

室内試験による粗粒盛土材のせん断強度の推定

望月秋利¹・中岡時春²・阪口理³・脇阪良男⁴

¹正会員 工 博 徳島大学工学部教授 (〒770-0814 徳島市南常三島町2-1)

²正会員 技術士 大末建設(株)土木本部 統括部 (〒542-0081 大阪市中央区南船場2-2-11)

³正会員 工 博 近畿大学理工学部教授 (〒577-0818 東大阪市小若江3-4-1)

⁴技術士 (株)三基コンサルタント (〒632-0093 天理市指柳町297-3)

粗粒材を用いた盛土造成地盤で実施した現場一面せん断試験(CD条件)結果を検証強度とし、筆者らが提案した「外挿法」を適用して、室内試験による現場強度の推定方法について検討した。まず一連の調整試料を準備して突固め試験を行い、「密度に関する外挿法」を適用して現場密度を外挿した。その結果を基に盛土地盤の締固め度を求め、これを初期密度とした一連の室内一面せん断試験(CD, CU条件)、三軸圧縮試験(CD条件)を実施した。これらの結果に対して「せん断強度に関する外挿法」を適用し、現場せん断強度に比べてやや小さいかほぼ同等の強度を得て、粗粒材料のせん断強度の推定に対して外挿法の適用が可能であることを示した。

Key Words : coarse materials, extrapolation equation for in-situ shear strength, in-situ shear test, triaxial consolidation test, direct shear test, extrapolation equation for in-situ density

1. はじめに

盛土の安定性は、一般に締固めた土のせん断強度を用いて安定解析を実施し、評価する。ところが空港^{1), 2)}や道路、フィルダム、宅地造成^{3), 4)}等の大規模盛土工事では原粒度材の粒径が大きくて、一般に直接室内試験で用いることができないことが多い。そのような場合、試験の許容最大粒径以下に調整したせん断頭試料や相似試料等を用いて試験する。しかし、初期密度の設定法や試料の細粒分割の増加が強度特性に与える影響等が明らかではなく、仮に試験を行ったとしても、得られた結果が原粒度材のそれと同じ(あるいは相似的)であることは一般に期待できず、盛土の品質保証が求められる昨今、安全性ばかりではなく、経済性の観点からも設計・施工上の重要な課題となっている。

粗粒材料のせん断特性の検討方法は、古くはMarachiら⁵⁾の研究、また国内では主としてロックフィルダムに関連した松本⁶⁾、松本・渡辺⁷⁾、布施ら⁸⁾の研究、さらに「粗粒材料の圧密排水三軸圧縮試験法、同供試体作製方法(地盤工学会基準)」の基準化にも見られる様に、基本的には試験機を大型化することで対応してきた。一方締固めた盛土の強度を原位置試験で直接求める方法は、高田・木下⁹⁾、川上ら¹⁰⁾、松岡ら¹¹⁾、植下ら¹²⁾の研究に見られる。これらの方法は盛土強度を直接計測するには有効な方法ではあるが、詳細な強度変形特性を求めることは難

しく、また試験自体が大がかりとなる等、一般的な方法とは言い難い。今後さらに大粒径材料が使われる可能性を考えれば、設備や作業性等の問題は別にしても、室内試験による方法にいずれ限界が生じることは明らかで、縮小試料を用いる適切な試験手法の開発が必要となる。

この問題に対して筆者らは、粗粒材料における外挿のための条件、すなわち現場および室内試験との「相似条件」を示し、さらに「試料の最大粒径と最大乾燥密度(又は最小体積比)が片対数紙上で直線関係にあることを利用して、「粗粒材料の締固め密度の外挿法」を提案した¹³⁾。この方法は、試験機を大型化することで問題を解決するのではなく、現場で要求される締固め特性と標準的な室内試験結果との関係を知ることで、粗粒材料の力学特性を合理的に推定しようとする点にある。

本研究は、粗粒盛土地盤で実施した「現場一面せん断試験結果」を検証強度として、外挿法の強度推定への適用性の検討を目的に実施したものである。すなわち、まず盛土地盤の締固め度(D_c)を評価するために、一連の室内突固め試験結果に「密度に関する外挿法」を適用して原粒度の ρ_{dmax} を推定した。次いで得られた D_c を初期 D_c とし、最大粒径(D_a)の異なる「一連の試料」に対して、室内一面せん断試験および三軸圧縮試験を実施し、その結果に対して「せん断強度に関する外挿法」を適用し、得られた強度を現場一面せん断試験結果と比較して、室内

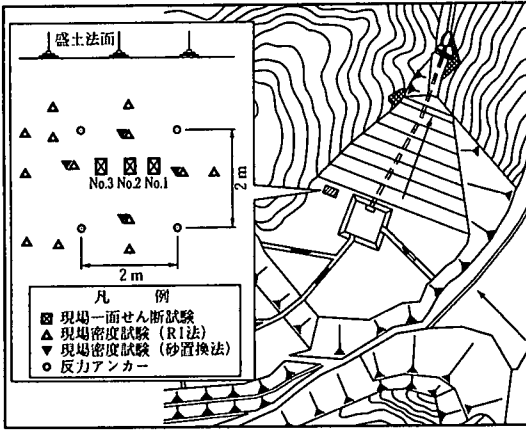


図-1 試験ヤードと現場試験位置

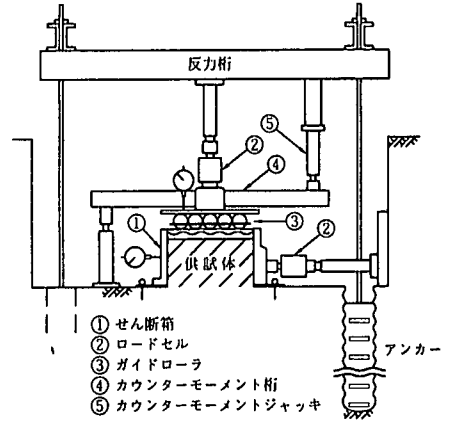


図-2 現場一面せん断試験機概念図 (大阪市立大学型)

