

栈橋の簡易耐震性能照査法に関する基礎的研究—地盤剛性

パシフィックコンサルタンツ株式会社 正会員 ○寺島 彰人
 神戸大学 正会員 長尾 毅
 パシフィックコンサルタンツ株式会社 正会員 大澤 史崇

1. はじめに

昭和 25 年に日本で最初の港湾基準が策定されてから平成 19 年に改訂された港湾の施設の技術上の基準・同解説りに至るまで、栈橋構造の設計は震度法で実施されてきた。震度法の設計においては、杭や矢板といった鋼構造は弾性挙動を適用範囲としており、設計手法が線形計算で構成されている。一方、耐震強化施設等の大規模地震作用時の設計では動的非線形解析により要求性能に対する照査を実施することとなっている。非線形動的解析結果が実現象を精度良く再現可能であることを前提に、本検討では、鋼構造を有する岸壁構造を対象に液状化を考慮可能な簡易な設計手法の確立にあたり、地盤バネの設定のための地盤のせん断剛性低下の程度の把握を目的とする。

2. 解析条件

検討対象は水深 DL-5.1m の RC 栈橋構造 (図-1) とした。杭間隔は 5.0m とし、上部工重量は杭間隔を考慮して設定した。栈橋の杭と周辺地盤の地震時の相互作用の関連性を明確にするために、周波数特性のフラットな継続時間が 20.48 秒のホワイトノイズ波を用いることとした。工学的基盤にはこのホワイトノイズ波の最大加速度を 300Gal と 600Gal に補正した波形を入力した。図-2 に基盤入力加速度波形を、図-3 にフーリエスペクトルを示す。

液状化対象層は Asc 層及び Asg 層とした。液状化パラメータは簡易設定法²⁾で設定し、境界条件は側方を粘性境界、底面を粘性境界の条件とした。

杭はバイリニアの非線形梁要素とした。構成則は tmp7 法とし、数値積分法は改良型非線形反復法を用いた。レーレー減衰は $\beta=0.001$ とした。FLIP 解析モデルとして解析メッシュ図を図-4 に示す。解析範囲は栈橋部へ側面境界の影響が発生しないよう陸側、海側とも 100m 程度の解析範囲を確保している。

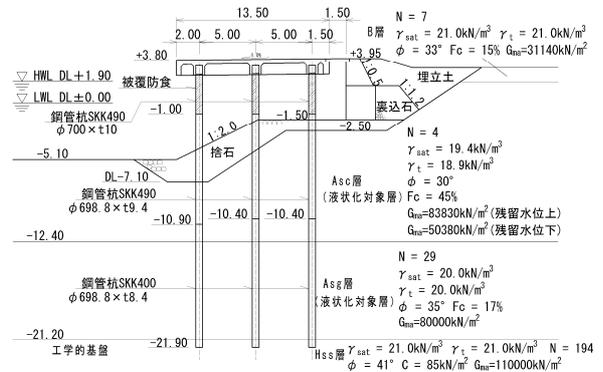


図-1 栈橋構造の検討モデル

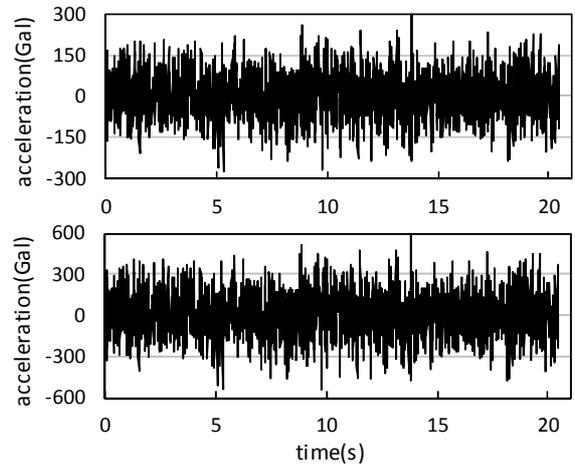
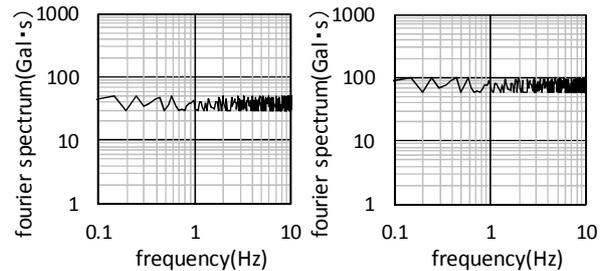


図-2 基盤入力加速度時刻歴波形



(a) 300Gal補正波 (b) 600Gal補正波

図-3 基盤入力加速度フーリエスペクトル

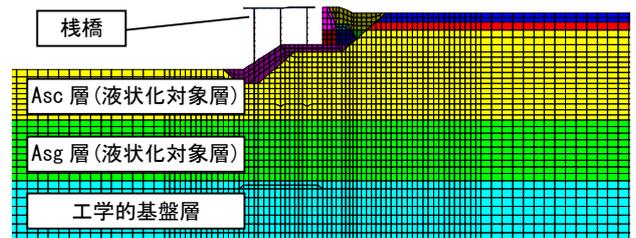


図-4 FLIP解析モデル図

キーワード 栈橋, 液状化, 地盤剛性, 耐震性能照査, 簡易設計法

連絡先 〒530-0004 大阪市北区堂島浜 1-2-1 新ダイビル パシフィックコンサルタンツ(株)大阪本社 TEL06-4799-7352

3. 解析結果

FLIP解析結果として、液状化パラメータをAsc層、Asg層に適用した場合の300Galと600Galの補正波による過剰間隙水圧分布図を図-5に示す。今回のモデルでは、Asg層の間隙水圧はほとんど上昇しなかった。

