

樹脂及び金属 3D プリント造形物の物性情報と
公設試験機関の取り組み

静岡県工業技術研究所

浜松工業技術支援センター 材料科

令和 5 年 1 月 発行

まえがき

本書は、静岡県が令和4年度新成長戦略研究政策課題指定枠の研究課題「積層造形を活用した新たなものづくり技術の開発に向けた調査研究」における研究小課題「3Dプリンタ情報の収集」の調査結果です。

調査内容は、3Dプリンタ造形方法毎の材料種とその物性値（機械的特性、熱的特性等）、各都道府県の公設試が所有する積層造形装置及び公設試が公表した3Dプリンタに関連する研究報告です。特に研究報告は、輸送機器産業などの県内企業で活用が見込まれる樹脂及び金属材料や装置に注目し、積層造形に関連する報告を抽出しました。

記載している情報については、文献やインターネットの公開情報を中心に収集しましたが、一部についてはメーカー等から個別に聞き取りました。御協力いただいたメーカー/企業、公設試の皆様には、この場を借りて深く御礼申し上げます。

本書が皆様が3Dプリンタに御興味を持っていただくきっかけになりましたら幸いです。

十分に注意して編集しましたが、内容の誤りや誤記・誤植等についてお気づきの点があれば、巻末の編集・発行者（浜松工業技術支援センター材料科）まで御連絡ください。

目次

第一章	3D プリンタの概要	1
第二章	樹脂 3D プリンタ造形物 機械的特性データ一覧	2
	1. PP 系樹脂	3
	2. ABS 系樹脂	7
	3. PA 系樹脂	13
	4. PC 系樹脂	19
	5. PLA 樹脂	23
	6. PETG 樹脂	27
	7. エポキシ系樹脂	31
	8. アクリル系樹脂	37
	9. ゴムライク、ラバーライク樹脂	39
	10. その他樹脂	41
第三章	金属 3D プリンタ造形物 機械的特性データ一覧	45
	1. SUS316・SUS316L	46
	2. SUS630・ステンレス 17-4PH	50
	3. ステンレス系 その他	58
	4. マルエージング鋼	60
	5. 合金工具鋼	68
	6. 鉄系 その他	72
	7. 銅系	74
	8. AlSi10Mg	78
	9. アルミニウム その他	84
	10. チタン合金(Ti-6Al-4V)	88
	11. 純チタン	96
	12. チタン系 その他	98
	13. インコネル 625	100
	14. インコネル 718	104
	15. ニッケル系 その他	108
	16. コバルト系	110
第四章	樹脂及び金属 3D プリンタ造形物 機械的特性データ 出典	112
第五章	公設試の 3D プリンタ所有情報	114
第六章	公設試 積層造形技術に関する研究報告	121
第七章	浜松工業技術支援センター導入機器	135

第一章

3D プリンタの概要

1. 3Dプリンタとは

3Dプリンタとは、液状の光硬化性樹脂、熱可塑性樹脂、プラスチック粉末、金属粉末、石膏粉末、砂等の様々な材料を対象に、レーザービーム、電子ビーム、熔融押し出し、インクジェット等を用い、3次元データ（3DCADデータ）をもとに一層ずつ積み重ねることにより、三次元立体形状を積層造形して目的形状を作製する装置です¹⁾。

三次元積層造形と切削を組み合わせたハイブリッドタイプの3Dプリンタも販売されており、金属用のハイブリッド3Dプリンタは特に金型用途で活用されています。

なお、三次元積層造形技術は、これまでRP（Rapid Prototyping）、RM（Rapid Manufacturing）などの名称で呼ばれてきましたが、2009年のASTM（American Society for Testing and Materials）F42委員会において、これらの技術を総称してAM（Additive Manufacturing：付加製造）と呼ぶことが決定されました。本技術は、切削加工、鋳造などに次ぐ革新的な加工法として認識されております²⁾。

- 1) 萩原恒夫「3Dプリンタ材料の最新動向と今後の展望」：日本画像学会誌、第54巻、第4号、293-300（2015）
- 2) 京極秀樹「三次元造形技術を核としたものづくり革命プログラムの目指すもの」：計測と制御、54巻、6号、386-391（2015）

2. 3Dプリンタの分類

一般的に、3Dプリンタは、付加製造プロセス（造形方法）の違いにより分類されます。AMに関する国際規格：ISO/ASTM FDIS 52900に対応する国内規格：JIS B 9441(2020)で分類される造形方法とその定義を示します。

付加製造プロセスカテゴリ	カテゴリ説明
結合剤噴射(法)、バインダージェット、Binder Jetting(BJT)	液状の結合剤を選択的に供給して、粉末材料を結合する付加製造プロセス
指向性エネルギー堆積(法)、Direct Energy Depositon(DED)	集束させた熱エネルギーを利用して材料を熔融し、結合し、堆積させる付加製造プロセス
材料押し出し(法)、Material Extrusion(MEX)	ノズルまたはオリフィスから材料を押し出し、選択的に供給する付加製造プロセス
材料噴射(法)、マテリアルジェット、Material Jetting(MJT)	造形材料の液滴を選択的に堆積する付加製造プロセス
粉末床熔融結合(法)、パウダーベッドフュージョン、Powder bed fusion(PBF)	熱エネルギーを使用して粉末床を選択的に熔融凝固する付加製造プロセス
シート積層(法)、Sheet Lamination(SHL)	シート状の材料を堆積し、層間を結合して造形物を形成する付加製造プロセス
液槽光重合(法)、Vat Photopolymerization(VPP)	容器内の液体光硬化樹脂を光重合によって選択的に固化する付加製造プロセス

第二章

樹脂 3D プリンタ造形物 機械的特性データ一覧

本章では、樹脂 3D プリンタで造形された造形物について機械的特性データを表及びグラフにまとめました。グラフについては、引張強さ、伸び、引張弾性率、曲げ強さ、曲げ弾性率を示してあります。

各樹脂の機械的特性データは、引張試験片の採取方向の記載の有無によって分類しました。引張試験片の採取方向は、試験片の長手方向が造形プレートもしくは装置テーブル面に平行なものを水平方向、垂直なものを垂直方向として記載しました。

表中の各項目の説明及び参考文献は下記の通りです。

項目	説明	参考文献
造形方法	第一章の 3D プリンタの分類（付加製造プロセスカテゴリ）を BJT 等の略語で示したものを。	JIS B 9441(2020)
メーカー	情報提供頂いた装置メーカー等。	—
装置名	造形に用いられた装置の名称。	—
材料名	造形された材料の名称。	—
密度	試料の質量と体積の比。	JIS K 7112(1999)
引張強さ	引張り状態で破損する前に材料によって耐えられる最大応力。	JIS K 6900(1994)
伸び	引張応力のもとでの試験片の長さの増大で、通常原長の百分率で示す。	JIS K 6900(1994)
引張弾性率	$\varepsilon_1=0.05\%$ 、及び $\varepsilon_2=0.25\%$ のひずみ 2 点間に対応する応力/ひずみ曲線の傾き。	JIS K 7161-1(2014)
曲げ強さ	曲げ試験中、試験片が耐える最大曲げ応力。	JIS K 7171(2022)
曲げ弾性率	規定された 2 点のひずみ $\varepsilon_{f1}=0.0005$ 、及び $\varepsilon_{f2}=0.0025$ に対応する応力をそれぞれ σ_{f1} 及び σ_{f2} とするとき、応力の差 ($\sigma_{f2}-\sigma_{f1}$) をひずみの差 ($\varepsilon_{f2}-\varepsilon_{f1}$) で除した値。	JIS K 7171(2022)
荷重たわみ温度	温度の上昇に伴い、標準たわみが規定たわみに達したときの温度。	JIS K 7191-1(2015)
衝撃強さ Izot ノッチ有り	ノッチ付き試験片の破壊時に吸収される衝撃エネルギーを試験片の初めのノッチ部面積で除した値。振り子は、ノッチの付いた面を打撃する。	JIS K 7110(1999)

1. PP(ポリプロピレン)系樹脂

(1)引張試験片の採取方向記載なし

造形方法	メーカー	装置名	材料名	密度 (g/cm ³)	引張強さ(MPa)	伸び(%)	引張弾性率(GPa)
MJT	3D Systems	ProJet MJP 2500/2500Plus	VisiJet ProFlex M2G-DUR	1.14	15~20	65~75	0.250~0.350
PBF	アスペクト	-	ASPEX-PP	-	29	30	1.320
			Asphia-PP	-	21	500	0.775
	RICOH	-	RICOH AM PP S5500P	0.85 ^{※2}	21.4	529	0.910
VPP	DWS	XFAB2000 XFAB2500	Invicta977	1.14 ^{※2}	32	10	1.360
			XFAB3500	DL370	1.08 ^{※2}	24	15
		DL375		1.01 ^{※2}	50	8	1.950
		DL380		1.08 ^{※2}	30	11	0.950
		DL385		1.02 ^{※2}	37	18	1.350
		DL390	1.08 ^{※2}	18	15	0.480	
	DL395	1.02 ^{※2}	37	18	1.550		
	3D Systems	-	Accura 25	-	-	38	13~20
Accura PP White (SL 7811)			-	-	40~42	7~13	2.030~2.230

※1 第四章 3Dプリンタ機械的特性データ出典参照

※2 水の密度を1g/cm³として換算した値

※3 換算値(有効数字3桁)

曲げ強さ (MPa)	曲げ弾性率 (MPa)	荷重たわみ温度				衝撃強さ Izotノッチ有	備考	出典 ^{※1}	Data No.
		温度 (°C)	曲げ応力 (MPa)	温度 (°C)	曲げ応力 (MPa)				
-	-	-	-	-	-	70~80 J/m	ポリプロピレンライク Clear	⑨	1
-	-	-	-	-	-	-	ポリプロピレン 白色	①	2
22	466	-	-	-	-	2.7 kJ/m ²	ポリプロピレン クリーム色	①	3
-	-	-	-	-	-	-	PP 白色	⑦	4
58	1450	-	-	-	-	-	PPライク クリア	③	5
43	900	-	-	-	-	-	PPライク クリア	③	6
92	2250	-	-	-	-	-	PPライク クリア	③	7
57	1250	-	-	-	-	-	PPライク ブラック	③	8
61	1350	-	-	-	-	-	PPライク ブラック	③	9
37	540	-	-	-	-	-	PPライク ホワイト	③	10
65	1400	-	-	-	-	-	PPライク ホワイト	③	11
55~58	1380~1660	58~63	0.455 ^{※3}	51~55	1.82 ^{※3}	19~24 J/m	ポリプロピレンライク ホワイト	⑨	12
64~66	1960~2060	47	0.455 ^{※3}	-	-	42~59 J/m	ポリプロピレンライク White	⑨	13

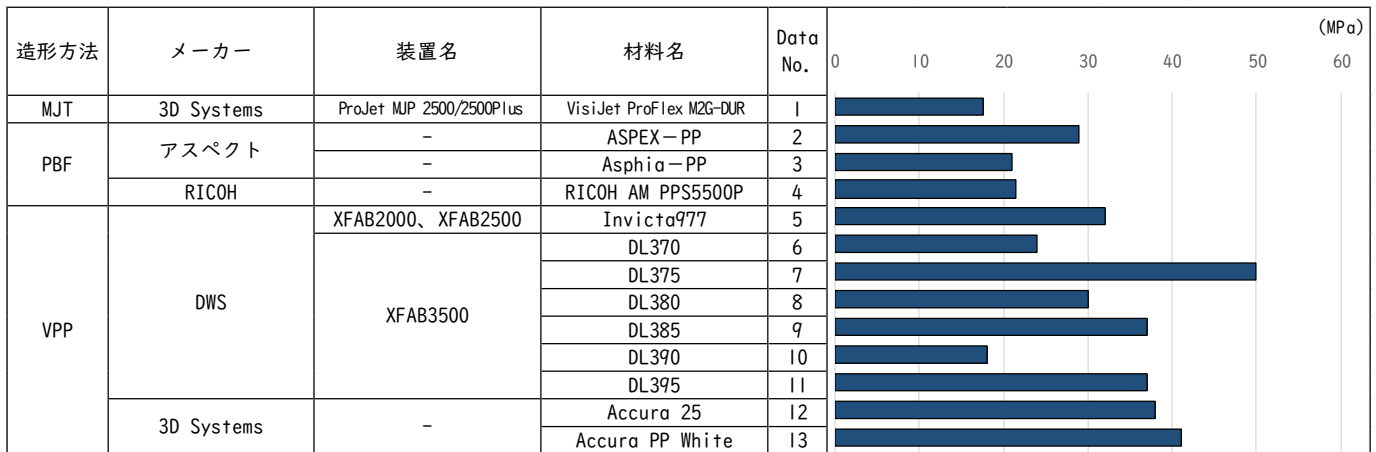


図 2.1.1 PP系樹脂 引張強さ (引張試験片の採取方向記載なし)

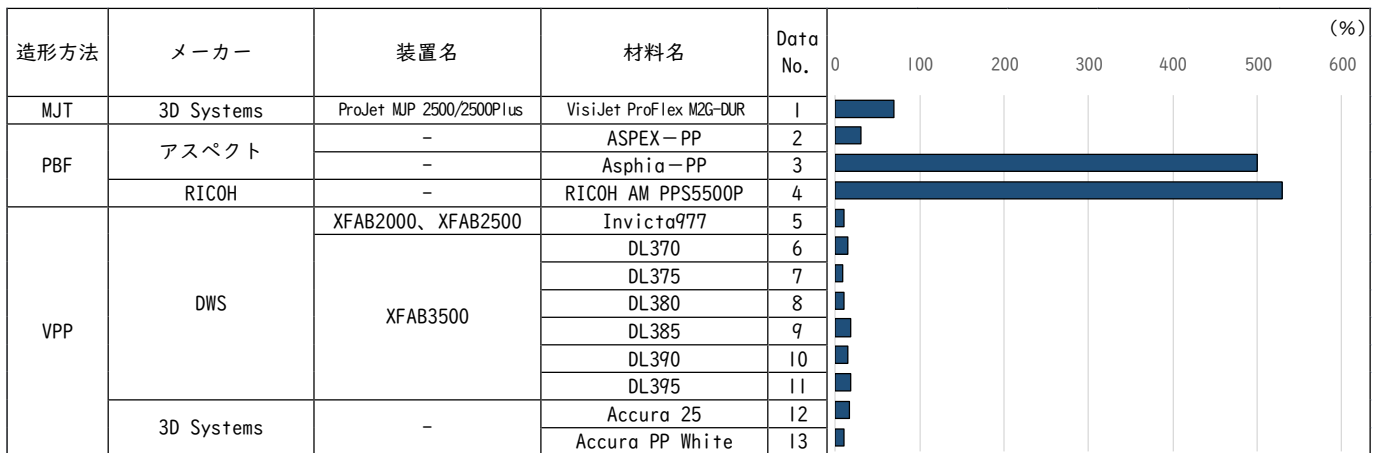


図 2.1.2 PP系樹脂 伸び (引張試験片の採取方向記載なし)

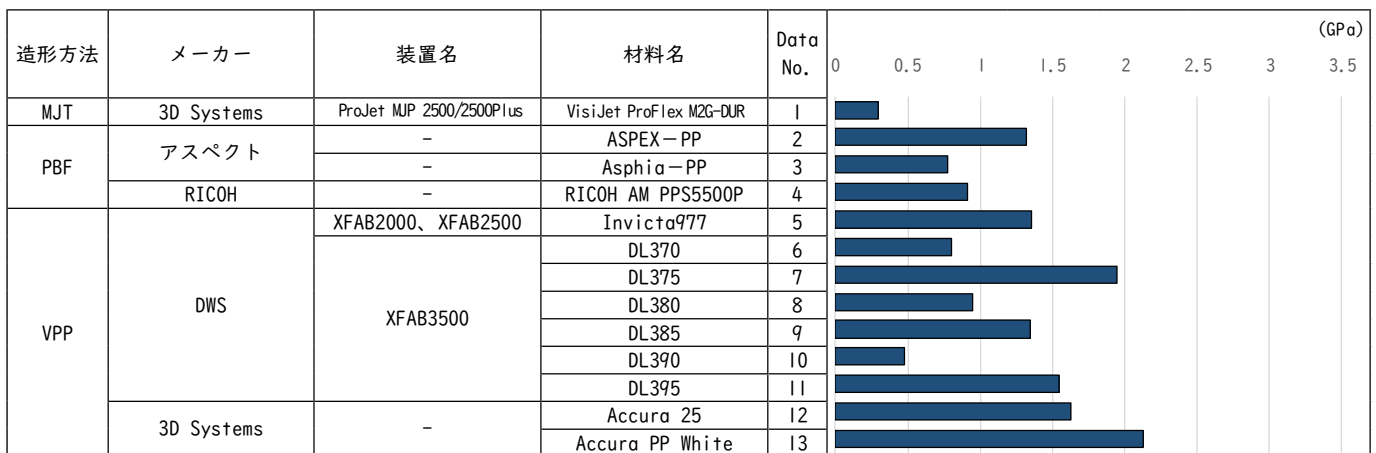


図 2.1.3 PP系樹脂 引張弾性率 (引張試験片の採取方向記載なし)

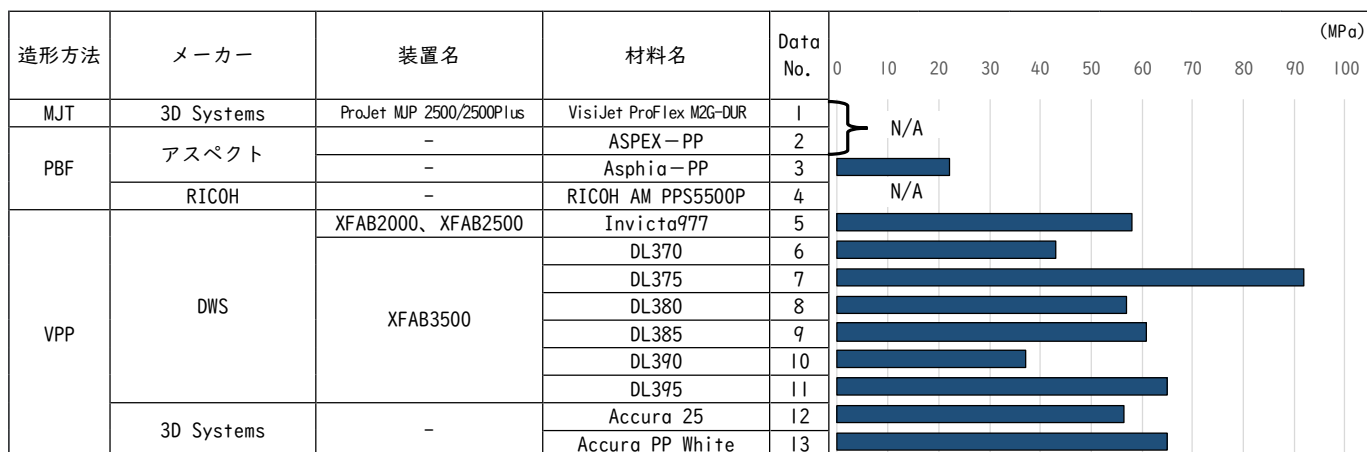


図 2.1.4 PP系樹脂 曲げ強さ (引張試験片の採取方向記載なし)

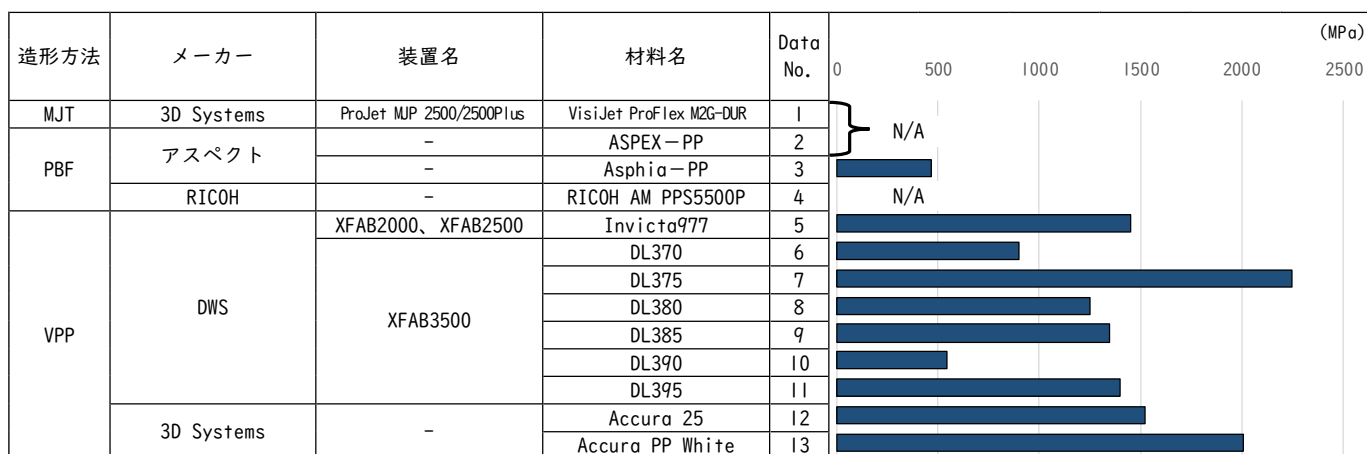


図 2.1.5 PP系樹脂 曲げ弾性率 (引張試験片の採取方向記載なし)

2. ABS(アクリロニトリル-ブタジエン-スチレン)系樹脂

(1)引張試験片の採取方向記載なし

造形方法	メーカー	装置名	材料名	密度 (g/cm ³)	引張強さ(MPa)	伸び(%)	引張弾性率(GPa)
MEX	XYZプリンティング	PartPro200 xTCS PartPro300 xT	ABS	-	17.1 ^{※3}	3.88	-
MJT	3D Systems	ProJet MJP3600シリーズ	VisiJet M3 X	1.04 ^{※2}	49	8.3	2.17
		ProJet MJP 2500/2500Plus	VisiJet Armor M2G-CL	1.14	30~35	55~65	1.500~2.000
VPP	DWS	XFAB2000 XFAB2500	Invicta915	1.12 ^{※2}	35	8.0	1.400
			Invicta917	1.12 ^{※2}	35	8.0	1.400
		XFAB3500 XCELL、XPRO	AB001	1.04 ^{※2}	35	5.0	1.550
			AB002	1.04 ^{※2}	35	5.0	1.500
	EnvisionTEC	-	ABS Tough	-	66	3.5	2.520
			ABS Flex Light Gray	-	65	6.6	2.540
			ABS Hi Impact	-	60	10.2	1.720
	3D Systems	-	Accura 55	-	63~68	5~8	3.200~3.380
			Accura ABS White	-	46~48	8~14	2.290~2.400
Accura ABS Black			1.16 ^{※6}	45~47	6~13	1.890~2.440	

(2)引張試験片の採取方向記載あり

造形方法	メーカー	装置名	材料名	密度 (g/cm ³)	引張強さ(MPa)		伸び(%)		引張弾性率(GPa)	
					水平方向	垂直方向	水平方向	垂直方向	水平方向	垂直方向
MEX	Stratasys	F370	ABS-CF10	1.0972	37.7	21.3	2.7	1.49	3.342	1.958
		F900	ABS-ESD7	1.07	33.9	27.0	3.4	1.59	2.69	2.28
			ABS-M30	1.05	28.1	26.8	8.1	1.8	2.4	2.3

※1 第四章 3Dプリンタ機械的特性データ出典参照

※2 水の密度を1g/cm³として換算した値

※3 換算値(有効数字3桁)

※4 水平方向

※5 垂直方向

※6 25℃のときの値

曲げ強さ (MPa)	曲げ弾性率 (MPa)	荷重たわみ温度				衝撃強さ Izotノッチ有	備考	出典 ^{※1}	Data No.
		温度 (°C)	曲げ応力 (MPa)	温度 (°C)	曲げ応力 (MPa)				
35.1 ^{※3}	1150 ^{※3}	-	-	-	-	-	ABS red,white,black 他6色	⑩	1
-	-	88	0.45	-	-	-	白	⑦	2
40~45	1000~1200	47	0.45	43	1.82	40~50 J/m	ABSライク Transparent Clear	⑨	3
60	1600	-	-	-	-	-	ABSライク ホワイト	③	4
60	1600	-	-	-	-	-	ABSライク グレイ	③	5
70	1720	-	-	-	-	-	ABSライク ホワイト	③	6
70	1720	-	-	-	-	-	ABSライク グレイ	③	7
-	-	-	-	60	1.8	16.5 J/m	白	⑦	8
-	-	-	-	-	-	-	灰色	⑦	9
-	-	-	-	-	-	-	灰色	⑦	10
88~110	2690~3240	55~58	0.455 ^{※3}	51~53	1.82 ^{※3}	12~22 J/m	ABSライク White	⑨	11
74~76	2040~2120	51	0.455 ^{※3}	-	-	24~47 J/m	ABSライク White	⑨	12
75~78	2260~2370	51	0.455 ^{※3}	-	-	39~56 J/m	ABSライク Black	⑨	13

曲げ強さ (MPa)	曲げ弾性率 (MPa)	荷重たわみ温度				衝撃強さ Izotノッチ有	備考	出典 ^{※1}	Data No.
		温度 (°C)	曲げ応力 (MPa)	温度 (°C)	曲げ応力 (MPa)				
69.0 ^{※4} 29.2 ^{※5}	3760 ^{※4} 1750 ^{※5}	100	0.455 ^{※3}	99	1.82 ^{※3}	51.4 ^{※4} 20.3 ^{※5} J/m	ABS	⑧	14
44.3 ^{※5}	2410 ^{※4} 2040 ^{※5}	104.6	0.455 ^{※3}	101.4	1.82 ^{※3}	36.2 ^{※4} 20.5 ^{※5} J/m	ABS	⑧	15
47.7 ^{※5}	2220 ^{※4} 1960 ^{※5}	103.8	0.455 ^{※3}	99.9	1.82 ^{※3}	101 ^{※4} 32.2 ^{※5} J/m	ABS アイボリー、ホワイ ト、ブラック他9色	⑧	16

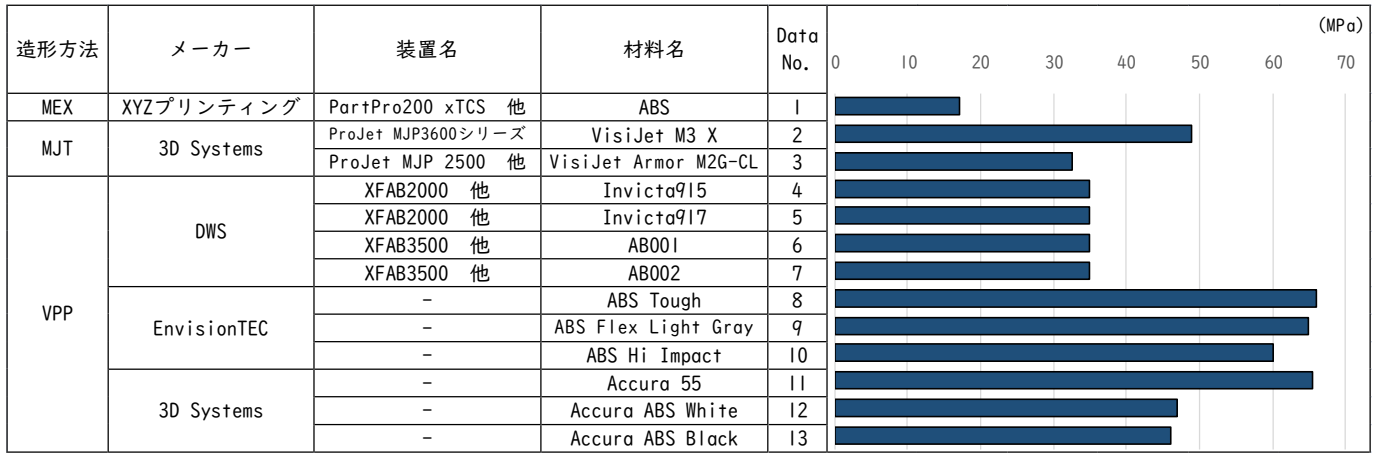


図 2.2.1 ABS系樹脂 引張強さ (引張試験片の採取方向記載なし)



図 2.2.2 ABS系樹脂 引張強さ (引張試験片の採取方向記載あり) ■ 水平方向 ■ 垂直方向

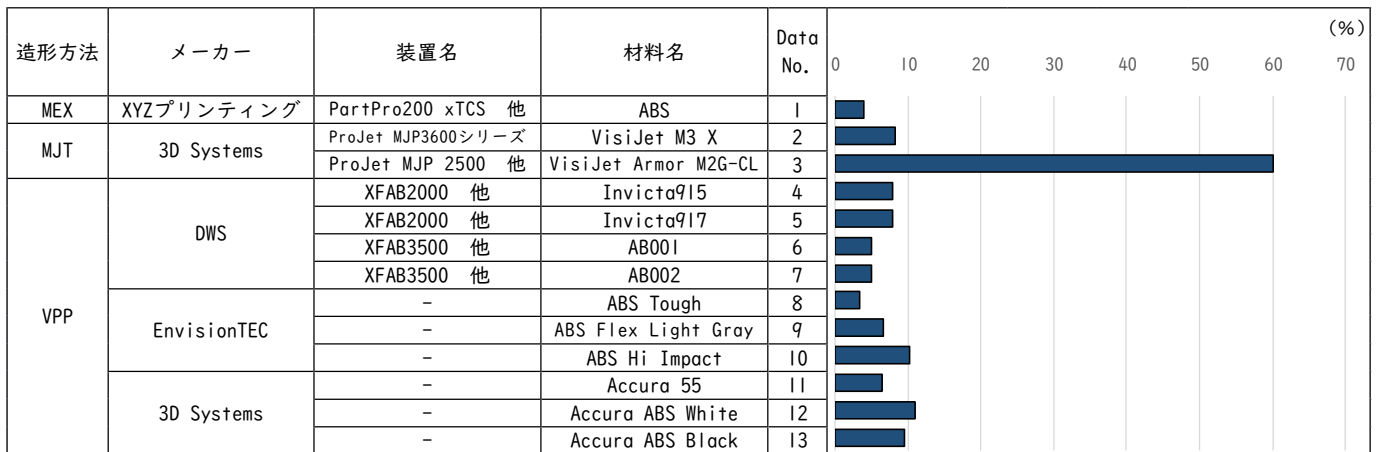


図 2.2.3 ABS系樹脂 伸び (引張試験片の採取方向記載なし)



図 2.2.4 ABS系樹脂 伸び (引張試験片の採取方向記載あり) ■ 水平方向 ■ 垂直方向

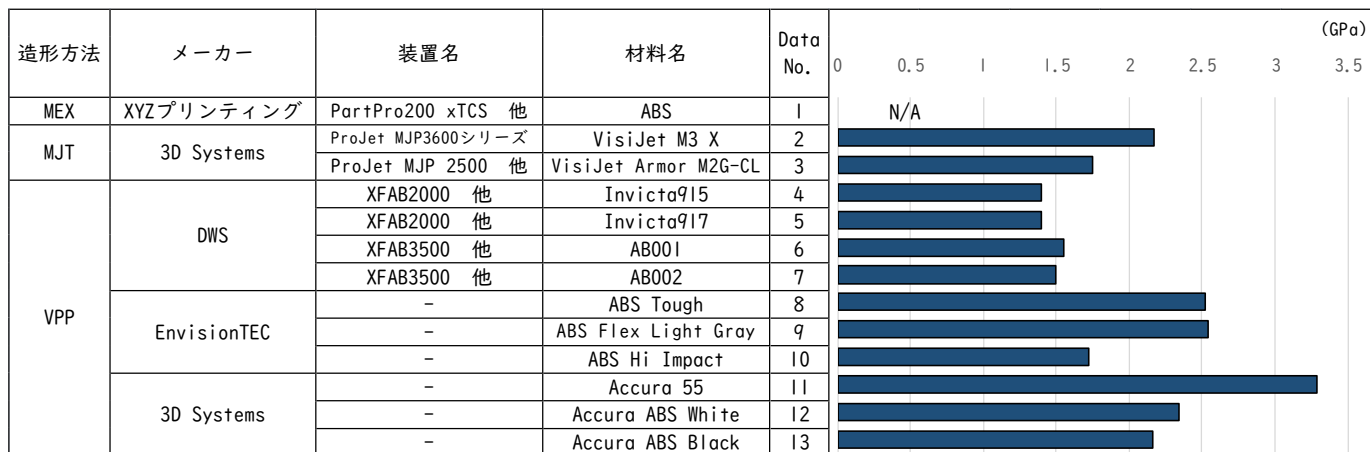


図 2.2.5 ABS系樹脂 引張弾性率（引張試験片の採取方向記載なし）



図 2.2.6 ABS系樹脂 引張弾性率（引張試験片の採取方向記載あり） ■ 水平方向 ■ 垂直方向

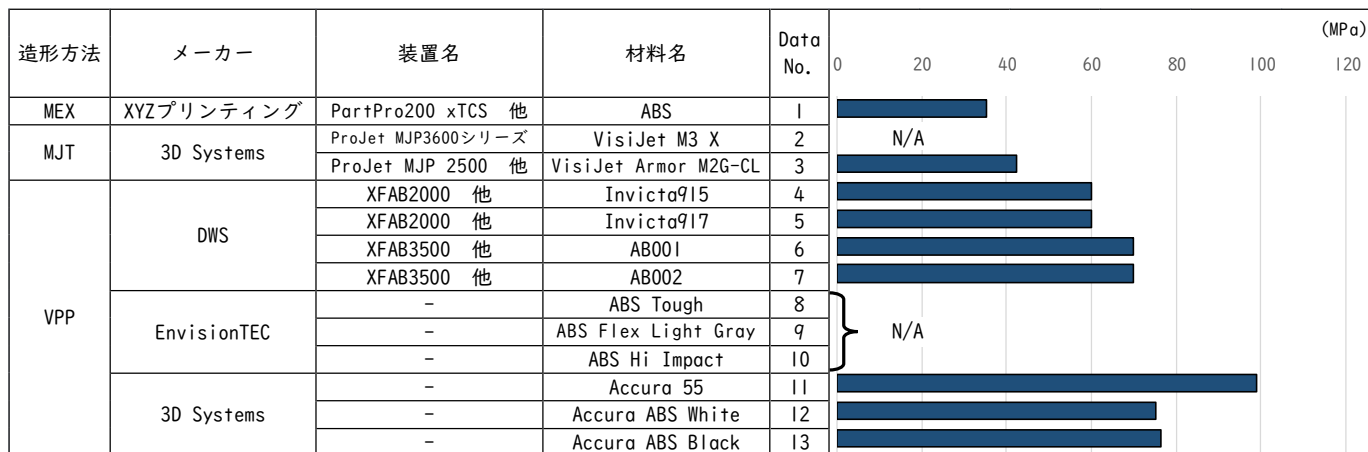


図 2.2.7 ABS系樹脂 曲げ強さ（引張試験片の採取方向記載なし）



図 2.2.8 ABS系樹脂 曲げ強さ（引張試験片の採取方向記載あり） ■ 水平方向 ■ 垂直方向

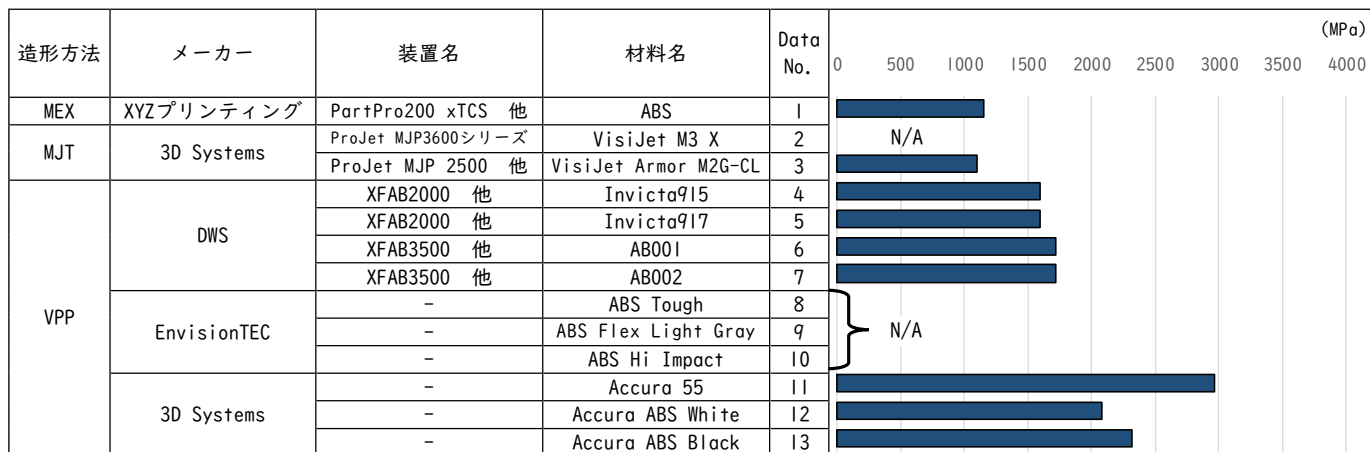


図 2.2.9 ABS 系樹脂 曲げ弾性率（引張試験片の採取方向記載なし）



図 2.2.10 ABS 系樹脂 曲げ弾性率（引張試験片の採取方向記載あり） ■ 水平方向 ■ 垂直方向

3. PA(ポリアミド)系樹脂

(1)引張試験片の採取方向記載なし

造形方法	メーカー	装置名	材料名	密度 (g/cm ³)	引張強さ(MPa)	伸び(%)	引張弾性率(GPa)
BJT	HP	-	HP 3D High Resusability PA12	1.01	48	20 ^{※2} 15 ^{※3}	1.730
			HP 3D High Resusability PA12GB	1.30	30	6.5 ^{※2} 6.5 ^{※3}	-
PBF	アスペクト	-	ASPEX-GB3	-	77	1.9	6.300
			ASPEX-FPA	-	47	41	1.590
			ASPEX-GB	-	33	2.8	3.446
			ASPEX-GB2Neo	-	50	3	4.000
			ASPEX-PA	-	48	20.5	1.500
			ASPEX-PA2FR	-	45	4.1	2.706
			ASPEX-PA2Neo	-	53	10	2.050
	RICOH	-	RICOH AM PA6GB S5500P	-	77	2	6.50
			RICOH AM PA11 S5500P	1.01	45	45	1.50
			RICOH AM PA12 S5500P	1.03	47	14.5	1.69
			RICOH AM PA12GB S5500P	-	41.2	2	3.27

(2)引張試験片の採取方向記載あり

造形方法	メーカー	装置名	材料名	密度 (g/cm ³)	引張強さ(MPa)		伸び(%)		引張弾性率(GPa)	
					水平方向	垂直方向	水平方向	垂直方向	水平方向	垂直方向
MEX	Polymaker	-	PolyMide CoPA (Dry)	1.12	66.2	43.3	-	-	2.223	2.564
			PolyMide CoPA (Wet)	1.12	36.4	31.4	-	-	1.053	0.702
			PolyMide PA6-GF (Dry)	1.2	84.5	61.4	-	-	4.431	3.330
			PolyMide PA6-GF (Wet)	1.2	50.8	44.4	-	-	2.053	2.593
			PolyMide PA6-CF (Dry)	1.17	105.0	67.7	-	-	7.453	4.354
			PolyMide PA6-CF (Wet)	1.17	81.72	64.38	-	-	5.66607	-
			PolyMide PA12-CF (Dry)	1.06	71.63	-	-	-	3.304	-
	RAISE3D	-	PA12 CF	1.06	73±1	42±2	6.1±0.6	3.5±0.5	3.040±0.130	1.530±0.070
	Stratasys	F370	Diran 410MF07	1.16	40	30	12	3.1	1.69	1.46
		Fortus 900mc	Nylon6	-	67.6	36.5	38	3.2	2.232	1.817
F900		Nylon12	1.01	33.4	41.2	30	6.5	1.51	1.25	

