

土のJIS 締固め試験方法における一検討

Investigation of the method of compaction test of soil defined Japanese Industrial Standards

ふる かわ ゆき お ふう た たつ し
古 河 幸 雄* 藤 田 龍 之**
てら なか けい いち ろう***
寺 中 啓 一 郎***

1. ま え が き

土の締固め試験は、土構造物の設計や土工の施工管理のための基準的な室内試験として行われることが多い。この室内での締固め試験と現場の転圧等による締固め効果との間には直接的な関連性が少なく、締固め試験結果を単純に現場での施工管理に基準値として適用させるには問題が多い。このことについては河上¹⁾や久野²⁾も指摘している。締固め試験の原則は、現場と室内試験の締固めエネルギーが等しい効果をもたらす、許容できる含水比幅の中で密度を規定しようとするものである。しかし、実際には施工中の現場と室内試験の試料状態ではかなり異なる場合もあり、両者の締固め方法に一般に「転圧」と「突固め」というように同一ではない。このような相互に異なった締固め条件であるから、それぞれの結果に差異の生じることも多々あり、現場での施工管理に結び付けづらい原因にもなっている。

しかしながら、道路、築堤、アースダム等を主体とした現場では締固め試験が施工と密接に関係しており、そのためにも基準とすべき「締固め試験」そのものを見直すことが必要であると考えられる。それは、締固め試験方法がJIS法として規格されているが、土の種類を考慮した場合の適用方法についての報告は一部の特殊土ではあるが、それ以外の一般土についての報告はきわめて少ない。「土質試験法」³⁾第5篇、締固め試験の1.3.1 試料準備、使用方法の中で『多くの土質は両方法（乾燥法と非乾燥法）とも同じ締固め試験結果を得るので、むしろ正統的な方法である乾燥法によるべきである……』と、『一般に突固め試験として行われていた方法はa法であり、一般的な土質で盛土材料としての適否の判定、締固め施工管理のための基準値を得ることを目的とした試験においてはa法を活用すべきである』と記せられているが、これで良いのかどうかは十分に検討されていないと考えられる。特に、一般土についてのa, b, c法の結果の比較検討はほとんどされていないので、上述のように試験法にあるa法が良いのかどうかは判断できない。

「土質試験法」には、試料の許容最大粒径と試料の準備方法、締固め仕事量から締固め方法が規定されているが、呼び名で分類される種々の組合せの試験法があり、試験結果の利用を考慮するとしても、その選択に迷ってしまう。例えば、最大粒径5mmを想定した締固め方法は[1・1], [1・5], [2・1], [2・3], [2・5]の5通りと、それぞれに試料準備方法の異なるa, b, c法の組合せを含めると15通りが考えられる。この中から、どの方法を選択するかは過去の経験や知識に基づいて、その時々に対処するしか方法がない。このように基準的な試験となるべきJIS締固め試験がどの方法による結果を適用してよいのか極めてあいまいで問題点が多いと考えられる。

このようなことを踏まえて、JIS締固め試験に示される方法が試料の準備や試験条件の違いによってどのような影響が現れるのか、さらに、締固めエネルギーを大きくした場合（ランマー、突固め回数等）には、その影響に変化が生じるのかどうかをJIS規定の範囲内で検討する。

2. 試料および実験方法

実験の目的から多種多様の試料における比較検討が必要であるため、砂質土、シルト質土、粘性土、火山灰性粘性土（ローム）等合計16種類について採取した。採取地は実験に用いる試料が多量であるためローム以外は福島県が中心であり、これらの採取地および物理諸量を表1、粒径加積曲線を図1に示す。図1からほとんどの試料が5mmを通過することがわかる。

