

## 土質工学問題のシステム化

鹿児島大学工学部 正員 北村 良介

## 1. まえがき

科学技術の進歩に伴い、土質工学の分野においても最近20年余りの研究レベルでの実験的、理論的發展、現場レベルでの技術革新は著しいものがある。特に電子機器を利用した電子計算機、各種計測装置の進歩による恩恵は多大である。研究レベルでは、実験装置の改良による実験精度の向上、新しい実験事実の発見、実験手法の改善、現場レベルでは、調査、設計、施工における現場計測工法といわれるような新しい工法の実現などがあげられよう。柴田らは、これらの最近の成果をふまえ、土質工学問題の位置づけを行ってきた<sup>(1), (2), (3), (4)</sup>。

一方、宇宙開発などの各種プロジェクトにおいて、それらを1つのシステムとみなし、構成要素を有機的に結びつけ、プロジェクトを完成させるに際してシステムとどのように運用すれば最大の効率を発揮することができるかという問題を対象としたシステム工学が多大な成果を収めてきている。

本報告は、土質工学の分野における最近の成果を有機的に結びつけ、土質工学問題も効率よく解決していくために、システム工学的な立場からこれらを見直すことを意図しており、ここでは、まず、これらの問題を1つのシステムとみなしたブロック・ダイアグラムを提案し、筆者の土質工学問題の統合化を試みる。

## 2. ブロック・ダイアグラム

図-1は、ある土質工学問題を1つのシステムとみなしたときのブロック・ダイアグラムの提案である。図において、3本柱となっている重要な構成要素は、要素実験、模型実験、現地調査である。また、連続体力学、粒状体力学が基礎理論として導入され、有限要素解析は変形・強度解析の手法として重要な役割を果たしている。以下、図をもとに各ブロックおよびそれらのつながりについて説明する。

要素実験は、透水、圧密、せん断などの室内実験であり、図に示すように、目的は2つある。1つは有限要素解析において入力データとなる土質パラメータを決定することであり、他の1つは、地盤材料の力学的な特性を把握し、構成関係を明らかにしようとするものである。後者の目的に沿った実験は大学などの研究機関により数多くなされてきており、Cambridge Modelは連続体力学の立場から圧密、せん断現象に対して与えられた最初の統一構成式であり、以後、このモデルを修正した形の数多くの構成式が提案されてきている。構成式が妥当なものであることが確認されると模型実験へと進む。

模型実験は、従来、遠心載荷装置による場合を除いて、対象とする実地盤を適当なスケールで縮小した工槽で、実地盤と同じ材料を用い、同じ重力場で実験を行い、直接的に実地盤との対応を考察することが多かった。ここで提案しているシステムでは、図のように模型実験は、試料、初期条件、境界条件などが明確にわがっている境界値問題とみなし、有限要素解析、計測技術などの妥当性をチェックする実験として位置づけられている。従って、模型実験では、必ずしも、試料、縮尺、初期条件、境界条件等が実地盤と正確に対応していなくてもよい。模型実験での実験結果と有限要素解析より得られた結果を比較し、このシステムの妥当なものであることがわかると、次は現地調査である。

現地調査の目的は、実地盤の状態の評価である。そのために室内での各種の物理、力学実験、現場での標準貫入試験、ベーンせん断試験などの原位試験を行う。実地盤が均質であることは稀であり、また、各種の実験で得られたデータは、力学特性を把握するために行った要素実験のそれのように精度が高くないことが多く、データのバラツキは不可避である。これらのことを考慮し、有限要素解析に必要な程度の精度を有する土質パラメータの値を決定するためには、データの処理に際して統計・確率論的手法が必要になってくる。このように、統計・

確率論は地盤材料の物性研究のみならずデータ処理に対しても有用な理論である。土質パラメータが決まれば、有限要素解析を行い、変形・強度に関する考察を加え、設計、施工に必要な情報も提供する。設計、施工と平行して現場での計測を行い、有限要素解析結果との比較などにより設計、施工の妥当性について検討を加える。

3. あとがき

図-1に示したシステムの最終目標は、土木工事における合理的な設計、施工、いいかえれば、安全かつ経済的な土木構造物の築造である。そのためには、このシステムの運用に関する問題が次に述べてくる。ここでは、その際の課題を列挙することによってあとがきにかえる。

