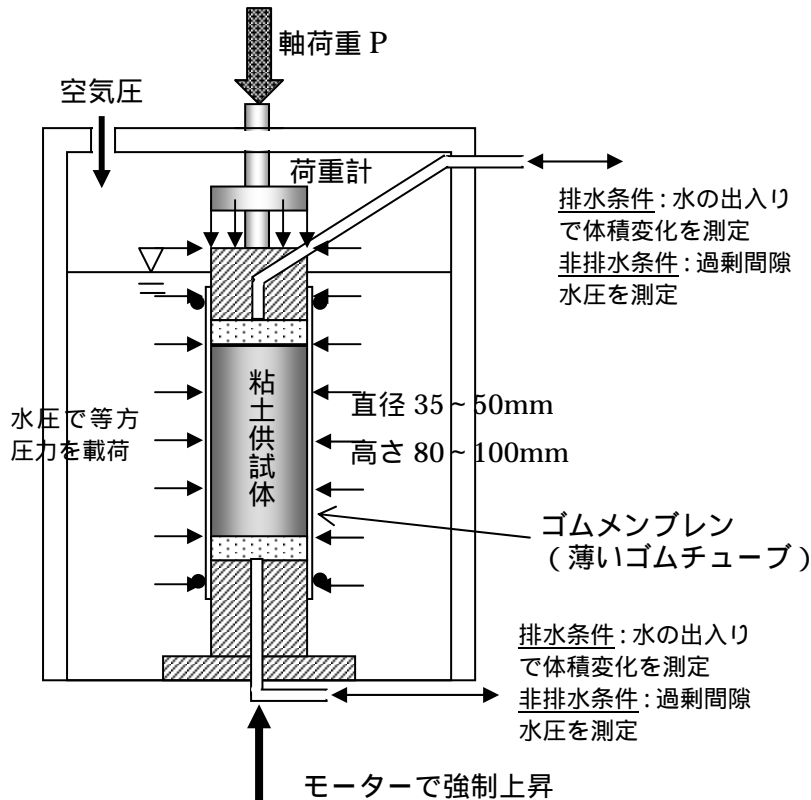


【土のせん断強度を測定する試験(2):三軸圧縮試験】



三軸圧縮試験の種類 (3種類)

	等方圧力による 圧密過程	軸圧縮による せん断過程
UU 試験	非圧密	非排水せん断
CU 試験	圧密	非排水せん断試験
CD 試験	圧密	排水せん断

(注: 読むときは, 「非圧密非排水せん断試験」というようにつなげて読む)

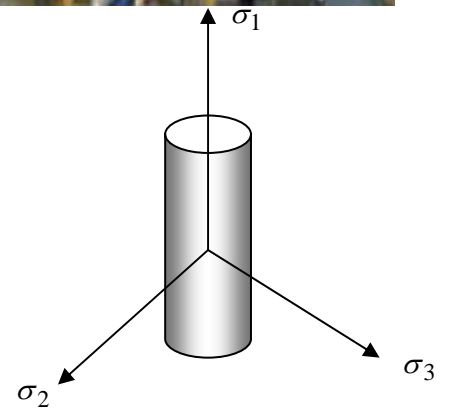
試験方法:

CU, CD 試験の場合: 供試体を取りまく水による水圧で等方的な圧力を载荷する。粘土の場合は十分圧密が終了してからに進む。砂の場合は, 瞬時に圧密は終わるので, すぐに進める。
(圧密終了した時点で, 等方的に载荷した圧力はすべて有効応力になっていることから, この圧力を有効拘束圧と呼ぶ)

