

III-B 350 吉野ヶ里遺跡・墳丘墓の構築方法と 力学的特性について

佐賀大学

正 鬼塚克忠

学 ○横尾磨美

大成ロテック（株）

中村孝浩

1. はじめに

佐賀県神埼郡の丘陵上に膨大な遺跡群を形成する吉野ヶ里遺跡の中でもひととき大きな構造物である墳丘墓は、今から約2000年前に構築された。我々は、この墳丘墓について1993年よりボーリング調査および不攪乱試料を採取した。本研究の目的は、墳丘墓の土質工学的調査とその構築方法の解明である。

2. 吉野ヶ里遺跡・墳丘墓の土質工学的調査¹⁾

図-1に示す吉野ヶ里遺跡・墳丘墓は、東西26m、南北46m、現存高さ2.5m（構築当時推定4～5m）の巨大な土構造物であり、紀元前1世紀前半に構築された。図中のA、Fは原地盤、B、C、D、Eは墳丘墓構築土、Gは窪地にその周辺から流入・堆積したと思われる堆積土、No. 4は調査のために削り捨てていたもので、それぞれ釘打ち法（断面14×29cm）により試料採取を行った箇所である。また、この墳丘墓構築と同時期の甕棺埋設時の埋戻し土であるHと、斜めに掘った穴に甕棺を置いた後、土を入れただけの2次墓墳と呼ばれるIについても調査を行った。これらの試料の性質を表-1に示す。なお、表中の試料Sは調査のために削った捨土を放置しておいたものである。

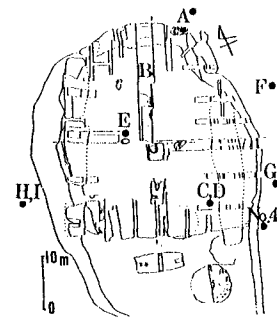


図-1 墳丘墓見取り図

表-1 試料の性質

Sample	ρ_s (g/cm ³)	ω_L (%)	ω_p (%)	I_p (%)	ω (%)	ρ_t (g/cm ³)	ρ_s (g/cm ³)	W_{pp} (%)	ρ_{smax} (g/cm ³)	ρ_s/ρ_{smax} (%)	L_i (%)	Distribution (%)				Classification
												Gravel	Sand	Silt	Clay	
A	2.681	67.6	44.1	23.5	52.0	1.53	1.01	40.6	1.20	84.2	12.8	0.6	21.1	57.8	20.5	MH
B	2.644	52.4	32.1	20.3	—	—	—	29.3	1.37	—	11.7	0.2	16.6	65.7	17.5	MH
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	MH
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	MH
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	MH
NO. 4	2.663	51.6	27.0	24.6	35.6	1.56	1.15	32.3	1.33	86.5	13.5	1.0	42.3	37.7	19.0	MH
F	2.613	66.6	39.2	27.4	47.9	1.50	1.02	40.3	1.20	85.0	12.7	1.4	21.8	44.9	31.9	MH
G	2.623	62.3	38.7	23.6	54.7	1.55	1.00	46.4	1.12	89.3	12.5	0.9	14.8	39.4	44.9	MH
H	2.690	53.6	27.1	26.5	40.9	1.61	1.15	—	—	—	10.7	1.1	23.9	42.0	33.0	MH
I	2.644	65.2	39.8	25.5	49.3	1.52	1.02	—	—	—	12.5	1.1	18.7	41.7	38.5	MH
S	2.620	61.6	37.1	24.5	—	—	—	37.0	1.27	—	12.6	1.0	31.0	35.5	32.5	MH

3. 吉野ヶ里遺跡・墳丘墓の構築方法について

3. 1 締固め方法について

吉野ヶ里遺跡・墳丘墓は「版築状」の工法²⁾を用いて構築されていて、構築土の不攪乱試料における締固め度は最大94.0%と大きな値を示している。「版築」の従来の定義は『2～3種類の土を交互に締め固める方法で、一層の厚さは10cm程度』とされる。今回の実験では、この工法をふまえた上で、模擬的な締固め試験³⁾を行った。弥生人たちが行った締固めの方法として「足踏み」と「角材による突固め」を考えた。それぞれの締固め方法について2.5kgランマーを用いた締固め試験の突固め回数25回の時の最適含水比と湿潤側の含水比において締固め回数を変えて実験を行っている。鉄製の立方体モールド（断面30×30×30cm）を用い、一層の厚さは10cm程度とし、締固め層数は3層である。また、これらの締固め方法と比較するため、2.5kgラ

