

プレッシャーメータ試験で求められる変形係数と降伏圧力の関係 において亀裂が与える影響

榎セイコー ○畠中 昇平, 村嶋 光明, 黒田 憲介, 原口 洋平

1. はじめに

地盤の指標を求めるプレッシャーメータ試験は、変形係数と降伏圧力を求めることができる。変形係数と降伏圧力の間には正の相関が認められるが、岩盤の場合において、相関関係にはばらつきが見られる。その理由として、岩盤に発達する亀裂などの不連続面の存在ではないかと考え、これまで実施した試験結果とボーリングコアで確認された亀裂の性状を比較し、亀裂が与える影響について評価した。

2. プレッシャーメータ試験について

一般的に、プレッシャーメータ試験の単調荷重における荷重強度-変位曲線は図-1に示すような曲線となり、その曲線には2つの変曲点が認められる。一つは、一次変曲点と呼ばれ、その荷重強度を P_0 (初期圧) と呼ぶ。もう一つは二次変曲点と呼ばれ、この荷重強度は P_y (降伏圧) と呼ばれる。これらの一次変曲点と二次変曲点を結ぶ直線から変形係数が求まる。

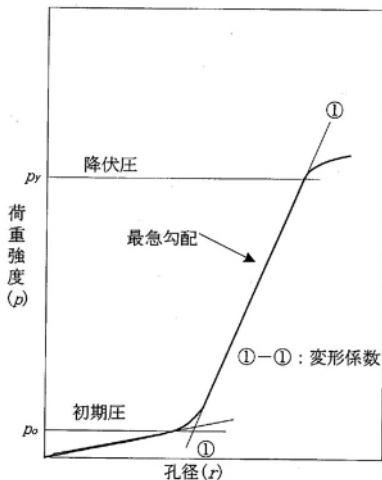


図-1 荷重強度-変位曲線¹⁾

プレッシャーメータ試験を実施していると硬質な地盤において荷重強度-変位曲線が急勾配で P_y (降伏圧) も高くなる傾向が経験的に認められる。しかし、図-2に示すように、荷重強度-変位勾配が急勾配であるにもかかわらず、 P_y (降伏圧) がより緩勾配の状態の時に比べて低くなる場合もある。そこで、変形係数と降伏圧との関係について、これまでに実施した既往試験結果からどのような傾向が見られるかを整理した。試験結果は、一般的に荷重強度-孔径変位量のグラフで表されるが、変位勾配と降伏圧を比較しやすいように、孔径の変位量を歪として表したものを図-2に示す。

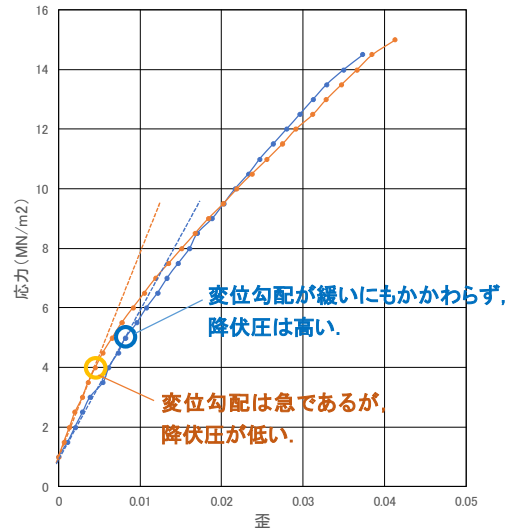


図-2 変位勾配と降伏圧の関係

3. データの整理方法と結果

等圧分布荷重法による試験として LLT 及びエラストメーターを用いた試験結果から、荷重強度-変位曲線図にて求められる変形係数と降伏圧力の関係をグラフ化し、近似式を求めた。図-3に示すように土質地盤で実施した試験結果に比べて、岩盤における試験では、決定係数が低く、特に変形係数が高くなるにつれ、降伏圧力との相関性が低くなる傾向が見られる。そこで、コアの試験区間に存在する亀裂の性状に着目し、亀裂の傾斜程度により区分を行った(図-4)。