UU 試験の場合: 非排水条件のまま, 供試体を取りまく水による水圧で等方的な圧力を载荷する。

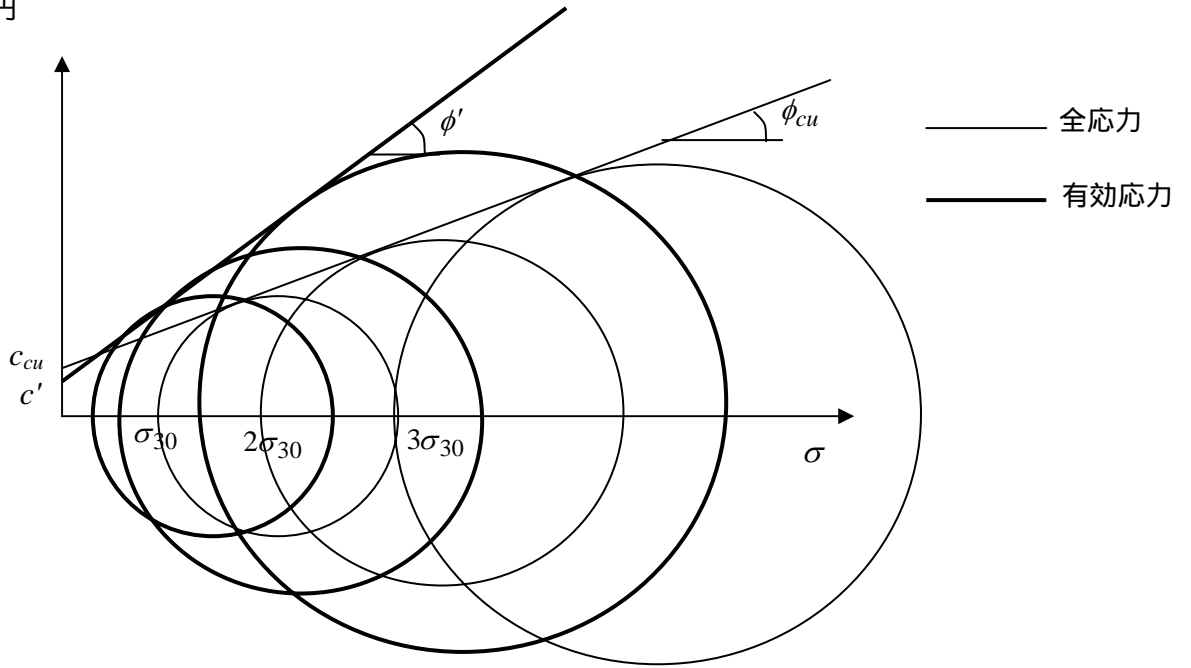
等方圧力を载荷したまま, 三軸セルの下側から一定の速度で台全体を上昇させて, 円柱型の供試体を軸圧縮させる (鉛直変位 2cm 程度まで)。

