

建設発生土を用いた石灰系安定処理土の液状化特性

環境テクノサービス(株)
同上
(株)アースプライム
同上

西村 宏之
松本 和彦
正会員 木村 勝
正会員 ○佐々木朋子

1. 目的

近年、地震時の液状化に起因した地下構造物の埋め戻し部における浮き上がり現象が報告されており¹⁾、このような事態に対する防止策が急務とされている。その対策の一つとして、石灰系安定材の混合処理が検討及び研究されているが、建設発生土(特に細粒分が多いもの)を用いた報告²⁾は、数例に留まっているのが現状である。

そこで、本試験では、石灰系安定材を用いた建設発生処理土による繰返し非排水三軸試験及び一軸圧縮試験を行い、供試体条件の違いによる液状化に対する検討を行った。

表－1 土試料の物理特性

	単位	南森本	示野	
土粒子の密度 ρ_s	g/cm ³	2.672	2.660	
含水比 w_n	%	53.9	25.4	
粒度特性	礫分 (2~75mm)	%	0.0	29.4
	砂分 (0.075~2mm)	%	19.8	31.5
	シルト分 (0.005~0.075mm)	%	31.2	16.3
	粘土分 (0.005mm未満)	%	49.0	22.8
	最大粒径 D_{max}	mm	0.85	37.5
平均粒径 D_{50}	mm	0.0054	0.20	
液性限界 w_p	%	48.2	41.0	
塑性限界 w_L	%	28.0	24.2	
塑性指数 I_p		20.2	16.8	

2. 試験材料及び試験方法

土試料として、金沢市内の建設現場より採取された建設発生土を用いた。試料の物理試験結果を表－1に示す。また、安定材として生石灰を使用した。安定材添加率は、事前に添加量を変化させた安定処理土の CBR 試験を行う事で CBR 値と添加量の関係を導き、目標 CBR 値における添加率を算出した。これらの事前試験結果を用いて安定処理土の作製を行い、24 時間の養生を行った後、力学試験に用いる供試体を作製した。

力学試験に用いた供試体は、直径 50mm、高さ 100mm のモールドを用い、目標の密度になるように五層に分けて突固めることで作製した。供試体条件は、安定材の添加量において、目標 CBR 値で 8(%)と 20(%)及び無添加の三種類とした。また、各添加量に対して、締固め度を最大乾燥密度 $\rho_{dmax}(g/cm^3)$ の 80(%)と 90(%)の二種類設定した。

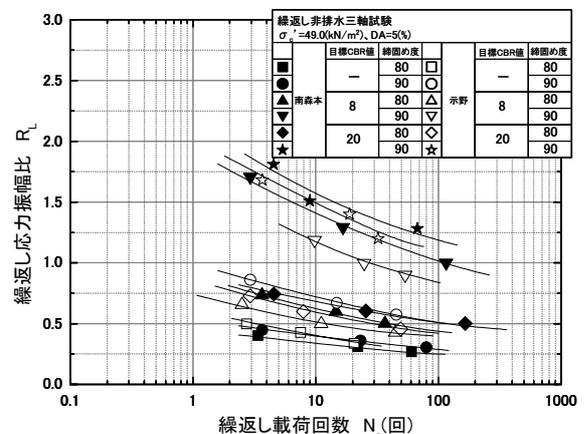
力学試験の試験法は、繰返し非排水三軸試験は JGS 0541 に、一軸圧縮試験は JIS A 1216 にそれぞれ準拠して行った。繰返し非排水三軸試験においては、各飽和供試体に対して有効拘束圧 $\sigma'_c=49kN/m^2$ で等方圧密した後、載荷周波数 0.1Hz の正弦波の下で繰返し非排水載荷を行った。

3. 試験結果

図－1に、各供試体条件で実施した繰返し非排水三軸試験結果を示す。同じ締固め条件の場合、無添加の供試体と比較すると、安定材を添加した供試体は、いずれも強度増加を示した。この強度増加は、いずれの安定材添加量及び土試料においても、締固め度が 80(%)のものでは大きな違いがみられなかったものの、90(%)においては、大幅な強度増加を呈していることがみてとれる。

表－2 試験結果

試料名	目標CBR(%)	添加率(%)	締固め度(%)	R_{L20}	$q_u(kN/m^2)$
南森本	—	0.0	80	0.30	7.0
			90	0.35	11.4
	8	3.5	80	0.55	100.7
			90	1.25	232.3
	20	4.9	80	0.61	110.6
			90	1.42	312.1
示野	—	0.0	80	0.34	31.3
			90	0.64	126.5
	8	1.1	80	0.46	71.1
			90	1.06	168.2
	20	1.8	80	0.52	54.7
			90	1.30	183.1



図－1 液状化試験結果

キーワード 石灰系安定処理土, 建設発生土, 液状化

連絡先 〒359-0007 埼玉県所沢市北岩岡 296-1 (株)アースプライム 技術センター TEL 04-2943-3391

また、土試料による比較をすると、無添加の試料を用いた供試体では、両振幅軸ひずみ DA が 5(%)に達したときの繰返し応力振幅比 R_{L20} は、各締固め度において示野が南森本を上回っている。しかしながら、安定材を添加した後の供試体では、いずれの条件で比較しても示野より南森本の方が若干上回る結果となった。