表-1 盛土材料の物理特性 表-2 現場密度試験結果

統一分類名	GF
礫分	78.70%
砂分	8.10%
細粒分	13.20%
Dmax	106mm
D50	11.7mm
Uc	415
Uc'	33.3
ρ_s	2.644
Wn	9.30%

RI法*	平均1.936g/cm ³
砂置換法	平均1.908g/cm ³
自然含水比	平均9.8%

*: 平均値は、最大値と最小値を除いた10試料の平均。

表-3 現場一面せん断試験条件

供試体 (cm)	排水条件	含水状態 (%)	上載荷重 (kPa)	圧密時間 (min)	せん断速度 (mm/min)	最大せん断変位 (mm)
L30×W20 ×H20	CD	9.5	98,196,392	30	1	45

試験による現場強度の外挿法適用の妥当性を検討し、その結果をまとめた。

2. 現場密度と現場一面せん断試験

現場は和歌山市内の宅地造成地で、和泉山脈の西部南縁に位置する。盛土材料は和泉層群（中世代白亜紀堆積岩）に属する砂岩と頁岩の互層をブルドーザ等でリッピングした粗粒材である。盛土はまき出し厚30cmとし、振動ローラ（起振力215.8kN）で6回転圧を標準として締固めたもので、盛土法肩部の層厚は30mに及ぶ。

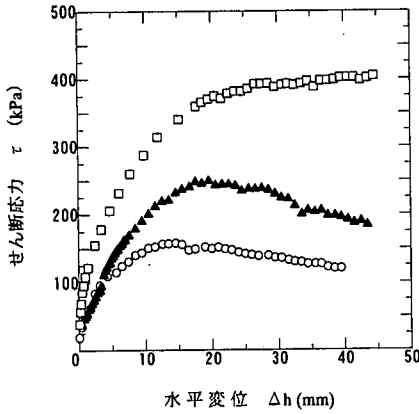
図-1は、現場密度試験および現場一面せん断試験位置を示した平面図である。表-1に盛土材料の主な物理特性を示す。盛土材料の最大粒径は106mmで、細粒分を13%含む。現場密度試験はRI法で12箇所、砂置換法で4箇所実施した（図-1参照）が、その結果の平均値を表-2に示した。砂置換法とRI法の ρ_d の平均値に大きな差はなかったため、ここではRI法による結果を、代表 ρ_d 値とすること

にした。

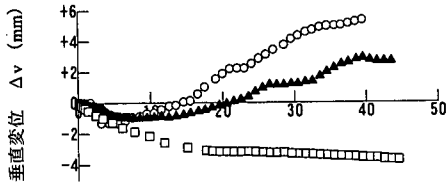
図-2は「大阪市立大学型・現場一面せん断試験機⁹⁾」の概要図である。表-3に試験条件を示す。垂直応力は、載荷重と上部供試体、供試体箱等のせん断面上に加わる全合力に対して計算される応力と定義したが、試験呼び名は「載荷重による垂直応力 (σ_N)」としている。

供試体の作成方法は、まず盛土面を約50cm掘り下げて平面とした後、ハンドトリミング法により所定の大きさに整形し、仕上げる。その後供試体にせん断箱を被せ、供試体とせん断箱の隙間を豊浦標準砂で充填補正し、さらにせん断箱上板とのなじみを良くするために供試体上面に3～5mm厚さの豊浦標準砂を敷いて、せん断箱上板を固定した。供試体の圧縮は所定の応力を載荷重すると5分以内で終了するが、念のため約30分間放置してからせん断を開始した。上下せん断箱間隔は5mmを標準とした。なお盛土材料の試験許容最大粒径となる60mm以上の割合は約15%で、特に問題となるようなことはなかった。

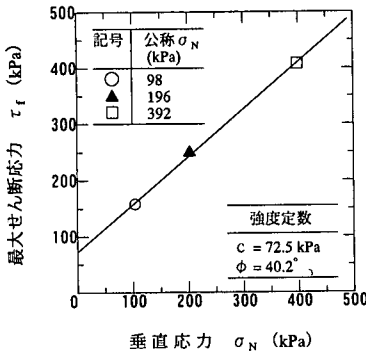
図-3に現場一面せん断試験結果を示す。垂直応力が $\sigma_N=392\text{kPa}$ の結果は最終変位で τ_f が最大で、体積変化は負のままであったが、その他の結果はピークを示し、体積変化は正となった。また内部摩擦角は 40.2° と、一般的な粗粒材料の強度を示したが、粘着力は粗粒地盤であるにもかかわらず72.5kPaと



(1) せん断応力～水平変位



(2) 垂直変位～水平変位



(3) 垂直応力～せん断応力

図-3 現場一面せん断試験結果

大きい。しかし筆者らの経験では、このような結果も少なくはない。

3. 締固め特性と現場密度の外挿

室内試験結果を基にした原粒度の特性（例えば密度や強度）の外挿方法は、「原粒度に対して規則的なある条件で調整した一連の試料に対し、同一条件あるいは相似した条件で試験を行った場合、試料粒径

