

締め固めた吉野ヶ里土の乾湿による強度変化

佐賀大学 理工学部 正 鬼塚克忠
" 大学院 学 横尾磨美
" 理工学部 学 ○伊東和光

1. まえがき

本研究の一連の目的は、吉野ヶ里・墳丘墓の構築方法について土質力学的な面から解明して行こうとするものである。これまでに墳丘墓においてボーリング調査および採取試料の室内土質実験を行っている¹⁾。また、当時の人々が墳丘墓構築時の締め固め方法として足踏みによる踏固め、ないしは角材による突固めを用いたと考え、弥生時代の締め固め技術について解明しようとしてきた²⁾。今回は吉野ヶ里・墳丘墓地表面の雨水の浸透、および降雨のない場合による乾燥という点に着目し、墳丘墓がどのような影響をうけるのか、模擬締め固めにより作製した試料を用いて強度変化を調べている。

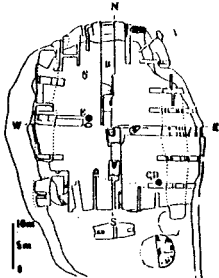


図-1 墳丘墓見取り図

2. 吉野ヶ里遺跡・墳丘墓の土質工学的調査

図-1に示す試料B～E、Sの性質を表-1に示す。1993年2月に釘打ち法(14×29cm)でC、D、Eの不攪乱土を採取した。C、Dは同一地点で、Cの下部(30～40cm)がDである。墳丘墓の北部分は南部分に較べかなり乱雑な締め固めのものであり、この部分の攪乱試料をBとした。試料Sは、墳丘墓の調査で削った土の捨て土である。

表-1 試料の性質 (吉野ヶ里・墳丘墓)

Sample	ρ_s (g/cm^3)	ω_L (%)	ω_u (%)	I_p (%)	ω (%)	ρ_s (g/cm^3)	ρ_d (g/cm^3)	W_{opt} (%)	$\rho_{d, opt}$ (g/cm^3)	$\rho_d / \rho_{d, opt}$ (%)	L_i (%)	Distribution (%)				Classification
												Gravel	Sand	Silt	Clay	
B	2.644	52.4	32.1	20.3	—	—	—	29.3	1.37	—	11.7	0.2	16.6	65.7	17.5	Ⅲ
C	2.636	63.6	39.1	24.5	48.8	1.57	1.05	40.0	1.23	85.4	12.6	0.8	18.1	44.6	36.5	Ⅲ
D	2.606	56.8	43.4	13.4	39.8	1.64	1.18	32.8	1.35	87.4	12.1	0.1	17.5	61.4	21.0	Ⅲ
E	2.605	54.0	31.6	22.4	39.7	1.75	1.25	34.9	1.33	94.0	13.2	0.1	14.2	65.2	20.5	Ⅲ
S	2.620	61.6	37.1	24.5	—	—	—	37.0	1.27	—	12.6	1.0	31.0	35.5	32.5	Ⅲ

3. 乾湿期間の違いによる強度変化

【締め固めおよび乾湿方法】

締め固めは、吉野ヶ里墳丘墓の土の状態に近づけるため乾燥密度 $\rho_d = 1.16\text{g}/\text{cm}^3$ (表-1 試料C、D、Eの平均)、締め固め度を85～95%になるように行った。含水比も試料C、D、Eの平均である43%付近に調整し、鋼製の容器(断面30×30cm、高さ30cm)に試料Sを用いて1層あたり約10cmの3層になるように締め固めた。足踏みによる踏固めでは、1層につき体重65kgで200回踏み固めた。角材による突固めでは、1層につき角材(断面6×6cm、長さ100cm、質量1742g)で約70cmの高さから片手で少し力を加えるようにして100回突き固めた。その締め固めた土から直径7.5cm高さ約5cmの塩ビ管のモールドで試料を採取し、上下を薄い布で覆い排水可能にして乾湿を行った。試料の乾湿方法については、1日水浸させた後で6日間恒温室(20±3℃)で養生させるというものである。その強度を調べるため、締め固め直後と乾湿後について一面せん断試験を実施した。一面せん断試験は、水浸、非水浸の両条件で、せん断速さを0.25mm/minとし、改良型一面せん断試験機による定圧排水せん断試験を行った。

【試験結果】

表-2は、締め固め直後と乾湿後の一面せん断試験時における試料の状態と強度定数 c_d 、 ϕ_d の関係を表している。ここで、締め固め直後とは、昨年³⁾、足踏みと角材で締め固めた後に行った非水浸条件のみの試験結果である。乾湿後の乾燥密度は、足踏みで1.25g/cm³、角材では1.28g/cm³と締め固め時の1.16g/cm³より大きな値を示している。図-2は、締め固め回数に対する乾燥密度の変化についての図であり、これを見ると、足踏み200回に対する締め固め直後の乾燥密度は1.17g/cm³、乾湿後は1.25g/cm³であり、この値は、1000回踏み固めも