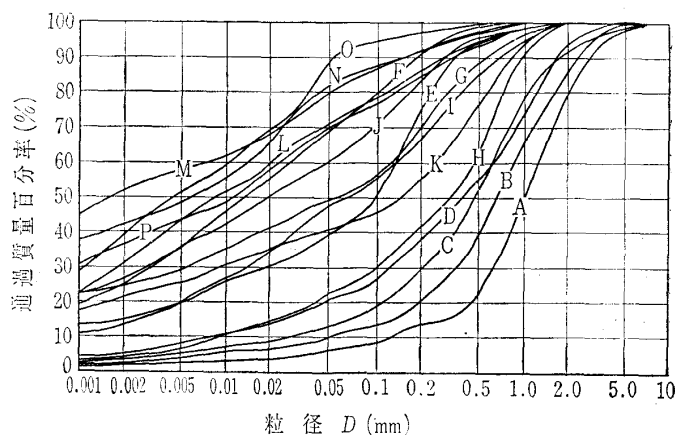


図-1 試料の粒径加積曲線

*日本大学助手 工学部土木工学科

**日本大学専任講師 工学部土木工学科

***日本大学教授 工学部土木工学科

表-1 実験試料の諸性質

試料 番号	試料採取地	特 徴	自然含水比 w_n (%)	比 重 G_s	コンシステンシー		統一分類
					w_L (%)	I_p	
A	福島県郡山市田村町	まさ土	8.6	2.747	—	NP	SM
B	〃 天栄村大里	〃	12.3	2.770	—	NP	〃
C	〃 郡山市西田町	〃	12.1	2.716	—	NP	〃
D	〃 二本松市杉田	〃	15.1	2.765	—	NP	〃
E	〃 郡山市田村町	暗青色の粘性土	35.5	2.727	47.7	18.1	ML
F	〃 郡山市安積町	褐色粘性土	36.7	2.719	66.9	33.3	CH
G	〃 岩瀬村守屋	黄色粘性土	47.9	2.756	70.6	27.9	CH
H	〃 天栄村	火山灰土	21.4	2.614	—	NP	SV
I	〃 郡山市久留米	暗灰色粘性土	48.2	2.574	72.1	29.1	OH
J	〃 郡山市富岡	粘性の強い粘土	37.2	2.695	77.4	44.5	CH
K	〃 二本松市安達ヶ原	褐色雲母まじり	33.9	2.743	76.3	35.7	CH
L	群馬県嬬恋村芦生田	関東ローム	90.6	2.769	86.5	21.6	VH ₂
M	栃木県三和町諸川	〃	132.9	2.766	176.9	74.0	〃
N	〃 上三川町上蒲生	〃	122.2	2.770	188.5	85.7	〃
O	〃 上三川町下神主	〃	69.2	2.691	86.9	30.4	〃
P	福島県西郷村小田倉	白河ローム	125.3	2.786	137.7	54.7	〃

実験は JIS 規定における試料準備方法および突固め条件の違いがその結果に及ぼす影響を調べるために、次のように行った。

(1) a, b, c 法で示される試料準備方法の違いが、締固め曲線に及ぼす影響について検討を行う。このための突固め方法としては、呼び名 $[1.1]$ の a, b, c 法であり、この実験には前記の16種類の試料を用いた。

(2) 第1法、第2法ではそれぞれの仕事量は等しくなっているが、その突固め条件が使用するモールドやランマー、各層当たりの突固め回数の違いにより、第1法は2通り、第2法は3通りに分けられている。これら同一仕事量でも突固め条件が異なった場合の結果への影響を調べるために、第1法では $[1.1]$ と $[1.5]$ 、第2法では $[2.1]$ と $[2.3]$ のそれぞれを a, b, c 法により実験を行った。これに使用した試料は、良質な路床材料として一般によく用いられている山砂（福島県阿武隈山系に広く分布する花崗岩が風化したまさ土で風化度がかなり高いもの）の4種類である。

3. 突固め時の注意事項

締固め試験における試料の準備方法や使用する器具、モールド内へ入れる試料の量など、次のように注意して行った。

(1) 試料は、一連の実験では均一でなければ結果に影響がでると考えられるので含水比が極力変化しないように手早く混合調整し、試料準備方法の検討には 100 kg、仕事量に対する検討には 700 kg の土を用いた。

(2) 同一試料の突固めに用いるモールド、ランマーは同じものを使用し、特に、ランマーは結果へ影響する要素が大きいため、新しく購入したものを用い、さらに、試験前に自由落下の良否、質量、落下高をチェックした。

(3) 突固めには、試料をモールドの中へ3層あるいは5層で行うが、突固めするときの各層の試料の質量を等しくし、突き終った面の高さがカラー部分の1/3程度になるように

した。これには、突固め開始の含水比で行う試し突きの値や実験中の前の値を参考にしてカラー部分の質量が全体の1割程度になるように、1層当たりの質量を決めた。

4. 実験結果

4.1 試料準備の異なる場合の突固め試験

JIS 締固め試験方法によると、試料準備方法は a, b, c 法で分類されているが、土の種類は考慮に入っていない。この試料準備方法の違いが結果へ及ぼす影

響について調べ示したのが図-2, 3, 4で、16種類の中の代表的試料である。

図-2 はまさ土である。これの実験方法は、通常の a, b, c 法の外に自然含水比試料へ所定の含水比になるように加水して非繰返し法により行う方法(自然含水比 b 法と呼ぶ)と、自然含水比試料に b 法の最適含水比 w_{opt} より 2~3 %程度大きくするように加水して、この点より乾燥過程により行う方法(加水 c 法と呼ぶ)の5通りで行った。これは、一般に乾燥法 (a, b 法) による w_{opt} は自然含水比 w_n より小さくなる傾向を示すが、図に示すまさ土では、 w_{opt} と w_n がほぼ同じような値をとり、かつ、a, b 法と c 法

