

住友セメント(株) 正会員 ○高橋守男
同 同 原田修輔
同 同 山田清承

1. まえがき

近年、火山灰質粘性土を使い、急速盛土や高盛土を行う機会が多く現れるようになった。そこで、火山灰質粘性土のもつ工学的特異性による施工能率の低下や強度低下を克服するために種々の工法が考えられてきたわけであるが、そのうちの一つであるセメント系改良材等を用いた安定処理工法が、資源及び公害問題から、また改良効果の範囲が広く、比較的自在に調整可能なことから活発に採用されるに至っている。こうした状況下で、セメント系改良材を使用する場合について種々の検討が必要となっている。

本報告は、セメント系改良材で火山灰質粘性土を改良した場合の、締め固めのに伴う強度特性(コーン指数)について、影響要因として改良材添加量及び混合後の放置時間ととり上げ、室内試験、考察を行ったものである。

2. 試験方法

2-1 試料土

試験に用いた火山灰質粘性土は表-1に示す物理的性質をもった榛名ロームである。固形分の無機成分は、X線回折試験によると、アロフェン、モンモリロナイト、カオリン等の粘土鉱物と石英及び長石等であるが、アロフェン質としてよいと考えられる。表-2に化学組成を示す。

表-1 試料土の物理的性質

自然含水比 Wn (%)	pH	比重 Gs	粒 度		
			砂 分 (%)	シルト分 (%)	粘土分 (%)
96.3	6.65	2.67	27.1	34.5	37.0

表-2 全分析試験結果 (%) DRY BASE

	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	SO ₃	Na ₂ O	K ₂ O	Ig. loss	Total
火山灰質粘性土	54.9	22.6	9.70	2.10	1.82	0.00	0.85	0.65	7.05	99.7
タフロック	18.8	4.52	2.68	58.6	2.48	8.18	0.29	0.59	3.48	99.6

2-2 改良材

試験に用いた改良材はセメント系材料(タフロックNO.3, 比重304, 住友セメント(株)製)である。表-2にその化学組成を示す。

2-3 試験方法

試料土とセメント系改良材の混合は、ホバート型ソイルミキサー(20ℓ)にて行い、時間は40sとし、混合開始20s後に一回かき落しを行った。改良材の添加量は、試料土の湿潤重量に対し外割重量比P(%)で6, 8.5, 10, 12.5%とした。混合後の放置時間T(H)を1, 3, 6, 12, 24Hとし、コーン試験用供試体をφ15cmモールドに2.5kgランマーにて所定回数Nで3層突き固めて成形した。Nは、6, 12, 24, 55, 110, 220とした。

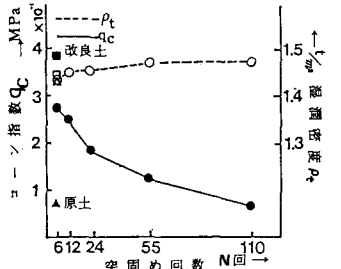


図-1 コーン試験結果

コーン試験は、インストロン万能試験機を用い、先端角度30°, 底面積3.42cm²のコーンを0.9cm/sの速度で貫入し、貫入抵抗をロードセルにて検出した。

3. 試験結果及び考察

3-1 試料土の締め固め特性

図-1に示すように、突き固めのエネルギーが増大するに従ってコーン指数Qcの低下が大きい。しかし、ミキサーにて40s攪した直後のQcは原土の0.06MPaに対し改良土(P12.5%)は0.38MPaであるように、改良材を添加すると、混合直後でも原土に比べ大きな強度(コーン指数)が得られる。

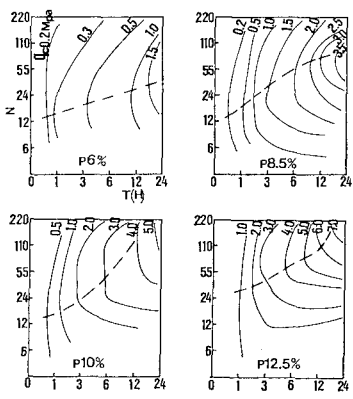


図-2 改良土の締め固めのに伴う強度特性(1)

3-2 改良土の締め固めに伴う強度特性

図-2は、それぞれのPにおける(T, N)とqcの関係を示すものである。いずれのPにおいても、図はそれぞれの曲線の $\frac{dT}{dN}=0$ の点を結んだ線によって2つの異なる領域に分けられる。この線は(P, T)に対して決まるqcの最大値qc^Mとその時のNの値N₀の組み合わせ(N₀, qc^M)の点を連ねたものである。T一定とすると、線の上側ではNの増加に伴いqcは減少するが、ほぼ同値を保つが下側では、増加する。N一定とすると、上側下側ともTの増加に伴いqcは増加するが、下側ではその増加の割合が比較的小さい。

図-3は、各Pについて(T, N)に対する湿潤密度ρ_t(t/m³)とqcの組み合わせ(ρ_t, qc)の関係を示すものである。Nの増加に対しqcは単調増加し極大値をもつが、ρ_tは空隙率0%の線に漸近する。これは、原土の場合の特性と一致している。

