

## 総括

## 3. 地盤材料—砂質土

## 強度、変形、動的性質

東北大学 風間 基樹

## 1. はじめに

本報告では、砂質土の強度・変形・動的性質に関する五つのセッション、合計42編の論文の総括を行う。

## 2. 研究および技術動向

強度・変形に関する研究としては、相変わらずせん断帶の発達やその数学的なモデル化に関する研究が多い。最近では、画像解析技術（X線CT、デジタルカメラ+画像解析）の発達により、供試体レベルでのせん断時の粒子の動きやひずみの局所化などが明らかにされてきた。本セッションでも、ひずみの分布の発達の様子、局所化とマクロな応力の関係などの知見が示された。一方、これらのモデル化に関する構成則の研究も盛んである。一つのモデルで砂の様々な挙動を説明できる一般性を追い求める方向性がある。その中で、砂を非排水繰返せん断した場合、サイクリックモビリティー過程を多く経験すると排水圧密後の砂が液状化しやすいことを示し、構造の高位化として説明した研究、DEMを用いて粒度や粒子形状や不飽和の影響を調べた研究などが目を引いた。また、実験的な研究としては、粒子破碎の影響を圧密、非排水・排水せん断で検討し、破碎性土は緩いほど圧密時の体積収縮量が大きく破碎しやすいのに対し、非排水せん断時には密な方が破碎することを示した研究や体積変化を伴う単調伸張試験によって砂の定常状態を議論した研究などが注目された。

なお、クリープを対象とした研究の議論では、クリープの定義にも関連して、このような時間依存性を固有の材料特性と考えるべきか、それとも別の物理機構によって説明されるべきものは、今後議論の余地があると思われた。

## 3. まとめ

砂質土の強度・変形・動的性質に関する研究では、粒状体としての特性（すなわち粒子形状や粒度組成）に起因する力学挙動に加えて最近では粒子破碎性のある土や不飽和砂質土の力学挙動を対象とする研究が増えてきている。また、強度と変形は明確に切り離されたものとして認識されているわけではなく、研究対象も砂が破壊してからの変形（塑性変形挙動）が最も重要な研究対象となってきた。一方、砂の動的性質の研究は、筆者の個人的な印象では、やや沈滞ぎみである。既存の試験法や液状化の判定の概念の枠をはずれた研究がもっとあってよいと率直に感じる。

全般的に実験的研究と解析的研究は徐々にバランスがとれ、互いの研究成果が有機的につながってきつつある印象がある。この分野の研究は基礎研究的意味合いが強く、やや研究のための研究も見受けられる。今後は、基礎的研究成果が工学的・実務的にどのように生かされてゆくかに注目したい。

## 3. 地盤材料—

## 礫質土、軟岩・硬岩

中部電力(株) 河村 精一

## 1. はじめに

本課題では、礫質土、軟岩・硬岩といった区分に属する地盤材料について、表に示すように二つのセッションにて合計17編の研究成果が報告され、英語での質疑を含め活発な意見交換がなされた。

礫質土のセッションは、室内試験による研究、実際の施工を考慮に入れた研究、粒子を対象とした基礎的な研究の三つのグループに大きく分類される。他方、軟岩・硬岩のセッションは、軟岩の特徴である風化や膨潤といった特性に関する研究、構成則を扱った研究、不連続面を扱った研究の三つのグループに分類される。

## 2. 研究および技術動向

## 【礫質土】

最近に開発された水溶性ポリマーの濃厚溶液を用いるサンプリング方法による供試体に対して、室内試験により変形強度特性を検討する研究が数編報告された。研究目的に関して供試体中の大きな礫の影響や礫の配置位置により強度などバラツキが出るもの、供試体径の大きな試験を少数実施するより、中程度の供試体径の試験を多数実施したい旨の回答があった。また、設計を意識した研究成果として、盛土の必要締固め度  $D_c = 90\%$  の状態は極めて緩いことや、水みち層は地盤全体の剛性に影響を与えるが、強度特性に与える影響の小さいことなどが報告された。

## 【軟岩・硬岩】

軟岩の特徴である風化、吸水膨潤といった特性に関しては、室内試験に基づきそのメカニズムや内部固結力低下を把握する報告があった。また、軟岩の力学挙動を弾粘塑性構成式やレオロジーモデルであるアイソタックモデルにより検討する研究では、材料の不均質性や繰返し載荷への適用に関して報告された。不連続面に関する論文では、横ずれ断層変位に伴う破壊形態を模型実験により検討して、実際の地表地震断層と比較する報告があり、活断層調査の観点から興味深く思われた。

## 3. まとめ

室内供試体レベルによるモデル構築や現象のメカニズム解明に対する研究が精力的に行われており、多くの成果が発表された。今後は、実際の現場における現象の解釈がどれだけできるか、原位置試験のシミュレーション、施工時の観測記録のシミュレーションなどにより、更なる現象解明と予測のレベルアップの図られることを期待したい。

最後にこの総括をまとめるにあたり、礫質土のセッション座長を務められた酒井俊典先生（三重大学）から貴重な資料をいただいたことに、深甚な謝意を表します。