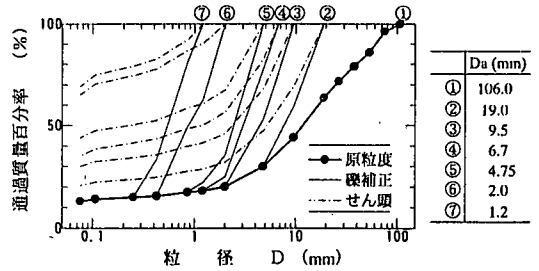


図-4 粒径加積曲線

表-4 外挿のための条件¹³⁾

- ① 試料条件: 試料のある特性, 例えば試料の許容最大粒径 (D_a) を原粒度に対して連続的に変化させた, 一連の調整試料を用いる。
- ② 試験条件: 一連の試験を同一条件, あるいは相似条件で実施する。
- ③ 相関関係 (1)*: ある注目した特性 (密度や強度) が試料のある特性値, 例えば試料の D_a に対して「強い相関関係」を有する。
- ④ 相関関係 (2)*: ある調整法で準備した一連の試料による外挿値は, 他の調整法で準備した一連の試料による外挿値と一致する。

* この内③, ④は, どちらか一方の成立を確認すれば, もう一方は結果として成立している。

表-5 室内突固めによる締固め試験条件と試験結果

モールド径		φ 150mm				
突固め回数		55回				
試料最大粒径 D_a (mm)		1.2	2.0	4.75	9.5	19.0
礫補正 試料	ρ_{dmax} (g/cm ³)	1.752	1.788	1.845	1.895	1.948
	w_{opt} (%)	17.4	16.4	14.7	13.6	12.4
せん頭 試料	ρ_{dmax} (g/cm ³)	1.719	1.757	1.821	1.874	1.931
	w_{opt} (%)	17.8	16.6	15.0	13.6	12.4

が原粒度に近づくにしたがって, 注目する現場の特性は原粒度のそれに近づく」という原理的な性質に基づくもので, 表-4に外挿のための条件を示す。

試料は, せん頭試料と筆者らが考案した「礫補正試料¹³⁾」の2種類の調整法で準備した。ここに礫補正試料とは, せん頭試料で問題となる細粒分の相対的な増加を避けるため, 試験試料の D_a 以上の原粒度分を「 $D_a \sim D_a/5$ 粒径」材料で置き換えたものである。

表-6 室内一面せん断試験用試料

排水条件	試料最大粒径 Da (mm)	図-4中番号	礫補正試料		せん頭試料	
			ρ_{d0} (g/cm ³)	w ₀ (%)	ρ_{d0} (g/cm ³)	w ₀ (%)
	1.2	㊦	1.629	17.4	1.598	17.8
CD, CU	4.75	㊥	1.717	14.7	1.694	15.0
	6.7	㊤	1.740	14.1	1.718	14.2

* 試料はD_c=93%, 初期含水比はw_{opt}に調整した。

表-7 室内一面せん断試験条件

項目	内容
供試体 (mm)	φ150×H50
排水条件	CD, CU
圧密圧力 (kPa)	49, 98, 196, 392
圧密時間 (min)	60
せん断速度 (mm/min)	0.25
粒度調整法	礫補正, せん頭
最大粒径 Da (mm)	1.2, 4.75, 6.7
締固め度 (%)	93

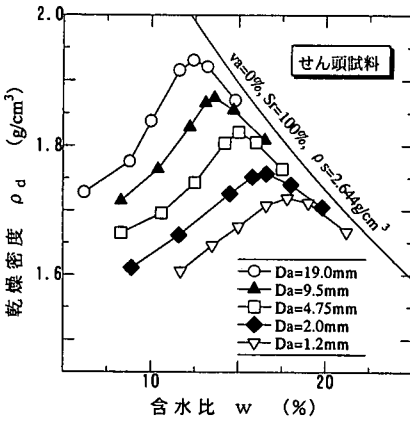
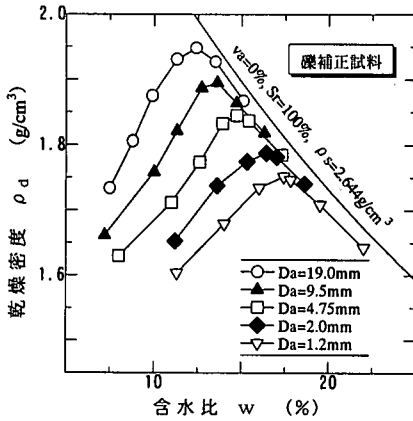


図-5 突固め曲線

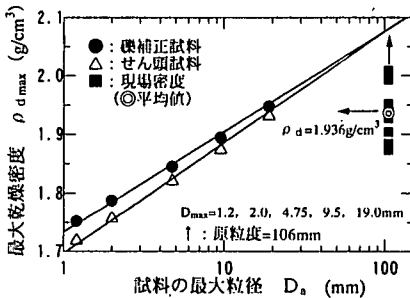


図-6 ρ_{dmax} と Da の関係

図-4に、試験ヤードで採取した代表的な試料の粒径加積曲線を示す。

表-5は室内突固め試験条件と結果を、図-5は突固め曲線を示したもので、 ρ_{dmax} 付近では試験を追加して得た結果である。いずれの試料もDaが大きいくほど ρ_{dmax} は大きく、また最適含水比(w_{opt})は小さい傾向を示した。

