

吉野ヶ里遺跡・墳丘墓の締固め方法について

佐賀大学理工学部 正 員 鬼塚克忠
佐賀大学理工学部 学生員 横尾磨美、○中村孝浩

1. まえがき

吉野ヶ里遺跡¹⁾は、佐賀県神埼郡神埼町と三田川町にまたがる南北約2km、東西500m、標高20mの吉野ヶ里丘陵に膨大な遺跡群を形成している。我々は、吉野ヶ里墳丘墓の土質工学的調査を1993年2月から行ってきた²⁾。これより、墳丘墓の構築土は締固め度が最も高いもので94.0%とかなり固く、現代の締固め機械で得られる程の高い密度である事が明らかで、試料の性質、墳丘墓の層状断面、構築土の密度などから判断して、人工的に締め固められたものとされる。本研究では、墳丘墓を2000年前の人々がどのような方法で締め固めたのかを知るため、昨年³⁾に続き模擬締固め試験を行い、構築方法を解明しようとしている。

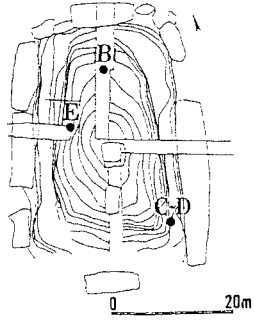


図-1 北墳丘墓見取り図

2. 吉野ヶ里墳丘墓の土質工学的調査²⁾

墳丘墓は、図-1に示すように南北約40m、東西約30m、高さ約2.5mのほぼ楕円形を呈しており、弥生時代中期前半までには構築されていたものと考えられる。その後、中世の築城で破壊され、さらに昭和29.30(1954, 1955)年に当地の開墾により、大規模な削平を受けており、当初の規模は現在よりもさらに大きく、高いものであったといわれる。

試料B～E、Sの性質を表-1に示す。1993年2月に釘打ち法(断面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。Sは、墳丘墓の調査で削った土の捨て土である。墳丘墓の北部分は南部分に較べかなり乱雑な締固めのようであり、版築状には見えず、この部分の不攪乱試料をBとした。

表-1 試料の性質 (吉野ヶ里遺跡・北墳丘墓)

Sample	ρ_s (g/cm^3)	ω_L (%)	ω_p (%)	L_p (%)	ω (%)	ρ_t (g/cm^3)	ρ_d (g/cm^3)	W_{opt} (%)	ρ_{dmax} (g/cm^3)	ρ_d/ρ_{dmax} (%)	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	MR
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	MR
D	2.606	56.8	43.4	13.4	39.8	1.64	1.13	32.8	1.35	87.4	12.1	0.1	17.5	61.4	21.0	MR
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	MR
S	2.620	61.6	37.1	24.5	—	—	—	37.0	1.27	—	12.6	1.0	31.0	35.5	32.5	MR

表-2 足踏みによる締固め

足踏み回数(回)		200	400	600	800	1000
最適含水比 34.8～35.8(%)	ρ_s (g/cm^3)	0.99	1.01	1.03	1.04	1.04
	締固め度(%)	78.0	79.5	81.1	81.9	81.9
湿潤側 43.6～46.3(%)	ρ_s (g/cm^3)	1.17	1.19	1.20	1.21	1.21
	締固め度(%)	92.1	93.7	94.5	95.3	95.3

3. 遺跡の構築に関する模擬締固め試験

【足踏み、角材、角型ランマーによる締固め】

弥生時代の人々が、北墳丘墓を実際にはどのような土木用具を用いて締め固めたのかを知るため、鉄製の容器(断面30×30cm、高さ30cm)に捨て土のSを用いて、簡易的な模擬締固め試験を行った。締固め方法は、足踏み、角材、角型ランマーの3通りである。足踏み(体重65kg)では、左右交互に締め固め、角材(断面は6cm四方で、長さ100cm、質量1742g)は約70cmの高さから片手で少し力を加えるようにして締め固め、角型ランマーは、通常の締固め試験(JSF.T711)で使用する2.5kgランマーに相当している。

表-3 角材による締固め

角材の突固め回数(回)		50	100	200	400	600
最適含水比 33.5～35.4(%)	ρ_s (g/cm^3)	1.03	1.08	1.15	1.21	1.27
	締固め度(%)	81.1	85.0	90.6	95.3	100.0
湿潤側 42.3～43.2(%)	ρ_s (g/cm^3)	1.14	1.17	1.21	1.21	1.22
	締固め度(%)	89.8	92.1	95.3	95.3	96.1

