

III-380

セメント処理土におけるCECと強度の相関

五洋建設株式会社 正員 中司 泰雄

1. まえがき

筆者は過去に、水砕スラグを主材とする安定材を用いる場合、改良対象地盤に含まれる粘土鉱物の結晶構造末端破壊原子価、非晶質物および腐植物の酸基に基づくPH依存性陰電荷などにより、水砕スラグのアルカリ刺激剤として添加したセメント系材料が遊離する Ca^{2+} などが土に吸着、消費される。したがって、それぞれの改良対象地盤に有用な強度を発現させるには、アルカリ刺激剤添加量を改良対象地盤が保有するCEC（陽イオン交換容量）に応じて増減する必要があるとの知見^{1)・2)}を得た。今回、セメント系材料による安定処理土発現強度の定量的予測手法開発の一環として、セメント単味による処理土の発現強度におよぼすCECの影響を確認するため、以下の試験を実施した。

2. 試験概要

2.1 試用標本粘土鉱物および試用海底土

モンモリロナイト（山形県左沢産）純度=99.6%, カオリナイト（鹿児島県入来産）純度=86.8%, イライト（米国イリノイ産）純度=90%, パーミキュライト（南アフリカ産）純度=90%, クロライト（高知県本山産）純度=60~70%の標本粘土鉱物と、自然土として4種の海底土を試験に用いた。

2.2 試用土のCEC測定

原子吸光光度器を用いて、前報²⁾で述べた要領で測定した。但し、標本粘土鉱物の消石灰飽和溶液中の Ca^{2+} 吸着量測定に際し、イオン交換が終了したと考えられる2時間後の値を用いた。

2.3 一軸圧縮強度試験用供試体の作成

表-2に示す各標本粘土鉱物重量比率の異なる4種類の配合試料を作り、含水比 $w=60\%$ に調製し、NPC（普通ポルトランドセメント）の添加率 $A_w=25\%$ （配合試料乾燥重量当たり%）で処理し、アクリルパイプ（肉厚3mm）を用いて、直径3cm×高さ6cmの形状のものを各週当たり2本ずつ作成した。また、海底土の供試体は直径5cm×高さ10cmのものを各週当たり3本ずつ作成した。これらを温度20℃湿度100%に保ち、恒温恒湿養生槽で養生した。

2.4 供試体中水和物

圧縮強度試験後、供試体中水和物生成量を走査型電子顕微鏡で、観察した。

3. 試験結果

3.1 CEC値

表-1に標本粘土鉱物のCEC値を示す。表-1の値を用いた配合試料の換算CEC値を図-1中の（ ）内に示す。配合試料No.1からNo.4の順に値は大きい。また、表-3に海底土の土質特性を示したが、これらのCEC値を表-4に示す。

3.2 供試体の発現強度

表-1 標本粘土鉱物のCEC (meq/100g)

項目	吸着した CECの量	陽換性 Al^{3+} 量	陽換性 Na^{+} 量	陽換性 K^{+} 量	陽換性 Ca^{2+} 量	陽換性 H^{+} 量	全陽基 陽換容量 (CEC)
粘土鉱物							
クロライト	320	24	13	03	48	280	368
イライト	397	35	19	05	119	338	516
カオリナイト	479	13	08	02	51	456	530
パーミキュライト	936	33	407	22	28	474	954
モンモリロナイト	1136	11	03	08	119	1114	1255

表-2 配合試料の粘土鉱物重量比

供試体	No.1	No.2	No.3	No.4
粘土鉱物				
クロライト	1	1	1	1
イライト	1	1	1	1
カオリナイト	1	1	1	1
パーミキュライト	1	1	1	1
モンモリロナイト	1	1	1	1

表-3 試料土の土質特性

試料番号	A (換算)	B (換算)	C (換算)	D (換算)
比 重	2672	2680	2658	2679
自然含水比(%)	116.4	130.4	117.9	117.9
液性限界(%)	823	1160	886	1058
塑性限界(%)	426	511	371	376
塑性指数	397	649	515	682
砂(%)	42	12	31	28
シルト(%)	336	278	307	416
粘土(%)	622	710	662	556
乾燥量(%)	73	99	90	105
pH (KCL)	8.3	8.3	7.5	7.0

表-4 試料土CEC (meq/100g)

項目	吸着した CECの量	陽換性 Al^{3+} 量	陽換性 Na^{+} 量	陽換性 K^{+} 量	陽換性 Ca^{2+} 量	陽換性 H^{+} 量	全陽基 陽換容量 (CEC)
試料							
A (換算)	560	81	85	109	69	285	649
B (換算)	872	376	75	38	75	383	947
C (換算)	432	75	24	85	109	241	541
D (換算)	728	306	68	15	60	339	788

配合試料の圧縮強度試験結果を図-1に、海底土の圧縮強度試験結果を図-2に示す。図-1に示す通り、配合試料が保有するCEC値に反比例して、CEC値が小さいほど、その発現強度は大きい。特に、最大CEC値を保有するモンモリロナイトを含まない配合試料No.1は他配合試料に比較し、発現強度は著しく大きい。また、標本粘土鉱物に比較し、多量の非晶質物を含有している自然土である4種の海底土においては、図-2に示す通り、発現強度とCECとの相関性は認められない。

