

琉球大学学術リポジトリ

島尻層泥岩土の締固めに関する 2, 3 の特性(農業工学科)

メタデータ	言語: 出版者: 琉球大学農学部 公開日: 2008-02-14 キーワード (Ja): キーワード (En): 作成者: 新城, 俊也 メールアドレス: 所属:
URL	http://hdl.handle.net/20.500.12000/4247

島尻層泥岩土の締固めに関する 2, 3 の特性*

新城 俊也**

Toshiya SHINJO : Some compaction characteristics of
Shimajiri Mudstone

I はしがき

道路、アースダム、堤防などの盛土のように、土を材料として用いる構造物を造る場合、土を締固めて、密度を高めることによって、強度、圧縮性、透水性などの工学的性質を改善することが古くから行われている。その際、土構造物の機能や安定性に適合する工学的な性質および施工性や経済性を満足する土が盛土材料として選定されている。一方、第三紀層に属する泥岩やシルト岩に由来する材料は吸水膨張による強度低下、乾湿作用による著しい風化を受け土砂化するなどの特殊性から、盛土材料としてあまり利用されていなかった。しかし、経済性あるいは地域的制約から、この種の材料も盛土材料として一部利用され、また、研究も行われつつある¹⁾。

沖縄本島の中南部地域の基礎地盤は第三紀の島尻層で構成されているが、その主なものは与那原層泥岩である。この泥岩は地山状態で固結しているが、⁴⁾ 土工機械で容易に掘削でき、それによって得られる泥岩土は細粒から固結した粗粒塊にまたがる粒度からなる。これまで、この泥岩土は乾湿により著しく軟弱化する³⁾ こと、また、掘削直後、粗粒径の塊状泥岩片を含むことによる施工管理上の問題などの理由から材料としてあまり利用されず、それに代る他の土質材料が盛土材料として使用されてきた。しかし、経済性の観点から、この泥岩土を盛土材料として利用する計画がある。

この島尻層泥岩土を用いて、現在、部分的に小規模な道路の盛土および土地造成が行われているが、従来の一般的な土の締固め試験に従って設計が行われ、泥岩土の特性を考慮したものではないようである。この泥岩土の締固めについては、上原が安定処理⁸⁾ と締固めのメカニズム⁹⁾ の観点から実験的な研究を行い、その締固め特性をある程度明らかにしている。その際、泥岩土試料を風乾し、加水しながら締固めを行っている。含まれている固結した泥岩塊は乾燥によりさらに強度が増加する。含水比調節のため風乾試料に加水すると、少量の加水では、細粒分と塊の表面のみが湿り、塊の内部まで水分が行き渡らず、含水比が不均一になっているが、多量に加水すると、スレーキングによって泥岩塊は消失して粘土化する。このように一度乾燥した泥岩土は、加水すると、ある含水比までは、含水比に応じて異なった粒度を有するようになると思われる。また、現場の締固めにおいて、地山を掘削して得られる泥岩土は短期間にまき出し、直ちに転圧するのがより経済的であるし、さほど乾燥もしないと思われる。さらに、乾燥した場合でも、スレーキング特性を考慮すると、散水してまで締固めを行うことは施工上

* 土木学会第30回年次学術講演会講演概要集第3部(昭和50年10月, p 400~401)および第47回農業土木学会九州支部講演会(シンポジウム)(昭和51年7月)にて発表

** 琉球大学農学部農業工学科

琉球大学農学部学術報告 24 : 413~425 (1977)

不都合であると考えられる。

以上のことを考慮して、本研究では、地山掘削直後の未風化泥岩土について、実験室内で、最初に非乾燥法・非繰返し法による締固めを行い、乾燥密度～含水比図上に締固め泥岩土の状態を明示し、次に、自然含水比を維持した状態で締固めにおよぼす締固め仕事量および含まれる粗粒塊径の影響、また、それらの水浸による性状変化を調べ、泥岩土の盛土材料としての可否、あるいは設計・施工の指針に対する一資料を提供しようとしている。なお、風化泥岩土は実験の対象としていないが、風化泥岩土についての調査・報告書の結果と実験結果との比較も行っている。

II 試料および実験方法

1 試料

試料は浦添市(試料A)と南風原村(試料B)の土地造成現場で、未風化泥岩地山を土工機械で掘削した直後に採取した。その際、泥岩土は細粒から粗粒塊にまたがる粒度を示すが、現場での粗粒塊を維持し、かつ、粗粒塊の最大径が異なるように、自然含水比(地山含水比)のまま、4.8mmから38.1mmまでのフルイを通して、粒度分布の異なる試料を採取した。採取した試料は含水比が変化しないよう実験室内で保存した。なお、ここに云う未風化泥岩土とは地山の掘削に伴う破碎によって、細粒から固結した粗粒径にまたがる粒度で構成された状態をさしている。乱した試料の物理的性質をTable. 1に示す。

Table 1. Physical properties of mudstones

sample	location	specific gravity	grain size (%) clay silt sand	liquid limit (%)	plastic limit (%)	natural water content (%)
A	Urasoe	2.72	73 25 2	61.6	23.0	21.5
B	Haebaru	2.72	54 45 1	52.9	22.5	23.0

2 実験方法

締固めはJIS A 1210による動的な締固め試験を行っている。実験は締固め含水比を変化させた場合と自然含水比を維持した場合の2つに分けられる。

1) 含水比変化による締固め 試料AとBについて、自然含水比を基準に、風乾により乾燥側に4段階および加水により湿潤側に2段階、含水比を変化させて非乾燥法・非繰返し法により締固めを行う。締固め条件はTable 2に示すように、最大塊径、モールド、ランマー重量、突固め層数および回数を変