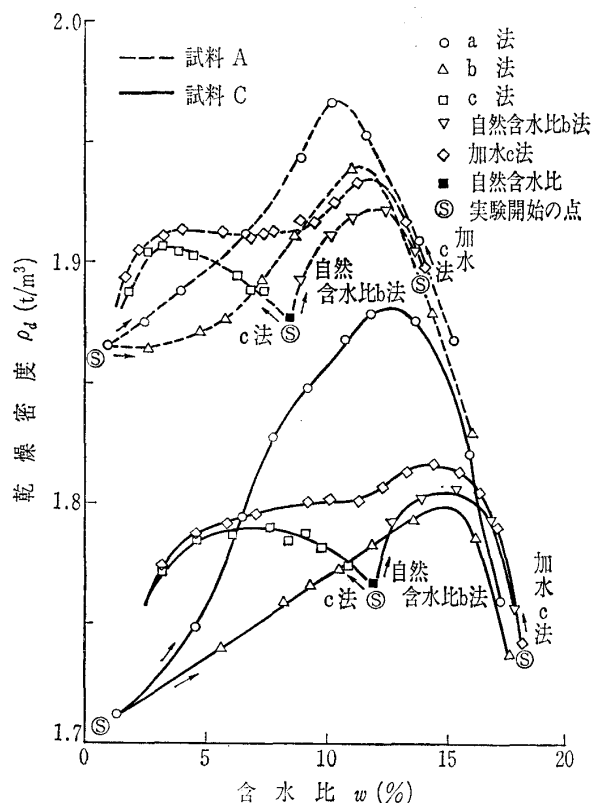


図-2 締固め方法 $[1.1]$ の a, b, c 法におけるまさ土の締固め曲線

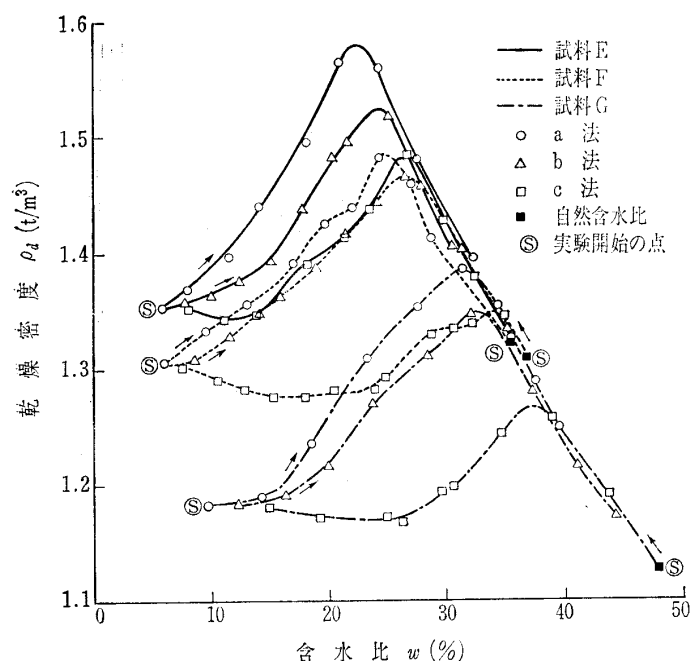


図-3 締固め方法 1.1 の a, b, c 法におけるシルト粘性土系の締固め曲線

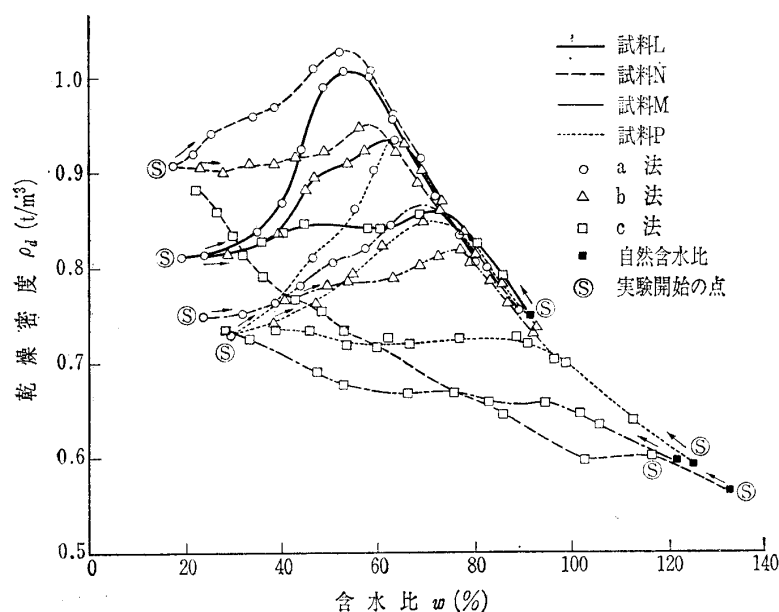


図-4 締固め方法 1.1 の a, b, c 法におけるロームの締固め曲線

では締固め曲線が全く異なったところに位置したため、前述の自然含水比 b 法と加水 c 法を実験に加えた。これらの実験方法により得られた締固め曲線はいずれも明りょうなピークを示すが、試料準備方法の違いによってピークの位置や曲線の形が異なっている。a 法と b 法では、a 法の乾燥密度 ρ_d が b 法よりも値が大きく、かつ、鋭い曲線を示しピークの位置が異なっている。これは、まさ土が破碎されやすいので a 法の突固めと、解きほぐしの繰返しによる土粒子破碎の影響が大きく現れ、最大乾燥密度 ρ_{dmax} を大きく w_{opt} を小さくするものと考えられ、破碎されやすい稲城砂で行った久野⁴⁾らも指摘している。b 法と自然含水

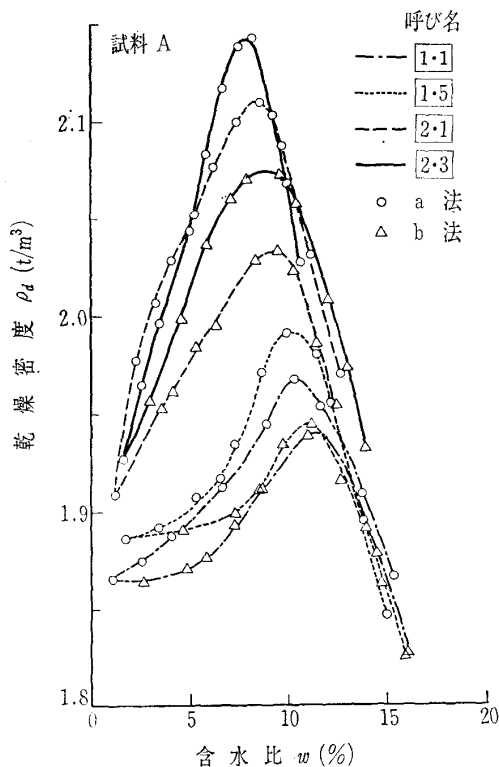
