

改良型土圧センサーによる模型砂地盤の除荷に伴う応力再配分の把握

日本大学 正会員 重村 智

日本大学 学生会員 ○檜木 英洋

日本大学 学生会員 岡嶋 礼男

1. 研究背景および目的

斜面など不均一応力場では、破壊は必ず進行的に生じる。また、すべり面上では、破壊の進行に伴い絶えず応力再配分が生ずることになる。これまで、種々の模型地盤の破壊実験から、すべり面上の土塊の変位に伴い、すべり面付近に圧縮力の卓越領域を形成し、土塊の安定上有利な応力状態を形成することが確認されている。この圧縮力の卓越領域はアーチ作用であると考えられているが、地盤内のアーチの影響範囲や定量的な効果など、アーチの実態は明らかにされていない¹⁾。そこで本研究では、模型砂地盤内のアーチ形成の実態解明に先駆け、既報²⁾で示した小型圧力変換器を利用した土圧センサーを改良し、砂地盤内の局所的な応力変化の把握手法を確立したので報告する。

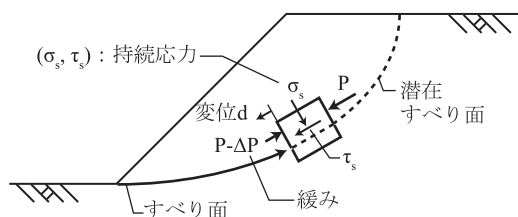


図1 ひずみエネルギー解放破壊伝播

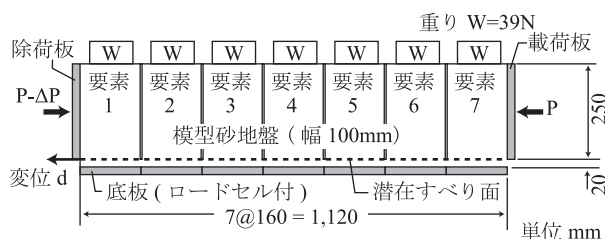


図2 側方除荷実験装置

2. 局所的な土圧測定のためのセンサー開発

図1のようなひずみエネルギー解放破壊伝播が生じている際のすべり面先端付近をモデル化した模型砂地盤の側方除荷実験において、除荷に伴いすべり面付近にアーチと見られる応力集中が生じることが確認されている。このアーチの実態解明に先駆け、模型砂地盤内の局所的な応力を捉えることを目的に、既報²⁾の小型圧力変換器を用いた土圧センサーの改良を試みた。

2.1 改良型土圧センサーの構造

図3は改良型土圧センサーの概要図である。比重2.70、寸法98mm×8mm×8mmのジュラルミン角棒に直径7mm、深さ2mmの窪みを設け、窪み底部に小型圧力変換器(容量: 50kPa)を埋め込む形で固定した構造である。

側方除荷実験における模型砂地盤が、幅100mmの平面ひずみ状態にあるため、地盤の2次元的な変形を妨げることをない棒状を採用した。なお、ジュラルミン角棒表面には、地盤中において周囲の砂との噛み合わせをよくするため、粘着テープにて砂を塗布している。

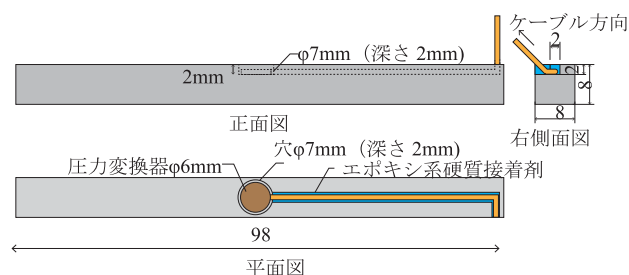


図3 改良型土圧センサー概要

圧力変換器の金属膜の受圧板に対して流体を媒体とする場合、受圧板に様に圧力が作用するのに対し、土粒子が接触する場合、受圧板に対して様に力が作用しないことが影響し、砂地盤内の局所的な土圧を直接計測ができない。従来型では、図4に示すように圧力変換器に接する媒体を硬質グリースにすることで、砂地盤内での局所的な土圧計測の可能性を示したが、グリースを密閉するためのシリコン系充填剤の加工の状況により測定値がばらつく結果となった。

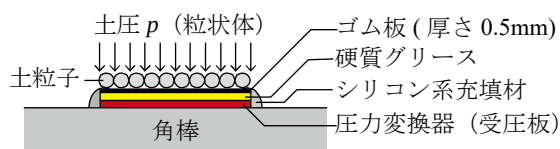


図4 従来型土圧センサーの受圧部の構造

そこで、改良型では、図5のように角棒の窪みに固定した圧力変換器の受圧板に硬質グリースを薄く塗布したのち、直径6mm、厚さ0.8mmのプラスチック板にて蓋を

キーワード：アーチ作用，応力再配分，除荷

連絡先：〒101-8308 東京都千代田区神田駿河台 1-8-14 tel: 03-3259-0675, E-mail: sigemura@civil.cst.nihon-u.ac.jp