Table 2. Experimental conditions for compaction of mudstones at different water content

sample	maximum grain size (mm)	mold size (cm)	weight of hammer (kg)	height of hammer drop (cm)	number of layers	number of blows per layer
A	4.76	10x12.7	2.5	30	3	10, 25, 50
	19.1	15x12.5	4.5	45	5	55
B	38.1	15x12.5	4.5	45	3	17, 42, 67, 92
					5	55

化させている。なお、15cmモールドを使用した場合、JIS A 1211に従って非水浸および水浸CBRを測定した。また、この種の泥岩土の粗粒塊は締固めによる破碎性を示すが、締固めた泥岩土を手でほぐし、破碎量として量的にとらえることが困難であった。そこで、試料Bについて、水浸CBR測定の後、締固め土を水中で上下運動によってフルイ分けを行い、細粒化を調べた。Fig. 1は、試料Bについて含水比を変化させた場合の締固め前の塊径分布と、締固めずにそのまま24hr以上水浸した後、水中フルイ分けした団粒分布の例を示してある。図中に、Table 1に示した粒度試験の結果も同時に示してある。締固め前の試料は分取器によって必要量採取しているが、塊径分布はある程度変動しているものと思われる。これによると、水浸のみによっても泥岩塊は細粒化しており、自然含水比より乾燥側での細粒化が著しく、74μフルイを通過する団粒は80%以上である。

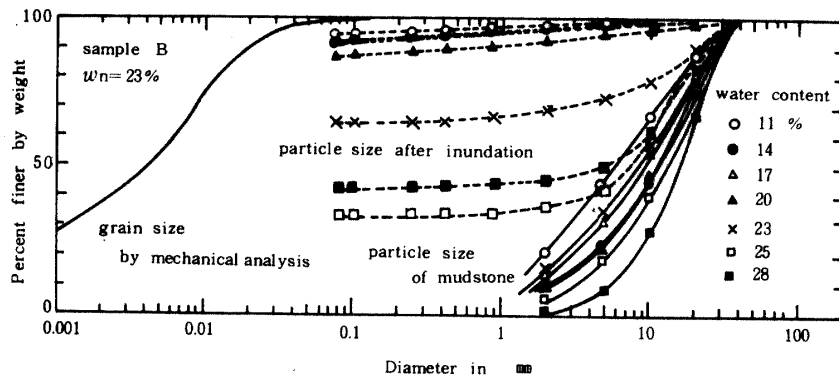


Fig. 1. Grain or particle size distribution of mudstone

2) 自然含水比における締固め 試料Bについて、自然含水比を維持し、Table 3に示した条件で締固めを行った。ここに、締固め層数は3層と5層であるが、Proctorの締固め仕事量がほぼ等しくなるように突固め回数を変化させている。また、泥岩土に含まれる最大塊径は4.8, 9.6, 19.1, 25.4, 38.1mmの5種に変化させている。これらの塊径分布の代表例がFig. 2に示されている。この場合も同様に締固め後、非水浸および水浸CBRを測定し、その後、水中フルイ分けによる団粒分布も調べた。

Table 3. Compaction* for sample B at natural water content

layers	blows per layer			
3	17	42	67	92
5	10	25	40	55
Procter's compactive effort (cm - kg / cm ²)	4.6	11.5	18.4	25.3

* mold size 15x12.5cm, weight of hammer 4.5 kg, height of hammer drop 45cm

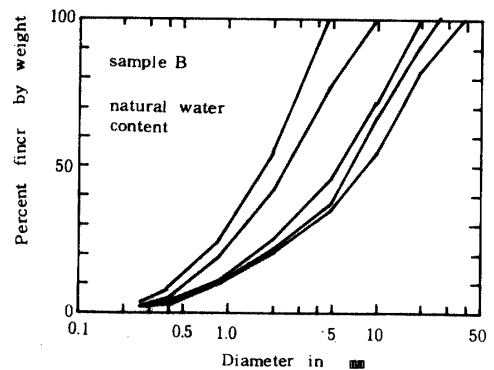


Fig. 2. Particle size distribution of mudstone with natural water content

III 実験結果および考察

1 含水比変化による締固め

1) 締固め曲線 Fig. 3とFig.4は試料Aと試料Bの締固め曲線を示したものである。Fig.3に示すように、10cmモールドで締固めた場合、締固め曲線は自然含水比より湿潤側と乾燥側で乾燥密度のピークを生じ、かつ、湿潤側で最大乾燥密度を示している。この締固め曲線の型はすでに上原⁹⁾が乾燥法による締固めで報告している。この現象の原因として次のことが推察される。泥岩土に含まれる塊片は掘削の際に過度の応力を受け、マスの状態から小片化したもので、構造的にある程度乱されていると考えられるので、締固めによって容易に破砕されるであろう。この塊は乾燥を受けると強度は増大するが、加水すると、構造的弱面に沿う吸水膨張により強度は低下する。このように含水比の変化によって塊片の強度が異なるので、それに対応して締固めによる破砕効果も異なり、乾燥側では仕事量は主として破砕についやされ、一方、加水側では潤滑作用と破砕効果の影響により密度が増加する。しかし、締固め仕事量が増大すると、Fig.3の15cmモールド、5層55回締固めのように、加水側では逆に練返され、最適含水比は自然含水比よりも乾燥側に移動するとともに、乾燥側での含水比による密度の差がなくなる。