比 b 法の w_{opt} , ρ_{dmax} の相互の大きさは図で示すように試料によってその大小関係は異なるが、4 種類についてその差をみると w_{opt} は約 2%, ρ_{dmax} は約 0.02 t/m³ 以内とその差は小さい。c 法と加水 c 法の締固め曲線は全く異なり、c 法では w_n のときの ρ_d は小さいが、含水比が低くなるにしたがい大きくなり、1/2 w_n 近くでピークとなる。試料 A では $w_n=8.5\%$ で $w_{opt}=4\%$ 、試料 C では $w_n=12.2\%$ で $w_{opt}=6.2\%$ である。加水 c 法はピークが b 法や自然含水比 b 法とほぼ同じような含水比のところにあるが、 w_n 付近から c 法のピーク 付近の間の含水比では ρ_d が含水比の大きさにあまり影響を受けずに一定の値を示している。この現象は図-3, 4 の試料にも見られる。また、まさ土を自然含水比状態で突固めたときの ρ_d は、その前後における ρ_d と比べ小さく、どのまさ土でも同じ現象を示した。この w_n のところの含水比で a 法の ρ_d と比較すると、その差の大きいのは試料 C で 0.11 t/m³ であり、小さいのは試料 A で 0.06 t/m³ である。このように、乾燥や繰返し破碎作用を受けると ρ_d に大きな影響が現れる。まさ土では、5 通りの試料準備方法に対してすべて異なった締固め曲線