※1 第四章 3Dプリンタ機械的特性データ出典参照

※2 水平方向

※3 垂直方向

※4 シャルピー衝撃値からの換算値

※5 換算値(有効数字3桁)

曲げ強さ (MPa)	曲げ弾性率 (MPa)	荷重たわみ温度				衝撃強さ Izotノッチ有	備考	出典 ^{※1}	Data No.
		温度 (°C)	曲げ応力 (MPa)	温度 (°C)	曲げ応力 (MPa)				
-	-	175	0.45	95	1.82	3.5 kJ/m ²	PA12 グレイ	⑦	1
-	-	173	0.45	121	1.82	2.7 kJ/m ²	PA12 グレイ	⑦	2
110	4800	202	0.45	166	1.8	3.9 kJ/m ²	ガラスビーズ入りナイロン6	①	3
52	1510	-	-	-	-	5.7 kJ/m ²	ナイロン11 白色	①	4
51	2355	149	0.45	83	1.8	3.2 kJ/m ²	ガラスビーズ入りナイロン12 薄ベージュ	①	5
70	2550	151	0.45	98	1.8	3.5 kJ/m ²	ガラスビーズ入りナイロン12 薄グレー	①	6
57	1400	159	0.45	70	1.8	2.3 kJ/m ²	ナイロン12 クリーム色	①	7
66	2154	162	0.45	78	1.8	1.6 kJ/m ²	ナイロン12 白色	①	8
70	1800	148	0.45	67	1.8	2.3 kJ/m ²	ナイロン12 白色	①	9
-	-	197	0.45	117	1.8	319 ^{※4} J/m	PA6 淡グレー色	⑦	10
-	-	194	0.45	56	1.8	-	PA11 白色	⑦	11
-	-	174	0.45	100	1.8	236 ^{※4} J/m	PA12 淡クリーム色	⑦	12
-	-	174	0.45	127	1.8	359 ^{※4} J/m	PA12 淡クリーム色	⑦	13

曲げ強さ (MPa)	曲げ弾性率 (MPa)	荷重たわみ温度				衝撃強さ Izotノッチ有	備考	出典 ^{※1}	Data No.
		温度 (°C)	曲げ応力 (MPa)	温度 (°C)	曲げ応力 (MPa)				
97 ^{※2}	1667 ^{※2}	110.5	0.45	69.8	1.8	-	ナイロン ブラック、ナチュラル	⑤	14
41.6	862.8	108.8	0.45	60.8	1.8	-	ナイロン ブラック、ナチュラル	⑤	15
136.4	4637	191	0.45	157	1.8	-	ナイロン グレー	⑤	16
65.1	2232	191	0.45	124	1.8	-	ナイロン グレー	⑤	17
169.0	8339	215	0.45	173	1.8	-	ナイロン ブラック	⑤	18
152.2	6387	198.1	0.45	101.5	1.8	-	ナイロン ブラック	⑤	19
109.97	3535	131	0.45	105	1.8	-	ナイロン ブラック	⑤	20
100±4	3336±292	131	0.45	105	1.80	9.2±0.6 kJ/m ²	Polyamide12 Black	⑥	21
45 ^{※2}	1850 ^{※2} 1470 ^{※3}	90	0.455 ^{※5}	70	1.82 ^{※5}	380 ^{※2} 27 ^{※3} J/m	ナイロン	⑧	22
97.2 ^{※2} 82 ^{※3}	2196 ^{※2} 1879 ^{※3}	-	-	93	1.82 ^{※5}	106 ^{※2} 43 ^{※3} J/m	ナイロン6 ブラック	⑧	23
-	1260 ^{※2} 1200 ^{※3}	94.7 ^{※2} 91.9 ^{※3}	0.455 ^{※5}	84.3 ^{※2} 75.3 ^{※3}	1.82 ^{※5}	138 ^{※2} 71.0 ^{※3} J/m	PA12 ブラック	⑧	24

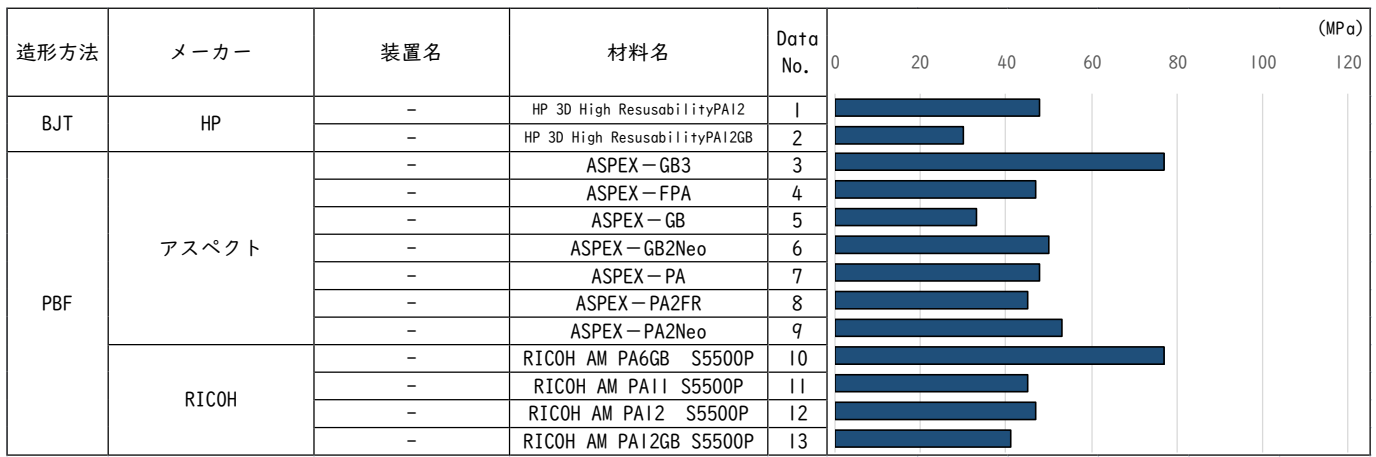


図 2.3.1 PA 系樹脂 引張強さ (引張試験片の採取方向記載なし)

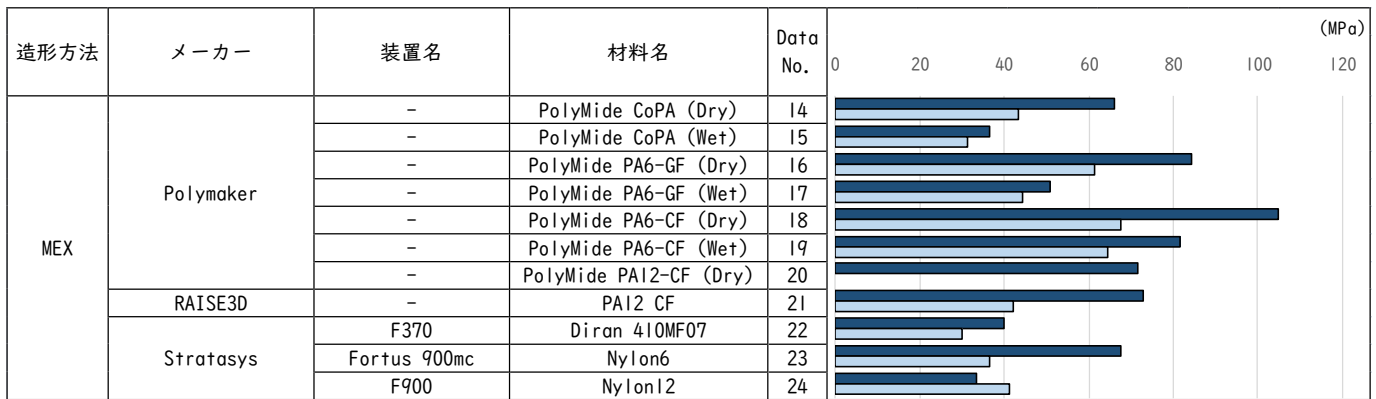


図 2.3.2 PA 系樹脂 引張強さ (引張試験片の採取方向記載あり) ■ 水平方向 □ 垂直方向

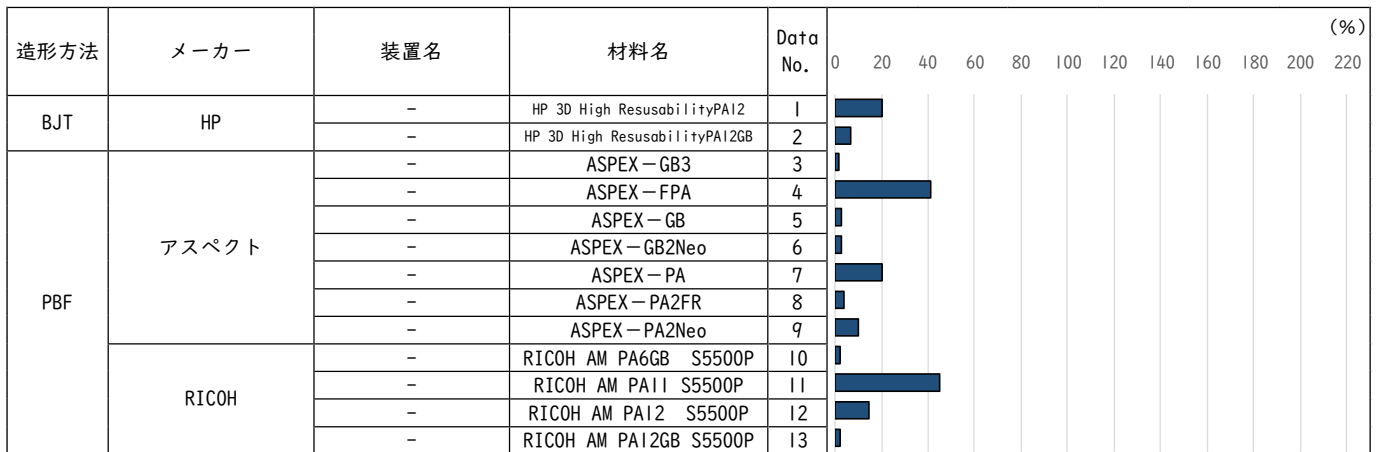


図 2.3.3 PA 系樹脂 伸び (引張試験片の採取方向記載なし)

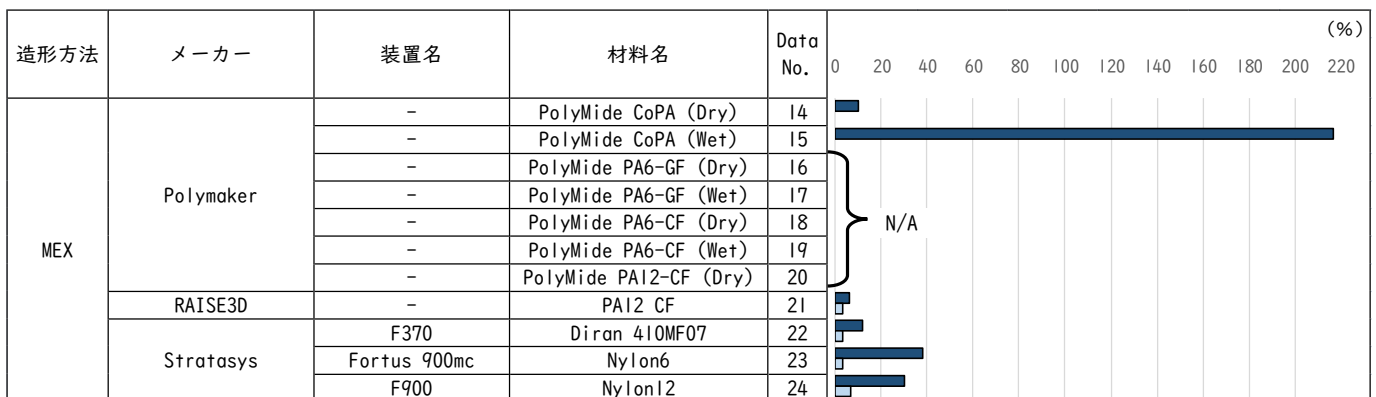


図 2.3.4 PA 系樹脂 伸び (引張試験片の採取方向記載あり) ■ 水平方向 □ 垂直方向

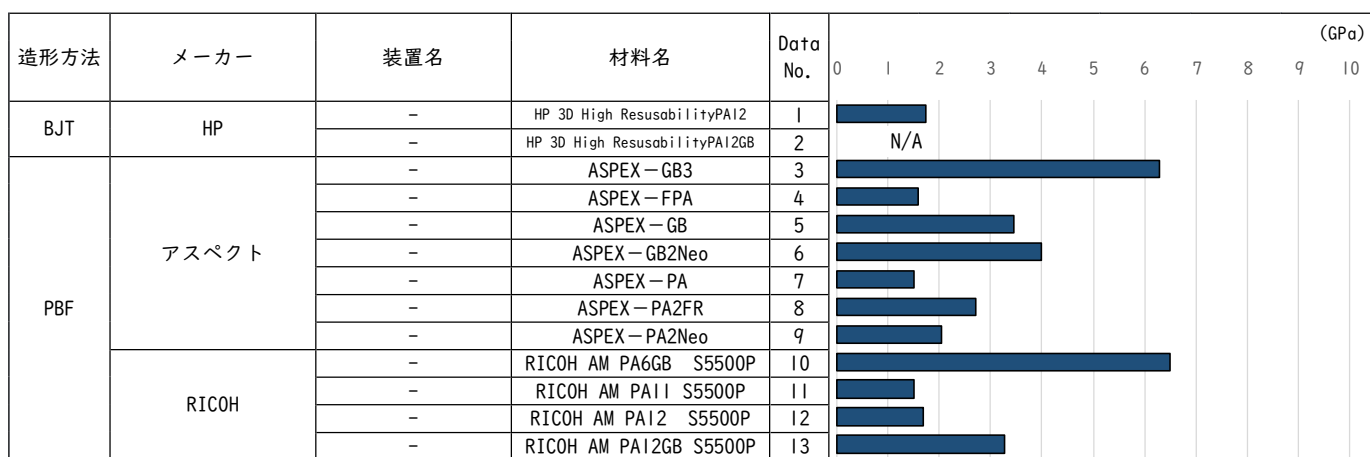


図 2.3.5 PA系樹脂 引張弾性率 (引張試験片の採取方向記載なし)

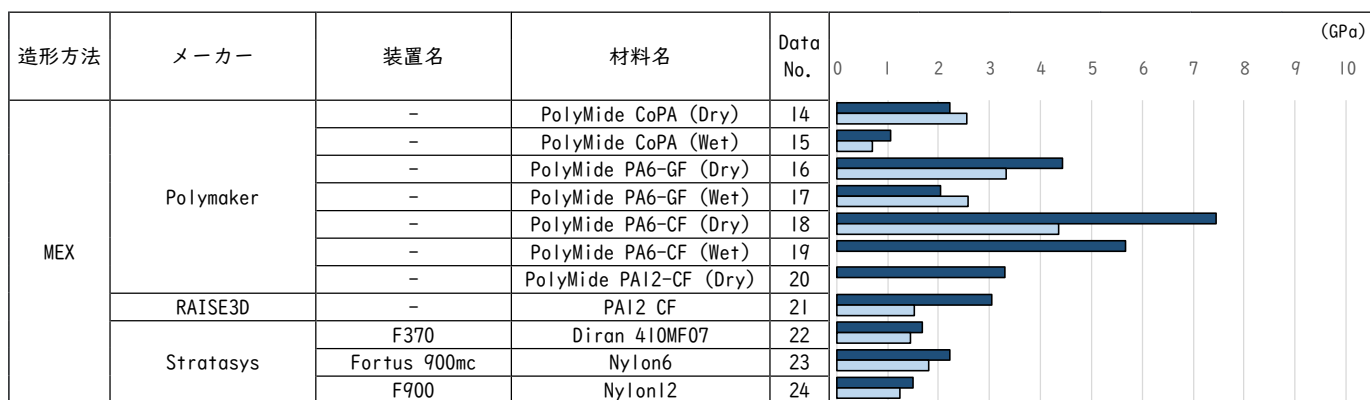


図 2.3.6 PA系樹脂 引張弾性率 (引張試験片の採取方向記載あり) ■ 水平方向 ■ 垂直方向

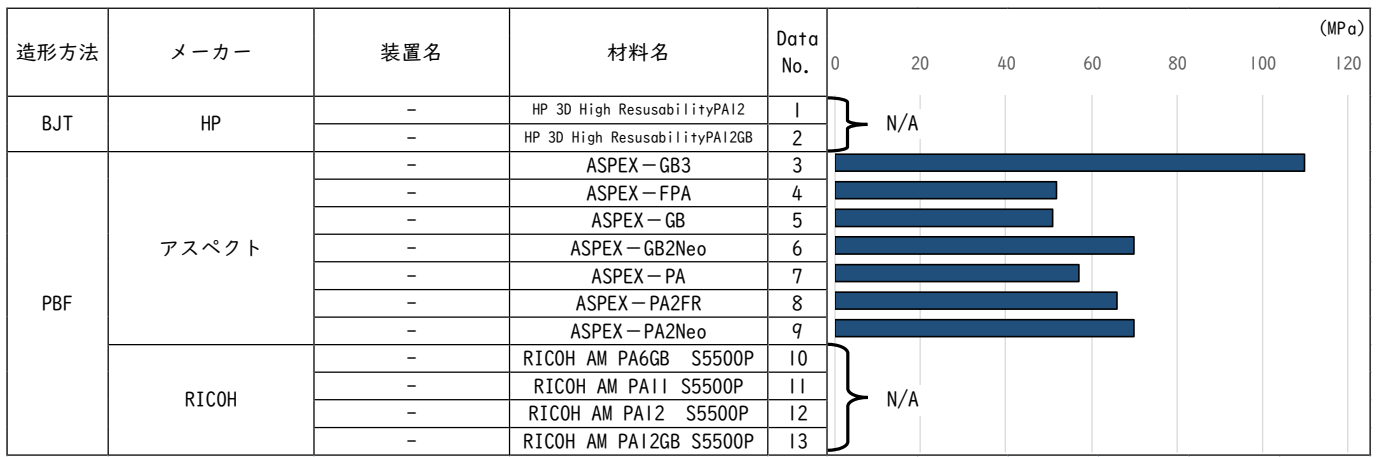


図 2.3.7 PA 系樹脂 曲げ強さ（引張試験片の採取方向記載なし）

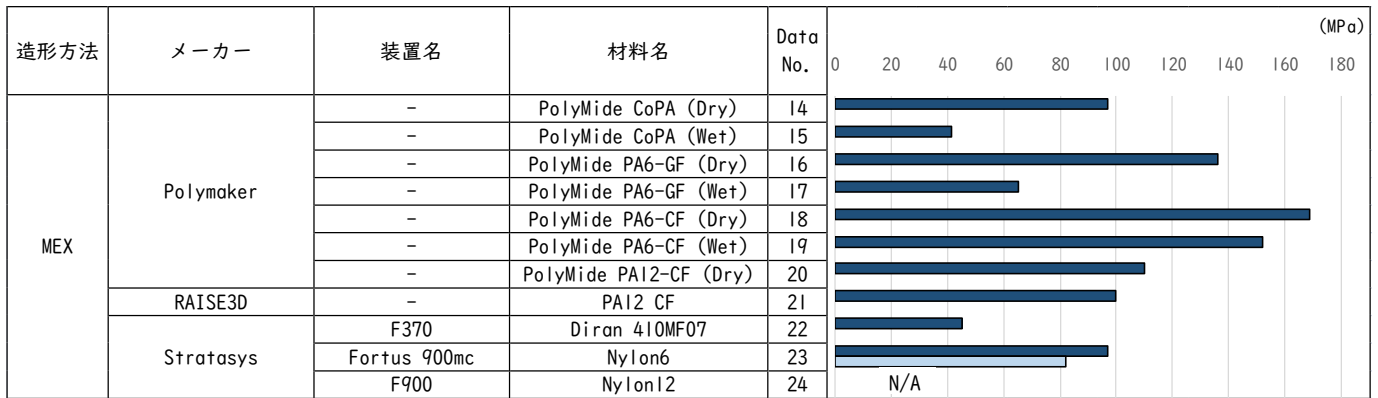


図 2.3.8 PA 系樹脂 曲げ強さ（引張試験片の採取方向記載あり）■ 水平方向 ■ 垂直方向

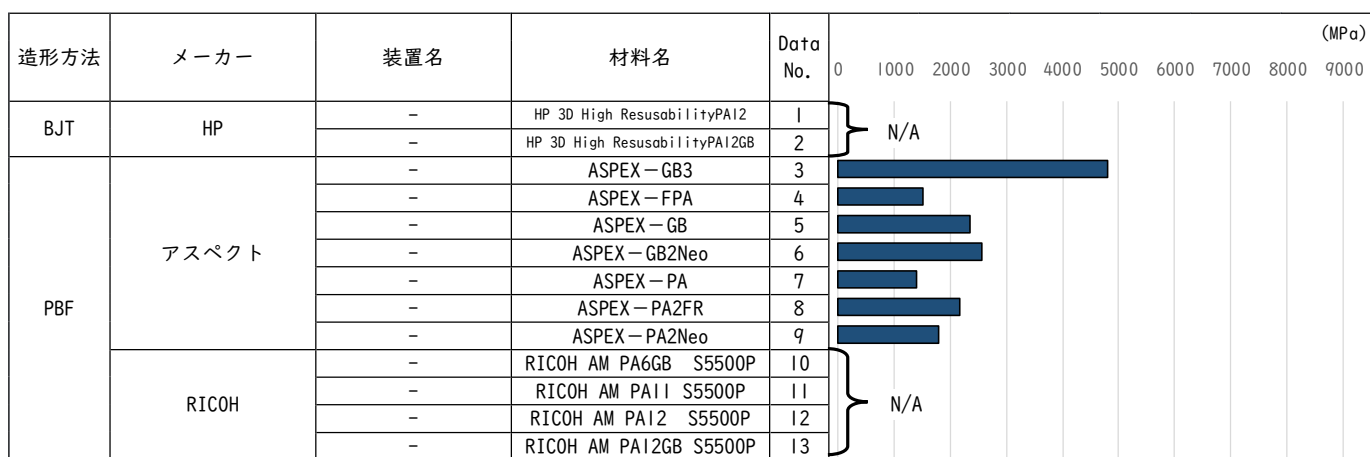


図 2.3.9 PA 系樹脂 曲げ弾性率（引張試験片の採取方向記載なし）

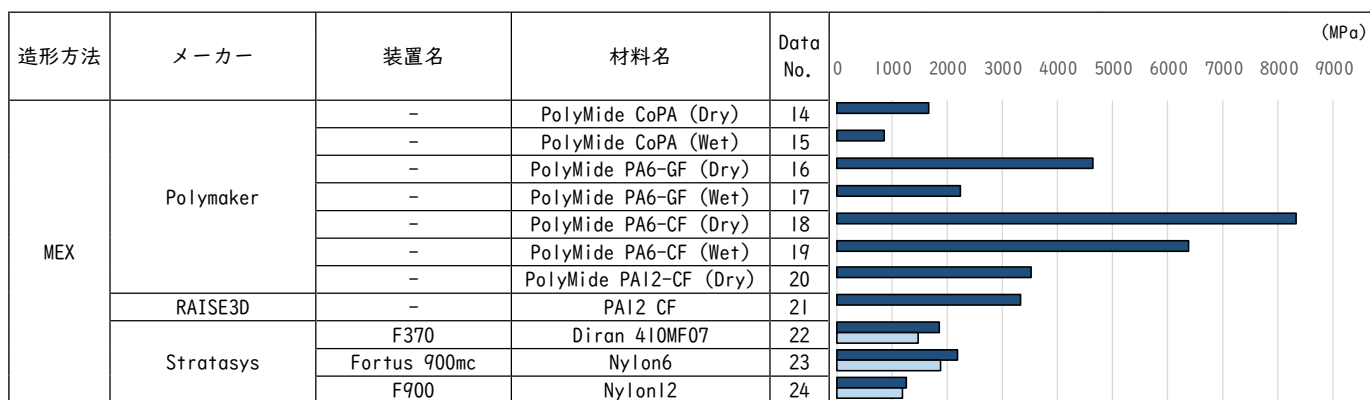


図 2.3.10 PA 系樹脂 曲げ弾性率（引張試験片の採取方向記載あり）■ 水平方向 □ 垂直方向

4. PC(ポリカーボネート)系樹脂

(1)引張試験片の採取方向記載なし

造形方法	メーカー	装置名	材料名	密度 (g/cm ³)	引張強さ(MPa)	伸び(%)	引張弾性率(GPa)
MEX	Stratasys	-	PC-IS0	1.2 ^{※2}	57	4	2.000
VPP	3D Systems	-	Accura ClearVue Free	-	38~42	10~22	1.940~2.250
			Accura ClearVue	-	46~53	3~15	2.270~2.640
			Accura 60	-	58~68	5~13	2.690~3.100
			Accura CastPro	-	52~53	4.1~8.3	2.490~2.620

(2)引張試験片の採取方向記載あり

造形方法	メーカー	装置名	材料名	密度 (g/cm ³)	引張強さ(MPa)		伸び(%)		引張弾性率(GPa)	
					水平方向	垂直方向	水平方向	垂直方向	水平方向	垂直方向
MEX	Polymaker	-	PolyLite PC	1.19	62.7	41.9	-	-	2.307	2.360
			PolyMax PC	1.19	59.7	29.1	-	-	2.048	1.845
			PolyMax PC-FR	1.2	67±4.5	46±4.8	3.49 ±0.7	2.2±0.3	2.634 ±0.182	2.743 ±0.072
			PolyMax PC-FR	1.2	67	46	-	-	2.634	2.743
	RAISE3D	-	Premium PC (白黒)	1.18~1.20	59.7 ±1.8	29.1 ±4.1	12.2 ±1.4	-	2.048 ±0.066	-
			Premium PC (透明)	1.19~1.20	62.7 ±1.3	-	3.2±0.4	-	2.307 ±0.06	-

※1 第四章 3Dプリンタ機械的特性データ出典参照

※2 水の密度を1g/cm³として換算した値

※3 水平方向

※4 換算値(有効数字3桁)

曲げ強さ (MPa)	曲げ弾性率 (MPa)	荷重たわみ温度				衝撃強さ Izotノッチ有	備考	出典 ^{※1}	Data No.
		温度 (°C)	曲げ応力 (MPa)	温度 (°C)	曲げ応力 (MPa)				
90	2100	133	0.455 ^{※4}	127	1.82 ^{※4}	86 J/m	PC Translucent Natural, white	⑧	1
73~76	1940~2250	48	0.455 ^{※4}	41	1.82 ^{※4}	23~51 J/m	ポリカーボネートライク Clear	⑨	2
72~84	1980~2310	51	0.45	50	1.82	40~58 J/m	ポリカーボネートライク クリア	⑨	3
87~101	2700~3000	53~55	0.455 ^{※4}	48~50	1.82 ^{※4}	15~25 J/m	ポリカーボネートライク クリア	⑨	4
82~84	2310~2340	51	0.455 ^{※4}	50	1.82 ^{※4}	43~49.5 J/m	ポリカーボネートライク Clear Amber	⑨	5

曲げ強さ (MPa)	曲げ弾性率 (MPa)	荷重たわみ温度				衝撃強さ Izotノッチ有	備考	出典 ^{※1}	Data No.
		温度 (°C)	曲げ応力 (MPa)	温度 (°C)	曲げ応力 (MPa)				
100.4	2477	111.2	0.45	106.6	1.80	-	ポリカーボネイト クリア	⑤	6
94.1	2044	111.4	0.45	99.3	1.80	-	ポリカーボネイト ホワイト、ブラック	⑤	7
96.6 ± 1.3 ^{※3}	2518 ± 53 ^{※3}	110	0.45	107	1.8	-	PC White、Black	⑥	8
96.6 ^{※3}	2518 ^{※3}	110.0	0.45	107	1.80	-	ホワイト、ブラック	⑤	9
94.1 ± 0.9	2044 ± 55	-	-	-	-	-	PC 白、黒	⑥	10
100.4 ± 2.7	2477 ± 159	-	-	-	-	-	PC 透明	⑥	11

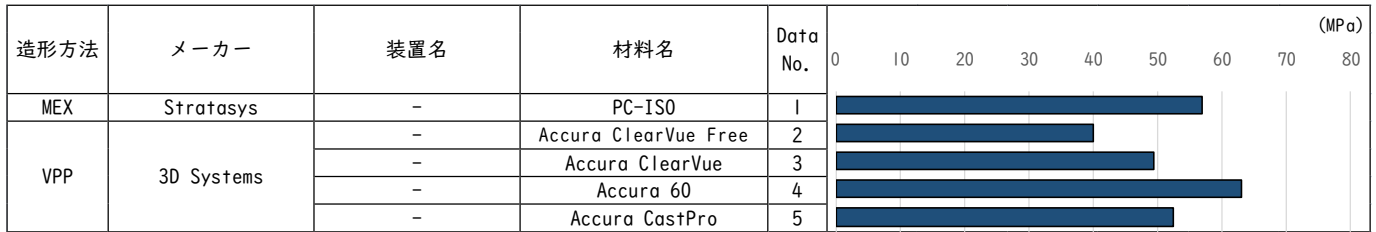


図 2.4.1 PC系樹脂 引張強さ (引張試験片の採取方向記載なし)

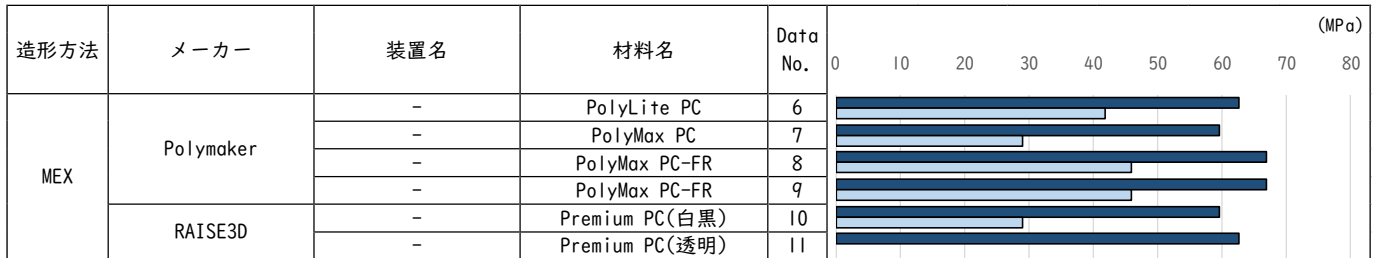


図 2.4.2 PC系樹脂 引張強さ (引張試験片の採取方向記載あり) ■ 水平方向 ■ 垂直方向

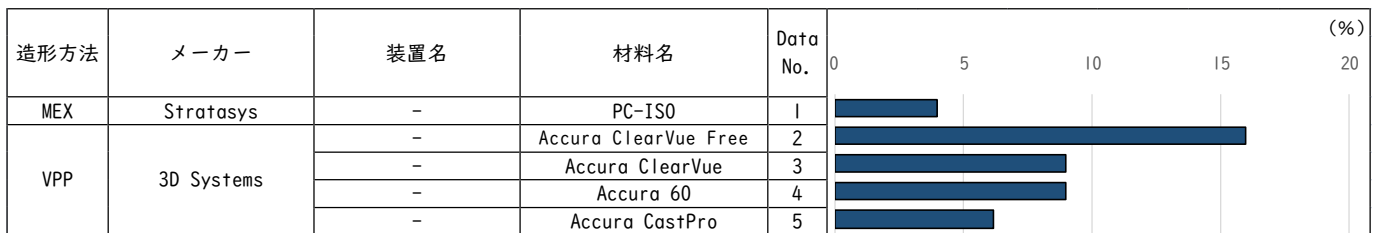


図 2.4.3 PC系樹脂 伸び (引張試験片の採取方向記載なし)

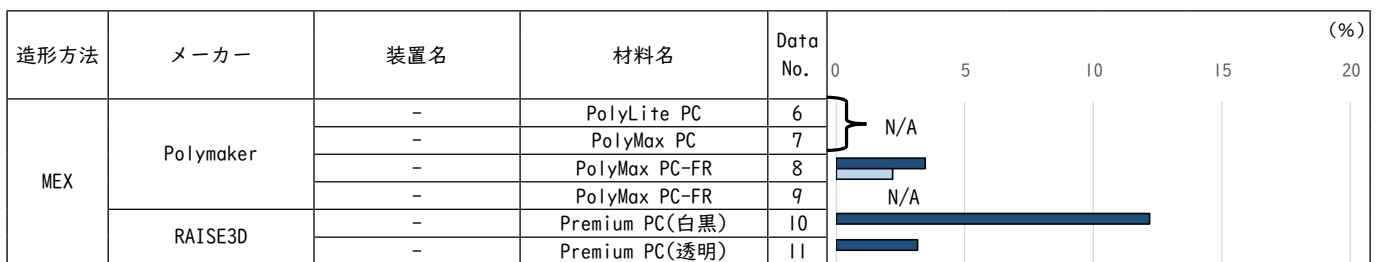


図 2.4.4 PC系樹脂 伸び (引張試験片の採取方向記載あり) ■ 水平方向 ■ 垂直方向



図 2.4.5 PC系樹脂 引張弾性率 (引張試験片の採取方向記載なし)

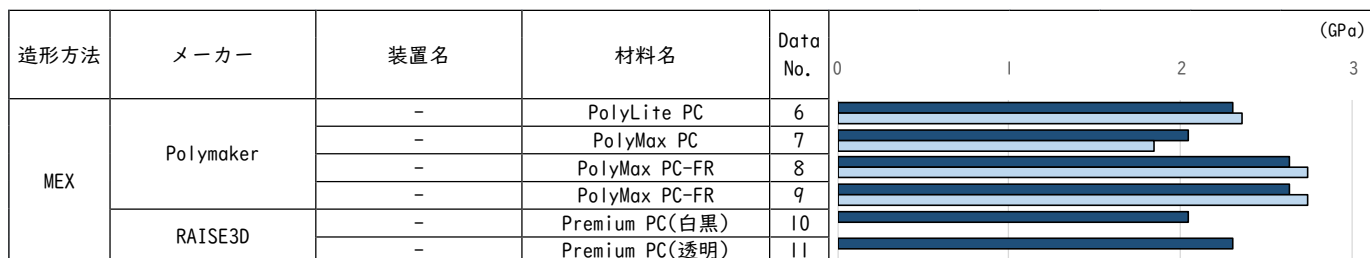


図 2.4.6 PC系樹脂 引張弾性率 (引張試験片の採取方向記載あり) ■ 水平方向 □ 垂直方向

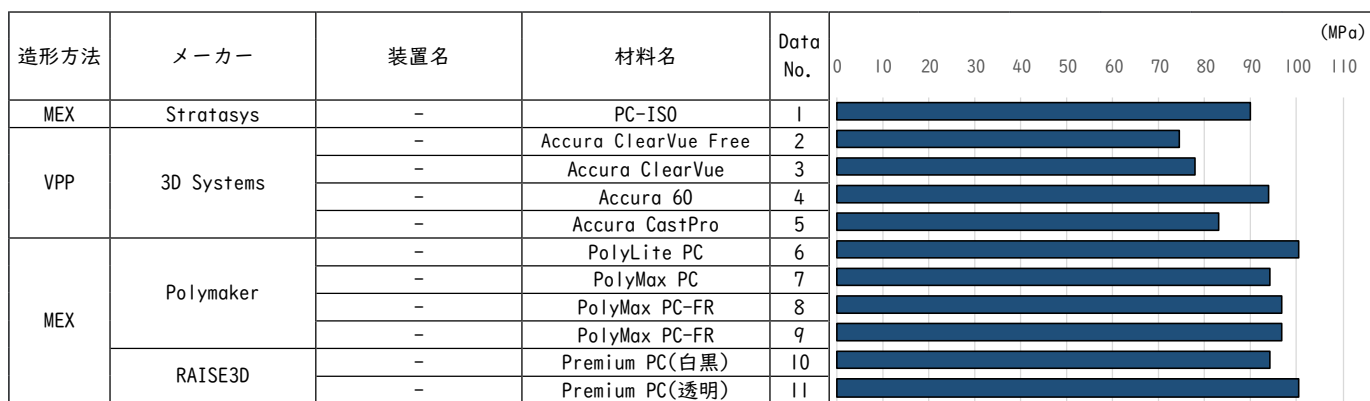


図 2.4.7 PC系樹脂 曲げ強さ

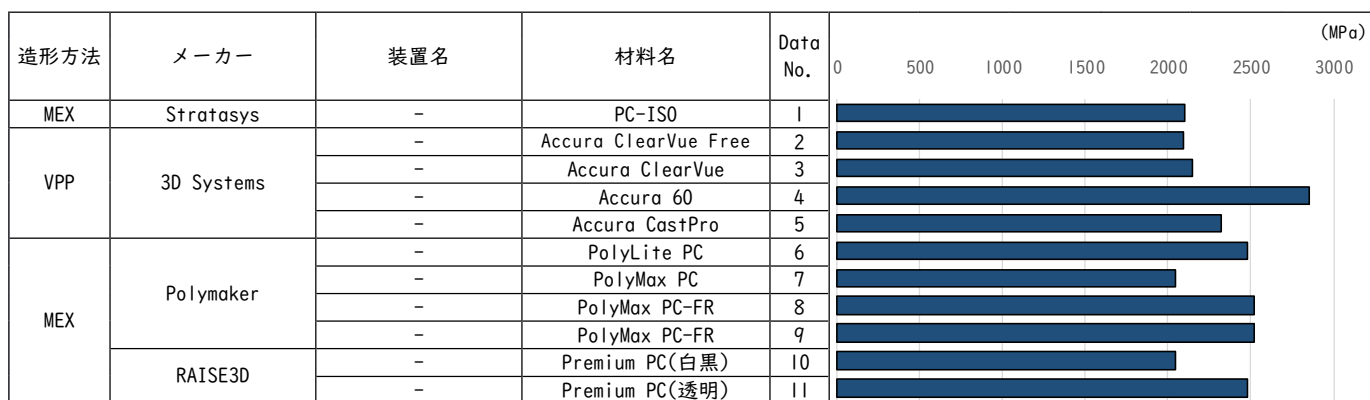


図 2.4.8 PC系樹脂 曲げ弾性率

5. PLA(ポリ乳酸)樹脂

(1)引張試験片の採取方向記載なし

造形方法	メーカー	装置名	材料名	密度 (g/cm ³)	引張強さ(MPa)	伸び(%)	引張弾性率(GPa)
MEX	XYZプリンティング	PartPro200 xTCS PartPro300 xT	PLA	-	31.1 ^{※2}	3.98	-
			Tough PLA	-	34.9 ^{※2}	2.05	-
			Antibacterial PLA	-	31.1 ^{※2}	3.98	-
			XZY Carbon Fiber	-	32.4 ^{※2}	2.11	-
			Premium Metallic PLA	-	18.7 ^{※2}	1.27	-

(2)引張試験片の採取方向記載あり

造形方法	メーカー	装置名	材料名	密度 (g/cm ³)	引張強さ(MPa)		伸び(%)		引張弾性率(GPa)	
					水平方向	垂直方向	水平方向	垂直方向	水平方向	垂直方向
MEX	BASF	-	PLA PRO1	1.25	48	21.8	21.90	0.9	3.166	2.930
	Polymaker	-	PolyTerra PLA	1.31	20.9	18.0	-	-	1.882	1.8697
			PolyLite PLA	1.17	46.6	43.5	-	-	2.636	-
			PolyMax PLA	1.17~1.24	28.1	20.2	-	-	1.879	1.405
	RAISE3D	Raise3D N2	Premium PLA	1.17~1.24	46.6 ±0.9	-	1.90 ±0.21	-	2.636 ±0.330	-

※1 第四章 3Dプリンタ機械的特性データ出典参照

※2 換算値(有効数字3桁)