図-6は ρ_{dmax} をDaの対数に対してプロットした

ものである。両試料の結果とも ρ_{dmax} は $\log(D_a)$ に対して線形の相関性が認められ、前述した「外挿条件③」を満たす。また、両相関線は原粒度の最大粒径付近で交差しており、相関条件④を満たす。ここでは現場の外挿 ρ_{dmax} として、原粒度に対する礫補正試料の外挿密度である $\rho_{dmax}=2.08\text{g/cm}^3$ を採用した。したがって現場盛土の推定締固め度(D_c)は、

$$D_c = (1.936/2.08) \times 100 = 93\%$$

を得る。この D_c を室内強度試験に用いる供試体の初期 D_c として設定した。

なお砂材料の場合には密度評価に相対密度(D_r)を用いることも多いが、 D_c を用いた理由は、①湿潤材料の最小・最大密度の定義および試験方法が確立していない、②細粒分を含む土に対する試験方法が確立していない、③一般に盛土の現場施工管理では D_c が用いられる、等で、もちろん D_c を用いても外挿法の適用に全く問題はない。

4. 室内一面せん断試験による現場強度の推定

(1) 試験条件

表-6は室内一面せん断試験で用いた試料を、表-7は試験条件を示したものである。用いた試験機の構造は改良型一面せん断試験機と同じであるが、供試体サイズはφ150×H50mmである。供試体は、最適含水比に調整した試料を1昼夜養生してから、初

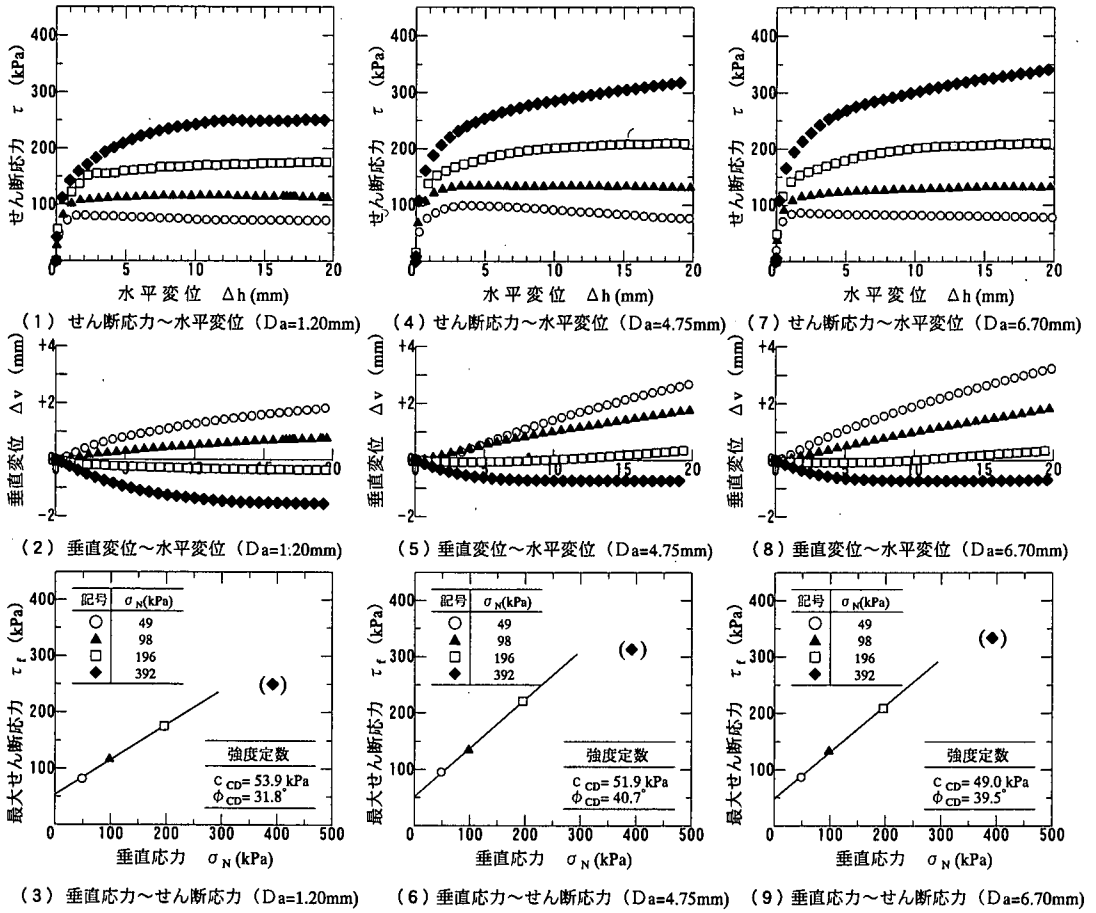


図-7 一面せん断試験結果 (礫補正試料, CD)

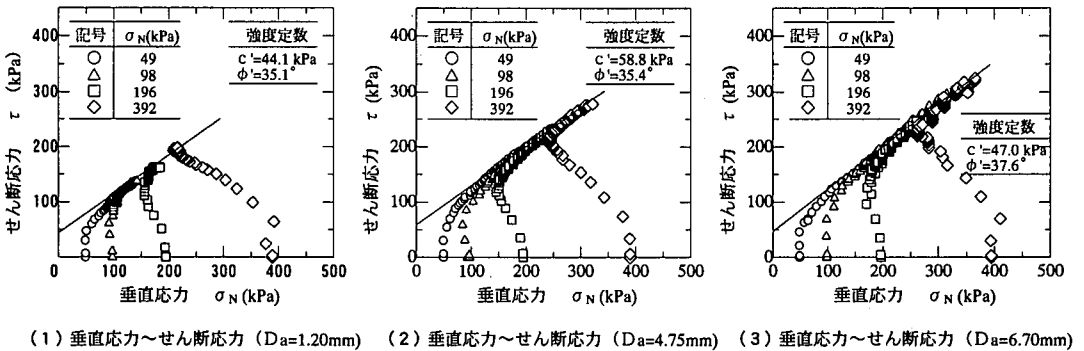


図-8 一面せん断試験結果 (礫補正試料, CU)

