

『地盤工学会論文報告集』 Vol. 37, No. 2

(1997年6月発行) 掲載論文の概要

組合わせ荷重下におけるスパッドカン基礎の挙動のモデル化

E.T.R. Dean · R.G. James · A.N. Schofield · 塚本良道

キーワード：基礎／支持力／砂／塑性／弾性／模型実験
IGC：H3/H1

鉛直荷重・水平荷重・モーメントという組合わせ荷重下において排水条件下における飽和シリカ砂上の円筒型スパッドカン基礎の挙動を調べるため、遠心載荷模型実験を行った。実験結果は、本論文で提案されている挙動モデルと比較を行い、またSNAME (1994) による最近のコードと比較検討がほどこされている。(英文、図：17、表：2、参考文献：75)

水平荷重を受けるスリーレグジャッキアップ海洋構造物の挙動のモデル化

E.T.R. Dean · R.G. James · A.N. Schofield · 塚本良道

キーワード：基礎／降伏／支持力／水平荷重／フーティング
IGC：H3/H1

水平荷重を受けるスリーレグジャッキアップ構造物の挙動数値シミュレーション法について論ずる。本シミュレーション方法は、回転（モーメント）および水平に関する固定度を自由とし、完全な鉛直固定を仮定する。数値シミュレーション結果は、遠心載荷模型実験結果と比較を行った。Wong et al. (1993) が得た結果と同様、モーメントフィキシティーは、スパッドカンの回転剛性の増加、レグ長の増加、レグのたわみ剛性の減少により増加することがわかった。さらに、フィキシティーは水平荷重の増加に伴い減少することがわかった。高水平荷重下での長いレグに発生するフィキシティーは、低水平荷重下での短いレグに発生するフィキシティーよりも小さくなることが知られた。(英文、図：12、参考文献：62)

汚染物質を含む水中の粘土粒子間に働くファン・デル・ワールス力

A. Anandarajah and J. Chen

キーワード：コロイド／炭化水素／粘土／物理化学力／ファン・デル・ワールス力／誘電率 IGC：B12/D2

本研究では、2枚の粘土粒子間に作用するファン・デル・ワールス力の合理的な計算方法を提案している。この方法は、古典的なLondon, Hamaker と De Boer の理論と最近のLifshitzの理論を組み合わせて粘土粒子間に作用する力を厳密に求める方法である。本方法は、特に、実際の粘土粒子は平行に並んでいないという状況と間隙水の影響がある点を考慮している。今回開発した式の目的は、粒子の長さ、厚さ、方向および間隔などの幾何学的パラメーターの影響と間隙水の水質の影響を考慮することである。本研究は、最近発表した粒子間反発力の研究成果と共に、粘性土の物理化学的な粒子間に作用する力をより定量的に評価する方法を提供するものである。さらに、本研究の結果は個別剛体要素法などのマイクロメカニクス数値解析手法に、ファン・デル・ワールス力を考慮することができる可

能性を示唆している。(訳：小峯秀雄) (英文、図：8、表：1、参考文献：42)

近接載荷時の群杭挙動に関する遠心力実験

M.F. Bransby and S.M. Springman

キーワード：遠心力実験／群杭／受働土圧 IGC：C9/E12

構造物の基礎である群杭基礎に近接して上載荷重が作用する場合がある。近接盛土や新規構造物の建造などである。これらの新規構造物による荷重が既設群杭基礎と周辺粘土地盤に及ぼす影響を検討するために、遠心力載荷実験を実施した。上載荷重によって引き起こされる土の側方変位は、杭体に受働的な応力を与えると同時に、杭頂部にはせん断応力を作用させることになる。これらの応力は、群杭の水平変位と回転を引き起こす。この三次元的な土-基礎構造物相互作用は、非常に複雑であり、設計のためには、これらの相互作用を考慮した実験に基づく信頼性の高いデータが必要となる。

本研究では、粘性土中の群杭基礎（受働杭）の挙動を精巧なモデル化による遠心模型実験で評価した。「載荷直後」、「長期的載荷時」といった時間経過による相互作用の変化をとりまとめている。この結果、近接上載荷重の載荷直後が安定性評価において最も重要であることがわかった。また受働土圧を低減するための新しい試みとして、杭周辺地盤に薄い超軟弱層を設置する新しい基礎形式（buttonhole foundation）を提案し、その有効性についても遠心力載荷実験に基づいて検証している。(訳：八嶋 厚) (英文、図：25、表：2、参考文献：8)