曲げ強さ (MPa)	曲げ弾性率 (MPa)	荷重たわみ温度				衝撃強さ Izotノッチ有	備考	出典 ^{※1}	Data No.
		温度 (°C)	曲げ応力 (MPa)	温度 (°C)	曲げ応力 (MPa)				
68.9 ^{※2}	2270 ^{※2}	-	-	-	-	40.97 J/m	PLA neon magenta, neon green 他13色	⑩	1
74.5 ^{※2}	2940 ^{※2}	-	-	-	-	53.25 J/m	PLA White, Black	⑩	2
68.9 ^{※2}	2270 ^{※2}	-	-	-	-	40.97 J/m	PLA White, red, yellow 他1色	⑩	3
59.4 ^{※2}	2940 ^{※2}	-	-	-	-	43.88 J/m	PLA Black	⑩	4
17.6 ^{※2}	1030 ^{※2}	-	-	-	-	49.66 J/m	PLA red	⑩	5

曲げ強さ (MPa)	曲げ弾性率 (MPa)	荷重たわみ温度				衝撃強さ Izotノッチ有	備考	出典 ^{※1}	Data No.
		温度 (°C)	曲げ応力 (MPa)	温度 (°C)	曲げ応力 (MPa)				
92.4	2823	-	-	-	-	-	PLA Black, Gray, Natural White	⑥	6
39.6	2695	52	0.45	57.8	1.8	-		⑤	7
85.1	3283	58.1	0.45	59.8	1.8	-	ホワイト、ブラック、レッド 他8色	⑤	8
48.0	2119	52.3	0.45	54.5	1.8	-	PLA ホワイト、ブラック、レッド、他7色	⑤	9
85.1 ± 2.9	3283 ± 132	-	-	-	-	2.68 ± 0.16 kJ/m ²	PLA White, Black, Red 他4色	⑥	10

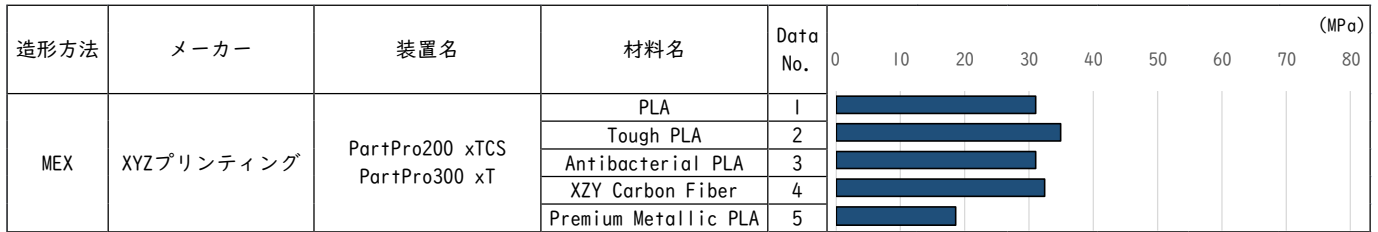


図 2.5.1 PLA 系樹脂 引張強さ (引張試験片の採取方向記載なし)



図 2.5.2 PLA 系樹脂 引張強さ (引張試験片の採取方向記載あり) ■ 水平方向 ■ 垂直方向

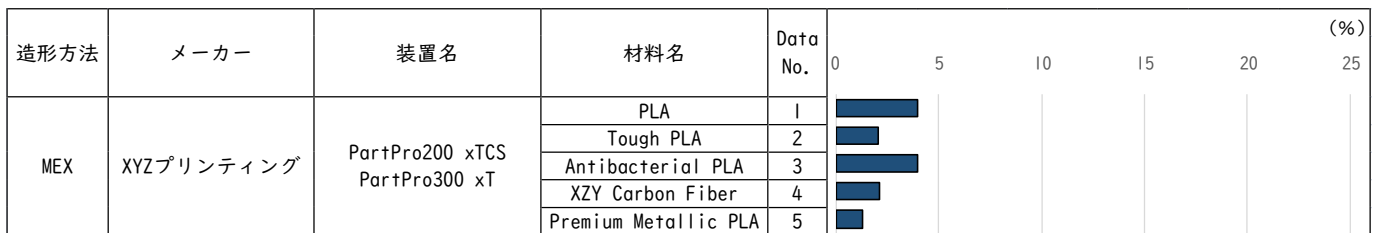


図 2.5.3 PLA 系樹脂 伸び (引張試験片の採取方向記載なし)

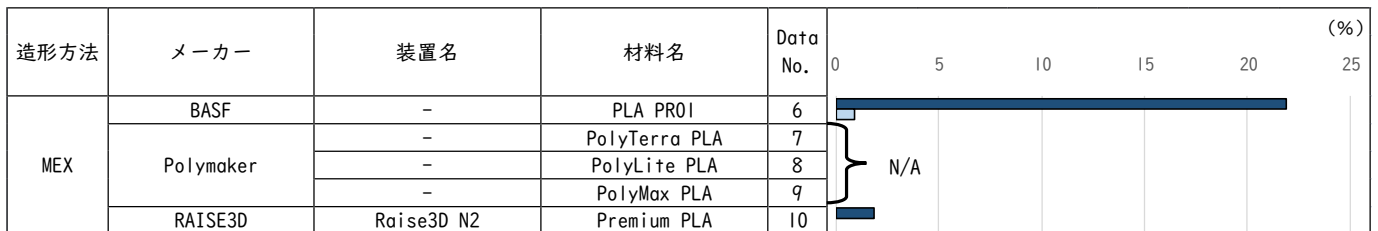


図 2.5.4 PLA 系樹脂 伸び (引張試験片の採取方向記載あり) ■ 水平方向 ■ 垂直方向

造形方法	メーカー	装置名	材料名	Data No.	(GPa)					
					0	1	2	3	4	
MEX	XYZプリンティング	PartPro200 xTCS PartPro300 xT	PLA	1	N/A					
			Tough PLA	2						
			Antibacterial PLA	3						
			XZY Carbon Fiber	4						
			Premium Metallic PLA	5						

図 2.5.5 PLA系樹脂 引張弾性率（引張試験片の採取方向記載なし）

造形方法	メーカー	装置名	材料名	Data No.	(GPa)				
					0	1	2	3	4
MEX	BASF	-	PLA PRO1	6					
	Polymaker	-	PolyTerra PLA	7					
		-	PolyLite PLA	8					
		-	PolyMax PLA	9					
	RAISE3D	Raise3D N2	Premium PLA	10					

図 2.5.6 PLA系樹脂 引張弾性率（引張試験片の採取方向記載あり）■ 水平方向 ■ 垂直方向

造形方法	メーカー	装置名	材料名	Data No.	(MPa)										
					0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
MEX	XYZプリンティング	PartPro200 xTCS PartPro300 xT	PLA	1											
			Tough PLA	2											
			Antibacterial PLA	3											
			XZY Carbon Fiber	4											
			Premium Metallic PLA	5											
	BASF	-	PLA PRO1	6											
	Polymaker	-	PolyTerra PLA	7											
		-	PolyLite PLA	8											
		-	PolyMax PLA	9											
	RAISE3D	Raise3D N2	Premium PLA	10											

図 2.5.7 PLA系樹脂 曲げ強さ

造形方法	メーカー	装置名	材料名	Data No.	(MPa)							
					0	500	1000	1500	2000	2500	3000	3500
MEX	XYZプリンティング	PartPro200 xTCS PartPro300 xT	PLA	1								
			Tough PLA	2								
			Antibacterial PLA	3								
			XZY Carbon Fiber	4								
			Premium Metallic PLA	5								
	BASF	-	PLA PRO1	6								
	Polymaker	-	PolyTerra PLA	7								
		-	PolyLite PLA	8								
		-	PolyMax PLA	9								
	RAISE3D	Raise3D N2	Premium PLA	10								

図 2.5.8 PLA系樹脂 曲げ弾性率

6. PETG(グリコール変性ポリエチレンテレフタレート)樹脂

(1)引張試験片の採取方向記載なし

造形方法	メーカー	装置名	材料名	密度 (g/cm ³)	引張強さ(MPa)	伸び(%)	引張弾性率(GPa)
MEX	XYZプリンティング	PartPro200 xTCS PartPro300 xT	PETG	-	20.2 ※ ²	3.72	-

(2)引張試験片の採取方向記載あり

造形方法	メーカー	装置名	材料名	密度 (g/cm ³)	引張強さ(MPa)		伸び(%)		引張弾性率(GPa)	
					水平方向	垂直方向	水平方向	垂直方向	水平方向	垂直方向
MEX	Polymaker	-	PolyLite PETG	1.25	31.9	13.4	-	-	1.472	1.087
			PolyMax PETG	1.24	31.7	29.4	-	-	1.523	1.603
	RAISE3D	-	PETG ESD	1.25	29.4 ±1.2	27.64 ±0.82	5.91 ±0.54	1.96 ±0.06	1.655 ±0.094	1.930 ±0.213
			Premium PETG	1.3	31.9 ±1.1	-	6.8±0.9	-	1.472 ±0.270	-

※1 第四章 3Dプリンタ機械的特性データ出典参照

※2 換算値(有効数字3桁)

曲げ強さ (MPa)	曲げ弾性率 (MPa)	荷重たわみ温度				衝撃強さ Izotノッチ有	備考	出典 ^{※1}	Data No.
		温度 (°C)	曲げ応力 (MPa)	温度 (°C)	曲げ応力 (MPa)				
35.2 ^{※2}	1050 ^{※2}	-	-	-	-	15.70 J/m	PETG natural, clear red, clear blue 他1色	⑩	1

曲げ強さ (MPa)	曲げ弾性率 (MPa)	荷重たわみ温度				衝撃強さ Izotノッチ有	備考	出典 ^{※1}	Data No.
		温度 (°C)	曲げ応力 (MPa)	温度 (°C)	曲げ応力 (MPa)				
53.7	1174	78.4	0.45	74.8	1.8	-	半透明、ホワイト、ブラック 他2色	⑤	2
94.1	1068	75.7	0.45	72.3	1.8	-	ホワイト、ブラック	⑤	3
-	-	76	0.45	72	1.8	-	PETG ブラック	⑥	4
53.7±2.4	1174±64	-	-	-	-	5.1±0.3 kJ/m ²	PETG Black, Blue, Red 他1色	⑥	5

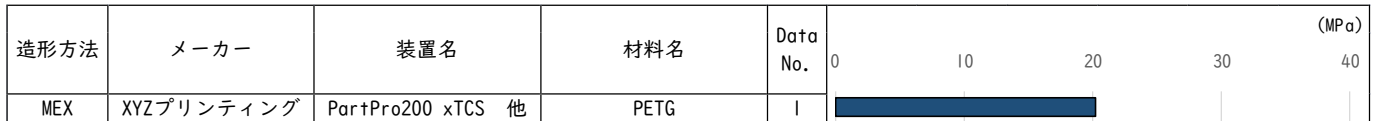


図 2.6.1 PETG 系樹脂 引張強さ (引張試験片の採取方向記載なし)

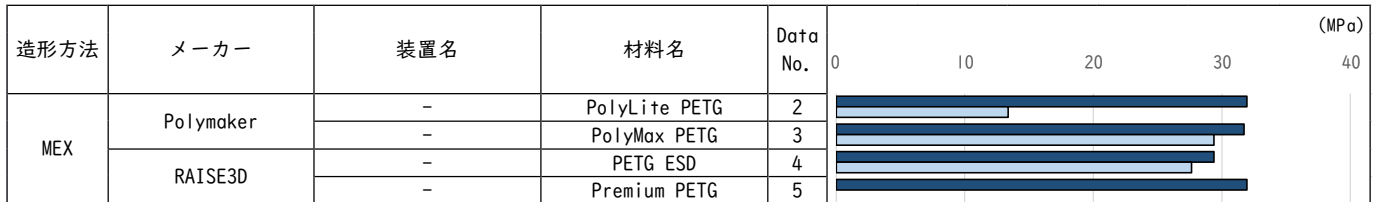


図 2.6.2 PETG 系樹脂 引張強さ (引張試験片の採取方向記載あり) ■ 水平方向 ■ 垂直方向



図 2.6.3 PETG 系樹脂 伸び (引張試験片の採取方向記載なし)

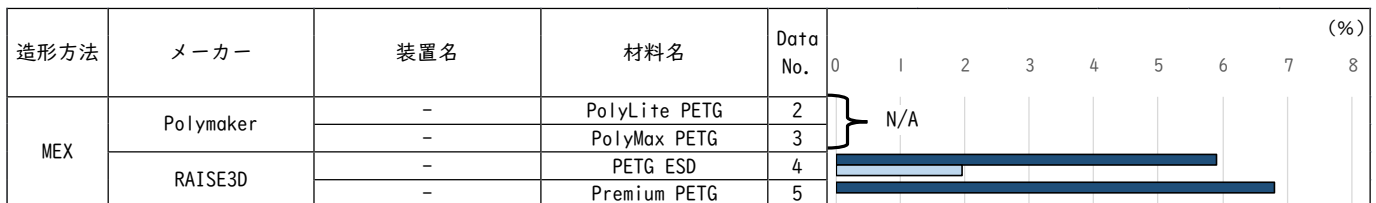


図 2.6.4 PETG 系樹脂 伸び (引張試験片の採取方向記載あり) ■ 水平方向 ■ 垂直方向

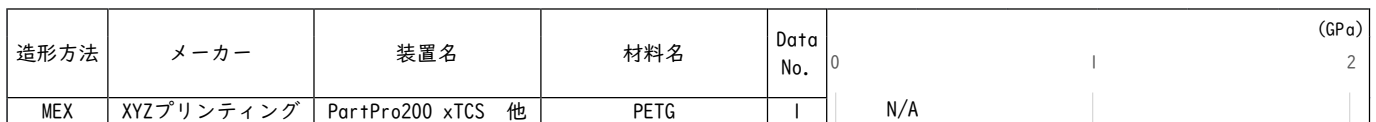


図 2.6.5 PETG 系樹脂 引張弾性率 (引張試験片の採取方向記載なし)

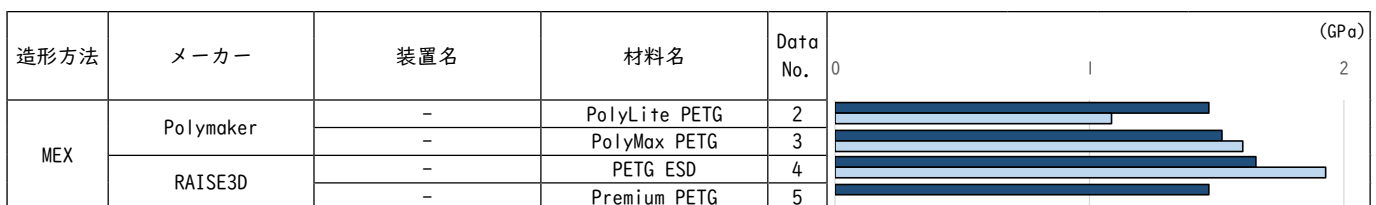


図 2.6.6 PETG 系樹脂 引張弾性率 (引張試験片の採取方向記載あり) ■ 水平方向 ■ 垂直方向

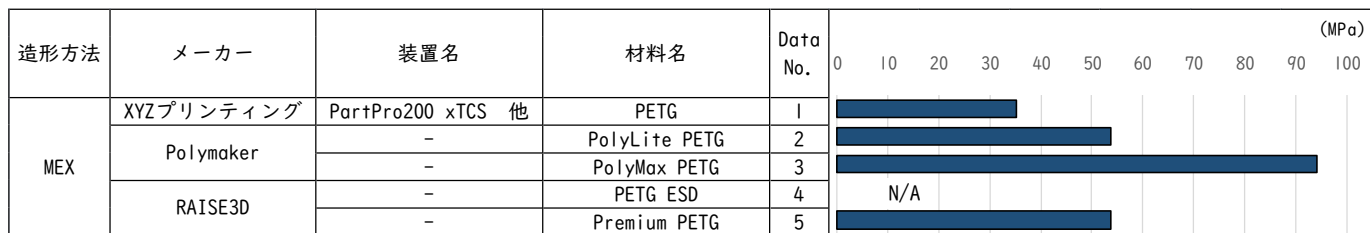


図 2.6.7 PETG 系樹脂 曲げ強さ



図 2.6.8 PETG 系樹脂 曲げ弾性率

7. エポキシ系樹脂

(1) 引張試験片の採取方向記載なし

造形方法	メーカー	装置名	材料名	密度 (g/cm ³)	引張強さ(MPa)	伸び(%)	引張弾性率(GPa)
VPP	シーメット	-	TSR-893	1.18 ※2	45	20	2.120
			TSR-892	1.11 ※2	52 (50)	7.7 (8.8)	1.780(1.690)
			TSR-890	1.11 ※2	43	12.0	2.120
			TSR-884B	1.10 ※2	51 (50)	3~12 (4.4)	2.370(2.090)
			TSR-883W	1.12 ※2	60	5~8	2.730
			TSR-883	1.12 ※2	60	5~8	2.730
			TSR-880	1.13 ※2	53	9	1.850
			TSR-850	1.14 ※2	57(50)	3.6(1.9)	2.650(3.080)
			TSR-832	1.11 ※2	51	8	2.000
			TSR-831	1.10 ※2	39	14	1.600
			TSR-829	1.07 ※2	44	8	1.670
			TSR-821	1.12 ※2	49	13~15	1.800
	ディーメック	-	SCR 712X	1.12 ※2	45	24	1.800
			SCR 712X	1.12	35	18	1.800
			SCR735	1.13	45	7	2.510
			SCR735	1.13	67	10	2.410
			SCR11122	1.12	47	20	2.650
			SCR739	1.12	40	16	1.900
			SCR739	1.12	46	18	1.900
			SCR786	1.11	39	15	1.400
SCR786	1.11	58	13	1.800			

() の値は熱ポストキュア後の値

※1 第四章 3Dプリンタ機械的特性データ出典参照

※2 水の密度を1g/cm³として換算した値

曲げ強さ (MPa)	曲げ弾性率 (MPa)	荷重たわみ温度				衝撃強さ Izo+ノッチ有	備考	出典 ^{※1}	Data No.
		温度 (°C)	曲げ応力 (MPa)	温度 (°C)	曲げ応力 (MPa)				
65(78)	2000(2200)	49 (63)	0.45	45 (52)	1.8	49 J/m	エポキシ 微黄色透明	②	1
79(83)	2260(2190)	52 (95)	0.45	48 (70)	1.8	36(33) J/m	エポキシ 透明	②	2
66	1710	49	0.45	45	1.8	47 J/m	エポキシ 微青色透明	②	3
87 (79)	2260(2080)	58 (117)	0.45	53 (100)	1.8	30(25) J/m	エポキシ 微青色透明	②	4
98	2710	59	0.45	54	1.8	37 J/m	エポキシ 白色	②	5
98	2710	59	0.45	54	1.8	37 J/m	エポキシ 微黄色透明	②	6
78	2350	52	0.45	48	1.8	46 J/m	エポキシ 淡白色	②	7
89(110)	2430(2880)	53 (97)	0.45	47 (75)	1.8	33(32) J/m	エポキシ 透明	②	8
80	2300	59	0.45	52	1.8	31 J/m	エポキシ 微黄色透明	②	9
62	1650	48	0.45	45	1.8	49 J/m	エポキシ 淡白色	②	10
68	1840	53	0.45	49	1.8	34 J/m	エポキシ 高透明	②	11
70	2225	55~56	0.45	49~52	1.8	48~49 J/m	エポキシ 淡白色	②	12
74	2200	69	-	56	-	70 J/m	エポキシ系 80°C×2h熱処理	④	13
70	2140	55	-	50	-	61 J/m	エポキシ系	④	14
83	2530	56	-	52	-	31 J/m	エポキシ系	④	15
97	2570	85	-	66	-	36 J/m	エポキシ系 80°C×2h熱処理	④	16
63	2040	54	-	50	-	30 J/m	エポキシ系	④	17
67	1900	57	-	-	-	45 J/m	エポキシ系	④	18
70	2000	87	-	-	-	55 J/m	エポキシ系 80°C×2h熱処理	④	19
57	1700	58	-	47	-	39 J/m	エポキシ系	④	20
70	2000	110	-	65	-	45 J/m	エポキシ系 120°C×2h熱処理	④	21

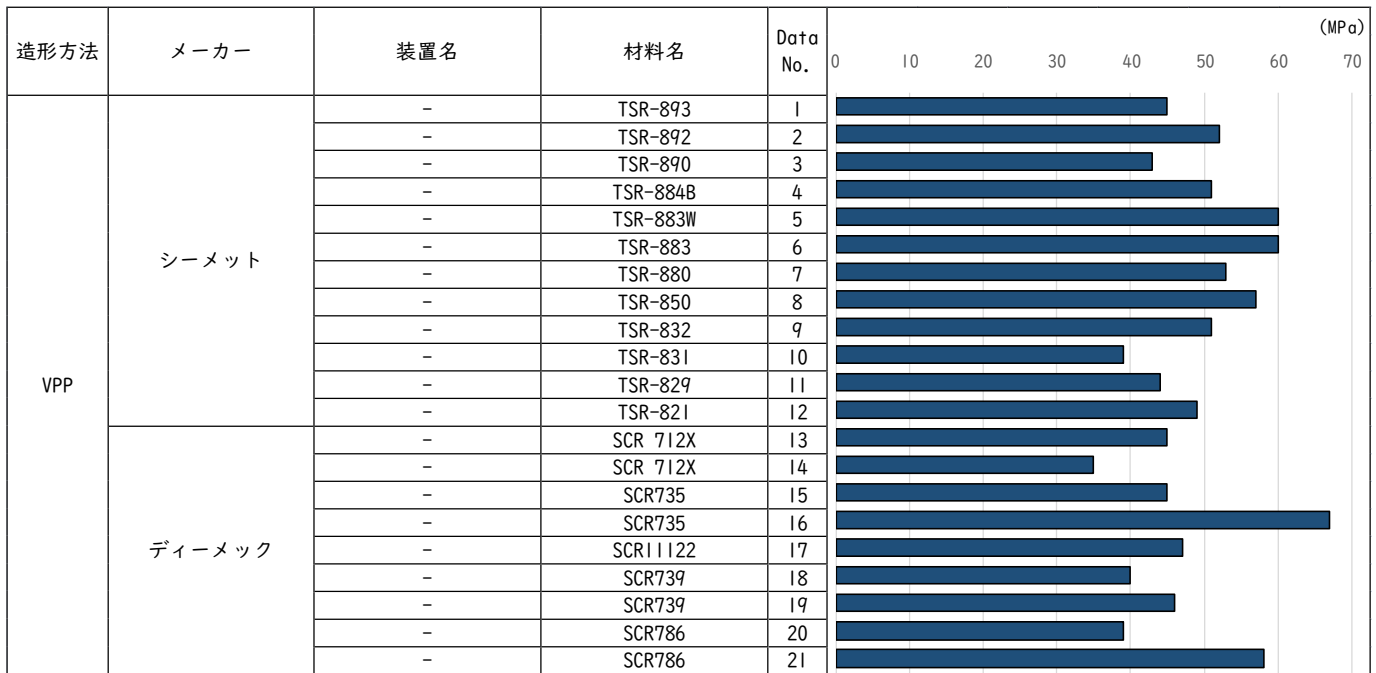


図 2.7.1 エポキシ系樹脂 引張強さ (引張試験片の採取方向記載なし)

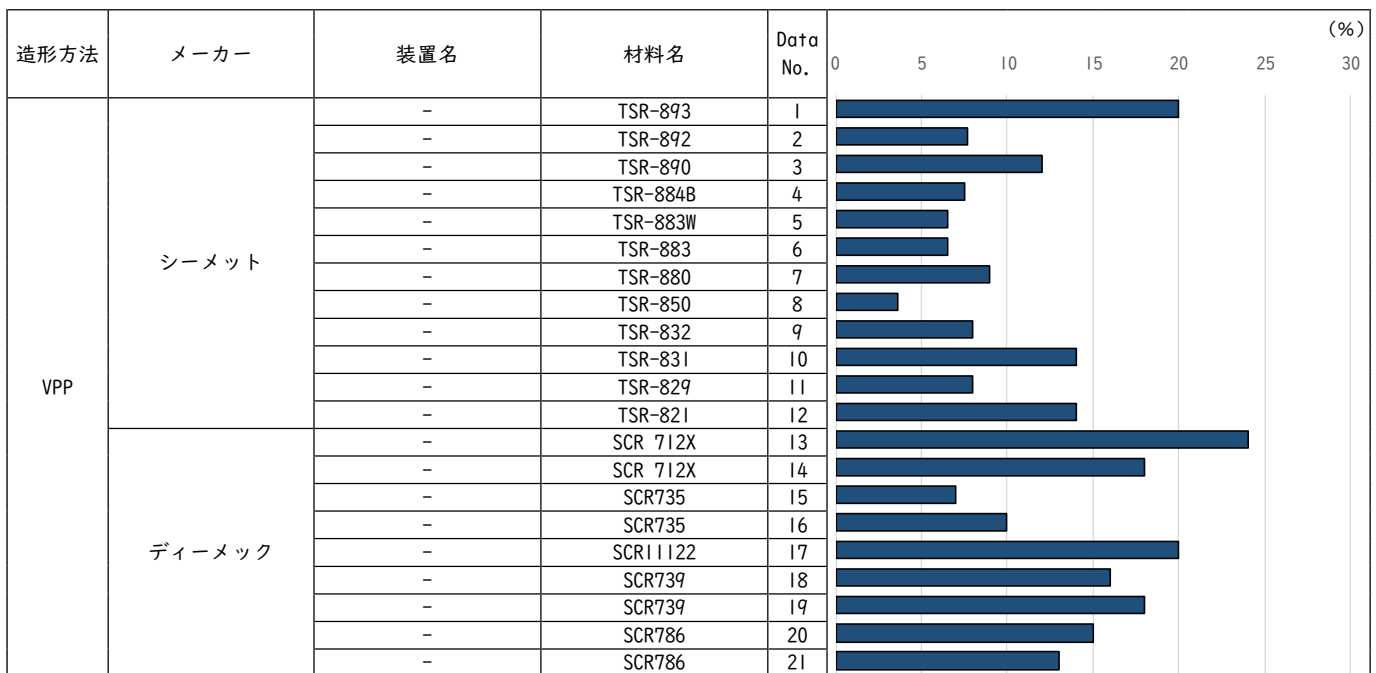


図 2.7.2 エポキシ系樹脂 伸び (引張試験片の採取方向記載なし)

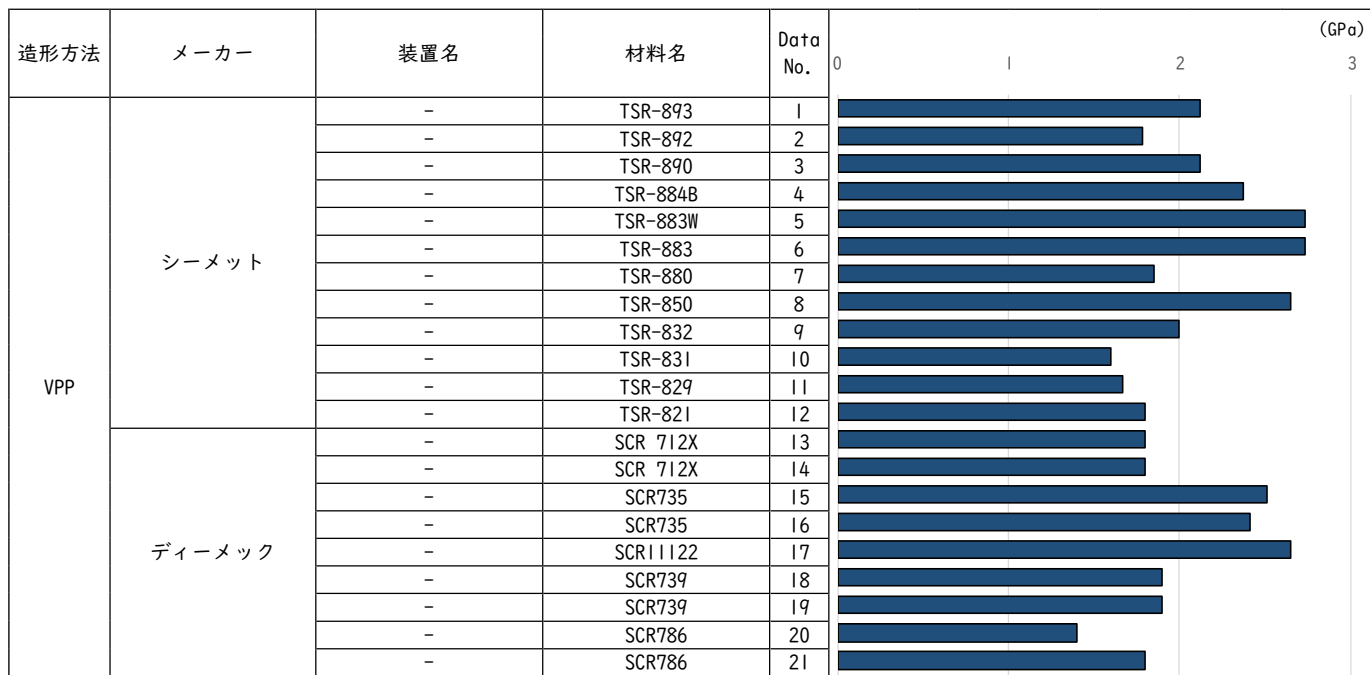


図 2.7.3 エポキシ系樹脂 引張弾性率(引張試験片の採取方向記載なし)

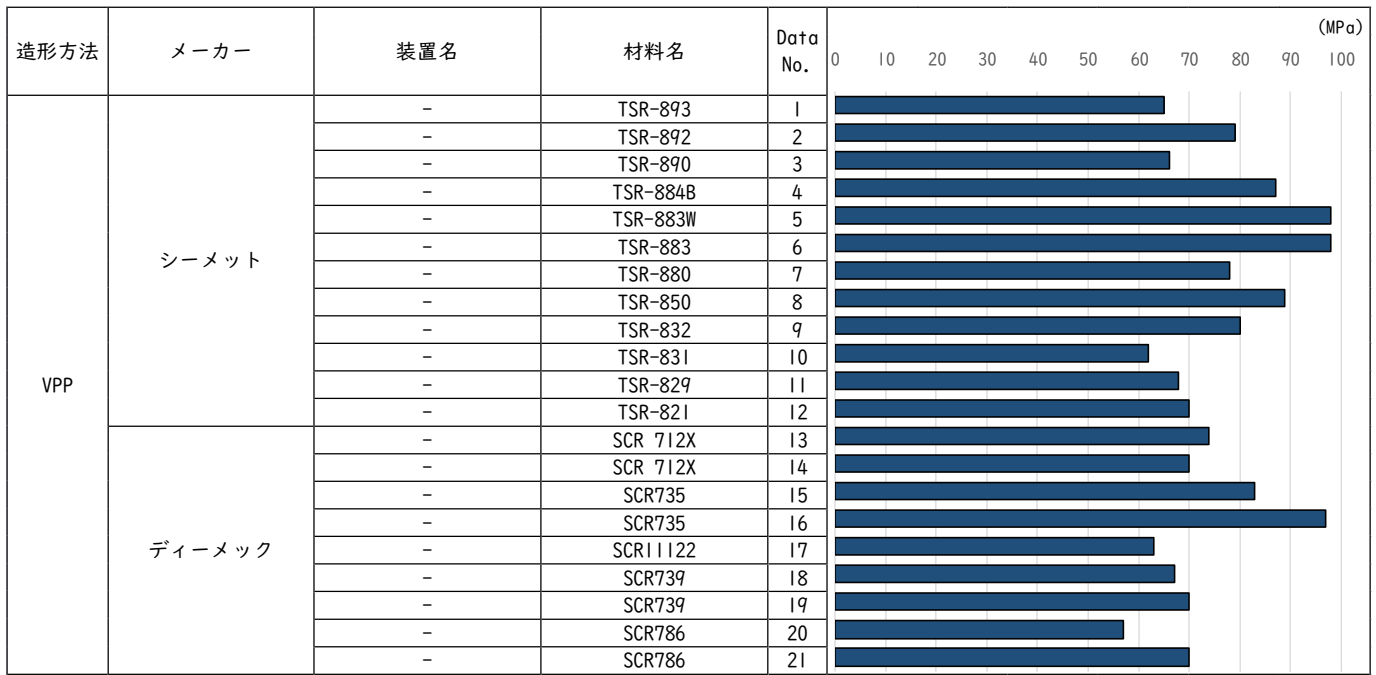


図 2.7.4 エポキシ系樹脂 曲げ強さ (引張試験片の採取方向記載なし)

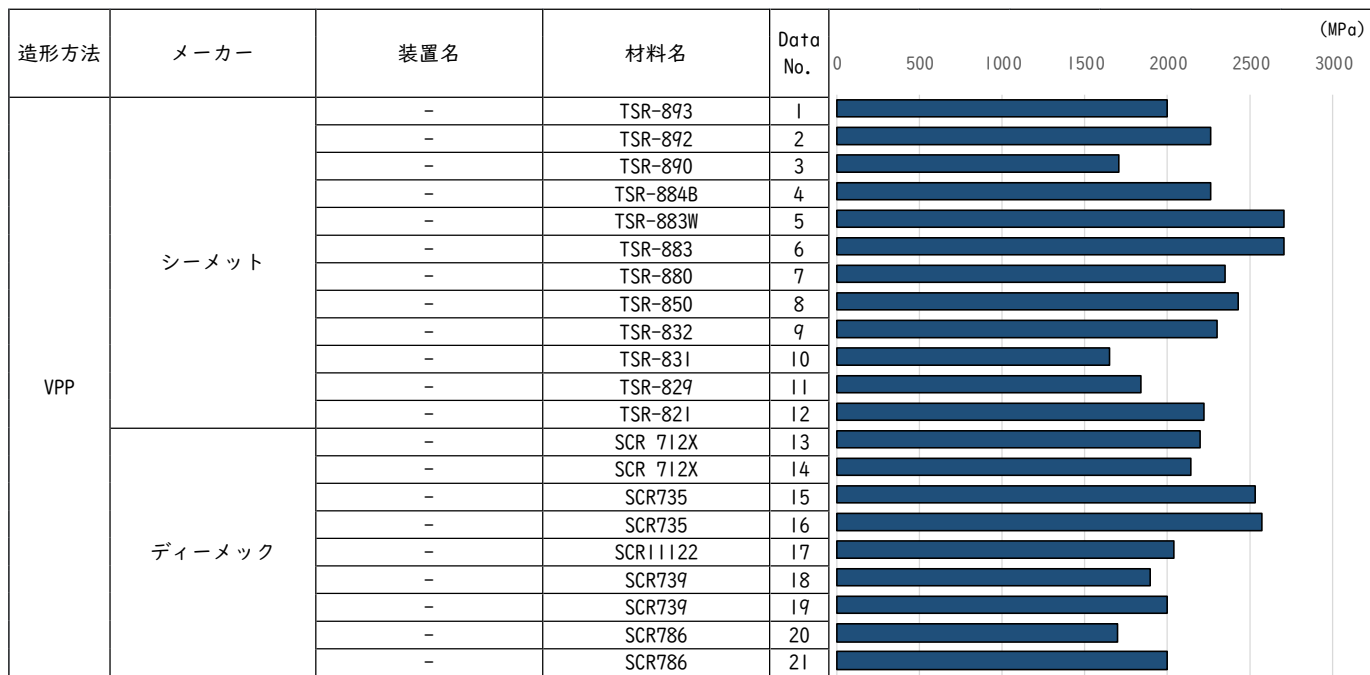


図 2.7.5 エポキシ系樹脂 曲げ弾性率 (引張試験片の採取方向記載なし)

8. アクリル系樹脂

(1) 引張試験片の採取方向記載なし

造形方法	メーカー	装置名	材料名	密度 (g/cm ³)	引張強さ (MPa)	伸び (%)	引張弾性率 (GPa)
MJT	Stratasys	-	VeroClear	1.18~1.19 ^{※2}	50~60	10~20	2.0~3.0
	3D Systems	-	VisiJet M3 Crystal	1.02 ^{※2}	42.4	6.83	1.46
VPP	DWS	XFAB2000 XFAB2500	Precisa779	1.22 ^{※2}	40.0	5	1.620
			Vitra430	1.10 ^{※2}	38	6	1.460
			Vitra413	1.10 ^{※2}	32	8	1.380

※1 第四章 3Dプリンタ機械的特性データ出典参照

※2 水の密度を1g/cm³として換算した値(有効数字3桁)

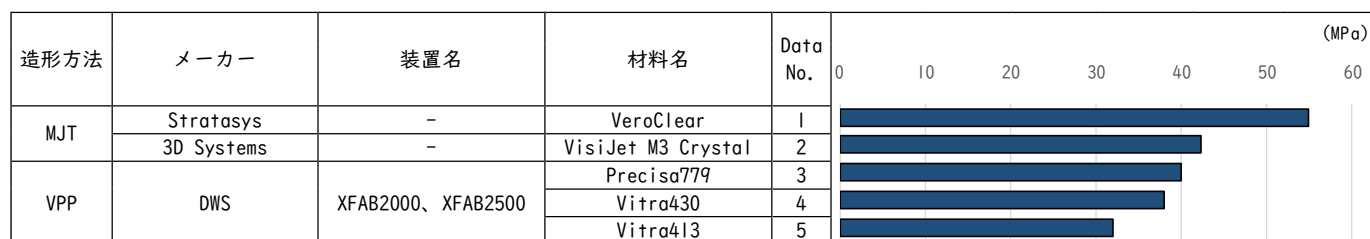


図 2.8.1 アクリル系樹脂 引張強さ (引張試験片の採取方向記載なし)

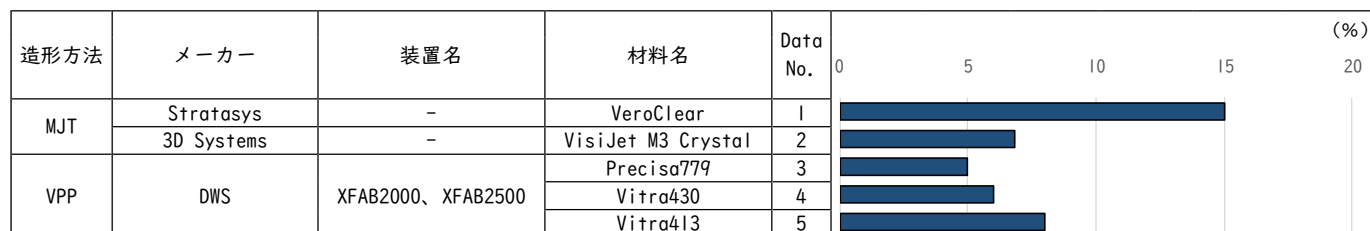


図 2.8.2 アクリル系樹脂 伸び (引張試験片の採取方向記載なし)

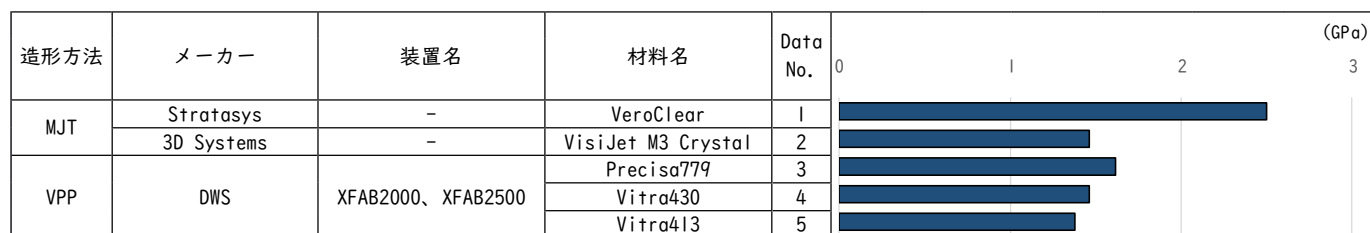


図 2.8.3 アクリル系樹脂 引張弾性率(引張試験片の採取方向記載なし)

