

III-407 軟弱地盤対応の基礎工法選択システム

清水建設(株) 正員 曾我部幸男 正員 平井 孝典
正員 尾上 篤生 倉石 謙司

1. 開発の背景と概要 現在、注目を浴びている東京湾等のウォーターフロントでは地盤が、超軟弱、軟弱層が非常に厚い、地震時に液状化の可能性があるなど、種々の問題点を有する場合が多く、これらの要因により、基礎にかかる工事費の比率が、従来より大きくなることが推測される。基礎の工事費を抑えるには、支持杭に頼らない基礎工法や、地盤改良工法との組み合わせ工法とするなどが考えられる。

これらの工法については、設計や施工例が必ずしも多くないこと、特に地盤改良工法については、社内の一部の専門家に設計を委ねることが多いため、専門家の知識を事前にE・Sとしておき、一般の設計者でも、最適な基礎工法と地盤改良工法との組み合わせの選択を早く、正確に行なうことができるシステムの開発を計画した。

開発に当たり、最適な組み合わせ工法を基礎、地盤改良各々の諸元を含めて選択するE・Sについては、専門家の知識の引き出し、システム構築とともに困難と判断し、E・S部分は、基礎、地盤改良を別々に作成し、定性的条件より、工法を各々選択し、選択された数工法の組み合わせに対し、定量的な判定を加え（自動計算）、最適な組み合わせ工法を絞り込むシステムとした。

この後、絞り込まれた組み合わせ工法に対し、設計者の判断を加えるとともに、杭や地盤改良の諸元を変えて、詳細な比較を改めて行ない、最適な組み合わせ工法と諸元の決定を行なう（試設計）。

以上のような考え方に基づいて、システムの構築を行なった。全体システムのフローを、図1に示す。

2. エキスパート・システム（E・S） E・Sの作成に当たっては、使用する時点、使用者のレベルを決定しておく必要がある。使用時点は、このようなシステムを最も必要とすると考えられる時点、すなわち、多くの工法から、限られた情報により、早く、漏れのない工法の絞り込みを行う必要のある、企画、基本設計段階を想定した。従って、使用時点での、構造物及び地盤の情報は、建設場所、構造物の種類、おおよその規模、土層断面（砂層、粘性土層の区分と、各層の層厚）、N値とした。

また、使用者は、最適工法を選択するためには、入力データ、出力結果に対し、設計的、施工的な判断が必要になるため、そのような判断の出来る分野、及び、レベルの人を対象と考えた。

E・S作成は、社内の専門家より成るプロジェクト・メンバーが工法、評価項目の取捨の後、実際の評価を独自に行ない、これを基に初期確信度を設定した。初期確信度に対して、文献より、地盤改良、

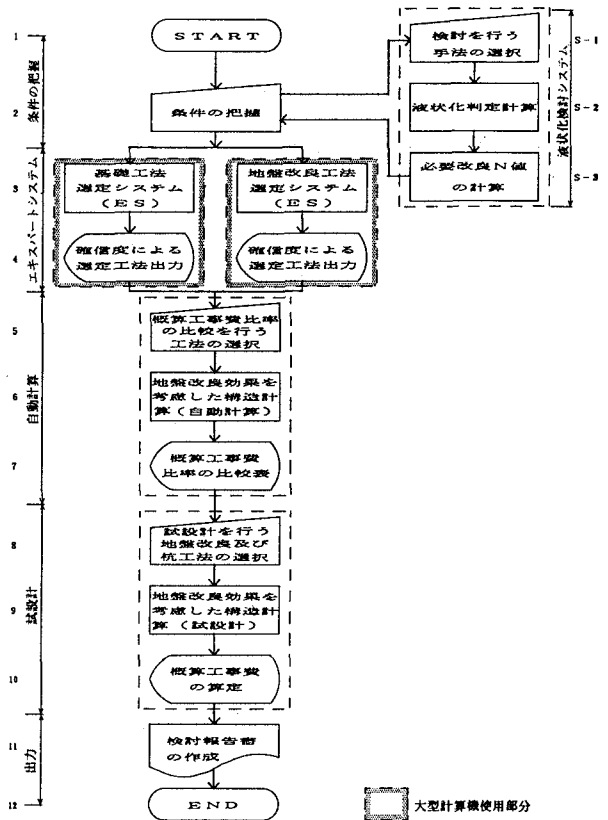


図1 システムのフロー

基礎工法の実施例を集め、テストラン結果により、確信度の検証と手直しを行なった。

今回作成した、地盤改良工法E・Sは、7～9画面の入力により推論を行なう。E・Sの中で考慮する工法については、実績のほとんど無いもの、ウォーターフロントを考えたとき、今後、使われていく可能性の少ないもの等は除外し、20工法に限定した。