期 D_c を現場盛土の締固め度と同じ93%になるように突棒で締固めた。

最大せん断変位は、標準試験用供試体とのサイズ比を考慮して17.5mmとし、その範囲での最大値を強度

とした。試験は圧密排水 (CD) および圧密非排水 (CU) 条件の両方で実施した。CU条件で試験した理由は、望月¹⁴⁾が指摘したように、一面CD試験ではせん断中の体積変化により供試体とせん断箱側

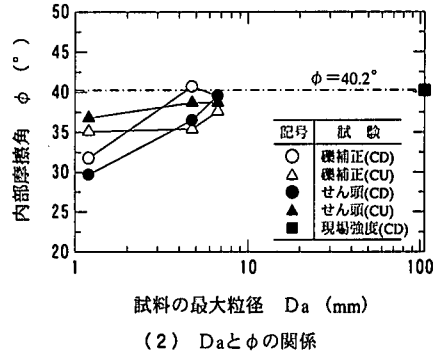
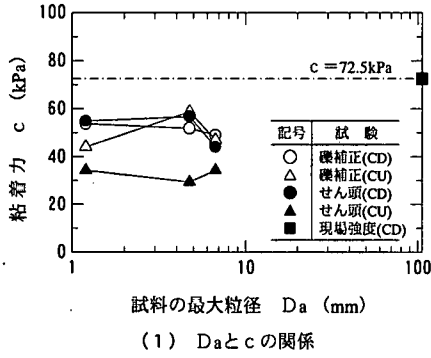


図-9 強度定数と D_a の関係

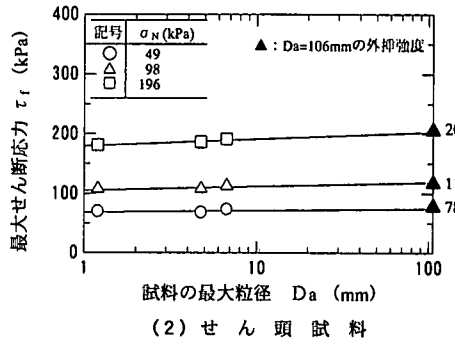
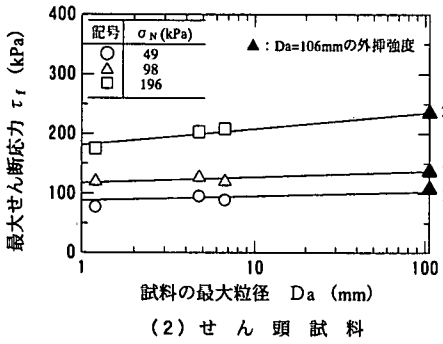
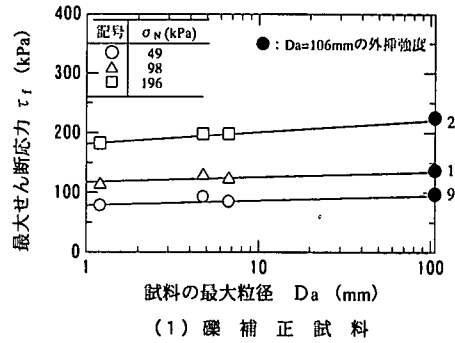
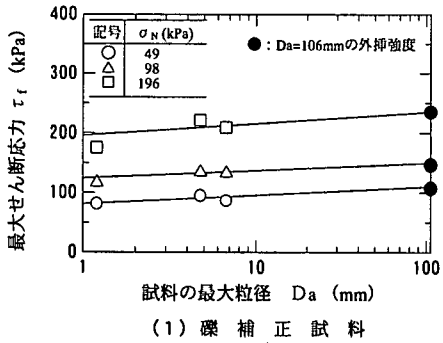


図-10 τ_r と D_a の関係 (CD)

図-11 τ_r と D_a の関係 (CU)

面間の摩擦で、体積が膨張する場合は過大の、また収縮する場合は過小の強度となる恐れがあるため、「一面CU試験で ϕ 強度を求めて、それに外挿法を適用して現場一面CD強度を推定する」ことを考えたものである。

(2) 一面せん断試験結果と外挿強度

図-7は礫補正試料の一面CD試験の結果を示したもので、強度定数は図-7(3),(6),(9)中にそれぞれ示した。 D_a が大きい試料の方が τ_r は大きく、体

積変化は膨張側へ移る傾向が見られる。

また、いずれの結果とも最大の垂直応力に対する体積変化は収縮側で、相対的に小さな強度を示した。これは体積収縮により、せん断箱周面摩擦がせん断面の σ_N の減少をもたらし、過小な強度を与えたものと考えて、強度線を求める際に除外した。

図-8は同試料の一面CU試験によるベクトルカーブとそれらの包絡線で、強度定数は各図中に示した。得られた強度定数と D_a の関係は図-9に示す。図中には現場一面せん断試験結果も示した。室内試

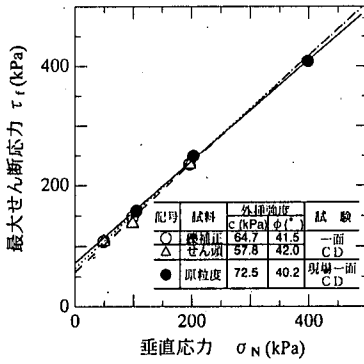


図-12 外挿強度と現場強度の比較 (CD)

