

## 固化材改良土の一軸引張り強さに関する実験的検討

応用地質 正会員 ○川原 孝洋  
 土木研究所 正会員 近藤 益央  
 応用地質 正会員 持田 文弘  
 応用地質 正会員 細田 光一

### 1. はじめに

盛土の軟弱地盤対策において深層混合処理工法と浅層混合処理工法を併用する場合、浅層改良体の底面には引張り応力が発生する。そのため、浅層改良体の安全性照査においては、引張り特性の把握が重要となる。

本研究では、種々な地盤材料の固化材改良土に対して、一軸圧縮試験と一軸引張り試験を実施し、一軸圧縮強さから一軸引張り強さを推定する方法について検討している。本報告は、粘性土を対象とし、粘性土の固化材改良土の供試体作製方法と、低強度の地盤材料用に開発した一軸引張り試験装置の概要を示すと共に、固化材改良土の一軸圧縮強さと一軸引張り強さの関係について述べる。

### 2. 試料および配合条件

試料は、粉末カオリン ASP400 (以下、カオリンと記す) と北海道北広島産の粘性土 (以下、北広島粘土と記す) を用いた。両者の粒度分布を図-1 に示す。北広島粘土は、塑性指数  $I_p=54.6$  を示す高塑性な材料であるが、カオリンは粘土分が 84% 含有するものの、 $I_p=17.4$  と低く低塑性な材料である。固化材配合条件を表-1 に示す。固化材は早強ポルトランドセメントを用いた。

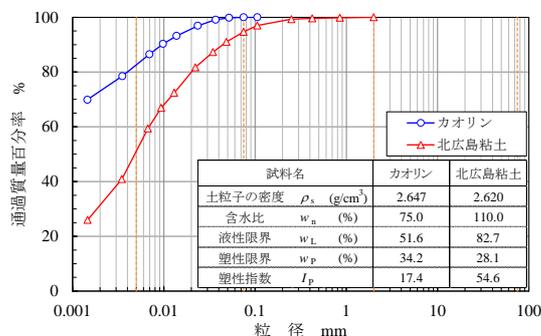


図-1 試料の粒度分布

### 3. 供試体の作製方法

当初、地盤工学会基準 (JGS 0821-2009) に準じて、試料と固化材をソイルミキサーにて 10 分間混合した後、1 バッチあたり 10 供試体 (直径 50mm, 高さ 100mm) をタッピングにて作製した。この際の充填時間は 10 供試体で約 20 分であった。しかし、この

方法では充填中に固化が進行し、打ち継ぎ目が発生した。この供試体で一軸引張り試験を実施した結果、充填時の打ち継ぎ目で引張り破壊が生じた。その一例として、カオリン固化材改良土の試験前供試体の X 線写真と試験後の供試体写真を図-2(a)(b)(c)に示す。打ち継ぎ目の発生を防ぐため、混練時間を 5 分間に短縮すると共に、1 バッチあたり 2 供試体に変更し、充填時間も 5 分に短縮した。また、固化材改良土の充填は 3 層とし、1) 1 層目充填後にタッピング、

表-1 固化材配合条件

配合ケース	添加量 (kg/m <sup>3</sup> )	材令 (日)	水セメント比 w/c (%)
カオリン	89, 133, 177	5	100
北広島粘土	100, 200, 500	5	100

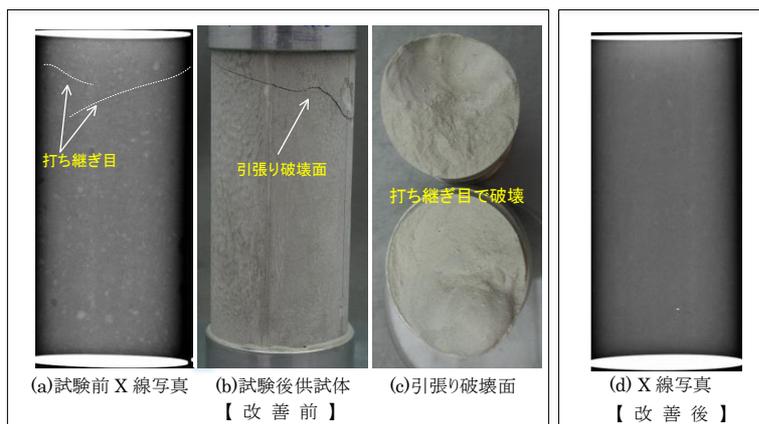


図-2 改善前・後の X 線写真と供試体写真 (カオリン固化材改良土)

