

### Ⅲ-25

#### 引っ張り試験機の開発と実験を行う上での問題点

東北学院大学 学生会員      ○佐々木裕二 稲川信博  
東北学院大学                      斎藤孝一  
東北学院大学 正会員              飛田善雄 山口晶

#### 1. 研究の背景と目的

地震時の水平方向荷重により引張り亀裂が発生し、その亀裂が大きければ土構造物の安定性に大きな影響を与えるという可能性はこれまでも指摘されていた。しかし、実際の設計において引張強度は圧縮強度と比較し非常に微小であるとして無視し、これまで十分な研究がなされてこなかった。だが、引張応力は亀裂を発生させるばかりではなく、亀裂を増大させる。さらにはそれが起因し、土構造物の破壊を引き起こすことも考えられる。従って、引張り方向荷重に対する抵抗力を評価することは、斜面崩壊やアースダム、堤防などの土構造物の安定性検証において重要である。

地震時の安定性検証のための引張強度を測定する試験機や試験方法は現在まだ確立されていない。そこで本研究では、地盤材料のための引張試験として、原理が単純な一軸引張試験機の開発と一軸引張強度の測定方法、応力-ひずみ関係を検討した。

#### 2. 一軸引張試験機

本研究で開発した一軸引張試験の概要を説明する。図1に示すように塩ビパイプを縦に割り、内側にスポンジテープを貼り左右から挟み込み、さらにそれを上下アルミ板に接着する方法を適用した。スポンジテープがクッションとなり供試体掴み部の変形量が減少、スポンジと供試体間での摩擦力が大きくなりすべり落ちることもなかった。また、スポンジのひずみを測定し、供試体ひずみ測定時に補正した。供試体の中央部に鋭利な刃物で水平に切れ込みを入れ、そこから破断させるようにした。

供試体掴み部を軸方向に引張る方法として、供試体を上下掴み、下部を試験機に固定し、上部を軸方向にスライドさせる。このとき図2のように供試体掴み部を装着したアルミ板にベアリング装着し、4本の専用支柱を滑らせるようにした。その上部アルミ板中心にワイヤーを取り付け、もう一方に容器を取り付ける。注入速度一定で、越流水槽より容器に水を注入し载荷する。载荷時間と水の重量から荷重を求める。ベアリングにより、軸方向の偏心はなく、支柱と上部アルミ板との摩擦力は微小である。ひずみ測定の方法として、上部アルミ板直下にダイヤルゲージを取り付け、それを供試体の破断の様子と一緒にデジタルビデオカメラで撮影することにより、ひずみを測定した。以上の点が一軸引張試験機の特徴であり、一軸引張試験機を写真1に示す。

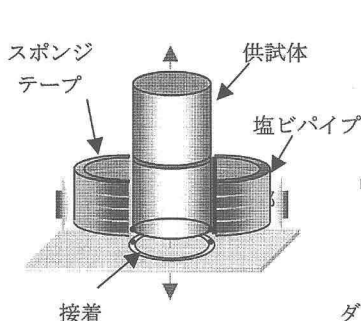


図1 供試体掴み部

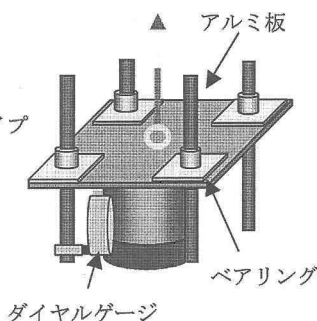


図2 供試体引張り部

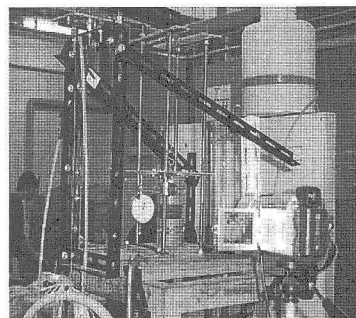


写真1 一軸引張試験機

#### 3. 実験結果

実験に用いた供試体は土粒子密度  $2.647\text{g/cm}^3$ 、粒度は粘土 35%、シルト 45%、他 20%の細粒分が多い粘性土である。供試体寸法は高さ 12.5cm、直径 5cm である。切れ込み幅 0.5cm、突き固めは 5 層/30 回、载荷速度は  $4.0\sim 4.3\text{g/sec}$  に固定した。

以上の条件から一軸引張試験を行った。破断時における引張強度-含水比相関図を図3に示す。含水比が減少すると破断時強度が減少する傾向がみられた。図4破断時ひずみ-含水比相関図からは含水比が高いほど破断時ひずみが大きく、含水比が低いほど破断時ひずみが小さい傾向がある。