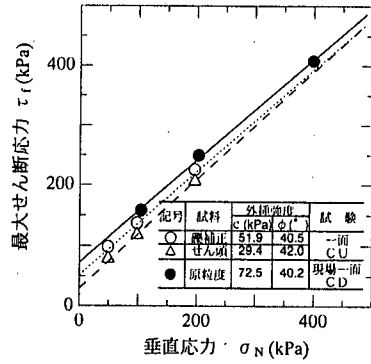


図-13 外挿強度と現場強度の比較 (CU)

表-8 室内一面せん試験による外挿強度

試験	排水条件	c (kPa)	φ (度)
室内試験	礫補正	CD	64.7
		CU	51.9
	せん頭	CD	57.8
		CU	29.4
現場試験	CD	72.5	40.2

験のcはいずれも現場強度よりも小さい。φについては粒径の大きな試料で現場強度とほぼ等しい値も見られるが、全体としては小さめの値を示した。

図-10はCD試験結果に基づく「外挿強度のための相関線」を示したものである。すなわち図-7に示した強度線を基に、各垂直応力に対して求めたせん断強度 (τ_r) を $\tau_r \sim \log(D_a)$ 関係図にプロットし、その関係から原粒度材に対する τ_r を外挿したものである。また、図-11は上記と同様にCU試験結果に基づいて求めた「外挿強度のための相関線」である。外挿した τ_r を σ_N に対してプロットし、それらを結んだ「外挿強度線」を求め、現場一面CD試験結果もあわせて図-12, 13に示した。CU試験結果による外挿強度は現場一面CD強度よりもやや小さいが、CD試験ではいずれの試料の外挿強度も現場試験結果とほぼ同じ値が得られた。

また大東ら¹⁵⁾は、せん頭試料を用いた室内一面せん断試験結果に基づき現場強度を外挿して、「供試体径/最大粒径」が15倍以上の試料では最大粒径と強度定数の関係が直線的であったことから、原粒度強度の外挿が可能であることを示唆している。今回の「供試体径/最大粒径」は20倍以上で、いずれの試料の結果も τ_r は D_a と直線関係を示し、大東らの結論を裏付けた結果となった。

表-8は外挿した強度定数をまとめたもので、図

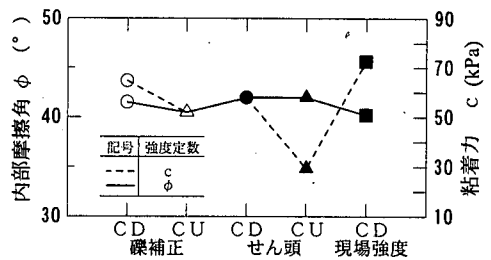


図-14 外挿強度と現場強度の比較

-14は各試験で得た外挿強度定数をプロットしたものである。全体の傾向では、現場一面せん断強度に対する室内試験からの外挿強度は、cは90~40%と小さく、φはやや大きい。結果として、外挿強度は現場一面せん断試験に対してやや小さいが、実用上許容できる範囲と考えられる。

5. 室内三軸圧縮試験による現場強度の推定

(1) 試験条件

表-9は三軸圧縮試験条件を示したもので、表-10は用いた試料の一覧表である。用いた試験機は大阪市立大学型¹⁶⁾と呼ばれる、供試体の下部から載荷してその反力を内枠で受けるタイプの装置である。供試体はφ100×H200mmで、体積変化の計測はビューレット法によった。供試体は、一面せん断試験と同じ方法で調整した試料を、初期Dcが93%になるように、4層に分けて突棒で均一に締固めて作成した。試験は、試料を試験機にセットした後、まず所定の等方圧力で圧密する。試料の圧密はほとんどが数分

表-9 三軸圧縮試験条件

項目	内容
供試体 (mm)	φ100×H200
排水条件	CD (ビュレット法)
圧密圧力 (kPa)	98, 196, 392
圧密時間 (min)	30
せん断速度 (%/min)	0.1
粒度調整法	礫補正, せん頭
最大粒径 D_a (mm)	2.0, 4.75, 9.5, 19.0
締固め度 (%)	93

表-10 三軸圧縮試験用試料

排水条件	試料最大粒径 D_a (mm)	図-4中番号	礫補正試料		せん頭試料	
			ρ_{d0} (g/cm ³)	w_0 (%)	ρ_{d0} (g/cm ³)	w_0 (%)
CD	2.0	⑥	1.661	16.4	-	-
	4.75	⑤	1.717	14.7	1.694	15.0
	9.5	③	1.762	13.6	1.744	13.6
	19.0	②	1.811	12.4	1.799	12.4

* 試料は $D_c=93\%$, 初期含水比は w_{opt} に調整した。

以内で終了するが, すべて30分間放置した。せん断はCD条件で行い, 軸ひずみが15%になるまで続けた。

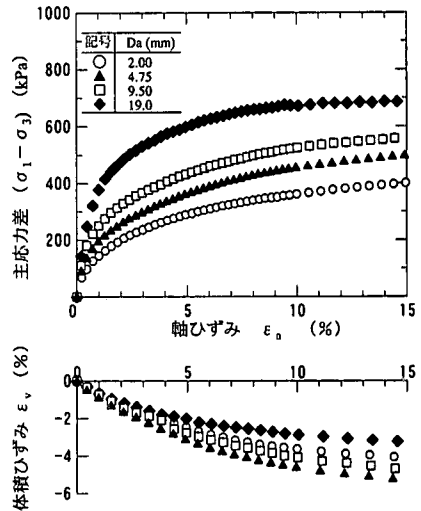
(2) 三軸圧縮試験結果と外挿強度

図-15は各試料の, 異なる D_a に対する $\sigma_3 = 196\text{kPa}$ の結果を比較したものである。 D_a が大きい試料ほどせん断強度は大きく, その傾向は礫補正試料の方が顕著である。せん断時の体積変化はいずれも収縮側に生じた。

