

セメント改良砂の一軸引張強度と割裂引張強度の比較

日本大学大学院生産工学研究科 学生会員 ○三平 伸吾
 東京大学生産技術研究所 正会員 古関 潤一
 東京大学生産技術研究所 正会員 佐藤 剛司

1.はじめに

セメント改良土の引張強度は、比較的簡便な割裂試験によって評価されてきた。割裂引張強度の算定式は等方線型弾性体仮定に基づいているが、実際の試験では荷重点付近で応力集中が生じ、かつ局所的に応力レベルが高くなるとその部分の剛性が増加して応力集中の程度が増すために、引張強度を過少評価している可能性がある。セメント改良した粘性土については、割裂引張強度が直接引張強度よりも小さいことが報告されている^{1) 2)}が、セメント改良した砂質土については十分に検討されていない。本研究では、前報³⁾に引き続き、セメント改良した砂質土の一軸引張試験と割裂試験による引張強度の比較結果と、これらと一軸圧縮強度との関係について報告する。

2. 試料および実験方法

試料は豊浦砂と、普通ポルトランドセメント、ベントナイト、および水を十分に攪拌混合したものを用いた。基本配合とその物性値を表-1に示す。供試体作製には内径5cm、高さ10cmのプラスチックモールドを使用し、各層の湿潤密度がほぼ等しくなるように5層に締め固めを行い作製した。1回のバッチで3~4個の供試体を作製した。水中密封養生を3日間行って脱型し、その後再度密封して計7日間養生した。

一軸引張試験装置を図-1に示す。供試体は中央高さ部分で引張破壊を起こすように中央高さの直径を4.1cmに絞った形状に整形した。キャップとペDESTALにボルト締めで固定できる凹型固定ホルダーの中に石膏を流し込み、その中に供試体を入れて端面と側面の一部を固定することで引張荷重の荷重を行った。また、キャップとペDESTALが

荷重軸と接続する部分にユニバーサルジョイントを用いることで、供試体に曲げモーメントが作用しないようにした。軸ひずみは、供試体側面での局所変位測定(LDT)、キャップとペDESTALの変位測定(GAPセンサー)、セル外での軸変位測定(外部変位計)の3種類の方法で求めた。一軸圧縮・引張試験と割裂試験の荷重速度は、それぞれ0.01%/min, 0.01mm/minとした。ただし、これらの値は外部変位計による軸変位の測定値に基づいている。

3. 結果および考察

図-2に基本配合試料の一軸引張試験における軸差応力と軸ひずみの関係例を示す。引張試験装置のユニバーサ

表-1 試料の基本配合(質量比)と物性値(代表値)

豊浦砂(%)	66.3	湿潤密度(/M ³)	1.94
セメント(%)	10.0	含水比(%)	19.6
ベントナイト(%)	5.0	砂部分の相対密度(%)	60
水(%)	18.7	一軸圧縮強度 q _u (7日)(MPa)	2.2

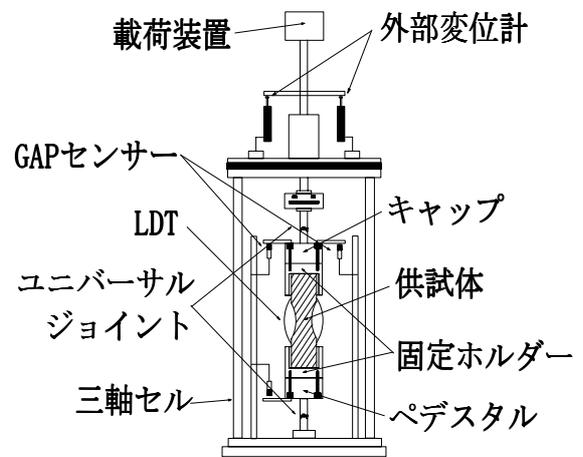


図-1 一軸引張試験装置

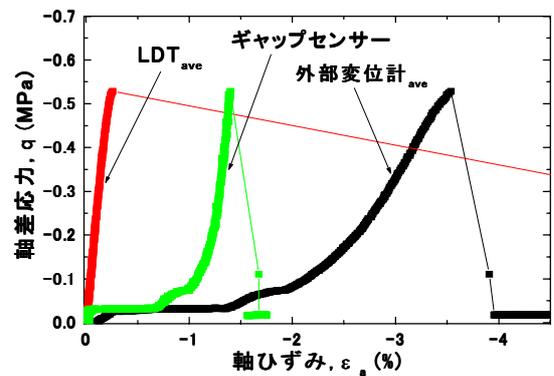


図-2 一軸引張試験における応力-ひずみ曲線の例

Key words : セメント改良砂, 引張強度, 一軸引張試験, 割裂試験, 一軸圧縮強度

〒275-8575 千葉県習志野市泉町 1-2-1 日本大学生産工学部 Tel,047-474-2427

ルジョイント部における若干のあそび、供試体固定用の石膏の変形、供試体と石膏の境界での引き抜け等の影響により、軸ひずみの測定値は測定方法によって大きく異なった。局所変位測定による引張破壊時の軸ひずみは約 0.2% であった。

図-3 に基本配合試料の養生時間と各強度の関係を示す。30 時間程度の養生時間の違いの範囲内で、いずれの強度にも養生時間に対し若干の正の相関が見られた。

配合時の水の量を基本配合の 1.25 倍、1.5 倍、1.75 倍、2 倍と変化させて作製した試料の試験結果を以下に比較する。図-4 に含水比と一軸引張強度及び割裂引張強度の関係を示す。また、図-3 中に直線で示した平均的な関係から強度変化率を求め、これが他の配合に対しても適用できると仮定して、各試験結果を養生 180 時間における値に補正したものを図-5 に示す。含水比が 18%~41% 程度の範囲内では、全体的に一軸引張強度の方が割裂引張強度よりも大きかった。含水比 18% と 41% における一軸引張強度が割裂引張強度より小さい値を示した理由は現時点では不明であるが、供試体の不均一性の影響が考えられる。

