その評価方法は各種規準間で統一されていないのが現状である。本文はこの沈埋トンネル～地盤間バネ定数の評価手法を確立するための資料とすべく実施したバネ定数の計測結果について報告するものである。ただしここでいうバネは沈埋トンネルの耐震設計上支配要因となるトンネル軸方向のバネ（せん断バネ）を指す。

2. 実験の概要

実験の概要図を図-1に示す。本実験では地中に埋設された試験体に直接水平荷重を加え、この時の載荷力と試験体の変位を計測することにより、試験体～地盤間のバネ定数を求めた。図-1に示すように沈埋面を模したRC製の試験体（タイプ1；1.035m×0.25m×3.2m、タイプ2；タイプ1の1/2の長さ）を均質な盛土中に埋設し、試験体に剛結した加振ロッドにより水平荷重を加えた。試験体の長さを2種類としたのは長さの影響を把握するためである。周辺地盤との摩擦をなくし加力装置からの荷重を直接試験体に伝えるため加振ロッドはシース内に配置した。また試験体～地盤間のバネが全てせん断バネとなるよう、試験体両端部では盛土とは接触しない構造とした。加力装置は大型起振機と油圧ジャッキであり、前者で動的載荷、後者で静的載荷を行い、それぞれ動的バネ定数、静的バネ定数を求めた。試験体の動的変位は試験体に埋込んだ小型加速度計による加速度記録を積分して求め、静的変位は試験体に取り付けたインバール線を盛土外へ引き出し、インバール線の移動量を高感度変位計により計測した。盛土材料は山砂を用い、2つの試験体で

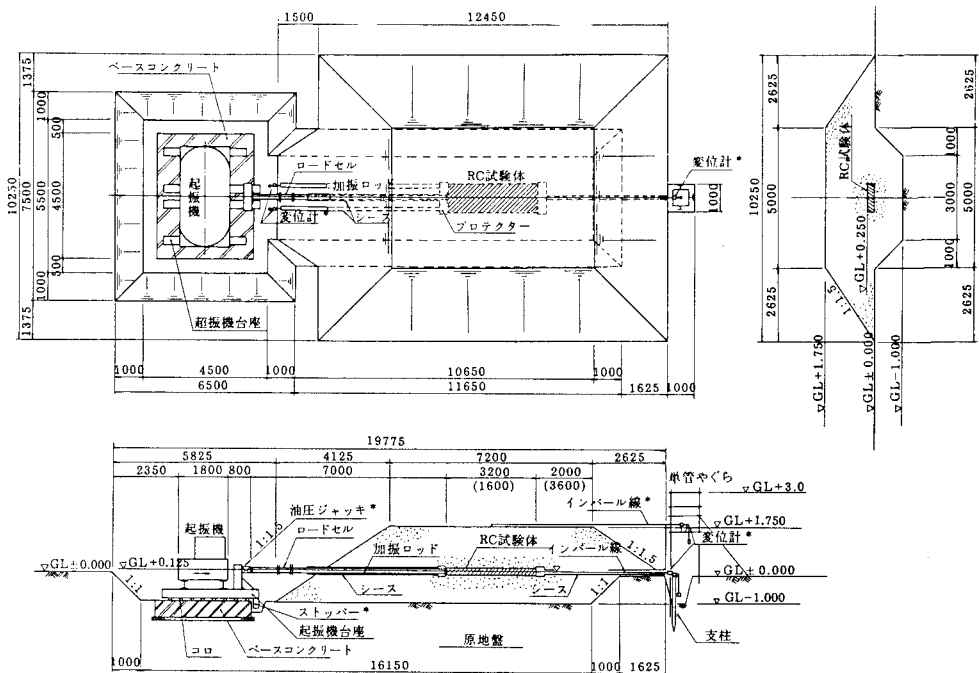


図-1 実験概要図

同一の条件となるよう盛土を施行した。また在来地盤の特性についても各種土質試験により把握した。表-1に盛土の土質定数を示す。動的試験は試験体、加振力、載荷速度を変化させ27ケース、静的試験は両試験体とも最大荷重2t、4t、滑動までと3サイクルを行っている。