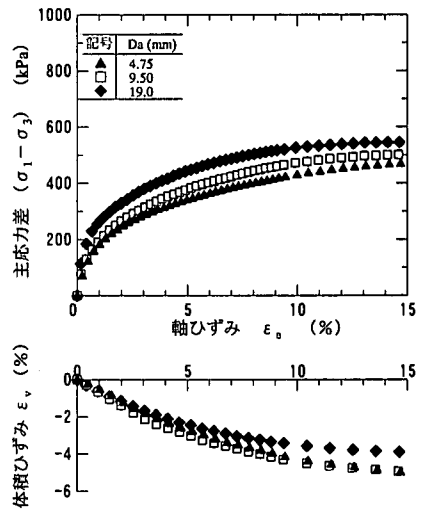
図-16は各試料に対する c, ϕ をプロットしたもので, 図中には現場一面せん断試験結果も示した。 c は粒径が大きくなるに従って小さくなり, ϕ は逆に大きくなる傾向を示した。また, c に関してはせん頭試料の方が, ϕ に関しては礫補正試料の方が大きい。これらの傾向は, 細粒分を多く含む試料ほど相対的に c は大きく, ϕ は逆に小さくなる傾向を示した結果, と解釈できる。

図-17は強度外挿のための相関線である。すなわち, 異なる D_a の最大軸差応力を各 D_a に対してプロットしたもので, 図-18は外挿した軸差応力に対してモール円を描き, 「外挿強度線」を求めたものである。図中には現場一面せん断試験結果も示した。

図-19は得られた外挿強度定数をプロットしたものである。 ϕ に関しては, せん頭試料では現場一面せん断試験結果よりもやや小さいが, 礫補正試料の



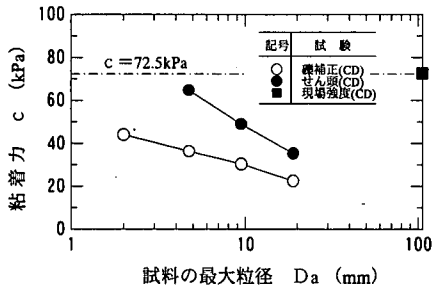
(1) 礫補正試料



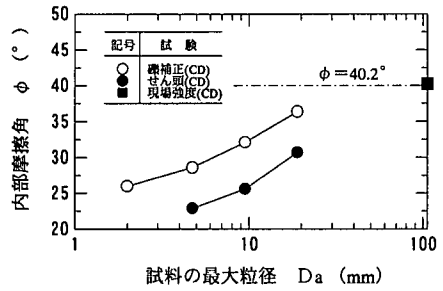
(2) せん頭試料

図-15 三軸圧縮試験結果 ($\sigma_3=196\text{kPa}$)

場合その差はわずかである。 c に関しては, せん頭試料, 礫補正試料とも現場強度よりも小さい。総合すると, 礫補正試料の場合, 現場一面せん断強度よりもわずかに小さい強度定数を得たが, その差は実務上問題にならない程度である。三軸圧縮試験による外挿強度が現場一面せん断試験結果よりも小さかった点については, 一般に言われている「三軸強度は一面せん断試験結果と同等かやや小さい結果が得られる¹⁷⁾」との見方を受け入れるなら理解できる結果で, 三軸圧縮試験の場合も実用上問題のない現場強度を外挿できることを確認した。

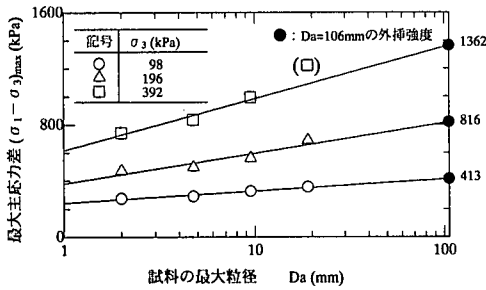


(1) D_a と c の関係

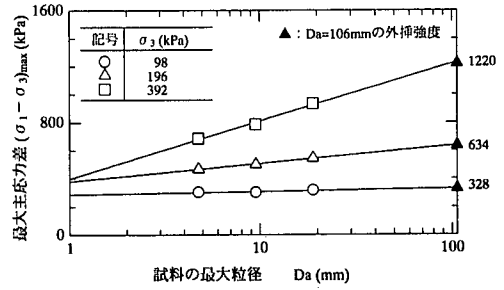


(2) D_a と ϕ の関係

図-16 強度定数と D_a の関係



(1) 礫補正試料



(2) せん頭試料

図-17 最大主応力差と D_a 関係

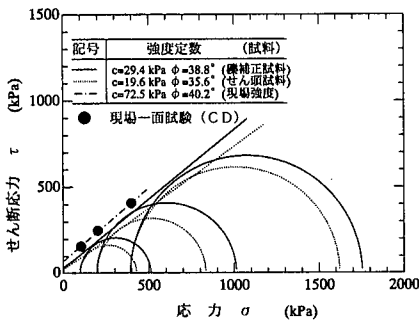


図-18 外挿最大主応力差に対するモール円と強度線

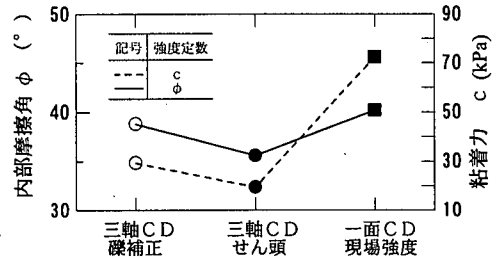


図-19 外挿定数と現場強度の比較

6. 結 論

粗粒盛土地盤のせん断強度の推定に対して、粗粒盛土地盤で実施した現場一面せん断試験結果 ($c=72.5$ kPa, $\phi=40.2^\circ$) を検証強度として、盛土地盤の締固め度 ($D_c=93\%$) を初期密度とする室内せん断試験結果を用いて外挿した強度と比較し、外挿法の適用性を検討し、以下の結論を得た。

