

京都大学大学院 正会員 大西 有三

京都大学大学院 正会員 大津 宏康

京都大学大学院 正会員 矢野 隆夫

京都大学大学院 学生会員 ○高木 克実

[1] はじめに

岩盤構造物の設計を行う際、岩盤自体の力学的挙動は岩盤不連続面によって大きく支配されていることから、不連続面の挙動を把握することは、極めて重要な問題である。

従来より、不連続面の強度定数を求めるために、垂直応力一定せん断試験 (CNL) が用いられている。この方法は、供試体を複数個用いて、垂直応力をかけて試験を行う事により求めようというものである。しかし、実際の岩盤の不連続面の強度はそれぞれ固有のものであるのでそれらの平均的なものを求めているに過ぎない。そういったことから近年、垂直剛性一定せん断試験 (CNS) が行われている[1]。図-1 にこれらの試験方法の概念図を示す。CNL 試験とはことなり、CNS 試験は垂直変位値の変化に応じて設定された垂直剛性値をかけ合わせた分だけ垂直応力を増減させるようにするものである。CNL 試験では斜面のすべり破壊をシュミレートしているのに対して、CNS 試験では周辺地盤の影響を含んだより一般的な破壊状態をシュミレートしている。CNS 試験の結果には、応力経路が破壊線上を長い区間に渡り移動しており、単一の試験結果より強度定数を算定できる可能性があると考えられているものと共に、破壊線に到達した後せん断応力が低下してピークを持ってしまふものが見られる。(図-2)

そこで本研究では、岩盤不連続面の強度・変形特性を把握するために垂直剛性ならびに初期垂直応力をパラメータとして CNS 試験を行い、その結果を垂直応力一定試験の結果と比較し、また、上に述べた試験結果の相違の原因および垂直剛性、初期垂直応力といったパラメータがせん断挙動に与える影響について考察を行う。

[2] 供試体

供試体をセメントモルタルにより、配合比をセメント：砂：水=1:2:0.65 として作製した供試体の一軸圧縮、引張強度および JRC は 33.3(Mpa)、3.89(Mpa)、7.5 であった。

[3] 試験条件

本研究では、初期垂直応力を 0.490~7.85(Mpa)の範囲で 4 種類、垂直剛性を 490~29,400(Mpa/m)の範囲で 8 種類変えて CNS 試験を行った。

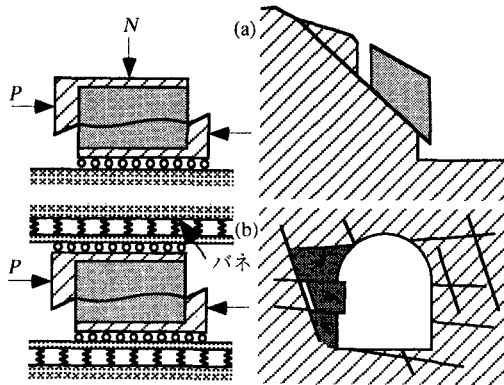


図-1 試験方法の概略図

(a) CNL試験 (b) CNS試験

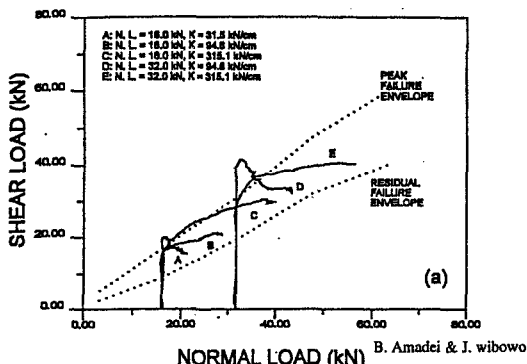
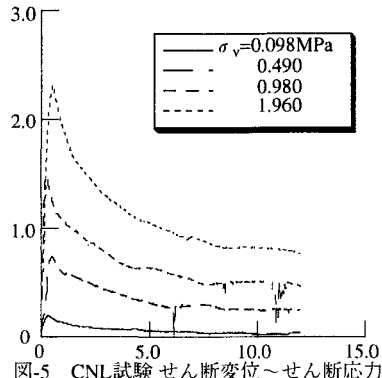
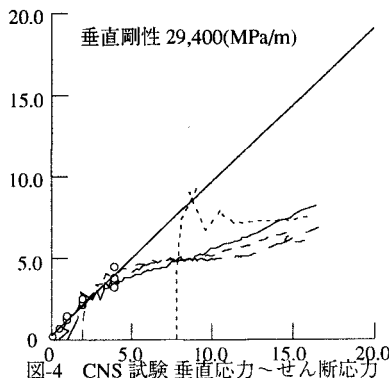
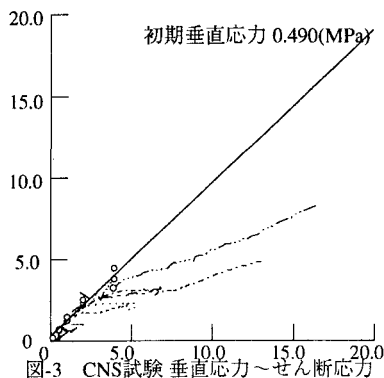


