

明石高専技術教育支援センター 正会員 ○内藤永秀
 明石高専都市システム工学科 正会員 澤 孝平 友久誠司
 明石高専学生 阿部朋子
 新日本製鐵（株） 正会員 道下恭博
 広鋤技建（株） 正会員 井奥哲夫

1. まえがき

近年、我国における建設事業において膨大な建設汚泥が発生し、再資源化利用の低いことが社会的問題になっている。また産業廃棄物である石炭灰の排出量も増加の一途を辿っており、これを建設汚泥の固化処理において、固化の補助材料として利用できれば、環境保全の観点からも大変有意義である。

本報では、ため池に堆積したへどろを、セメント系固化材を用い、固化処理することによって運搬などの取り扱いやすい材料に改質して有効利用することを目的とし、固化助材としてフライアッシュおよび水砕スラグを用いた場合の強度特性を追究する。

2. 試料および実験方法

用いたへどろは兵庫県加古郡稲美町のため池で採取したもので、その物理的性質を表-1に示す。このへどろは75 μ m以下の細粒分を約90%含有し、自然含水比が137%の超軟弱粘性土であり、さらにフミン酸含有量が1.6%と多いことからセメントによる固化処理に大きな影響があるものと考えられる。実験には液性限界の約10%増しの含水比(127%)に調整して用いている。

固化材は、軟弱地盤改良用特殊セメントで、固化助材は前報¹⁾において混合効果の少なかった微粉炭灰と、製鉄の副産物で高炉スラグの一種である水砕スラグ（平均粒径0.88mm）を用いた。

へどろの湿潤質量に対する百分率で固化材を9%添加したものに、微粉炭灰混合率を0、5、10、20%、および水砕スラグを0、5、10、20%混合した。供試体はJIS A1216に準じて作成後7、28、91日間養生し、一軸圧縮試験を行った。なお、水砕スラグは、平均粒径0.25mmと0.041mmに細粒化したものも比較のために用いている。

3. 結果および考察

図-1は、固化助材として、微粉炭灰のみ、あるいは水砕スラグだけを用いた供試体の養生日数と一軸圧縮強度の関係である。これによると養生日数28日までの強度増加が著しく、水砕スラグだけを混合した処理土より、微粉炭灰だけを混合した処理土の方が、20～30kPa大きな強度になっている。

図-2は、水砕スラグ混合率を0、5、10、20%に変えた処理土の、微粉炭灰混合率と一軸圧縮強度の関係である。水砕スラグと微粉炭

表-1 へどろの物理的性質

項 目	結 果
自然含水比 (%)	137
調整含水比 (%)	127
土粒子の密度 (g/cm^3)	2.56
液性限界 (%)	111
塑性指数	67
強熱減量 (%)	11.0
フミン酸含有量 (%)	1.6
粒 度	砂分 (%)
	シルト分 (%)
	粘土分 (%)
	10.3
	44.2
	44.5

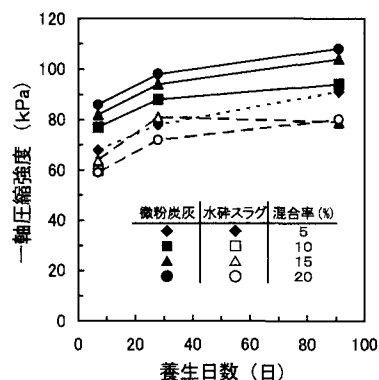


図-1 養生日数と強度の関係
(微粉炭灰、水砕スラグ(0.88mm))

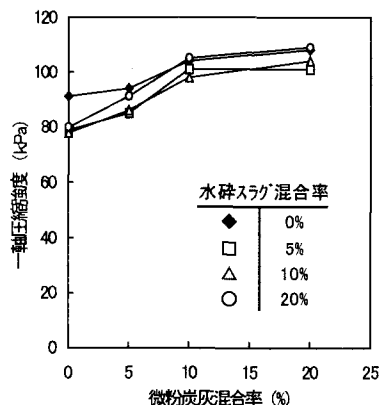


図-2 微粉炭灰混合率と強度の関係
(水砕スラグ(0.88mm))

灰の併用において、微粉炭灰混合率を増加することにより強度の上昇は見られるが、その増加傾向は一種類の固化助材混合の場合（図－１）に比べわずかである。

図－３は、水砕スラグ混合率と一軸圧縮強度の関係を示したものである。養生日数が 28 日までの早期においては、水砕スラグ混合率の増加に伴い、強度は減少し、その減少割合は、水砕スラグ混合率が 1%増加する毎に、7 日養生では 0.5 kPa、28 日養生で 0.7 kPa である。91 日間養生後には、その強度はわずかであるが、増加傾向を示す。

