



室内試験による不飽和地盤挙動の評価に関する研究

川尻, 峻三

(Degree)

博士 (工学)

(Date of Degree)

2011-03-25

(Date of Publication)

2015-08-10

(Resource Type)

doctoral thesis

(Report Number)

甲5253

(URL)

<https://hdl.handle.net/20.500.14094/D1005253>

※ 当コンテンツは神戸大学の学術成果です。無断複製・不正使用等を禁じます。著作権法で認められている範囲内で、適切にご利用ください。



氏 名 川尻 峻三
博士の専攻分野の名称 博士（工学）
学 位 記 番 号 博い第 5253 号
学位授与の 要 件 学位規則第 5 条第 1 項該当
学位授与の 日 付 平成 23 年 3 月 25 日

【 学位論文題目 】

室内試験による不飽和地盤挙動の評価に関する研究

審 査 委 員

主 査 教 授 澁谷 啓
教 授 田中 泰雄
教 授 飯塚 敦

氏名	川尻 峻三		
論文 題目	室内試験による不飽和地盤挙動の評価に関する研究		
審査委員	区分	職名	氏名
	主査	教授	澁谷 啓
	副査	教授	田中 泰雄
	副査	教授	飯塚 敦
	副査		
印			
要 旨			
<p>地球規模の気候変動に伴い、最近、我国においてもこれまでにない記録的な豪雨が頻繁に観測されている。豪雨に加え、巨大地震も多発している。2004年10月、関西地方を襲撃した台風23号による地盤災害では、片切・片盛施工による道路盛土の被害が数多く確認され、補強土工法による盛土の被害例も複数報告されているのが特徴であった。とりわけ兵庫県養父市では、盛土高20mのテールアルメ壁が大規模崩壊を起こした。崩壊危険度の高いこの種の道路・鉄道・砂防盛土は全国に多数存在する。よって、常時に不飽和状態にある盛土が豪雨により崩壊する危険は全国地域共通であり、地域住民の安全・安心を脅かす可能性が常にある。このように、本研究のテーマは、社会適宜を得ている。</p> <p>一方、地盤工学分野における現行設計では、盛土のような常時に不飽和状態にある土構造物に対して、不飽和土固有の力学特性を陽な形で取り入れていない。一方、不飽和状態にある既存および新設の盛土の変形および安定性を正しく評価するためには、不飽和土の変形・強度特性に及ぼす影響因子を解明し、これら諸要因の影響を定量的かつ適切に評価したモデルを用いた各種の数値解析手法により、不飽和地盤挙動を的確に予測あるいは評価することが重要となる。</p> <p>本論文では、不飽和および飽和土の弾性係数の測定を実現するために、不飽和および飽和土の試験に対応可能な高精度三軸試験装置・方法を新たに開発し、不飽和土の微小ひずみ領域での弾性係数および締固めた地盤材料の変形・強度特性に与える諸要因の影響を実験的に明らかにしている。さらに、一連の室内試験手法および不飽和土の力学挙動に関する新たな知見の工学的適用例として、ジオシンセティクス補強土壁の変状メカニズムの解明と健全度の評価および砂丘斜面の安定性評価に関する2つの事例研究を実施し、不飽和土の力学の必要性および不飽和土の室内実験の工学的有用性について議論している。</p> <p>本論文は6章から構成されている。</p> <p>第1章は序論であり、本研究の背景・目的について記述するとともに、本研究のテーマに密接に関連する既往の文献をレビューし、不飽和土の力学挙動、三軸試験装置およびベンダーエレメント (BE) 試験、弾性係数の定式化、地盤材料の締固めに関するそれぞれの研究を体系的に要領よくまとめている。</p> <p>第2章では、本研究で新たに開発した不飽和および飽和土の試験に対応可能な高精度三軸試験装置・方法の開発の詳細を記述している。具体的には、高精度の軸変位の載荷・測定を可能にしたデジタルサーボモーターの性能について述べるとともに、試験時間の短縮を図るために採用した微細多孔質膜の利点、繰返し載荷時の局所軸ひずみの測定方法、体積変化の直接測定の方法、等、本研究において開発した試験システムのメカニカルな部分の特長を詳述している。</p>			