一方、基礎工法E・Sは、支持杭タイプを主としたシステムとなっており、施工法（打込、埋込、場所打）、杭先端処理方法（最終打撃、杭径根固、拡底根固）についても区分し、約50の基礎工法から最適な工法を選択できるシステムとなっている。

3. 概算工事費比較計算（自動計算） 2つのE・Sは、定性的な傾向により工法を選択を行なっているにすぎず、例えば、地盤改良工法E・Sの場合、最適な改良強度や改良深度に対する決定までを行なうことは出来ない。この点を補い、定量的な評価を加えるため、今回のシステムでは、2つのE・Sで選ばれた工法に対し、工事費比較を行なう部分（自動計算）を付け加えている。

工事費比較を行なうには、橋梁基礎の場合、地盤改良工法及び基礎工法の選定～荷重の設定～諸元の仮定（改良率、改良後の強度、杭径、杭種、杭配置、施工法等）～構造計算（鉛直支持力、水平耐力）～杭本数の決定～工事費の算定 という一連の作業が必要となる。通常の設計では、個々の作業について、設計者が判断を加えながら決定を行なっており、20ケース程度の組み合わせ工法（検討ケース）を一度に比較するには、膨大な設計作業を要することになる。

このシステムでは、いくつかの仮定の下で、ユーザーは、最小限、荷重、改良深度、杭ピッチを決めることにより、想定した地盤改良工法、基礎工法の組み合わせ工法について工事費比較を簡単に行なうことが出来る。地盤改良工法、基礎工法、2つのE・Sの推論結果と、この推論結果に対して行なった自動計算の出力イメージを図2に示す。

自動計算部分では、設計者の判断を極力省略した形にしており、最適設計を行なっているわけではないため、ここで得られた工事費に関する情報は、あくまで概算値である。従って、自動計算部分で絞り込まれた数工法について、改めて試設計部分で、地盤改良、杭の諸元を含め、設計者の判断を加え、詳細な検討を行なって決定していくこととなる。

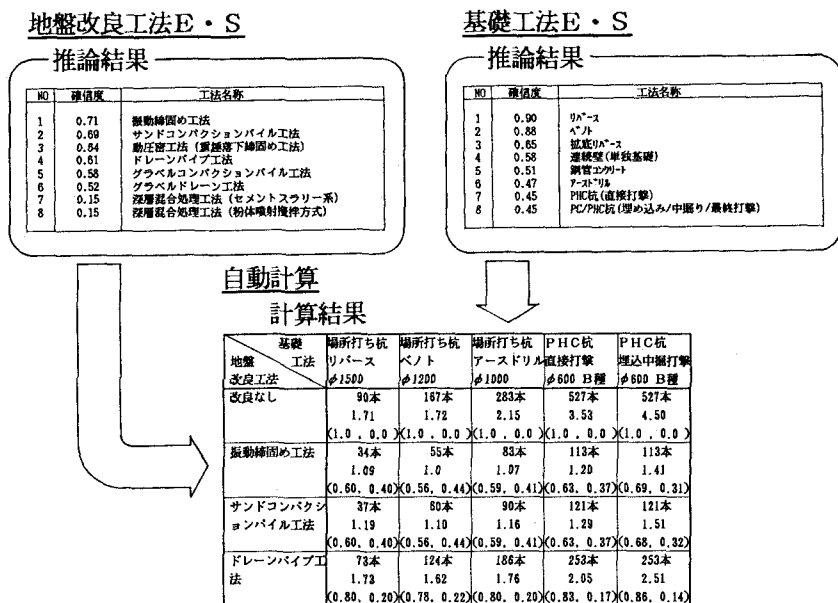


図2 E・S、自動計算の出力イメージ

4. 今後の課題 今後の維持、拡張、改善のポイントとして、次のような事項が考えられる。

- ① 工事費だけでなく、工期、施工環境等の条件の定量的な取り扱いについて。
- ② 杭基礎以外の基礎工法の計算部分への拡張と定量的評価の方法。
- ③ E・S部分や工事費データ・ベースの定期的な見直しとメンテナンス体制の確立。

〔参考資料〕 渡辺、大西、佐々木、伊藤「軟弱地盤対応の基礎工法選択システムの開発」

第13回土木学会電子計算機利用に関するシンポジウム 1988年10月