

I-403 斜杭を有する栈橋—地盤系の振動特性

九州大学 学生員 ○麻生 稔彦
九州大学 正 員 成富 勝
九州大学 正 員 鳥野 清
九州共立大学 正 員 小坪 清真

1. はじめに

地震、噴火などの災害が発生した場合、避難や後の復旧のための交通施設の確保は重要な問題である。特に離島を多く持つわが国においては海上輸送路の果たす役割が大きく、そのため港湾施設は大規模災害に耐えうるものであることが強く要求される。そこで本研究では現在多く用いられている直杭式横栈橋とこれより水平方向に対する剛性が大きな斜組杭式横栈橋のモデルを作成し地震時振動特性を比較・検討した。解析にはFEMを用いて栈橋—地盤系解析を行い、栈橋との動的相互作用による地盤の挙動も検討した。

2. 解析モデル

図-1に直杭式横栈橋(TYPE A)の解析モデルを示す。この栈橋は15000ton級貨物船を対象とし、設計水平震度は0.18を用いた。支持杭は4本とも外径800mm、肉厚16mmの鋼管杭である。また、地盤はいくつかの実際の栈橋設置地点の地盤を参考にしてそれらの平均的な地盤をモデル化したものである。この直杭式横栈橋の構造形式に斜杭を導入し解析の対象としたものが図-2に示す2つのタイプである。図-2において斜杭にはいずれも鉛直に対して 10° の傾きをつけており、また鋼管杭はいずれも直杭式の場合と同じものを用いる。なお、本解析では水圧および波の影響は無視し杭については付加質量を考慮した。

3. 解析結果

本解析では八戸地震波E-W成分およびEL CENTRO波を

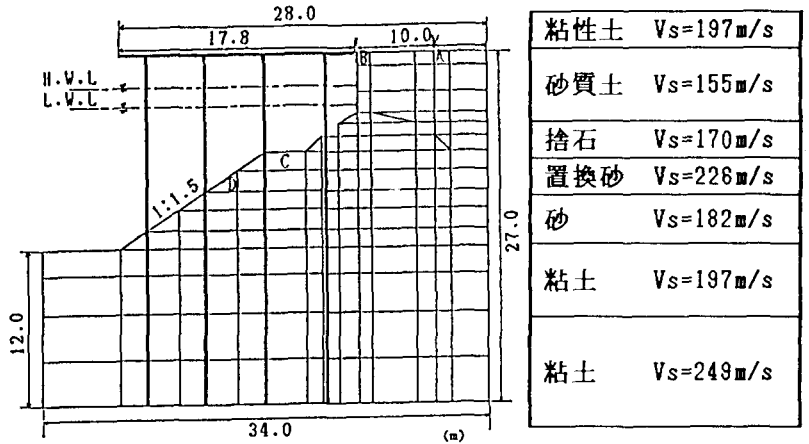


図-1 直杭式栈橋モデル(TYPE A)

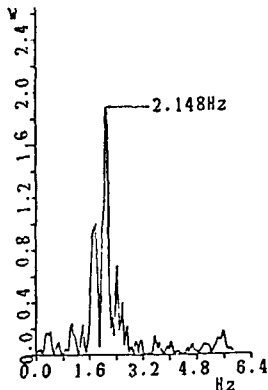


図-3 地盤周波数応答関数

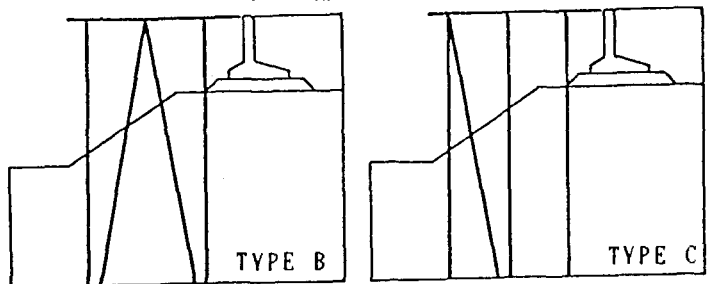


図-2 斜杭式栈橋モデル

入力地震波として用いた。これらの地震波を基盤に入力し、栈橋上部の変位及び加速度と地盤の挙動を求めた。なお、入力波の最大加速度は100galとしている。まず、地盤モデルの周波数特性を明らかにするために図-1のY点における栈橋を除いた地盤のみの周波数応答関数を図-3に示す。これより、この点での卓越周波数は2.15Hzであることがわかる。また、TYPE A～Cの栈橋頂部における周波数応答関数を図-4に示す。これより各形式の固有振動数が明かとなり、それぞれ1.71Hz, 2.44Hz, 1.81Hzとなる。固有振動数はTYPE A, C, Bの順に高くなっており、これは斜杭の導入により剛性が増加するためだと考えられる。