ンマーに相当する角型ランマーを用いて同様の締固めを行っている。
今回用いる試料は単一とし、これは表-1の試料Sである。

図-2は、試料Sにおける上記の試験結果と突固め回数を変えた締固め曲線および墳丘墓構築土の不攪乱試料の含水比と乾燥密度の関係を表したものである。最適含水比付近においては、足踏みによる締固めの回数を変えてもあまり乾燥密度に変化は見られず、角材による突固めが大きな値を示している。しかし、湿潤側含水比になると、足踏み・角材による突固めともに少ない回数でもよく締め固まることがわかった。墳丘墓構築土の不攪乱試料における締固め度の平均を取ると88.9%となるが、角材を用いた場合、このように締め固めるには最適含水比付近では200回、湿潤側では100回の突固めを行わなければならない。足踏みの場合は、湿潤側で200回、最適含水比付近においては1000回踏んでもこのような締固め度は得られなかった。

3. 2 力学的特性について

墳丘墓構築土の締固め度の平均値近くまで締め固めた試料についてその力学的特性を調べるために一面せん断試験および圧密試験を行った。その結果を表-2に示す。

一面せん断試験については非水浸条件で、0.25mm/minのせん断速さで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ている。強度定数（ C_d 、 ϕ_d ）を含水比に対して示すと図-3のようになる。最適含水比における角材による突固めの粘着力は大きく、内部摩擦角は湿潤側含水比における角材の突固めの値が大きい。湿潤側含水比における足踏みによる締固めは、粘着力・内部摩擦角とも小さな値である。

圧密試験も一面せん断試験と同様に非水浸条件で行っている。締固め直後のため、時間効果は無いので、圧密降伏応力も小さい値となっている。

4. まとめ

今回、2000年ほど前の墳丘墓構築方法について試験を行ってきたがはっきりとした結論は未だわかっていない。しかし、締固めや一面せん断・圧密試験結果より、足踏みによる締固めで構築するのは困難だと推測される。今後、墳丘墓構築土の力学的特性と合わせて考慮していく予定である。

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号古墳の工学的特性と構築技術、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、1992

2) 鬼塚克忠、横尾磨美、中村孝浩：吉野ヶ里遺跡・墳丘墓の構築方法、土木学会西部支部平成7年度研究発表会、講演概要集、pp. 686～687、1995

3) 鬼塚克忠、横尾磨美、中村孝浩：吉野ヶ里遺跡・墳丘墓の締固め方法について、土木学会西部支部平成7年度研究発表会、講演概要集、pp. 688～689、1995

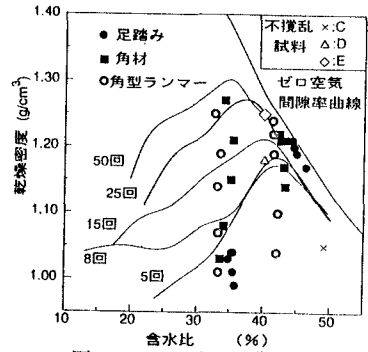


図-2 試料Sの締固め

表-2 締固め方法の違いによる力学的特性

締固め方法	締固め試験				一面せん断試験		圧密試験	
	回数 (回)	ω (%)	ρ_d (g/cm³)	$\rho_d / \rho_{d, max}$ (%)	C_d (kgf/cm²)	ϕ_d (°)	C_c	ρ_c (kgf/cm³)
角材 (最適含水比)	200	35.5	1.17	92.1	0.819	25.9	0.80	0.52
角材 (湿潤側含水比)	100	43.0	1.18	92.9	0.120	28.5	0.16	0.67
足踏み (湿潤側含水比)	200	46.3	1.16	91.3	0.254	20.3	0.17	0.28

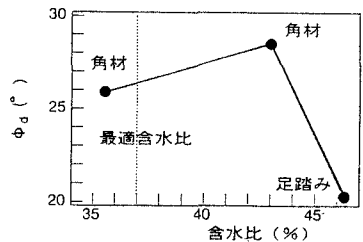
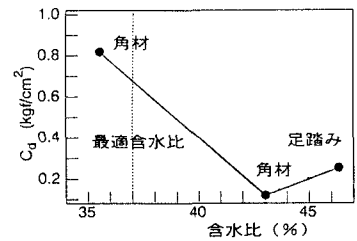


図-3 強度定数と含水比の関係