(1) D_a を変えて調整した一連の試料を用いて実施した、室内一面せん断試験及び三軸圧縮試験結果

は、 D_a が大きいほどせん断強度は大きく、せん断強度と D_a には片対数紙上でほぼ直線の関係が得られた。

(2) 室内一面せん断試験結果を用いて強度を外挿した強度は、CU条件では現場一面せん断強度と比べてやや小さく、またCD試験ではほぼ等しい強度を得た。中でも、礫補正試料を用いたCD試験では、現場一面せん断試験結果とほぼ等しい結果を得た。

(3) 三軸圧縮試験 (CD) 結果より求めた外挿強度は、

現場一面せん断強度よりもやや小さい強度を得た。

以上、一面せん断試験及び三軸圧縮試験のいずれの試験でも、試料の調整、実験条件等を適切に設定すれば、実用上十分な精度で現場強度が外挿できることを確認した。またすでに提案した「密度の外挿法」に加え、今回検討したせん断強度についても外挿法の考え方、すなわち広義の相似則を導入することで、現場強度を適切に推定することが可能であるとの結論を得た。

参考文献

- 1) 但馬空港工事誌：兵庫県，1996.3.
- 2) 南紀白浜空港工事誌：和歌山県，1997.2.
- 3) 中岡時春，望月秋利，阪口理：堆積軟岩を用いた盛土造成工事の施工管理，地盤工学会，堆積軟岩による盛土の工学的諸問題に関するシンポジウム発表論文集，pp.205～212,1995.
- 4) 大山英治，中村吉男，大根義男，成田国朝：堆積軟岩を使用した高盛土の調査・設計および施工，地盤工学会，堆積軟岩による盛土の工学的諸問題に関するシンポジウム発表論文集，pp.213～220,1995.
- 5) Marachi, N. D., Chan, C. K., Seed, H. B. and Duncan, J. M.: Strength and Deformation Characteristics of Rockfill Materials, Report No. TE-69-5 to State of California Department of Water Resources, Univ. of California, 1969.
- 6) 松本徳久：粗粒材の設定定数の決定法とその適用，土と基礎，vol. 33, No. 6, pp. 7～12, 1985.
- 7) 松本徳久，渡辺和夫：ロック材料の三軸圧縮試験と強度特性，土木研究所報告，No. 173, 1987.
- 8) 布施洋一，高橋昇，福島伸二，香川和夫：関西国際空港埋立材料の超大型三軸圧縮試験による強度・変形特性，土木学会論文集，No. 448/Ⅲ-19, pp. 131～140, 1992.
- 9) 高田直俊，木下哲生：新しい現場直接せん断試験法，土と基礎，vol. 29, No. 8, pp. 29～32, 1981.
- 10) 川上浩，遠藤健二，斎藤嘉徳，阿部廣史：礫質土斜面での原位置せん断試験，土と基礎，vol. 31, No. 2, pp. 27～31, 1983.
- 11) 松岡元，劉斯宏，孫徳安，工藤アキヒコ，西方卯佐男，安原敏夫：ロックフィル材のような大粒径粗粒材の原位置簡易一面せん断試験，土と基礎，vol. 47, No. 3, pp. 25～28, 1999.
- 12) 植下協，大東憲二，李弘撥，中村吉男：現場受働土圧型せん断試験の試み，土木学会論文集，No. 481/Ⅲ-25, pp. 69～75, 1993.
- 13) 中岡時春，望月秋利，阪口理：粗粒材を含む盛土材料の締固め密度の推定，土木学会論文集，No. 499/Ⅲ-28, pp. 177～185, 1994.
- 14) 望月秋利：N値およびc, ϕ 考え方と利用法 第7章，地盤工学会，pp. 133～161, 1992.
- 15) 大東憲二，李弘撥，植下協：室内試験にもとづく現場締固め礫質土のせん断強度定数推定法，土木学会論文集，No. 493/Ⅲ-27, pp. 31～37, 1994.
- 16) Mochizuki, A., Mikasa, M. and Takahashi, S.: A new Independent Principal Stress Control Apparatus, Pro. of Symp. on Advanced Triaxial Testing of Soil and Rock, STP977, ASTM, pp. 844-858, 1988. 10.
- 17) ロックフィル材料の試験と設計強度：土質工学会，pp. 181, 1982.

(2000.5.1 受付)

ESTIMATION FOR SHEAR STRENGTH OF A COARSE MATERIAL FILL FROM LABORATORY SHEAR TEST

Akitoshi MOCHIZUKI, Tokiharu NAKAOKA, Osamu SAKAGUCHI
and Yoshio WAKISAKA

For coarse material fill standardized laboratory shear tests are unsuitable for the determination of shear strength due to the particle size problem. This paper presents an extrapolation method for shear strength of a coarse material fill from laboratory shear tests performed on smaller grain samples. Experimental work consisted of three series of box shear tests, and triaxial compression tests on samples of various grain sizes with the same degree of density (Dc) at the site. Shear strength at the site was evaluated by applying the "extrapolation method", and compared with data obtained from field direct shear tests. It shows that strength evaluated based on the laboratory tests show almost equivalent strength, or a little less strength than observed field strength. The result from this study proved that shear strength of a coarse material fill could be estimated from a series of standardized laboratory shear tests.