軸変位から軸ひずみを計算し, 軸荷重から軸差応力を計算し, 軸差応力と軸ひずみの関係 (応力~ひずみ関係) をグラフに描く。

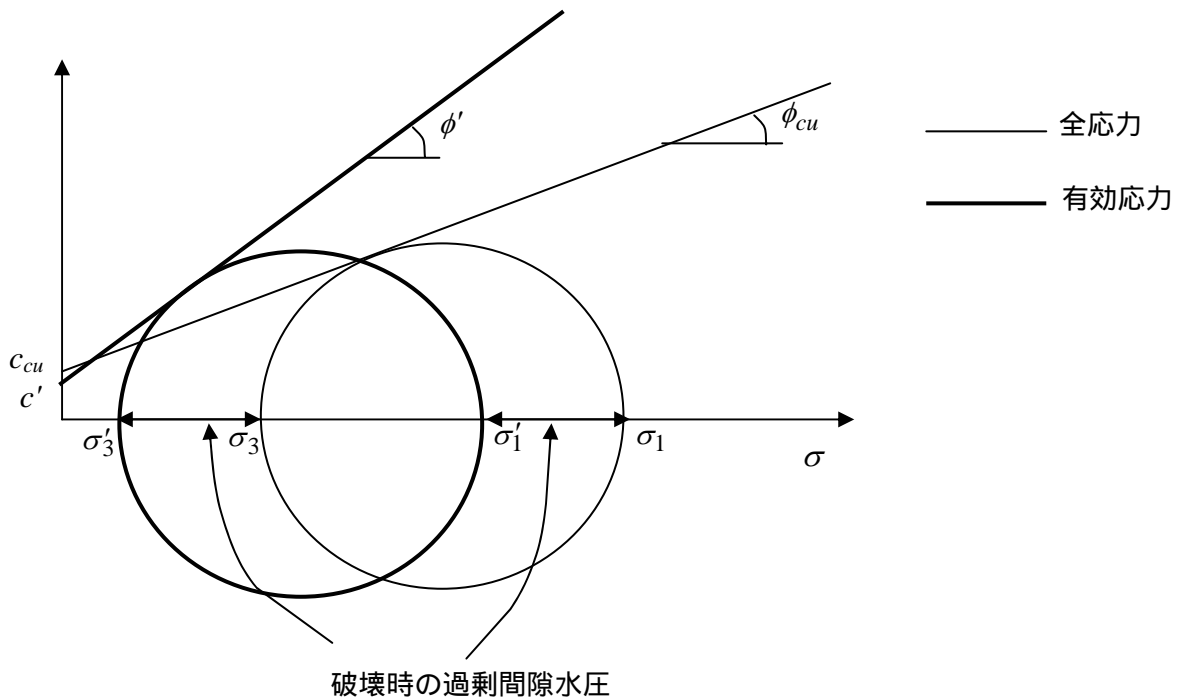


三軸圧縮試験では, σ_1 (最大主応力) と $\sigma_2 = \sigma_3$ (最小主応力) を载荷する。

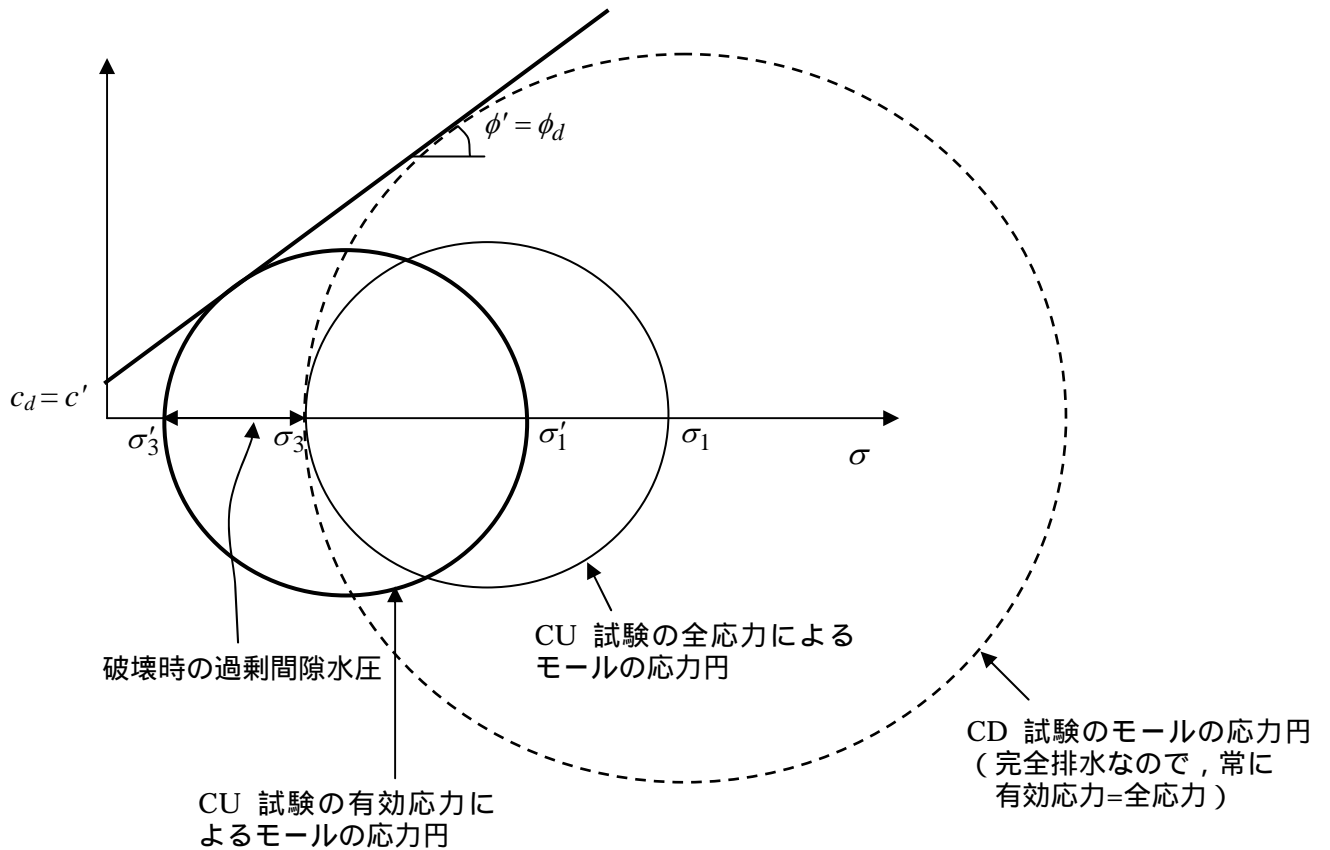
モールの応力円



CU 試験の全応力でのモールの応力円と有効応力でのモールの応力円(1)



CU 試験の全応力でのモールの応力円と有効応力でのモールの応力円(2)



CU 試験のモールの応力円と CD 試験のモールの応力円

【三軸条件：三軸応力状態】

三軸とは直交する3つの主応力軸のことであった。
 応力状態を図示するとき、2次元にしる3次元にしる何気なく、
 お互いの軸が直交するように描いてきた。(正方形が良い例)
 それは、応力テンソルは対称テンソル(行列)だからである。
 対称行列の各固有ベクトルはお互いに直交する性質がある。
 すなわち、主軸は直交する。応力テンソルの固有値は主応力
 であるが、要するに主応力軸は主軸そのものであり、
 お互いに直交する。

簡単のため2次元応力状態を考える。

応力テンソル σ に2つの異なる固有値(σ_1, σ_3)、固有ベクトル(λ_1, λ_3)が存在したと仮定する。
 この場合、(σ_1, σ_3)はそれぞれ最大および最小主応力に相当し、(λ_1, λ_3)は(σ_1, σ_3)が作用する方向の基底ベクトルを表す。ここで(σ_1, σ_3)はスカラーであり、(λ_1, λ_3)はベクトルであることに注意。