氏名	川尻 峻三
<p>第3章では、BEを装着した不飽和土用一次元圧密試験（一次元応力条件下）および三軸試験（軸対称応力条件下）を用いた一連の実験により得られた4種類の地盤材料の挙動について述べている。地盤材料の飽和・不飽和状態での各種弾性係数に及ぼす拘束圧依存性およびサクシジョンの影響について検討し、飽和・不飽和土における弾性係数の変化を統一的に表現し得る応力パラメータと弾性係数の相関について議論し、定量的な経験式を新たに提案している。</p> <p>第4章では、締固めた地盤材料の強度・変形特性に及ぼす諸要因の影響を議論している。具体的には、非排水せん断時の広範囲のひずみにおける変形挙動を測定して、微小ひずみレベルから破壊に至るまでの変形・強度特性に及ぼす締固め効果と拘束圧の影響について検討している。さらに、地盤材料の異方性の程度をBE試験によって測定することにより、土構造が締固め土の強度特性に及ぼす影響について定性的な議論をしている。</p> <p>第5章では、兵庫県で発生したジオテキスタイル補強土壁の変状メカニズムの解明と健全度の評価および砂丘斜面の安定性評価に関する2つの事例研究について詳しく述べている。それぞれの事例において、原位置試験および不飽和土の室内試験の工学的有用性を明示している。</p> <p>第6章は結論であり、第2章～第5章で得られた知見をまとめた上で、今後の展望と技術的・理論的な課題について述べている。</p> <p>本研究は、試験装置の精度等の問題から、これまでに研究例が極めて少ない不飽和土の微小ひずみ領域変形挙動の実際を精緻で緻密な実験を実施することにより明らかにし、さらに締固めた地盤材料の変形・強度特性に及ぼす諸要因の影響を適切に定量化している。さらに室内試験手法や不飽和土の力学特性の工学的応用例として、補強土壁の変状メカニズムを解明した事例と砂丘斜面の安定性評価に関する2つの事例研究を示すことにより、不飽和土の力学の必要性と工学的有用性について重要な知見を得たものとして価値ある集積であると認める。</p> <p>よって、学位申請者の川尻 峻三 は、博士 (工学) の学位を得る資格があると認める。</p>	

(氏名：川尻 峻三 No.1/2)

地球規模の気候変動に伴い、最近、我国においてもこれまでにない記録的な豪雨が頻繁に観測されている。豪雨に加え、巨大地震も多発している。2004年10月、関西地方を襲撃した台風23号による地盤災害の特徴として、片切・片盛施工による道路盛土の被害が数多く確認され、補強土工法による盛土の被害例も複数報告されている。とりわけ兵庫県養父市では、盛土高20mのテールアルメ壁が大規模崩壊を起こした。崩壊危険度の高いこの種の道路・鉄道・砂防盛土は全国に多数存在する。よって、常時に不飽和状態にある盛土が豪雨により崩壊する危険は全国地域共通であり、地域住民の安全・安心を脅かす可能性が常にある。

地盤工学分野における現行設計では、盛土のような常時に不飽和状態にある土構造物に対して、不飽和土固有の力学特性を陽な形で取り入れていない。一方、不飽和状態にある既存および新設の盛土の変形および安定性を正しく評価するためには、不飽和土の変形・強度特性に及ぼす影響因子を解明し、これら諸要因の影響を定量的かつ適切に評価したモデルを用いた各種の数値解析手法により、不飽和地盤挙動を的確に予測あるいは評価することが重要となる。

本論文では、不飽和および飽和土の弾性係数の測定をするために、不飽和および飽和土の試験に対応可能な高精度三軸試験装置・方法を新たに開発し、不飽和土の微小ひずみ領域での弾性係数および締固めた地盤材料の変形・強度特性に与える諸要因の影響を実験的に明らかにしている。さらに、一連の室内試験手法および不飽和土の力学挙動に関する新たな知見の工学的適用例として、ジオシンセティクス補強土壁の変状メカニズムの解明と健全度の評価および砂丘斜面の安定性評価に関する2つの事例研究を実施し、不飽和土の力学の必要性と工学的有用性について議論している。

本論文は6章から構成されている。

第1章は序論であり、本研究の背景・目的について記述するとともに、本研究のテーマに密接に関連する既往の文献をレビューし、不飽和土の力学挙動、三軸試験装置およびベンダーエレメント(BE)試験、弾性係数の定式化、地盤材料の締固めに関するそれぞれの研究を体系的に要領よくまとめている。

第2章では、本研究で新たに開発した不飽和および飽和土の試験に対応可能な高精度三軸試験装置・方法の開発の詳細を記述している。具体的には、高精度の軸変位の載荷・測定を可能にしたデジタルサーボモーターの性能について述べるとともに、試験時間の短縮を図るために採用した微細多孔質膜の利点、繰返し載荷時の局所軸ひずみの測定方法、体積変化の直接測定の方法、等、本研究において開発した試験システムのマニカルな部分の特長を詳述している。

第3章では、BEを装着した不飽和土用一次元圧密試験(一次元応力条件下)および三軸試験(軸対称応力条件下)を用いた一連の実験により得られた4種類の地盤材料の挙動

(氏名：川尻 峻三 No.2/2)

について述べている。地盤材料の飽和・不飽和状態での各種弾性係数に及ぼす拘束圧依存性およびサクシヨンの影響について検討し、飽和・不飽和土における弾性係数の変化を統一的に表現し得る応力パラメータと弾性係数の相関について議論している。

第4章では、締固めた地盤材料の強度・変形特性に及ぼす諸要因の影響を議論している。具体的には、非排水せん断時の広範囲のひずみにおける変形挙動を測定して、微小ひずみレベルから破壊に至るまでの変形・強度特性に及ぼす締固め効果と拘束圧の影響について検討している。さらに、地盤材料の異方性の程度をBE試験によって測定することにより、土構造が締固め土の強度特性に及ぼす影響について議論している。

第5章では、兵庫県で発生したジオテキスタイル補強土壁の変状メカニズムの解明と健全度の評価および砂丘斜面の安定性評価に関する2つの事例研究について詳しく述べている。各事例において、原位置試験および不飽和土の室内試験の有用性について議論している。

第6章は結論とし、第2章～第5章で得られた知見をまとめた上で、今後の展望と課題についても述べている。