

I-533

トンネルを有する水中盛土の動的挙動

（その1） 模型振動実験結果

(株) 奥村組 正員○有本勝二

(株) 奥村組 正員 竹内幹雄

(株) 奥村組 正員 川口光雄

(株) 奥村組 正員 松田敦夫

1. はじめに

近年、埋立地盤・人工島等のアクセスとして大口径シールド工法によるトンネルの建設計画が考えられ、その先駆けとして、東京湾横断道路などでは人工島斜路部・一般部ともにシールド工法を採用し、より合理的・経済的に建設事業を進めようとしている。

ここでは、このような水中盛土内にトンネル空間が設置された場合の地震時挙動に関する研究のうち、模型振動実験の結果について報告する。

2. 実験方法

実験模型を図-1に示す。東京湾横断道路浮島取付部ジャケット式護岸に倣った1/50の模型である。

実験に使用した振動台は、平面寸法4.0m×4.0m、最大積載重量60tである。水槽は、接水構造物の地震時挙動を表現することが可能な図-2に示す3連水槽を使用した。模型地盤は、図-1で示したように6種の土質区分から構成されている。各々の使用材料を表-1に示す。

トンネル模型には硬質塩化ビニル管（厚さ16mm、外径317mm）を用い重量調整を行った。ジャケット模型はアルミ製の角パイプをボルト結合したものを用いた。

模型地盤の特性値を表-2に、加振ケースを表-3に示す。

3. 実験結果

模型の基本的な振動特性を把握するため、1Hz～50Hz（0.5Hzピッチ）の範囲で加速度振幅30galの正弦波加振実験を行った。図-3に供試体各部の加速度共振曲線を示す。ジャケットを含めた盛土部のピークは10Hz、20Hzに見られる。位相曲線を考慮することにより、1次の卓越振動数は20Hzであると考えられた。

盛土中央部上端（L1-1）、ジャケット内ロック材上端（L5-1）の共振曲線と位相曲線は35Hzまでの振動数領域で一致する（図-

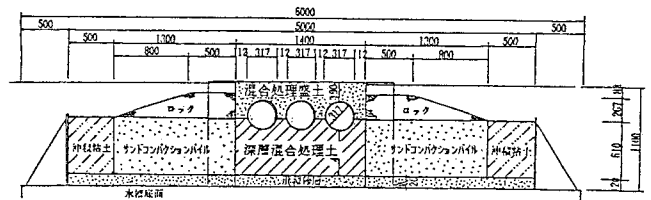


図-1 実験模型

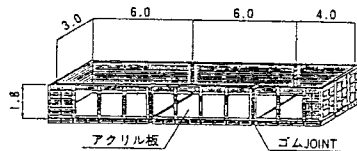


図-2 3連水槽

表-1 使用材料

土質区分	使用材料
沖積砂	山砂
沖積粘土	粘土
混合処理盛土	山砂を覆った硬質塩化ビニル盛土
深層混合処理土	粘土を覆った硬質塩化ビニル盛土
ロック材	砕石

表-2 模型地盤の特性値

	土質区分	実物	縮尺	原型値	実験値
ρ (t/m^3)	沖積粘土	1.4	1	1.4	1.70
	深層混合処理土	2.0		2.0	1.47
	混合処理盛土	2.0		2.0	2.10
	沖積砂	1.8		1.8	1.53
	ロック材	2.0		2.0	1.95
G ($\text{t/m}^2/\text{m}$)	沖積粘土	1000	$\frac{1}{50}$	140	8.5
	深層混合処理土	10000		1400	2000
	混合処理盛土	10000		1400	3000
	沖積砂	5000		700	709
	ロック材	5000～6000		700～800	1200

表-3 加振ケース

加振種類	加振周波数	目標最大加速度	備考
①正弦波加振	1.0～50.0Hz 0.5Hzピッチ	30gal	最大値・位相収差
②正弦波加振 低レベル 破壊レベル	5.0～40.0Hz 5.0Hzピッチ 20.0Hz	30gal 200, 400, 600, 800gal	時刻歴収差 30秒入力 約30秒間入力
③不規則波加振 L1 L2	時間縮尺 1/18 時間縮尺 1/18	50.273gal 50.125gal	時刻歴収差

