

西松建設（株）技術研究部 正会員 金子 範彦

西松建設（株）技術研究部 正会員 稲葉 力

1. 緒 論

安定液固化工法の応用分野としては、土留め、止水などを目的とした地下連続壁や人工地盤造成などが考えられるが、設計・施工上要求される特性として、強度特性、変形特性、透水特性等が考えられる。ここでは強度特性、変形特性を調べる目的で行った室内試験について、その結果と考察を報告する。

2. 実験方法

1) 供試体の作成方法

ベントナイトに清水を加え、グラウトミキサーで十分に攪拌し24時間膨潤させた後、固化材・必要量の混合土砂を加えながらグラウトミキサーで混合した。これをモルタル試験用3連型枠に流し込んだ。養生は、1週間20℃の養生室で養生した後、試験日まで15℃の湿潤砂養生とした。供試体は、H40×W40×L160mmである。

2) 配合について

表1. に配合表を示す。配合量は全て水1m³に対する重量％で表している。試験日は全て供試体作成後28日目とした。

3) せん断試験の方法

せん断試験はJIS A1216に準じて、1％/minのひずみ制御で、載荷幅が40mmの直接二面せん断試験を行った。試験方法の概要を図1. に示す。なお、せん断強度（ τ ）は次式で求めた。

$$\tau = P / 2WH \quad (\text{kgf/cm}^2) \quad P: \text{最大荷重 (kgf)}$$

4) 変形係数の算出

一軸圧縮試験における応力-ひずみ曲線において q_{Umax} を求め、 $1/2 q_{Umax}$ における、ひずみ量 ε_{50} （％）を求める。なお、変形係数（ E_{50} ）を次式で求めた。

$$E_{50} = 1/2 q_{Umax} / \varepsilon_{50} \quad (\text{kgf/cm}^2)$$

3. 実験結果と考察

①せん断強度（ τ ）と一軸圧縮強度（ q_u ）の関係

図2. は固化材の種類別にせん断強度と一軸圧縮強度の関係を示したものである。せん断強度と一軸圧縮強度の間に強い相関性がみられる。ここで示したデータは配合や混合土砂の有無を考慮したものではないが、一軸圧縮強度が増大すれば、せん断強度も増大していく傾向がある。表2. に固化材別の相関係数と回帰式を示す。この結果からも両者の間の強い相関性が明らかである。固化材別のせん断強度の発現性については固化材Nの場合、データに多少ばらつきがみられるが同一の一軸圧縮強度において他の固化材に比べて大きな値が得られる。固化材Tは一軸圧縮強度の増大する割合に比べて、せん断強度の増大する割合は小さい。最も一般的に使用される普通

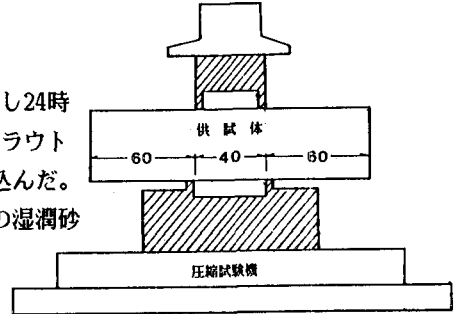


図1. せん断試験装置

表1. 配合一覧表

ベントナイトの種類	ベントナイトの濃度	混合土砂の種類	混合土砂量	固化材の種類	固化材の量
浅間	6% 8% 10% 12%	豊浦産 標準砂 木筋 粘土	0 150 300 kg/m ³	ポルトランドセメント セメント タロック アクリルセメント 高炉	200 kg/m ³

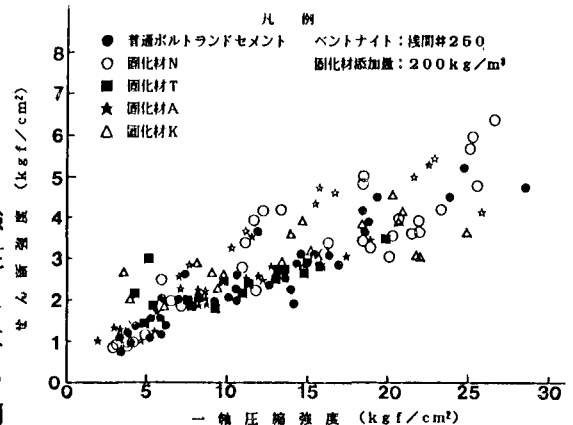


図2. せん断強度（ τ ）と一軸圧縮強度（ q_u ）の関係

ポルトランドセメントの場合はここで示した5種類の固化材の平均的な値を示している。 τ と q_u の関係式として $\tau = (0.2 \sim 0.4) q_u$ という事例があるが、今回の実験結果から、 $\tau = (0.15 \sim 0.35) q_u$ という関係式が得られ、前述した事例に近い結果になった。