飽和砂の非排水繰返しせん断に伴う移動する限界と変相応力状態線

張 建民・社本康広・時松孝次

キーワード：応力径路／繰返しせん断／限界応力／室内試験／ダイレイタンシー／ひずみ／非排水／変相状態／飽和砂
IGC：D7/E14

飽和砂の非排水繰返しせん断時の限界応力状態と変相状態は、砂地盤の液状化抵抗と崩壊現象を考えるうえで重要な研究テーマの一つであるが、十分に研究されていないのが実情である。本論文では、室内試験結果に基づいて、飽和砂の非排水繰返しせん断過程において正のダイレイタンシーに関連する有効応力径路は一つの直線へ漸近するとともに、その漸近線が繰返しせん断の進行に従って限界応力状態線（Critical Stress state Line, CSL と略す）へ移動してゆくという実現象についての分析を行い、以下の結論を得た。1) 非排水繰返しせん断過程の任意の段階において、移動する限界応力状態線（Moving Critical Stress state Line, MCSL と略す）とそれに随伴する変相線（Moving Phase-Transformation Line, MPTL と略す）を導入することで、有効応力径路上の限界応力状態と変相状態を合理的に表現できる。2) MCSL と MPTL は平均主応力軸を沿って移動する有効応力空間で固定している直線である。3) 移動する応力空間の位置を決定する基準応力は、負のダイレイタンシーに関係するせん断ひずみ増分の双曲線関数として表現でき、

論文報告集の紹介

初期の相対密度の影響をも受けている。4) MCSLの傾きは相対密度の増大にしたがって増大するが、MPTLの傾きは相対密度に依存せず一定であることがわかった。以上の結論は、地震によるランダム繰返し載荷の場合にも適用できることを実験で確認した。(英文, 図: 24, 参考文献: 9)

ケーソンの変形と垂直荷重分布に関する実験的検討

S. Alampalli and V. Peddibatl

キーワード: 荷重分布/ケーソン/室内実験/水平変位/模型実験 IGC: E2/E5

本研究は、砂質土地盤上のケーソン基礎を想定し、その沈下・変形挙動を水平挙動と垂直荷重を組み合わせた複雑な荷重条件下で実験的に検討したものである。具体的には、30ケースを超える多くの模型実験を行い、組み合わせ荷重を受けたケーソンの水平・垂直抵抗挙動を根入れ深さ、ケーソンの直径および水平荷重の作用する位置に着目しながら、体系立てて調べている。得られた主要な結論をまとめると次のようである。

1) 周面摩擦力によって受け持たれる荷重は、根入れ深さが増すと共に大きくなる。2) 周面摩擦力は相対的に小さな沈下量で発揮される。3) ケーソン底部での抵抗を無視すると、垂直荷重を算定する場合には問題がある。しかし、この仮定は、極限水平荷重を算定する場合には有効である。4) 荷重沈下曲線に基づくと、沈下がケーソン直径が2~4%までは、支持地盤は線形弾性として挙動する。(訳: 安福規之)(英文, 図: 11, 表: 5, 参考文献: 17)

飽和砂の液状化後の大変形メカニズム

社本康広・張 建民・後藤 茂

キーワード: 繰返し載荷/室内試験/ダイレイタンシー/非可逆な体積変化/飽和砂/ポスト液状化の変形 IGC: D7/E2

傾斜地や、護岸付近の地盤で液状化が生じると、液状化後に数mの水平地盤変形が生じることがある。このような液状化後に生じる地盤の永久変形は、杭などの基礎構造物の被害や、構造物の不同沈下の原因となるため、ポスト液状化(post-liquefaction)の問題として最近注目されている。

本研究では、砂のせん断変形が可逆なダイレイタンシー $\epsilon_{v,ir}$ と非可逆なダイレイタンシー $\epsilon_{v,ir}$ を持つ二つの異なったせん断現象の合成されたものであることを明らかにし、この考え方にたって、飽和砂のポスト液状化における大変形のメカニズムを明らかにした。この結果、以下の結論が得られた。1) ポスト液状化のせん断ひずみ γ は、有効応力の変化に依存するせん断ひずみ γ_d と有効応力の変化に依存しないせん断ひずみ γ_0 の和として表せる。2) γ_0 は有効拘束圧がゼロの状態で定めることができ、この大きさは、それまでに受けた最大せん断ひずみ γ_{max} と一義的な関係がある。3) $d\epsilon_{v,ir}/d\gamma_d$ と偏差応力比 q/p' の間には、直線関係があり、 γ_d は両者の関係から求めることができる。