また、一軸引張強度と比較するために圧縮試験を行った。その結果を破断時引張、圧縮強度-含水比図を図5に示す。図より、引張強度は圧縮強度の約 5%~10%程度の応力で破壊が起こることがわかった。図3-4破断時引張強度、圧縮強度の関係からは、含水比が高くなるほど脆性度（圧縮強度/引張強度）は減少する傾向がある。

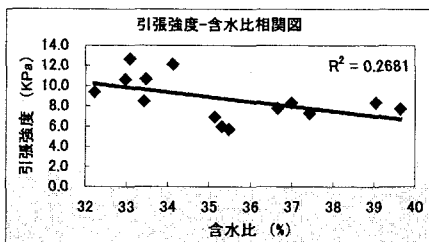


図3 破断時引張強度 - 含水比相関図

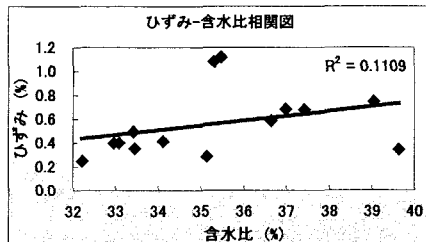


図4 破断時ひずみ - 含水比相関図

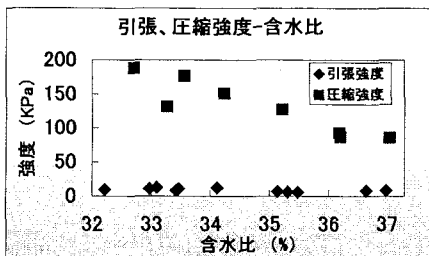


図5 破断時引張、圧縮強度 - 含水比

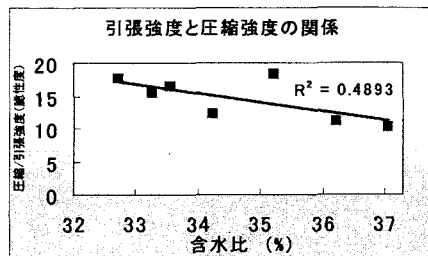


図6 破断時引張強度、圧縮強度の関係

#### 4. 考察

図3の結果についてはサクションが影響していると考えられる。含水比の増加に伴い間隙比が増加し、間隙が大きくなるにつれサクションによるみかけの粘着力が減少し、強度が減少したと考える。図4はコンシステンシーにより含水比が高くなるほど、破断時ひずみは大きくなることからみかけの延性傾向が強くなったと考える。また脆性度に関しては、図3、図6、図7より、脆性度は含水比の増加に伴い低下している。これは、間隙比が含水比に伴い増加している。また間隙比が増加すると強度は減少する。このことから、一軸引張試験では供試体の間隙の大きい部分から破壊するので、供試体に分布している間隙の大きさの不均一や、含水比の影響をさほど受けないと思われる。一方、一軸圧縮試験では含水比が低い場合、供試体に不均一に分布している間隙の小さい部分が、間隙の大きい部分から破壊するのを保っていると思われる。しかし、含水比が増加すると間隙の大きさのばらつきは小さくなり、小さい間隙の部分が少なくなったことから著しく強度が減少したと思われる。以上のことから含水比の増加に伴い、脆性度が低下したと考えられる。

すべての図において回帰直線の信頼性を表す  $R^2$  より確認できるばらつきは、供試体作製時に内部に発生した微小なクラックが影響していると思われる。

#### 5. 結論

以上のことから、次の結論がいえる。

- ・ 含水比が増加するにつれて引張り強度は減少し、破壊時のひずみは増加した。
- ・ 含水比が増加するにつれて脆性度は減少する傾向がみられ、引張破壊は圧縮破壊の約5%～10%程度の応力で起こる。
- ・ 含水比が低下するに伴い脆性度は増加した。

また、試験の信頼性向上のため以下のことが課題として挙げられる。

- ・ 試験機の更なる改良
- ・ 練り返した粘土の供試体作製方法
- ・ 測定される破壊強度、ひずみに対する切れ込みの長さ、供試体寸法の影響

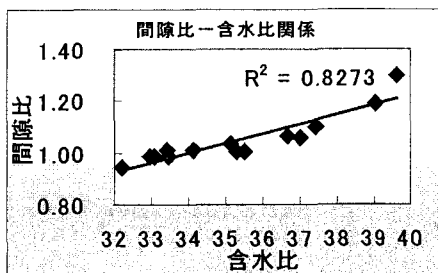


図7 間隙比 - 含水比関係