②せん断強度(τ)と混合土砂量の関係

ベントナイト量が 80kg/m^3 、 100kg/m^3 の配合において混合土砂量が 0 、 150kg/m^3 、 300kg/m^3 の3つのケースの実験結果を図3.に示す。せん断強度は混合土砂量の増大につれて大きくなる傾向がある。この傾向は一軸圧縮強度(q_u)が混合土砂量の増大とともに増大していくことや τ と q_u の相関性からも推定できる。しかし、混合土砂の種類によって強度の発現性状が異なり砂の場合は混合量を増大させても未混合の場合と比較して、それほど強度の増大はみられないが粘土の場合は混合量の増大につれて顕著な強度の発現を示す。特にポルトランドや固化材Nの場合は混合量が 300kg/m^3 において、未混合の場合の1.5~2.2倍の値を示している。

③変形係数(E_{50})と一軸圧縮強度(q_u)の関係

ここでは安定液固化体を一般の粘性土と同様に扱うことにして、図4.に变形係数と一軸圧縮強度の関係を示す。

E_{50} は q_u が大きいものほど、大きくなる傾向がある。ポルトランドの場合は一軸圧縮強度が増大しても変形係数はそれほど大きくならないが、固化材Nの場合は一軸圧縮強度の増大につれて変形係数はかなり大きな値を示す。特に $q_u \geq 20\text{kgf/cm}^2$ では、この傾向は顕著である。一般に同一種類の粘性土においては、 $E_{50}/q_u = \text{const}$ という関係があるといわれているが、今回の実験から次のような関係式が得られた。

$$E_{50} \approx 317 q_u \quad (\text{固化材N})$$

$$E_{50} \approx 135 q_u \quad (\text{ポルトランドセメント})$$

4. まとめ

(1) せん断強度と一軸圧縮強度の間には配合、混合土砂の有無に関係なく強い相関関係があり、関係式として、 $\tau = (0.15 \sim 0.35) q_u$ が得られた。

(2) 混合土砂量が増大すれば、せん断強度(τ)も増大する。この傾向は一軸圧縮強度(q_u)が混合土砂量の増大とともに増大することや、 τ と q_u の相関性からも推定できる。しかし、混合土砂の種類により強度の発現性状は異なり、粘土を混合した場合は大きなせん断強度の発現を示す。

(3) 変形係数は配合、混合土砂の有無に関係なく一軸圧縮強度が大きくなるほど、大きい。しかし、その発現性状は固化材の種類により異なる。

(参考文献) 1. 栗原ら 「安定液固化体の諸特性について」基礎工 VOL.12, NO4 1984

2. 喜田ら 「自硬性安定液に関する研究(その1), (その3)」大林組技術研究所報 NO.20(1980) P.65~P.70 NO.22(1981) P.126~P.129

表2. 固化材ごとの回帰式

固化材	回 帰 式	相関係数
ポルトランド	$\tau = 0.805 + 0.164 \times q_u$	0.941
N	$\tau = -0.087 + 0.224 \times q_u$	0.963
T	$\tau = 1.027 + 0.125 \times q_u$	0.946
A	$\tau = 0.734 + 0.184 \times q_u$	0.901
K	$\tau = 0.267 + 0.267 \times q_u$	0.963

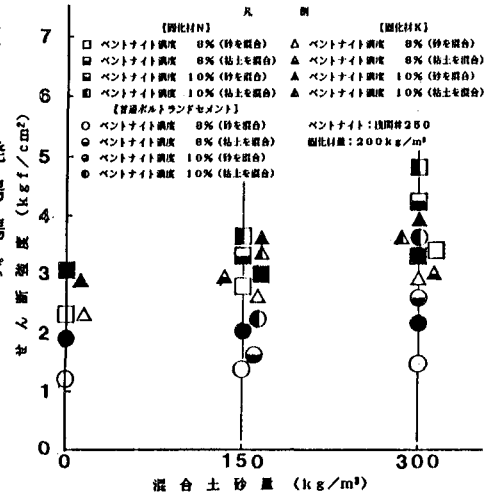


図3. せん断強度(τ)と混合土砂量の関係

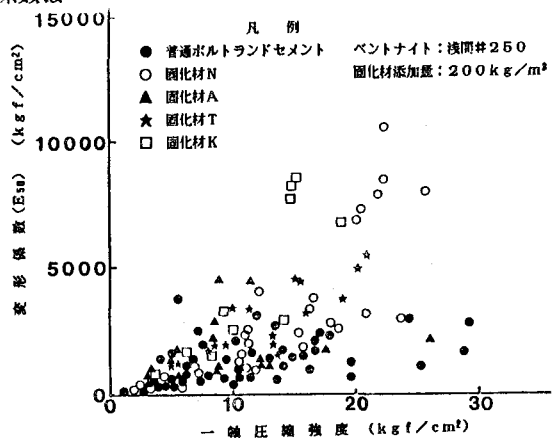


図4. 変形係数(E_{50})と一軸圧縮強度(q_u)の関係