

不動建設(株) 正員 ○高橋嘉樹
 東京大学 正員 石原研而
 日本国有鉄道 内田浩二

1. ま え が き

1978年の伊豆大島近海地震によって持越鉱山のかん止堤が崩壊した。石原、川瀬ら¹⁾はくり返し三軸圧縮試験機を用いて持越や千りの鉱土のくり返し強度特性を調べたが、その結果従来は液状化しにくいとされていた粒度のものでも低塑性なものは液状化しやすいことがわかった。ここでは種々の鉱土と地震時・豪雨時に災害が発生した低塑性な火山灰質細粒土についてくり返し三軸圧縮試験を行ない、そのくり返し強度特性について調べた。以下にその結果を報告する。

表-1 試料一覧

2. 試料及び実験方法

本実験に用いた試料とその物理試験結果を一覧にして表-1に示す。有珠・白石・妙高は420μフルイを通った試料を使用した。また試料の作成方法は次の方法による。すなわち、試料に蒸留水を加えてスラリー状にして鋼製モールドに注ぎ込み、鍾(1kg/cm²)をのせて2日程度圧密した後、凍結させて試験機にセットする方法である。この方法によれば、各試料に対して同一のエネルギーで締め固めたものと見なすことができる。

実験装置は通常のくり返し三軸圧縮試験機を用い、この装置に上記の凍結試料をセットし、融解させてからバックプレッシャー(3.0kg/cm²)を与え、間隙水圧係数B≧0.95になるまで飽和させた。その後圧密(σ_v=1.0kg/cm²)し、非排水状態にして1Hzの正弦波くり返し荷重を加えた。

3. 実験結果

実験結果は応力比とくり返し回数で整理し、20回のくり返し回数(N₂₀=20)で軸ひずみ振幅が5%(DA=5%)となるときの応力比をその試料のくり返し強度とした。また、砂の相対密度に対応するものとして、細粒土のコンシステンシーを表わす液性指数

$$LI(\%) = \frac{w - PL}{PI} \times 100$$

を採用した。このときの含水比wは完全飽和しているものとみなし、

$$w = e/G_s$$

から推定した。

実験結果を一覧にして表-2に示す。

		G _s	D ₅₀ (mm)	U _c	LL(%)	PL(%)	PI(%)	特 徴
鉱 土	A	2.724	0.057	22.0	24.9	20.1	4.8	有・重粒等の鉱山の鉱さいでA-Eとも地震時に液状化又は地すべりが発生した。
	B	2.711	0.019	20.0	34	23	11	
	C	2.688	0.018	25	24	25	1	
	D	3.573	0.011	—	30.4	19.1	11.3	
	E	3.047	0.0017	—	60.4	30.4	30.0	
灰 土	A	3.178	0.019	6.0	47.4	19.4	28.0	灰色で高塑性
	B	3.325	0.01	23.0	42	26	16	
カーヌッガー		3.015	0.0065	—	39.6	25.1	14.5	
で ん 物		3.155	0.0085	—	53.7	28.0	25.7	化学処理された沈殿物
有 灰		2.698	0.0555	58.8	175	—	—	配液化した火山灰
白 石		2.567	0.02	—	30.3	22.5	8.0	宮城縣沖地震で地すべり
妙 高		2.704	0.026	—	39.7	32.0	7.7	土石流発生

表-2 実験結果一覧

		記 号	間隔比σ _v	液性指数 LI(%)	応力比 (DA=5%) (N ₂₀)
鉱 土	A	○	0.574	20.2	0.192
	B	●	0.682	19.6	0.193
	C	◎	0.818	53.24	0.190
	D	●	1.039	103.6	0.217
	E	◎	1.196	29.5	0.227
灰 土	A	■	1.167	61.9	0.250
	B	■	1.316	84.9	0.307
カーヌッガー		□	1.126	84.5	0.260
で ん 物		■	1.657	95.4	0.512
有 灰		△	0.522	—	0.210
白 石		▲	0.738	80.6	0.291
妙 高		▲	1.044	85.8	0.329