さらに、上記の結果とストレスダイレイタンシーに関する概念に基づき、飽和砂のポスト液状化における変形を評価するための新たな方法を提案した。評価手法は、実験結果と良い一致を見せた。(英文, 図: 16, 参考文献: 13)

兵庫県南部地震1995におけるクレーンの応答

Ronald F. Scott

キーワード: 液状化/クレーン/地震/地震-構造物相互作用/ロッキング IGC: E8/E12/H7

1995年1月の地震時に神戸港では多くのクレーンが被害を受けた。特徴的なことに、岸壁のコンクリート舗装面に残された繰返し衝撃の痕は、クレーンが車輪を中心に揺れると同時に、「地震の揺れ」と「液状化した裏埋め土の圧力」が岸壁のケーソンとその上にある前輪のレールを押し出したことを示している。ドッグの動きの時間的尺度を得るためにクレーンの動きの解析を行い、クレーンの応答についても興味深い知見を得た。(訳: 塩見忠彦)(英文, 図: 6, 表: 3, 参考文献: 8)

砂の安息角の測定方法

三浦均也・前田健一・土岐祥介

キーワード: (安息角)/拘束圧/測定/ダイレイタンシー/内部摩擦角/粒状体 IGC: D6/D3

粒状体に固有の安息角と内部摩擦角とは、力学的に密接な関係があることは明らかである。しかし、安息角の定義、その測定方法はまだ確立されていないのが現状である。そこで、安息角の力学的背景と測定方法について検討している。最初に、安息角として、水平な平面上に静的に形成される円錐形の砂山の斜面傾斜角に着目し、その力学的意味について検討している。砂のダイレイタンシー挙動のメカニズムに基づいて、安息角と内部摩擦角の関係を説明している。次に、安息角の測定上の影響因子について実験的に調べ、その結果、砂の円錐山の寸法、形成速度、底面の摩擦特性が砂山形成および安息角測定において無視できない影響を有することを示している。最後に、測定に好ましくない影響を排除した合理的な測定方法を開発し、装置を紹介している。また、数種の粒状材料について実験を行い、砂山の大きさに伴う安息角の低下を観察するとともに、拘束圧の増加に伴う内部摩擦角の低下との力学的関係について考察している。(英文, 図: 12, 表: 2, 参考文献: 14)

石灰処理による海成粘土の改良

G. Rayasekaran and S. Narashimha Rao

キーワード: 石灰拡散/石灰注入/石灰パイル/走査型電子顕微鏡/pH IGC: D10/K6

海成粘土は世界各地に分布し、低強度、高圧縮性など工学的性状が劣る点に特徴がある。この堆積物は応力状態や間隙水の化学組成の変化に敏感であり、この点を改良するための石灰処理は古くから知られている。この報告では石灰パイルあるいは石灰注入による処理の際の粘土への石灰の拡散とそれに伴う工学的性質の変化を述べた。すなわち、土と石灰との反応による反応生成物が土粒子の成長をもたらすことが走査型電子顕微鏡(SEM)観察によっても確認された。また、海水中のナトリウムイオンの存在は石灰の拡散を遅らせることなく、有意な改良効果を生む。このように、石灰パイルあるいは石灰注入は海成粘土の改良のための簡便な技術である。(訳: 川地 武)(英文, 図: 5, 表: 3, 参考文献: 27)

石灰処理土への塩化物および硫酸塩の影響

G. Rajasekaran, K. Murali and R. Srinivasaraghavan

キーワード: 海成粘土/結合物質/工学的性質/石灰注入/土と石灰の反応 IGC: F2/K6

軟弱海成粘土は世界各地の沿岸部に分布し、通常塩化物に富み、時には硫酸塩にも富む。海成粘土の石灰による改良は以前から行われている。ここでは、石灰による海成粘土の微粒子レベルの変化を試験、検討した。このために、土と石灰の反応生成物をX線回折法(XRD)と走査型電子顕微鏡(SEM)によ