

第III部門

サクシオンと締固め密度に関する研究

大阪府立工業高等専門学校 正会員 ○新納 格

同 上

檜垣太郎

同 上

綿谷勇気

1. 研究目的

土の締固めの力学的機構は、密度が低い段階では締固め力による等方圧力の増加で密度が増加し、ある程度密度が増加した段階では軸差応力が主に働き、局部的なせん断変形破壊を生じて密度が高まると考察できる。本研究はこのせん断変形破壊で密実になるという考えを検証するため、界面活性剤を用いて同じ含水比でサクシオンを変えて検討を行い、締固め密度とサクシオンが反比例的関係にあることを確認したものである。

2. 実験方法

標準プロクター相当の $E_c=550\text{kJ/m}^3$ の仕事量で乾燥法・繰返し法の突固めによる締固め試験を行い、得られた供試体で不飽和一軸圧縮試験を行った。

土質試料はDLクレイ(昭和ケミカル製造)、加水に用いた水は表-1の水道水と非イオン性界面活性剤(花王製)水溶液である。

非イオン性界面活性剤水溶液の濃度は、図-1に示すように表面張力一定となる0.01質量%以上の0.5質量%とした。

突固めによる締固め試験では、鏡面仕上げした2つ割モールド(内径50mm高さ約100mm)に土を5層に分けて均等に入れ、落下高さ100mm質量1kgのコンパクターで各層22回を突固めた。なお、空気乾燥した土に加水する際は噴霧器で水滴を細かくし、各層の突固めを行う前に全断面ピストンで軽く押さえた。

不飽和一軸圧縮試験は不飽和三軸圧縮試験方法(JGS0527)や参考文献3)を参考に行った。ひずみ速度は0.05%/min、間隙水圧の測定は空気侵入値200kPaのセラミックディスクが埋め込まれたペデスタルを通じて行い、上部キャップの接続ホースを三軸圧力室内で解放し、供試体上部の四フッ化エチレン樹脂フィルター(水が通過するに必要な圧力=3.9kPa以上)を通じてバック・エア・プレッシャー80kPaを供給した。

3. 実験結果および考察

図-2に締固め試験結果を示す。初期サクシオンとは軸圧縮前のマトリックスポテンシャルである。測定値の安定に要する時間はサクシオンが小さいほど短く、概ね10分から500分程度を要した。図-2の左図の締固め曲線によれば、加水した水の表面張力が小さいほど締固め曲線は上方にあり、同一含水比における乾燥密度が高いことがわかった。右図は同じ乾燥密度を初期サクシオンで整理したものである。加水した水の表面張力や含水比に関わらず、両者の関係は同じ曲線で近似される。よって、締固め密度はサクシオンと反比例

表-1 突固めの際に加水した水

種 類	製品名	表面張力 (mN/m ²)	組 成
水道水	—	74.48	—
非イオン性 界面活性剤水溶液 (濃度0.5質量%)	エマルゲン(985)	59.2	ポリオキシエチレン アルキルエーテル
	エマルゲン(913)	37.5	
	エマルゲン(LS114)	36.5	ポリオキシアルキレン アルキルエーテル
	エマルゲン(LS-110)	33.5	
	エマルゲン(MS-110)	32.4	