3.3 供試体中水和物

Pht. 1~Pht. 4は配合試料No.1~No.4における水和物を5,000倍に拡大してさつ影したものである。CEC値が小さいほど水和物生成量は多く、水和物生成量が大きいほどその発現強度は大きい。Pht. 5~Pht. 8は海底土における水和物を8,000倍に拡大してさつ影したものであり、発現強度に比例して、その水和物生成量が多い。

4. 考察

今回、図示できなかったが、標本粘土鉱物をNPC添加率 $A_w=30\%$ で処理した供試体中水和物生成量も、CEC値に反比例して、CEC値が小さいほど針状水和物が多量に観察された。これらの結果より、非晶質物が比較的小さい場合には、CEC値が大きいほど、NPC中の養分が土に吸着、消費されるため、セメント水和物の生育が悪く、発現強度が低くなるものと考えられる。また、自然土においては、アロフエン、Al、Feの水酸化物など非晶質物が多い場合、CEC値は大きくなり、図-2のごとくCEC値と強度の相関性は認められないが、CEC値と非晶質物量を差引きする事により、その相関性は明らかになるものと考えられる。

参考文献

- 1) 中司；イオン交換容量の異なる海底土の処理土強度発現(その2)，第21回土質工学研究発表講演集，PP.1967~68
- 2) 中司；イオン交換容量の異なる海底土の処理土強度発現，土木学会第41回年次学術講演会集，Ⅲ-110

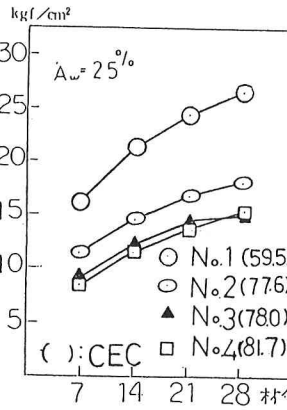


図-1 配合試料土の発現強度

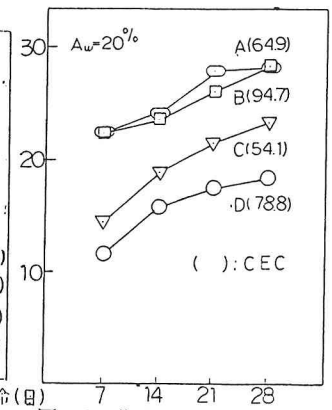
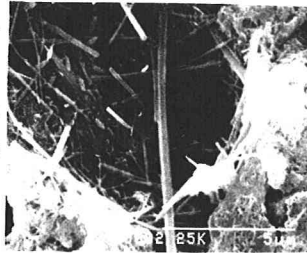
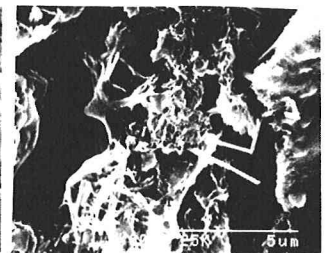


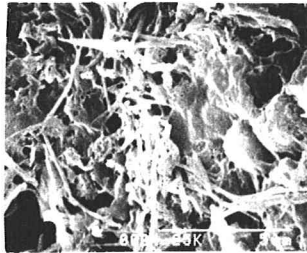
図-2 海底土の発現強度



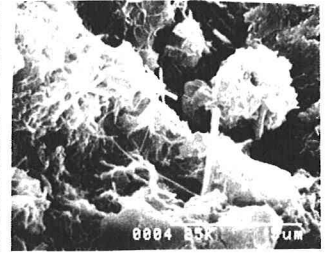
Pht. No. 1 中水和物



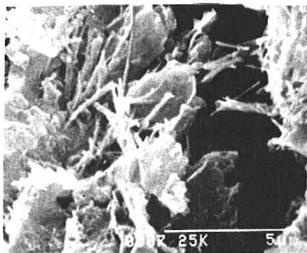
Pht. A 中水和物



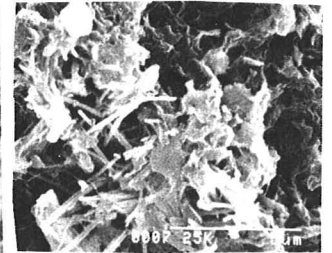
Pht. No. 2 中水和物



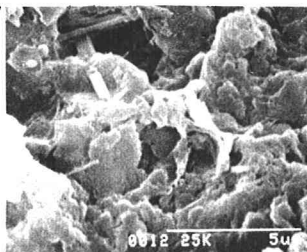
Pht. B 中水和物



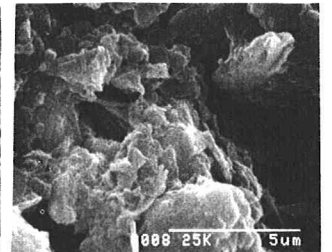
Pht. No. 3 中水和物



Pht. C 中水和物



Pht. No. 4 中水和物



Pht. D 中水和物