 固有値の定義から、 $\sigma\lambda_1 = \sigma_1\lambda_1 \cdots$ 式(1) および $\sigma\lambda_3 = \sigma_3\lambda_3 \cdots$ 式(2) である。

式(1)の両辺の左から λ_3^T を掛けると、 $\lambda_3^T\sigma\lambda_1 = \sigma_1\lambda_3^T\lambda_1$ となるが、この式を両辺転置すると、
 $\lambda_1^T\sigma\lambda_3 = \sigma_1\lambda_1^T\lambda_3 \cdots$ 式(3)となる。一方、式(2)の両辺に左から λ_1^T を掛けると、
 $\lambda_1^T\sigma\lambda_3 = \sigma_3\lambda_1^T\lambda_3 \cdots$ 式(4)となる。式(3)と(4)の右辺を比べると、
 $\sigma_1\lambda_1^T\lambda_3 = \sigma_3\lambda_1^T\lambda_3$ となり、移項して整理すると、
 $(\sigma_1 - \sigma_3)\lambda_1^T\lambda_3 = 0 \cdots$ 式(5)となる。 $\sigma_1 \neq \sigma_3$ であるので、式(5)が成立するためには、
 $\lambda_1^T\lambda_3 = 0$ すなわち、 $\lambda_1 \perp \lambda_3$ で無ければならない。(主軸は直交する)