を示しているが、中でも c 法と自然含水比 b 法の曲線がふた山を示すのは、締固めエネルギーの大きさに関係するものと考えられる。

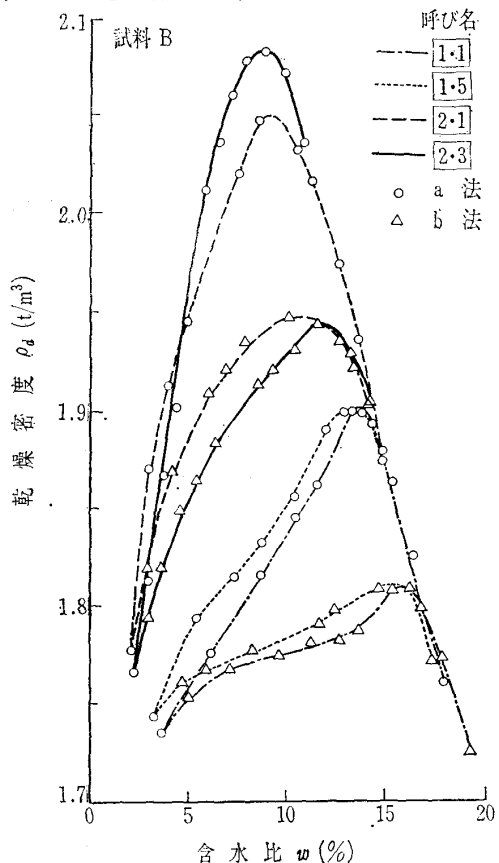
図-3 は、シルト・粘土系の試料である。どの試料においても a, b, c 法の締固め曲線は一致せず、別々な曲線になっている。これらの曲線の w_{opt} は a, b, c 法の順に、 ρ_{dmax} は c, b, a 法の順に大きくなっており、それらの間には無視できない差が生じている。図-3 で一番差の大きい試料 G で a, c 法を比較すると w_{opt} は 5%, ρ_{dmax} は 0.117 t/m³ となり、c 法の ρ_{dmax} は a 法の約 90% 程度にしかならず、施工管理上の基準密度として考える場合、どの値を取るのか大きな問題となってくる。また、c 法では前述のように、ある含水比（試料 E は $w=15\%$ 、試料 F は $w=24\%$ 、試料 G は $w=26\%$ ）以下で ρ_d の値が大きく変化することなく、若干のばらつきは

あるものの一定の値となっている。これは箭内⁵⁾、鈴木⁶⁾らが指摘しているように自由水と拘束水の存在が考えられ、締固め曲線で ρ_d が大きく変化する含水比の範囲では自由水が関与し、さらに自由水が蒸発してなくなり、拘束水分だけが含水比となるような範囲では ρ_d が一定になると考えられる。

図-4 はロームである。a, b 法の締固め曲線は明りょうなピークを示すが、c 法はロームの特徴である左上がりの曲線で、特に、試料 M は他のロームと比べ急勾配になっている。このことから、ロームにおいても試料準備方法の違いが締固め曲線に現れ、図-2, 3 の試料と同様に a 法の



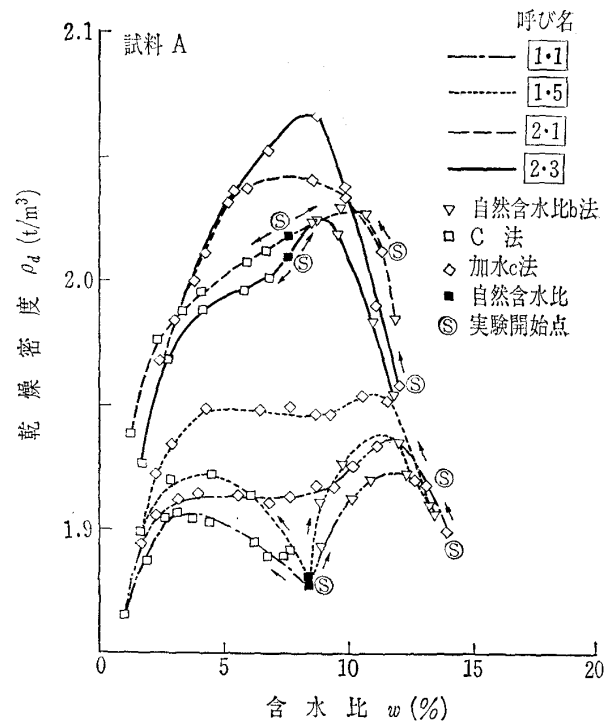
図—5 まさ土の第1法と第2法の a, b 法の締固め曲線



図—6 まさ土の第1法と第2法の a, b 法の締固め曲線

ピークがb法より大きく、かつ、鋭い曲線になっている。

これらの3図から、突固め方法が3層25回と同じでも試料の準備方法の違いによって締固め曲線に大きな影響が現れ、それは含水比の大きさや土質の違いに関係していないことがわかる。