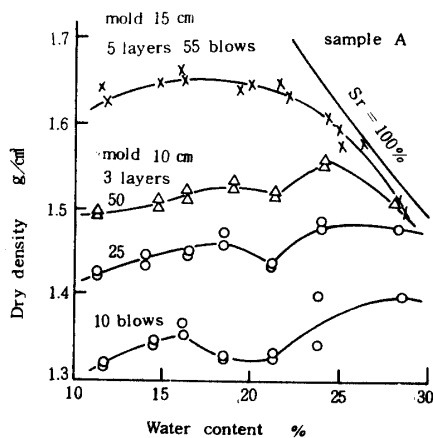


Fig. 3. Compaction curves for sample A

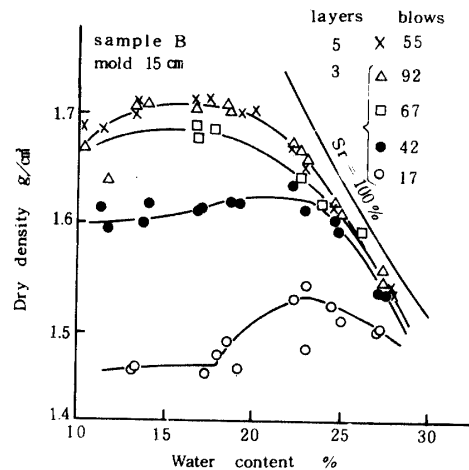


Fig. 4. Compaction curves for sample B

Fig. 4は試料Bの38.1mmフルイ通過泥岩土について、15cmモールドを使用した場合の締固め曲線である。突固め回数を変化させてあるが、突固め回数17回と42回の締固め曲線は自然含水比において最大乾燥密度を示すが、67回、92回における最適含水比は自然含水比より乾燥側に移動する。また、3層92回と5層55回の締固め曲線はほぼ一致している。Fig.3の10cmモールドとFig.4の突固め回数17回と42回に対する締固め曲線の形が異なっているが、このことは前述の推察で説明できそうである。すなわち、前者と後者とで塊径の大きさとランマー重量が異なるので、乾燥側では後者のランマーは直接強度大なる塊片を破砕するが、湿潤側では破砕と同時に練返し作用も生じることにより自然含水比での密度が増加する。このことは締固め仕事量の増加による締固め曲線の変化からも類推できる(仕事量の増加に伴い、自然含水比でも練返し効果が生じる)。

2) 締固め仕事量の増加に伴う密度増加

前述のように泥岩土は、固結度が低いので、締固めにより容易に破砕されると仮定した。そこで、こ

の泥岩土についての破碎効果を示したのが Fig. 5 である。Fig. 5 は試料 B の 2mmフルイ通過試料と 4.76mmフルイを通過し 2mmフルイに留まる試料について、10cmモールド、3層で突固め回数を10~100回まで変化させたときの密度増加を示したものである。粒子が破碎性であれば、粒度が異なっても、締固め仕事量が増大すると、それらの密度は等しくなるであろう。図に示したように突固め回数 100回では、密度はかなり接近している。しかも、標準締固めの粒径 4.76mm以下に対しても破碎効果が明らかである。

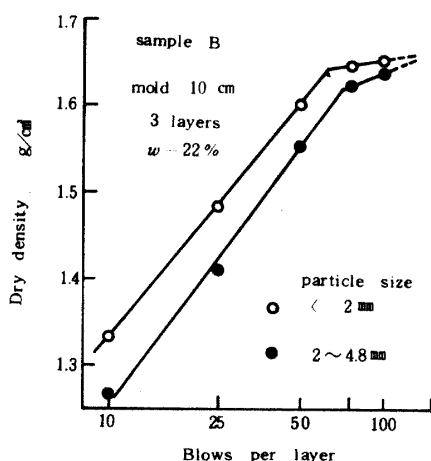


Fig. 5. Effect of particle crushing on dry density

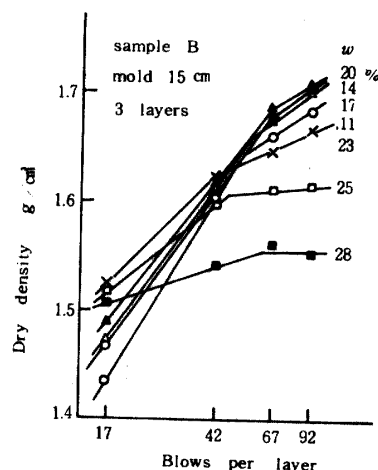


Fig. 6. Increment of dry density with compactive efforts

Fig. 6 は試料 B の 38.1mmフルイ通過試料について仕事量増加に伴う密度増加を締固め含水比に対して示したものである。ここに、締固め回数は対数目盛で示してある。締固め回数の増加によって密度は増加しているが、42回と67回の間で密度増加はゆるやかになる。また、自然含水比より乾燥側では密度増加は著しいが、自然含水比より湿潤側では、含水比増加に伴い、密度増加もゆるやかになり、限界があらわれる。自然含水比より乾燥側では塊片の強度が増大し、17回のような小さい締固め仕事量は主として塊片の破碎についやされるので、含水比の差によって密度は異なっているが、67回以上の締固め仕事量に対して含水比の差による破碎効果の差がなくなり、密度および密度増加はほぼ等しくなっている。また、同様に自然含水比でも破碎による密度増加が見られるが、含水比が増加すると、練返し作用が卓越して、細粒粘性土の最適含水比より湿潤側での締固め特性と同じ傾向を示す。以上のことは締固め曲線の説明における推察と一致している。すなわち、この泥岩土の締固め機構として次のことが言える。自然含水比および乾燥側では、締固め仕事量により塊片が破碎され、粒径の組合せがよくなり、密度が増加する。一方、湿潤側では、塊片が締固め仕事量によって変形を受けた後、練返されるので、密度はわずかに増加するだけである。

