

小野田セメント(株)中央研究所 下田正雄  
正会員 高橋秀雄  
正会員 ○早川秀雄

1 まえがき

都市開発，地域開発の進展に伴い，以前には土質工学上の問題から避けていた超軟弱地盤も，現在では開発の重要な対象となっている。北海道に広く分布する泥炭地盤は，その典型であるが，有効な改良工法は未だ確立されていない。ここ数年来，セメントによる泥炭地盤の固化処理が検討されているが，高含水比，有機物質を多く含有する泥炭地盤中では硬化機能が十分発揮されず，実用に至っていない。

著者らは上述の事情を考慮し，泥炭地盤中でも十分な硬化機能を有する水さい系の新材料を開発し，深層混合工法を想定して一連の室内試験を実施した。本報文は，新材料により改良された泥炭の力学特性を主体に，セメント使用の場合との比較に於いて報告するものである。

2 試験条件

2.1 泥炭の物理・力学特性

試験に用いた泥炭は，札幌市郊外に於いてGL-1.0 mから採取した試料で，その物理・力学特性を表-1に示す。

表-1 泥炭の物理・力学特性

| pH  | w <sub>n</sub> | lg. loss | G <sub>s</sub> | r <sub>t</sub>         | r <sub>d</sub>         |
|-----|----------------|----------|----------------|------------------------|------------------------|
| 5.1 | 930%           | 94.0%    | 1.526          | 1.001g/cm <sup>3</sup> | 0.097g/cm <sup>3</sup> |

2.2 固化材

新材料（以下固化材Mと記す）は，フミン酸，リグニンなどの水和反応を阻害する有機物質の存在下でも速やかに硬化機能を発揮する水さい系のものであり，セメントと同様水硬性に富む材料である。

3 試験方法

3.1 試料調整

均一に混合した泥炭を表-2に示す配合の固化材スラリー（水セメント比0.65）を加え，ハンドミキサ（1250rpm）により3分間攪拌混合し，供試体を成形した。供試体は3日間湿空養生し，脱型後水道水による水中養生を行った。

表-2 固化材の配合表

| 固化材名   | 混合率* | 固化材量  | 水量   | 記号     |
|--------|------|-------|------|--------|
| 固化材M   | 30%  | 300kg | 195ℓ | M-30   |
|        | 50   | 500   | 325  | M-50   |
| 普通セメント | 50   | 500   | 325  | NPC-50 |

\* 泥炭 1 m<sup>3</sup>（≒ 1 t）に対する固化材の重量混合率

3.2 試験方法

泥炭と改良泥炭に対して，物理・力学特性を測定した。試験方法は，土質工学会の土質試験法に準拠した。改良泥炭のX線回折により水和生成物の同定を行った。

4. 試験結果

4.1 改良前後の泥炭の物理特性

表-3 改良前後の泥炭の物理特性

泥炭と改良泥炭の物理特性を表-3に示す。固化材混入による物理的性質の変化が顕著に見られるが，この作用は無機物質混入による一種の置換作用としてとらえることができる。

| 項目  |           | w <sub>n</sub> | lg. loss | r <sub>t</sub>         | r <sub>d</sub>         | G <sub>s</sub> | S <sub>r</sub> | e     |
|-----|-----------|----------------|----------|------------------------|------------------------|----------------|----------------|-------|
| 試料土 | 泥炭        | 930%           | 94.0%    | 1.001g/cm <sup>3</sup> | 0.097g/cm <sup>3</sup> | 1.526          | 96.3%          | 14.73 |
|     | 改良泥炭 M-30 | 217            | 29.9     | 1.140                  | 0.375                  | 2.430          | 96.1           | 5.51  |
|     | M-50      | 169            | 23.6     | 1.270                  | 0.472                  | 2.510          | 98.2           | 4.32  |
|     | NPC-50    | 160            | 22.5     | 1.270                  | 0.488                  | 2.650          | 9.68           | 42.0  |

\*数値は，材令7日，一軸圧縮強さ試験に供した供試体の測定結果

4.2 力学特性

泥炭と改良泥炭の力学特性を表-4に示す。

4.2.1 一軸圧縮強さ

改良泥炭の一軸圧縮強さと材令の関係を図-1に示す。改良泥炭は原材料に比較して強さ，歪み共に大幅

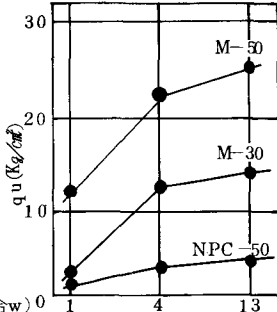
な改善が見られる。また、固化材Mによる改良泥炭は、セメントの場合に比較して著しい強度増加を示しているのが特徴的である。これは、有機物質含有量の多い泥炭中での硬化機能の差を如実に示すものであり、固化材Mの化学反応に基づく改良効果と考えられる。このことは、表-5のX線回折結果にみるように、両者のエトリンガイト生成量の差からも判断できる。