図－４は、3 種類の平均粒径の水砕スラグ混合率と養生日数 7 日、91 日における一軸圧縮強度の関係である。水砕スラグの粒径の違いにより、混合率に伴う強度変化に大きな違いがあり、平均粒径 0.88mm の水砕スラグを混合した場合にはその混合率の増加に伴う強度増加は見られない。しかし、平均粒径を 0.25mm、0.041mm に細粒化すると水砕スラグを増やすことにより強度は増加し、その傾向は養生日数の長い 91 日養生で顕著である。

表－２は、図－４から求めた水砕スラグおよび、微粉炭灰の単位混合率に対する強度増加量を示したものである。ここでの水砕スラグは固化効果の大きかった平均粒径 0.041mm のものである。例えば、固化材処理土の 7 日養生後の強度は、

$$q_u(7) = (\text{固化助材無混合の } q_u) + 0.9 \times (\text{微粉炭灰混合率}[\%]) + 2.2 \times (\text{水砕スラグ混合率}[\%])$$

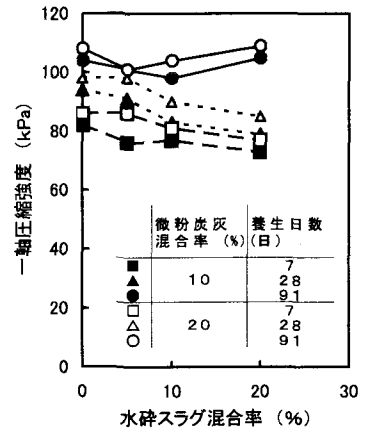
で表される。従ってこの表の値を用いることにより、一定期間養生後の処理土の強度に対する固化助材の配合設計が可能となる。例えば 7 日養生後の目標強度が 100kPa とするためには、セメント 9% 添加したへどろに対する水砕スラグと微粉炭灰の混合率は、図－５の A 線より上の範囲にすればよいことになる。

4. あとがき

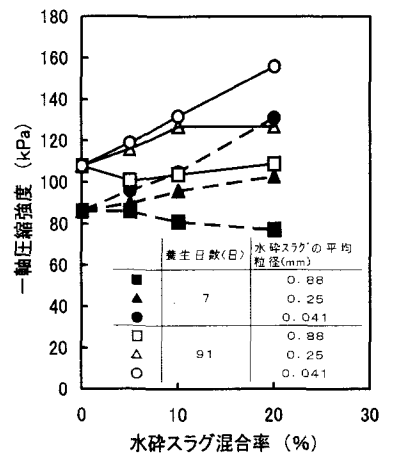
へどろの確実な固化およびセメント系固化材の節約を考え、水砕スラグと微粉炭灰を混合した処理土の強度特性を検討した結果、以下のことが明らかになった。

(1) 固化助材無混合の処理土は、養生日数の経過に伴い強度は増加するが、その変化は小さい。(2) 微粉炭灰はへどろの強度増加を目的とした固化助材として有効でなく、むしろ、へどろの含水比低下による施工性の改善に対しての有効性が高い。(3) 固化助材として水砕スラグを用いた場合、養生日数が経過するほど高強度になる。また、水砕スラグの平均粒径が小さくなるほど強度の増加割合は高くなる。(4) 改良土の一軸圧縮強度と固化助材混合率の間には直線関係があり、一軸圧縮試験において得られたデータを直線回帰することで、目標強度に対する配合設計が行える。

【参考文献】1) 澤 孝平他：石炭灰を混合したセメント系固化へどろの強度特性、第 37 回地盤工学研究発表会講演集, pp.875～876, 2002.



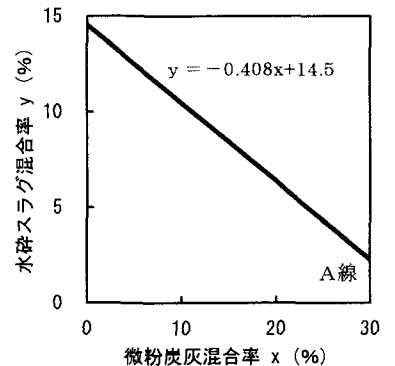
図－３ 水砕スラグ(0.88mm)混合率と強度の関係



図－４ 水砕スラグ混合率と強度の関係

表－２ 単位固化材添加量に対する強度増加 (kPa/%)

養生日数(日)	7	28	91
微粉炭灰	0.9	0.9	1.2
水砕スラグ	2.2	2.3	2.4



図－５ 目標強度 100kPa を達成する 固化助材混合率(7 日養生)