3) CBR 特性

15cmモールドによる締固めにおいて、締固め直後と水浸後の CBR を測定した。水浸による吸水膨張は終了するのに 7~14日を要した。Fig. 7 は締固め含水比と非水浸 CBR および水浸 CBR の関係を各締固め回数に対して示したものである。これによると非水浸 CBR は自然含水比より乾燥側と自然含水比および湿潤側で異なる傾向を示している。すなわち、乾燥側では乾燥すればする程、また、締固め回数が多い程、CBR は増大する。一方、湿潤側では含水比の増加に伴い CBR は減少するが、逆に締固め回数が増大すると CBR は減少し、締固め過度 (over compaction) の現象が現われる。このこ

とは湿潤側での締固め過程において練返し作用が卓越していることを示すものである。水浸すると、乾燥側で著しくCBRが低下し、自然含水比付近でピークを示すようになる。Fig. 8は締固め回数と水

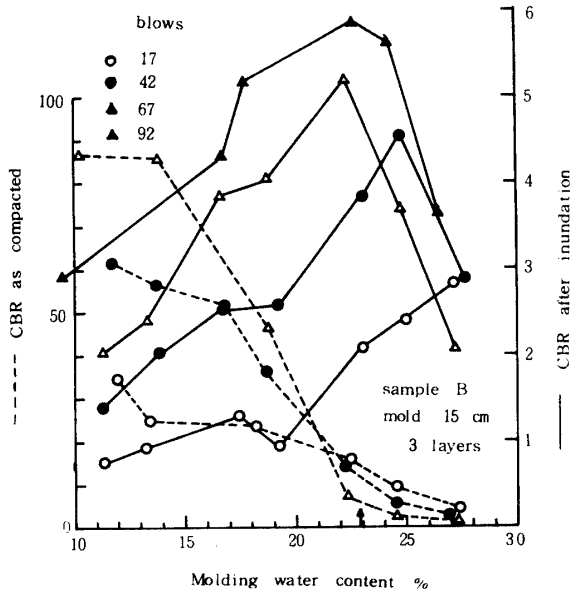


Fig. 7. Influence of water content on CBR

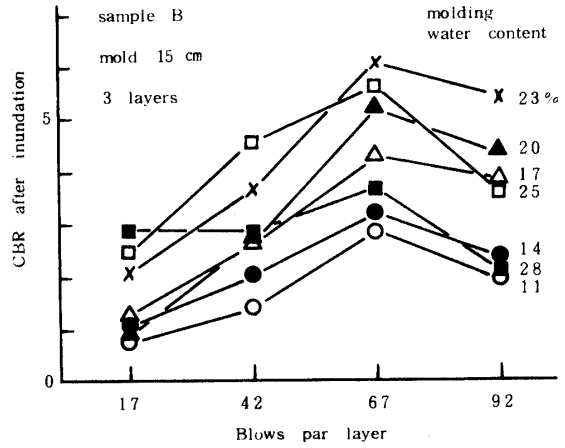


Fig. 8. Effect of compactive efforts on CBR

浸CBRの関係を締固め含水比に対して示したものである。これによると、水浸CBRは含水比に関係なく、締固め回数67回で最大値を示している。水浸作用を受ける最悪の状態を考慮すると、最適な締固め仕事量が存在するようである。

4) 乾燥密度と締固め含水比図上の泥岩土の性状

これまでは締固め曲線に対応して、密度増加、CBRについて説明したが、締固め時の状態は水浸の

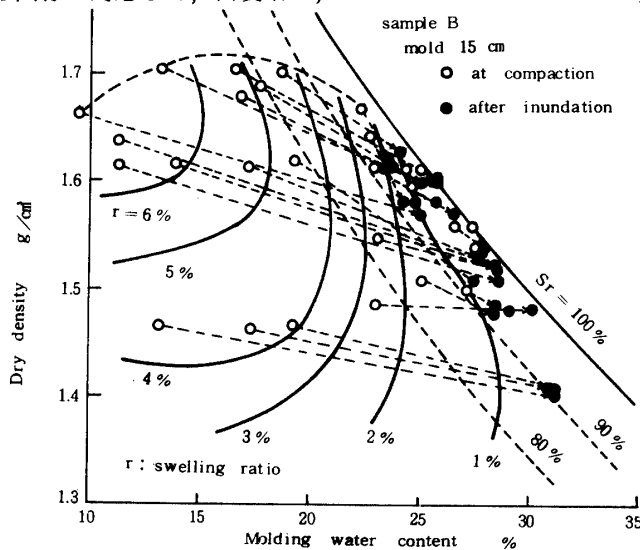


Fig. 9. Influence of inundation both dry density and water content. Solid lines are curves of equal swelling ratio

影響によって異なる性状を示すようになる。そこで、乾燥密度 ρ_d と締固め含水比 w 図上に締固め直後および水浸後の状態あるいは力学的性状を示しておくことは、締固めの目標とする土の状態をどこに求めるべきかを明らかにしうる点で、締固め曲線よりも合理的である²⁾。Fig. 9 は、締固め時の密度と含水比が水浸によって変化する状況と、そのときの膨張量の等値線を締固め時の ρ_d と w に対して示したものである。ここに、膨張量は水浸 CBR 測定するとき、2.5kg のおさえ荷重を作用させたときの膨張比である。これによると、吸水膨張による乾燥密度の減少と含水比の増加を伴って、締固め泥岩土の水浸状態は、締固め含水比に関係なく、飽和度 90~100% の範囲に位置するようになる。また、等膨張曲線から膨張量を 3% 以内におさえるためには、自然含水比あるいは湿潤側で締固めた方がよいことがわかる。