曲げ強さ (MPa)	曲げ弾性率 (MPa)	荷重たわみ温度				衝撃強さ Izotノッチ有	備考	出典 ^{※1}	Data No.
		温度 (°C)	曲げ応力 (MPa)	温度 (°C)	曲げ応力 (MPa)				
-	-	45~50	0.45	45~50	1.8	20~30 J/m	アクリル系 半透明	⑦	1
-	-	56	0.45	-	-	-	アクリル系 ナチュラル	⑦	2
78	1870	-	-	-	-	-	アクリルライク グレイ	③	3
68	1680	-	-	-	-	-	アクリルライク クリア	③	4
60	1500	-	-	-	-	-	アクリルライク クリア	③	5

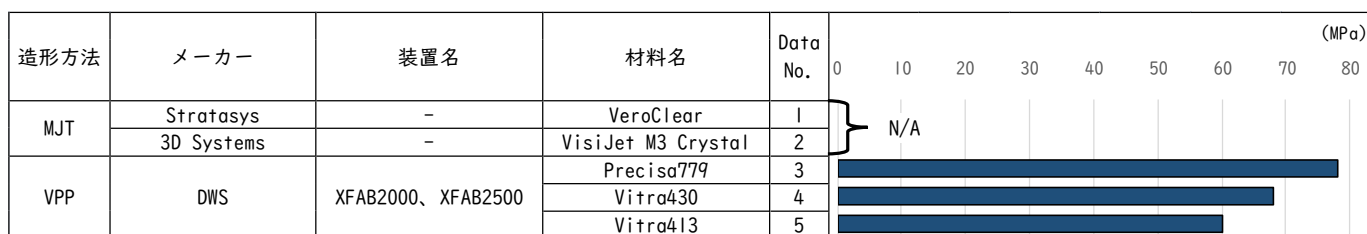


図 2.8.4 アクリル系樹脂 曲げ強さ (引張試験片の採取方向記載なし)

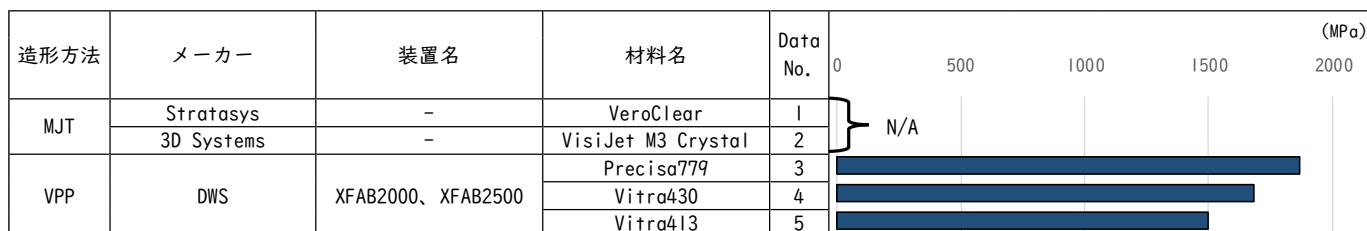


図 2.8.5 アクリ系樹脂 曲げ弾性率 (引張試験片の採取方向記載なし)

9. ゴムライク、ラバーライク樹脂

(1) 引張試験片の採取方向記載なし

造形方法	メーカー	装置名	材料名	密度 (g/cm ³)	引張強さ (MPa)	伸び (%)	引張弾性率 (GPa)
MJT	Stratasys	-	TangoBlack	1.14~1.15 ^{※2}	1.8~2.4	45~55	-
VPP	DWS	XFAB3500 XCELL、XPRO	GM08	1.00 ^{※2}	-	45	-
			GM08B	1.00 ^{※2}	-	45	-
		XFAB2000 XFAB2500	Flexa692	1.16 ^{※2}	-	50	-
			Flexa693	1.16 ^{※2}	-	60	-

※1 第四章 3Dプリンタ機械的特性データ出典参照

※2 水の密度を1g/cm³として換算した値（有効数字3桁）

造形方法	メーカー	装置名	材料名	Data No.	引張強さ (MPa)				
					0	1	2	3	
MJT	Stratasys	-	TangoBlack	1	[Bar chart showing tensile strength for TangoBlack]				
VPP	DWS	XFAB3500、 XCELL、XPRO	GM08	2	} N/A				
			GM08B	3					
		XFAB2000、XFAB2500	Flexa692	4					
			Flexa693	5					

図 2.9.1 ゴムライク、ラバーライク樹脂 引張強さ（引張試験片の採取方向記載なし）

造形方法	メーカー	装置名	材料名	Data No.	伸び (%)							
					0	10	20	30	40	50	60	70
MJT	Stratasys	-	TangoBlack	1	[Bar chart showing elongation for TangoBlack]							
VPP	DWS	XFAB3500、 XCELL、XPRO	GM08	2								
			GM08B	3								
		XFAB2000、XFAB2500	Flexa692	4								
			Flexa693	5								

図 2.9.2 ゴムライク、ラバーライク樹脂 伸び（引張試験片の採取方向記載なし）

造形方法	メーカー	装置名	材料名	Data No.	引張弾性率 (GPa)	
					0	2
MJT	Stratasys	-	TangoBlack	1	} N/A	
VPP	DWS	XFAB3500、 XCELL、XPRO	GM08	2		
			GM08B	3		
		XFAB2000、XFAB2500	Flexa692	4		
			Flexa693	5		

図 2.9.3 ゴムライク、ラバーライク樹脂 引張弾性率（引張試験片の採取方向記載なし）

曲げ強さ (MPa)	曲げ弾性率 (MPa)	荷重たわみ温度				衝撃強さ Izo+ノッチ有	備考	出典 ^{※1}	Data No.
		温度 (°C)	曲げ応力 (MPa)	温度 (°C)	曲げ応力 (MPa)				
-	-	-	-	-	-	-	黒	⑦	1
4	7	-	-	-	-	-	ラバーライク クリア	③	2
5	8	-	-	-	-	-	ラバーライク ブラック	③	3
-	-	-	-	-	-	-	ラバーライク ブラック	③	4
-	-	-	-	-	-	-	ラバーライク クリア	③	5

造形方法	メーカー	装置名	材料名	Data No.	(MPa)					
					0	1	2	3	4	5
MJT	Stratasys	-	TangoBlack	1	N/A					
VPP	DWS	XFAB3500、 XCELL、XPRO	GM08	2	[Bar chart showing value ~4.5]					
			GM08B	3	[Bar chart showing value ~5.5]					
		XFAB2000、XFAB2500	Flexa692	4	N/A					
			Flexa693	5	N/A					

図 2.9.4 ゴムライク、ラバーライク樹脂 曲げ強さ

造形方法	メーカー	装置名	材料名	Data No.	(MPa)					
					0	2	4	6	8	10
MJT	Stratasys	-	TangoBlack	1	N/A					
VPP	DWS	XFAB3500、 XCELL、XPRO	GM08	2	[Bar chart showing value ~7.5]					
			GM08B	3	[Bar chart showing value ~8.5]					
		XFAB2000、XFAB2500	Flexa692	4	N/A					
			Flexa693	5	N/A					

図 2.9.5 ゴムライク、ラバーライク樹脂 曲げ弾性率

10. その他樹脂

(1) 引張試験片の採取方向記載なし

造形方法	メーカー	装置名	材料名	密度 (g/cm ³)	引張強さ(MPa)		伸び(%)		引張弾性率(GPa)		
					水平方向	垂直方向	水平方向	垂直方向	水平方向	垂直方向	
MEX	Stratasys	-	PPSF	1.28	55		3		2.100		
PBF	アスペクト	-	ASPEX-PPS	-	43±2.4		1.3		3.600±0.0294		
			ASPEX-PPS+GB	-	35±1.1		0.6		7.000±0.089		
			ASPEX-PPS+CF	-	88±9.98		0.8		12.500±0.314		
			ASPEX-PFA	-	18		450		0.700		
VPP	ディーメック	-	SCR 737	1.11 ^{※2}	49		20		1.80		
			SCR 780	1.11 ^{※2}	36		2		2.50		
			SCR 782	1.11 ^{※2}	40		16		1.50		
	DWS	XFAB3500、 XCELL、XPRO	-	DM500	1.52 ^{※2}	65		7		2.700	
				DM210	1.26 ^{※2}	35		3		2.300	
				DM220	1.52 ^{※2}	90		1		5.500	
				DL260	1.29 ^{※2}	35		4		2.050	
				DC550	1.08 ^{※2}	-		-		-	
				DC600	-	-		-		-	
				DC700	1.06 ^{※2}	-		-		-	
		XFAB2000、 XFAB2500	-	Therma289	1.42 ^{※2}	42		2		4.100	
				Therma294	1.26 ^{※2}	31		4		1.700	
		XFAB2000、 XFAB2500	-	DS3000	1.08 ^{※2}	43		5		1.800	
				Fusia444	1.10 ^{※2}	13		8		0.250	
3D Systems	Prox800、SLA750	Accura Bluestone	-	66~68		1.4~2.4		7.600~11.700			

(2) 引張試験片の採取方向記載あり

造形方法	メーカー	装置名	材料名	密度 (g/cm ³)	引張強さ(MPa)		伸び(%)		引張弾性率(GPa)	
					水平方向	垂直方向	水平方向	垂直方向	水平方向	垂直方向
MEX	BASF	-	PC-ABS FR	1.167	50.1	17.3	10.7	0.8	2.545	2.188
			PET CF15	1.366	63.2	12.5	3.7	0.5	6.178	2.822
			Ultrafuse ASA	1.069	34.6	12.0	4.5	1.0	1.828	1.400
	フュージョン テクノロジー	INTAMSYS	PEEK	-	99.9	-	9.1	-	3.738	-
			PEEK-CF	-	87.4	-	2.9	-	5.193	-
			PEEK-GF	-	86.6	-	3.4	-	4.044	-

※1 第四章 3Dプリンタ機械的特性データ出典参照

※2 水の密度を1g/cm³として換算した値(有効数字3桁)

※3 水平方向

※4 垂直方向

曲げ強さ (MPa)	曲げ弾性率 (MPa)	荷重たわみ温度				衝撃強さ Izotノッチ有	備考	出典 ^{※1}	Data No.
		温度 (°C)	曲げ応力 (MPa)	温度 (°C)	曲げ応力 (MPa)				
110	2200	-	-	189	1.8	58.7 J/m	ポリフェニルスルホン Tan	⑧	1
65±7.59	3000±68.4	-	-	116 暫定値	1.8	1.8 kJ/m ²	ポリフェニレンサルファイド 茶色	①	2
67±1.8	6100±115	-	-	224 暫定値	1.8	2.2 kJ/m ²	ポリフェニレンサルファイド こげ茶	①	3
123±1.65	7400±104	-	-	-	-	2 kJ/m ²	ポリフェニレンサルファイド 黒色	①	4
-	-	-	-	-	-	-	パーフルオロアルコキシ 白色	①	5
-	-	76	0.45	62	1.8	51 J/m	透明	⑦	6
-	-	100	0.45	71	1.8	-	透明	⑦	7
-	-	51	0.45	43	1.8	52 J/m	透明	⑦	8
115	2800	-	-	-	-	-	セラミック入り グレー	③	9
95	2100	-	-	-	-	-	セラミック入り ブルー	③	10
48	5100	-	-	-	-	-	セラミック入り ブルー	③	11
57	2050	-	-	-	-	-	セラミック入り グレイ	③	12
5.3	130	-	-	-	-	-	ワックスライク グリーン	③	13
6.9	172	-	-	-	-	-	ワックスライク ホワイト	③	14
10	133	-	-	-	-	-	ワックスライク ブルー	③	15
80	3900	-	-	-	-	-	セラミック入り グリーン	③	16
67	1900	-	-	-	-	-	セラミック入り ブルー	③	17
79	1880	-	-	-	-	-	バイオ クリア	③	18
8	250	-	-	-	-	-	ワックスライク イエロー	③	19
124~154	8300~9800	267~284	0.45	-	-	13~17 J/m	複合材 ブルー	⑨	20

曲げ強さ (MPa)	曲げ弾性率 (MPa)	荷重たわみ温度				衝撃強さ Izotノッチ有	備考	出典 ^{※1}	Data No.
		温度 (°C)	曲げ応力 (MPa)	温度 (°C)	曲げ応力 (MPa)				
88.1 ^{※3} 24.7 ^{※4}	2550 ^{※3} 1810 ^{※4}	86	0.45	79	1.8	16.8 ^{※3} 1.8 ^{※4} kJ/m ²	Black	⑥	21
108 ^{※3} 19.7 ^{※4}	5452 ^{※3} 2253 ^{※4}	108	0.45	80	1.8	5.7 ^{※3} 2.0 ^{※4} kJ/m ²	PET Black	⑥	22
59.4 ^{※3} 19.9 ^{※4}	1733 ^{※3} 1041 ^{※4}	101	0.45	92	1.80	8.7 ^{※3} 1.9 ^{※4} kJ/m ²	ASA Black, Natural	⑥	23
147	3612	-	-	152	1.8	-	ナチュラル	⑤	24
168.6	6338	-	-	315	1.8	-	PEEK ブラック	⑤	25
158.7	5713	-	-	315	1.8	-	PEEK ブラック	⑤	26

10. その他樹脂

(2) 引張試験片の採取方向記載あり

造形方法	メーカー	装置名	材料名	密度 (g/cm ³)	引張強さ(MPa)		伸び(%)		引張弾性率(GPa)	
					水平方向	垂直方向	水平方向	垂直方向	水平方向	垂直方向
MEX	フュージョン テクノロジー	INTAMSYS	PEKK	-	100.4	-	4.2	-	3.984	-
			ULTEMTM9085	-	76.7	-	8.5	-	2.313	-
			ULTEMTM1010	-	89.8	-	5.8	-	2.643	-
			PPS	-	64.8	-	4.4	-	2.680	-
			PPSU	-	68.4	-	3.9	-	2.250	-
	JSR	-	FABRIRAL-R	-	-	-	> 400	-	0.150	-
	Polymaker	-	Polymaker PC-PBT	1.2	43.2 ±0.5	28.6 ±0.4	4.6 ±0.7	1.8 ±0.3	1.849 ±0.103	1.659 ±0.066
			polymaker PC-ABS	1.1	39.9 ±1.0	22.9 ±1.2	4.2±0.3	1.5±0.1	1.835 ±0.065	1.677 ±0.094
			Polymaker PC-ABS	1.1	39.9	40.0	-	-	1.835	2.297
			PolyLite ASA	1.13	43.8	32	-	-	2.379	1.965
	RAISE3D	-	PPA GF	1.16	89±3	-	2.2±0.1	-	4.850 ±0.200	-
			PPA CF	1.15	91.6 ±4.0	-	1.6±0.1	-	7.200 ±0.220	-
	Stratasys	F900	PC-ABS	1.1	34.7	25.9	4.7	1.8	1.99	1.87
			ULTEM 1010 Resin	1.29	79.2	28.2	4.0	1.1	3.040	3.000
			ULTEM 9085 Resin	1.27	68.1	39.4	5.4	1.9	2.520	2.410
			ASA	1.08	31.9	28.3	5.9	1.8	2.140	2.050

※1 第四章 3Dプリンタ機械的特性データ出典参照

※2 水の密度を1g/cm³として換算した値(有効数字3桁)

※3 水平方向

※4 垂直方向

※5 換算値(有効数字3桁)

曲げ強さ (MPa)	曲げ弾性率 (MPa)	荷重たわみ温度				衝撃強さ Izotノッチ有	備考	出典 ^{※1}	Data No.
		温度 (°C)	曲げ応力 (MPa)	温度 (°C)	曲げ応力 (MPa)				
203.2	5220	-	-	139	1.8	-	ナチュラル	⑤	27
137.8	3430	-	-	152	1.8	-	ナチュラル	⑤	28
167.2	4098	-	-	190	1.8	-	ナチュラル	⑤	29
116.3	2700	-	-	-	-	-	ブラック	⑤	30
124.5	3114	-	-	198	1.8	-	ナチュラル	⑤	31
10	150	-	-	-	-	58 kJ/m ²	熱可塑性エラストマー(TPE) ナチュラル、アイボリー	⑥	32
66.4 ^{※3} ±0.3	1933 ^{※3} ±83	107.4	0.45	90.8	1.80	-	ブラック、ナチュラル	⑥	33
66.3±0.9 ^{※3}	2081±106 ^{※3}	111.7	0.45	106.4	1.8	-	White、Black	⑥	34
66.3 ^{※3}	2081 ^{※3}	111.7	0.45	106.4	1.80	-	ホワイト、ブラック	⑤	35
73.4 ^{※3}	3206 ^{※3}	102.6	0.45	100.2	1.80	-	ホワイト、ブラック	⑤	36
143±12	4580±150	147	0.45	101	1.8	-	PPA ナチュラル、オレンジ	⑥	37
138±3.1	6700±100	188	0.45	113	1.8	-	PPA ブラック	⑥	38
46.2 ^{※4}	1860 ^{※3} 1680 ^{※4}	125.0	0.455 ^{※5}	102.9	1.82 ^{※5}	24.1 ^{※3} 34.0 ^{※4} J/m	Black, White	⑧	39
81.6 ^{※4}	2910 ^{※3} 2640 ^{※4}	214.1	0.455 ^{※5}	212.2	1.82 ^{※5}	26.6 ^{※3} 21.7 ^{※4} J/m	PEI Natural	⑧	40
104 ^{※3} 73.1 ^{※4}	2400 ^{※3} 2130 ^{※4}	176.9	0.455 ^{※5}	172.9	1.82 ^{※5}	88.5 ^{※3} 39.2 ^{※4} J/m	PEI Natural, Black	⑧	41
51.0 ^{※4}	1980 ^{※3} 1760 ^{※4}	102.2	0.455 ^{※5}	97.9	1.82 ^{※5}	43.1 ^{※3} 23.8 ^{※4} J/m	ASA Natural, White, Black 他9色	⑧	42

第三章

金属 3D プリント造形物 機械的特性データ一覧

本章では、金属 3D プリンタで造形された造形物について機械的特性データを表及びグラフにまとめました。グラフについては、引張強さ、耐力または降伏応力、伸び、ヤング率を示してあります。

各金属の機械的特性データは、引張試験片の採取方向の記載の有無によって分類しました。引張試験片の採取方向は、試験片の長手方向が造形プレートもしくは装置テーブル面に平行なものを水平方向、垂直なものを垂直方向として記載しました。

表中の各項目の説明及び参考文献は下記の通りです。

項目	説明	参考文献
造形方法	第一章の 3D プリンタの分類（付加製造プロセスカテゴリ）を BJT 等の略語で示したもの。また、PBF は熱エネルギー別に LB（レーザービーム）、EB（電子線）を記載。	JIS B 9441(2020)
メーカー	情報提供頂いた装置メーカー、粉末メーカー等。	—
装置名	造形に用いられた装置の名称。	—
材料名	造形された材料の名称。	—
後処理	造形物が造形後に施される熱処理等。	—
ビッカース硬さ	ビッカース硬さ試験において、用いた試験力を永久くぼみの表面積で除した値。 試験方法は、JIS Z 2244 を参照。	JIS G 0202(2013)
ロックウェル硬さ	ロックウェル硬さ試験において、前後 2 回の初試験力における圧子の侵入深さ h から、 $HR=a-bh$ で算出される値。 a 及び b は固有の値。試験方法は、JIS Z 2245 を参照。	JIS G 0202(2013)
引張強さ	最大試験力に対応する応力。	JIS Z 2241(2011)
耐力 オフセット法	塑性伸びが、伸び計標点距離に対する規定の百分率に等しくなったときの応力。	JIS Z 2241(2011)
降伏応力	金属材料が降伏現象を示すときに、試験力の増加が一切ないにもかかわらず試験中に塑性変形が生じる応力。	JIS Z 2241(2011)
伸び	原標点距離の増分で、原標点距離に対して百分率で表したものの。	JIS Z 2241(2011)
ヤング率	弾性領域において材料を変形させたときの縦ひずみと応力の比例定数。	—
相対密度	多孔質体の密度とそれと同一組成の材料の気孔のない状態における密度との比。	JIS Z 2500(2000)
密度	質量を体積で除した値。通常、その体積には材料内部の空げきの体積を含める。	JIS Z 2500(2000)
造形速度	単位時間あたりの造形体積量。	—

1. SUS316・SUS316L

(1) 引張試験片の採取方向記載なし

造形方法	メーカー	装置名	材料名	後処理	硬さ	引張強さ (MPa)	耐力または降伏応力 (MPa)
BJT	DesktopMetal	Shop System	316L Stainless Steel	As Sintered	58±2HRB	505±16 ^{※3}	150±12 ^{※3}
		Production System P-1 or P-50	316L Stainless Steel	As Sintered	72±1HRB	590±4 ^{※3}	220±4 ^{※3}
MEX	DesktopMetal	Studio System 2	316L v.2 Stainless Steel	As Sintered	66HRB	533	169
PBF-LB	松浦機械製作所	-	マツウラ ステンレス316L	造形のみ	200±10HV	570~580	420~460

(2) 引張試験片の採取方向記載あり

造形方法	メーカー	装置名	材料名	後処理	硬さ	引張強さ (MPa)		耐力または降伏応力 (MPa)	
						水平方向	垂直方向	水平方向	垂直方向
PBF-LB	大同特殊鋼	Concept Laser M2	SUS316L	As Built	224HV	674	587	573	497
		Concept Laser M2	SUS316L	溶体化処理	179HV	614	563	377	373
	EOS	EOS M100	StainlessSteel 316L	As Built	-	650	590	535	490
		EOS M290	StainlessSteel 316L VPro	-	-	530	540	430	410
	GE Additive	Concept Laser M2 Series 5	M2 Series 5 Steel 316L	As Built	212HV10	690	630	565	510
			M2 Series 5 Steel 316L	Stress Relief	-	720	665	555	490
			M2 Series 5 Steel 316L	Solution Anneal	147HV10	600	585	255	250
	SLM Solutions	-	Fe-Alloy 316L (1.4404)	As Built	221±4HV10	692±4	618±2	591±16	541±2
			Fe-Alloy 316L (1.4404)	As Built	211±4HV10	651±5	640±8	546±8	529±14
			Fe-Alloy 316L (1.4404)	As Built	214±5HV10	674±5	616±4	556±12	498±3
	ソディック	OPM250 OPM350	OPM STAINLESS 316	None	222HV	735	-	563	-
			OPM STAINLESS 316	1025°C 固溶化処理	191HV	707	-	400	-
	3D Systems	ProX DMP 320	LaserForm 316L (A)	After Stress Relief	90±6HRB	660±20	570±30	530±20	440±20
			LaserForm 316L (A)	Full Anneal	83±4HRB	610±30	540±30	370±30	320±20

※1 第四章 3Dプリンタ機械的特性データ出典参照

※2 換算値 (有効数字2桁)

※3 水平方向

※4 垂直方向

伸び (%)	ヤング率 (GPa)	相対密度 (%)	密度 (g/cm ³)	造形速度 (cm ³ /h)	備考	出典 ^{※1}	Data No.
76±12 ^{※3}	195±4 ^{※3}	-	7.8±0.1	-		⑫	1
75±3	-	-	7.89	-		⑫	2
66	-	97.0	-	-		⑫	3
32±2	-	-	-	-		⑯	4

伸び (%)		ヤング率 (GPa)		相対密度 (%)	密度 (g/cm ³)	造形速度 (cm ³ /h)	備考	出典 ^{※1}	Data No.
水平方向	垂直方向	水平方向	垂直方向						
34	46	-	-	≧99.9%	-	-		⑪	5
43	69	-	-	-	-	-		⑪	6
35	45	-	-	-	min 7.98	4.17	Layer thickness 20μm	⑱	7
13.5	19.5	-	-	-	-	40 ^{※2}	HiPro with 60μm layer thickness	⑱	8
38.5	43.5	176	150	99.9 ^{※3} 99.9 ^{※4}	-	21.3	Balanced Parameter 244、245	⑭	9
36.5	41.5	186	155	-	-	21.3	Balanced Parameter 244、245	⑭	10
57.0	59.5	187	170	-	-	21.3	Balanced Parameter 244、245	⑭	11
39±1	45±1	239±51	178±9	≧99.5	≒7.9	10.4	30μm / 400W	⑳	12
41±1	43±1	181±29	178±22	≧99.5	≒7.9	15.3	50μm / 400W	⑳	13
40±1	44±5	187±54	173±12	≧99.5	≒7.9	24.6	60μm / 400W	⑳	14
48.1	-	161	-	-	-	6.9(Single) 13.9(Parallel)	C00043	㉑	15
57.8	-	188	-	-	-	6.9(Single) 13.9(Parallel)	C00043	㉑	16
39±5	49±5	180±15	-	-	8.0	-		㉒	17
51±5	66±5	180±15	-	-	8.0	-		㉒	18

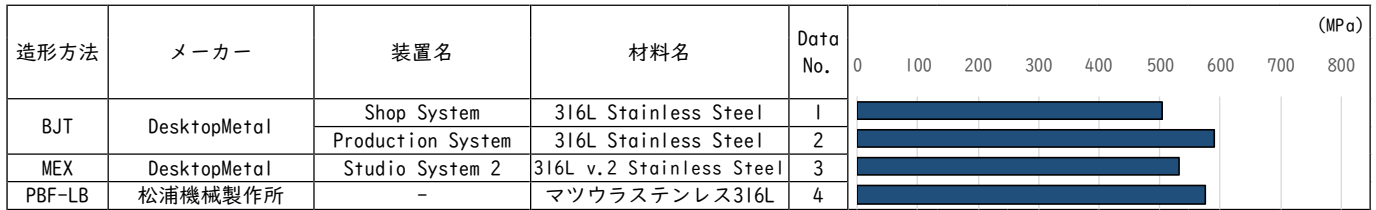


図 3.1.1 SUS316・SUS316L 引張強さ (引張試験片の採取方向記載なし)

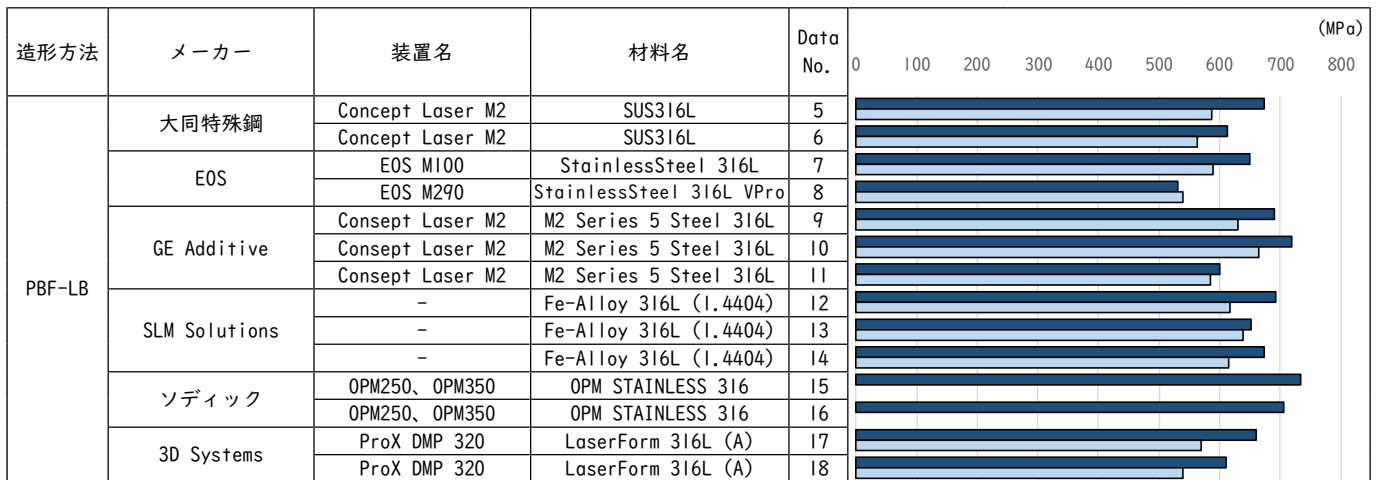


図 3.1.2 SUS316・SUS316L 引張強さ (引張試験片の採取方向記載あり) ■ 水平方向 ■ 垂直方向

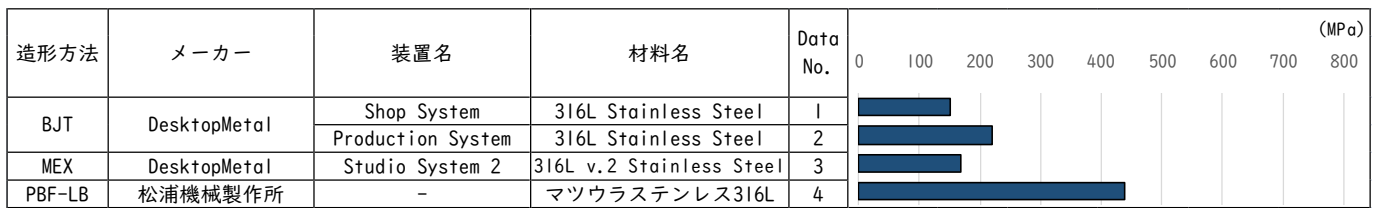


図 3.1.3 SUS316・SUS316L 耐力または降伏応力 (引張試験片の採取方向記載なし)

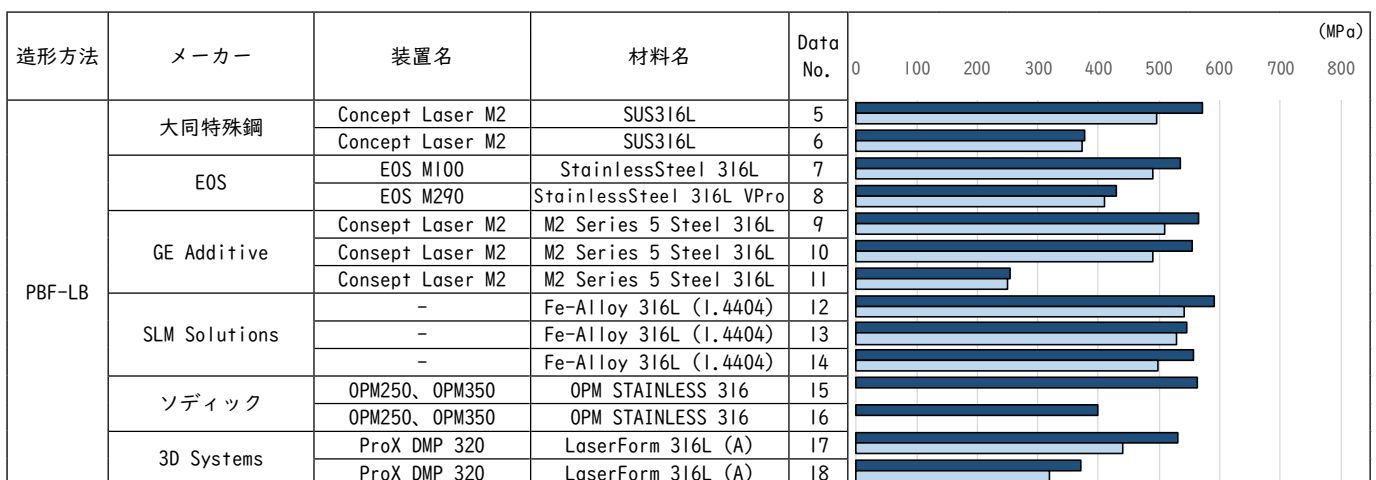


図 3.1.4 SUS316・SUS316L 耐力または降伏応力 (引張試験片の採取方向記載あり) ■ 水平方向 ■ 垂直方向



図 3.1.5 SUS316・SUS316L 伸び (引張試験片の採取方向記載なし)

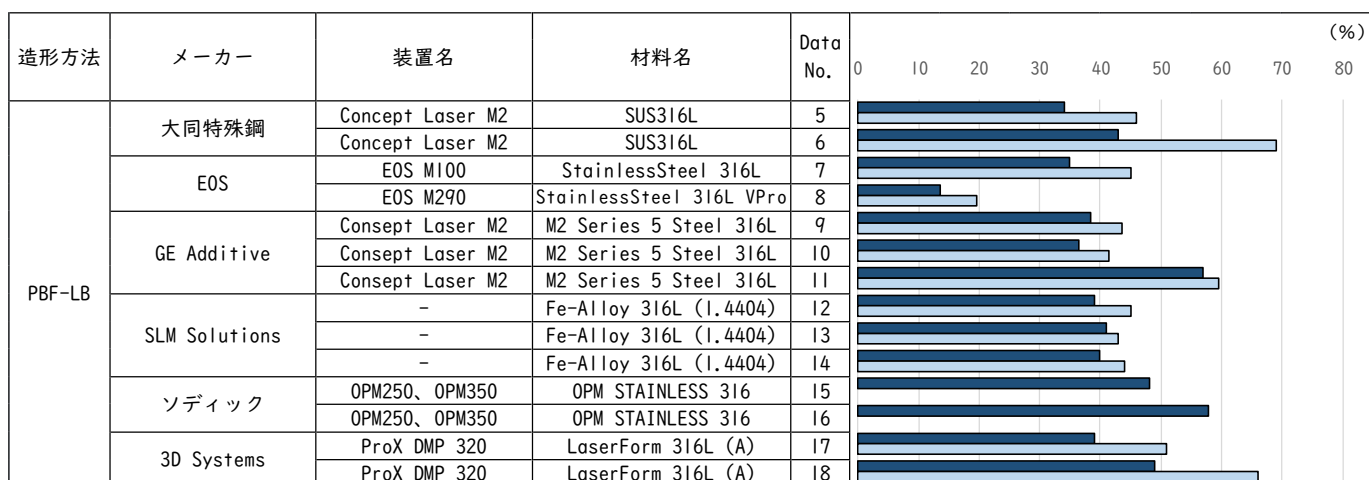


図 3.1.6 SUS316・SUS316L 伸び (引張試験片の採取方向記載あり) ■ 水平方向 ■ 垂直方向



図 3.1.7 SUS316・SUS316L ヤング率 (引張試験片の採取方向記載なし)

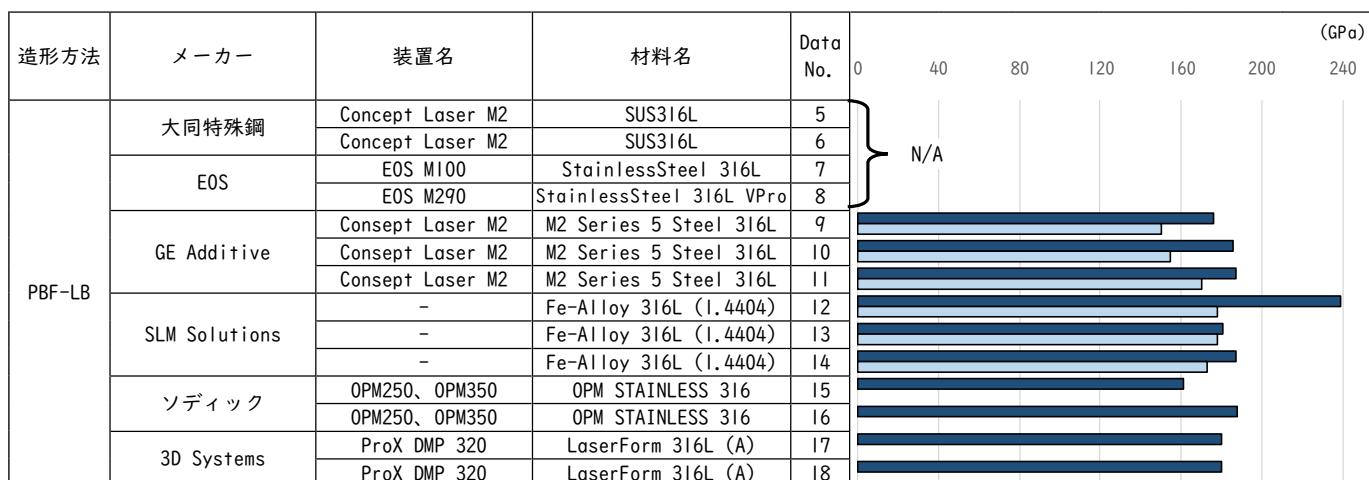


図 3.1.8 SUS316・SUS316L ヤング率 (引張試験片の採取方向記載あり) ■ 水平方向 ■ 垂直方向

2. SUS630・ステンレス17-4PH

(1)引張試験片の採取方向記載なし

造形方法	メーカー	装置名	材料名	後処理	硬さ	引張強さ (MPa)	耐力または降伏応力 (MPa)
BJT	DesktopMetal	Shop System	17-4PH Stainless Steel	As Sintered	26.4±1HRC	912±35	660±40
			17-4PH Stainless Steel	H900 Heat Treat	40.5±2HRC	1205±35	981±50
		Production System P-1 or P-50	17-4PH Stainless Steel	As Sintered	29.5±1.5HRC	900±20	655±26
			17-4PH Stainless Steel	H900 Heat Treated	42.5±0.4HRC	1315±45	1130±42
MEX	DesktopMetal	Studio System 2	17-4PH Stainless Steel	As Sintered	26HRC	925※2	695※2
			17-4PH Stainless Steel	H900 Heat Treated	39HRC	1275※2	1110※2
	Markforged	MetalX	SUS630(17-4)	焼結時	30HRC	1050	800
			SUS630(17-4)	H900	36HRC	1250	1100
			SUS630(17-4)	H1150	32HRC	950	880
PBF-LB	松浦機械製作所	-	マツウラ ステンレス630	造形のみ	32±1HRC	1070~1080	830~850
			マツウラ ステンレス630	時効処理後	42±1HRC	1240~1250	1050~1150
	3D Systems	ProX DMP100 ProX DMP200 ProX DMP300	LaserForm 17-4PH (B)	As Built	300±20HV5	1100±50	620±30
			LaserForm 17-4PH (B)	After Post Heat Treatment	400±20HV5	1300±50	1100±50

(2)引張試験片の採取方向記載あり

造形方法	メーカー	装置名	材料名	後処理	硬さ	引張強さ (MPa)		耐力または降伏応力 (MPa)	
						水平方向	垂直方向	水平方向	垂直方向
PBF-LB	大同特殊鋼	Concept Laser M2	SUS630	As Built	36HRC	1149	-	747	-
			SUS630	H900	43HRC	1394	-	1270	-
			SUS630	H1025	38HRC	1178	-	1121	-
			SUS630	H1150	35HRC	1057	-	984	-
	EOS	EOS M290	17-4PH	As Built	23.9HRC	886.0	924.2	860.6	861.3
			17-4PH	Vacuum H900	42.1HRC	1335.8	1342.6	1235.2	1250.7
			17-4PH	Atmospheric HT	42.1HRC	1340.0	1345.5	1235.5	1242.6
	GE Additive	Concept Laser M2 Series 5	17-4 PH	As Built	308HV10	995	935	715	705
			17-4 PH	SOLN+AGE	457HV10	1430	1435	1290	1300
			17-4 PH	As Built	275HV10	855	805	780	765
			17-4 PH	SOLN+AGE	-	1420	1450	1280	1315
			17-4 PH	As Built	287HV10	935	935	765	775
			17-4 PH	SOLN+AGE	-	1430	1435	1290	1300
			17-4 PH	As Built	346HV10	1120	1110	665	685
17-4 PH	SOLN+AGE	464HV10	1490	1490	1325	1320			

※1 第四章 3Dプリンタ機械的特性データ出典参照

※2 水平方向

※3 垂直方向

伸び (%)	ヤング率 (GPa)	相対密度 (%)	密度 (g/cm ³)	造形速度 (cm ³ /h)	備考	出典 ^{※1}	Data No.
5.9±2	178±30	-	7.5~7.66	-		⑫	1
11.9±5	185±20	-	7.5~7.66	-		⑫	2
10.9±0.9	-	-	7.7	-		⑫	3
8.4±2.4	-	-	7.7	-		⑫	4
5.3	-	-	7.56	-		⑫	5
8.1	-	-	7.56	-		⑫	6
5	140	≧96	-	-		⑮	7
6	170	≧96	-	-		⑮	8
10	170	≧96	-	-		⑮	9
17±1	-	-	-	-		⑯	10
19±1	-	-	-	-		⑯	11
16±2.0	-	approx. 100%	-	-		㉔	12
10±2.0	-	approx. 100%	-	-		㉔	13