表-4 改良泥炭の力学特性

| 項目            | 材令 (w)                                | 泥炭    | M-30  |        |        | M-50  |        |        | NPC-50 |       |       |
|---------------|---------------------------------------|-------|-------|--------|--------|-------|--------|--------|--------|-------|-------|
|               |                                       |       | 1     | 4      | 13     | 1     | 4      | 13     | 1      | 4     | 13    |
| 一軸圧縮強さ        | qu (kg/cm <sup>2</sup> )              | 0.075 | 2.29  | 12.0   | 12.9   | 10.8  | 22.5   | 25.0   | 1.00   | 25.0  | 38.0  |
|               | E <sub>50</sub> (kg/cm <sup>2</sup> ) | 15    | 273   |        | 1900   | 2240  |        | 8380   | 290    |       | 846   |
| 三軸圧縮強さ (UU試験) | c (kg/cm <sup>2</sup> )               |       | 2.2   | 3.5    | 4.2    | 3.6   | 5.6    | 6.6    | 0.2    | 0.3   | 0.4   |
|               | φ                                     |       | 4°00' | 15°39' | 20°18' | 4°34' | 16°26' | 24°14' | 7°25'  | 6°56' | 6°17' |
|               | e <sub>o</sub> (%)                    | 14.73 |       | 47.5   | 44.6   |       | 45.9   | 43.2   |        | 44.8  | 44.6  |
|               |                                       |       |       |        |        |       |        |        |        |       |       |
| 圧密試験          | py (kg/cm <sup>2</sup> )              | 0.062 |       | 6.4    | 6.9    |       |        |        |        | 3.8   | 3.9   |
|               | Cc                                    | 8.25  |       | 0.49   | 0.26   |       |        |        |        | 2.27  | 1.59  |
|               | mv (cm <sup>3</sup> /kg)              | 0.76  | 0.008 | 0.005  |        | 0.005 | 0.004  |        | 0.034  | 0.027 |       |
| 透水係数          | k (10 <sup>-7</sup> cm/s)             | 630   | 17    | 7.0    | 3.7    | 9.7   | 0.98   | 0.91   | 23.0   | 12.0  | 12.0  |

表-5 改良泥炭のX線回折結果

| 項目<br>改良泥炭 | 材令 (w) | 改良泥炭中の水和生成物及び鉱物名 |             |                                      |                     |         |         |
|------------|--------|------------------|-------------|--------------------------------------|---------------------|---------|---------|
|            |        | Ettringite       | Monosulfate | CaSO <sub>4</sub> ·2H <sub>2</sub> O | Ca(OH) <sub>2</sub> | クリンカ-鉱物 | Calcite |
| M-50       | 1      | 卅                | —           |                                      |                     | +       | —       |
|            | 4      | #                | —           |                                      |                     | +       |         |
|            | 13     | #                | —           |                                      |                     | +       |         |
| NPC-50     | 1      | +                |             |                                      | +                   | #       | —       |
|            | 4      | —                |             |                                      | +                   | +       | —       |
|            | 13     | +                |             |                                      | +                   | +       | —       |

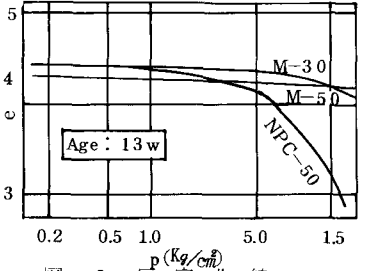


4.2.2 三軸圧縮強さ  
三軸圧縮試験の結果を表-4に示す。高強度を有する改良泥炭の三軸圧縮試験の適用は問題を有するが、ここでは、c, φの変化を固化材の種類、混合率による改良効果の指標としてとらえ、測定を試みた。

固化材Mによる改良泥炭のc, φは、固化材Mの混合率、材令と共に増加する傾向を示す、特にcは、混合率による差が顕著である。一方、セメントの場合、材令によるc, φの変化は少なく、その値は固化材Mの場合に比較して相対的に小さい。これらのことは、改良泥炭のc, φの増加を固化材Mの硬化による接合作用に基づく強度増加と考えれば解釈できる。

4.2.3 圧密特性  
改良泥炭に標準圧密試験を適用し、固化材の種類、混合率を変化させたときの圧密特性を調べた。結果を表-4, 図-2に示す。圧密初期に於いて固化材の混合率に比例した間げき比の減少が見られ、pyの増加, Cc, mvの大幅な減少と相まって圧密されにくい傾向を示している。

圧密曲線では、セメントの場合は、pyが容易に求められるのに対し固化材Mの場合はpyが求めにくく、荷重増加に伴う急激な圧縮傾向は見られない。これは、改良泥炭が固化材Mの有効な硬化作用によって高含水状態を保持したまま塑性体をなし、所有する強度以下の荷重領域ではほとんど圧縮変形を生じないことに起因しているものと考えられる。



4.2.4 透水係数  
表-4より、透水性についても固化材Mによる改良効果が顕著であることが判る。

5. あとがき

以上、一連の室内試験を通して固化材Mによる改良泥炭の力学特性をセメントの場合と比較して述べた。その結果、泥炭中におけるセメントとの硬化機能に起因する諸特性の差異が顕著であり、固化材Mの泥炭改良材としての適用の可能性が見出せたと考える。なお、工法との組合せによる現場規模での改良効果の確認の必要性があるため、現在、現場試験を実施しているので、その結果を報告する予定である。