次に、Fig. 10 は締固め時の $\rho_d \sim w$ 図上に非水浸および水浸 CBR の等値線を示したものである。自然含水比より乾燥側および低密度での締固めは水浸による著しい強度低下をもたらすことが、この図からも明らかである。水浸後の強度を期待するためには、Fig. 4 の締固め曲線も併せて考えると、自然含水比あるいは最適含水比で、できるだけ密度を増加させるように締固める必要がある。

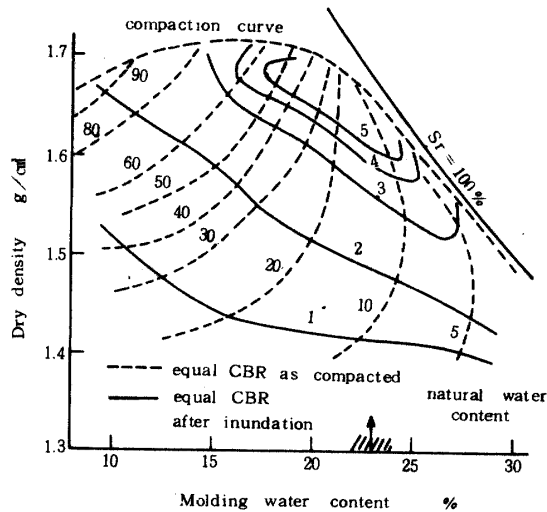


Fig. 10. Equal CBR lines, as compacted or after inundation

しかし、Fig. 9 と Fig. 10 の膨張および強度性状を同時に満足するためには、この泥岩土を自然含水比で、かつ、密度を増加させるための重締固めを行う必要がある。

レキ状の泥岩塊片が締固めと水浸との両方の影響によりどの程度細粒化するか、すなわち、レキ混り

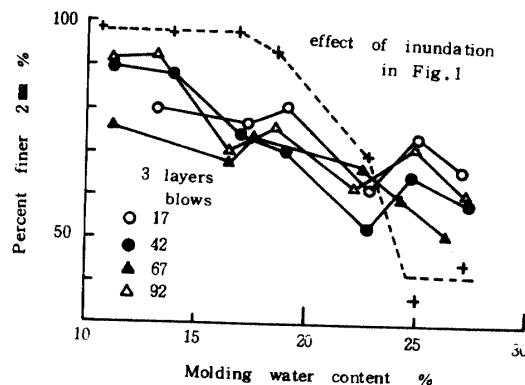


Fig. 11. Dispersion of mudstone due to both compaction and inundation

と見なすか、細粒土と見なすかによって、盛土安定のための沈下やせん断特性が異なってくる。Fig. 11は、締固め土を十分水浸した後、水中フルイ分けを行い、2mmフルイ通加量を締固め含水比に対して示したものである。また、図中にはFig. 1に示した水浸のみによる水中フルイ分けの結果も同時に示してある。一部を除いて74 μ フルイまで通過させているが、2mmフルイと74 μ フルイ通過量の差は最大7%であった。自然含水比より乾燥側では水浸のみによるものより粗粒化しているが、締固めによって破碎された後、新たに団粒化した為で、手で容易に細粒分にはぐせるものであった。また、湿潤側では締固めにより細粒化されていることがわかる。これらのことから、泥岩土は締固めと水浸作用を受けると、締固め前のレキ状塊はかなり消失しており、締固め土は細粒土と見なして工学的検討を行ってよさそうである。

2 自然含水比における締固め

含水比を変化させて締固めた結果、 γ_d と w 図上での等膨張量曲線と等水浸CBR曲線から、自然含水比で締固めると、強度的に良好な締固め状態が得られることが明らかになったので、ここでは自然含水比を維持し、締固めにおよぼす泥岩塊の粒度変化の影響を調べた。Fig. 2に示す粒度の泥岩土に対し、締固め仕事量を変化させて締固めを行った結果、締固め仕事量の影響はIII. Iでの自然含水比に対する傾向と同様であるが、同一粒度の泥岩土についての締固め仕事量の影響をまとめると、次のようになる。①仕事量の増加に伴い密度は増加する。②同一のProctorの仕事量に対し、乾燥密度は5層よりも3層において大きい。③非水浸CBRは3層42回、5層25回るとき最大値を示し、それ以上の仕事量に対して締固め過度を生じ、CBRは減少する。④水浸CBRは3層67回、5層40回において最大を示す。ある程度、締固め過度の状態が水浸の影響を受けにくいようである。

1) 粒度の影響

Fig. 12(a), (b)は乾燥密度におよぼす泥岩土に含まれる最大塊径の影響を突固め回数に対して示したものである。径が大きくなるとバラツキを伴うが、3層17回、5層10回での小さい仕事量では最大径の増大により密度は減少している。一方、仕事量が増加すると、3層、5層ともに最大径9.6mmで密度が最大になる。最大径19.1mm~38.1mmは層当りの締固め層厚に近いが、それよりも大きいので、ランマーは直接泥岩塊を打撃せざるを得なくなり、締固め仕事量が小さい間は、ほとんど塊片の破碎についてやされ、また、径が大きくなると、その割合も増大するので、密度は小さくなっている。しかし、その後の仕事量の増加は締固め効果にも影響するようになるであろう。また、Fig. 2から、径4.76mm以上の