伸び (%)		ヤング率 (GPa)		相対密度 (%)	密度 (g/cm ³)	造形速度 (cm ³ /h)	備考	出典 ^{※1}	Data No.
水平方向	垂直方向	水平方向	垂直方向						
14	-	-	-	≧99.9%	-	-		⑪	14
13	-	-	-	≧99.9%	-	-		⑪	15
15	-	-	-	≧99.9%	-	-		⑪	16
18	-	-	-	≧99.9%	-	-		⑪	17
19.9	20.1	-	-	-	7.79	11.95	Layer thickness 40 μm	⑱	18
14.0	13.5	-	-	-	7.79	11.95	Layer thickness 40 μm	⑱	19
13.5	12.6	-	-	-	7.79	11.95	Layer thickness 40 μm	⑱	20
17.0	17.5	187	184	99.9 ^{※2} 99.9 ^{※3}	-	17.6	Balanced Parameters 121 & 122	⑭	21
12.5	10.5	195	197	99.9 ^{※2} 99.9 ^{※3}	-	17.6	Balanced Parameters 121 & 122	⑭	22
22.0	22.0	175	161	99.9 ^{※2} 99.9 ^{※3}	-	7.9	Surface Parameter 123	⑭	23
12.5	8.0	192	194	99.9 ^{※2} 99.9 ^{※3}	-	7.9	Surface Parameter 123	⑭	24
18.0	18.5	181	168	99.9 ^{※2} 99.9 ^{※3}	-	8.5	Hybrid Parameter 192	⑭	25
13.0	10.0	190	195	99.9 ^{※2} 99.9 ^{※3}	-	8.5	Hybrid Parameter 192	⑭	26
15.5	15.5	158	164	99.9 ^{※2} 99.9 ^{※3}	-	25.9	Productivity Parameter 246	⑭	27
13	10	195	198	99.9 ^{※2} 99.9 ^{※3}	-	25.9	Productivity Parameter 246	⑭	28

2. SUS630・ステンレス17-4PH

(2)引張試験片の採取方向記載あり

造形方法	メーカー	装置名	材料名	後処理	硬さ	引張強さ (MPa)		耐力または降伏応力 (MPa)	
						水平方向	垂直方向	水平方向	垂直方向
PBF-LB	SLM Solutions	-	Stainless Steel 17-4PH	As Built	226±2HV10	987±22	931±45	517±27	506±25
			Stainless Steel 17-4PH	Heat Treated	352±22HV10	1359±9	1308±88	1024±11	1091±27
			Stainless Steel 17-4PH	As Built	229±32HV10	966±13	907±5	508±17	511±18
			Stainless Steel 17-4PH	Heat Treated	367±24HV10	1267±23	1189±16	897±54	866±41
	ソディック	OPM250 OPM350	OPM STAINLESS 630	485°C 3H , Air Cooling	44HRC	1392	-	1305	-
		LPM325	OPM STAINLESS 630	None	34.6HRC	1109	-	636	-
		LPM325	OPM STAINLESS 630	1025°C solution treatment 485°C 3H Aircooling	44.8HRC	1446	-	1323	-
	3D Systems	ProX DMP320	LaserForm 17-4PH (A)	As Built	32±4HRC	-	1100±90	-	830±110
			LaserForm 17-4PH (A)	H900	40±2HRC	1450±10	1380±20	1280±30	1260±100
			LaserForm 17-4PH (A)	H1150	35±3HRC	1180±10	1080±50	1130±20	1020±170

※1 第四章 3Dプリンタ機械的特性データ出典参照

伸び (%)		ヤング率 (GPa)		相対密度 (%)	密度 (g/cm ³)	造形速度 (cm ³ /h)	備考	出典 ^{※1}	Data No.
水平方向	垂直方向	水平方向	垂直方向						
26±2	28±2	171±28	154±19	≧99.5	7.8	16.85	Layer thickness 30μm	⑳	29
16±2	14±6	154±5	182±4	≧99.5	7.8	16.85	Layer thickness 30μm	⑳	30
26±1	33±1	177±36	148±3	≧99.5	7.8	16.85	Layer thickness 50μm	⑳	31
20±1	22±1	162±16	151±5	≧99.5	7.8	16.85	Layer thickness 50μm	⑳	32
7.6	-	184	-	-	-	7.1(Single) 21.4(Parallel)	C00044	㉑	33
22	-	171	-	-	-	20.6	C00073	㉑	34
17.1	-	191	-	-	-	20.6	C00073	㉑	35
-	19±4	-	-	>99.9	7.75	-		㉒	36
11±1	12±2	-	-	-	-	-		㉒	37
12±1	16±4	-	-	-	-	-		㉒	38

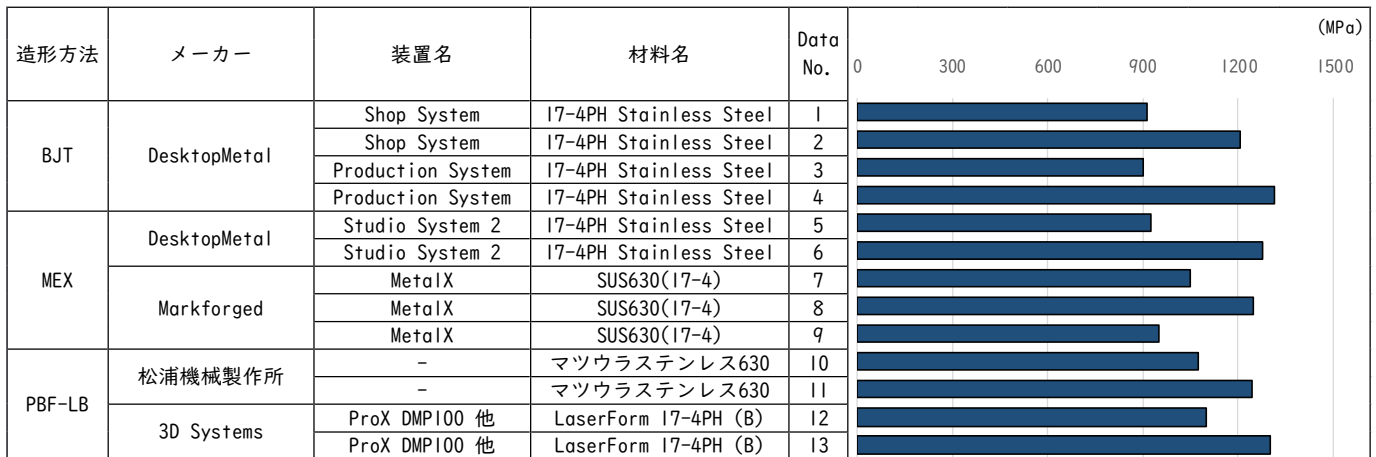


図 3.2.1 SUS630・17-4PH 引張強さ（引張試験片の採取方向記載なし）



図 3.2.2 SUS630・17-4PH 引張強さ（引張試験片の採取方向記載あり）■ 水平方向 ■ 垂直方向

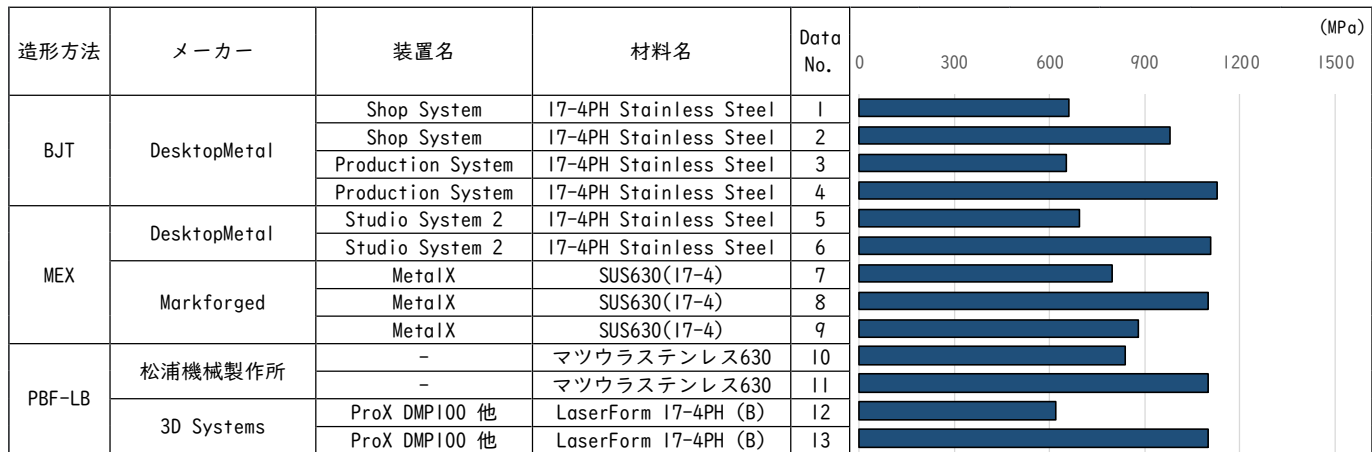


図 3.2.3 SUS630・17-4PH 耐力または降伏応力（引張試験片の採取方向記載なし）

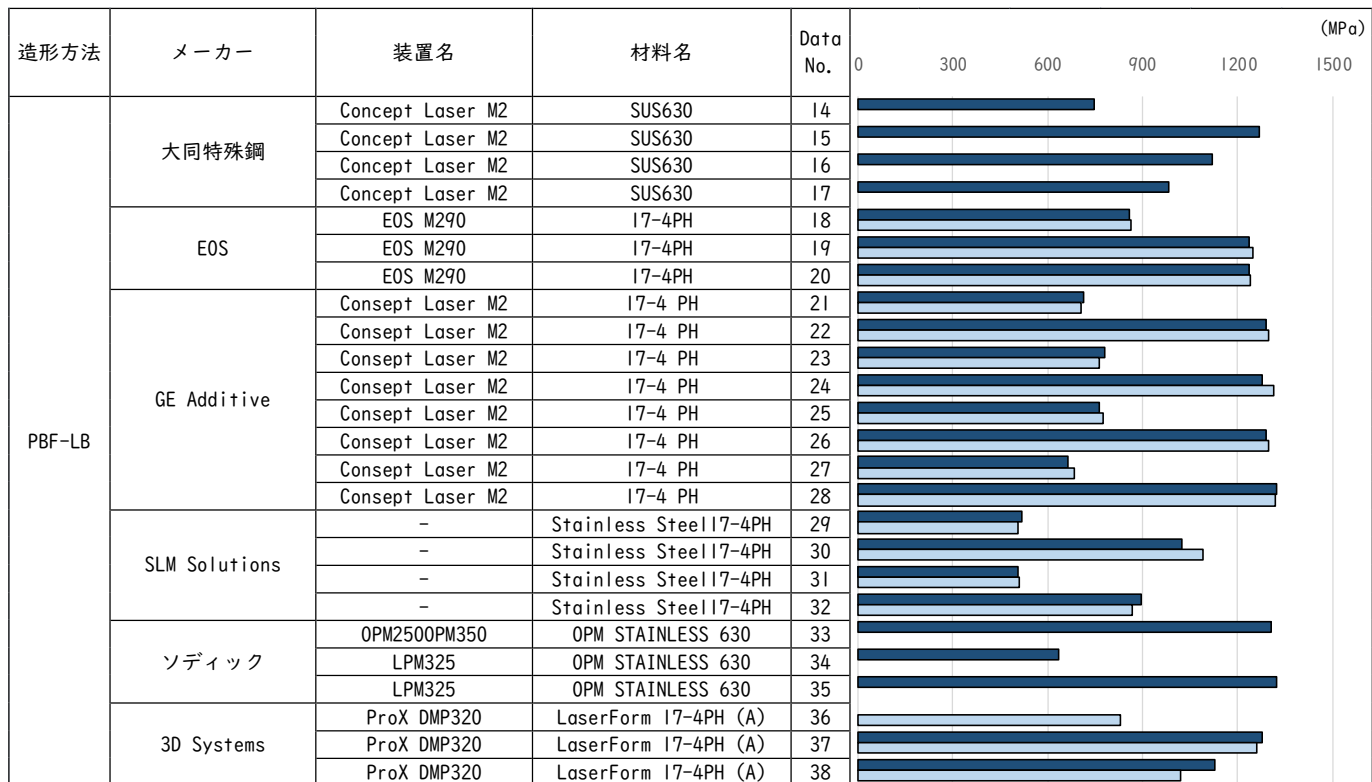


図 3.2.4 SUS630・17-4PH 耐力または降伏応力（引張試験片の採取方向記載あり）■ 水平方向 □ 垂直方向

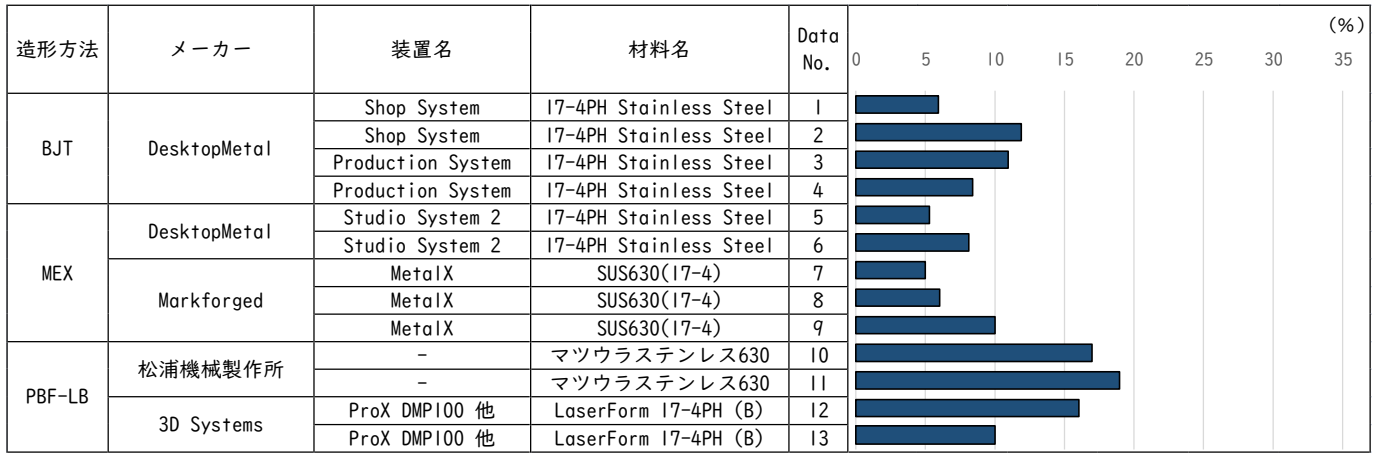


図 3.2.5 SUS630・17-4PH 伸び (引張試験片の採取方向記載なし)

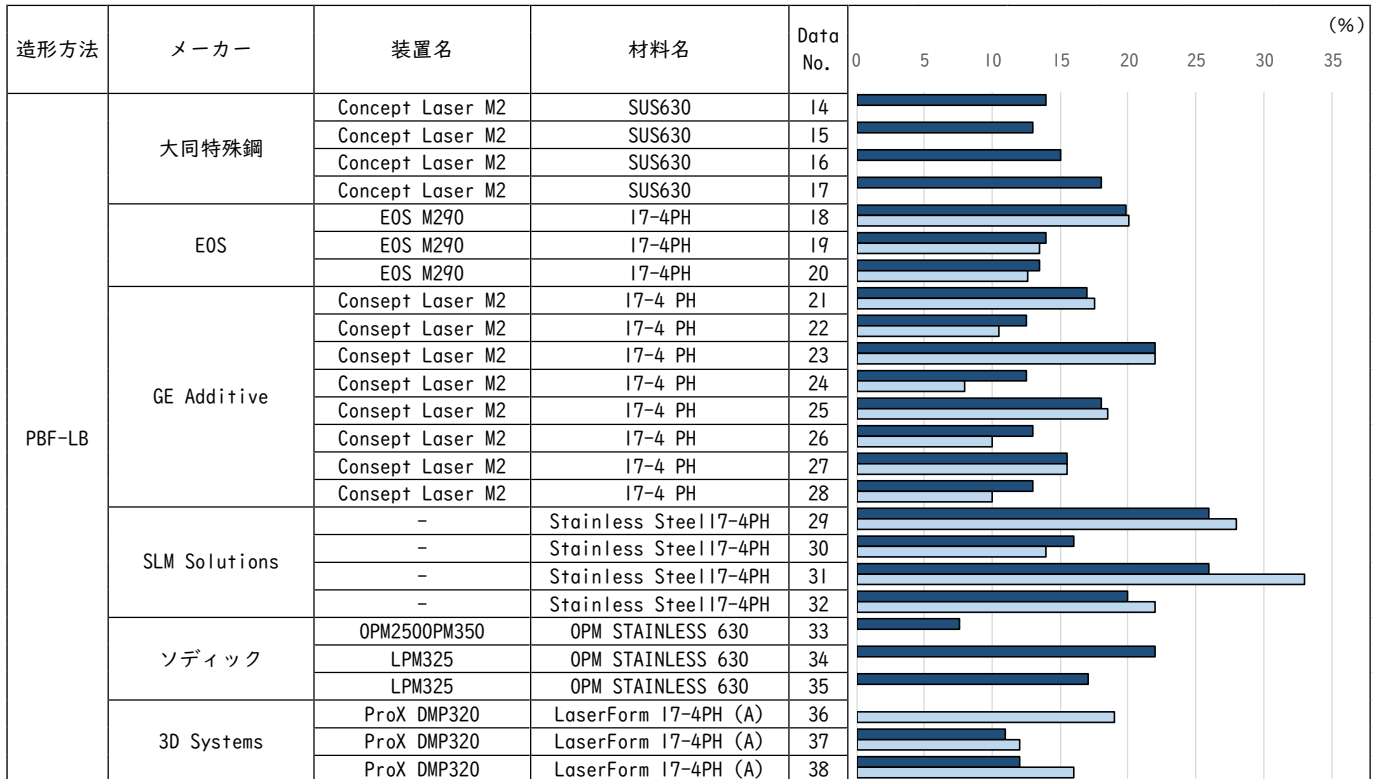


図 3.2.6 SUS630・17-4PH 伸び (引張試験片の採取方向記載あり) ■ 水平方向 □ 垂直方向

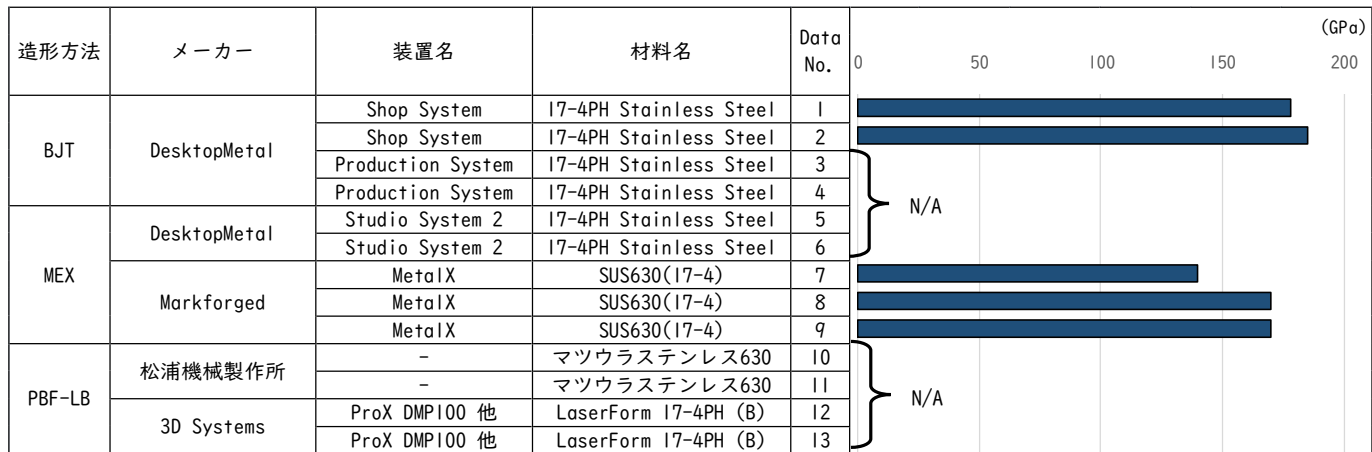


図 3.2.7 SUS630・17-4PH ヤング率（引張試験片の採取方向記載なし）

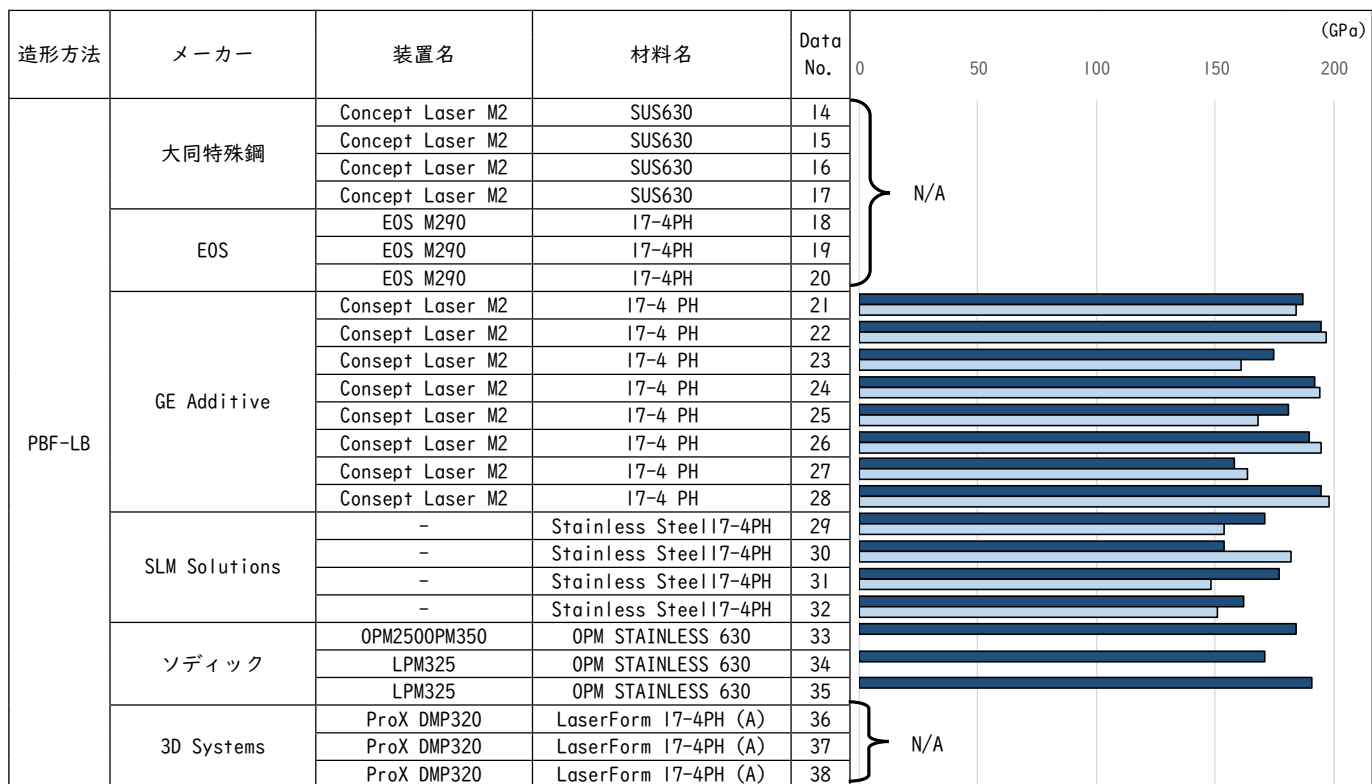


図 3.2.8 SUS630・17-4PH ヤング率（引張試験片の採取方向記載あり）■ 水平方向 ■ 垂直方向

3. ステンレス系 その他

(1) 引張試験片の採取方向記載なし

造形方法	メーカー	装置名	材料名	後処理	硬さ	引張強さ (MPa)	耐力または降伏応力 (MPa)
BJT	DesktopMetal	Production System P-1 or P-50	420 Stainless Steel	Tempered	46±2HRC	1500±50 ^{※2}	1130±50 ^{※2}
			High Carbon Martensitic Stainless Steel	As Sintered	58±1HRC	1104 ^{※2}	-
			High Strength & Hardness Stainless Steel	Solutionized & Aged	49.1±0.9HRC	1595±33 ^{※2}	1480±32 ^{※2}

(2) 引張試験片の採取方向記載あり

造形方法	メーカー	装置名	材料名	後処理	硬さ	引張強さ (MPa)		耐力または降伏応力 (MPa)	
						水平方向	垂直方向	水平方向	垂直方向
PBF-LB	EOS	EOS M290	PHI	As Built	-	1200±50	1200±50	1025±85	930±75
			PHI	Heat Treated	typical 43HRC	1450±100	1440±100	1350±100	1300±100
	SLM Solutions	-	Stainless Steel 15-5PH	As Built	373±3HV10	1237±6	1206±66	831±18	873±47
			Stainless Steel 15-5PH	Heat Treated	459±6HV10	1426±15	1426±17	1244±58	1289±13
	ソディック	OPM250 OPM350	SUPERSTAR21 (SUS420J2)	None	53HRC	1787	-	534	-
				1025℃焼入れ 190℃戻し	55HRC	2046	-	1343	-
		OPM250 OPM350 LPM325	SUPERSTAR21 (SUS420J2)	None	52.0HRC	1211	-	490	-
				1020℃焼入れ 190℃戻し	52.5HRC	1948	-	1323	-

※1 第四章 3Dプリンタ機械的特性データ出典参照

※2 水平方向

伸び (%)	ヤング率 (GPa)	相対密度 (%)	密度 (g/cm ³)	造形速度 (cm ³ /h)	備考	出典 ^{※1}	Data No.
5.9±3.4	210	-	7.6	-		⑫	1
0.6 ^{※2}	-	-	7.64	-	440C	⑫	2
8.9±1.9	197	-	7.54 ±0.01	-		⑫	3

伸び (%)		ヤング率 (GPa)		相対密度 (%)	密度 (g/cm ³)	造形速度 (cm ³ /h)	備考	出典 ^{※1}	Data No.
水平方向	垂直方向	水平方向	垂直方向						
17±4	14±4	-	-	approx. 100	~7.7	~7.0		⑱	4
15±3	13±3	-	-	approx. 100	~7.7	~7.0		⑱	5
17±1	14±1	174±8	182±15	>99.5	7.8	10.4	Layer thickness 30 μm	⑳	6
14±1	12±1	199±31	188±7	>99.5	7.8	10.4	Layer thickness 30 μm	⑳	7
4.6	-	194	-	-	-	5.9(Single) 11.9(Parallel)	C00041	㉑	8
7.2	-	195	-	-	-	5.9(Single) 11.9(Parallel)	C00041	㉑	9
1.2	-	189	-	-	-	24.9(Single)	C00042	㉑	10
4.8	-	200	-	-	-	24.9(Single)	C00042	㉑	11

4. マルエージング鋼

(1) 引張試験片の採取方向記載なし

造形方法	メーカー	装置名	材料名	後処理	硬さ	引張強さ (MPa)	耐力または降伏応力 (MPa)
PBF-LB	松浦機械製作所	-	マツウラ マルエージングII (18Ni300)	造形のみ	36 ± 1HRC	1150 ~ 1200	1000 ~ 1100
			マツウラ マルエージングII (18Ni300)	時効処理後	53 ± 1HRC	1900 ~ 1970	1850 ~ 1900
			マツウラ マルエージング コバルトフリー	造形のみ	35 ± 1HRC	1060 ~ 1110	750 ~ 900
			マツウラ マルエージング コバルトフリー	時効処理後	52 ± 1HRC	1720 ~ 1760	1430 ~ 1620
	EOS	EOS M400	MaragingSteel MSI	As Built	-	1200 ^{※2}	1070 ^{※2}
			MaragingSteel MSI	Heat Treated	50 ~ 56HRC	2080 ± 100 ^{※2}	2030 ± 100 ^{※2}

(2) 引張試験片の採取方向記載あり

造形方法	メーカー	装置名	材料名	後処理	硬さ	引張強さ (MPa)		耐力または降伏応力 (MPa)	
						水平方向	垂直方向	水平方向	垂直方向
PBF-LB	EOS	EOS M290	ToolSteel I.2709	Heat Treated	57HRC	2250	2260	2170	2180
	GE Additive	Concept Laser M2 Series 5	MaragingSteel M300	As Built	370HV10 ^{※3}	1115	1180	820	1095
			MaragingSteel M300	SOLN+AGE	675HV10 ^{※3}	2255	2255	2175	2175
			MaragingSteel M300	As Built	356HV10 ^{※3}	1140	1195	950	1135
			MaragingSteel M300	SOLN+AGE	636HV10 ^{※3}	2175	2190	2100	2115
			MaragingSteel M300	As Built	351HV10 ^{※3}	1105	1155	840	1035
			MaragingSteel M300	SOLN+AGE	675HV10 ^{※3}	2270	2290	2200	2220
			MaragingSteel M300	As Built	363HV10 ^{※3}	1160	1200	970	1145
			MaragingSteel M300	SOLN+AGE	641HV10 ^{※3}	2165	2175	2090	2100
	SLM Solutions	-	Tool Steel I.2709(A646)	As Built	654 ± 8HV10	1190 ± 20	1213 ± 20	999 ± 8	1076 ± 15
			Tool Steel I.2709(A646)	Heat Treated	608 ± 5HV10	2038 ± 20	2111 ± 20	1962 ± 8	1937 ± 17
			Tool Steel I.2709(A646)	As Built	342 ± 22HV10	1174 ± 20	1175 ± 24	965 ± 25	970 ± 32
			Tool Steel I.2709(A646)	Heat Treated	575 ± 10HV10	1940 ± 34	2021 ± 28	1789 ± 35	1978 ± 23
			Tool Steel I.2709(A646)	As Built	-	1168 ± 20	1091 ± 36	931 ± 25	943 ± 53
			Tool Steel I.2709(A646)	Heat Treated	552 ± 6HV10	1975 ± 20	1921 ± 20	1894 ± 2	1921 ± 17
	ソディック	OPM250 OPM350 LPM325	ULTRA2I	None	37.2HRC	1157	-	899	-
			ULTRA2I	485°C3H, Air Cooling	56.6HRC	2091	-	2018	-
			ULTRA2I	None	38.2HRC	1189	-	902	-
			ULTRA2I	485°C3H, Air Cooling	55.0HRC	2032	-	1901	-
OPM250 OPM350		OPM HYPER I	None	35.7HRC	1093	-	946	-	
OPM250 OPM350 LPM325		OPM HYPER I	485°C6H, Air Cooling	52.1HRC	1782	-	1670	-	

※1 第四章 3Dプリンタ機械的特性データ出典参照

※2 水平方向と垂直方向の平均値

※3 水平方向

※4 垂直方向

※5 換算値 (有効数字2桁)

伸び (%)	ヤング率 (GPa)	相対密度 (%)	密度 (g/cm ³)	造形速度 (cm ³ /h)	備考	出典 ^{※1}	Data No.
11±1	-	-	-	-		⑯	1
2.5±1.5	-	-	-	-		⑯	2
14±0.5	-	-	-	-		⑯	3
6±0.5	-	-	-	-		⑯	4
11 ^{※2}	-	-	8.0~8.1	19.8	水平方向と垂直方向の平均値 Layer thickness 50μm	⑱	5
2±1 ^{※2}	-	-	-	19.8	水平方向と垂直方向の平均値 Layer thickness 50μm	⑱	6

伸び (%)		ヤング率 (GPa)		相対密度 (%)	密度 (g/cm ³)	造形速度 (cm ³ /h)	備考	出典 ^{※1}	Data No.
水平方向	垂直方向	水平方向	垂直方向						
4.2	3.3	-	-	-	>8.05	15 ^{※5}	Layer thickness 40μm	⑱	7
15.0	13.5	152	153	qq.q ^{※3} qq.q ^{※4}	-	11.4	Base Parameter 194	⑭	8
3.0	3.0	183	184	qq.q ^{※3} qq.q ^{※4}	-	11.4	Base Parameter 194	⑭	9
13.5	13.0	150	165	qq.q ^{※3} qq.q ^{※4}	-	7.8	Surface Parameter 170	⑭	10
3.0	2.0	190	192	qq.q ^{※3} qq.q ^{※4}	-	7.8	Surface Parameter 170	⑭	11
14.5	2.5	156	162	qq.q ^{※3} qq.q ^{※4}	-	18.0	Productivity Parameter 205 / 221	⑭	12
3.0	2.5	187	187	qq.q ^{※3} qq.q ^{※4}	-	18.0	Productivity Parameter 205 / 221	⑭	13
14.0	13.0	149	162	qq.q ^{※3} qq.q ^{※4}	-	8.6	Hybrid Parameter 171	⑭	14
3.5	3.5	188	189	qq.q ^{※3} qq.q ^{※4}	-	8.6	Hybrid Parameter 171	⑭	15
14±5	10±2	168±4	181±2	≒qq.5	-	10.0	Layer thickness 30μm	⑳	16
8±2	4±2	192±4	203±4	≒qq.5	-	10.0	Layer thickness 30μm	⑳	17
14±5	12±2	170±8	182±6	≒qq.5	-	10.0	Layer thickness 50μm	⑳	18
6±2	5±2	198±40	199±2	≒qq.5	-	10.0	Layer thickness 50μm	⑳	19
13±5	11±5	172±11	167±10	≒qq.5	-	10.0	Layer thickness 60μm	⑳	20
6±2	4±2	190±9	185±8	≒qq.5	-	10.0	Layer thickness 60μm	⑳	21
22.2	-	153	-	-	-	5.0(Single) 14.9(Parallel)	C00002	㉑	22
1.7	-	170	-	-	-	5.0(Single) 14.9(Parallel)	C00002	㉑	23
25.3	-	151	-	-	-	16.3(Single)	C00026	㉑	24
5.7	-	186	-	-	-	16.3(Single)	C00026	㉑	25
19.7	-	153	-	-	-	5.0(Single) 14.9(Parallel)	コバルト free C00051	㉑	26
4.8	-	157	-	-	-	5.0(Single) 14.9(Parallel)	コバルト free C00051	㉑	27

4. マルエージング鋼

(2)引張試験片の採取方向記載あり

造形方法	メーカー	装置名	材料名	後処理	硬さ	引張強さ (MPa)		耐力または降伏応力 (MPa)	
						水平方向	垂直方向	水平方向	垂直方向
PBF-LB	山陽特殊製鋼	-	QM300	Solution Ageing	53HRC	1930	-	1850	-
			Co77-マルエージング鋼	Solution Ageing	53HRC	1950	-	1770	-
	3D Systems	ProX DMP 320	LaserForm Maraging Steel (A)	As Built	35±3HRC	1230±70	1220±20	1080±90	1090±50
			LaserForm Maraging Steel (A)	Ageing1	55±3HRC	2210±30	2120±30	2125±30	2030±60
			LaserForm Maraging Steel (A)	Ageing2	55±3HRC	2260±30	2160±90	2180±40	2070±80
		ProX DMP 200 ProX DMP 300	LaserForm Maraging Steel (B)	As Built	36±2HRC	1180±20	1050±40	950±60	780±60
			LaserForm Maraging Steel (B)	After Stress Relief	33±2HRC	1130±20	1100±40	800±50	790±50
			LaserForm Maraging Steel (B)	After Ageing	55±3HRC	2190±50	2140±50	1870±80	1750±80
		DMP Flex Factory 350 ProX DMP 320	Certified M789 (A)	Solution annealing+ageing	52±1HRC	1880±25	1830±25	1730±40	1690±40
			Certified M789 (A)	Solution annealing+ageing	52±1HRC	1880±25	1840±20	1740±35	1710±20

※1 第四章 3Dプリンタ機械的特性データ出典参照

伸び (%)		ヤング率 (GPa)		相対密度 (%)	密度 (g/cm ³)	造形速度 (cm ³ /h)	備考	出典 ^{※1}	Data No.
水平方向	垂直方向	水平方向	垂直方向						
8	-	-	-	-	-	-		⑱	28
4	-	-	-	-	-	-		⑱	29
13±2	13±2	-	-	>99.8	8.1	-		㉔	30
5±2	5±2	-	-	>99.8	8.1	-		㉔	31
5±2	2±1	-	-	>99.8	8.1	-		㉔	32
13±3	13±3	160±30	145±30	>99.5	8.06	-		㉔	33
13±3	13±3	160±20	155±20	>99.5	8.06	-		㉔	34
3±1.5	1.5±0.5	185±20	165±20	>99.5	8.06	-		㉔	35
12±4	9±3	-	-	≧99.8	7.715	-	Layer thickness 30 μm	㉔	36
10±3	10±2	-	-	≧99.8	7.715	-	Layer thickness 60 μm	㉔	37

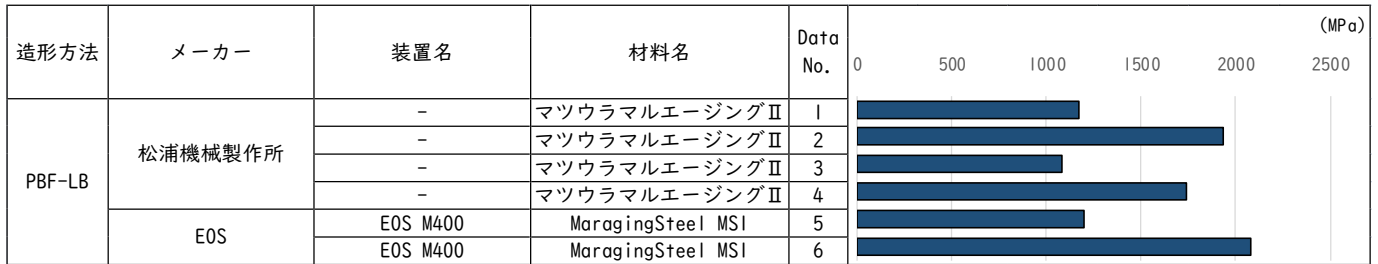


図 3.4.1 マルエージング鋼 引張強さ(引張試験片の採取方向記載なし)