し、蓋の周りの隙間をエポキシ系軟質接着剤で密閉する加工を施した。なお、プラスチック板表面には、土粒子の滑りを軽減すべく砂を塗布した。

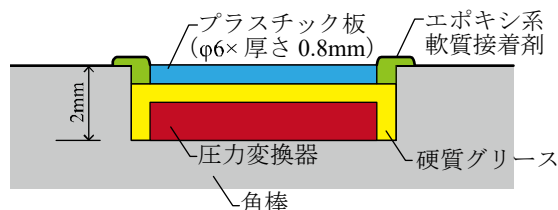


図5 改良型土圧センサーの受圧部の構造

2.2 土圧センサーの検定

改良型土圧センサーの検定方法は以下の通りである。幅 400mm×奥行 300mm×深さ 300mm の土槽底中央部に乾燥砂を 20mm 程度堆積させた上に土圧センサーを水平に設置し、その後、0.850mm 目のふるいをうい空中落下法により乾燥砂(側方除荷実験と同様の 6 号珪砂)を水平に堆積させてゆき、20mm 堆積させるごとの圧力変換器値を計測した。測定値が土被り圧とほぼ同等の値を示したことから、砂地盤内において、局所的な土圧を捉えることが可能であることが確認された。

3. 側方除荷実験における改良型土圧センサーの検証

改良型土圧センサーを用いて側方除荷実験における地盤内の応力状態を捉えることが可能であるか、検証を行った。センサーは、図 6 のように模型砂地盤の要素 1 (除荷板脇) の潜在すべり面から上に 40mm 離れた位置から 4 段×4 列の計 16 箇所、受圧面を水平面から時計回りに 45°傾けて設置した。なお、第 2 要素～第 7 要素内は、地盤全体の一様性を確保するために、土圧センサーと同様の表面加工を施したジュラルミン角棒を同様の間隔で設置した。

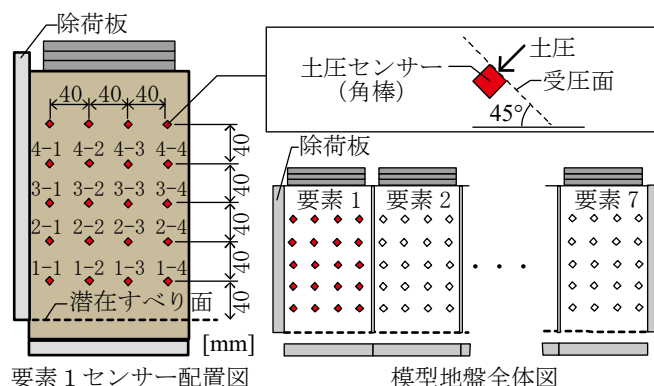


図6 土圧センサーの配置図

図 7 に除荷に伴う模型砂地盤内(要素 1) の応力変化を示す。除荷板に近い領域(1 列目および 2 列目上方)で応力が減少した後ほぼゼロを示し、要素 1 内に緩み

領域を確認できる一方、要素 1 の右下付近では、応力が大幅に増加した後、一定値を維持していることから、応力集中領域を形成し、載荷板荷重に抵抗していることが確認できる。ここで、図 8 にセンサー 1-4 の土圧が最大値を示した除荷板変位 8mm 時の土圧コンターを示す。主働破壊領域の土塊をゆるみ領域として見てとれる一方で、応力集中領域が、アーチ形成領域の一端を捉えていると考えられ、改良型土圧センサーにより、模型砂地盤の応力変化を捉えることができることが確認された。

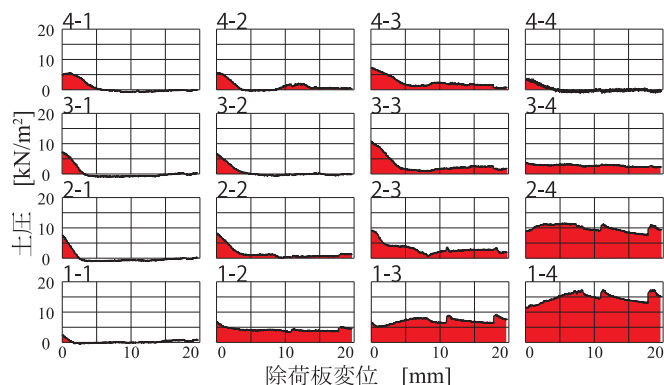


図7 除荷に伴う模型砂地盤内(要素 1) の応力変化

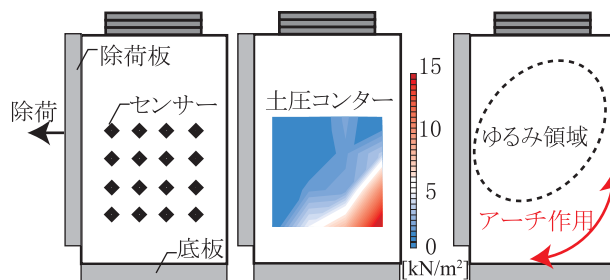


図8 要素 1 内の土圧コンター (除荷板変位 8mm 時)

4. まとめ

模型砂地盤内の局所的な応力を捉えることが可能な土圧センサーの開発し、アーチ形成領域の一端を捉えることに成功した。同センサーの小型圧力変換器の埋め込み構造は、実験装置の底板、載荷板、除荷板等に部分的に設置することも可能であり、模型地盤内の不均一な応力状態の把握に応用できる。今後は、このセンサーを用いて、地盤の進行性破壊に伴うアーチ形成機構の実態解明を目指す。

<参考文献>

- 1) T.Tokue, S.Shigemura and H.Sai : Role of Arch Action in Progressive Failure of the Ground ; Proceedings of the 14th Asia Regional Conference on Soil Mechanics and Geotechnical Engineering, CD-ROM, Paper No.205, 2011.
- 2) 重村, 岡嶋 : 模型砂地盤内アーチ機構解明のための土圧センサーの検討, 第 71 回土木学会年次学術講演会講演集, 2016