図—7 まさ土の第1法と第2法の自然含水比b法, c法, 加水c法の締固め曲線

4.2 締固めエネルギーの影響

JISで規定される締固めエネルギーが締固めの曲線に及ぼす影響について検討するために、試料にまさ土4種類を用い、締固め方法を[1.1], [1.5], [2.1], [2.3]のそれぞれのa, b, c法で行った。これは、粒径加積曲線で示すように5mmふるいを95%以上通過するためである。締固めのエネルギーは第1法は $5.6 \times 10^4 \text{ m} \cdot \text{kgf/m}^3$ で、第2法は $25.3 \times 10^4 \text{ m} \cdot \text{kgf/m}^3$ の仕事量になるようモールド容量やランマー質量、落下回数、締固め層数を規定しているが、エネルギー総量が等しければ結果はおなじくするという考えに基づいている。

図—5は乾燥法の場合で、試料Aは各締固め方法によってその曲線が異なるケースとして、図—6の試料Bは曲線がほぼ同じようになるケースとして、図—7は試料Aを代表に非乾燥法(非繰返し法)の場合を示した。

4.1で乾燥試料を使用するa法とb法は、どの試料においても締固め曲線に差異の生ずることを示したが、この現象は[1.5], [2.1], [2.3]でも同じようである。これは、試料の繰返し使用によって、当然土粒子の破砕が進行するために起こるものと考えられ、同一エネルギー([1.1]と[1.5]あるいは[2.1]と[2.3])で異なった曲線を示す試料Aでも試料Bの同じような曲線を示す試料でも、a法とb法では曲線の位置が異なっている。各方法のピーク値から、同一方法のa法とb法の ρ_d の差を求めたのが表—2である。その平均値ではいずれも第2法の差が大きく、試料Bを除く試料は第2法が第1法の約2倍になっている。これは、第2法のエネルギーが第1法の5倍とかなり大きい

表—2 a法とb法の最大乾燥密度の差

試料	(a法の ρ_{dmax})-(b法の ρ_{dmax})				第1法の 平均 (t/m^3)	第2法の 平均 (t/m^3)
	[1.1]	[1.5]	[2.1]	[2.3]		
A	0.027	0.045	0.081	0.075	0.036	0.078
B	0.083	0.068	0.112	0.151	0.076	0.132
C	0.097	0.089	0.100	0.141	0.093	0.121
D	0.047	0.063	0.089	0.119	0.055	0.104

め、土粒子の破碎が激しくなるものと考えられる。

非乾燥法の締固め曲線を示した図—7は、第1法と第2法で大きな違いが生じている。第1法は、c法と自然含水比b法の曲線が自然含水比で締固めた値を谷間とするふた山を形成して、それらの曲線は別々の試料のようであるが、第2法では、これら2つの曲線は通常みられる締固め曲線のようになって、自然含水比で締固めた値は不連続な点とはならず、ピークに近い値になっている。このような現象を示すのは、まさ土のような粒子が比較的大きい試料では第1法の締固めエネルギーでは小さ過ぎて、十分に締固め効果が上がっていないと考えられる。

5. 考 察

締固め試験結果を施工管理上の基準密度 ρ_{dmax} とすると、破碎しやすいまさ土や凝灰質土などは繰返し法によれば、突固めや解きほぐし、加水するときの攪拌などの繰返しで土粒子の破碎を進行させて過大な評価につながるため、非繰返し法が良いとされる。しかし、非繰返し法で行うための試料準備方法には、乾燥法と非乾燥法があり、非繰返し法が良いとするにはそれらの締固め結果が等しくなる前提が必要である。

今回の実験に用いた土は、種々の土質の一部にすぎないが、図—2～4で示すように[1.1]の締固め方法で突固めを行うと、a, b, c法の締固め曲線はすべて異なっている。この相違は、乾燥法でも非乾燥法でも結果に変化はないだろうと考えられた砂質系のまさ土でも生じ、粘性土だけでなく砂質系の土でも乾燥することの影響が現れている。しかし、この影響は締固めエネルギーの大きさにも左右されることが図—7からわかる。図中で第1法と第2法の締固め曲線の形をみるとc法と自然含水比b法がかなり異なっており、第1法で示すふた山は第2法ではなくなっている。このように、締固めエネルギーが大きくなると、曲線形は鋭い凸状になり締固めエネルギーの小さい第1法とはきわだった違いを示す。