含水比は、JSF.T711-Aで得られた最適含水比と湿潤側で、1層当たりの締固め回数は、それぞれ表-2、3、4に示している。なお、3層になるように締め固めており、1層の厚さは約10cmである。

表-4 角型ランマーによる締固め

角型ランマーの突固め回数(回)		50	100	200	400	600
最適含水比	ρ_s (g/cm ³)	1.01	1.07	1.14	1.19	1.25
32.5~33.4(%)	締固め度(%)	79.5	84.3	89.8	93.7	98.4
湿潤側	ρ_s (g/cm ³)	1.04	1.10	1.19	1.22	1.24
41.2~42.0(%)	締固め度(%)	81.9	86.6	93.7	96.1	97.6

4. 試験結果

各締固め方法と含水比を変えた試験結果を表-2、3、4に示す。

また、最適含水比、湿潤側の締固め回数における乾燥密度の変化を図-2、3に示している。足踏みによる締固めではなかなか締め固まらない上、回数を重ねても、密度はあまり変化しない。それに比べ角材、角型ランマーで突き固めたものは足踏みよりも少ない回数でよく締め固まり、特に最適含水比よりも湿潤側の方がよく締まっている。図-4は、試料Sの突固めによる締固め曲線を表しているが、モールド(内径10cm)に2.5kgランマーを用いて、1層当たり5、8、15、25、50回と回数を変えて締め固めている。これに、それぞれの締固め方法による試験結果と墳丘墓内の密度を合わせて載せている。

墳丘墓内のC、D、Eの最大乾燥密度に対する締固め度の平均値は88.9(%)であるが、締固め回数で考えると、角材では最適含水比の時の200回、湿潤側の50回に相当し、通常の締固めでの11回と4回に当たる。角型ランマーでは、最適含水比で200回、湿潤側で100回に相当し、通常の締固めの12回、2回に当たる。足踏みでは、最適含水比では墳丘墓土のように締め固まらず、湿潤側では200回に相当し、通常の12回に当たる。

5. まとめ

最適含水比の状態では墳丘墓を構築したとすれば、少ない回数でよく締め固まる角材や角型ランマーを用いたといえるが、湿潤側の状態であれば、3通りとも少ない回数でよく締め固まる。しかし、湿潤側では含水比が高いため、土が突固め棒の側方に逃げるなど突固めがやや困難であったので、弥生人が湿潤側の状態で締め固めたかという疑問が残る。このため、最適含水比のように突固め易い状態で締め固め、その後の降雨などで高い含水比の状態になったのではないかという事も考えられるが、現段階でははっきりとした結論には至らなかった。

今後、締固め方法と共に、墳丘墓構築時に水を加えたかどうかについても検討していく予定である。

参考文献

- 1) 佐賀県教育委員会：環濠集落吉野ヶ里遺跡概報、吉川弘文館、1990
- 2) 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
- 3) 鬼塚克忠、横尾磨美、原裕、島宏信：墳丘墓および古墳の締固め方法に関する一考察、第50回年次学術講演会講演概要集、土木学会、pp. 770~771、1995

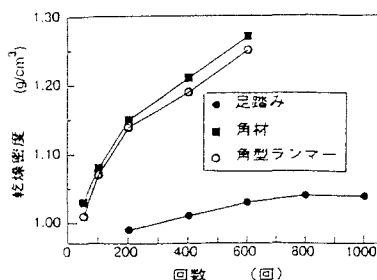


図-2 最適含水比における突固め試験

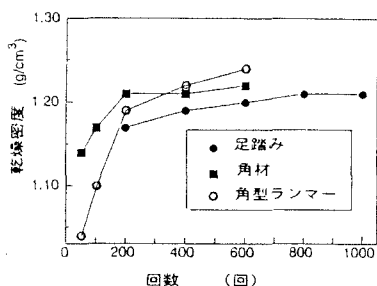


図-3 湿潤側含水比における突固め試験

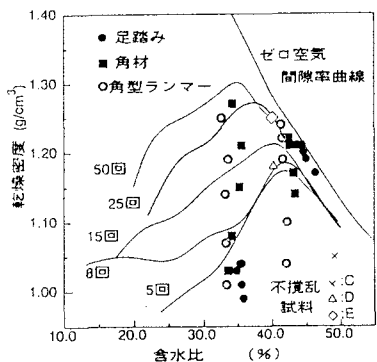


図-4 足踏み・角材・角型ランマーによる締固め