III-487 事前混合処理工法による大型水槽打設実験（その4）
－事前混合処理土の三軸圧縮試験特性－

東京湾横断道路㈱　正会員　橋本文男
東洋建設㈱　同上　○藤田雄治
同上　同上　古川好男

１．まえがき

東京湾横断道路木更津人工島平坦部の島内盛土の施工検討を進める過程で事前混合処理工法の適用を検討する事となり、大型水槽打設実験（時間当たり打設量250m³/h）を実施した。本報告は、事前混合処理工法により打設した固化土の力学特性に関する基礎ﾃﾞｰﾀを得るため実施した三軸圧縮試験・三軸等方圧密試験・三軸透水試験結果について報告する。

２．実験概要

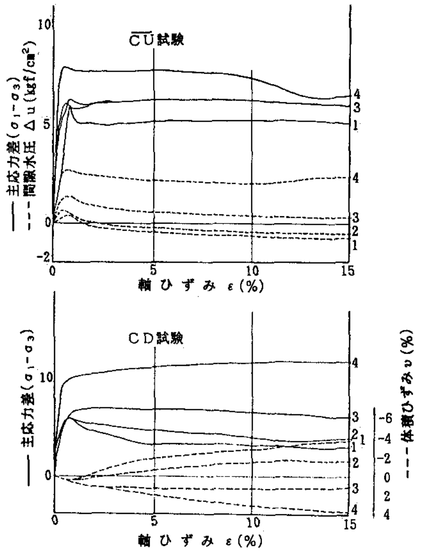
（1）使用材料　処理対象土は千葉県鬼泪山の山砂（G_s＝2.720、細粒分3％、w_n＝3％、均等係数2.0）、ｾﾒﾝﾄは高炉ｾﾒﾝﾄＢ種を使用した。また、分離防止剤としては強ｱﾆｵﾝ性ﾎﾟﾘｱｸﾘﾙｱﾐﾄﾞを用いた。

（2）力学試験方法　ｼｭｰﾄにより埋立速度250m³/hで水中打設した事前混合処理土より、ﾌﾞﾛｯｸｻﾝﾌﾟﾘﾝｸﾞ試料、ﾎﾞｰﾘﾝｸﾞｺｱ試料および攪乱試料を採取し、力学試験を行った。

３．実験結果

３.１　三軸圧縮試験

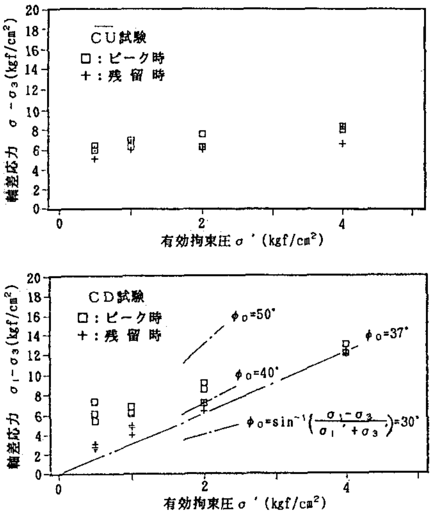
（1）応力～ひずみ曲線　図－１にﾌﾞﾛｯｸｻﾝﾌﾟﾘﾝｸﾞ試料の応力～ひずみ曲線の一例を示す。図より、$\overline{CU}$試験では軸ひずみが約0.5％付近で強度の変曲点を示すが、CD試験では明確な強度の変曲点は見られない。このような応力～ひずみ特性は、ｽﾗﾘｰ系処理土の特性と同様である。



図－１　応力～ひずみ関係(一般)

（2）軸差応力と有効拘束圧　図－２に軸差応力($\sigma_1-\sigma_3$)と有効拘束圧σ_c'との関係を示す。図より$\overline{CU}$試験ではﾋﾟｰｸ強度と残留強度の差は小さく、拘束圧の影響を余り受けない傾向にある。一方、CD試験ではﾋﾟｰｸ強度と残留強度に差があり、拘束圧が大きいほどﾋﾟｰｸ強度、残留強度とも大きくなる。このような特性はｽﾗﾘｰ系処理土と同様である。また、拘束圧σ_c'≦4kgf/cm²の範囲では、残留時のｾｶﾝﾄｱﾝｸﾞﾙはϕ_0＝37.0度となる。