図—3, 4の試料でも試料準備方法によって締固め曲線が異なっているが、これは土中の水分状態が変化するため、自由水と拘束水のそれぞれの影響力を考慮することにより説明されよう。締固め曲線の ρ_a の変化の著しい含水比範囲は自由水が液相として潤滑作用をもち、拘束水は固相の一部として存在している。図—3のように、c法は自然含水比から乾燥過程により突固めると、ある含水比のと

きにピークを示す曲線から ρ_a が一定になる曲線に変化する。前者が自由水で、後者が拘束水の影響と考えられる。また、土を乾燥させると(a, b法)、再び加水されてもほとんどが自由水として作用するので ρ_a が一定となる含水比範囲が非常に狭くなり、締固め曲線が凸形となると考えられる。この拘束水の考え方は、ただ単に、締固めによって密度に影響を及ぼさない水分量として考えた。

一方、自由水と拘束水を乾燥による試料準備の面から考えると、乾燥法による締固め試験では、土をどのくらい乾燥すればよいか明確ではないが、前述から乾燥の程度は拘束水を蒸発させないような含水比で留めることが望ましいだろう。

第1法と第2法の締固めエネルギーは5倍の違いがあるので、どちらの方法を選択するかはその結果を利用する立場から判断しなければならないが、図—5～7をみると、締固め密度に大きな差が生じ、その差は表—2のように第1法と第2法のa法とb法で2倍になって選択の根拠をどうすれば良いのか迷うであろう。一般的な締固め試験では、2.5 kg ランマー、10 cm モールドを用い25回/3層で突固めることが多いが、図—7の曲線を見ると、砂質系のよく締まる試料では第1法の締固めエネルギーでは小さ過ぎるようにも考えられる。もちろん、第1法の別な締固め条件である[1.5]でも同じである。

6. む す び

以上のことから、本実験で使用した試料で次のような結論が得られた。

(1) 締固め呼び名[1.1]のa, b, c法で行った締固め曲線は、すべての試料に対して異なった曲線を示し、特に、最大乾燥密度においてその差が大きく、施工管理上の基準密度としてどの方法の値を採用するのか大きな問題である。

(2) まさ土の第1法の締固め曲線は、締固めエネルギーが小さいためにc法と自然含水比b法を連ねた曲線は自然含水比で突固めた値が谷間となるふた山を示すが、第2法ではそれがなくなり、自然含水比で締固めた値はピークに近くなり通常みられるような締固め曲線になる。

(3) 自然含水比の小さいシルト・粘土系の試料を乾燥法により行う場合の乾燥の程度は、自由水のみを蒸発にとどめる必要があり、その目安として自然含水比の1/2以上とするのがよい。

(4) まさ土の[1.1]と[1.5], [2.1]と[2.3]の締固め曲線は、それぞれ異なるものと同じようになるものと試料によってばらつきがあり、乾燥法の第1法と第2法のa法とb法の差を比較すると、第2法が第1法の約2倍の大きさになって、締固めエネルギーの違いによる土粒子破碎の影響が現れている。

これまで述べた結果から、さらに多くの種類の土につい

ても試験を行い、JIS 締固め試験の問題点を明らかにし、現場との対応について十分検討しなければならないと考えらる。

終りに、実験の試料を提供運搬して下さった方々、ならびに、実験に協力して下さった日本大学工学部土質工学研究室の卒研生の諸君に厚く感謝の意を表します。

参 考 文 献

- 河上房義：土の締固め，土と基礎，Vol. 22, No. 4, pp. 1～3, 1974.

- 久野悟郎：第20回土質工学会研究発表会一般報告および総括，土と基礎，Vol. 33, No. 10, p. 123, 1985.
- 土質工学会編：土質試験法（第2回改訂版），pp. 278～284, 1979.
- 久野悟郎・赤沢 誠：破碎しやすい砂質土の突固め試験について，第35回土木学会年次学術講演会，第3部，pp. 229～230, 1980.
- 箭内寛治・風間秀彦：土の締固めにおける水分の動きについて，土と基礎，Vol. 18, No. 5, pp. 21～28, 1970.
- 鈴木敦巳：有機火山灰土の突固めにおける土中水の働き，第7回土質工学会研究発表会，pp. 341～344, 1972.

