

I 始めに 近來海中構造物の基礎改良の一手段として石灰パイルを使用する方法がいろいろ試みられている。この技術的方法是現在模索中であり、ある程度の成果を細めているようである。しかし石灰と土の基礎的反応及びその工学的性質の淡水中における挙動は良く研究されているが海水中における挙動についての研究は殆ど皆無である。過去においてはセメントに対する海水成分の影響だけが比較的問題にされてきた。今 200 カイリ時代の到来と共に海洋開発が叫ばれているが石灰パイルによる海床地盤の改良もいよいよ盛んになるものと思われる。本研究はこのような背景のもとに石灰処理土に対する海水成分の影響の基礎的研究として行なったものである。なお海水の主成分は表-1 に示す通りである。主要なカチオンを含有量の大小順に並べると Na^+ , Mg^{2+} , Ca^{2+} , K^+ , Sr^{2+} の順であり、そのうちでも Na^+ , Mg^{2+} イオンが多い。本研究では手始めに全体イオンの合成影響について検討した。

II コンシステンシーの変化より見た海水の石灰安定処理土に及ぼす影響

(1) 海水の未添加処理土の影響 (図-1) 一般に海成粘土から海水塩分を溶脱せると、その非排水せん断強度は減少し、鋭敏比が増加し液性限界が減少することが知られている。またその圧縮性は増加し塑性度は減少する。塩分の溶脱は

図-1 における淡水処理土に相当するが、これに相当する WL の減少は泥岩土とカオリンの非活性粘土に限られることが分かる。一方活性粘土のベントナイトは海水添加により WL が大幅に低下する。粘土-水系においてその力学的性質を支配する物理化学的要因は濃度とカチオンの原子価であるが一般に濃度が増加すると液性限界は減少する。活性粘土においてはこの濃度の増加による液性限界への影響が卓越するものと考えられる。また図-1 から海水処理による塑性指数の変化は殆どなくそのためにベントナイトの Ip は処理前後で大きく変化する。すなわちベントナイトは海水処理により塑性度が減少していく。

表-1 海水の主成分 (濃度 100%)

成 分	濃度 (%)
ナトリウムイオン Na^+	10.356
カリウムイオン K^+	0.380
マグネシウムイオン Mg^{2+}	1.272
カルシウムイオン Ca^{2+}	0.400
ストロンチウムイオン Sr^{2+}	0.008
塩素イオン Cl^-	18.980
硫酸イオン SO_4^{2-}	2.649
重炭酸イオン HCO_3^-	0.140
炭素イオン C^{2+}	0.065
有機酸分	0.026