図-6 に養生時間に関する補正を行った後の引張強度と、同じバッチ試料の一軸圧縮強度 q_u との関係を示す。 q_u が 0.6~1.5MPa の範囲では、割裂引張強度は q_u の 0.13~0.23 倍であるのに対し、一軸引張強度は q_u の 0.24~0.32 倍で、平均的には割裂引張強度の 2 倍程度の一軸引張強度が得られた。図中には文献 3) の結果と、基本配合のセメント量を増やして長期養生した結果（いずれも養生時間の違いの影響は未補正）も示したが、 q_u が 2MPa 程度以上になると、一軸張強度は割裂引張強度と同程度か、または若干大きい程度にとどまった。

4. まとめ

一軸圧縮強度が 1.5MPa 程度以下の範囲では、セメント改良砂の一軸引張強度は割裂引張強度を大きく上回った。今後は、一軸引張試験における供試体内の応力分布の一意性に関する検討を実施する必要がある。

参考文献

- 1) 川崎ら(1978):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.
- 2) 斎藤(1985):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 Vol. 13.
- 3) 三平ら(2001):セメント改良砂の一軸・三軸引張試験, 土木学会第 56 回年次学術講演会, pp310-311, III-B155.

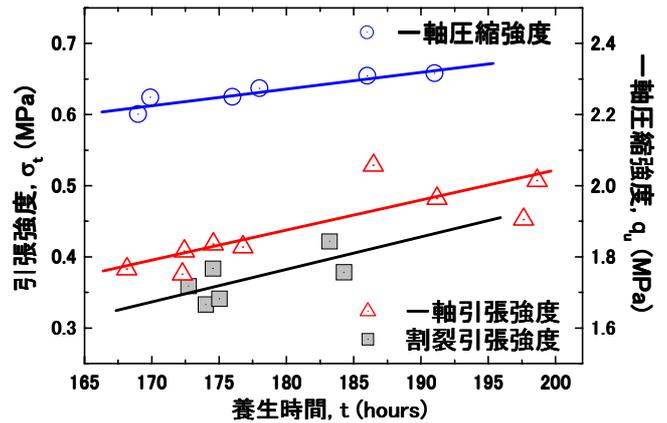


図-3 養生時間と σ_t と q_u の関係

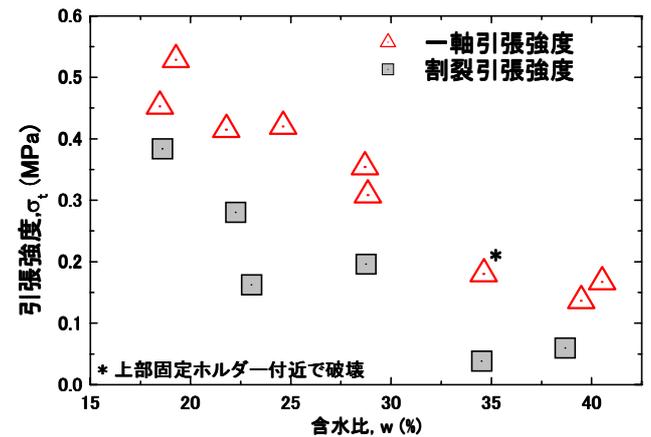


図-4 含水比と一軸・割裂引張強度の関係

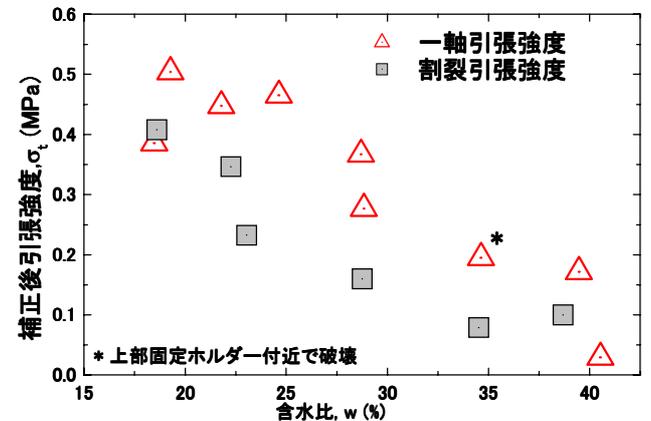


図-5 養生 180 時間に補正した引張強度の比較

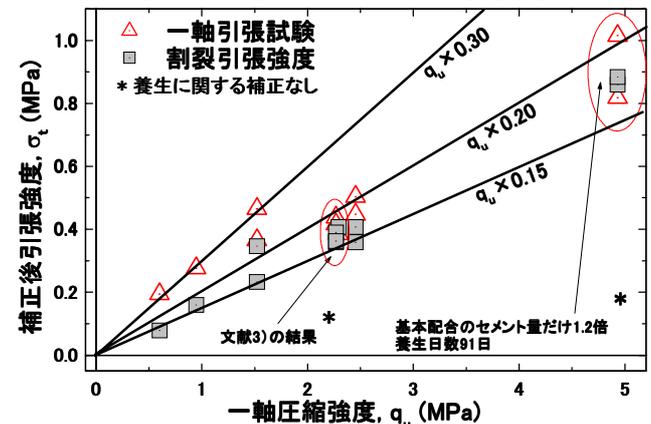


図-6 一軸圧縮強度と引張強度の関係