2) 2 層目充填後に  $\phi 3$ mm の金棒を 1 層目の底部まで 30 回棒突きした後にタッピング、3) さらに、3 層目充填後にも 1 層目の底部まで棒突きを行い、打ち継ぎ目の影響を解消した。この方法で作製した供試体の X 線写真を図-2(d)に示すが、打ち継ぎ目は確認されず、均質な供試体が作製できた。一軸引張り試験に用いた供試体の形状はドッグボーン型とし、材令 3 日目に成形を行い、材令 5 日目に一軸圧縮・引張り試験を行った。

キーワード 改良土、一軸引張り強さ、一軸圧縮強さ、供試体作製、X 線写真

連絡先 〒331-0812 埼玉県さいたま市北区宮原町 1-66-2 応用地質(株)コアラボ試験センター TEL 048-663-8611

4. 試験方法

50kN 一軸引張り試験装置の概要図を図-3 に示す。本装置は、精密ボールねじを用いたステッピングモーターにより载荷を行う機構を搭載し、制御信号によってボールねじ軸を所定の载荷速度で回転させ、高強度アルミニウム製のアップクロスヘッドを上下させる点が特徴である。これによって、载荷時の直線性が大きく改善され、低強度の材料に対しても一様な引張载荷が可能となっている。供試体と鋼製キャップの接着には、エポキシ樹脂系のスキャンディプレックスを用いた。概要図を図-4 に示す。軸方向変位の計測には、長さ 70mm の LDT (Local Deformation Transducer) を用いた。軸ひずみ速度は、一軸圧縮試験は 1%/min、一軸引張り試験は 0.1%/min とした。カオリン固化材改良土の供試体中央部 4ヶ所にひずみゲージ(ゲージ長 60mm) を貼付し、一軸引張り試験中のひずみ分布を確認した結果を図-5 に示す。各部の応力とひずみの関係は概ね同様であり、本試験装置における編心の影響は極めて小さいと推察される。

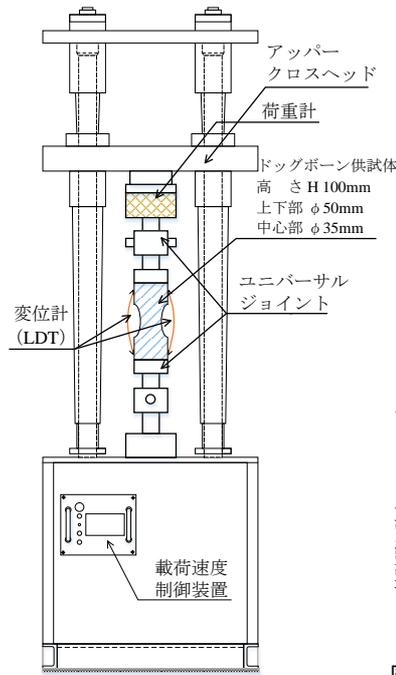


図-3 試験装置の概要図

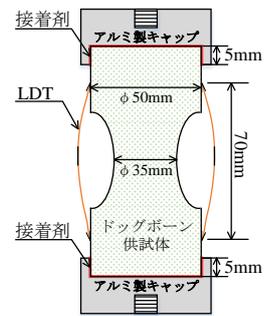


図-4 接着の概要図

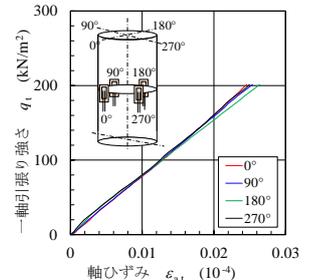


図-5 一軸引張り試験結果 (ひずみゲージ 4 枚)