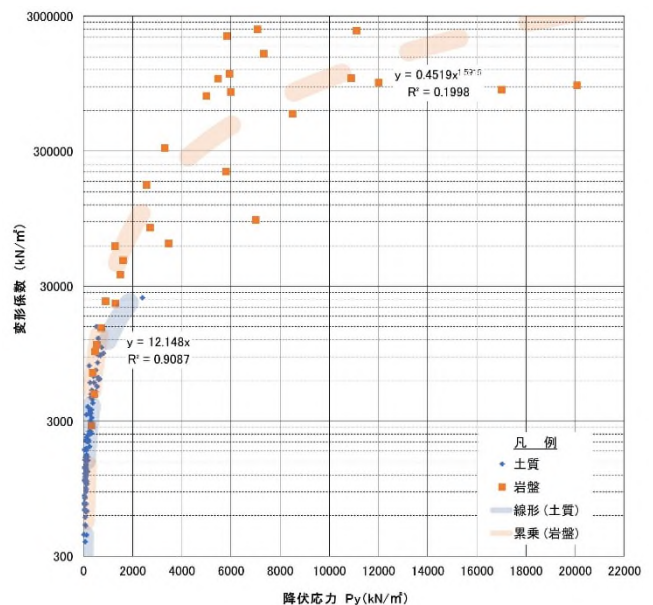


図-3 変形係数と降伏圧の関係

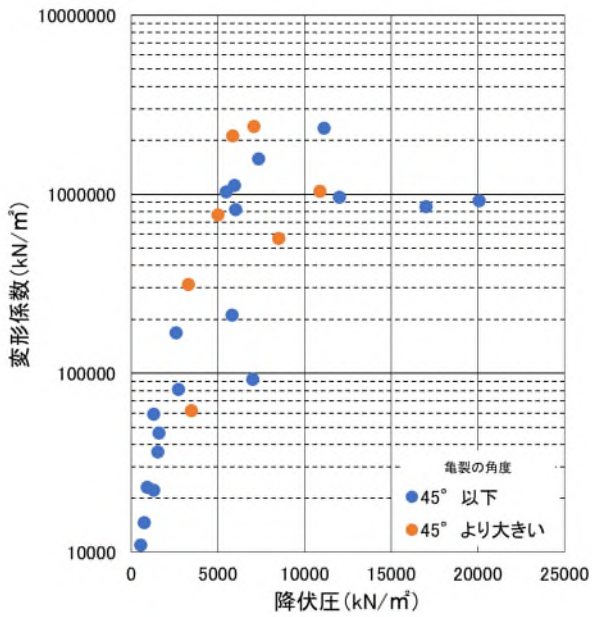


図-4 荷重強度-変位曲線図

区分した結果より、試験区間の中央部付近に存在する亀裂の傾斜角度が大きいほど降伏圧力は低い側になり、亀裂の傾斜角度が小さいほど降伏圧力は高い側にある傾向が見られる。なお、地質の違いによる区分で整理した場合には、荷重強度-変位曲線のバラツキに傾向は見られなかった。

岩盤において明らかな差が生じるのは、亀裂のように不連続面の存在であり、地盤の降伏圧(二次変曲点)の値を左右するものであると推察された。ここで、前述した二つの試験結果の違いについては、亀裂の傾斜を記載したボーリングコアの状況を写真-1に示した。

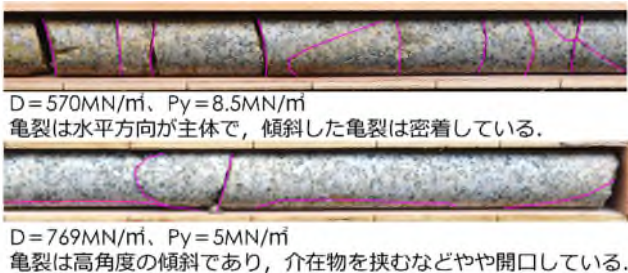


写真-1 亀裂の傾斜状況(コア写真)

このように岩盤での試験結果では、亀裂の形態に着目して試験結果を整理すると、亀裂の傾斜の違いで変形係数は同程度であっても、降伏圧力が異なることが判明した。ここで、3次元コアをイメージして、亀裂の傾斜の違いによるそれぞれの特徴を表-1にまとめた。プレッシャーメータ試験では、水平方向に広げようとするため、亀裂の角度により応力の受け方に違いが生じたのではないかと考えられる。これは、高角度の亀裂があると、孔壁から亀裂までの距離が見かけ上、近くなることから破壊されやすくなることから降伏圧力が低くなる場合が生じるのではないかと推察される。

表-1 亀裂の傾斜の違いによるそれぞれの特徴

低角度で左右方向に伸びている場合	高角度で上下方向に伸びている場合
→ 水平方向に力を加えても亀裂との距離が遠いため、亀裂の変形は少なく、地盤の降伏圧に対する影響は少ない。	→ 水平方向に力を加えると亀裂が近いので亀裂が変形しやすく、降伏圧の値が小さくなる傾向となる。

4. まとめ

岩の降伏圧は、岩盤における亀裂の入り方(傾斜角度)や亀裂の性状(粘土を挟む、空隙が存在する)によって影響を受け、変化するものと推察される。従って、岩盤におけるプレッシャーメータ試験での降伏圧の評価については、亀裂の性状(不均質性や不連続面の存在)に留意して取り扱うことが大切である。また、岩盤での測定に用いられるエラストメータは、変位量を計測アームで測定することから、計測アーム近傍の亀裂状態の影響を受けやすい可能性も考えられる。このように、岩盤に存在する亀裂は、強度評価に影響を与えることが考えられる。よって、試験計測時は亀裂の性状に留意するとともに、柱状図には亀裂の傾斜角度や挟在物の性状などを記録することが必要である。今後の調査では、ボアホールカメラ等を併用することで、孔内の乱れのない不連続面の分布状況・傾斜等を把握し、亀裂が与える影響についてさらに検証していきたい。

《引用・参考文献》

- 1) 社団法人土木学会：原位置岩盤試験法の指針(2000) , pp. 43-55.
- 2) 公益社団法人地盤工学会：地盤調査の方法と解説(2013) , pp. 663-696.