

杭基礎構造物の地震応答性状

岡山大学工学部 正員 竹宮定和  
同上 片岡 茂  
名古屋大学大学院 ○日野浩二

1. まえがき

本研究は、地震時の地盤と構造物の相互作用解析のための汎用性ある耐震解析システム (SUBSSIP-2D) の開発を行ない、それによる杭基礎構造物の地震応答性状を調べたものである。SUBSSIP-2D の特徴は、(1)地盤-基礎系を平面系モデルとして有限要素法として扱う。(2)動的サブストラクチャ法により、地盤(あるいは下部構造)インピーダンス およびそれに応ずる有効地震入力を評価する。そして後者は、自然地盤の波動解から算定される。(3)地震入力には、実体波および表面波を採る。(4)上下部構造系の慣性連成振動を厳密に解く。

本報告では、特に、杭基礎構造物のモデル化、および上部構造物との慣性連成挙動に注目している。

2. 定式化

地盤-構造物系の地震応答解析を実施するにあたり、ある一面内の挙動が卓越すると仮定される場合、対象系を単位奥行の平面系モデルとして、同面内の挙動を評価し、工学的知見を得ることが出来る。

まず、解析対象領域を、地盤-基礎-上部構造物として、各サブシステムに分割し、それぞれの運動方程式を各サブシステム間のインターフェイス節点を考慮して樹立する<sup>(2,3)</sup>。地盤の側方半無限深への広がりは、表面波に伝達境界を導入して仮想有限境界とする。また、下方半無限基盤面を想定し、波動論と有限要素法のハイブリッド方式で、入射波に対する表層地盤内の応答を評価している。なお、有限要素としては、ソリッド要素(アイソパラメトリック)と梁要素が使用できる。図1に解析フローを示す。

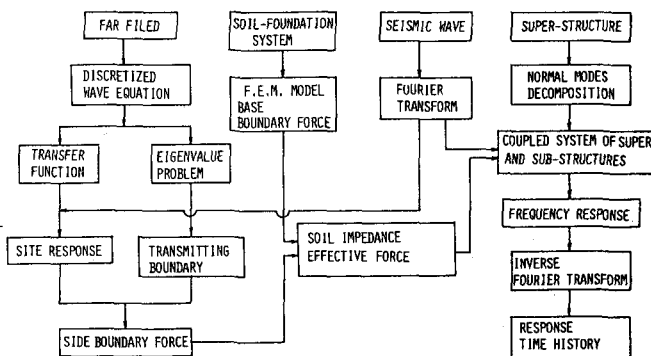


図1. FLOW FOR SUBSSIP

3. 解析例とその考察

解析対象構造物は、群杭基礎を有する橋脚(図1)の橋軸直向方向の応答性状である。解析の主眼点は、(1)地盤と基礎と上部構造物の動的相互作用効果、(2)モデル化における基盤面の設定深さ、フーチングの根入れ、フーチングの剛体仮定、(3)上下部構造系の慣性連成効果に置いている。図4は、群杭の先端支持層を基盤面とし、橋脚を1質点系とした場合の振動応答である。群杭基礎は、低振動数領域での地盤振動に追随し、高振動数領域で上部構造物系との慣性連成応答を呈する。図5は、伝達境界が半無限基盤のときは近似となるため、基盤面の深さの影響を調べたものである。同図のケースBは、杭の先端支持層の下に半無限層を近似的に表わしたの10層を  $f=5\text{Hz}$  のせん断波と考慮して追加した結果である。上下部構造系の慣性連成が卓越する振動数領域でトップマス の応答がかなり下がり、もっともこの差には、考慮した基盤層の厚さの振動特性も含まれている。図6はフーチングの根入れと根入れと変化させたときの比較で、同効果は地盤振動ごとのヒープに濃縮として顕著に現われ ている。図7は、フーチングを弾性体および剛体としたときの比較で、慣性連成の卓越する振動数領域で差が見ら れる。図8は、上部構造系の慣性力の下部構造系へのフィードバックに注目し、従来の実務設計に採用される解析

