

住友セメント（株） 正会員 ○高橋守男

同

大関敏広

同

山田清承

1 まえがき

近年、不良地盤を原位置で安定化処理する混合攪拌工法等が、資源および公害問題から、また改良効果をより期待する要求等から活発に採用されるに至っている。泥炭地盤においても、かつては改良困難とされていたが、セメント系固化材の研究開発とともにこうした工法が適用されるようになった。一般に混合攪拌工法は、固化材ミルクまたはモルタルを使用するが、これは固化材を混ざり易くする為でもあり均質改良を期待するものである。原地盤の性状、施工機械および設計強度等により固化材ミルクの水分および地盤への添加率を変えなくてはならないが、ここであらかじめ混合物の性状（流動性、強度等）を把握しておくことは必要である。本報告は、固化材ミルクを泥炭に添加した場合の強度特性について試験、考察を行ったものである。

2 試験方法

2-1 試料土

試験に用いた泥炭は千葉県野田市の宅造現場より採取したものであるが、プレローディングにより圧密された状態のものである。物理・力学的性状を表-1に示す。固形分の無機成分はX線回折結果によると非晶集鉱物を主体としカオリン（粘土鉱物）、石英および長石等である。表-2に化学組成を示す。

表-1 試料土の物理・力学的性状

自然含水率 w _n (%)	PH	有機物量 (%)	分解度 (%)	単位重量 比 g _s (g/cm ³)	土粒子比重 G _s	g _u (kg/cm ³)	E ₅₀ (kg/cm ²)	鋭敏比
254 (518)	6.0	45.8	428	1.10 (0.98)	1.82	0.27	4.3	5.9

() は圧密前の状態のとき

表-2 試料土の化学組成 (%)

ig. loss	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	SO ₃	total
4580	3580	11.51	3.45	1.47	1.13	0.00	99.16

110°C Dry Base

表-3 セメント系固化材（タフロック）の化学組成 (%)

ig. loss	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	SO ₃	total
3.03	22.36	8.24	1.46	50.45	2.35	10.79	98.68

2-2 固化材

試験に用いた固化材は、泥炭用に開発されたセメント系材料である（タフロック、住友セメント（株）製）。表-3にその化学組成を示す。

2-3 試験方法

均質に調整した試料土に対し添加率 P (C/S, C 固化材 S 試料土) の固化材をミルク濃度 $\alpha = w/c$ (w ミルク中の水分) にして加丸ホバートミキサー (5ℓ, 自転 140rpm 公転 62rpm) にて 5 分間攪拌混合し $\phi 5 \times 10^6$ mm の供試体を成形し 20°C の湿気箱中にて密封養生し一軸圧縮試験を JIS 準拠にて行った。P は 10, 20, 30, 40, 50%, Q は 0, 80, 120, 160% また強度材令は 7, 14, 28 日とした。それぞれの材令にて Q 160% の各添加率について X 線回折および含水量測定 (アセトン置換吸引後真空乾燥, アセトン法) を行い化学的な変化を観察した。

3 試験結果および考察

3-1 固化材ミルクの水分の増加による強度低下

均質な改良を行うには、一般にミルクの添加量を多く

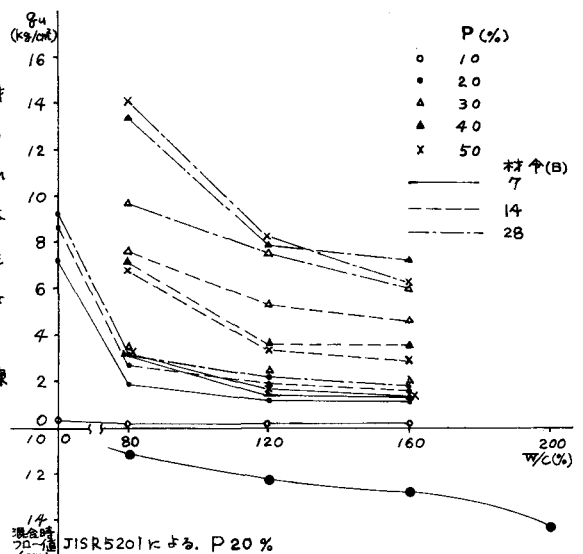


図-1 ミルク濃度と処理土の強度

してやればよいと考えられる。ミルクの試料土に対する体積比は $P(1+\alpha Q)/\alpha$ (α は土の密度、 α は固化材比重) であるから P を一定とした場合 Q を大きくすればよいが図-1 に示すような強度低下が混合状態が等しい場合に存在する。高添加率において特に大きい。

3-2 添加率と強度

図-2 は q_u と P との関係を各ミルク濃度について材料毎に示したものである。粉末添加 ($\alpha=0$) の場合と異なり、ミルク添加の場合は短期において高添加率における強度発現が抑えられる形となっている。その回復の速さは Q が小さいほど速い。すなわち、ミルクの α (W/C) は強度特性を支配する大きな要因となっている。