注:花王(株)ケミカル事業ユニット, PRODUCT INFOエマルゲンシリーズより引用

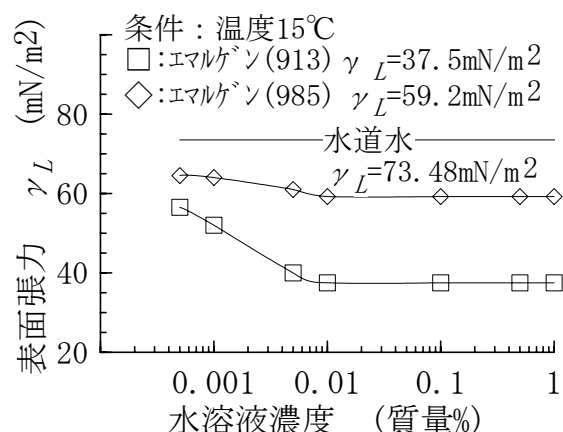


図-1 表面張力と水溶液濃度の関係例

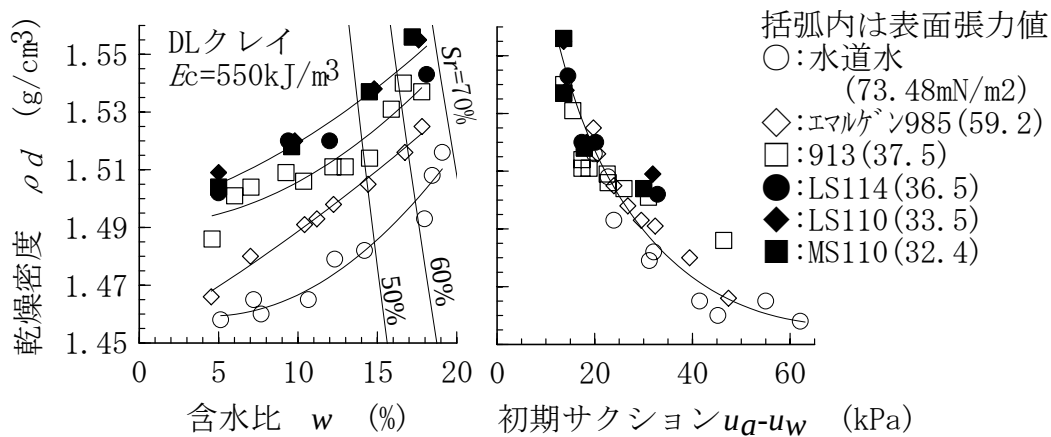


図-2 締固め曲線と初期サクシヨンの関係

的關係にあるといえる．これより締固め密度

はサクシヨンと締固め仕事量の力関係で決定されると考察できる．図-3に不飽和一軸圧縮試験結果を示す．図の一軸圧縮強さと乾燥密度の関係曲線は、加水した水の表面張力が小さいほど右下方に位置する．すなわち、表面張力の減少に応じてサクシヨンと一軸圧縮強さは低下し、相対的に締固め密度が増加した．図-4にいわゆるBishopの有効応力式のパラメーター χ を1とした破壊応力点の分布を示す．内部摩擦角 $\phi_d=42.3^\circ$ の破壊包絡線は、文献3)のDLクレイの排気・排水条件の不飽和三軸圧縮試験に示された値である³⁾．

図より、間隙水の表面張力に比例的に非排水せん断強度が低下する傾向がみられ、含水比増加に応じて破壊包絡線に接近する．

4. 結論

- 1) 突固めによる締固め試験において、加水する水の表面張力低下に応じて、DLクレイのサクシヨンと一軸圧縮強さは低下し、相対的に締固め密度が大きくなる．
- 2) DLクレイの締固め密度とサクシヨンは反比例的関係にあり、締固め密度はサクシヨンと締固め仕事量の力関係で決定される．

参考文献

- 1) 新納格，正田要一，蔣建群，栗林栄一：非イオン性界面活性剤による表面張力低下の不飽和土の締固めに与える影響，土木学会論文集，No.582/III-41，pp.265-274，1997．
- 2) 新納格，正田要一，蔣建群，栗林栄一：非塑性の細粒分を含む土の締固め法，土木学会論文集，No.631/III-48，1999．
- 3) 社)地盤工学 不飽和地盤の安定性に関する研究委員会：不飽和地盤の調査・設計・施工に関する諸問題シンポジウム発表論文集，pp.23-51，平成5年1月．

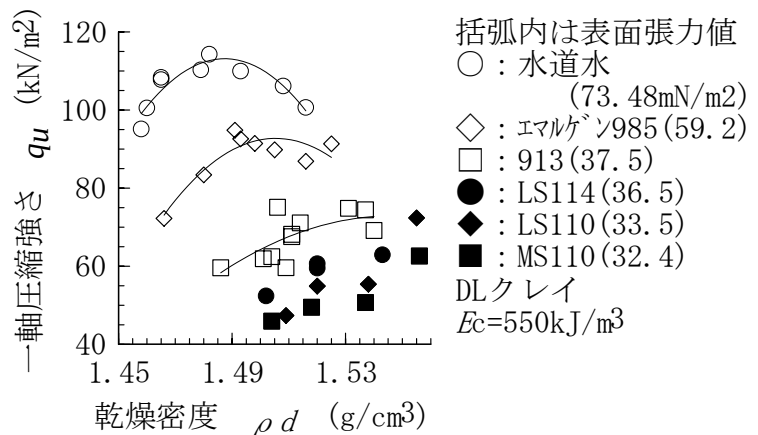
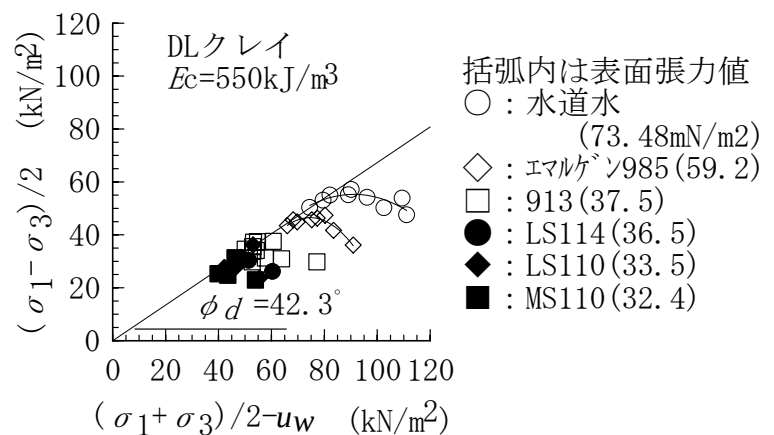


図-3 一軸圧縮強さと締固め密度の関係


 図-4 破壊応力点の分布³⁾