3. 実験結果

代表的な実測加速度波形と変位波形を図-2に示す。微小な変位にも拘らず変位波形は載荷力の正弦曲線とよく対応しており、計測がうまく行ったことを示している。図-3はタイプ1の静的試験の荷重と変位の関係、図-4は測定結果から算定した変位量とバネ定数の関係を示す。加振力又は載荷力の増加とともに試験体変位も増加し、変位が大きくなるとバネ定数が減少するという地盤バネの歪み依存性が現れている。また同一加振力のもとでは加振周波数が高い程地盤バネは小さく周波数依存性も認められる。

試験体タイプ1とタイプ2では加振力が小さくかつ加振周波数が低い場合を除いて地盤との接触面積が小さいタイプ2の方が動的バネ定数がやや大きい結果となった。

4. おわりに

実験で得られた成果はモデルと実構造物の荷重条件、境界条件の違い等について分析を進め、FEM解析等を行って実構造物の設計に活かす所存である。

本実験に際しては東海大学の浜田助教授、建設省土木研究所の川島耐震研究室長等に御指導をいただき、実施に当っては大成建設株式会社橋本氏等の協力を得た。ここに記して感謝の意を表します。

表-1 盛土の土質定数

土 質 定 数	タイプ1盛土	タイプ2盛土	
日本統一土質分類	S-M(シルト混じり砂)		
土粒子の比重 G_s	2.701		
均等係数 U_c	3.14		
粘 着 力 $C(tf/m^2)$	0.0		
内部摩擦角 ϕ (度)	34.6		
平均湿潤密度 $\rho_t(t/m^3)$	1.695	1.698	
平均乾燥密度 $\rho_d(t/m^3)$	1.485	1.510	
平均含水比 ω (%)	14.2	12.5	
せん断	GL+1.75m	1940	2210
弾性係数	GL+1.00m ~GL+0.00m	2700	2970
$G(tf/m^2)$	GL+0.00m ~GL-1.00m	4880	4160

※ S波検層による値

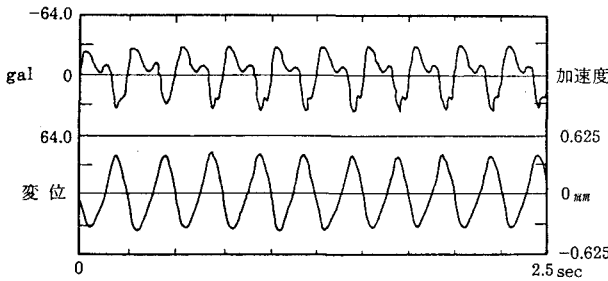


図-2 試験体の加速度波形及び積分結果
(タイプ1, 起振力3.8t, 4Hz)

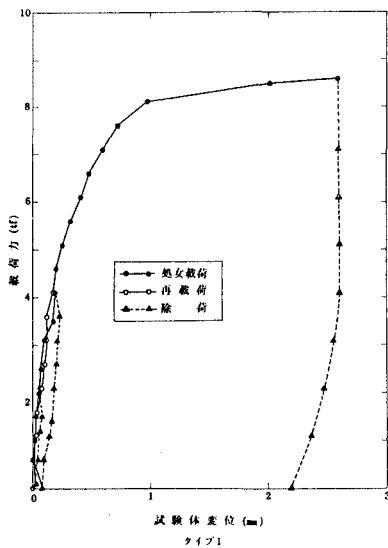


図-3 静的試験結果(タイプ1)

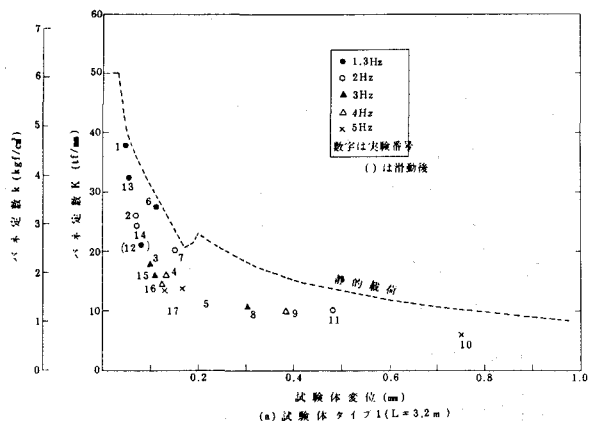


図-4 バネ定数と変位量の関係(タイプ1)

(バネ定数 $K = (\text{ロードセル}) / (\text{試験体変位})$)

(バネ定数 $k = K / (\text{地盤との接触面積} = 4.112\text{m}^2)$)