（3）強度定数　三軸圧縮試験結果を表－１に示す。これより、CD試験では全試料についてほぼ想定できる強度定数が得られている。$\overline{CU}$試験では粘着力成分が大きく得られている分、せん断抵抗角が小さい。これは、ﾓｰﾙ･ｸｰﾛﾝの破壊包絡線の線の引き方に起因すると考えられ、有効応力原理に基づき$\overline{CU}$,CD試験結果を$\frac{\sigma_1-\sigma_3}{2}$～$\frac{\sigma_1+\sigma_3}{2}$の関係で再整理した結果



図－２　軸差応力と有効拘束圧の関係

を図－３に示す。また、得られた強度定数を図中に示している。また、表－１より攪乱試料の力学的強度を固結しているﾌﾞﾛｯｸｻﾝﾌﾟﾘﾝｸﾞ試料やﾎﾞｰﾘﾝｸﾞｺｱ試料と比較すると、ﾋﾟｰｸ時の粘着力成分が大きく低下している。これは、ｾﾒﾝﾃｰｼｮﾝが破壊されるためである。なお、攪乱試料のﾋﾟｰｸ時のせん断抵抗角は、処理土の残留時とほぼ同じ値である。

表－１　三軸圧縮試験結果一覧表

試料番号			ﾌﾞﾛｯｸｻﾝﾌﾟﾘﾝｸﾞ A－1		ﾌﾞﾛｯｸｻﾝﾌﾟﾘﾝｸﾞ B－2		ﾎﾞｰﾘﾝｸﾞNo.F H=3.00～3.85	A-1（攪乱試料）
材令			49日		50日		35日	57日
試験条件			CU	CD	CU	CD	CD	CD
強度定数	ピーク時	Cd(kgf/cm2		1.30		0.96	1.23	0
		φd（度）		34.06		34.40	30.53	38.41
		C'（kgf/cm2）	1.87		1.61			
		φ'（度）	22.77		28.69			
	残留時	Cd（kgf/cm2）		0.14		0.09	0.41	0
		φd（度）		40.77		40.39	35.17	37.69
		C'（kgf/cm2）	1.02		0.31			
		φ'（度）	27.71		37.16			
平均一軸圧縮強度 qu(kgf/cm2)			7.5		6.9		4.8	－

３．２　三軸透水試験

表－２に三軸透水試験結果を示す。なお、同表には既往の研究から得られた透水係数も併せ示す。これより、処理土の透水係数は未処理土に比べて1ｵｰﾀﾞｰ小さく、k ＝10^{-2}cm/s～10^{-4}cm/sである。これは、砂あるいは粘土と砂の中間的な土（微細砂～ｼﾙﾄ）の透水係数に相当している。

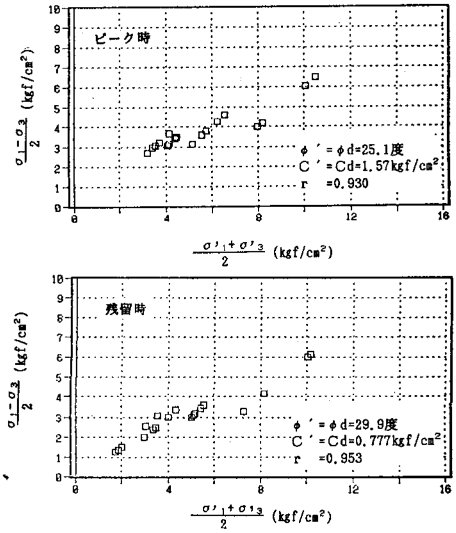
３．３　三軸等方圧密試験

（１）体積圧縮係数　　図－４に平均圧密圧力ｐと体積圧縮係数m_vの関係を示す。 図から処理土の体積圧縮係数は、ｐ≒1.0kgf/cm²でm_v≒5×10^{-4}cm²/kgfである。この値は、砂礫あるいはｸﾗｯｸの入った岩の体積圧縮係数に相当している。