手法を検討したものである。こゝより地盤と構造物の動的相互作用解析にはサブストラファ法の有効性が認められる。

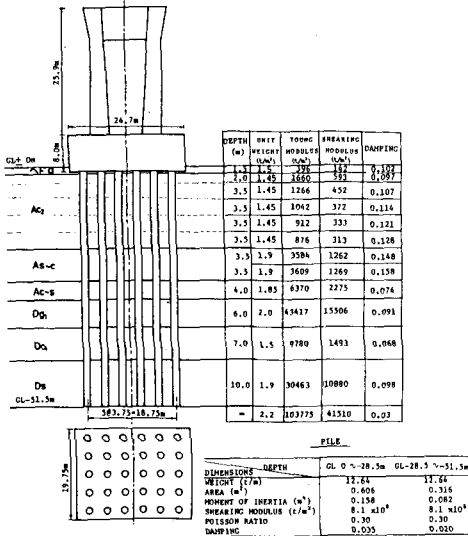


図2 解析対象構造物

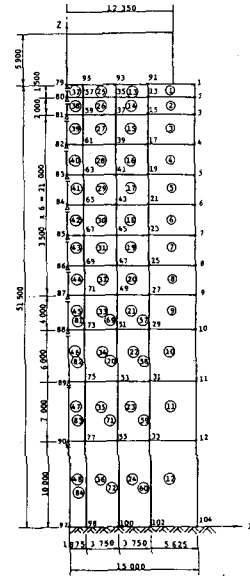


図3 下部構造系の有限要素モデル

参考文献

1. 竹宮山口・土井：地震波動伝播と考慮した地盤と構造物の動的相互作用。土木学会中四支部，昭和57年度学術講演会，pp.50-51
2. 竹宮：地盤-基礎-上部構造物系の地震応答解析-動的サブストラファ法の適用，土と基礎昭56年9月，pp.27-34.
3. 竹宮 島田辰己 片山：地盤との相互作用と考慮した多径剛連続橋の地震応答解析，第6回日本地震工学シンポジウム，No.177. pp.1409-1416

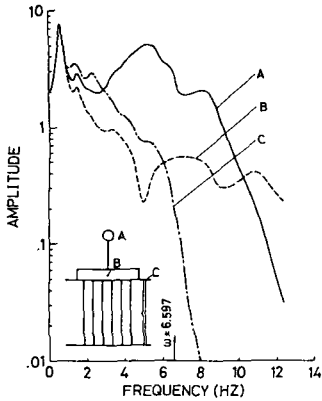


図4 振動数応答(地盤との相互作用)

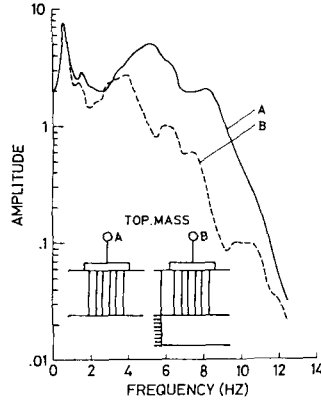


図5 振動数応答(基礎面の深さ変化)

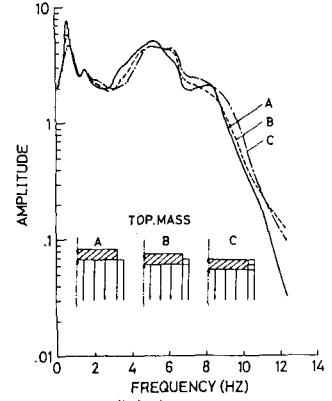


図6 振動数応答(フーチングの根入れ効果)

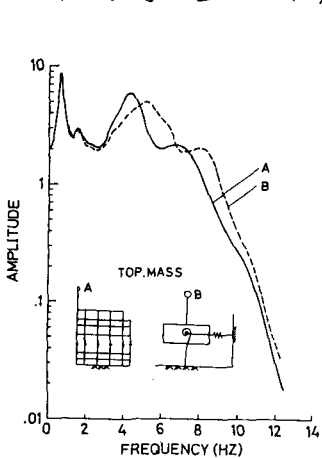


図7 振動数応答(剛体および弾性フーチングの仮定)

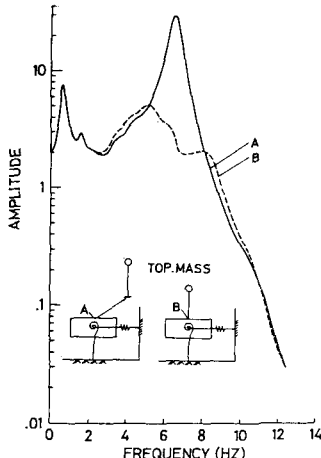


図8 振動数応答(上部構造物との刚性連成効果)