

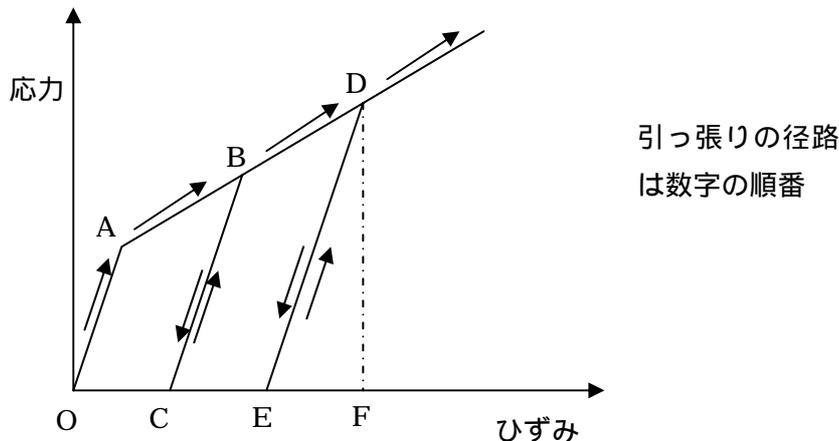
【正規圧密粘土と過圧密粘土】

(1)弾塑性材料の挙動

まず、鉄の棒の単純引張試験を考える。



縦軸に応力 (ここでは、引張り荷重を棒の断面積で割ったもの)、横軸にひずみ (ここでは、引っ張りによって伸びた量を初期の長さで割ったもの)のグラフを描くと下図のようになる。(ただし、かなり単純化している。)



まず、O 点から引っ張り始めるが、A 点を過ぎると棒の剛性は急に小さくなる。剛性が小さくなるということは、言い方を変えれば、同じ力で引っ張ったときに、伸びる量が大きいうことである。この A 点を降伏点と呼び、弾性しか示さない領域と塑性を示すようになる領域の境界を示す。弾性とは、力を加えたことによって変形した物体が、力を抜いたときに完全に元に戻る性質を言う(可逆性)。また、塑性とは、力を抜いても元には戻らず、残留変形がある性質を言う(非可逆性)。この例で説明すると、A 点までは、棒を伸ばしても、力を抜けば O 点に戻るが、A 点を越えて例えば B 点まで伸ばしてしまうと、力を抜いても C 点にしか戻らない。結局、元には戻れない OC 間の残留ひずみ(塑性ひずみ)が現れる。次に、C 点から再び引っ張り始めると、今度は B 点までは弾性挙動をし、B 点を越えると塑性が現れる。要するに、過去に受けた荷重を鉄棒は覚えており、そこまでは弾性変形をすることになる。結局 D 点まで棒を伸ばした場合、力を抜けば E 点に戻るの、全ひずみ量 (OF 間) に対して、塑性ひずみが OE であり、弾性ひずみが EF となる。

以上から重要な点を 2 つピックアップすると。

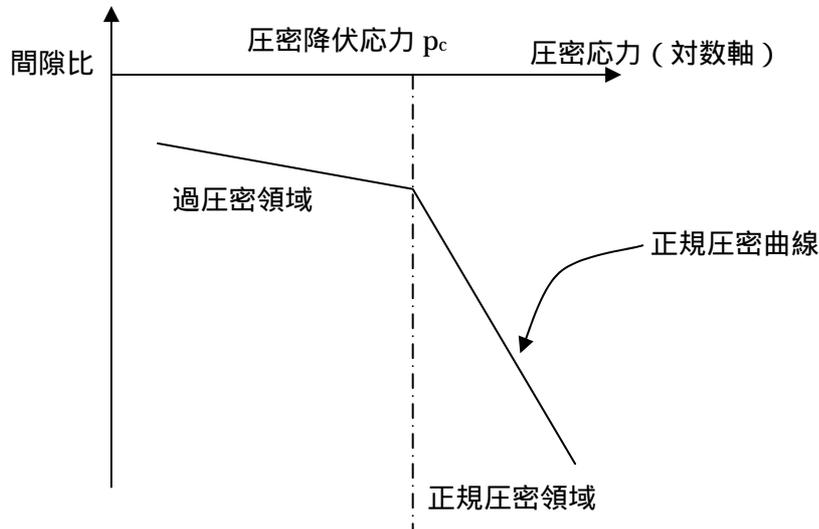
過去に経験した荷重までは弾性変形をするが、それ以上になると塑性変形もするようになる。

同じ荷重を加えた場合、弾性変形より塑性変形の方が大きい。

次に以上の話を粘土の圧縮挙動に当てはめてみる。

(2) 粘土の圧縮挙動

鉄棒のグラフを 90 度時計回りに回転して、横軸を応力（ただし、対数軸）、縦軸を間隙比（ひずみと等価）とすると、おなじみの $e - \log p$ 曲線（圧縮曲線）となる。なお、曲線というのは、対数軸ではなく、普通軸で描くと曲線になるからである。また、間隙比は圧縮するほど小さくなるので、大きくなることを意味する矢印の向きは上向きにしてある。



通常、圧密試験を行った場合、上図のような圧縮曲線が得られる。圧密降伏応力までの圧縮量の小さい領域を過圧密領域と呼び、圧密降伏応力を過ぎてからの圧縮量が大きくなる領域を正規圧密領域と呼ぶ。圧密降伏応力は、その粘土が過去に受けたことのある最大の荷重（応力）である。大きな地殻変動を受けておらず、比較的新しい水平に堆積した成層粘土地盤は、正規圧密粘土地盤であることが多い。すなわち、現在までの地盤が形成されてきた過程では、ある位置の粘土にとっては、それより上に堆積する地層は増える一方であるため、現在の「有効土被り圧」が過去に受けた最大荷重となっている。そのような、正規圧密粘土地盤からサンプリングしてきた粘土で実験した場合には、圧密降伏応力は、その粘土をサンプリングした場所の「有効土被り圧」とほぼ同じ値となる。地中にあった粘土をサンプリングしてきて実験するのだから、実験時には応力解放されて荷重はゼロになっているため、地中で眠っていた状態の「有効土被り圧」（＝圧密降伏応力）までは弾性変形をするが、それを越えると塑性変形が大きくなって沈下が大きくなる。

ところが圧密試験をすると、サンプリング位置での「有効土被り圧」よりも大きな圧密降伏応力を示す粘土がある。このような粘土を過圧密粘土と呼ぶ。過圧密粘土は、地盤形成の長い歴史の中で、断層、褶曲等の地殻運動後に上部地層が浸食されたり、あるいは氷河期に厚い氷河が載っていたために大きな荷重を受けていたりしたために、現在の有効土被り圧が過去受けた荷重よりも小さくなっている。また、「圧密降伏応力」と「サンプリング位置での有効土被り圧」との比を「過圧密比」と呼び、過圧密粘土の過圧密比は 1 より大きい（正規圧密粘土の過圧密比は 1）。

過圧密粘土と正規圧密粘土との重要な違いはその変形量にあるが、過圧密粘土の変形が正規圧密粘土地盤に比べて非常に小さいことを利用して、正規圧密地盤を人工的に過圧密粘土地盤にするプレローディング工法等もある（これについては圧密の最後の授業で）。

ややこしいことに、過去にそんな大きな荷重を受けたことがなくせに、過圧密粘土のように圧密降伏応力が大きく過圧密比が 1 よりも大きくなる粘土も存在する。そのような粘土を「疑似過圧密粘土」と呼ぶが、長い堆積環境下での物理化学的な作用により、土粒子間にセメンテーションが発達してそのような性質を示すものと考えられている。