

新しい地盤解析技術 GEOASIA の紹介

The New Technology GEOASIA Analytical Ground Introduction

保科 隆 (ほしな たかし)

学生編集委員 (長岡技術科学大学)

1. はじめに

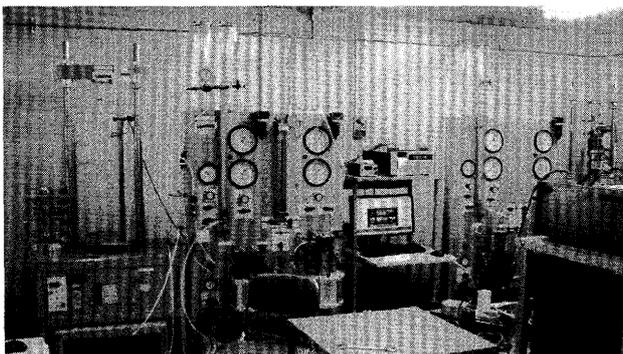
毎年、地震や豪雨によって誘発された地盤の崩壊が報告されています。このような地盤に対する安定性評価や変形量の予測には、従来、土質力学・地盤工学に基づき、その対象に応じた数値計算方法が提案されて用いられてきました。このため、砂ならば砂専用の、粘土ならば粘土専用の式を解くといった枠組みが自然と出来上がり、専門的になり過ぎたために、分野の細分化が起きているのが現状です。本稿では、その細分化を見直し、従来の計算手法の枠組みを超えた解析手法を提案した名古屋大学の地盤工学研究室に注目し、その考え方に沿って開発された地盤解析技術 GEOASIA を紹介したいと思います。

2. 名古屋大学

愛知県名古屋市に所在を置き、数多くの優秀な研究者を生み出すと共に、優れた研究成果を挙げてきた大学と呼び声高いのは周知のとおり、それに加え日本有数の敷地面積を誇る大学です。

何よりも、驚きを通り越して不覚にも人前で笑ってしまったのは、大学敷地内に「名古屋大学」という駅が設置されていることです。名古屋駅から地下鉄で大学へ行ける機能性のよさ！敷地内に駅がある大学なんて初めて見ました。筆者の通う長岡技科大にも欲しいところです。

それほど広い敷地面積を有する名古屋大学には、多くの研究室と実験室(写真一)が設置されており、幅広い分野で高水準の研究が行われているのは、優れた人材によるものだけではなく、この環境あってこそのものであると思いました。



写真一 実験室風景

3. 地盤工学研究室

地盤工学研究室は大きく分けて二つのグループに分かれており、一つは中野正樹教授を筆頭に山田准教授・中井助教が所属し、地盤力学の中でも特に地盤材料学を大きな柱とした研究を取扱う地盤力学・土質基礎工学グループです。もう一つは、野田利弘教授を筆頭に田代助教・酒井研究員が所属し、地盤工学を防災に関する面からアプローチする研究を取扱う地盤防災工学グループがあります(写真二)。

当研究室では、この二つのグループに分かれて研究を行っています。退職された浅岡 顕名誉教授が研究目標として掲げた【全ての地盤問題を1つの解析モデルで表現する】ことを実現すべく、10年以上も前から研究室が丸一となって研究を行っています。実験を通して現象をしっかりと観察することを基本とし、すべての地盤材料の問題を対象にして取扱うとした目標から、人工砂から現場で採取してきた泥岩・粘土・砂など、土の種類を問わず実験と解析の結果を比較することにより、解析モデルの不十分な部分をあぶりだし、常に構成式等の改良を行って、最終的に開発されたのが、地盤解析技術『GEOASIA』です。



写真二 地盤工学研究室一同

4. 地盤解析技術 GEOASIA

従来の地盤解析技術は、上述のとおり、砂は砂の力学、粘土は粘土の力学と土の種類によって用いる土の構成式が異なったり、静力学の専門家と動力学の専門家が別々であったりと、土質力学・地盤工学が一貫とされたものではありませんでした。しかし、GEOASIA は、【砂か

ら粘土まで、中間土や人工処理土を含め、あらゆる土を対象に (ALL SOILS), 変形から破壊まで (ALL STATES), 静的・動的を問わず (ALL ROUND), 地盤と土構造物に何が起るかの時刻歴解析を行うこと】を目的に開発された新しい地盤解析技術であるため、従来の対象を限定する解析ツールとは根本的に違う解析技術とされています。