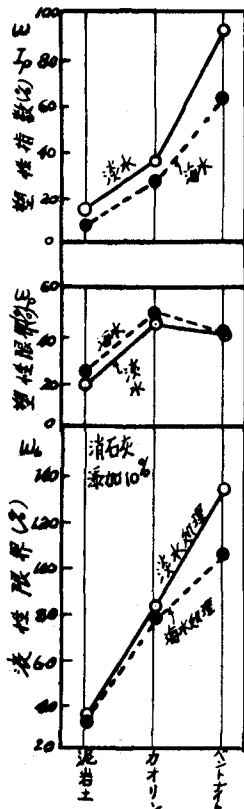


図-3 海水の石灰による基礎効果に及ぼす影響

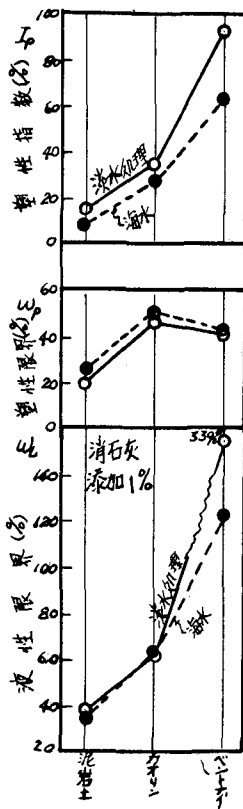


図-2 海水の石灰による界面効果に及ぼす影響

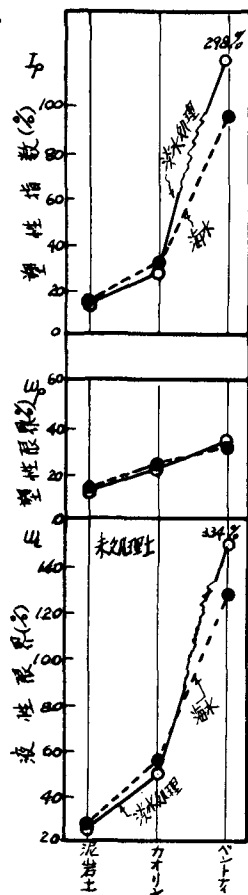


図-1 海水のコンシステンシーに及ぼす影響

(2) 海水の石灰による界面効果に及ぼす影響(図-2) 土に1%の消石灰を混合すると石灰による凝結効果よりも界面化学作用による効果が卓越する。その界面効果が海水によりどう影響されるかを示したのが図-2である。この石灰の界面効果は物理的には土粒子に対する凝集作用、構造的には綿毛構造となつて現れる。一方土中への海水添加は塩分濃度の増加を表わし、コロイド現象による粒子の凝集作用により沈殿堆積して綿毛構造を形成する。この結果海水と石灰の二重凝集作用により土粒子は巨粒化し、空隙は減少する。この工学的な現れは図-2のように液性限界の減少となつてくる。一方、塑性限界は海水処理により僅かに増加し、塑性指数は反対に減少する。前述したように塩分の溶脱は液性限界が減少すると言われ、図-2においてこれに相当する淡水処理はⅣの増加となり、事実が矛盾していることは土の海水中に存在する時間の要因が大きな働きを及ぼしているように考えられる。

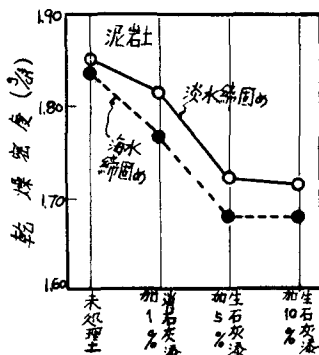


図-4 海水の石灰処理締固め効果に及ぼす影響

(3) 海水の石灰による凝結効果に及ぼす影響(図-3) 一般に石灰処理土においては石灰添加量と共に液性限界、塑性限界は上昇し、塑性指数は減少するが粘土土では液性限界が減少することもありうる。図-2の界面効果と図-3の凝結効果を比較すると傾向はまったく一致しており、僅かに淡水処理したベントナイトのⅣが著しく減少していることが分る。凝結処理における液性限界の上昇はその分だけ石灰による水分の吸収を表わすものと考えられる。海水処理と淡水処理と比較した場合、図-2と図-3は相似した傾向と有することはコンシステンシーに及ぼす要因は界面化学的要因が卓越していることを示すものである。言い換えると石灰の凝結効果は応力場にも影響を及ぼすものである。

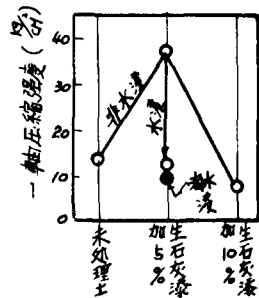


図-5 海水浸の石灰処理土強度に及ぼす影響

Ⅲ 強度の変化より見た海水の石灰安定処理土に及ぼす影響

(1) 海水の石灰安定処理締固め効果に及ぼす影響(図-4) 図-4で分るように海水による締固めは常に締固め密度を減少させる。海水、淡水締固め共にその最適量は5%である。海水による締固め密度の低下は海水中の多価カチオンの存在による影響と塩分濃度の増加によるものであり、共に土粒子の分散を阻害する。すなわち粒子間の引力の減少による凝集作用によるものである。最適量5%以上の石灰添加は石灰の粘結作用による分散作用の阻害作用が顕著になつて現れる。

(2) 海水浸の石灰安定処理土強度に及ぼす影響(図-5) 図-5はハーバート締固め試験機で淡水により締固めた供試体を8日間室内養生、1日淡水浸、あるいは海水浸した供試体の一軸圧縮強度の変化を示したものである。最適添加量5%の供試体については海水強度が淡水強度より少し低下するが、海洋環境下における他の諸条件と誤差を考慮に入れるなうばあまり、重大な減衰影響と言えないものと思われる。海水浸における強度低下の原因はカチオンの浸透圧によるものと思われる。

Ⅳ 結論 以上の研究から得た結論は次の通りである。

(1) 海水処理により液性限界は一般に減少し、この傾向はベントナイト系粘土に著しい。この傾向は海水の溶脱から見た結果と相反するがこの相反現象は時間効果によるものである。海水処理による液性限界の減少は濃度増加による引力の減少によるものである。

(2) 海水、淡水処理共に土の種類による塑性限界の幅は液性限界に比べて小さく、海水処理により塑性限界は少しく上昇する。塑性指数は海水処理により低下する。

(3) 海水による締固め密度は低下し、淡水締固め供試体の淡水浸、海水浸強度はあまり変うない。最後に本研究を卒業研究として実験の一部を担当していただいた本学部元4回生、古藤、志賀、長谷部、大道等の諸君に感謝する。