

氏名	JORGE SHIMABUKU FUKAY
授与した学位	博士
専攻分野の名称	学術
学位授与番号	博甲第2232号
学位授与の日付	平成13年 3月25日
学位授与の要件	自然科学研究科システム科学専攻 (学位規則第4条第1項該当)
学位論文の題目	STUDIES ON NONLINEAR RESPONSE OF SUPERSTRUCTURE-PILE-SOIL SYSTEM DURING EARTHQUAKE MOTIONS (地震時の上部構造-杭基礎-地盤系の非線形応答性状に関する研究)
論文審査委員	教授 竹宮宏和 教授 花村哲也 教授 西垣 誠

#### 学位論文内容の要旨

In this research, the problem of nonlinear superstructure-pile foundation-soil interaction (SPSI) is addressed by developing a numerical nonlinear time domain method. The whole soil-structure system is divided into two fields. The near field is modeled by FEM, which includes nonlinearities in the superstructure, piles and soil. The far field is assumed as an elastic medium modeled by BEM. The superstructure and pile inelastic behavior is treated by a hysteretic moment-curvature relationship, which incorporates the effect of axial load. The soil inelastic behavior is characterized by a shear stress-strain relationship and modified Mohr's stress circle criterion.

The mainly characteristics of the interaction among the SPSI components (superstructure, pile foundation and soil) are investigated. The results showed that the effect of the type of the superstructure behavior is significant in the pile behavior when the pile is in nonlinear behavior. Moreover, the linear behavior of both superstructure and soil leads to most vulnerable condition for the pile.

The influence of the superstructure characteristics and soil layering in the SPSI problem are studied. The results showed that the pile is very sensitive to variation of superstructure properties and the soft superficial layer underlain by stiff soil stratum is crucial to pile behavior.

The reduction of the structural response due to inclined piles and rubber elements inside footing are investigated. If the inclined piles are adequately designed, they can be beneficial for the reduction of the structural response. The proposed rubber elements inside footing forestall the dynamic interaction between the superstructure and pile foundation by reducing the possible damage.

## 論文審査結果の要旨

本研究は、地震時の上部構造と杭と地盤の非線形動的相互作用を扱ったものである。特に各構造要素の連成解析から、各部分の特性が他の部分の応答へ及ぼす効果を非線形特性に注目して応答性状を調べた。RC 構造からなる上下構造物、粘弾性体地盤の非線形応答をパラメータ・スタディすることによって得た結果は、

- (1) 杭が非線形挙動を示す場合、杭が上部構造の特性の影響を強く受けること、逆に杭から橋脚への影響は少ないことが分った。非線形挙動を示す可能性がある杭の設計をする場合は、上部構造と杭の相互作用を考慮しなければならない。特に、フーチングの水平運動が 2 次固有モードとなる構造物と、桁部が偏心をしている構造物は、上部構造と杭の相互作用を考慮することが大切である。
- (2) 上部構造と杭のバランスが取れていない設計では、降伏係数が高い場合、構造破損が橋脚から杭へと移行するため、杭が非線形挙動を示す可能性が大きくなる。そして、非線形挙動を考慮する設計では、杭、橋脚による塑性率係数（消失エネルギー）対降伏係数の図を用いることにより、上部構造と杭とのバランスが決定できると考えられる。
- (3) 地盤と杭のキネマティック非線形相互作用による曲げモーメントは、固い地盤の上に浅く柔らかい地盤がある時、地盤物性値が急変する所でピーク応答になる。しかし、柔らかい地盤の上に固い地盤がある時、ピークは表れない。強い地震が起こる可能性や固い地盤の上に浅く柔らかい地盤がある場合において、杭の支持力を維持させるため、地盤物性値が変わる深さで十分な延性を持つように設計しなければならない。

従って、本論文が博士（学術）の学位に値するものと判定した。