

氏 名	吉 原 進 よし はら すずむ
学 位 の 種 類	工 学 博 士
学 位 記 番 号	論 工 博 第 657 号
学位授与の日付	昭 和 49 年 1 月 23 日
学位授与の要件	学 位 規 則 第 5 条 第 2 項 該 当
学 位 論 文 題 目	ケーソン基礎の振動特性と地震応答に関する研究

(主 査)
論文調査委員 教 授 後 藤 尚 男 教 授 柴 田 徹 教 授 山 田 善 一

論 文 内 容 の 要 旨

本論文は土木構造物の基礎として用いられるケーソン基礎の地盤との相互作用ならびに地盤の非線形性を考慮した振動特性を明らかにするとともに、地震による非線形応答に論及して、その耐震性を考究するための基礎的資料を提供しようとしたもので、5章よりなっている。

第1章は、本研究に関連する研究の現状と問題点を記して、本研究の目的と内容について述べたものである。

第2章は、実地盤中に沈設された大型模型ケーソン基礎についての実験研究の結果とそれより得られた成果に考察を加えたものである。すなわちケーソン基礎のように地中に根入された基礎体はこれを取りまく周辺地盤とともに連成的に挙動するために、ケーソン基礎は動的には複雑な振動を行ない、それに働く地盤の動的反力は振動数の関数となることを実験的にも明らかにしようとしたものである。このような観点から本章では、起振機で加振されたケーソン基礎に働く動的な地盤反力を測定するとともに、実験によって得られる共振曲線と位相曲線とより、近似的に1自由度系にモデル化できる場合のケーソン基礎のばね係数と減衰係数とを振動数の関数として逆算する方法を考えて、それら両係数の具体例を示した。一方地盤の非線形性に基づくケーソン基礎の非線形復元力については、静的載荷実験によるものに加えて、動的な非線形復元力の実体の把握に努めるとともに、ケーソン基礎の非線形振動特性との関連についても論及した。

第3章は、特に大振幅加振時のケーソン基礎の非線形水平復元力に着目して、室内実験において耐震工学上重要と考えられる諸条件を変化させて、水平復元力を実験的に求めて考察を加えたものである。まずケーソン基礎の非線形水平復元力を振動数がほとんど静的状態とみなすことができるきわめて低い振動数(5×10^{-4} Hz)から、耐震工学上有意義であると思われる20 Hz程度までにわたって連続的に求めることのできる実験方法によった。またケーソン基礎の復元力と基礎体に働く動的な地盤反力との定量的な関係について検討して、これら両者は相互に類似した傾向にあることを確認した。次いでこの非線形水平復元力

が、載荷方法、載荷速度（振動数）、地盤の種類、地盤の慣性力の大小、基礎体の断面形状等の変化に対して、いかなる関係にあるかについても評価考察した。

第4章は、地盤の非線形性に基づくケーソン基礎の非線形復元力を考慮したときの振動特性と地震応答の解析について考察を加えたものである。まず第2章と第3章で得られたケーソン基礎の非線形復元力曲線をできるだけ忠実にかつ簡便でしかも一般性のあるように、履歴曲線とその最大点曲線にわけて数式表示を行ない、それらを実験結果と対比することによってその妥当性を検討した。次いでそのように模式表示された非線形復元力を持つケーソン基礎の定常応答を求めることによって、復元力特性を表わす数種のパラメータのもとでケーソン基礎の非線形振動特性を解析して考察を加えた。引き続き正弦波入力、矩形波入力に対する応答のほか地震波のようなランダム波入力に対する応答を求めるために、非定常振動時の非線形復元力の制御法を開発して、その計算法の妥当性を検討した。さらにランダム波入力として実強震記録、特徴のないいくつかの人工地震波を用いて、それらの応答を解析し、主に入力波の最大振幅と応答変位あるいは応答加速度の最大振幅との関係に注目した整理考察を行なった。

第5章は、本研究の結論を取りまとめたものである。

論文審査の結果の要旨

ケーソン基礎のように地中に沈設された構造物基礎の耐震性は、基礎体を取りまく地盤との動的な相互作用ならびに地盤の非線形性に基づく非線形復元力に大きく支配される。そこで本研究では、詳細な実験によってケーソン基礎-地盤系の相互作用と非線形復元力について考察し、特に非線形復元力をモデル化して、その地震応答解析の適用に論及したもので、得られた主な成果を要約すれば次のようである。

(1) 起振力波形の推算できる機械制御形の起振機による実地盤中の大型模型ケーソン基礎の振動実験結果から、起振力と慣性力の差としてケーソン基礎の減衰力を含めた動的な非線形復元力を評価し、また相隣接する2基のケーソン基礎の振動実験結果から、ケーソン基礎体は周辺地盤の振動特性の影響を大きく受けやすいことを明らかにした。

(2) 起振機実験によるケーソン基礎の応答特性から、この系を加振振動数の関数としてのばね係数と減衰係数を有する1自由度系と考えて、実験共振曲線と位相曲線よりばね係数と減衰係数とを逆算する手法を考案し、それによるばね係数は地盤反力の直接測定値から求めたばね係数とよく類似することから、本手法の有用性を確かめるとともに、このような考えによると地盤の振動仮想質量はほとんど考える必要のないことを裏付けた。

(3) ケーソン基礎の非線形動的な水平復元力を静的より動的にわたっての連続的な加振振動数領域で計測評価した結果は、加振振動数による断続的な著しい変化はなく粘土質の実地盤、室内の砂・粘土の両模型地盤を通じて、各履歴曲線は硬化形の傾向が強いが、それらの最大点を連ねた最大点曲線は軟化形で、全体的には後者の影響が大きいことが確認された。

(4) 実験的に得られた上記の非線形動的な水平復元力特性にできるだけ忠実なモデル化として、3種の軟化形の履歴曲線と2種の硬化形の最大点曲線の抽象化を考え、その両曲線の積として復元力曲線のモデル表示を行なった。このようモデル化を基盤層にも適用して、定常応答を求めた結果、硬い基盤層の影響

の大きいことを指摘した。

(5) 地震波のようなランダム波入力に対する非定常加振時の非線形復元力の近似的な制御法を新たに開発して、その妥当性を検討し、実地震波と人工地震波に対する応答計算の結果、線形最大応答値に対して非線形加速度応答値は幾分小さい傾向にあるが、非線形最大変位応答値は線形のそれより大きくなるという耐震工学上注目すべき結果を得た。

以上要するに、本論文はケーソン基礎と周辺地盤との動的な相互作用および地盤に基づく非線形復元力に着目して、それらの実現象を実験的に把握するとともに、特に履歴形の水平復元力を適切に抽象化して地震応答を解析することによって、いくつかの新しい知見を得たものであって、それらの成果はケーソン基礎の耐震解析、耐震設計に有益な資料を提供するものであり、学術上、實際上寄与するところが少ない。

よって、本論文は工学博士の学位論文として価値あるものと認める。