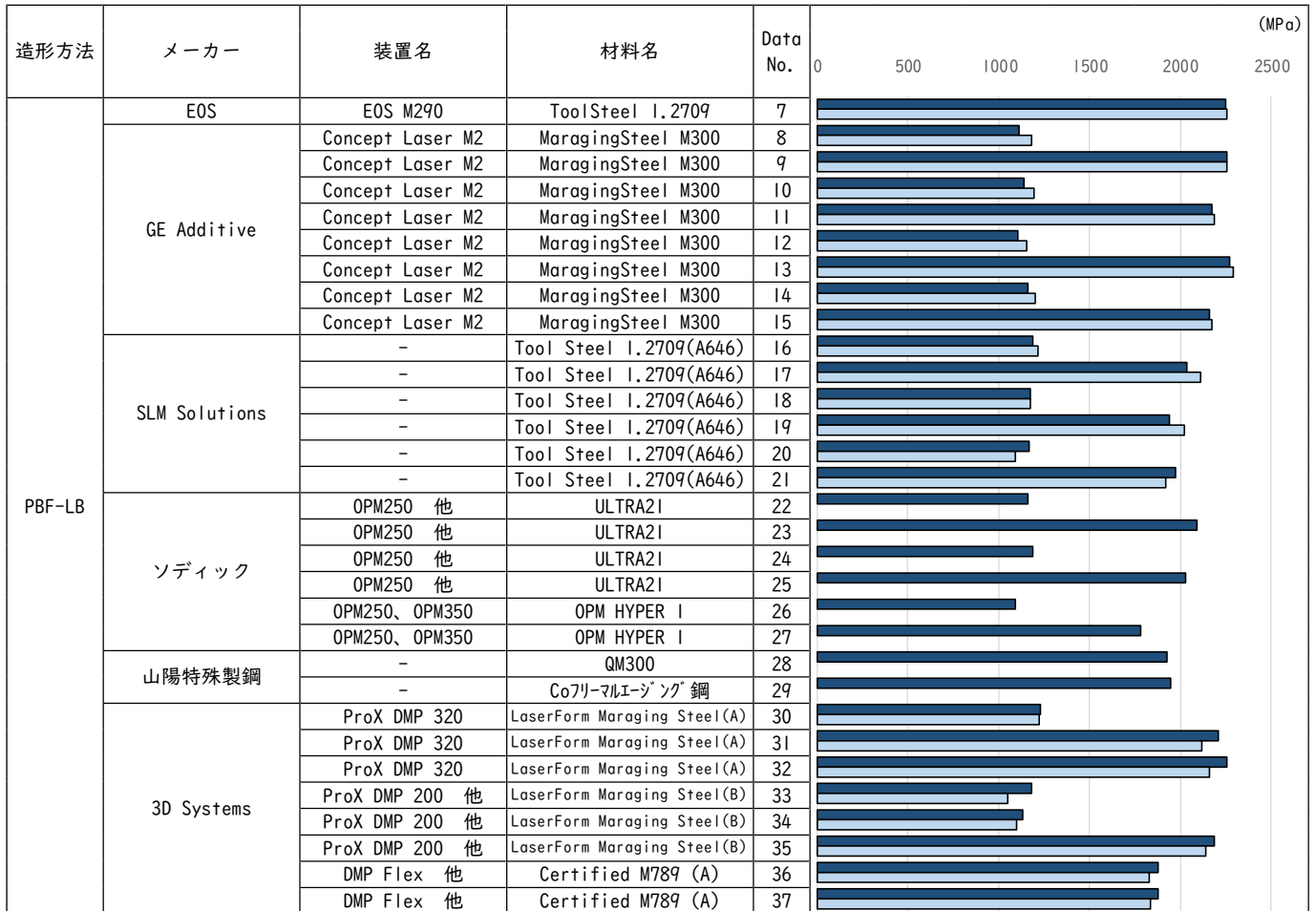


図 3.4.2 マルエージング鋼 引張強さ (引張試験片の採取方向記載あり) ■ 水平方向 □ 垂直方向

造形方法	メーカー	装置名	材料名	Data No.	(MPa)					
					0	500	1000	1500	2000	2500
PBF-LB	松浦機械製作所	-	マツウラマルエージングⅡ	1						
		-	マツウラマルエージングⅡ	2						
		-	マツウラマルエージングⅡ	3						
		-	マツウラマルエージングⅡ	4						
	EOS	EOS M400	MaragingSteel MSI	5						
		EOS M400	MaragingSteel MSI	6						

図 3.4.3 マルエージング鋼 耐力または降伏応力(引張試験片の採取方向記載なし)

造形方法	メーカー	装置名	材料名	Data No.	(MPa)						
					0	500	1000	1500	2000	2500	
PBF-LB	EOS	EOS M290	ToolSteel I.2709	7							
		GE Additive	Concept Laser M2	MaragingSteel M300	8						
			Concept Laser M2	MaragingSteel M300	9						
			Concept Laser M2	MaragingSteel M300	10						
			Concept Laser M2	MaragingSteel M300	11						
			Concept Laser M2	MaragingSteel M300	12						
			Concept Laser M2	MaragingSteel M300	13						
	Concept Laser M2		MaragingSteel M300	14							
	SLM Solutions	-	Tool Steel I.2709(A646)	16							
		-	Tool Steel I.2709(A646)	17							
		-	Tool Steel I.2709(A646)	18							
		-	Tool Steel I.2709(A646)	19							
		-	Tool Steel I.2709(A646)	20							
	ソディック	-	ULTRA21	22							
		OPM250 他	ULTRA21	23							
		OPM250 他	ULTRA21	24							
		OPM250 他	ULTRA21	25							
		OPM250、OPM350	OPM HYPER I	26							
		OPM250、OPM350	OPM HYPER I	27							
	山陽特殊製鋼	-	QM300	28							
		-	Co7リ-マルエ-ジ-ン-グ 鋼	29							
	3D Systems	ProX DMP 320	LaserForm Maraging Steel(A)	30							
		ProX DMP 320	LaserForm Maraging Steel(A)	31							
		ProX DMP 320	LaserForm Maraging Steel(A)	32							
		ProX DMP 200 他	LaserForm Maraging Steel(B)	33							
		ProX DMP 200 他	LaserForm Maraging Steel(B)	34							
		ProX DMP 200 他	LaserForm Maraging Steel(B)	35							
		DMP Flex 他	Certified M789 (A)	36							
		DMP Flex 他	Certified M789 (A)	37							

図 3.4.4 マルエージング鋼 耐力または降伏応力(引張試験片の採取方向記載あり) ■ 水平方向 ■ 垂直方向

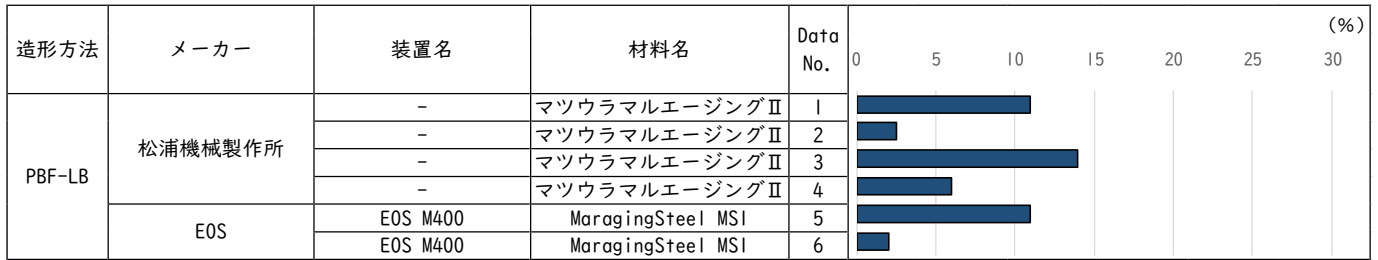


図 3.4.5 マルエージング鋼 伸び (引張試験片の採取方向記載なし)

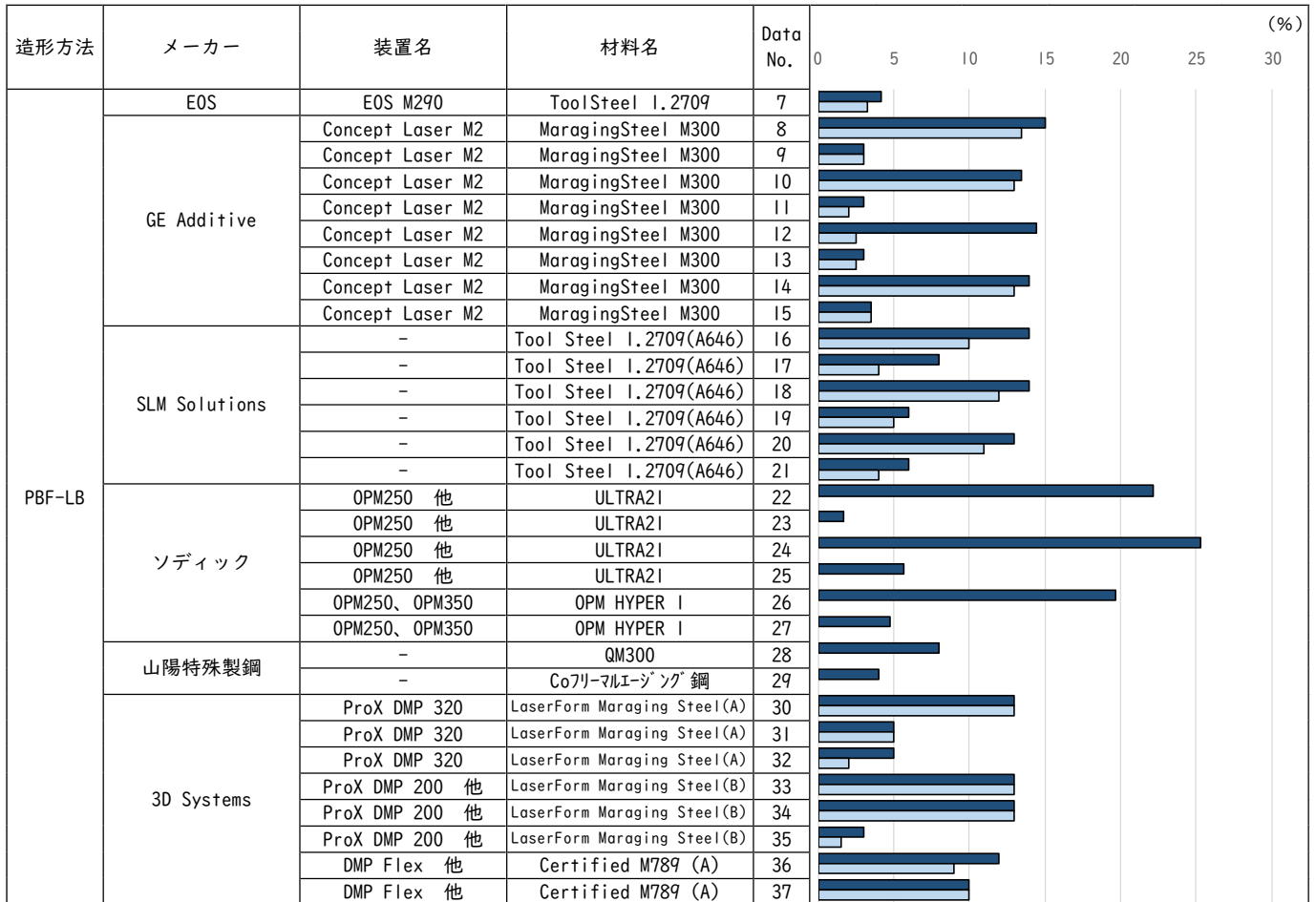


図 3.4.6 マルエージング鋼 伸び (引張試験片の採取方向記載あり) ■ 水平方向 □ 垂直方向

造形方法	メーカー	装置名	材料名	Data No.	(GPa)
PBF-LB	松浦機械製作所	-	マツウラマルエージングⅡ	1	N/A
		-	マツウラマルエージングⅡ	2	
		-	マツウラマルエージングⅡ	3	
		-	マツウラマルエージングⅡ	4	
	EOS	EOS M400	MaragingSteel MSI	5	
		EOS M400	MaragingSteel MSI	6	

図 3.4.7 マルエージング鋼 ヤング率 (引張試験片の採取方向記載なし)

造形方法	メーカー	装置名	材料名	Data No.	(GPa)
PBF-LB	EOS	EOS M290	ToolSteel I.2709	7	N/A
	GE Additive	Concept Laser M2	MaragingSteel M300	8	~150
		Concept Laser M2	MaragingSteel M300	9	~180
		Concept Laser M2	MaragingSteel M300	10	~160
		Concept Laser M2	MaragingSteel M300	11	~190
		Concept Laser M2	MaragingSteel M300	12	~150
		Concept Laser M2	MaragingSteel M300	13	~180
		Concept Laser M2	MaragingSteel M300	14	~160
		Concept Laser M2	MaragingSteel M300	15	~180
	SLM Solutions	-	Tool Steel I.2709(A646)	16	~170
		-	Tool Steel I.2709(A646)	17	~190
		-	Tool Steel I.2709(A646)	18	~180
		-	Tool Steel I.2709(A646)	19	~200
		-	Tool Steel I.2709(A646)	20	~170
		-	Tool Steel I.2709(A646)	21	~180
	ソディック	OPM250 他	ULTRA2I	22	~150
		OPM250 他	ULTRA2I	23	~170
		OPM250 他	ULTRA2I	24	~150
		OPM250 他	ULTRA2I	25	~180
		OPM250、OPM350	OPM HYPER I	26	~150
		OPM250、OPM350	OPM HYPER I	27	~160
	山陽特殊製鋼	-	QM300	28	N/A
		-	Co7リ-マルエージング鋼	29	
	3D Systems	ProX DMP 320	LaserForm Maraging Steel(A)	30	N/A
		ProX DMP 320	LaserForm Maraging Steel(A)	31	
		ProX DMP 320	LaserForm Maraging Steel(A)	32	
		ProX DMP 200 他	LaserForm Maraging Steel(B)	33	~160
		ProX DMP 200 他	LaserForm Maraging Steel(B)	34	~150
		ProX DMP 200 他	LaserForm Maraging Steel(B)	35	~180
		DMP Flex 他	Certified M789 (A)	36	N/A
		DMP Flex 他	Certified M789 (A)	37	

図 3.4.8 マルエージング鋼 ヤング率 (引張試験片の採取方向記載あり) ■ 水平方向 □ 垂直方向

5. 合金工具鋼

(1) 引張試験片の採取方向記載なし

造形方法	メーカー	装置名	材料名	後処理	硬さ	引張強さ (MPa)	耐力または降伏応力 (MPa)
BJT	DesktopMetal	Production System P-1	H13 Tool Steel	Heat Treated	425HV	1520±40	1400±40
MEX	Markforged	MetalX	SKD61(H13)	As Sintered	40HRC	1420	800
			SKD61(H13)	Heat Treated	45HRC	1500	1250
		-	SKD11(D2)	As Sintered	54HRC	-	830
			SKD11(D2)	Heat Treated	60HRC	-	1690
			SKD12(A2)	As Sintered	52HRC	-	850
			SKD12(A2)	Heat Treated	58HRC	-	-
	DesktopMetal	Studio System 2	H13 v.2 Tool Steel	After Quench & Temper	46HRC	1700 ^{※2}	1370 ^{※2}
			H13 v.2 Tool Steel	Heat Treated	56HRC	2065 ^{※2}	1620 ^{※2}

(2) 引張試験片の採取方向記載あり

造形方法	メーカー	装置名	材料名	後処理	硬さ	引張強さ (MPa)		耐力または降伏応力 (MPa)	
						水平方向	垂直方向	水平方向	垂直方向
PBF-LB	大同特殊鋼	Concept Laser M2	HTC 40	As Built	42HRC	1321	-	1232	-
			HTC 40	造形後焼戻し	44HRC	1403	-	1235	-
			HTC 45	As Built	44HRC	1728	-	1493	-
			HTC 45	造形後焼戻し	50HRC	1446	-	1269	-
			LTX	As Built	42HRC	1302	-	1136	-
			LTX	造形後焼戻し	47HRC	1488	-	1384	-
	GE Additive	Concept Laser M2 Series 5	M2 Series 5 Steel H13	As Built	547HV10	1565	1915	980	1035
			M2 Series 5 Steel H13	Austenitizing +Tempering	550HV10	1765	1800	1460	1475
	SLM Solutions	-	Tool Steel 1.2344 (A681 H13)	As Built	-	1244±106	1360±86	987±39	-
			Tool Steel 1.2344 (A681 H13)	Heat Treated	-	1719±239	1720±99	1528±32	-

※1 第四章 3Dプリンタ機械的特性データ出典参照

※2 水平方向

※3 垂直方向

伸び (%)	ヤング率 (GPa)	相対密度 (%)	密度 (g/cm ³)	造形速度 (cm ³ /h)	備考	出典 ^{※1}	Data No.
2±0.8	-	-	7.4	-		⑫	1
5	-	≧94.5	-	-		⑮	2
5	-	≧94.5	-	-		⑮	3
-	170	97	-	-		⑮	4
-	187	97	-	-		⑮	5
-	180	≧94.5	-	-		⑮	6
-	180	≧94.5	-	-		⑮	7
2.8	196	-	7.36	-		⑫	8
9.1	-	-	7.8	-		⑫	9

伸び (%)		ヤング率 (GPa)		相対密度 (%)	密度 (g/cm ³)	造形速度 (cm ³ /h)	備考	出典 ^{※1}	Data No.
水平方向	垂直方向	水平方向	垂直方向						
15.1	-	-	-	≧99.9%	-	-	SKD61系ダイス鋼	⑪	10
15.5	-	204	-	≧99.9%	-	-	SKD61系ダイス鋼	⑪	11
13.4	-	204	-	≧99.9%	-	-	SKD61系ダイス鋼	⑪	12
13.9	-	204	-	≧99.9%	-	-	SKD61系ダイス鋼	⑪	13
15.7	-	200	-	≧99.9%	-	-	SKD61系ダイス鋼	⑪	14
13.6	-	200	-	≧99.9%	-	-	SKD61系ダイス鋼	⑪	15
2.5	6.5	168	162	99.9 ^{※2} 99.9 ^{※3}	-	17.4		⑭	16
8.0	8.5	199	198	99.9 ^{※2} 99.9 ^{※3}	-	17.4		⑭	17
2±2	1±2	203±23	-	≧99.5	≧8.0	10.4	Layer thickness 30μm	⑳	18
4±2	9±2	-	-	≧99.5	≧8.0	10.4	Layer thickness 30μm	⑳	19

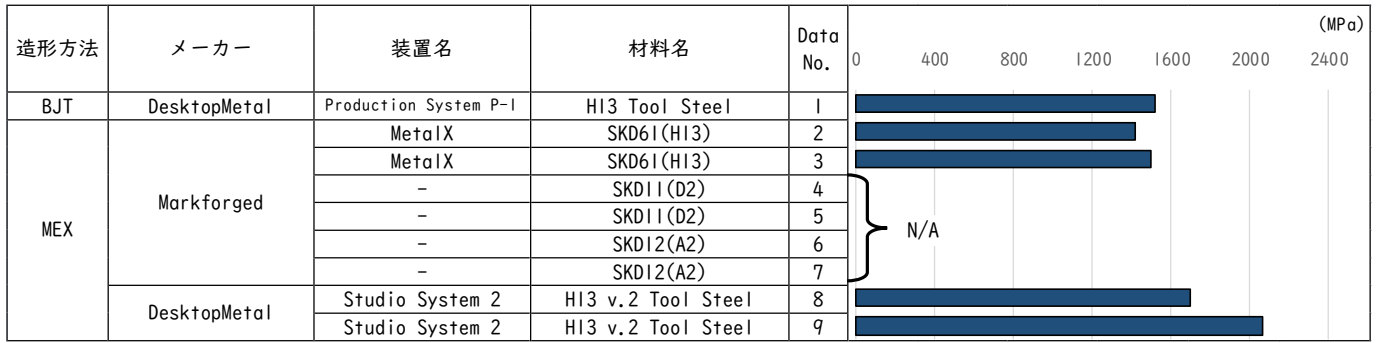


図 3.5.1 合金工具鋼 引張強さ (引張試験片の採取方向記載なし)

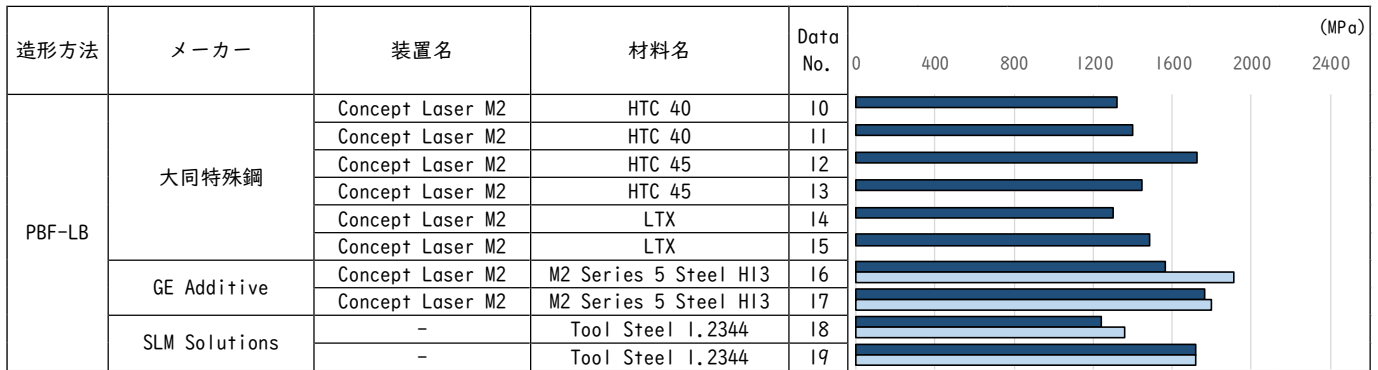


図 3.5.2 合金工具鋼 引張強さ (引張試験片の採取方向記載あり) ■ 水平方向 ■ 垂直方向



図 3.5.3 合金工具鋼 耐力または降伏応力 (引張試験片の採取方向記載なし)

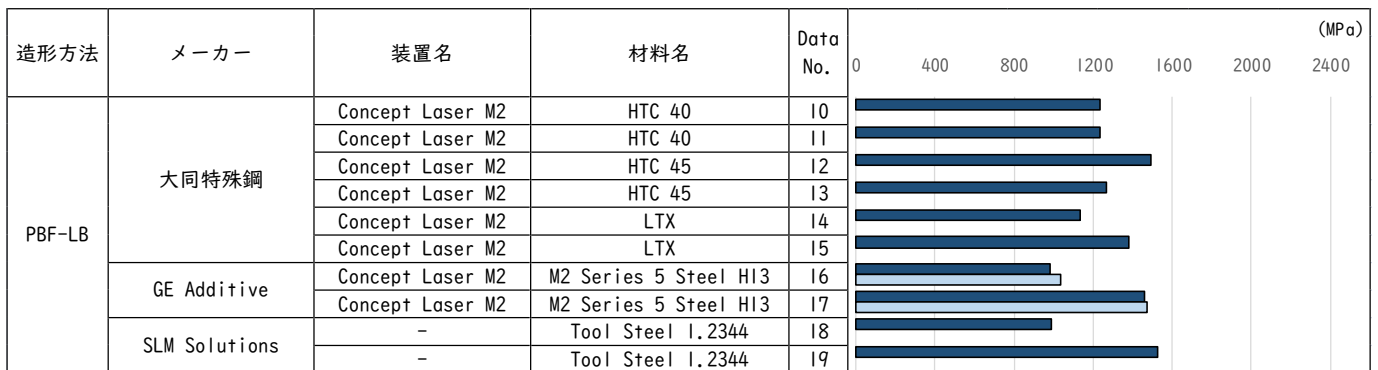


図 3.5.4 合金工具鋼 耐力または降伏応力 (引張試験片の採取方向記載あり) ■ 水平方向 ■ 垂直方向

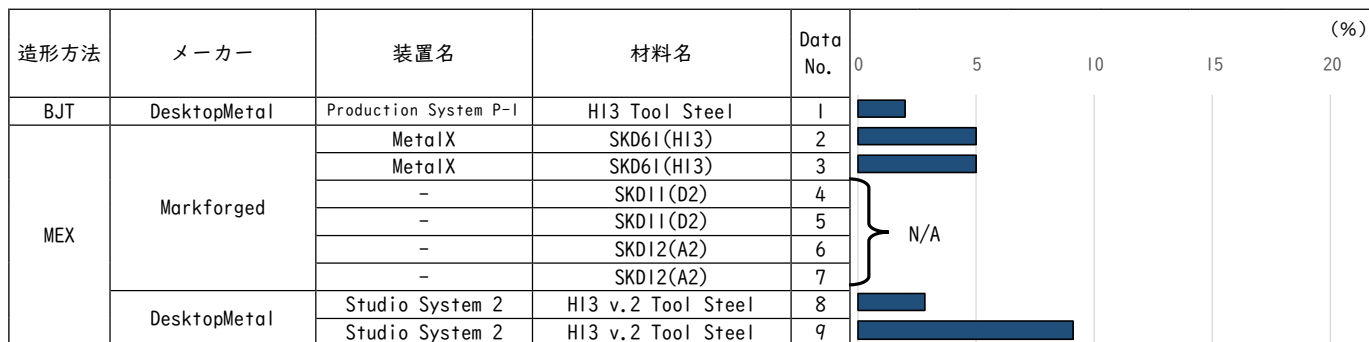


図 3.5.5 合金工具鋼 伸び (引張試験片の採取方向記載なし)

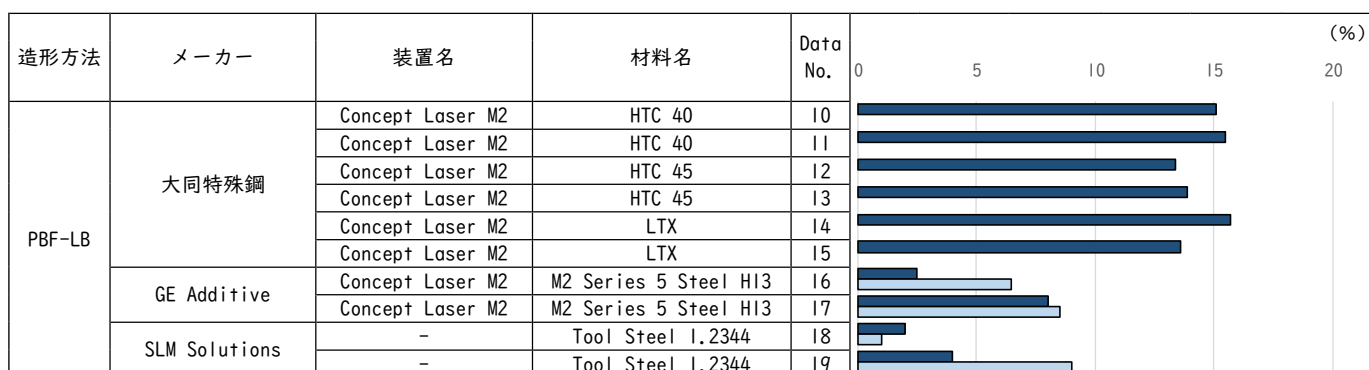


図 3.5.6 合金工具鋼 伸び (引張試験片の採取方向記載あり) ■ 水平方向 ■ 垂直方向



図 3.5.7 合金工具鋼 ヤング率 (引張試験片の採取方向記載なし)

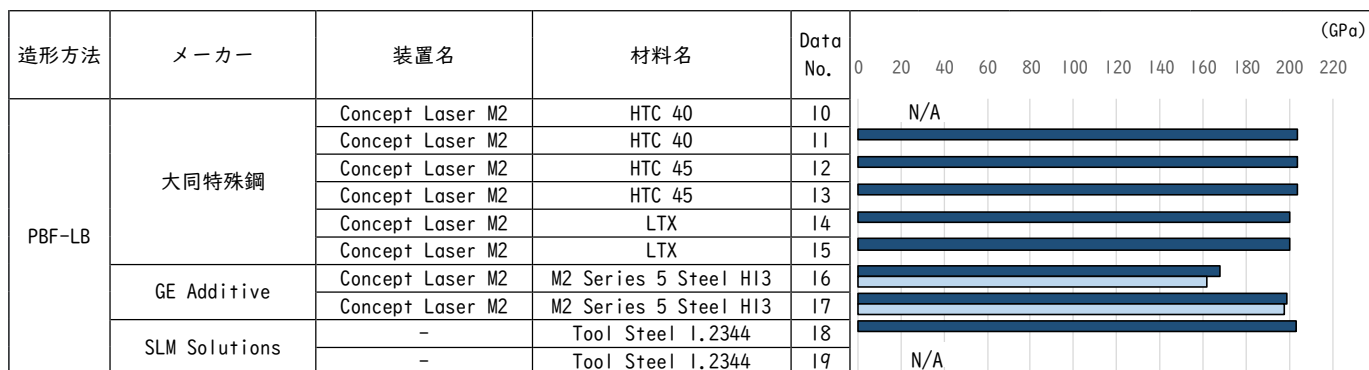


図 3.5.8 合金工具鋼 ヤング率 (引張試験片の採取方向記載あり) ■ 水平方向 ■ 垂直方向

6. 鉄系 その他

(1) 引張試験片の採取方向記載なし

造形方法	メーカー	装置名	材料名	後処理	硬さ	引張強さ (MPa)	耐力または降伏応力 (MPa)
BJT	DesktopMetal	Production System P-1 or P-50	Low-Alloy Steel (SAE 4140)	Quenched & Tempered	47.1 ± 0.7HRC	1880 ± 29 ^{※2}	1455 ± 34 ^{※2}
			S7 Shock Resistant Tool Steel Alloy	After Quench & Temper	51 ± 2HRC	1790 ± 50 ^{※2}	1540 ± 35 ^{※2}
			S7 Shock Resistant Tool Steel Alloy	After HIP & heat treatment	53.7 ± 2HRC	2080 ± 22 ^{※2}	1575 ± 67 ^{※2}
MEX	DesktopMetal	Studio System 2	4140 Chromoly Steel	After Quench & Temper	45HRC	1730 ^{※2}	1295 ^{※2}

(2) 引張試験片の採取方向記載あり

造形方法	メーカー	装置名	材料名	後処理	硬さ	引張強さ (MPa)		耐力または降伏応力 (MPa)	
						水平方向	垂直方向	水平方向	垂直方向
DED	Meltio	M450	Meltio Mild Steel ER70S	-	-	598 ± 5	525 ± 12	484 ± 8	402 ± 37
PBF-LB	SLM Solutions	-	Fe-Alloy Invar 36	As Built	149 ± 2HV10	508 ± 15	443 ± 15	404 ± 4	352 ± 4
			Fe-Alloy Invar 36	Heat Treated	-	510 ± 15	443 ± 5	392 ± 14	354 ± 4

※1 第四章 3Dプリンタ機械的特性データ出典参照

※2 水平方向

伸び (%)	ヤング率 (GPa)	相対密度 (%)	密度 (g/cm ³)	造形速度 (cm ³ /h)	備考	出典 ^{※1}	Data No.
4.8±1.1	203±9	-	7.5	-		⑫	1
2.30±0.75	185	-	7.5	-		⑫	2
7.7±1	185	-	7.8	-		⑫	3
5.9	190	-	7.54	-		⑫	4

伸び (%)		ヤング率 (GPa)		相対密度 (%)	密度 (g/cm ³)	造形速度 (cm ³ /h)	備考	出典 ^{※1}	Data No.
水平方向	垂直方向	水平方向	垂直方向						
71±1	15±9	-	-	-	-	-		⑰	5
31±5	35±5	153±11	131±8	>99.5	-	10.0	Layer thickness 30μm	⑳	6
33±5	34±5	138±13	126±5	>99.5	-	10.0	Layer thickness 30μm	⑳	7

7. 銅系

(1) 引張試験片の採取方向記載なし

造形方法	メーカー	装置名	材料名	後処理	硬さ	引張強さ (MPa)	耐力または降伏応力 (MPa)
BJT	DesktopMetal	Production System P-1 or P-50	High Purity Copper, 99.95%+	As Sintered	-	174±5 ^{※2}	37±3 ^{※2}
MEX	DesktopMetal	Studio System	Copper	As Sintered	-	195	45
	Markforged	MetalX	Copper	As Sintered	-	193	26
PBF-LB	EOS	EOS M290	Cu	Manufactured	-	200	180
			Cu	Heat Treated	-	190	140
			CuCP	Manufactured	-	~235	~165
			CuCP	Heat Treated	-	~220	~110
		EOS M400	CuCrZr	Manufactured	-	210	160
			CuCrZr	Heat Treated	-	300	200

(2) 引張試験片の採取方向記載あり

造形方法	メーカー	装置名	材料名	後処理	硬さ	引張強さ (MPa)		耐力または降伏応力 (MPa)	
						水平方向	垂直方向	水平方向	垂直方向
PBF-LB	山陽特殊製鋼	-	Cu合金(高導電率)	Ageing	-	250	-	150	-
			Cu合金(高強度)	Ageing	-	350	-	100	-
	SLM Solutions	-	Cu-Alloy CuNi2SiCr	As Built	105±1HV10	314±2	281±4	260±4	239±2
			Cu-Alloy CuNi2SiCr	Heat Treated	214±3HV10	666±5	613±3	580±5	543±4
			Cu-Alloy CuNi2SiCr	As Built	109±3HV10	318±4	280±4	249±3	226±3
			Cu-Alloy CuNi2SiCr	Heat Treated	225±1HV10	674±20	633±13	584±15	551±9

※1 第四章 3Dプリンタ機械的特性データ出典参照

※2 水平方向

※3 換算値 (有効数字2桁)

伸び (%)	ヤング率 (GPa)	相対密度 (%)	密度 (g/cm ³)	造形速度 (cm ³ /h)	備考	出典 ^{※1}	Data No.
28±5	-	-	8.65 ±0.05	-		⑫	1
37	-	-	8.75	-		⑫	2
45	-	98	-	-		⑮	3
5	-	-	-	6.1 ^{※3}	Layer thickness 20 μm	⑱	4
20	-	-	-	6.1 ^{※3}	Layer thickness 20 μm	⑱	5
~45	-	-	-	19 ^{※3}	Layer thickness 40 μm	⑱	6
~50	-	-	-	19 ^{※3}	Layer thickness 40 μm	⑱	7
40	-	-	-	43 ^{※3}	Layer thickness 80 μm	⑱	8
30	-	-	-	43 ^{※3}	Layer thickness 80 μm	⑱	9

伸び (%)		ヤング率 (GPa)		相対密度 (%)	密度 (g/cm ³)	造形速度 (cm ³ /h)	備考	出典 ^{※1}	Data No.
水平方向	垂直方向	水平方向	垂直方向						
23	-	-	-	-	-	-	電気伝導率88%IACS	⑲	10
28	-	-	-	-	-	-	電気伝導率84%IACS	⑲	11
36±2	40±1	98±8	95±5	>99.5	-	11.7	Layer thickness 30 μm / 400W	⑳	12
18±1	23±2	114±6	105±2	>99.5	-	11.7	Layer thickness 30 μm / 400W	⑳	13
37±2	34±2	102±14	87±4	>99.5	-	25.7	Layer thickness 60 μm / 700W	⑳	14
18±1	22±1	110±9	102±2	>99.5	-	25.7	Layer thickness 60 μm / 700W	⑳	15

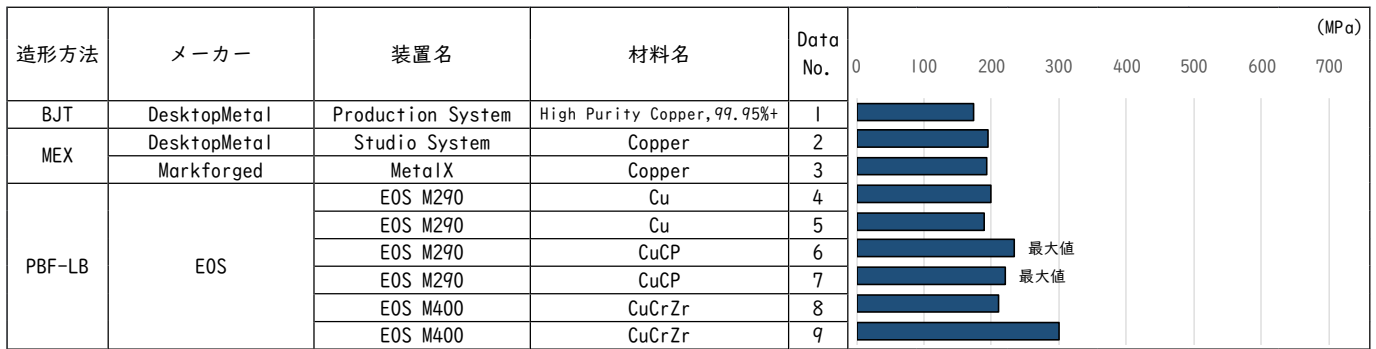


図 3.7.1 銅系 引張強さ (引張試験片の採取方向記載なし)



図 3.7.2 銅系 引張強さ (引張試験片の採取方向記載あり) ■ 水平方向 ■ 垂直方向

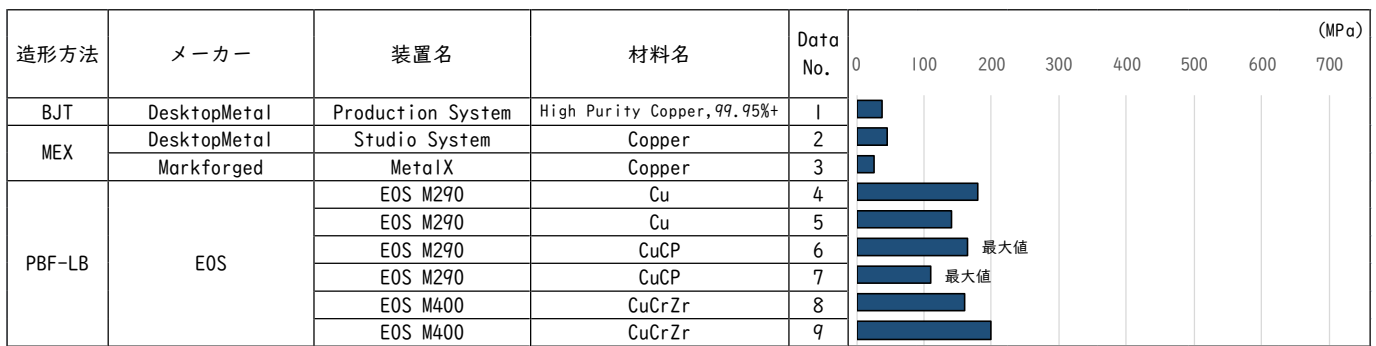


図 3.7.3 銅系 耐力または降伏応力 (引張試験片の採取方向記載なし)



図 3.7.4 銅系 耐力または降伏応力 (引張試験片の採取方向記載あり) ■ 水平方向 ■ 垂直方向

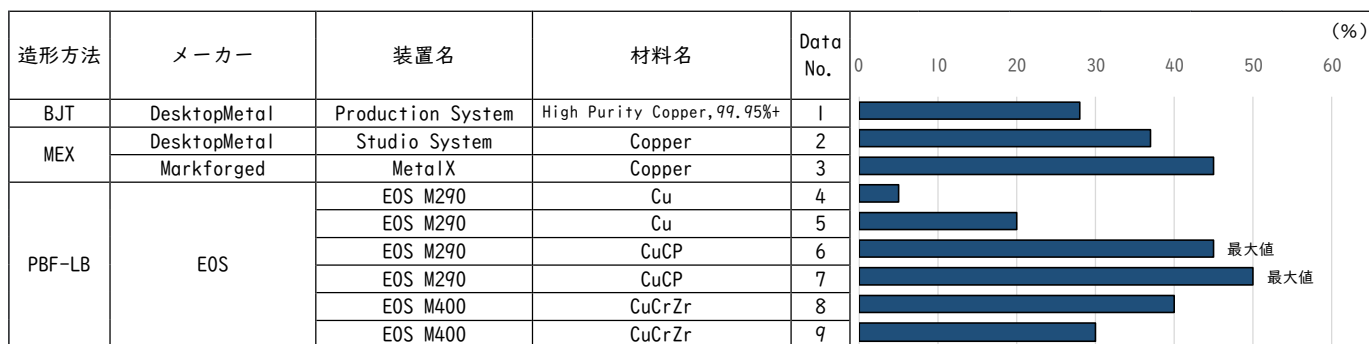


図 3.7.5 銅系 伸び (引張試験片の採取方向記載なし)



図 3.7.6 銅系 伸び (引張試験片の採取方向記載あり) ■ 水平方向 ■ 垂直方向



図 3.7.7 銅系 ヤング率 (引張試験片の採取方向記載なし)

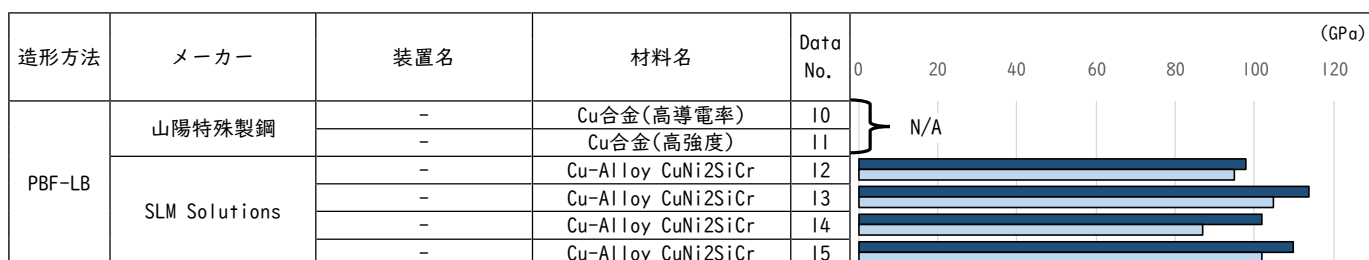


図 3.7.8 銅系 ヤング率 (引張試験片の採取方向記載あり) ■ 水平方向 ■ 垂直方向

8. AISi10Mg

(1) 引張試験片の採取方向記載なし

造形方法	メーカー	装置名	材料名	後処理	硬さ	引張強さ (MPa)	耐力または降伏応力 (MPa)
PBF-LB	松浦機械製作所	-	マツウラ アルミニウム Si10Mg	造形のみ	99±3HBW	400~420	220~240
	EOS	EOS M400	AISi10Mg	As Built	-	395※ ²	244※ ²
			AISi10Mg	After Heat Treated	-	290※ ²	165※ ²