（原稿受理 1986.1.21）

土質工学会発行図書案内

海洋開発における基礎構造物の現状シリーズ1～5

会員特価	定 価	送 料 (各1冊)
1. 設 計 基 準 お よ び 事 例 (A 5 判 289ページ)	2,000円	2,600円
2. 施 工 技 術 (A 5 判 309ページ)	2,500円	3,300円
3. 海 洋 構 造 物 の 計 画 (A 5 判 360ページ)	3,300円	4,300円
4. 施 工 機 械 ・ 材 料 (A 5 判 122ページ)	1,700円	2,200円
5. 海 底 地 盤 の 調 査 方 法 (A 5 判 298ページ)	3,200円	4,100円

設計施工基準集（施工編）土工	(B 5 判 465ページ)	3,800円	4,800円	350円
クイの鉛直載荷試験基準・同解説	(A 5 判 252ページ)	1,900円	2,500円	
杭の水平載荷試験方法・同解説	(A 5 判 60ページ)	1,000円	1,300円	300円
地盤の平板載荷試験方法・同解説	(A 5 判 184ページ)	2,200円	2,800円	
アース・アンカー工法	(A 5 判 236ページ)	2,500円	3,300円	300円
コルゲートメタルカルバート・マニュアル〔第2回改訂版〕	(A 5 判 165ページ)	2,250円	2,950円	
サンプリングマニュアル〔第1回改訂版〕	(A 5 判 161ページ)	2,000円	2,600円	200円
力 計 の 使 用 指 針	(A 5 判 29ページ)	600円	800円	
杭基礎の設計法とその解説	(A 5 判1045ページ)	12,000円	16,000円	450円
岩の工学的性質と設計・施工への応用	(A 5 判 838ページ)	6,500円	8,500円	400円
ロックフィル材料の試験と設計強度	(B 5 判 287ページ)	3,200円	4,200円	350円
大阪地盤—特に洪積層の研究とその応用	(B 5 判 415ページ)	6,000円	7,800円	400円
技術手帳(実務に役立つ土質工学用語の解説)	(B 6 判 320ページ)	1,500円	2,000円	300円
土質工学ケースヒストリー集(第1集)	(A 4 変形判 759ページ)	8,500円	11,000円	450円
実 例 に よ る 土 質 調 査	(B 5 判 251ページ)	3,800円	4,900円	350円
土質断面図の読み方と作り方	(A 5 判 163ページ)	2,200円	2,800円	300円
情報化施工とマイコンの利用	(B 5 判 254ページ)	3,800円	5,000円	350円
土質工学会文献要約集(1979年版)	(B 5 判 561ページ)	5,000円	6,500円	400円
複合地盤に関する文献目録	(B 5 判 85ページ)	700円	900円	300円

講習会テキスト

N 値 お よ び c と ϕ の 考 え 方 (B 5 判 110ページ)	1,500円	2,000円	300円
設計における土質定数の考え方 (B 5 判 62ページ)	800円	1,000円	
土質工学におけるSIの使い方 (B 5 判 117ページ)	1,500円	2,000円	
シールド工法と土質 (B 5 判 123ページ)	1,600円	2,000円	
杭施工の問題点とその対策 (B 5 判 73ページ)	800円	1,000円	
土質・基礎工学における有限要素法の適用 (B 5 判 203ページ)	3,000円	3,900円	350円
地盤の液状化 (B 5 判 134ページ)	1,800円	2,400円	
土と基礎の設計計算演習〔第3回改訂版〕 (B 5 判 418ページ)	4,700円	6,100円	300円
構造物基礎の設計計算演習 (B 5 判 368ページ)	4,800円	6,200円	
土を測る—現場計測と施工管理— (B 5 判 118ページ)	2,000円	2,600円	350円
昭和60年度最近の土質・基礎に関する講習会講演資料 (A 4 判 189ページ)	4,900円	6,400円	
連続地中壁工法〔第1回改訂版〕 (B 5 判 226ページ)	3,800円	4,900円	300円
設計・施工上の留意点をさぐる (B 5 判 75ページ)	1,400円	1,800円	
スライド(こまスライドまたは ロールフィルムスライド)			
土質試験法スライド〔第2回改訂版〕 (1 組 367こま)	148,000円	178,000円	1,000円
連続地中壁工法スライド (1 組 63こま)	28,000円	35,000円	900円
地盤改良スライド (1 組 69こま)	28,000円	35,000円	
薬液注入工法スライド (1 組 55こま)	26,000円	34,000円	
アースアンカーズスライド (1 組 68こま)	28,000円	35,000円	

注：書店でお買い求めの場合には，会員特価になりません。