4. 考察

低塑性土のくり返し強度に影響する因子として、次の3点に着目して、その各々に対する応力比 ($DA=5\%$, $N_L=20$) との関係を示した。

- ・ 間ゲキ比～応力比 …… 図-1
- ・ 液性指数～応力比 …… 図-2
- ・ 塑性指数～応力比 …… 図-3

図-1によれば、鉋土の強度は一般に小さく、黒こう、キースラーは大きい。また、粘土物は化学処理による固結作用のためかなり強度が大きい。火山灰質細粒土のためでは噴火後間もなく風化を受けていない有珠が小さく、ローム化している白石・妙高は大きい。また、間ゲキ比の大きい試料の方が強度が大きい事がわかる。これは、一定のエネルギーで締め固めた場合に締まりやすい(間ゲキ比小)試料ほど強度が小さく、締まりにくい(間ゲキ比大)試料ほど強度が大きいということである。

図-2からは液性指数が大きいほど強度が大きいことがわかる。これも同様に一定のエネルギーで締め固めた試料のコンシステンシーがより液態に近いほど、いいかえれば締まりにくい試料ほど強度が大になる。

また、図-3ではバラツキはあるが塑性指数が大きいほど強度は大きいといえる。高塑性のものほど粒子間の粘着力が大きくなるからであろう。

締まり方とコンシステンシーの関係をみるために、図-4に間ゲキ比と塑性指数の関係を示したが、これによると高塑性のものほど間ゲキ比が大きくなっている。すなわち、粒子間の粘着力が大きいほど締まりにくくなるということである。

5. まとめ

- 1) 地震時に液状化もしくは地すべりが発生した鉋土のくり返し強度は小さかった。
- 2) 細粒土を一定のエネルギーで締め固めた場合、その試料の間ゲキ比が大きいほど、また液性指数が大きいほどくり返し強度が大きくなった。また塑性指数が大きいほど、それのむつ粘着力のため間ゲキ比が大きくなり強度が大きくなった。

<参考文献> 1) 「低塑性シルトの液状化強度特性」

石原・川瀬・安部 第14回土質工学研究発表会

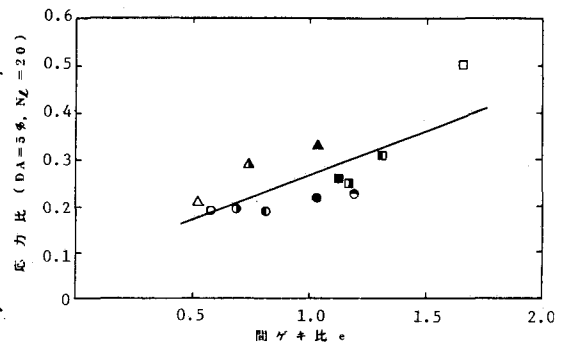


図-1 間ゲキ比～応力比

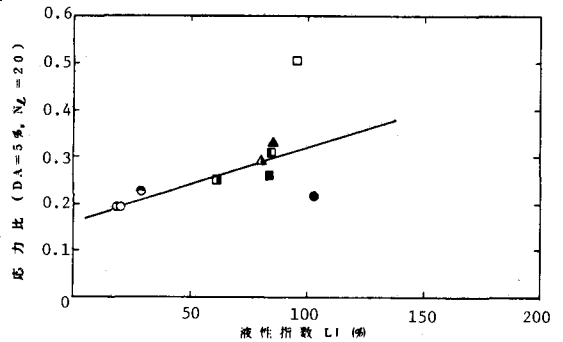


図-2 液性指数～応力比

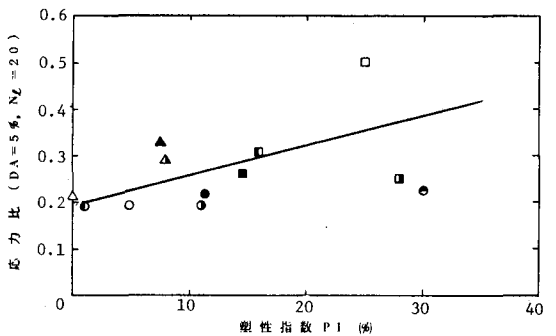


図-3 塑性指数～応力比

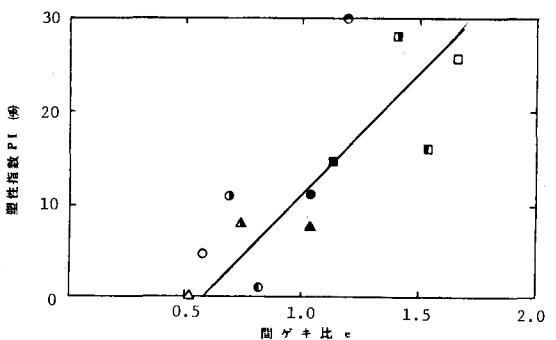


図-4 間ゲキ比～塑性指数