

金沢大学大学院	学生員	○岡林秀勝
金沢大学	正 員	近田康夫
金沢大学	正 員	小堀為雄

1. はじめに

事務処理用に世界中で広く利用されているソフトウェアに Spreadsheet と呼ばれるものがある。Spreadsheet はこれまで土木工学への適用は積算処理等を除いてあまり見られなかったようである。しかしパーソナルコンピュータ上で稼働するソフトウェアの中で Spreadsheet は土木工学の定形的な構造物設計計算に非常に適していると思われる。そこで本研究では Spreadsheet を利用して橋台の鋼管杭基礎の簡易最適設計計算を試みた。なお本研究では、Spreadsheet の中で代表的な Lotus1-2-3TM R2.2J を利用した。

2. 最適化手法

本研究で使用する最適化手法では、非線形計画法を利用したものではなく、設計値として直接用いることができる全てのパラメータの組み合わせの中から最適なもの合理的な方法によって決定しようとする（列挙法を効率的に行う）ものである。

鋼管杭基礎の最適設計を行うにあたっては設計変数を定める必要がある。既存の研究では、杭径、杭本数、フーチング幅などを設計変数として最適設計計算が行われたが、与えられる外力条件のなかで鉛直力はフーチング幅の関数であるためにフーチング幅が変化したときに鉛直外力が変化しないのでは設計に矛盾をきたす。そこで本研究ではフーチング幅を先に決め杭径 D 、杭本数 n 、更に杭の肉厚 t 、斜杭の角度 θ 、その本数 s を設計変数に定め最適設計計算を行う。また目的関数として最も経済的となる組み合わせ、つまり杭基礎総重量 w が最小になるものを選び、制約条件としては常時と地震時の杭頭反力および杭断面の応力度の安全性を満たすものを最適案として採択されるものとする。

杭基礎設計において他に杭頭変位の安全照査の制約条件があるが前の条件に比べ許容値をこえる可能性が低いため得られた最適解で照査する。

安全であるかどうかの指標として杭頭反力または杭断面の曲げ応力の許容値に対する割合を 100 分率で表した数値を用い V_1 , V_2 , H_1 , H_2 , σ で表し、これらは以下のように定める。

- V_1 : 常時垂直杭頭反力の常時の許容支持力に対する割合
- V_2 : 地震時垂直杭頭反力の地震時の許容支持力に対する割合
- H_1 : 常時水平杭頭反力の常時の許容支持力に対する割合
- H_2 : 地震時水平杭頭反力の地震時の許容支持力に対する割合
- σ : 杭断面に作用する曲げ応力の許容曲げ応力に対する割合

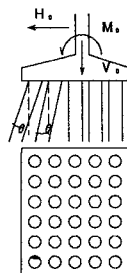


図-1 杭配置及びフーチングの形状

またフーチングは長方形とし杭本数は 100 本まで、杭寸法は JIS A 5525 に規格されるもののみと仮定した。杭配置およびフーチングの形状の様子を図-1 に示す。列挙法を用いるに当たり設計変数の組み合わせは膨大な数ありそれらの全てを計算していたのでは時間がかかりすぎるためあまり実用的であるとはいえない。そこで効率的な列挙法を考えることにした。前もって設計変数の変化が目的関数、制約条件にどのように影響するかについて各変数の変化の検討を行って合理的な繰り返し計算の手順を確立し、マクロ機能を使って鋼管杭基礎最適設計計算スプレッドシートを作成し、再計算機能を利用して繰り返し計算による最適設計計算を行うことにする。

3. 設計変数の変化が設計に及ぼす影響に関する検討

合理的な繰り返し計算の手法を見いだすわけであるが、そのためには設計変数の変化が設計全体にどのように影響を及ぼすかを調べる必要がある。そこで設計変数を図-2、図-3に示すようにそれぞれ単独に変化させ各変数が設計全体にどのように影響を与えるかを調べた。荷重条件、地盤条件をさまざまに変えて計算して得られた結果を表-1にまとめた。これらによってそれぞれの設計変数が設計全体にどのように影響を与えるかがわかる。これをもとにくり返し計算の手順を表-1のようにフローチャートにまとめた。

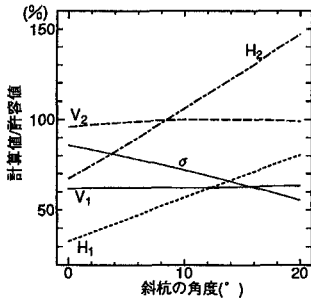


図-2 斜杭の角度 θ の変化

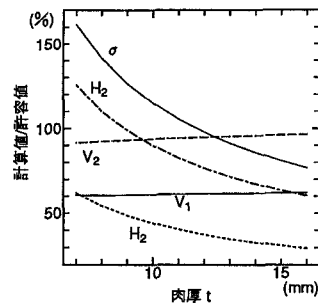


図-3 肉厚 t の変化

4. 鋼管杭基礎最適設計 Spreadsheet

フローチャートに従って鋼管杭基礎最適設計スプレッドシートを作成した。荷重、地盤条件、杭長、フーチングの大きさを入力してマクロ機能を実行すれば自動的に制約条件を満たし杭総重量を最小にする設計値の組み合わせを算出することができる。

5. 結論

現在、杭基礎の設計は、一般にコンピュータを部分的に使用しているものの、設計基準に基づいて設計者が今までの経験をもとに試行錯誤で行っているのが現状である。本研究では Spreadsheet を用いて最適設計計算を非線形計画法などの高度な数学的手法を用いずにパーソナルコンピュータ上で行うことができた。

本研究で行ったような繰り返し計算は BASIC や FORTRAN を使用しても行うことができるが設計自体のプログラムを作成することが圧倒的に容易であることと、再計算機能により最適解を求めたあとの設計値の微修正を行うことが容易であるということが Spreadsheet を用いたことの利点である。

表-1 設計変数の変化

	V_1, V_2 が NG のとき	H_1, H_2 が NG のとき	σ が NG のとき
D	大きくする	大きくする	大きくする
t	小さくする	大きくする	大きくする
θ	大きくする	小さくする	大きくする
s	大きくする	大きくする	大きくする

制約条件を満たす時 OK

そうでないとき NG

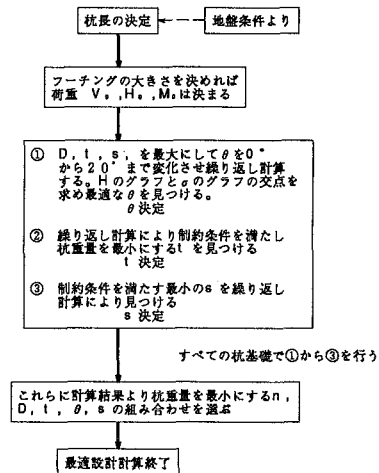


図-3 繰り返し計算の手順

参考文献

- 1) 近田康夫, 城戸隆良, 小堀為雄: パーソナルコンピュータ上での簡易最適設計に関する研究, 金沢大学工学部紀要, 1990
- 2) 日本道路協会: 道路示方書・同解説 共通, 下部構造編, 1990
- 3) 岡原美知夫, 高木章次, 五十嵐功, 川上圭二, 前田良刀, 藤田宏一: 杭・ケーソンおよび鋼管矢板基礎の設計計算例, 山海堂, 1991