

# DS-07 「エネルギーに基づく液状化評価の可能性」

## DS-07 Prospective Views on Liquefaction Assessment by Energy-based Methods

小林 孝 彰 (こばやし たかあき)  
鹿島建設(株)  
土木設計本部 解析技術部 地盤解析グループ

東野 圭 悟 (あずの けいご)  
中央開発(株)  
ソリューションセンター 担当課長

### 1. はじめに

エネルギーに基づく液状化予測の考え方は、従来の応力に基づく方法に比して優れた特徴を有するものの、実用化に至っていないのが現状である。本稿は、第53回地盤工学研究発表会「DS-07 エネルギーに基づく液状化評価の可能性」における8編の発表についてまとめるものである。

### 2. 研究の動向

#### 2.1 新たな液状化評価手法に関する研究

エネルギーの釣合いに基づく液状化評価法 (No. 873) では、地盤改良前後の浦安と神戸ポートアイランドを対象に地盤沈下量の算定が紹介された。従来の応力法と比較して、エネルギーに基づく方法では入力波の継続時間の効果がより強く結果に反映されるという考察が示された。

No.874 は、単一の供試体の試験結果から液状化強度曲線を推定する試みの続報である。今回の報告では、不攪乱試料を用いた非排水繰返し三軸試験データを対象に、その妥当性を検証している。昨年度までの再構成試料を対象とした分析と比較することで、不攪乱試料特有のばらつきによる効果が浮き彫りとなり、貴重な知見となっている。

#### 2.2 砂の液状化特性に関する研究

No. 875の筆者らは、東北地方太平洋沖地震後の浦安市の観測事実から、地下水位変動に起因する地盤の過圧密化が液状化強度の増大をもたらす可能性を指摘している。これを受けて、予め繰返し圧密履歴を与えた供試体の液状化試験を行った結果、応力比に比べて正規化累積損失エネルギーが圧密履歴の影響をより感度よく表現することが報告された。

No.876は、正規化累積損失エネルギーと発生ひずみの関係を液状化後の大ひずみ領域まで分析したものである。規則波载荷では、両振幅ひずみが15%以上の領域まで両者の関係に一意性が確認できるのに対し、不規則波载荷ではひずみ7.5%以上の領域で、繰返し回数の増加に応じて同エネルギーが低下する傾向が認められた。その理由として、波形の不規則性に由来する履歴ループ中間点移動によるエネルギー損失が挙げられている。

HPI2

#### 2.3 ハイブリッド地盤応答試験を用いた研究

No.877, 878 の筆者らが提案する土の変形特性試験法は、「ひずみ制御型の1回繰返し段階载荷試験」と「一定ひずみ振幅の繰返し载荷試験」を実施するものである。従来法と提案法で評価した変形特性を用い、地盤応答解析とハイブリッド地盤応答試験から提案法の妥当性が検証されている。またハイブリッド応答試験の結果を対象とした、エネルギー法による液状化判定の精度について、検証した結果、従来の $P_L$ 法よりも適切な判定が可能であることが指摘されている。

#### 2.4 複数回液状化(再液状化)に関する研究

No.880では、乾燥砂の多層リングせん断試験より、初期せん断を受ける地盤の複数回液状化に関する分析が行われている。初期せん断を与えた場合であっても、正規化エネルギーが急増する点以降に着目すると、初期せん断不在の場合と同程度のエネルギーで液状化するという結果が得られている。またNo.879の報告では、多層リングせん断試験に代えて、中空ねじりせん断試験の分析結果が報告された。応力経路における変相線を境として、消散エネルギーを強度増加に寄与する正の効果、及び負の効果に分けて分析する方法について、従来の試験とは異なる傾向の結果が示されている。

### 3. おわりに

2 回目を迎える当ディスカッションセッションでは、各発表に実務への適用の意識がより色濃く見え、エネルギーに基づく方法の実用化へ向けて着実に歩を進めている感がある。最後に、当委員会では、「エネルギーに基づく液状化予測手法に関するシンポジウム(2019年3月26日)」を開催予定である。皆様の積極的な投稿、参加を期待する次第である。

(原稿受理 2018.9.3)