3-3 改良土の強度特性の数学的表示

改良土のqcとNの関係が放物線近似できると考え、極大値までの実験値から回帰式 $q_c=A+B N+C N^2$ を求めたものが表-3である。qc^MとN₀は(P, T)に拘らず一定の線形関係にあると考え、回帰式を求めると、 $q_c^M=-0.300+0.088 N_0$ (R²=0.89) となる。曲線回帰のqc^Mから求めた(P, T)とqc^Mの関係を図-4に示す。qc^Mの等値線は、 $T=A P^B$ の双曲線型曲線近似され、その回帰式を図中に示す。ここでB=0.992+0.277lnA (R²=0.997) 及びqc^M=2.408

+0.549 B (R²=0.968) から $A=EXP(6.574 q_c^M+19.409)$, $B=1.822 q_c^M-4.387$ となりqc^MとP及びTの関係(qc^M=f(P, T)の関数)が得られた。以上から(P, T)が与えられると、qc^M及びN₀が求められ $q_c=-\frac{q_c^M}{N_0}(N-N_0)^2+q_c^M$ より任意のNに対するqcの概略値が得られる。

4. あとがき

改良土もやはり程度の差はあれ、オーバーコンパクションをおこす。この奥の突き固め数(エネルギー)とコンパクションは線形関係にあり任意の添加率と放置時間に対する突き固め数とコンパクションの関係を概ね知ることができると示した。但し、諸係数は土質、改良材等により異なる。

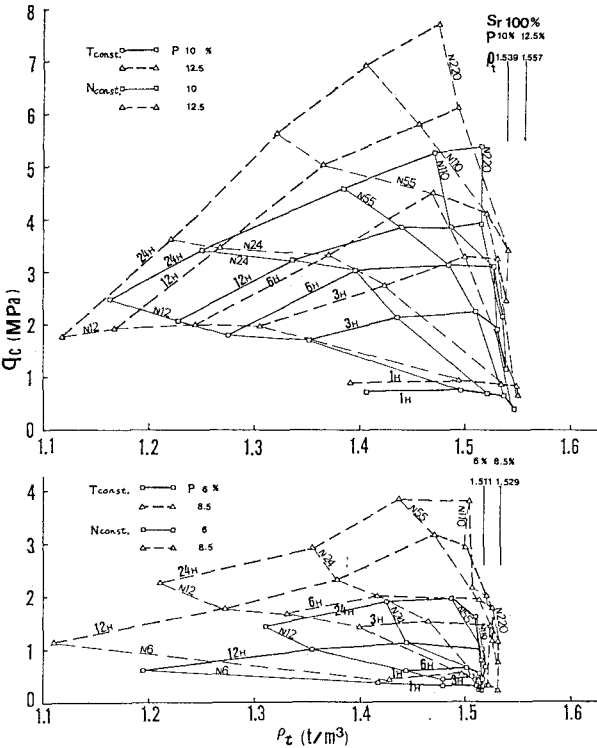


図-3 改良土の締め固めに伴う強度特性(2)

表-3 qc-N 曲線回帰式 (放物線)

P(%) T(H)	6					8.5					10					12.5				
	1	3	6	12	24	1	3	6	12	24	1	3	6	12	24	1	3	6	12	24
A	0.000	0.000	0.000	0.000	0.068	0.000	0.000	0.000	0.206	0.138	0.000	0.098	0.010	0.041	1.133	0.000	0.087	0.020	0.883	0.731
B	0.094	0.051	0.073	0.120	0.117	0.089	0.175	0.197	0.131	0.172	0.183	0.134	0.181	0.187	0.069	0.234	0.164	0.185	0.080	0.095
C	-0.006	-0.001	-0.002	-0.003	-0.002	-0.004	-0.005	-0.005	-0.001	-0.002	-0.010	-0.002	-0.002	-0.002	-0.002	-0.000	-0.002	-0.002	-0.000	-0.000
決定定数 R ²	1.000	1.000	1.000	1.000	0.980	1.000	1.000	1.000	0.971	0.975	1.000	0.969	1.000	0.998	0.869	1.000	0.987	1.000	0.925	0.955
N ₀	8	20	19	20	39	11	19	21	46	45	9	39	40	44	150	9	43	49	154	164
qc ^M (MPa)	0.4	0.5	0.7	1.2	2.4	0.5	1.6	2.0	3.2	4.0	0.8	2.7	3.6	4.1	6.3	1.0	3.6	4.6	7.0	8.5

※(1) 実験においてピークが認められない場合

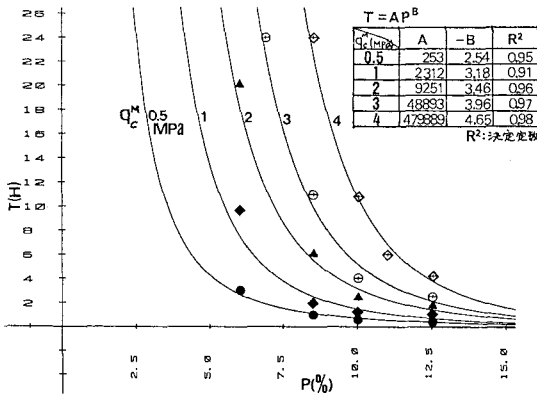


図-4 P-T-qc^M