ここで、上記の繰返し非排水三軸試験結果に与えた影響を供試体条件により検討するため、図-2を示す。図-2は、無添加で作製した供試体による液状化強度 R_{L20} で正規化した各条件における液状化強度比($R_{L20}/R_{L20(\text{添加率:0\%})}$)と安定材添加率との関係を示したものである。

表-2及び図-1より、目標 CBR 値と締固め条件が同じ供試体での土試料による比較をすると、 R_{L20} では、上記の通りその差はわずかなものであった。しかしながら、無添加からの強度増加率での比較によると(図-2)、南森本の方が大きな伸びを示していることがわかる。図-2において、締固め度 80(%)では、示野と南森本が同一曲線上にのるため、添加率の違いによる結果であるようにも考えられるが、締固め度 90(%)では、南森本の強度増加率は大幅に上昇しており、安定材添加による各試料への効果の差が明瞭に現れたといえる。これは、従来から言われている石灰の反応特性により、粒度が細かく含水比が高い南森本に、安定材がより効果的に働いたためであると推察される。

土試料と目標 CBR 値が同じ供試体の締固め度による違いでは、80(%)の供試体に対して 90(%)の供試体の液状化強度増加率は、南森本で約 2.0 倍、示野で約 1.3 倍であった。一方、土試料と締固め度が同じ供試体における安定材添加率の違いによる比較では、目標 CBR 値が 8(%)の供試体に対する 20(%)の増加率は、各ケースとも約 1.1 倍程度に留まった。これらの結果より、本試験では、安定材の添加率と比較した場合、締固め度が液状化強度の増加により大きな影響を与えたといえる。よって、本試験の範囲内では、十分な締固めを行うことを前提として、安定処理を行う際の安定材添加量を検討する必要があると考えられる。

また、本試験では、繰返し非排水三軸試験と同じ条件の供試体で一軸圧縮試験を行った(表-2参照)。図-3に繰返し非排水三軸試験より得られた R_{L20} と一軸圧縮試験より得られた一軸圧縮強度 q_u との関係を示す。図より、両パラメータの間には、ある程度の一義的な相関が認められる。よって、本試験に用いた安定処理及び供試体作製条件内において、 q_u から大まかな R_{L20} が予測可能であると考えられるが、この関係については、今後、更なる検討が必要であるといえよう。

4. まとめ

建設発生土を用いた石灰系安定処理土による繰返し非排水三軸試験を行った結果、本試験の範囲内において、以下の知見が得られた。

- (1) 安定処理による液状化強度の増加がみられ、材料特性による強度増加率の違いが確認された。
- (2) ある一定以上の添加率で処理した土においては、十分な締固めを行うことにより大幅な液状化強度の増加が期待出来る。

参考文献 1)例えば、安田ら:下水道施設の被害、平成16年新潟中越地震被害調査報告会梗概集、日本地震工学会、2004。
2)例えば、山本ら:石灰系・セメント系安定材で処理した大道粘土の繰返しせん断強度と微視的土粒子構造、第33回地盤工学会研究発表会、pp.2309-2310、1998。

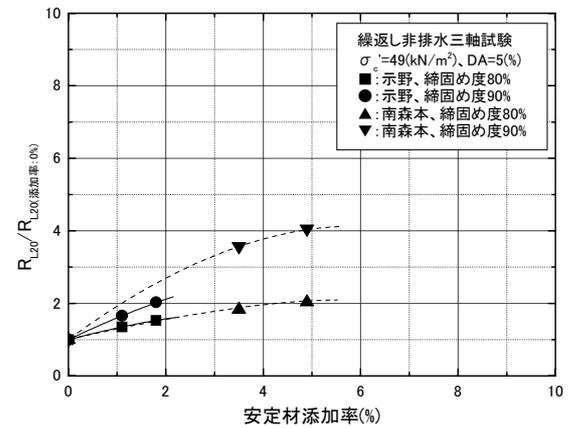


図-2 安定材添加率～液状化強度比関係

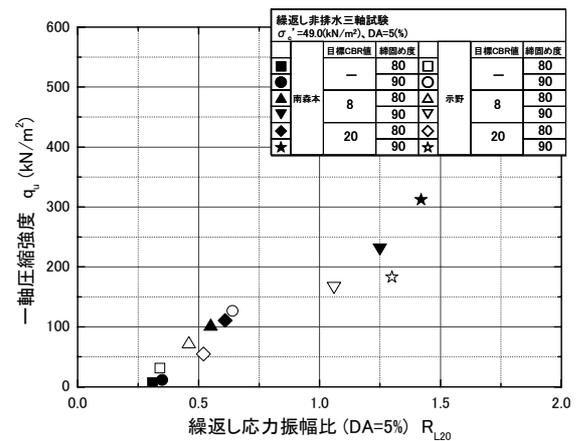


図-3 R_{L20} ～ q_u 関係