次に、Asc層、Asg層に液状化パラメータを適用した場合と適用しない場合の2ケースの各杭の周辺地盤における $\tau-\gamma$ の関係を確認し、割線剛性を把握した。図-6に中間杭の600Gal時点におけるAsc層中央部の割線剛性を代表として示す。また、杭に隣接する地盤の $\tau_{xy}-\gamma_{xy}$ の時刻歴で最もひずみ γ_{xy} が大きくなる

際の割線剛性の分布（捨石層～Asc層～Asg層）を図-7に示す。いずれのケースでも割線剛性は概ね深度方向に漸増しており、拘束圧に依存して剛性が上がっている。300Gal補正波のケースでは、Asc層は層の中央から下端にかけて特に割線剛性が液状化パラメータなしのケースより小さくなっており、地盤の剛性が初期剛性に比べると1/5以下に低下している状態である。Asg層は過剰間隙水圧比が小さいことから、割線剛性は液状化パラメータなしのケースとほぼ同じ結果（20000～40000kN/m²）となっており、初期剛性Gmaに比べると1/4～1/2となっている。

600Gal補正波のケースでは、液状化対象層のAsc層で液状化パラメータあり、なしに関わらず同様の値となっており、基盤加速度レベルが大きくなると、最大ひずみが発生する際の割線剛性はあまり変化がない結果となった。液状化パラメータありの場合でAsc層の割線剛性は最大4600kN/m²程度でGmaの1/11程度となっている。液状化パラメータなしの場合でAsc層の割線剛性は6300kN/m²程度でGmaの1/8程度である。Asg層の割線剛性は液状化パラメータのあり、なしで、それぞれ20000～30000kN/m²（Gma比1/4～1/2.7）と10000～28000kN/m²（Gma比1/8～1/2.9）となっている。

4. まとめ

- 1) 過剰間隙水圧比の比較的大きくなるAsc層において、剛性が低下しても拘束圧に依存して深度方向に割線剛性は大きくなる。
- 2) 600Gal補正波のケースではAsg層の液状化パラメータ「あり」よりも「なし」のケースの方の剛性が小さくなる結果となっており、せん断応力とひずみに関する剛性低下だけではなく、 σ_{xy} や τ_{max} についても関係性を確認する必要があると考え、今後の課題としたい。

参考文献

- 1) (社)日本港湾協会：港湾の施設の技術上の基準・同解説、2007。
- 2) 森田年一，井合 進，H. Liu，一井康二，佐藤幸博：液状化による構造物被害予測プログラム FLIP において必要な各種パラメータの簡易設定法，港湾技研資料 No.869，1997。

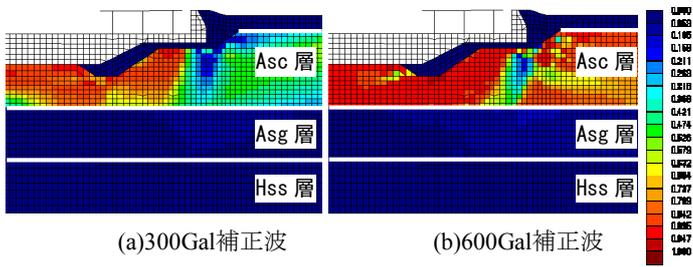


図-5 FLIP解析結果（過剰間隙水圧比）

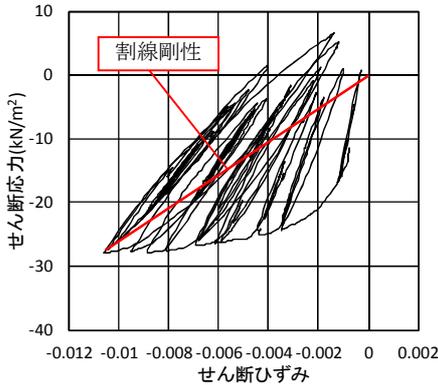


図-6 $\tau-\gamma$ 曲線と割線剛性の関係

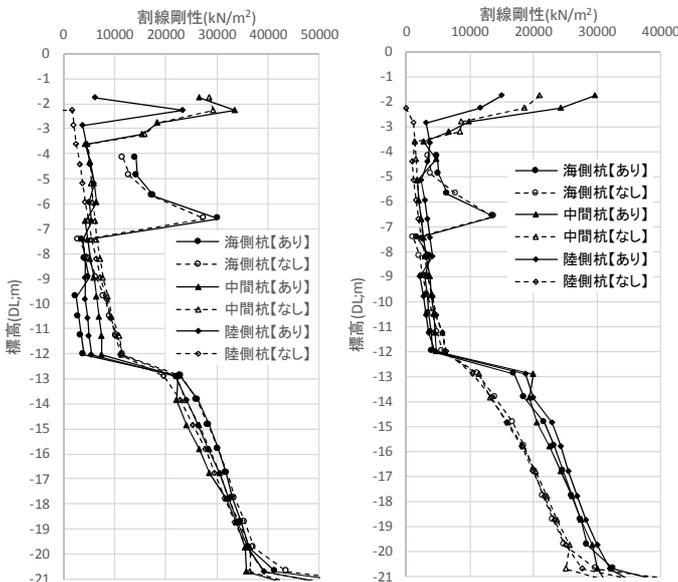


図-7 割線剛性の杭別深度分布