

建設省土木研究所 正 員 岡田芳樹
 同 上 正 員 久兼勝行
 同 上 正 員 三木博史

1. まえがき

セメントや石灰などをを用いて高含水比粘性土の土質改良を行う場合、土質によっては改良効果にあまり期待できないことがしばしば経験される。ところが、こうした現象は、土の粒度、含水比、コンシステンシー、有機物含有量といった通常の土質試験から求まる要因だけでは説明できないことが多く、これらの要因以外にも土質改良効果に重要な影響を及ぼす因子の存在することが示唆される。そこで、筆者らは、土中の有機物のうちアルカリに可溶成分であるフミン酸（腐植酸の一種）に着目し、フミン酸含有量と土質改良効果の関係について室内実験による検討を行った。すなわち、各種粘性土からフミン酸を抽出し、これを種々の割合でカオリン粘土に加えた試料に対して土質改良実験を行った。その結果、土中のフミン酸がセメントや石灰による土質改良効果にかなり重要な影響を及ぼすことが明らかになったので報告する。

2. 実験方法

フミン酸を抽出したのは、表-1に示すような8種類の粘性土である。これらの粘性土から、次のような方法でフミン酸を抽出した。

まず、湿润状態の試料を0.5N-NaOH中にひたして48時間放置し、ろ液と沈殿物に分離する。この段階で、土中の有機物のうちアルカリに溶けない成分は沈殿物として分離され、ろ液の方には土中の有機物のうちアルカリ可溶性の成分であるフミン酸とフルボ酸が抽出される。次に、ろ液に0.5N-NaOHと同量の0.5N-HClを加えて中和すると、フミン酸のみが沈殿し、フミン酸とフルボ酸が分離できる。この沈殿物を取り出して、再び0.5N-NaOH中にひたして今と同様の行程を繰返し、純度の高いフミン酸を抽出する。抽出したフミン酸は、炉乾燥させたのち、すりばちで粉末状にした。

次に、このようにして各種の粘性土から抽出したフミン酸を、液性限界（ $WL = 50.6\%$ ）より含水比を10%高くしたカオリン粘土に乾燥重量比で0%、1%、2%、3%、4%、5%の割合で加えた試料を製し、これに対して普通ポルトランドセメントと消石灰を用いた土質改良実験を実施した。ここで、普通ポルトランドセメントと消石灰の添加率は、カオリン粘土の乾燥重量に対して5%とした。また、土質改良効果の判定は、7日養生後の一軸圧縮強さで行った。

表-1. 各種粘性土中のフミン酸含有量

3. 実験結果

表-1に、実験に用いた各種粘性土中に含まれるフミン酸含有量の値をとりまとめた。ここで、フミン酸含有量は、粘性土の乾燥重量に対する割合で表わした。なお、表には、フミン酸含有量とあわせて重クロム酸法により求めた有機物含有量の値も示しており、この有機物含有量に対するフミン酸含有量の比から、各種粘性土中の有機物の腐植などの程度進行しているかをふまえることができる。表より、有明海や東京湾の粘性土のよう、海成の粘性土においては、ある程度の有機物は含まれているが、これらは大部分が未分解の有機物で、フミン酸はごく少量しか含まれていないことがわかる。これに対して、霞ヶ浦のヘドロをはじめとする内陸成の粘性土では、フミン酸含有量がかなり高いことが明らかになった。

種 類	項 目	有機物 含有量(%)	フミン酸 含有量(%)	フミン酸 含有量(%) 有機物(%)
1	有明海の粘土	5.68	0.15	2.64
2	東京湾の粘土	6.35	0.17	2.68
3	霞ヶ浦のヘドロ	5.47	0.57	10.4
4	模木名川の粘土	11.58	1.50	13.0
5	荒川関越池の粘土	2.99	0.83	27.8
6	不忍池(1)のヘドロ	19.09	2.03	10.6
7	不忍池(2)のヘドロ	17.06	2.04	12.0
8	不忍池(3)のヘドロ	17.38	0.68	3.91

次に、各種粘性土から抽出したフミン酸を種々の割合で加えたカオリン粘土に対して行った土質改良実験の結果を図-1に示す。図-1(a)が、カオリン粘土に5%の消石灰を加えた場合におけるフミン酸含有量と改良土の一軸圧縮強さの関係を示したものであり、図-1(b)が、カオリン粘土に5%の普通ポルトランドセメントを加えた場合における同様の関係を示したものである。また、いずれの場合も、カオリンに加えたフミン酸には、根本名川の粘土、荒川調節池の粘土、不忍池(1)のヘドロの各試料から抽出したフミン酸ならびに市販のフミン酸の4種類を用いている。