(2) 引張試験片の採取方向記載あり

造形方法	メーカー	装置名	材料名	後処理	硬さ	引張強さ (MPa)		耐力または降伏応力 (MPa)	
						水平方向	垂直方向	水平方向	垂直方向
PBF-LB	EOS	EOS M290	AISi10Mg	As Manufactured	-	460±20	470±20	270±20	230±20
			AISi10Mg	Heat treated	-	340	350	220	225
		EOS M400-4	AISi10Mg	As Manufactured	-	410	440	265	240
	GE Additive	Concept Laser M2 Series 5	Al-Si10-Mg	As Built	122HV5	465	475	270	240
			Al-Si10-Mg	SRI	90HV5	295	300	185	180
	SLM Solutions	-	Al-Alloy AISi10Mg	As Built	124±7HV5	454±5	474±5	297±7	271±7
			Al-Alloy AISi10Mg	Heat Treated	82±1HV5	276±16	280±14	166±12	158±7
			Al-Alloy AISi10Mg	As Built	127±4HV5	443±6	432±28	277±7	259±5
			Al-Alloy AISi10Mg	Heat Treated	80±1HV5	264±5	273±5	151±8	154±6
			Al-Alloy AISi10Mg	As Built	123±7HV5	421±4	424±10	251±6	235±5
			Al-Alloy AISi10Mg	Heat Treated	76±1HV5	261±12	270±11	141±13	142±10
	ソディック	LPM325	CT PowderRange AISi10Mg F	None	123HBW	436	-	253	-
			CT PowderRange AISi10Mg F	None	-	433	-	254	-
			CT PowderRange AISi10Mg F	None	-	256	-	211	-
	3D Systems	ProX DMP 320 DMP Flex 350 DMP Factory 350	LaserForm AISi10Mg (A)	Non Heat Treated	-	470±10	460±25	280±10	240±10
			LaserForm AISi10Mg (A)	SRI	-	300±20	300±20	190±20	180±20
			LaserForm AISi10Mg (A)	SR2	-	400±15	430±15	270±10	250±10
			LaserForm AISi10Mg (A)	Non Heat Treated	-	440±30	425±50	260±15	225±10
			LaserForm AISi10Mg (A)	SRI	-	290±20	290±20	170±20	170±20
			LaserForm AISi10Mg (A)	SR2	-	390±20	400±40	255±10	230±10
		DMP Factory 500	LaserForm AISi10Mg (A)	Non Heat Treated	-	-	-	-	-
LaserForm AISi10Mg (A)			SRI	-	290±20	300±20	170±20	180±20	
LaserForm AISi10Mg (A)			SR2	-	405±20	420 +20/-60	270 +15/-30	250±20	
LaserForm AISi10Mg (A)			SR2	-	405±20	420 +20/-60	270 +15/-30	250±20	
東洋アルミニウム	TRAFAM要素技術 研究機	AISi10Mg	As Built	-	412	321	-	-	

※1 第四章 3Dプリンタ機械的特性データ出典参照

※2 水平方向と垂直方向の平均値

※3 水平方向

※4 垂直方向

伸び (%)	ヤング率 (GPa)	相対密度 (%)	密度 (g/cm ³)	造形速度 (cm ³ /h)	備考	出典 ^{※1}	Data No.
8±1	-	-	-	-		⑯	1
3.2 ^{※2}	-	-	2.64	100.3	水平方向と垂直方向の 平均値	⑱	2
7.3 ^{※2}	-	-	2.64	100.3	水平方向と垂直方向の 平均値	⑱	3

伸び (%)		ヤング率 (GPa)		相対密度 (%)	密度 (g/cm ³)	造形速度 (cm ³ /h)	備考	出典 ^{※1}	Data No.
水平方向	垂直方向	水平方向	垂直方向						
10±2	6±2	-	-	-	2.67	18.36		⑱	4
12	9	-	-	-	2.67	18.36		⑱	5
6	4	-	-	-	Approx. 2.65	4×26.7		⑱	6
9	6	70	68	99.7 ^{※3} 99.7 ^{※4}	-	19.1	Balanced Parameter 258	⑭	7
15.5	12	66	62	-	-	19.1	Balanced Parameter 258	⑭	8
8±1	6±1	73±4	74±2	≧99.5	-	24.5	Layer thickness 30 μm /400 W	⑳	9
19±3	17±2	62±16	66±7	≧99.5	-	24.5	Layer thickness 30 μm /400 W	⑳	10
8±1	5±1	72±5	71±3	≧99.0	-	35.6	Layer thickness 60 μm /400 W	⑳	11
19±3	14±3	57±14	58±14	≧99.0	-	35.6	Layer thickness 60 μm /400 W	⑳	12
8±1	6±1	72±5	72±3	≧99.0	-	67.9	Layer thickness 60 μm /700 W	⑳	13
16±3	13±2	59±14	57±8	≧99.0	-	67.9	Layer thickness 60 μm /700 W	⑳	14
8.5	-	71	-	-	-	14.7	20℃における測定値	㉑	15
8.5	-	71.7	-	-	-	14.7	25℃における測定値	㉑	16
22	-	67.2	-	-	-	14.7	200℃における測定値	㉑	17
13.2±4.8	8.3±4	-	-	≧99.7	2.68	-	Layer thickness 30 μm	㉒	18
15.6±3.6	15.8±2.7	-	-	≧99.7	2.68	-	Layer thickness 30 μm	㉒	19
9.2±3.8	5.2 +3.7/-2.6	-	-	≧99.7	2.68	-	Layer thickness 30 μm	㉒	20
8.9±5	7.6±4.9	-	-	≧99.5	2.68	-	Layer thickness 60 μm	㉒	21
14±5.3	13.2±6	-	-	≧99.5	2.68	-	Layer thickness 60 μm	㉒	22
8.6±2	5.1±2.8	-	-	≧99.5	2.68	-	Layer thickness 60 μm	㉒	23
-	-	-	-	≧99.5	2.68	-	Layer thickness 60 μm	㉒	24
17.5±4.9	13.3±5.7	-	-	≧99.5	2.68	-	Layer thickness 60 μm	㉒	25
9.4±5.5	5.8±3.4	-	-	≧99.5	2.68	-	Layer thickness 60 μm	㉒	26
4.6	2.5	-	-	100	-	-		㉓	27

造形方法	メーカー	装置名	材料名	Data No.	(MPa)					
					0	100	200	300	400	500
PBF-LB	松浦機械製作所	-	マツウラルミニウム Si10Mg	1	[Horizontal bar chart showing strength values for Data No. 1]					
	EOS	EOS M400	AlSi10Mg	2	[Horizontal bar chart showing strength values for Data No. 2]					
		EOS M400	AlSi10Mg	3	[Horizontal bar chart showing strength values for Data No. 3]					

図 3.8.1 AlSi10Mg 引張強さ (引張試験片の採取方向記載なし)

造形方法	メーカー	装置名	材料名	Data No.	(MPa)					
					0	100	200	300	400	500
PBF-LB	EOS	EOS M290	AlSi10Mg	4	[Horizontal bar chart showing strength values for Data No. 4]					
		EOS M290	AlSi10Mg	5	[Horizontal bar chart showing strength values for Data No. 5]					
		EOS M400-4	AlSi10Mg	6	[Horizontal bar chart showing strength values for Data No. 6]					
	GE Additive	Concept Laser M2	Al-Si10-Mg	7	[Horizontal bar chart showing strength values for Data No. 7]					
		Concept Laser M2	Al-Si10-Mg	8	[Horizontal bar chart showing strength values for Data No. 8]					
	SLM Solutions	-	Al-Alloy AlSi10Mg	9	[Horizontal bar chart showing strength values for Data No. 9]					
		-	Al-Alloy AlSi10Mg	10	[Horizontal bar chart showing strength values for Data No. 10]					
		-	Al-Alloy AlSi10Mg	11	[Horizontal bar chart showing strength values for Data No. 11]					
		-	Al-Alloy AlSi10Mg	12	[Horizontal bar chart showing strength values for Data No. 12]					
		-	Al-Alloy AlSi10Mg	13	[Horizontal bar chart showing strength values for Data No. 13]					
	ソディック	LPM325	CT PowderRange AlSi10Mg F	15	[Horizontal bar chart showing strength values for Data No. 15]					
		LPM325	CT PowderRange AlSi10Mg F	16	[Horizontal bar chart showing strength values for Data No. 16]					
		LPM325	CT PowderRange AlSi10Mg F	17	[Horizontal bar chart showing strength values for Data No. 17]					
	3D Systems	ProX DMP 320 他	LaserForm AlSi10Mg (A)	18	[Horizontal bar chart showing strength values for Data No. 18]					
		ProX DMP 320 他	LaserForm AlSi10Mg (A)	19	[Horizontal bar chart showing strength values for Data No. 19]					
		ProX DMP 320 他	LaserForm AlSi10Mg (A)	20	[Horizontal bar chart showing strength values for Data No. 20]					
		ProX DMP 320 他	LaserForm AlSi10Mg (A)	21	[Horizontal bar chart showing strength values for Data No. 21]					
		ProX DMP 320 他	LaserForm AlSi10Mg (A)	22	[Horizontal bar chart showing strength values for Data No. 22]					
		ProX DMP 320 他	LaserForm AlSi10Mg (A)	23	[Horizontal bar chart showing strength values for Data No. 23]					
		DMP Factory 500	LaserForm AlSi10Mg (A)	24	[Horizontal bar chart showing strength values for Data No. 24]					
		DMP Factory 500	LaserForm AlSi10Mg (A)	25	[Horizontal bar chart showing strength values for Data No. 25]					
	東洋アルミニウム	TRAFAM要素技術研究機	AlSi10Mg	27	[Horizontal bar chart showing strength values for Data No. 27]					

図 3.8.2 AlSi10Mg 引張強さ (引張試験片の採取方向記載あり) ■ 水平方向 ■ 垂直方向

造形方法	メーカー	装置名	材料名	Data No.	(MPa)					
					0	100	200	300	400	500
PBF-LB	松浦機械製作所	-	マツウラアルミニウム Si10Mg	1	[Horizontal bar chart showing strength values for Data No. 1]					
	EOS	EOS M400	AlSi10Mg	2	[Horizontal bar chart showing strength values for Data No. 2]					
		EOS M400	AlSi10Mg	3	[Horizontal bar chart showing strength values for Data No. 3]					

図 3.8.3 AlSi10Mg 耐力または降伏応力（引張試験片の採取方向記載なし）

造形方法	メーカー	装置名	材料名	Data No.	(MPa)					
					0	100	200	300	400	500
PBF-LB	EOS	EOS M290	AlSi10Mg	4	[Horizontal bar chart showing strength values for Data No. 4]					
		EOS M290	AlSi10Mg	5	[Horizontal bar chart showing strength values for Data No. 5]					
		EOS M400-4	AlSi10Mg	6	[Horizontal bar chart showing strength values for Data No. 6]					
	GE Additive	Concept Laser M2	Al-Si10-Mg	7	[Horizontal bar chart showing strength values for Data No. 7]					
		Concept Laser M2	Al-Si10-Mg	8	[Horizontal bar chart showing strength values for Data No. 8]					
	SLM Solutions	-	Al- Alloy AlSi10Mg	9	[Horizontal bar chart showing strength values for Data No. 9]					
		-	Al- Alloy AlSi10Mg	10	[Horizontal bar chart showing strength values for Data No. 10]					
		-	Al- Alloy AlSi10Mg	11	[Horizontal bar chart showing strength values for Data No. 11]					
		-	Al- Alloy AlSi10Mg	12	[Horizontal bar chart showing strength values for Data No. 12]					
		-	Al- Alloy AlSi10Mg	13	[Horizontal bar chart showing strength values for Data No. 13]					
		-	Al- Alloy AlSi10Mg	14	[Horizontal bar chart showing strength values for Data No. 14]					
	ソディック	LPM325	CT PowderRange AlSi10Mg F	15	[Horizontal bar chart showing strength values for Data No. 15]					
		LPM325	CT PowderRange AlSi10Mg F	16	[Horizontal bar chart showing strength values for Data No. 16]					
		LPM325	CT PowderRange AlSi10Mg F	17	[Horizontal bar chart showing strength values for Data No. 17]					
	3D Systems	ProX DMP 320 他	LaserForm AlSi10Mg (A)	18	[Horizontal bar chart showing strength values for Data No. 18]					
		ProX DMP 320 他	LaserForm AlSi10Mg (A)	19	[Horizontal bar chart showing strength values for Data No. 19]					
		ProX DMP 320 他	LaserForm AlSi10Mg (A)	20	[Horizontal bar chart showing strength values for Data No. 20]					
		ProX DMP 320 他	LaserForm AlSi10Mg (A)	21	[Horizontal bar chart showing strength values for Data No. 21]					
		ProX DMP 320 他	LaserForm AlSi10Mg (A)	22	[Horizontal bar chart showing strength values for Data No. 22]					
		ProX DMP 320 他	LaserForm AlSi10Mg (A)	23	[Horizontal bar chart showing strength values for Data No. 23]					
		DMP Factory 500	LaserForm AlSi10Mg (A)	24	N/A					
		DMP Factory 500	LaserForm AlSi10Mg (A)	25	[Horizontal bar chart showing strength values for Data No. 25]					
	東洋アルミニウム	TRAFAM要素技術研究機	AlSi10Mg	26	[Horizontal bar chart showing strength values for Data No. 26]					
				27	N/A					

図 3.8.4 AlSi10Mg 耐力または降伏応力（引張試験片の採取方向記載あり）■ 水平方向 ■ 垂直方向

造形方法	メーカー	装置名	材料名	Data No.	(%)				
					0	5	10	15	20
PBF-LB	松浦機械製作所	-	マツウラルミニウム Si10Mg	1	[Horizontal bar: ~8%]				
	EOS	EOS M400	AlSi10Mg	2	[Horizontal bar: ~3%]				
		EOS M400	AlSi10Mg	3	[Horizontal bar: ~8%]				

図 3.8.5 AlSi10Mg 伸び (引張試験片の採取方向記載なし)

造形方法	メーカー	装置名	材料名	Data No.	(%)				
					0	5	10	15	20
PBF-LB	EOS	EOS M290	AlSi10Mg	4	[Horizontal: ~10%, Vertical: ~6%]				
		EOS M290	AlSi10Mg	5	[Horizontal: ~12%, Vertical: ~9%]				
		EOS M400-4	AlSi10Mg	6	[Horizontal: ~6%, Vertical: ~4%]				
	GE Additive	Concept Laser M2	Al-Si10-Mg	7	[Horizontal: ~9%, Vertical: ~6%]				
		Concept Laser M2	Al-Si10-Mg	8	[Horizontal: ~15%, Vertical: ~12%]				
	SLM Solutions	-	Al-Alloy AlSi10Mg	9	[Horizontal: ~8%, Vertical: ~6%]				
		-	Al-Alloy AlSi10Mg	10	[Horizontal: ~18%, Vertical: ~15%]				
		-	Al-Alloy AlSi10Mg	11	[Horizontal: ~8%, Vertical: ~5%]				
		-	Al-Alloy AlSi10Mg	12	[Horizontal: ~18%, Vertical: ~14%]				
		-	Al-Alloy AlSi10Mg	13	[Horizontal: ~8%, Vertical: ~6%]				
	ソディック	LPM325	CT PowderRange AlSi10Mg F	15	[Horizontal: ~13%, Vertical: ~10%]				
		LPM325	CT PowderRange AlSi10Mg F	16	[Horizontal: ~8%, Vertical: ~6%]				
		LPM325	CT PowderRange AlSi10Mg F	17	[Horizontal: ~22%, Vertical: ~18%]				
	3D Systems	ProX DMP 320 他	LaserForm AlSi10Mg (A)	18	[Horizontal: ~13%, Vertical: ~9%]				
		ProX DMP 320 他	LaserForm AlSi10Mg (A)	19	[Horizontal: ~15%, Vertical: ~11%]				
		ProX DMP 320 他	LaserForm AlSi10Mg (A)	20	[Horizontal: ~9%, Vertical: ~6%]				
		ProX DMP 320 他	LaserForm AlSi10Mg (A)	21	[Horizontal: ~9%, Vertical: ~7%]				
		ProX DMP 320 他	LaserForm AlSi10Mg (A)	22	[Horizontal: ~14%, Vertical: ~11%]				
		ProX DMP 320 他	LaserForm AlSi10Mg (A)	23	[Horizontal: ~8%, Vertical: ~6%]				
		DMP Factory 500	LaserForm AlSi10Mg (A)	24	N/A				
		DMP Factory 500	LaserForm AlSi10Mg (A)	25	[Horizontal: ~17%, Vertical: ~13%]				
	東洋アルミニウム	TRAFAM要素技術研究機	AlSi10Mg	27	[Horizontal: ~4%, Vertical: ~3%]				

図 3.8.6 AlSi10Mg 伸び (引張試験片の採取方向記載あり) ■ 水平方向 ■ 垂直方向

造形方法	メーカー	装置名	材料名	Data No.	(GPa)									
					0	10	20	30	40	50	60	70	80	
PBF-LB	松浦機械製作所	-	マツウラアルミニウム Si10Mg	1	}	N/A								
	EOS	EOS M400	AlSi10Mg	2										
		EOS M400	AlSi10Mg	3										

図 3.8.7 AlSi10Mg ヤング率 (引張試験片の採取方向記載なし)

造形方法	メーカー	装置名	材料名	Data No.	(GPa)										
					0	10	20	30	40	50	60	70	80		
PBF-LB	EOS	EOS M290	AlSi10Mg	4	}	N/A									
		EOS M290	AlSi10Mg	5											
		EOS M400-4	AlSi10Mg	6											
	GE Additive	Concept Laser M2	Al-Si10-Mg	7											
		Concept Laser M2	Al-Si10-Mg	8											
	SLM Solutions	-	Al-Alloy AlSi10Mg	9											
		-	Al-Alloy AlSi10Mg	10											
		-	Al-Alloy AlSi10Mg	11											
		-	Al-Alloy AlSi10Mg	12											
		-	Al-Alloy AlSi10Mg	13											
	ソディック	LPM325	CT PowderRange AlSi10Mg F	15											
		LPM325	CT PowderRange AlSi10Mg F	16											
		LPM325	CT PowderRange AlSi10Mg F	17											
	3D Systems	ProX DMP 320 他	LaserForm AlSi10Mg (A)	18	}	N/A									
		ProX DMP 320 他	LaserForm AlSi10Mg (A)	19											
		ProX DMP 320 他	LaserForm AlSi10Mg (A)	20											
		ProX DMP 320 他	LaserForm AlSi10Mg (A)	21											
		ProX DMP 320 他	LaserForm AlSi10Mg (A)	22											
		ProX DMP 320 他	LaserForm AlSi10Mg (A)	23											
		DMP Factory 500	LaserForm AlSi10Mg (A)	24											
		DMP Factory 500	LaserForm AlSi10Mg (A)	25											
	DMP Factory 500	LaserForm AlSi10Mg (A)	26												
	東洋アルミニウム	TRAFAM要素技術研究機	AlSi10Mg	27											

図 3.8.8 AlSi10Mg ヤング率 (引張試験片の採取方向記載あり) ■ 水平方向 ■ 垂直方向

9. アルミニウム その他

(1) 引張試験片の採取方向記載あり

造形方法	メーカー	装置名	材料名	後処理	硬さ	引張強さ (MPa)		耐力または降伏応力 (MPa)	
						水平方向	垂直方向	水平方向	垂直方向
PBF-LB	EOS	EOS M290	AIF357	As Manufactured	-	365	400	255	250
			AIF357	Heat Treated	-	340	330	270	265
		EOS M400	AIF357	As Manufactured	-	370	390	255	250
			AIF357	Heat Treated	-	340	330	270	265
	GE Additive	Concept Laser M2 Series 5	Aluminum A205	As Built	106.9±1.3 HV5	388±3	388±3	319±10	277±7
			Aluminum A205	T7 SOLN+ AGE	-	465	470	395	400
			AlSi7Mg	As Built	105HV5	385	390	225	200
			AlSi7Mg	As Built	100HV5	375	380	215	195
			AlSi7Mg	VSR+HIP+SOLN+AGE	-	340	325	270	255
			AlSi7Mg	VSR+HIP+SOLN+AGE	-	250	245	215	210
			AlSi7Mg	As Built	103HV5	380	380	220	200
			AlSi7Mg	As Built	97HV5	350	345	190	185
	3D Systems	DMP Flex 350	Certified A6061-RAM2 (A)	-	-	295	-	260	-
			LaserForm AlSi7Mg0.6 (A)	As Built	60±3HRB	410±20	390±40	240±30	210±30
		DMP 320	LaserForm AlSi7Mg0.6 (A)	After Stress Relief	39±10HRB	280±20	290±50	160±40	180±40
			LaserForm AlSi7Mg0.6 (A)	Direct Ageing	69±2HRB	430±20	430±30	310±20	280±20
			LaserForm AlSi12 (B)	As Built	97±13 HBW2, 5/62.5	470±30	490±10	290±20	260±10
		ProX DMP 200 ProX DMP 300	LaserForm AlSi12 (B)	Stress Relief	115±5 HBW2, 5/62.5	340±30	340±10	220±20	210±10
			DMP Flex 350 DMP Factory 350	Certified Scalmalloy (A)	SR	-	520±10	520±15	490±10
	東洋アルミニウム	EOSINT M280	純アルミ	As Built	-	111	105	92	94
			純アルミ	450°C×10分	-	113	109	80	82
			AC4CH	As Built	-	383	395	227	200
		3D systems ProX DMP200	AC8A	As Built	-	-	-	-	-

※1 第四章 3Dプリンタ機械的特性データ出典参照

※2 水平方向

※3 垂直方向

※4 換算値 (有効数字2桁)

伸び (%)		ヤング率 (GPa)		相対密度 (%)	密度 (g/cm ³)	造形速度 (cm ³ /h)	備考	出典 ^{※1}	Data No.
水平方向	垂直方向	水平方向	垂直方向						
10	6	-	-	-	2.67	21 ^{※4}		⑱	1
11.5	11.5	-	-	-	-	21 ^{※4}		⑱	2
8	5	-	-	-	2.67	61 ^{※4}		⑱	3
11.5	11.5	-	-	-	-	61 ^{※4}		⑱	4
17.7 ±1.5	14.3 ±1.5	75±2	75±5	99.87 ^{※2} 99.86 ^{※3}	-	17.6	Balanced Parameter 177 & 179	⑭	5
9	6.6	74	75	99.87 ^{※2} 99.86 ^{※3}	-	17.6	Balanced Parameter 177 & 179	⑭	6
17.5	14	72	68	99.8 ^{※2} 99.8 ^{※3}	-	13.6	Surface Parameters 129 & 139	⑭	7
14.5	10.5	70	68	99.5 ^{※2} 99.5 ^{※3}	-	29.6	Productivity Parameters 128 & 138	⑭	8
11.5	11.5	67	68	99.9 ^{※2} 99.9 ^{※3}	-	29.6	Productivity Parameters 128 & 138	⑭	9
15.5	14.5	55	56	-	-	29.6	Productivity Parameters 128 & 138, Test temperature 150°C	⑭	10
14	10	70	69	99.6 ^{※2} 99.6 ^{※3}	-	13.9(13-35)	Hybrid parameter 182	⑭	11
10	6	71	70	99.4 ^{※2} 99.4 ^{※3}	-	71.0	High Productivity Parameter 203	⑭	12
5	6.5	69	69	-	-	71.0	High Productivity Parameter 203	⑭	13
16	-	-	-	>99.6	-	-		㉔	14
14±4	11±5	-	70~72	Typical 99.8	2.67	-		㉔	15
18±3	11±6	-	75~76	Typical 99.8	2.67	-		㉔	16
10±3	5±3	-	73~74	Typical 99.8	2.67	-		㉔	17
8±2	6±2	70±5	65±5	>99	2.685	-		㉔	18
12±2	10±2	65±10	60±5	-	-	-		㉔	19
15.8±2.7	15.8±2.6	-	-	≧99.6 Typical 99.8	2.67	-	Layer thickness 30μm	㉔	20
14.0±3.4	13.1±3.0	-	-	≧99.5 Typical 99.7	2.67	-	Layer thickness 60μm	㉔	21
30	28	-	-	99.7	-	-		㉕	22
25	26	-	-	99.7	-	-		㉕	23
17	13	-	-	99.8	-	-		㉖	24
-	-	-	-	99.6	-	-		㉖	25

9. アルミニウム その他

(1)引張試験片の採取方向記載あり

造形方法	メーカー	装置名	材料名	後処理	硬さ	引張強さ (MPa)		耐力または降伏応力 (MPa)	
						水平方向	垂直方向	水平方向	垂直方向
PBF-LB	東洋アルミニウム	EOSINT M280	Al-4Si	As Built	-	246	-	132	-
			Al-7Si	As Built	-	354	-	219	-
			Al-10Si	As Built	-	419	-	271	-
			Al-12Si	As Built	-	460	-	290	-
			Al-20Si	As Built	-	584	-	467	-
		3D systems Prox DMP200	A7075+5Si	As Built	-	537	-	361	-
			A7075+5Si	465°C/2h/WQ+120°C/24h	-	350	-	205	-
		松浦機械製作所 LUMEX Avance-25	TCFE1Z (Al-1.2Fe)	As Built	-	221	216	191	169
			TCFE1Z (Al-1.2Fe)	350°C 1hr	-	215	217	173	171
		3D systems Prox DMP200	Al-2.5Fe	As Built	-	324	307	266	226
			Al-2.5Fe	300°C × 10h	-	323	312	254	242
			Al-2.5Fe	500°C × 10h	-	184	183	127	122
		EOSINT M280	Scalmalloy	As Built	-	436	441	399	407
			Scalmalloy	325°C4hr	-	534	525	530	517

※1 第四章 3Dプリンタ機械的特性データ出典参照

※2 水平方向

※3 垂直方向

※4 換算値 (有効数字3桁)

伸び (%)		ヤング率 (GPa)		相対密度 (%)	密度 (g/cm ³)	造形速度 (cm ³ /h)	備考	出典 ^{※1}	Data No.
水平方向	垂直方向	水平方向	垂直方向						
22	-	-	-	100	-	-		⑳	26
17	-	-	-	100	-	-		㉑	27
13	-	-	-	99.9	-	-		㉑	28
12	-	-	-	100	-	-		㉑	29
3	-	-	-	99.7	-	-		㉑	30
9.7	-	-	-	-	-	-		㉒	31
19.5	-	-	-	-	-	-		㉒	32
19	20	72	71	-	-	-		㉓	33
16	18	70	70	-	-	-		㉓	34
8.2	4.2	-	-	-	-	-		㉔	35
8.1	4.7	-	-	-	-	-		㉔	36
8.7	12.2	-	-	-	-	-		㉔	37
19	20	70	70	-	-	-		㉕	38
15	15	67	67	-	-	-		㉕	39

10. チタン合金(Ti-6Al-4V)

(1)引張試験片の採取方向記載なし

造形方法	メーカー	装置名	材料名	後処理	硬さ	引張強さ (MPa)	耐力または降伏応力 (MPa)
PBF-LB	松浦機械製作所	-	マツウラチタン 6Al4V	造形のみ	40.5±0.5HRC	1340~1350	1230~1290

(2)引張試験片の採取方向記載あり

造形方法	メーカー	装置名	材料名	後処理	硬さ	引張強さ (MPa)		耐力または降伏応力 (MPa)			
						水平方向	垂直方向	水平方向	垂直方向		
DED	Meltio	-	Titanium 64	-	-	950±5	-	882±5	-		
PBF-EB	GE Additive	Arcam EBM Spectra H	Titanium Ti6Al4V Grade 5	As Built	350(XY)327(XZ)326(YZ)HV30	1005	1005	915	910		
			Titanium Ti6Al4V Grade 5	HIP	-	-	950	-	850		
		Arcam EBM Q10plus v2.0	Titanium Ti6Al4V Grade 23	As Built	322HV30	979	988	881	896		
PBF-LB	EOS	EOS M290	Titanium Ti64 Grade 5	Heat Treated	-	1080	1080	970	1010		
			Titanium Ti64 Grade 5	Heat Treated	-	1100	1110	1000	1020		
			Titanium Ti64 Grade 5	HIP	-	1010	1020	900	920		
		EOS M400-4	Titanium Ti64 Grade 5	Heat Treated	-	1090	1090	990	1010		
			Titanium Ti64 Grade 5	HIP	-	1000	1010	890	910		
		EOS M290	Titanium Ti64 Grade 23	Heat Treated	-	1050	1050	940	980		
			Titanium Ti64 Grade 23	Heat Treated	-	1100	1110	1000	1020		
			Titanium Ti64 Grade 23	HIP	-	1010	1020	900	920		
		EOS M400-4	Titanium Ti64 Grade 23	Heat Treated	-	1090	1090	990	1010		
			Titanium Ti64 Grade 23	HIP	-	1000	1010	890	910		
		PBF-LB	GE Additive	Concept Laser M2 Series 5	Titanium Ti-64 Grade23	As Built	353HV10	1295	1270	1145	1140
					Titanium Ti-64 Grade23	SRI	334HV10	1010	1005	920	915
					Titanium Ti-64 Grade23	As Built	357HV10	1255	1275	1115	1125
					Titanium Ti-64 Grade23	SRI	342HV10	1015	1015	940	940
Titanium Ti-64 Grade23	SR2				-	1050	1050	995	995		
Titanium Ti-64 Grade23	SR3				-	1135	1130	1080	1075		
Titanium Ti-64 Grade23	As Built				365HV10	1255	1285	1140	1175		
Titanium Ti-64 Grade23	SRI				345HV10	1055	1050	965	970		
PBF-LB	SLM Solutions	-	Ti-Alloy Ti6Al4V ELI	As Built	362±1HV10	1281±7	1289±17	1076±30	1170±26		
			Ti-Alloy Ti6Al4V ELI	Heat Treated	307±4HV10	956±5	960±4	851±12	887±12		
			Ti-Alloy Ti6Al4V ELI	HIP	316±10HV10	962±2	1002±7	821±21	935±12		
			Ti-Alloy Ti6Al4V ELI	As Built	-	1351±17	1330±12	1189±49	1196±26		

※1 第四章 3Dプリンタ機械的特性データ出典参照

※2 水平方向

※3 垂直方向

※4 換算値(有効数字2桁)

※5 換算値(有効数字3桁)

伸び (%)	ヤング率 (GPa)	相対密度 (%)	密度 (g/cm ³)	造形速度 (cm ³ /h)	備考	出典 ^{※1}	Data No.
6.5±0.5	-	-	-	-		⑯	1

伸び (%)		ヤング率 (GPa)		相対密度 (%)	密度 (g/cm ³)	造形速度 (cm ³ /h)	備考	出典 ^{※1}	Data No.
水平方向	垂直方向	水平方向	垂直方向						
12±0.5	-	-	-	-	-	-		⑰	2
14.7	16.4	-	-	99.8 ^{※2} 99.8 ^{※3}	-	-	50 μm layer thickness	⑬	3
-	18.9	-	-	-	-	-	50 μm layer thickness	⑬	4
12.3	16.9	-	-	99.9 ^{※2} 99.9 ^{※3}	-	-	50 μm layer thickness	⑬	5
14	15	-	-	-	≧4.4	22 ^{※4}	Layer thickness 40 μm	⑱	6
15	15	-	-	-	-	43.2 ^{※5}	Layer thickness 80 μm	⑱	7
16	16	-	-	-	-	43.2 ^{※5}	Layer thickness 80 μm	⑱	8
15	14	-	-	-	-	4×43.2 ^{※5}	Layer thickness 80 μm	⑱	9
16	16	-	-	-	-	4×43.2 ^{※5}	Layer thickness 80 μm	⑱	10
14	15	-	-	-	≧4.4	22 ^{※4}	Layer thickness 40 μm	⑱	11
15	15	-	-	-	-	43.2 ^{※5}	Layer thickness 80 μm	⑱	12
16	16	-	-	-	-	43.2 ^{※5}	Layer thickness 80 μm	⑱	13
15	14	-	-	-	-	4×43.2 ^{※5}	Layer thickness 80 μm	⑱	14
16	16	-	-	-	-	4×43.2 ^{※5}	Layer thickness 80 μm	⑱	15
8.0	8.5	111	110	99.9 ^{※2} 99.9 ^{※3}	-	13.1	Surface Parameter 227	⑭	16
15.5	15.0	116	118	99.9 ^{※2} 99.9 ^{※3}	-	13.1	Surface Parameter 227	⑭	17
7.0	8.0	113	112	99.9 ^{※2} 99.9 ^{※3}	-	26.5	Balanced Parameter 114	⑭	18
16.0	14.5	121	118	-	-	26.5	Balanced Parameter 114	⑭	19
13.5	14.5	118	119	-	-	26.5	Balanced Parameter 114	⑭	20
12.0	11.5	119	120	-	-	26.5	Balanced Parameter 114	⑭	21
9.5	7.0	115	112	99.9 ^{※2} 99.9 ^{※3}	-	53	Productivity Parameter 120	⑭	22
15.0	16.0	115	120	99.9 ^{※2} 99.9 ^{※3}	-	53	Productivity Parameter 120	⑭	23
8±1	9±1	113±1	117±2	>99.5	-	18.14	Layer thickness 30 μm / 400 W	⑳	24
13±1	14±1	120±5	126±1	>99.5	-	18.14	Layer thickness 30 μm / 400 W	⑳	25
14±1	14±1	124±11	124±6	>99.5	-	18.14	Layer thickness 30 μm / 400 W	⑳	26
7±1	9±1	113±7	120±4	>99.5	-	28.51	Layer thickness 60 μm / 400 W	⑳	27

10. チタン合金(Ti-6Al-4V)

(2)引張試験片の採取方向記載あり

造形方法	メーカー	装置名	材料名	後処理	硬さ	引張強さ (MPa)		耐力または降伏応力 (MPa)	
						水平方向	垂直方向	水平方向	垂直方向
PBF-LB	SLM Solutions	-	Ti-Alloy Ti6Al4V ELI	Heat Treated	-	987±4	991±3	894±5	905±11
			Ti-Alloy Ti6Al4V ELI	HIP	-	1021±3	1027±3	885±11	953±7
			Ti-Alloy Ti6Al4V ELI	As Built	-	1251±11	1260±12	1098±68	1129±23
			Ti-Alloy Ti6Al4V ELI	Heat Treated	-	963±6	964±4	870±3	883±8
			Ti-Alloy Ti6Al4V ELI	HIP	-	1104±5	998±3	860±15	926±6
	ソディック	LPM325	Ti64GD23	None	393HV	1332	-	1237	-
	3D Systems	ProX DMP 320 DMP 350	LaserForm Ti Gr5 (A)	After Stress Relief I	40±2HRC	1180±30	1160±50	1090±30	1080±50
			LaserForm Ti Gr5 (A)	After HIP	36±2HRC	1000±30	1020±50	910±30	930±30
		ProX DMP 320 DMP Flex 350 DMP Factory 350	LaserForm Ti Gr23 (A)	SR	-	1070±30	1070±30	970±30	1000±60
			LaserForm Ti Gr23 (A)	HIP	-	980±50	980±70	890±50	890±90
		DMP Factory 500	LaserForm Ti Gr23 (A)	NHT	-	1310±20	1290±40	1150±20	1150 ⁺³⁰ ₋₅₅
			LaserForm Ti Gr23 (A)	SR	-	1060±15	1060±25	960±15	950±30
		DMP Flex 100	LaserForm Ti Gr23 (A)	NHT	-	1310±150	1280±70	1130±140	1070±70
			LaserForm Ti Gr23 (A)	SR	-	1060±60	1040±30	960±40	930±40
			LaserForm Ti Gr23 (A)	HIP	-	1020±60	1020±60	930±60	930±60

※1 第四章 3Dプリンタ機械的特性データ出典参照

※2 試験片採取方向記載なし

伸び (%)		ヤング率 (GPa)		相対密度 (%)	密度 (g/cm ³)	造形速度 (cm ³ /h)	備考	出典 ^{※1}	Data No.
水平方向	垂直方向	水平方向	垂直方向						
12±1	15±1	112±5	130±8	>99.5	-	28.51	Layer thickness 60 μm / 400 W	⑳	28
15±1	15±1	127±6	125±3	>99.5	-	28.51	Layer thickness 60 μm / 400 W	⑳	29
8±1	8±2	108±8	115±4	>99.5	-	38.88	Layer thickness 60 μm / 700 W	⑳	30
16±1	14±1	113±5	124±3	>99.5	-	38.88	Layer thickness 60 μm / 700 W	⑳	31
15±2	15±1	121±17	125±3	>99.5	-	38.88	Layer thickness 60 μm / 700 W	⑳	32
2.5	-	120	-	-	-	30.0	C00077	㉑	33
9±2	9±2	105~120 ^{※2}		>99.6 Typical 99.8	4.42	-		㉒	34
15±3	14±3	105~120 ^{※2}		>99.6 Typical 99.8	4.42	-		㉒	35
13±2	13±3	-	-	≧99.6 Typical 99.8	4.42	-	Layer thickness 30 μm, 60 μm and 90 μm	㉒	36
14±2	14±2	-	-	≧99.6 Typical 99.8	4.42	-	Layer thickness 30 μm, 60 μm and 90 μm	㉒	37
9±3	11±2	-	-	≧99.6 Typical 99.8	4.42	-	Layer thickness 60 μm	㉒	38
17±2	18±3	-	-	≧99.6 Typical 99.8	4.42	-	Layer thickness 60 μm	㉒	39
8±2	8±2	-	-	≧99.4 Typical 99.9	4.42	-	Layer thickness 30 μm	㉒	40
12±4	14±4	-	-	≧99.4 Typical 99.9	4.42	-	Layer thickness 30 μm	㉒	41
14±4	14±4	-	-	≧99.4 Typical 99.9	4.42	-	Layer thickness 30 μm	㉒	42

造形方法	メーカー	装置名	材料名	Data No.	(MPa)					
					0	300	600	900	1200	1500
PBF-LB	松浦機械製作所	-	マツウラチタン 6A14V	1						

図 3.10.1 チタン合金 引張強さ (引張試験片の採取方向記載なし)