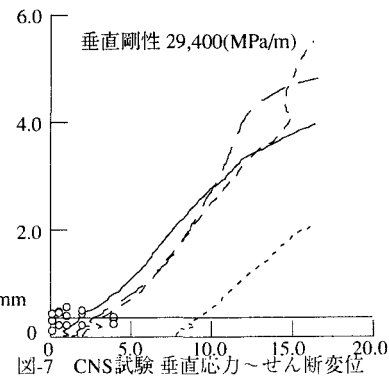
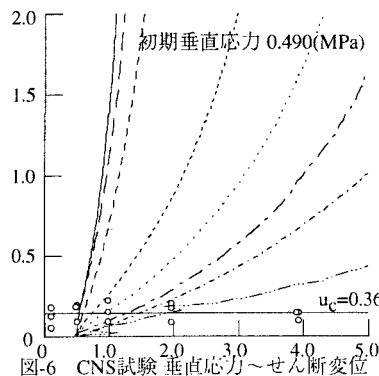
図-2 従来のCNS試験結果

B. Amadei & J. Wibowo



○ CNL試験における
最大せん断応力
(図-4,5)

○ CNL試験における
ピークせん断変位
(図-7,8)



[4] 実験結果

図-3 に初期垂直応力値が同一のもの、図-4 に垂直剛性値が同一のものの垂直応力～せん断応力の関係の一例を示す。図-3 より、垂直剛性が大きい程応力経路が破壊線上を移動する区間が長くなっていると言える。この原因を CNL 試験の結果を用いて考察する。

あるせん断変位の値までは、不連続面のせん断挙動が残留状態にならないと仮定し、その変位までは応力経路が破壊線上を移動すると考える。ここでは、その変位を CNL 試験のピークせん断変位であるとする。この変位を限界せん断変位、また限界せん断変位に対する垂直応力値を限界垂直応力と呼ぶ事とする。図-5 は CNL 試験におけるせん断変位～せん断応力の関係であり、これらのピークせん断変位の平均値は 0.363mm である。この値を図-6 に示す垂直応力～せん断変位の関係から限界垂直応力値を求め、先程示した図-3 に適用させると、少なくともその値までは応力経路が破壊線上を移動している事が認められる。この考え方により、極端に垂直剛性値が小さい時は限界垂直応力値が初期垂直応力値とほとんど同一の値を持ち、垂直応力がほとんど増加せずに残留状態に移行するために、応力経路が破壊線に到達した後せん断応力がピークを持ち低下していくと考えられる。

図-4 においても上述したのと同様の事が言える。しかし、初期垂直応力値が大きいものはこれにあてはまらない。これは、初期垂直応力値が大きすぎるために不連続面の破壊が起こったためであると考えられる。よって、この考え方が適用できる垂直応力の上限值が存在していると考えられる。

また、初期垂直応力値が小さいものの応力経路がほぼ同一とみなせる事から、初期垂直応力よりも垂直剛性の与える影響の方が大きいと考えられる。

[5] 結論

CNS 試験において、応力経路の相違は垂直剛性の違いによるものであり、垂直剛性値が大きい程、初期垂直応力が小さい程応力経路は破壊線上を長い区間にわたって移動する。これは、限界せん断変位の考え方により説明されるが、その適用範囲には上限があると考えられる。また、CNS 試験では、垂直剛性の影響がより大きいと考えられる。

参考文献

- [1] B. Amadei & J. Wibowo : Applicability of existing models to predict the behavior of rock joints under different boundary conditions , The second international conference on analysis of discontinuous deformation , 1997