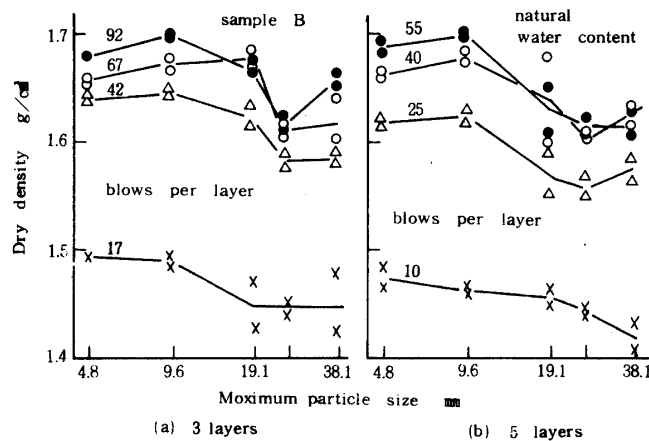


Fig. 12. Effect of maximum particle size on dry density

含有率は最大径 9.6mm に対し 23%，最大径 19.1mm から 38.1mm に対し 55～66% であるので，3 層 42 回と 5 層 25 回以上の締固めでは，通常のレキ混り土の締固めにおけるレキ含有率と密度との関係に類似した傾向を示していることがわかる。このことは締固め過程で，泥岩塊片はレキと同様な挙動を示し，締固めに影響をおよぼしていると考えられる。

2) CBR 特性

実験の締固め仕事量の範囲で，非水浸 CBR は 13～27 であった。Fig. 13 は水浸 CBR と最大径との関係を締固め回数に対して示したものである。3 層締固めにおいて最大径に対する CBR の変化は Fig. 12(a) の乾燥密度の変化に対応しているが，5 層 40 回と 55 回における CBR は Fig. 12(b) で密度が最大に

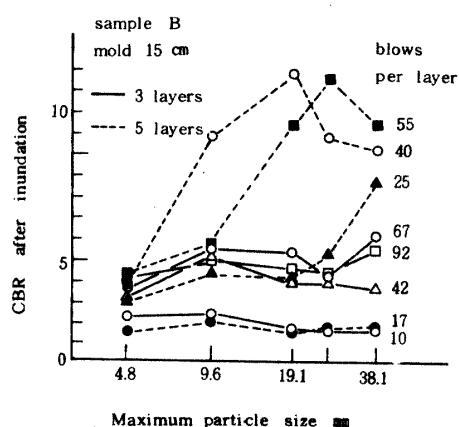


Fig. 13. Effect of maximum particle size on CBR

なる径より大きな径で最大を示し，しかも，同一仕事量の 3 層締固めに対する CBR より大きな値を示している。これは，最大塊径と締固め層厚との関係により，3 層よりも 5 層において泥岩塊が破碎され，細粒化することによって水浸の影響を受けにくい状態に移行したことに原因していると考えられる。このことを理解するデータとして Fig. 14 と Fig. 15 を示す。Fig. 14(a), (b) は水浸 CBR 測定時の膨張比と最大径の関係を示したものである。3 層締固めにおいて，締固め仕事量および最大径によってもたらされる膨張比の差はわずかで，膨張比は 2% 以上である。他方，5 層 40 回，55 回では，最大径 9.6mm 以上で，2% 以下の膨張比を示している。また，Fig. 15(a), (b) は CBR 測定後の水中フルイによる 74 μ フルイ通過量と最大径の関係を締固め回数に対して示したものである。最大径 19.1mm 以上において，5 層締固めの方が 3 層締固めより細粒化していることがわかる。以上のことから，泥岩土を自然含水比で

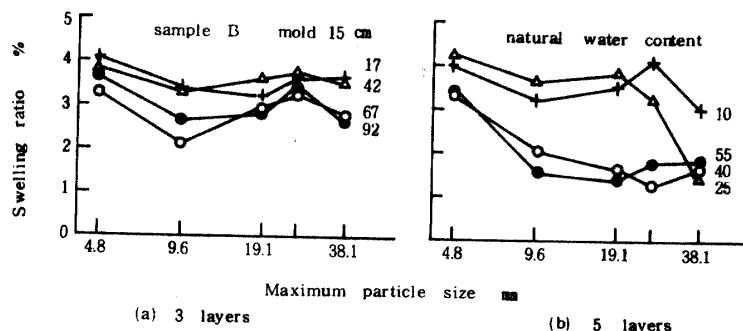


Fig. 14. Effect of maximum particle size on swelling ratio

締固める場合、掘削時の塊片はまき出しのとき、ブルドーザーである程度破碎されるが、まき出し厚を薄くして、破碎効果のある締固め機械で転圧を行うと、水浸の影響を受けにくい締固めが得られそうである。