3.(2)、(3))。ジャケットを含めた盛土は一体として挙動しておりジャケット独自の動きはあらわれないと考えられた。

ジャケットの盛土側に作用する動土圧は、地盤の共振点を含む14Hz～20Hzの領域では深層混合処理土と混合処理盛土の境界付近で最大となった。トンネルとジャケット面に作用する動土圧の深度方向分布の結果も同様であった（図-4）。このようにジャケットに作用する土圧は在来海底面と盛土境界付近で大きくなると推測された。

盛土中央部に発生する動水圧は地盤の挙動に励起されて発生しており、地盤の振動特性に依存していることが確認されたが、間隙水圧の上昇量は必ずしも動水圧の振動特性に依存する結果とはならなかった。トンネルに発生するひずみのピーク値は盛土部の地盤に励起されて発生しており、地盤の振動特性に依存していることが確認された。

図-5にジャケットを含む盛土地盤の共振振動数(20Hz)におけるトンネル模型の曲げ歪分布を示す。中央トンネルでは水平から約45°傾いた軸を対称として変形しているのに対し、外側トンネルでは水平及び鉛直を対称軸とする変形を示した。このようにトンネルの変形形状はトンネルの設置位置によって異なっており、剛性の大きなジャケットの影響があらわれているものと考えられた。

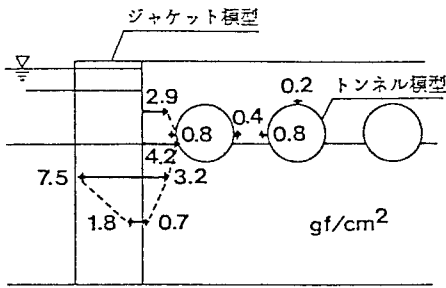
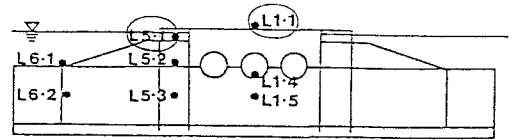


図-4 動土圧の深度方向分布
正弦波 30gal 20Hz

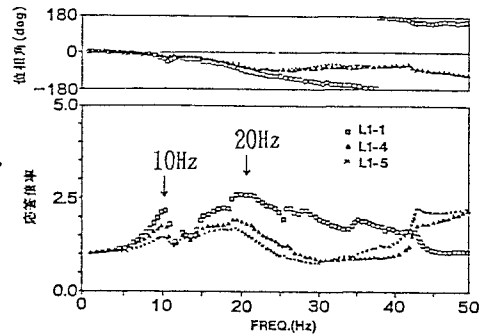
4. まとめ

今回の実験結果、人工島の盛土とジャケットはほぼ同位相で振動し、ジャケットは独自の振動をしにくいこと、その結果、ジャケットは盛土自体の振動を均一化する役割を果たしており耐震的な構造であること、鋼製ジャケットの影響を受けて中央トンネルと外側トンネルでは地震時挙動に違いが生じること等がわかった。実験に際しては、東海大学久保慶三郎教授をはじめ関係各位に多大な御協力を頂いた。厚く謝意を表したい。

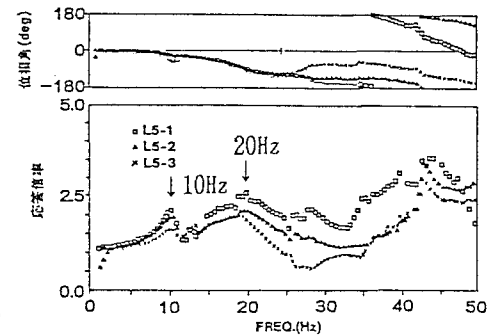
<参考文献> 田村・伯野他：1985年メキシコ地震の震害、土木学会誌、1986-5 Vol.71



(1) 加速度計配置



(2) 盛土中央部



(3) ジャケット内

図-3 供試体各部の共振曲線

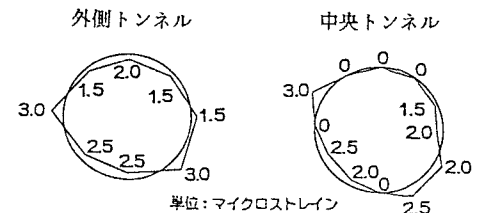


図-5 トンネルの曲げ歪分布
正弦波 30gal 20Hz