表-1にこれら各形式の栈橋頂部における最大加速度と最大変位をまとめて示す。この表でCASE 1は八戸地震波を入力した場合、CASE 2はEL CENTRO波を入力した場合である。この表よりCASE 1とCASE 2で個々の値は異なるものの、定性的に

CASE 1, 2のいずれの場合においてもTYPE Bが他の2形式よりも変位、加速度とも小さな応答値を示す傾向がわかる。

次に、栈橋の構造形式の違いが地盤に及ぼす影響を検討するために図-1中のA～D点の深さ方向の歪の変化を求めたものが図-5である。ここで実線は地盤のみの場合、一点破線はTYPE A、破線はTYPE Bの場合を示す。この図より杭の構造形式の違いによって杭と地盤の動的相互作用により地盤の歪も大きく異なることがわかる。

4. まとめ

以上の解析結果より、栈橋への斜杭の導入は栈橋の振動特性のみならず地盤にも影響をおよぼすことが明かとなった。したがって、特に栈橋では斜面上に護岸を有することから滑り等の安定性を検討する場合、杭の構造形式の違いによる地盤の挙動を的確に把握することが必要であろう。また、栈橋自体についてはここで検討した各形式のうち頂部における変位および加速度が低減でき、地盤歪も抑制できるTYPE Bが耐震的に最も有利だと考えられる。なお、地盤の非線形性を考慮した解析については講演時に発表する。

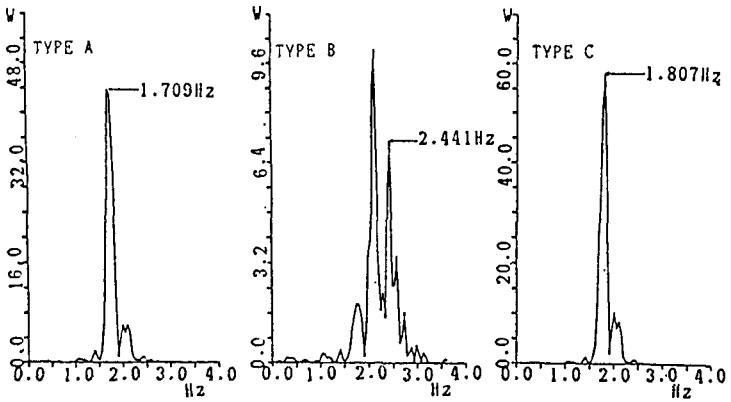


図-4 栈橋頂部周波数応答関数

表-1 栈橋頂部最大応答値

	CASE 1		CASE 2		固有振動数 (Hz)
	変位 (mm)	加速度 (gal)	変位 (mm)	加速度 (gal)	
TYPE A	38.5	450	39.2	526	1.71
TYPE B	11.9	211	17.3	331	2.44
TYPE C	33.3	426	38.5	533	1.81

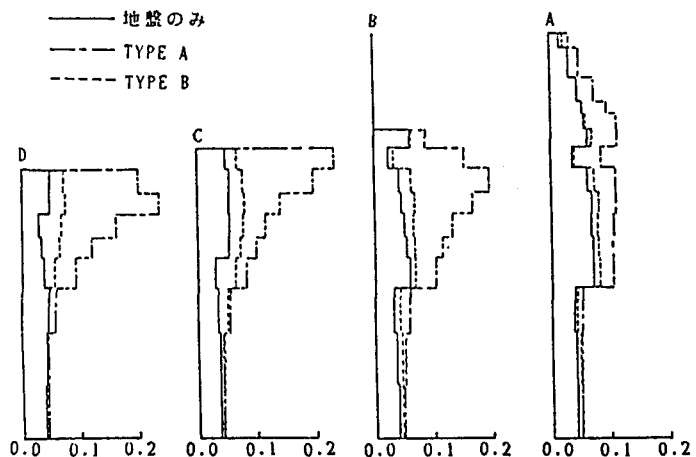


図-5 地盤ひずみ