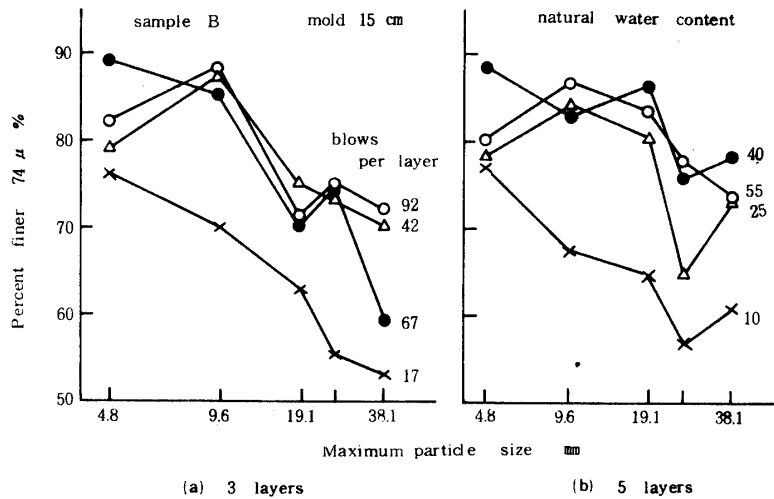


Fig. 15. Dispersion of mudstone due to both compaction and inundation

なお、Fig. 15より、自然含水比で締固めた場合も、レキ状の泥岩片は消失し、締固め土は細粒土とみなしてよさそうである。

3) 締固め乾燥密度と水浸CBRの関係

Fig. 9とFig. 10で $\gamma_d \sim w$ 図上に締固め含水比と締固め仕事量を変化させた場合の締固め泥岩土の性状を示したが、同様に、自然含水比で締固めた場合の結果を、締固め仕事量の大小に区別なく、Fig. 16に示した。この図には、Fig. 10に示した等水浸CBR曲線も示してある。この図から、3層17回、

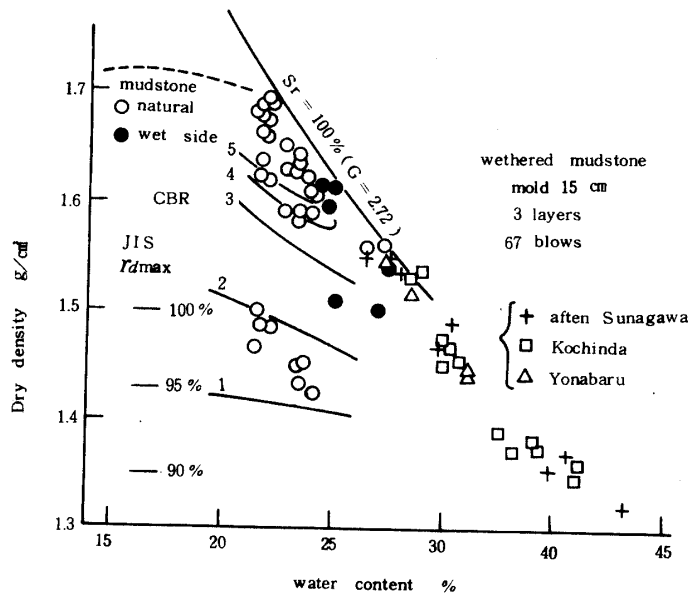


Fig. 16. Relationship between dry density and water content, as compacted with natural or field water content

5層10回締固めは $CBR = 2$ 以下である。現在、泥岩土を利用した小規模な盛土の施工目標は従来の一
 般的方法を準用して、標準締固めによる最大乾燥密度の90%あるいは95%以上としている。標準締固め
 によって得られる泥岩土の最大乾燥密度は平均 1.50 g/cm^3 であるので、乾燥密度だけを基準にすると、
 CBR は2以下しか期待できないことになる。

砂川ら⁶⁾は路床土としての風化泥岩土の CBR を調査して、風化地山層における含水比は30~50%で
 あると報告している。また、沖縄県材料試験所が行った与那原町と東風平村での風化泥岩土の農道路床
 土の CBR 調査でも同様な結果を報告している。その際、現場含水比を維持し、15cmモールドで3層67
 回の締固めを行っているが、その結果もFig. 16に引用してある。このことは、実際の締固めでは未風
 化地山含水比の乾燥側でなく、自然含水比付近あるいは湿潤側で転圧が行われる場合が多いことを示唆
 している。

Fig. 17はFig. 16に示した結果を締固め乾燥密度と水浸 CBR との関係に再プロットしたものである。
 未風化泥岩土の結果は締固め仕事量によって2つのグループに分けられる。すなわち、3層17回および
 5層10回の締固めに対する $\gamma_d = 1.50\text{ g/cm}^3$ 、 $CBR = 2.5$ 以下と、3層42回および5層25回以上の締固
 めに対する $\gamma_d = 1.58\text{ g/cm}^3$ 、 $CBR = 3$ 以上の2つの領域に分けられる。また、 CBR は密度増加に伴
 い直線的に増加しているようであるが、5層締固めの $\gamma_d = 1.58\text{ g/cm}^3$ 以上では、前述のように大きな CBR
 を示す場合がある。いま、この図から CBR が3以上であるためには $\gamma_d = 1.58\text{ g/cm}^3$ 以上でなけれ

