

# 論文の要旨

題目 道路構造物の設計施工における地盤の設計定数の決定方法に関する研究  
(A study on method of determining the geotechnical parameters for design and construction of road structures)

氏名 松方 健治

高速道路建設における地盤工学分野の実務では、地盤調査(原位置試験、室内試験)での測定値から単純化した土の変形強度特性を想定し構造物を設計してきた。その代表例として、沖積粘土を主体とした段階圧密試験による圧密特性や盛土の飽和三軸圧縮試験による強度特性の設定などがある。これらの試験や検討はこれまで膨大な数が実施され、高速道路の整備に直接寄与してきた。

一方で、高速道路建設を取り巻く情勢は、1990年のバブル崩壊の時期を境にコスト削減の要求、台風や豪雨などの自然災害の多発、構造物の劣化などが顕在化した。

本論文では、道路構造物の建設・維持における、コスト削減のための長大橋基礎杭の支持層の検討、自然災害や劣化に対する道路盛土のリニューアルを取り上げた。

また、これらを達成するための地盤工学の技術的な課題として、更新統粘土の圧縮・圧密特性、飽和・不飽和土の強度特性の解明がある。本研究のテーマ(課題と目的)を下表にまとめる。

本研究のテーマ(課題と目的)

高速道路の建設に関わる情勢の変化	対象とする道路構造物効果	対策の手法	地盤工学分野の課題	研究の目的 検討の手法
建設コスト削減の要求	長大橋 基礎杭の適切な支持層評価によるコスト縮減	更新統粘土層の力学特性を適切に評価することで、更新統粘土層上の礫層を支持層とする合理的な設計を行う	・大深度更新統粘土の圧密・圧縮特性が未解明。 ・原位置試験の実績が少なく、施工事例もないなど困難な課題がある。	大深度から採取した更新統粘土試料を用いた圧密・圧縮特性の検討  ボーリング孔を利用した大深度の原位置載荷試験の実施と室内試験結果との比較による検証
多発する巨大自然災害 高速道路老朽化	道路盛土効率的で適切な補強土工設計による盛土のリニューアル	盛土の飽和・不飽和状態での強度特性を示し、合理的な設計・施工をする	建設時の標準的な盛土勾配などは規定されている。しかし、盛土構造物のリニューアルや補強に必要な強度定数の考え方が明示されていない	盛土の飽和・不飽和強度の提案  供用中道路盛土試料の飽和・不飽和三軸試験結果に基づく、リニューアルや補強のための概略せん断強度定数の提案

まず、これまで例のない、長大橋基礎部の更新統粘土における原位置載荷試験の実施と評価により室内土質試験結果を用いて長大橋基礎の沈下に対する安定が判断できることを示した。本論文で対象とする橋梁は、吉野川河口域を横過する橋長 1695.5m の PC15 径間連続箱桁橋である。更新統粘土層上に堆積する砂礫層を支持層とすることができれば、大きなコスト縮減につながる事例である。

臨海部の長大橋であり、かつ、支持層の下部の更新統粘土層の圧密沈下が懸念されたた

め、個別に検討を行う必要があった。このため、室内圧密試験による検討を行った後に実際に現地において、ボーリング孔を利用して地盤深度 70m に堆積する更新統粘土層に直接載荷板を設置し、基礎構築時に作用すると考えられる荷重によって原位置載荷試験を実施した。本研究では、室内圧密試験結果と原位置載荷試験結果に基づき、更新統粘土層の沈下について検討を行った。この載荷試験結果の評価により、本件の更新統粘土では一般的な室内試験値で求めた圧密特性が、実務の沈下検討に適用できることを示した。

高速道路盛土の強度定数に関しては、供用中の高速道路盛土の 30 箇所からボーリングによって採取した土試料を用いて、飽和条件および原位置の飽和度に合わせた不飽和条件でそれぞれ三軸 CU バー試験、排気非排水三軸圧縮試験を実施し、全応力に関する見かけの強度定数を測定した。これらの試験結果を整理・検討し、不飽和土の強度が豪雨による水位の上昇などで不飽和状態から飽和状態に移行することによる強度低下を定量的に評価した。さらに、高速道路盛土を礫質土、まさ土、粘性土に分類しそれぞれについて飽和状態（豪雨時）、不飽和状態（常時）における強度定数の概略値を提案した。これらの概略値は実測されたデータに基づく設計値としては例がなく、今後の高速道路盛土のリニューアル事業において有効に活用できると考えられる。

以上より本研究の成果を以下のようにまとめられる。

- 1) 更新統粘土では一般的な室内試験値で求めた圧密特性が、実務の沈下検討に適用できることを原位置の載荷試験で確認した。さらにそれらの結果を解析により再現できることを実証した。
- 2) これまで各機関において明確に示されていなかった高速道路のリニューアルにおいて有用な情報となる、盛土の飽和・不飽和状態でのせん断強度定数の概略値を提案した。

また、今後の展望と課題について、更新統粘土の原位置載荷試験については、以下が挙げられる。

- 1) 本研究では、原位置で大深度（G L. -70m）の更新統粘土に載荷した試験結果と室内土質試験結果を対比することにより、更新統粘土の室内土質試験結果が設計に合理的に適用できることを示した。今後、同様な原位置試験によるデータの蓄積が重要である。
- 2) 本研究で対象とした更新統粘土は、構造が低位な、一般的な粘性土である。大阪湾粘土のような構造が高位な粘土について、今後さらに圧密降伏応力の考え方を研究する必要がある。
- 3) 今回の原位置載荷試験で、更新統粘土の変位が潮位とよく連動することを確認したが、この連動のメカニズムを明確に説明することは出来なかった。今後の研究が必要である。

また、盛土の飽和・不飽和状態でのせん断強度定数の提案についての展望と課題は、

- 1) 盛土の安定上、問題となることの多いまさ土や脆弱岩などの一般値を示したが、限られたデータを整理した結果から求めたものであり、今後、より多様な土質のデータの収集・蓄積を行いたい。
- 2) 現段階では、今回実施した不飽和土の排気・非排水三軸試験などは高度な技術力を

要し、コストも要するため、データの蓄積は容易ではない。三軸試験法の標準化とともに簡易な方法で実務上満足できる試験法の開発が望まれる。

- 3) 高度に不均質な盛土の強度を測定するためには、サンプリングや室内試験を適用することは課題が多い。原位置でせん強度を求める方法を今後研究開発していくべきである