5. 試験結果

カオリンと北広島粘土における固化材添加量と一軸圧縮強さ  $q_u$ 、一軸引張り強さ  $q_t$  の関係をそれぞれ図-6、図-7 に示す。両者共に、固化材添加量の増加に伴って  $q_u$ 、 $q_t$  が共に増大する傾向を示し、カオリンの方が大きな強度を示す。一軸圧縮強さ  $q_u$  と強度比  $q_t / q_u$  の関係を図-8 に示す。両者共に、 $q_u$  の増加に伴って  $q_t / q_u$  が低下する傾向を示す。カオリンの  $q_t / q_u$  は、 $q_u = 220 \sim 530 \text{ kN/m}^2$  の間で概ね 0.6~0.4 に低下し、北広島粘土は、 $q_u = 170 \sim 940 \text{ kN/m}^2$  の間で概ね 0.5~0.3 に低下する。両者の傾向を  $q_u < 500 \text{ kN/m}^2$  の範囲で比較すると、 $q_t / q_u$  は低塑性のカオリンの方が大きい結果であった。

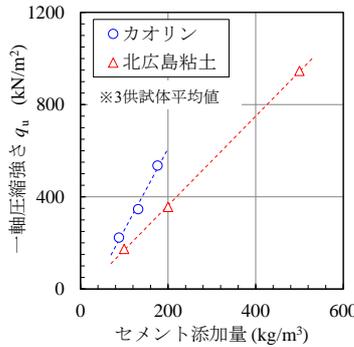


図-6 固化材添加量と一軸圧縮強さの関係

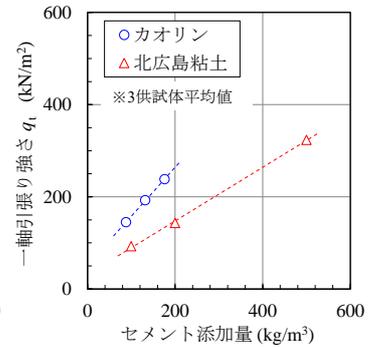


図-7 固化材添加量と一軸引張り強さの関係

6. おわりに

カオリンと北広島粘土の固化材改良土における  $q_u$  と  $q_t$  の関係を調べた結果、1) いずれも  $q_u$  の増加に伴って  $q_t / q_u$  が低下し、2)  $q_u < 500 \text{ kN/m}^2$  における  $q_t / q_u$  は、カオリンが概ね 0.6~0.4、北広島粘土が概ね 0.5~0.3 を示し、低塑性なカオリンの方が大きいことがわかった。今後も、種々の地盤材料に対してデータを蓄積し、 $q_u$  と  $q_t$  の関係を明らかにしていきたい。

《参考文献》

- 1) 川崎孝人 他：セメント系改良土の工学的特性に関する研究，竹中技術研究所報告第 19 号，1978。
- 2) 齋藤聰 他：深層混合処理工法による改良土の調査と工学的性質，基礎工，Vol13, No.2, pp.108~114, 1985。
- 3) 古関潤一 他：セメント改良土の引張強度特性，生産研究，53 卷 11・12 号，pp49~52, 2001。
- 4) 地盤工学会：新規制定地盤工学会基準，岩石の一軸引張り試験方法(JGS 2552-2015)，pp.1~23, 2016。

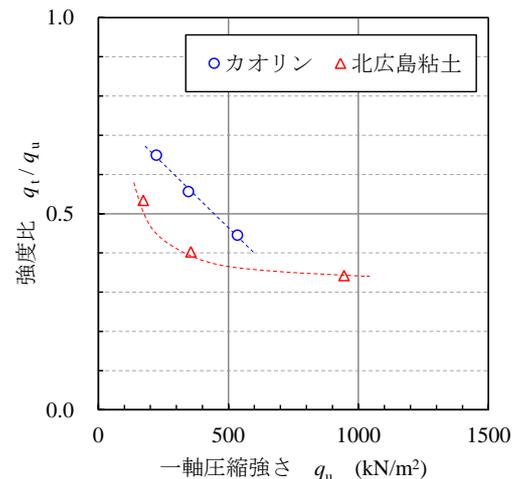


図-8 一軸圧縮強さと強度比の関係