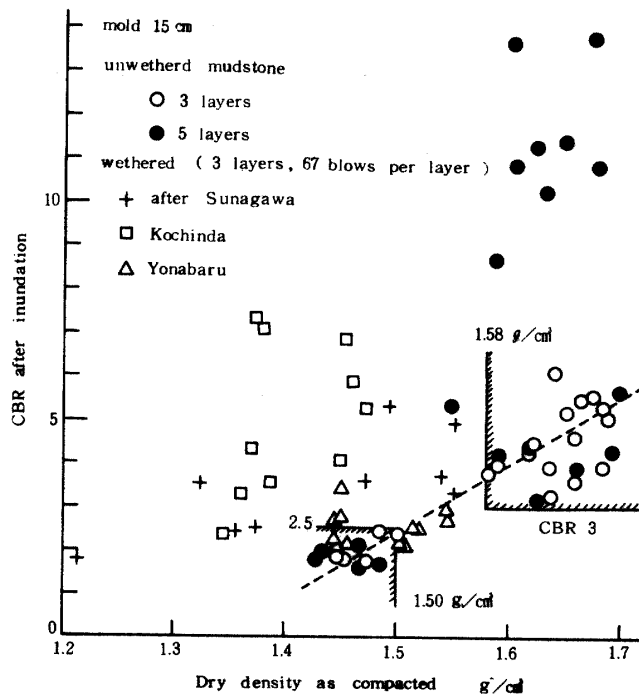


Fig. 17. Relationship between CBR and dry density

ばならない。しかし、この値は標準締固めにおける $\gamma_{dmax} = 1.50\text{ g/cm}^3$ より大きい。そこで、これより
 大きい密度が現場で可能であるかの問題が残る。入手できたデータが少ないが、東風平村での農道建設
 の際、地山からの切土による2m程度の盛土において、現場密度を4点で測定した結果、含水比20.3~
 25.2%で、平均21.8%、乾燥密度 $1.58 \sim 1.62\text{ g/cm}^3$ で、平均 1.61 g/cm^3 であった。しかし、現場と室
 内での締固め機構は異なると考えられるので、室内試験の結果を直ちに現場の転圧に結びつけるのはむ

りかもし知れない。現場締固めデータを今後蓄積する必要がある。

また、Fig.17には風化泥岩土もプロットしてある。未風化泥岩土と比較すると、乾燥密度は小さいにもかかわらず、大きなCBRを示している。種村ら⁷⁾は、いったん風化した泥岩はこれを十分締固めることによって、その安定性は逆に向上すると述べている。また、未風化の島尻層泥岩は乾湿作用を受けると、乾湿サイクル7~8回までは塑性指数が増加するが、その後、乾湿サイクルの増加に伴い逆に減少することがわかっている⁵⁾。これらのことより、風化泥岩土も締固め含水比を規制すれば、盛土材料として利用可能と思われるが、今後、含水比30%以上での締固め特性、力学的安定性について調べる必要がある。

IV ま と め

島尻層泥岩土について室内での締固め試験結果が現場での転圧に適用可能かの問題が残されている。転圧機種、まき出し厚、転圧回数および含水比の管理など、この島尻層泥岩土に関する現場転圧データが乏しいので、それらのデータの蓄積につとめるとともに、現場盛土試験を実施して、泥岩土を使用した盛土などの土構造物の設計・施工指針を確立する必要がある。

室内実験の結果をまとめると次のようになる。

1. 10cmモールドで締固めると、自然含水比の乾燥側と湿潤側で乾燥密度はピークを示すが、湿潤側で大きい。15cmモールドの重締固めでは、ある仕事量までは自然含水比で最大乾燥密度が生じ、締固め仕事量が増大すると、最適含水比は自然含水比より乾燥側に移動する。
2. 締固め機構として、乾燥側では主として破砕作用が密度増加をもたらすが、湿潤側では破砕作用よりも練返し作用が卓越する。
3. 3層締固めでの水浸CBRは締固め含水比に関係なく、締固め回数67回で最大を示す。
4. $rd \sim w$ 図上の等膨張曲線と等水浸CBR曲線から、締固め目標は、自然含水比を維持して、密度を増加させる必要がある。
5. 泥岩土を自然含水比で締固めるとき、泥岩塊片は締固め過程においてレキと同様な挙動をするが、締固めた泥岩土は細粒状態にある。
6. 水浸の影響を少なくするためには薄層転圧がよい。
7. 自然含水比で締固めた結果は $rd = 1.50 \text{ g/cm}^3$ 、 $\text{CBR} = 2.5$ 以下と $rd = 1.58 \text{ g/cm}^3$ 、 $\text{CBR} = 3.0$ 以上の2つのグループに分けられる。

最後に、風化土のデータおよび現場密度データを提供して頂いた沖縄県材料試験所と沖縄県南部農林土木事務所、また、実験に協力して頂いた琉球大学農学部卒業生金城孝和、伊元辰雄の両君に謝意を表する次第である。

参 考 文 献

1. たとえば、土質工学会編 1974 日本の特殊土、土質工学会、p 313~342
2. 久野悟郎 1974 締固めと力学特性の相関、土と基礎、22(4)：5~10
3. 新城俊也 1971 沖縄における泥灰岩の工学的特性(1)、琉球大学農学部学術報告、18：127~136
4. _____ 1976 島尻層泥岩のセン断特性、琉球大学農学部学術報告、23：237~254
5. _____, 小宮康明 1977 乾湿繰返しによる島尻層泥岩のコンシステンシー変化、第12回

- 土質工学研究発表会講演集, p 109~112
6. 砂川徹男, 上原方成 1975 路床土としての島尻層土について, 琉球大学理工学部紀要工学篇, 9 : 151~156
 7. 種村番郎, 城本定宏, 磯貝洋尚 1974 ダム用土としての泥岩について—三重県企業庁山村ダムの例—, 土と基礎, 22(6) : 37~44
 8. 上原方成 1971 路盤の安定処理工法に関する基礎的研究(Ⅲ)島尻層泥岩土その1, 琉球大学理工学部紀要工学篇, 4 : 63~88
 9. _____ 1976 土の締固めに関する研究(第1報), 琉球大学理工学部紀要工学篇, 8 : 47~64

Summary

As a research on the use of mudstone in earthworks, the compaction tests in the laboratory have been carried out on Shimajiri mudstone from Okinawa Island, Ryukyus. Experiments included influences of water content, compactive efforts, and maximum particle size on compaction. Also, CBR values, as compacted and after inundation, were investigated to understand some mechanical properties of compacted mudstone.

From the increase of dry density with compactive efforts, it is deduced that one of mechanism of compaction are particle crushing of mudstone on dry-side of natural water content, other remolding of mudstone on wet-side. As experient results, it is concluded that mudstones are useful materials in earthworks for special conditions compacted with natural water content and high dry density.