3-3 全水分固化材比と強度

混合物中の水分は試料土およびミルクに存在する (W_s および W)。 $T \cdot W/C = (W_s + W)/C$ と q_u の関係を示したものが図-3 である。添加率が低い場合また高添加率でも長期になると q_u と $T \cdot W/C$ の間に一定の関係があるといえる。 $T \cdot W/C = \alpha + W_n/P(1+W_n)$ であるから、 q_u と $T \cdot W/C$ の一定の関係から設計強度により (α, P) が任意に定まる。

3-4 混合物 (処理土) の化学的性状の変化

ミルク中の自由水 W_F と固化材の比 W_F/C は
$$\frac{(W-W_n)/(1+W_n) + WP(\alpha+1)}{(1+W)P}$$
 と表される (W は処理土の W_n は試料土のアトメン法による含水比、 $W_n=232\%$)。表-4 に示すように強度が増加すると W_F/C の減少が大きい。

表-5 に示すように同じ Q の固化材を用いても添加率によって大きく異なった化学的变化を示している。これがまた強度特性と結びつくと考えられるが、固化反応において土の関与が大きいといえる。

4 あとがき

固化材をミルクとして使用した場合、注目すべき強度特性がみられた。改良土に高強度が要求されてきている今日、これについての機理的説明は大きな課題であり、さらに研究したいと考える。

最後に、本試験を進めるにあたり御協力致した大日本土木 (株) 野田工事事務所の方々に感謝いたします。

表-4 W_F/C

材料 W/C (%) P (%)	7		14		28	
	W (%)	W_F/C (%)	W (%)	W_F/C (%)	W (%)	W_F/C (%)
160-10	213	159	213	159	212	157
20	182	141	180	139	176	135
30	169	140	160	132	154	127
40	152	133	144	126	143	125
50	154	139	151	137	136	125

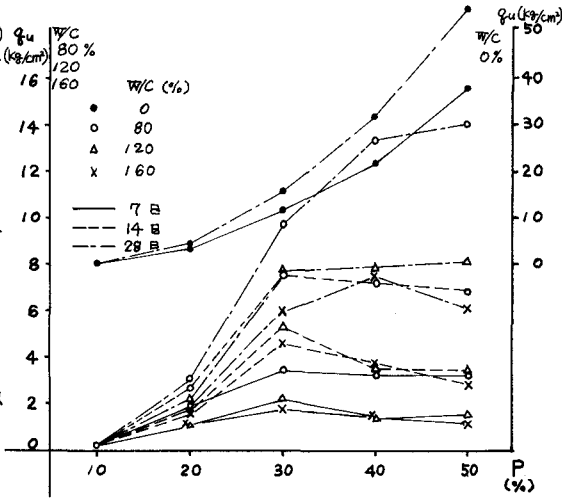


図-2 固化材添加率と強度

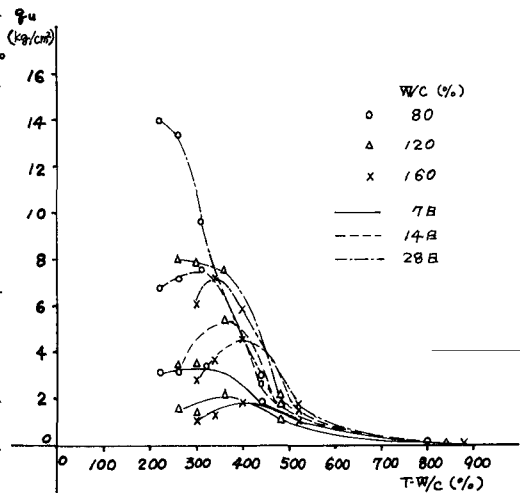


図-3 全水分固化材比と強度

表-5 処理土のX線回折結果

W/C (%)	P (%)	材料	Ettringite	Monosulfate	CaSO ₄ ·2H ₂ O	Ca(OH) ₂	Calcite	クランカ物質
160-10	7	+	+++	—	—	—	—	—
	14	+	+++	—	—	—	—	—
	28	+	+++	—	—	—	—	—
20	7	++	—	—	—	—	—	—
	14	++	—	—	—	—	—	—
	28	++	—	—	—	—	—	—
30	7	++	—	—	+	—	—	—
	14	++	—	+	+	+	—	—
	28	++	—	+	+	+	—	—
40	7	++	—	++	+	+	—	—
	14	++	—	+	+	+	—	—
	28	++	—	+	+	+	—	—
50	7	++	—	++	+	—	—	—
	14	++	—	+	+	—	—	—
	28	++	—	+	+	—	—	—