得られる値ではない。角材に対する締固め直後の乾燥密度は 1.17g/cm^3 、乾湿後は 1.28g/cm^3 であり、この値は600回突き固めても得られる値ではない。また、図-3は、 2.5kg ランマーで1層あたりの突固め回数を変えたときの締固め曲線に図-2の実験データを載せたものである。これによると、足踏みにより得られた乾湿後の乾燥密度 1.25g/cm^3 は、ランマーで1層あたり25回ほど突き固めたときの値であり、角材の突固めで得られた乾湿後の乾燥密度 1.28g/cm^3 においては、ランマーで1層あたり50回以上も突き固めないといけない。この乾燥密度の差は、乾湿を与えたことで乾燥収縮し、現れたものであると考えられる。このことより、表-2における乾湿後の強度定数 c_a 、 ϕ_a が、締固め直後に比べ大きな値を示したのは、そのためであると思われる。しかし、今回の実験では、試験直後と乾湿後の試料では含水比に10%程度の差がみられ、強度定数 c_a 、 ϕ_a の増加は、その影響とも考えられる。

4. まとめ

今回、雨水の浸透と降雨のない場合による乾燥を想定して模擬的に締め固めた試料に乾湿を与えた。これにより、乾燥収縮が起こり、乾燥密度が増加することが分かった。吉野ヶ里・墳丘墓内部においては、透水性のため、乾湿の影響がどれほど作用するのか分からず、以上の実験は墳丘墓表面でしか言えない。しかし、面においては乾燥収縮の繰り返しにより乾燥密度が高くなり、それにとまって強度が増加すると思われる。回乾湿を行った期間は1週間と短かったが、今後1ヶ月、2ヶ月と乾湿期間を延長することで乾燥密度および強度にどのような変化がみられるのか調べていく必要がある。

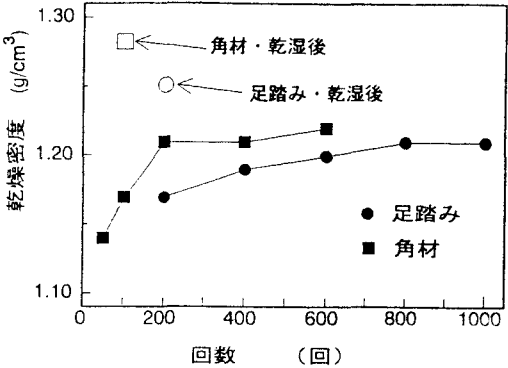


図-2 異なる締固め回数における乾燥密度

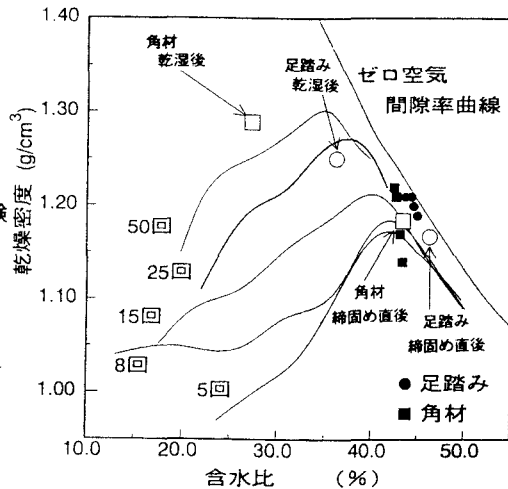


図-3 各種締固め試験結果

表-2 セン断試験結果

試験条件	足踏みによる踏固め				角材による突固め			
	締固め直後		乾湿後		締固め直後		乾湿後	
	非水浸	水浸	非水浸	水浸	非水浸	水浸	非水浸	水浸
w (%)	46.3		35.1	37.2	43.0		27.0	39.7
ρ_a (g/cm^3)	1.16		1.25		1.18		1.28	
C_a (kgf/cm^2)	0.254		1.063	0.866	0.120		2.195	0.410
ϕ_a ($^\circ$)	20.3		42.3	28.9	28.5		37.0	29.1

参考文献

- 1) 鬼塚克忠、島宏信、横尾磨美、原裕：吉野ヶ里遺跡・墳丘墓および戦場古墳群・33号古墳の工学的性質と構築技術、遺跡の保存技術に関するシンポジウム、発表論文集、PP. 113～120、土質工学会、1995
- 2) 鬼塚克忠、横尾磨美、中村孝浩：吉野ヶ里・墳丘墓の締固め方法について、土木学会西部支部平成七年度研究発表会、講演概要集、pp. 688～689、1995
- 3) 鬼塚克忠、横尾磨美、中村孝浩：吉野ヶ里・墳丘墓の構築方法と力学的特性について、土木学会第51回年次学術講演会講演概要集、pp. 700～701、1996