図-1(a)をみると、消石灰による処理を行った場合には、フミン酸の種類にかかわらず、フミン酸含有量の増加とともに改良土の一軸圧縮強さが著しく低下している。そして、カオリン粘土の乾燥重量に対して1~2%というごく少量のフミン酸が含まれているだけで土質改良効果が著しく阻害されることがわかる。一方、表-1で既にみたように、実際の粘性土の中にはこの程度のフミン酸含有量のものが少なくないことを考えあわせると、消石灰を用いて通常遭遇する土の土質改良を行う場合には、フミン酸含有量の値が土質改良効果を左右する極めて重要な因子の1つになると考えられる。

これに対して、普通ポルトランドセメントによる処理を行った場合には、図-1(b)に示すように、フミン酸の種類によってフミン酸含有量と改良土の一軸圧縮強さの関係が異なってくる。すなわち、根本名川の粘土から抽出したフミン酸のように5%含まれていても改良効果に何ら影響を及ぼさないものや、市販のフミン酸のようにある程度以上含まれると改良効果を阻害するもの、さらに荒川調節池の粘土や不忍池(1)のヘドロから抽出したフミン酸のごく少量含まれるだけで改良効果を阻害するものまで種々様々である。このように、セメントを用いて土質改良を行う場合には、土中に含まれるフミン酸の特性によって土質改良効果が異なるとい興味ある結果が得られたので、この点については今後の検討課題としたい。

4. おとめ

土中のフミン酸がセメントや石灰による土質改良効果に及ぼす影響を明らかにするため、各種の粘性土から抽出したフミン酸を種々の割合で添加したカオリン粘土に対して土質改良実験を行った結果、消石灰を用いて土質改良を行う場合には、フミン酸含有量の値が土質改良効果を左右する極めて重要な因子の1つになることが明らかになった。これに対して、普通ポルトランドセメントを用いて土質改良を行う場合には、フミン酸の種類によって改良効果が異なるという興味ある結果が得られたので、今後はフミン酸の特性にも着目したより詳細な検討を加えていく予定である。

最後に、本研究に対して終始適切に助言をいただいた中央大学の久野悟郎教授に対し、深く感謝の意を表す。
(参考文献) 1)大場正夫：土中の有機物がセメントインテグレーションに及ぼす影響、土木技術資料10-12、1968。

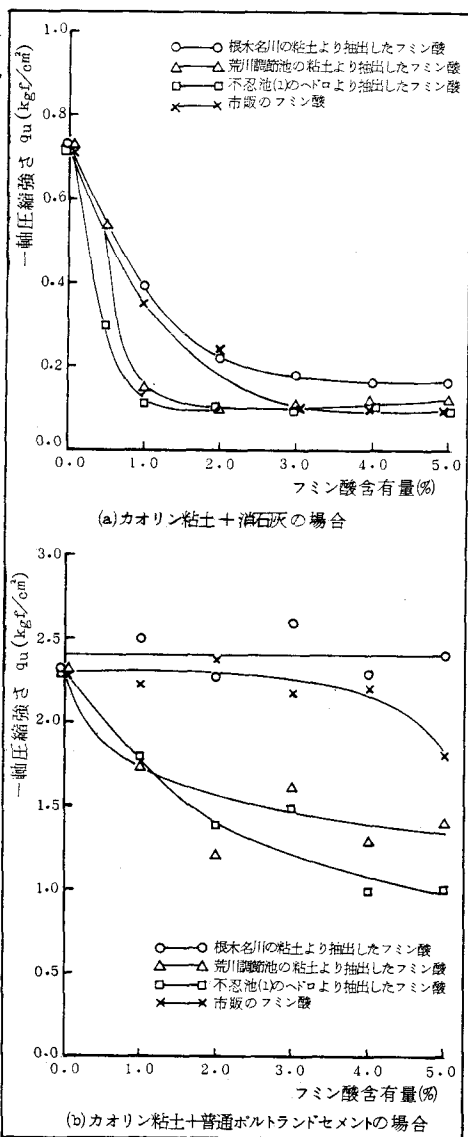


図-1. フミン酸含有量と改良土の一軸圧縮強さの関係