- i) システム全体の精度を向上させるためには、精度のよい実験データ、現場データの数多くの集積が不可欠である。
- ii) システム全体の精度は、最も精度の悪いサブシステムに依存するため、システムのバランスを常に考慮する必要がある。

(参考文献) 1) 柴田：模型実験と数値解析－土質系，土木学会誌，61巻，6号，1976。 2) 柴田，太田，関口：土の応力・変形・強度特性，工と基礎，Vol.29, No.8, 1976。 3) 柴田：土質力学研究の基本的位置づけとその概況，土木学会誌，69巻，5号，1979。 4) 柴田，太田：土質模型実験における相似則，工と基礎，Vol.28, No.5, 1980。

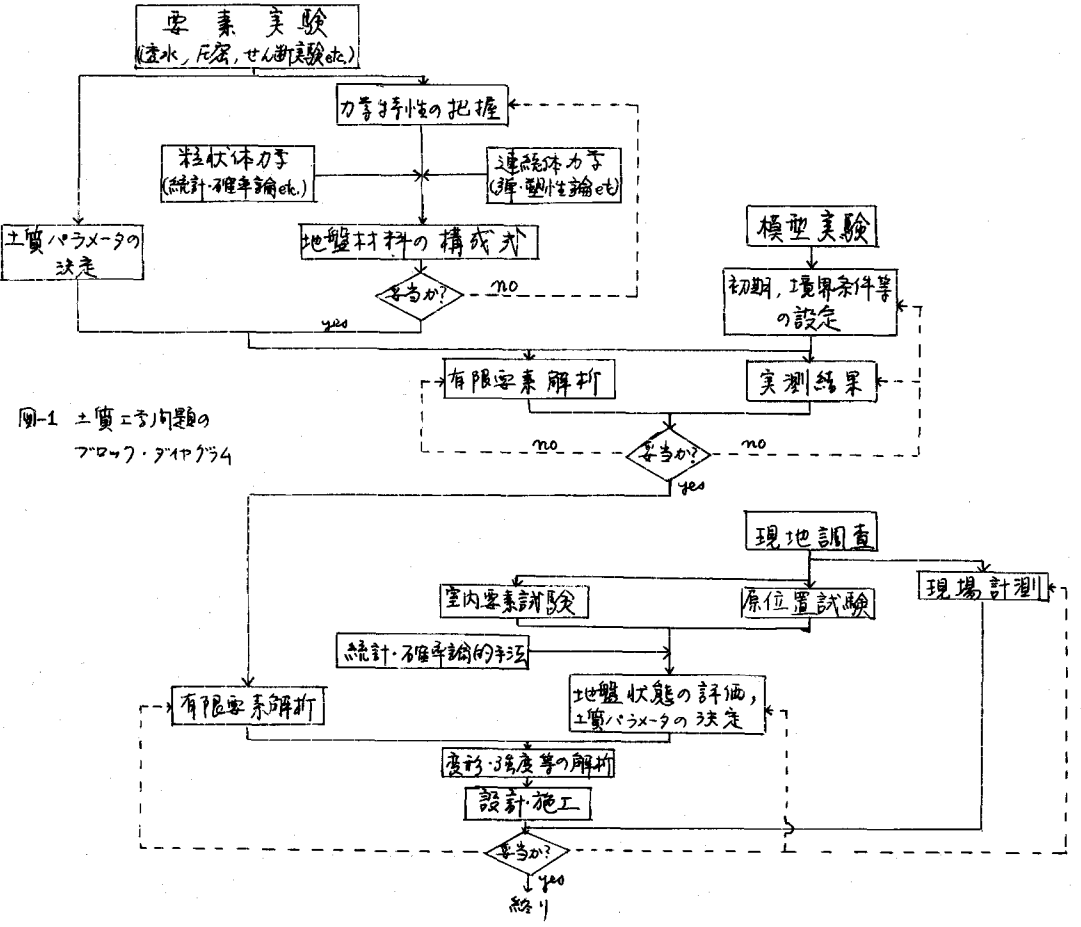


図-1 土質工問題の  
フロー・プログラム