（２）圧密係数　　静的外力に対する実際の地盤内の過剰間隙水圧の排水特性は、単に透水係数に支配されるのではなく、圧密係数に大きく依存すると考えられる。ここで、圧密係数c_vは透水係数ｋと体積圧縮係数m_vにより次式のように表される。

$$c_v = \frac{k}{m_v \cdot r_w}$$

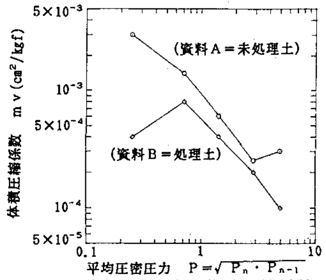
図－４より処理土の体積圧縮係数は未処理土に比べて小さい。また、処理土の透水係数は未処理度より1ｵｰﾀﾞｰ小さい。これより、処理土の圧密係数は、未処理土の値からそれほど低下しないといえる。ここで、三軸透水試験による透水係数と三軸等方圧密試験による体積圧縮係数の値から圧密係数を上式により算出するとc_v=3.3×10^3cm²/sとなり、ほぼ密詰めの砂に相当する。したがって、地盤を排水状態として排水条件のもとで強度定数c_d、ϕ_dが適用できると考える。



図－３　強度定数

表－２　未処理土と処理土の透水係数の比較

土の種類 ｾﾒﾝﾄ添加率	試験の測定方法		未処理土 k（cm/s）	処理土 k（cm/s）
鬼泪山産山砂 C＝7.5%	室内（80m³/h）	ｻﾝﾌﾟﾘﾝｸﾞ位置 EL 5.5m	——	9.7×10^{-4}
		ｻﾝﾌﾟﾘﾝｸﾞ位置 EL 1.5m	——	4.8×10^{-4}
	室内（250m³/h）	ｻﾝﾌﾟﾘﾝｸﾞ位置 EL 3.5m	——	3.0×10^{-4}
		ｻﾝﾌﾟﾘﾝｸﾞ位置 EL 3.5m	——	2.3×10^{-3}
	現地（250m³/h）	EL 3.0～3.5m	——	3.9×10^{-3}
		EL 2.0～2.5m	——	2.1×10^{-3}
		EL 1.0～1.5m	——	1.5×10^{-3}
	室内	ρd=1.36g/cm³	1.7×10^{-2}	——
		ρd=1.32g/cm³	1.9×10^{-2}	——
徳島産 レキ質土 C＝4 %	室内	ゆる詰め	2～3×10^{-2}	——
		Ec×1/2	8×10^{-3}	——
		Ec×1	4×10^{-3}	——
	現地	0～0.5m	1×10^{-1}	2×10^{-2}
		0～1.5m	1×10^{-1}	8×10^{-3}
六甲山ﾏｻ土 C＝5.5 %	室内	ゆる詰め	5×10^{-3}	——
	現地	0.6～1.7m	——	3～4×10^{-4}
		0.6～3.2m	——	2×10^{-4}
筑波山ﾏｻ土 C＝5.5 %	室内	ゆる詰め	3×10^{-3}	——
	現地	0.6～1.5m	——	3×10^{-4}
		0.6～2.3m	——	2×10^{-4}
		0.6～2.8m	——	2×10^{-4}



図－４　平均圧密圧力と体積圧縮係数の関係

４．あとがき

本実験は運輸省港湾技術研究所・動土質研究室・善室長の指導のもとに事前混合処理工法共同研究ｸﾞﾙｰﾌﾟの協力を得て行ったものである。

５．参考文献

１）樋口、小石川：事前混合処理工法の開発・ｼｭｰﾄ方式による埋立実験、第46回年次学術講演会

２）善ほか：事前混合処理工法による処理土の強度・変形特性、港研報告、VOL29、No.2、PP85－118、1990.