4.1 GEOASIA の特徴

GEOASIA は、エンジンとシャーシで構成される自動車に例えると、エンジンに土骨格の構成式である SYS カムクレイモデルを搭載しています。SYS カムクレイモデルは、カムクレイモデルを土台に土の骨格構造 (構造・過圧密・異方性) とその働きを記述することによって、材料非線形性が強い粘土から砂、中間土の力学挙動を、同一理論的枠組で表現する弾塑性構成式で、材料を問わず、多くの実験結果を反映させて生み出されたものです。またシャーシは、連続体力学と混合体理論を基礎とした水～土骨格連成有限変形理論を持つ計算ツールです。有限変形理論は、地盤や構造物の幾何形状変化に追随するために、基礎方程式の段階から幾何的非線形性を考慮した理論です。

以上のように構築された GEOASIA では、対象とする地盤材料や問題によって、使い分けを必要とする従来の「専用ツール」とは異なり、土質試験のデータをもとに地盤を作成し、想定される外力形態をそのまま入力することで、「地盤に何が起きるかを教えてくれるツール」ということになり、世界的に見ても新しい地盤解析技術と言えます。

4.2 GEOASIA による動的解析結果例

今回の取材では、地盤工学研究室の皆様は惜しむことなく、GEOASIA の様々な動的解析結果を見せていただきました。動的解析をまだ行ったことのない筆者にしてみたら、どれも面白くて、動的解析の有用性を知ることができました。本稿ではその中でも、特に印象に残った「1. 平成19年能登半島地震における盛土崩壊の解析」と「2. 設備基礎における埋立て地盤～杭基礎～重量構造物系の耐震性評価」の事例をご紹介します。

能登半島地震において発生した盛土崩壊は、地震中に生じたものではなく、地震後に時間遅れで発生した崩壊だと報告されています。当解析では、実際に崩壊現場から採取した土試料の力学試験結果をもとに、地盤の材料定数を求め、GEOASIA で盛土崩壊挙動を再現するとともにその崩壊メカニズムを解明することを目的として行われました。解析結果を見せていただいたところ、地震が作用している間は、せん断ひずみが盛土底部に集中しましたが、盛土自体は崩れることなく、地震が収まったあとに、盛土は段々の崩壊する挙動を示しており、実際の報告どおりの崩壊挙動が再現されていました (口

絵写真—2)。こうなるようにと狙って計算したのではなく、パラメータと地震外力を入力しただけで、自然と表現できているのは、「地盤に何が起きるかを教えてくれるツール」である GEOASIA の性能の良さだと思いました。

後者の「2. 設備基礎における埋立て地盤～杭基礎～重量構造物系の耐震性評価」では、十分な杭基礎を有することで、地震時の重量構造物の安定性を確保できるかの確認を目的として、解析を行ったものだそうです (口絵写真—3)。周知のとおり、地震等の外力が作用した際、水を含む地盤では過剰間隙水圧が発生し、有効応力の低下に伴う地盤の不安定化が発生するため、過剰間隙水圧の適正な表現が必要になります。さらに、重量構造物の設置後となると、設置前～建設中における過剰間隙水圧等の地盤中の状態変化も結果に影響がでるため、この変化も考慮する必要があり、非常に難しい問題であると思われます。しかし、当解析ではこの問題を払拭するため、更地の地盤を初期状態とし、地盤改良から杭の打設、そして重量構造物の建設過程まで計算することで、地震外力入力時まで生じる地盤の状態変化を再現し、実現象を追う計算を行っていました。これは、最終的な答えの信用性に直接つながると言ってもいいと思います。また、前者の解析事例もそうですが、地震が収まった時点で計算を終了するのではなく、過剰間隙水圧の消散まで一貫して計算を行うことで、不安定な地盤が完全に安定化するまで、重量構造物の安定性を確認するといった徹底振りに感嘆致しました。そして、そこまで徹底して解析を行うことで初めて分かる事実もあるということが分かり、その重要性を改めて知りました。

5. おわりに

本稿では、次世代の地盤解析技術を担うものとして、名古屋大学の地盤工学研究室で開発された GEOASIA の概要と解析結果例を述べさせていただきました。また、GEOASIA の開発によって、従来の解析技術を超越する適用性の広さが実感でき、今後、より一層の防災技術の進歩につながる解析技術であるという印象を受けました。本稿を読んで下さった皆様方にも、本稿を通じて少しでも GEOASIA に関心を抱いていただけると幸いです。

謝辞

本稿は名古屋大学の地盤工学研究室の教職員および学生の皆様による大きな支援の下、書かせていただきました。ここに謝意を表します。

参考文献

- 1) GEOASIA の URL
GEOASIA HP: <http://www.geoasia.jp/index.html>