造形方法	メーカー	装置名	材料名	Data No.	(MPa)					
					0	300	600	900	1200	1500
DED	Meltio	-	Titanium 64	2						
PBF-EB	GE Additive	ArcamEBM Spectra H	Ti6Al4V Grade 5	3						
		ArcamEBM Spectra H	Ti6Al4V Grade 5	4						
		ArcamEBM Q10plus v2.0	Ti6Al4V Grade 23	5						
PBF-LB	EOS	EOS M290	Ti64 Grade 5	6						
		EOS M290	Ti64 Grade 5	7						
		EOS M290	Ti64 Grade 5	8						
		EOS M400-4	Ti64 Grade 5	9						
		EOS M400-4	Ti64 Grade 5	10						
		EOS M290	Ti64 Grade 23	11						
		EOS M290	Ti64 Grade 23	12						
		EOS M290	Ti64 Grade 23	13						
		EOS M400-4	Ti64 Grade 23	14						
	EOS M400-4	Ti64 Grade 23	15							
	GE Additive	Concept Laser M2	Ti-64 Grade23	16						
		Concept Laser M2	Ti-64 Grade23	17						
		Concept Laser M2	Ti-64 Grade23	18						
		Concept Laser M2	Ti-64 Grade23	19						
		Concept Laser M2	Ti-64 Grade23	20						
		Concept Laser M2	Ti-64 Grade23	21						
		Concept Laser M2	Ti-64 Grade23	22						
		Concept Laser M2	Ti-64 Grade23	23						
	SLM Solutions	-	Ti-Alloy Ti6Al4V ELI	24						
		-	Ti-Alloy Ti6Al4V ELI	25						
		-	Ti-Alloy Ti6Al4V ELI	26						
		-	Ti-Alloy Ti6Al4V ELI	27						
		-	Ti-Alloy Ti6Al4V ELI	28						
-		Ti-Alloy Ti6Al4V ELI	29							
-		Ti-Alloy Ti6Al4V ELI	30							
-		Ti-Alloy Ti6Al4V ELI	31							
-		Ti-Alloy Ti6Al4V ELI	32							
ソディック	LPM325	Ti64GD23	33							
3D Systems	ProX DMP 320 他	LaserForm Ti Gr5 (A)	34							
	ProX DMP 320 他	LaserForm Ti Gr5 (A)	35							
	ProX DMP 320 他	LaserForm Ti Gr23 (A)	36							
	ProX DMP 320 他	LaserForm Ti Gr23 (A)	37							
	DMP Factory 500	LaserForm Ti Gr23 (A)	38							
	DMP Factory 500	LaserForm Ti Gr23 (A)	39							
	DMP Flex 100	LaserForm Ti Gr23 (A)	40							
	DMP Flex 100	LaserForm Ti Gr23 (A)	41							
DMP Flex 100	LaserForm Ti Gr23 (A)	42								

図 3.10.2 チタン合金 引張強さ (引張試験片の採取方向記載あり) ■ 水平方向 ■ 垂直方向

造形方法	メーカー	装置名	材料名	Data No.	(MPa)					
					0	300	600	900	1200	1500
PBF-LB	松浦機械製作所	-	マツウラチタン 6A14V	1						

図 3.10.3 チタン合金 耐力または降伏応力 (引張試験片の採取方向記載なし)

造形方法	メーカー	装置名	材料名	Data No.	(MPa)					
					0	300	600	900	1200	1500
DED	Meltio	-	Titanium 64	2						
PBF-EB	GE Additive	ArcamEBM Spectra H	Ti6Al4V Grade 5	3						
		ArcamEBM Spectra H	Ti6Al4V Grade 5	4						
		ArcamEBM Q10plus v2.0	Ti6Al4V Grade 23	5						
PBF-LB	EOS	EOS M290	Ti64 Grade 5	6						
		EOS M290	Ti64 Grade 5	7						
		EOS M290	Ti64 Grade 5	8						
		EOS M400-4	Ti64 Grade 5	9						
		EOS M400-4	Ti64 Grade 5	10						
		EOS M290	Ti64 Grade 23	11						
		EOS M290	Ti64 Grade 23	12						
		EOS M290	Ti64 Grade 23	13						
		EOS M400-4	Ti64 Grade 23	14						
	EOS M400-4	Ti64 Grade 23	15							
	GE Additive	Concept Laser M2	Ti-64 Grade23	16						
		Concept Laser M2	Ti-64 Grade23	17						
		Concept Laser M2	Ti-64 Grade23	18						
		Concept Laser M2	Ti-64 Grade23	19						
		Concept Laser M2	Ti-64 Grade23	20						
		Concept Laser M2	Ti-64 Grade23	21						
		Concept Laser M2	Ti-64 Grade23	22						
		Concept Laser M2	Ti-64 Grade23	23						
	SLM Solutions	-	Ti-Alloy Ti6Al4V ELI	24						
		-	Ti-Alloy Ti6Al4V ELI	25						
		-	Ti-Alloy Ti6Al4V ELI	26						
		-	Ti-Alloy Ti6Al4V ELI	27						
		-	Ti-Alloy Ti6Al4V ELI	28						
-		Ti-Alloy Ti6Al4V ELI	29							
-		Ti-Alloy Ti6Al4V ELI	30							
-		Ti-Alloy Ti6Al4V ELI	31							
ソディック	LPM325	Ti64GD23	32							
	LPM325	Ti64GD23	33							
3D Systems	ProX DMP 320 他	LaserForm Ti Gr5 (A)	34							
	ProX DMP 320 他	LaserForm Ti Gr5 (A)	35							
	ProX DMP 320 他	LaserForm Ti Gr23 (A)	36							
	ProX DMP 320 他	LaserForm Ti Gr23 (A)	37							
	DMP Factory 500	LaserForm Ti Gr23 (A)	38							
	DMP Factory 500	LaserForm Ti Gr23 (A)	39							
	DMP Flex 100	LaserForm Ti Gr23 (A)	40							
	DMP Flex 100	LaserForm Ti Gr23 (A)	41							
DMP Flex 100	LaserForm Ti Gr23 (A)	42								

図 3.10.4 チタン合金 耐力または降伏応力 (引張試験片の採取方向記載あり) ■ 水平方向 ■ 垂直方向

機械的特性データ:チタン合金 (Ti-6Al-4V)

造形方法	メーカー	装置名	材料名	Data No.	(%)				
					0	5	10	15	20
PBF-LB	松浦機械製作所	-	マツウラチタン 6A14V	1					

図 3.10.5 チタン合金 伸び (引張試験片の採取方向記載なし)

造形方法	メーカー	装置名	材料名	Data No.	(%)				
					0	5	10	15	20
DED	Meltio	-	Titanium 64	2					
PBF-EB	GE Additive	ArcamEBM Spectra H	Ti6Al4V Grade 5	3					
		ArcamEBM Spectra H	Ti6Al4V Grade 5	4					
		ArcamEBM Q10plus v2.0	Ti6Al4V Grade 23	5					
PBF-LB	EOS	EOS M290	Ti64 Grade 5	6					
		EOS M290	Ti64 Grade 5	7					
		EOS M290	Ti64 Grade 5	8					
		EOS M400-4	Ti64 Grade 5	9					
		EOS M400-4	Ti64 Grade 5	10					
		EOS M290	Ti64 Grade 23	11					
		EOS M290	Ti64 Grade 23	12					
		EOS M290	Ti64 Grade 23	13					
		EOS M400-4	Ti64 Grade 23	14					
	EOS M400-4	Ti64 Grade 23	15						
	GE Additive	Concept Laser M2	Ti-64 Grade23	16					
		Concept Laser M2	Ti-64 Grade23	17					
		Concept Laser M2	Ti-64 Grade23	18					
		Concept Laser M2	Ti-64 Grade23	19					
		Concept Laser M2	Ti-64 Grade23	20					
		Concept Laser M2	Ti-64 Grade23	21					
		Concept Laser M2	Ti-64 Grade23	22					
		Concept Laser M2	Ti-64 Grade23	23					
	SLM Solutions	-	Ti-Alloy Ti6Al4V ELI	24					
		-	Ti-Alloy Ti6Al4V ELI	25					
		-	Ti-Alloy Ti6Al4V ELI	26					
		-	Ti-Alloy Ti6Al4V ELI	27					
		-	Ti-Alloy Ti6Al4V ELI	28					
-		Ti-Alloy Ti6Al4V ELI	29						
-		Ti-Alloy Ti6Al4V ELI	30						
-		Ti-Alloy Ti6Al4V ELI	31						
-		Ti-Alloy Ti6Al4V ELI	32						
ソディック	LPM325	Ti64GD23	33						
3D Systems	ProX DMP 320 他	LaserForm Ti Gr5 (A)	34						
	ProX DMP 320 他	LaserForm Ti Gr5 (A)	35						
	ProX DMP 320 他	LaserForm Ti Gr23 (A)	36						
	ProX DMP 320 他	LaserForm Ti Gr23 (A)	37						
	DMP Factory 500	LaserForm Ti Gr23 (A)	38						
	DMP Factory 500	LaserForm Ti Gr23 (A)	39						
	DMP Flex 100	LaserForm Ti Gr23 (A)	40						
	DMP Flex 100	LaserForm Ti Gr23 (A)	41						
DMP Flex 100	LaserForm Ti Gr23 (A)	42							

図 3.10.6 チタン合金 伸び (引張試験片の採取方向記載あり) ■ 水平方向 ■ 垂直方向

造形方法	メーカー	装置名	材料名	Data No.	0	30	60	90	120	150	(GPa)
PBF-LB	松浦機械製作所	-	マツウラチタン 6A14V	1	N/A						

図 3.10.7 チタン合金 ヤング率 (引張試験片の採取方向記載なし)

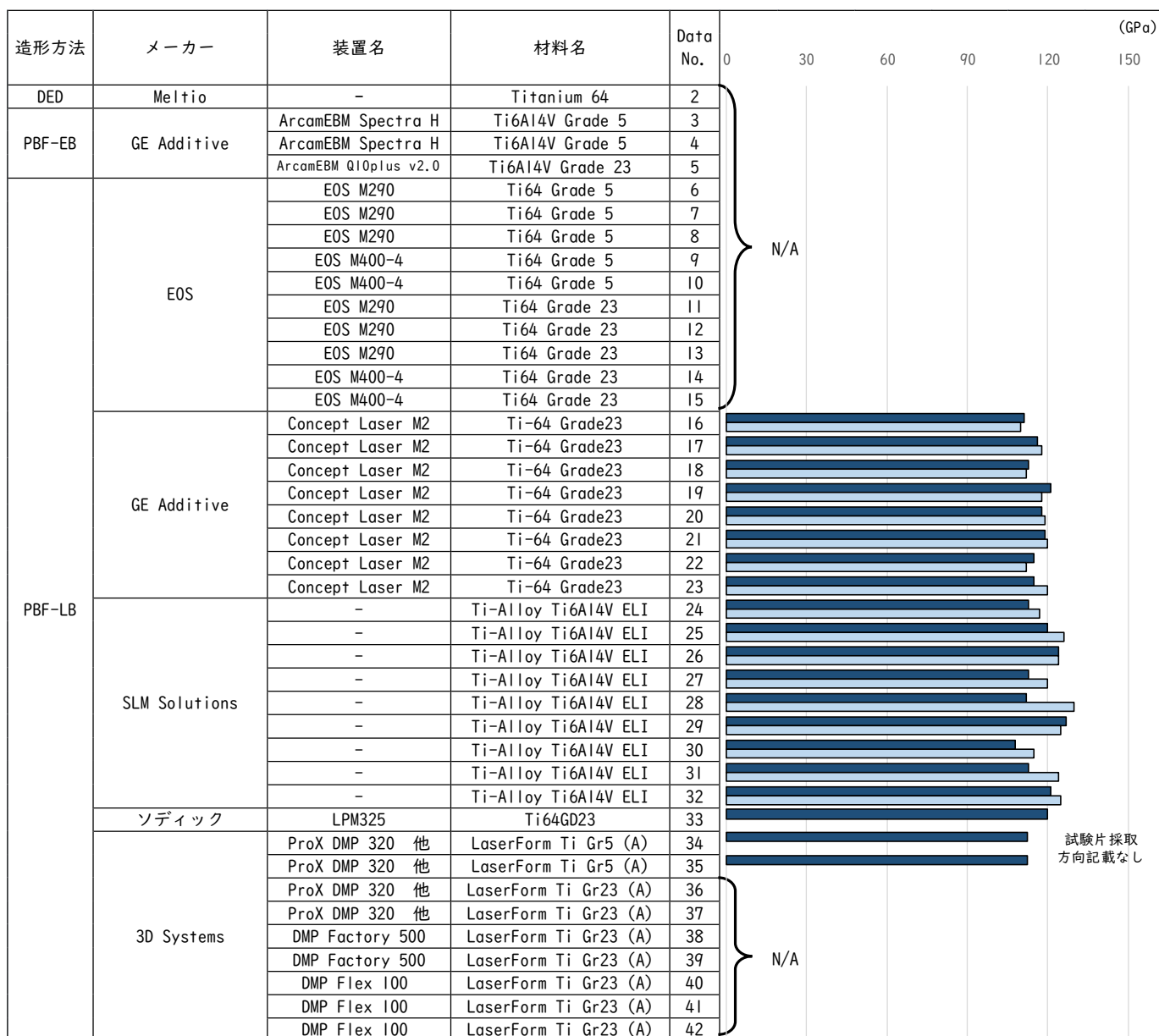


図 3.10.8 チタン合金 ヤング率 (引張試験片の採取方向記載あり) ■ 水平方向 □ 垂直方向

機械的特性データ:チタン合金 (Ti-6Al-4V)

11. 純チタン

(1) 引張試験片の採取方向記載あり

造形方法	メーカー	装置名	材料名	後処理	硬さ	引張強さ (MPa)		耐力または降伏応力 (MPa)	
						水平方向	垂直方向	水平方向	垂直方向
PBF-LB	EOS	EOS M290	TiCP	As Built	-	660	660	560	560
			TiCP	Heat Treated	195HV5	570	570	445	445
	GE Additive	Concept Laser M2 Series 5	CpTi	As Built	234HV10	720	745	615	585
			CpTi	SR	213HV10	595	620	475	520
			CpTi	As Built	217HV10	665	665	560	560
	SLM Solutions	-	Ti Grade 2	As Built	225±6HV10	701±4	703±5	593±12	577±5
	3D Systems	ProX DMP 320 DMP 350	LaserForm Ti Gr1 (A)	After Stress Relief I	85±5HRB	500±30	500±30	380±30	380±30
			LaserForm Ti Gr1 (A)	After HIP	80±5HRB	460±30	460±30	340±20	340±20

※1 第四章 3Dプリンタ機械の特性データ出典参照
 ※2 水平方向
 ※3 垂直方向

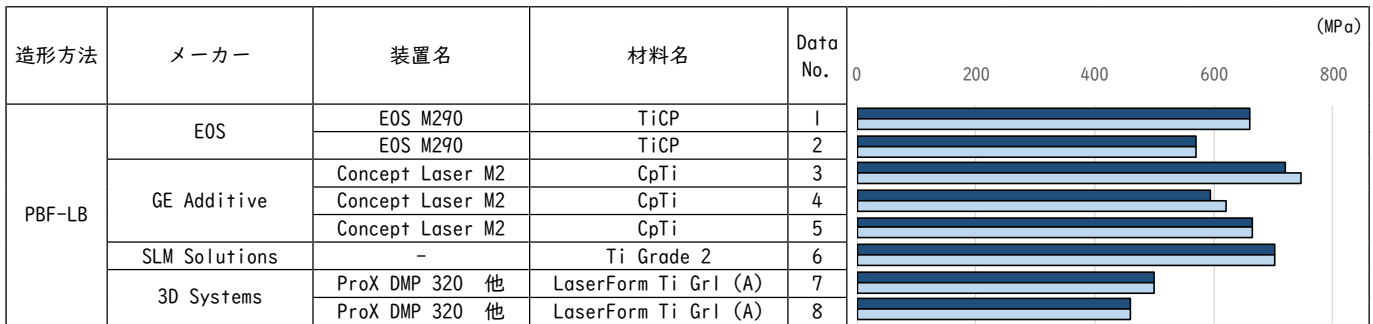


図 3.11.1 純チタン 引張強さ (引張試験片の採取方向記載あり) ■ 水平方向 □ 垂直方向

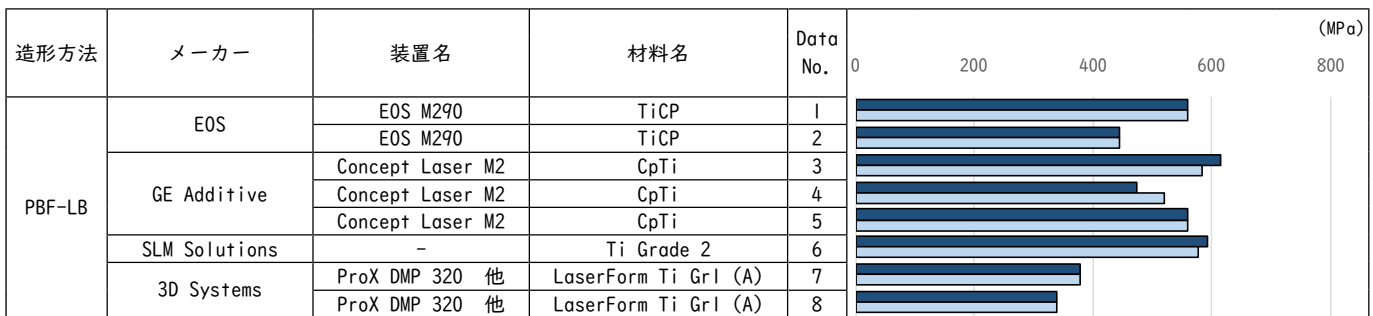


図 3.11.2 純チタン 耐力または降伏応力 (引張試験片の採取方向記載あり) ■ 水平方向 □ 垂直方向

伸び (%)		ヤング率 (GPa)		相対密度 (%)	密度 (g/cm ³)	造形速度 (cm ³ /h)	備考	出典 ^{※1}	Data No.
水平方向	垂直方向	水平方向	垂直方向						
22	22	-	-	-	min 4.5	18	Layer thickness 30 μm	⑱	1
26	26	-	-	-	min 4.5	18	Layer thickness 30 μm	⑱	2
23	22	111	107	99.9 ^{※2} 99.9 ^{※3}	-	14.7	Surface Parameter 174	⑭	3
25	25	108	115	99.9 ^{※2} 99.9 ^{※3}	-	14.7	Surface Parameter 174	⑭	4
22	21.5	114	113	99.9 ^{※2} 99.9 ^{※3}	-	25.3	Productivity Parameter 223	⑭	5
24±1	25±2	115±8	111±3	>99.5	-	18.14	Layer thickness 30 μm / 400 W	⑳	6
29±5	30±5	105-120	-	>99.6 typical 99.8	4.51	-		㉓	7
36±5	36±5	105-120	-	>99.6 typical 99.8	4.51	-		㉓	8

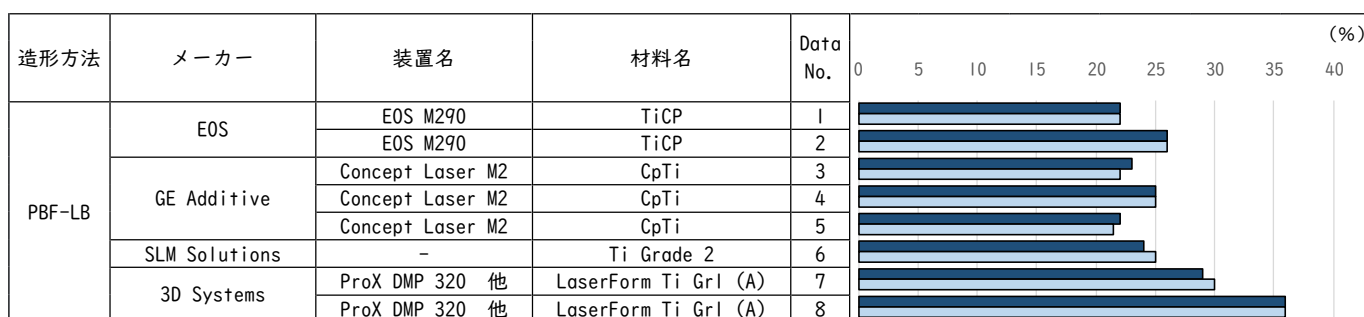


図 3.11.3 純チタン 伸び (引張試験片の採取方向記載あり) ■ 水平方向 ■ 垂直方向

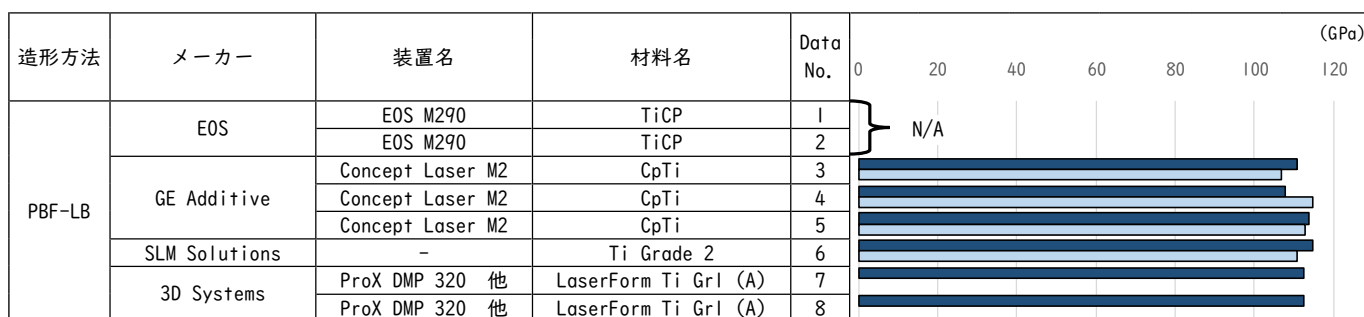


図 3.11.4 純チタン ヤング率 (引張試験片の採取方向記載あり) ■ 水平方向 ■ 垂直方向

12. チタン系 その他

(1)引張試験片の採取方向記載あり

造形方法	メーカー	装置名	材料名	後処理	硬さ	引張強さ (MPa)		耐力または降伏応力 (MPa)	
						水平方向	垂直方向	水平方向	垂直方向
PBF-LB	GE Additive	Concept Laser M2 Series 5	rematitan CL	As Built	353HV10	1295	1270	1145	1140
			rematitan CL	SR1	334HV10	1010	1005	920	915
			rematitan CL	SR2	343HV10	1030	1025	940	945
			rematitan CL	As Built	357HV10	1255	1275	1115	1125
			rematitan CL	SR1	342HV10	1015	1015	940	940
			rematitan CL	SR2	347HV10	1030	1030	945	940
			rematitan CL	SR3	-	1135	1130	1080	1075
			Ti-6242	As Built	360HV10	1245	1120	1025	940
	Ti-6242	SR	349HV10	1065	1060	985	910		
	SLM Solutions	-	Ti-Alloy TAl5	As Built	385±4HV10	1358±34	1404±8	1186±27	1260±16

※1 第四章 3Dプリンタ機械的特性データ出典参照

※2 水平方向

※3 垂直方向

伸び (%)		ヤング率 (GPa)		相対密度 (%)	密度 (g/cm ³)	造形速度 (cm ³ /h)	備考	出典 ^{※1}	Data No.
水平方向	垂直方向	水平方向	垂直方向						
8.0	8.5	111	110	qq.q ^{※2} qq.q ^{※3}	-	13.1	Surface Parameter 235	⑭	1
15.5	15.0	116	118	qq.q ^{※2} qq.q ^{※3}	-	13.1	Surface Parameter 235	⑭	2
14.5	14.5	114	116	qq.q ^{※2} qq.q ^{※3}	-	13.1	Surface Parameter 235	⑭	3
7.0	8.0	113	112	qq.q ^{※2} qq.q ^{※3}	-	26.5	Balanced Parameter 236	⑭	4
16.0	14.5	121	118	qq.q ^{※2} qq.q ^{※3}	-	26.5	Balanced Parameter 236	⑭	5
15.0	14.0	118	115	qq.q ^{※2} qq.q ^{※3}	-	26.5	Balanced Parameter 236	⑭	6
12.0	11.5	119	120	-	-	26.5	Balanced Parameter 236	⑭	7
8.5	18.0	111	104	qq.q ^{※2} qq.q ^{※3}	-	11.6	Base Parameter 184	⑭	8
12.0	15.0	121	117	qq.q ^{※2} qq.q ^{※3}	-	11.6	Base Parameter 184	⑭	9
4±1	6±1	110±7	110±1	>qq.5	-	28.51	Layer thickness 30μm	⑳	10

13. インコネル625

(1)引張試験片の採取方向記載なし

造形方法	メーカー	装置名	材料名	後処理	硬さ	引張強さ (MPa)	耐力または降伏応力 (MPa)
BJT	DesktopMetal	Production System P-1 or P-50	IN625	As Sintered	81.5±1.2HRB	695±7※2	295±28※2

(2)引張試験片の採取方向記載あり

造形方法	メーカー	装置名	材料名	後処理	硬さ	引張強さ (MPa)		耐力または降伏応力 (MPa)	
						水平方向	垂直方向	水平方向	垂直方向
PBF-LB	EOS	M290	IN625	As Built	27HRC	980±5	870±10	720±5	630±5
			IN625	Heat Treated	-	1000±10	890±10	680±5	640±5
	GE Additive	Concept Laser M2 Series 5	Nickel 625	As Built	268HV10	940	880	640	575
			Nickel 625	SR	278HV10	955	895	605	590
			Nickel 625	As Built	292HV10	980	890	710	625
			Nickel 625	SR	295HV10	990	905	670	625
	SLM Solutions	-	Ni-Alloy IN625	As Built	310±5HV10	1103±14	965±14	784±32	705±12
			Ni-Alloy IN625	Heat Treated	299±3HV10	1085±11	971±6	704±24	685±5
			Ni-Alloy IN625	As Built	303±7HV10	1072±20	945±10	737±28	686±11
			Ni-Alloy IN625	Heat Treated	297±4HV10	1069±16	938±7	699±20	649±4
			Ni-Alloy IN625	As Built	291±4HV10	1057±5	995±8	708±15	674±23
			Ni-Alloy IN625	Heat Treated	284±5HV10	1063±7	1006±7	664±9	653±6
	3D Systems	ProX DMP 320	LaserForm Ni625 (A)	As Built	29±3HRC	1040±20	1030±20	770±30	730±20
			LaserForm Ni625 (A)	After Stress Relief	32±3HRC	1110±60	1050±30	750±60	700±40
			LaserForm Ni625 (A)	After Low Solution Anneal	28±4HRC	1030±20	980±20	640±20	600±20
		ProX DMP 200	LaserForm Ni625 (B)	As Built	30±3HRC	1120±60	1020±60	855±60	740±60
			LaserForm Ni625 (B)	After Stress Relief	34±3HRC	1190±100	1100±100	830±100	775±100
			LaserForm Ni625 (B)	After Low Solution Anneal	30±3HRC	1090±100	1000±100	710±60	660±60

※1 第四章 3Dプリンタ機械的特性データ出典参照

※2 水平方向

※3 垂直方向

伸び (%)	ヤング率 (GPa)	相対密度 (%)	密度 (g/cm ³)	造形速度 (cm ³ /h)	備考	出典 ^{※1}	Data No.
63±7.5	200	-	8.3	-		⑫	1

伸び (%)		ヤング率 (GPa)		相対密度 (%)	密度 (g/cm ³)	造形速度 (cm ³ /h)	備考	出典 ^{※1}	Data No.
水平方向	垂直方向	水平方向	垂直方向						
33±2	48±2	-	-	-	8.4	15.2	Layer thickness 40 μm	⑮	2
34±2	49±5	-	-	-	8.4	15.2	Layer thickness 40 μm	⑮	3
40	42.5	178	133	99.9 ^{※2} 99.9 ^{※3}	-	19.6	Base Parameter 140	⑭	4
40	43.5	178	153	99.9 ^{※2} 99.9 ^{※3}	-	19.6	Base Parameter 140	⑭	5
37	42.5	168	138	99.9 ^{※2} 99.9 ^{※3}	-	9.4	Surface Parameter 169	⑭	6
37.5	44.5	182	161	99.9 ^{※2} 99.9 ^{※3}	-	9.4	Surface Parameter 169	⑭	7
28±1	40±2	170±36	162±18	≧99.5	-	6.48	Layer thickness 20 μm / 400 W	⑳	8
31±1	43±1	188±31	196±10	≧99.5	-	6.48	Layer thickness 20 μm / 400 W	⑳	9
31±1	42±5	178±27	153±18	≧99.5	-	10.37	Layer thickness 30 μm / 400 W	⑳	10
33±1	45±1	172±19	190±9	≧99.5	-	10.37	Layer thickness 30 μm / 400 W	⑳	11
33±1	37±4	191±47	166±30	>99.5	-	23.33	Layer thickness 60 μm / 400 W	⑳	12
34±1	40±2	179±28	208±7	>99.5	-	23.33	Layer thickness 60 μm / 400 W	⑳	13
22±2	33±1	-	-	>99.9	8.44	-		㉒	14
19±3	23±3	-	-	>99.9	8.44	-		㉒	15
27±3	34±3	-	-	-	-	-		㉒	16
28±6	31±4	220±20	170±20	>99.9	8.44	-		㉒	17
20±4	22±4	225±20	180±20	>99.9	8.44	-		㉒	18
28±8	30±8	225±20	180±20	-	-	-		㉒	19



図 3.13.1 インコネル 625 引張強さ (引張試験片の採取方向記載なし)

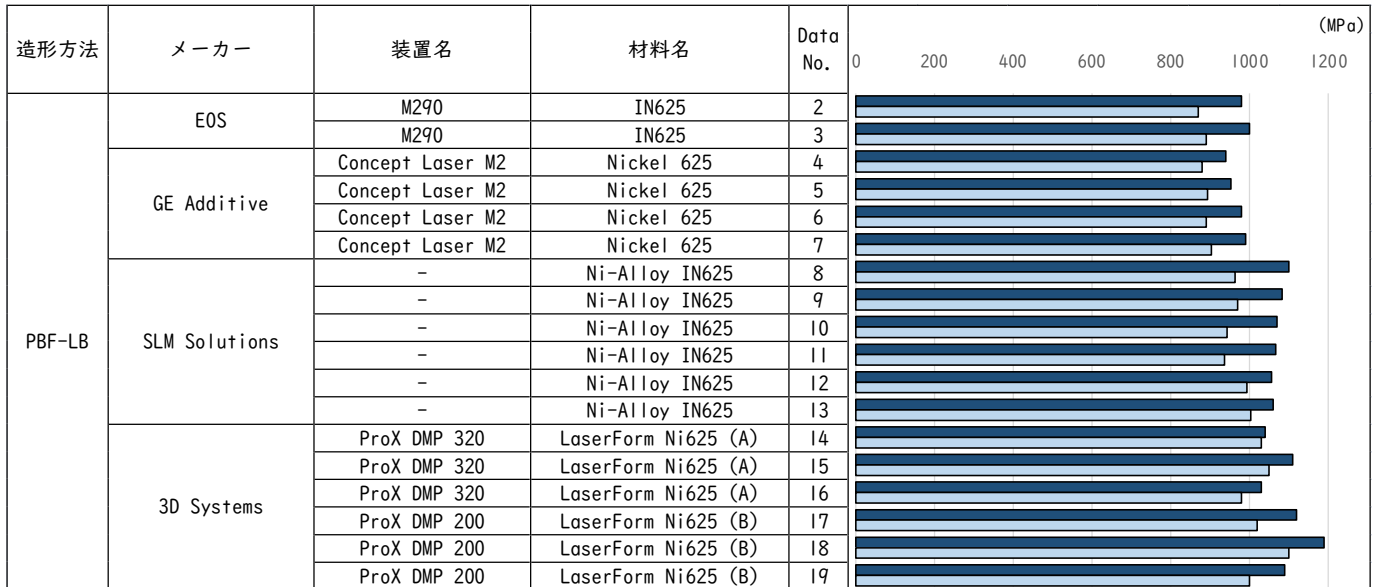


図 3.13.2 インコネル 625 引張強さ (引張試験片の採取方向記載あり) ■ 水平方向 ■ 垂直方向

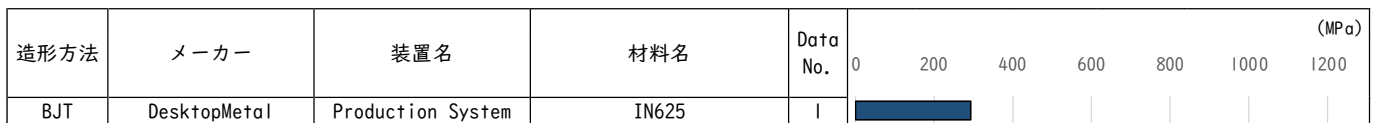


図 3.13.3 インコネル 625 耐力または降伏応力 (引張試験片の採取方向記載なし)

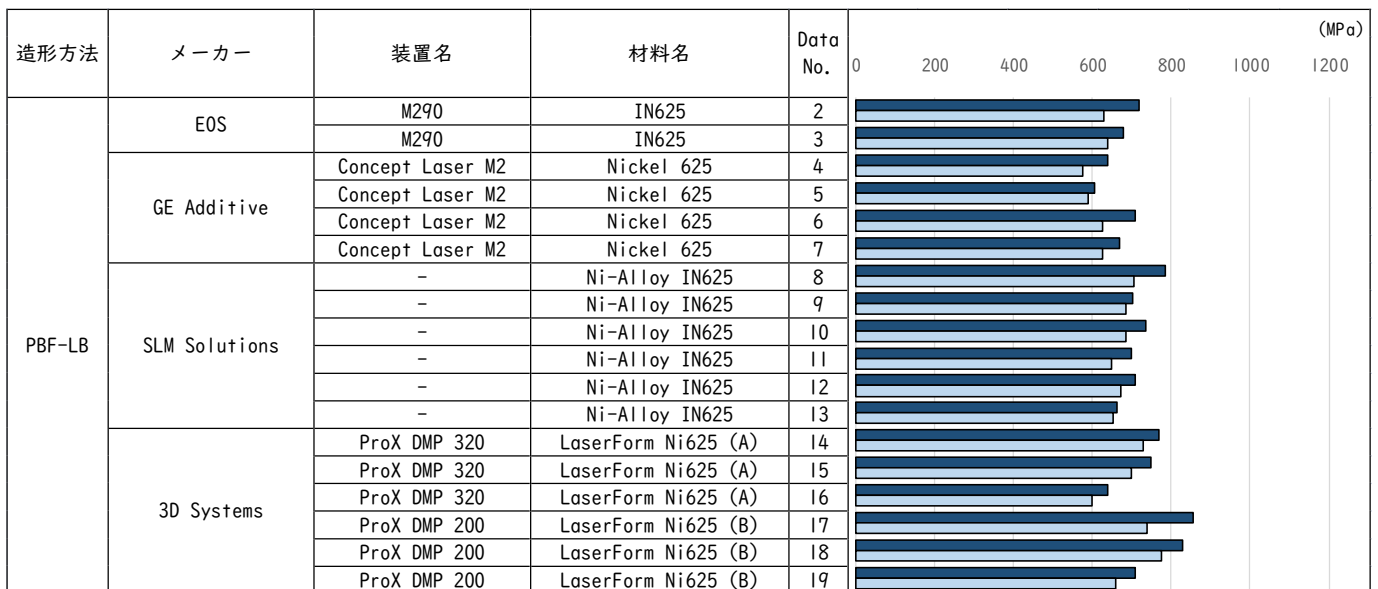


図 3.13.4 インコネル 625 耐力または降伏応力 (引張試験片の採取方向記載あり) ■ 水平方向 ■ 垂直方向

造形方法	メーカー	装置名	材料名	Data No.	(%)
BJT	DesktopMetal	Production System	IN625	1	65

図 3.13.5 インコネル 625 伸び (引張試験片の採取方向記載なし)

造形方法	メーカー	装置名	材料名	Data No.	(%)
PBF-LB	EOS	M290	IN625	2	35
		M290	IN625	3	50
	GE Additive	Concept Laser M2	Nickel 625	4	45
		Concept Laser M2	Nickel 625	5	45
		Concept Laser M2	Nickel 625	6	45
		Concept Laser M2	Nickel 625	7	45
	SLM Solutions	-	Ni-Alloy IN625	8	35
		-	Ni-Alloy IN625	9	45
		-	Ni-Alloy IN625	10	45
		-	Ni-Alloy IN625	11	45
		-	Ni-Alloy IN625	12	45
		-	Ni-Alloy IN625	13	45
	3D Systems	ProX DMP 320	LaserForm Ni625 (A)	14	35
		ProX DMP 320	LaserForm Ni625 (A)	15	35
		ProX DMP 320	LaserForm Ni625 (A)	16	35
		ProX DMP 200	LaserForm Ni625 (B)	17	35
		ProX DMP 200	LaserForm Ni625 (B)	18	35
	ProX DMP 200	LaserForm Ni625 (B)	19	35	

図 3.13.6 インコネル 625 伸び (引張試験片の採取方向記載あり) ■ 水平方向 ■ 垂直方向

造形方法	メーカー	装置名	材料名	Data No.	(GPa)
BJT	DesktopMetal	Production System	IN625	1	200

図 3.13.7 インコネル 625 ヤング率 (引張試験片の採取方向記載なし)

造形方法	メーカー	装置名	材料名	Data No.	(GPa)
PBF-LB	EOS	M290	IN625	2	N/A
		M290	IN625	3	N/A
	GE Additive	Concept Laser M2	Nickel 625	4	150
		Concept Laser M2	Nickel 625	5	150
		Concept Laser M2	Nickel 625	6	150
		Concept Laser M2	Nickel 625	7	150
	SLM Solutions	-	Ni-Alloy IN625	8	150
		-	Ni-Alloy IN625	9	150
		-	Ni-Alloy IN625	10	150
		-	Ni-Alloy IN625	11	150
		-	Ni-Alloy IN625	12	150
		-	Ni-Alloy IN625	13	150
	3D Systems	ProX DMP 320	LaserForm Ni625 (A)	14	N/A
		ProX DMP 320	LaserForm Ni625 (A)	15	N/A
		ProX DMP 320	LaserForm Ni625 (A)	16	N/A
		ProX DMP 200	LaserForm Ni625 (B)	17	150
		ProX DMP 200	LaserForm Ni625 (B)	18	150
	ProX DMP 200	LaserForm Ni625 (B)	19	150	

図 3.13.8 インコネル 625 ヤング率 (引張試験片の採取方向記載あり) ■ 水平方向 ■ 垂直方向

14. インコネル718

(1) 引張試験片の採取方向記載なし

造形方法	メーカー	装置名	材料名	後処理	硬さ	引張強さ (MPa)	耐力または降伏応力 (MPa)
PBF-LB	松浦機械製作所	-	マツウラ ニッケルアロイ718	造形のみ	27HRC	930~980	650~690
			マツウラ ニッケルアロイ718	時効処理後	44HRC	1300~1310	1070~1080
	EOS	EOS M400	IN718	As Built	-	1040 ^{※2}	710 ^{※2}
			IN718	Heat Treated	-	1470 ^{※2}	1200 ^{※2}

(2) 引張試験片の採取方向記載あり

造形方法	メーカー	装置名	材料名	後処理	硬さ	引張強さ (MPa)		耐力または降伏応力 (MPa)	
						水平方向	垂直方向	水平方向	垂直方向
DED	Meltio	-	Meltio Nickel 718	-	-	1308±10	1235±11	1128±20	1040±12
PBF-LB	EOS	EOS M290	IN718	Heat Treated	47HRC	1505	1375	1240	1145
			IN718	Manufactured	-	1090	970	800	650
		EOS M400-4	IN718	Heat Treated	-	1510	1420	1305	1215
	GE Additive	Concept Laser M2 Series 5	Nickel 718	As Built	282HV10	1060	970	740	620
			Nickel 718	SOLN+AGE	480HV10	1495	1400	1305	1220
			Nickel 718	As Built	289HV10	1065	1040	755	705
			Nickel 718	SOLN+AGE	475HV10	1480	1450	1315	1285
			Nickel 718	VSR+HIP +SOLN+AGE	-	1355	1350	1100	1105
			Nickel 718	VSR+HIP +SOLN+AGE	-	1085	1085	905	905
			Nickel 718	As Built	302HV10	1080	980	810	675
			Nickel 718	SOLN+AGE	-	1475	1365	1245	1165
			Nickel 718	As Built	282HV10	1065	965	750	645
	Nickel 718	SOLN+AGE	465HV10	1450	1355	1230	1170		
	山陽特殊製鋼	-	PI718	Solution - Aging	-	1310	-	1118	-
	SLM Solutions	-	Ni-Alloy IN718	As Built	303HV10	1098±10	1027±10	764±14	684±6
			Ni-Alloy IN718	Heat Treated	470HV10	1507±15	1412±86	1281±32	1225±68
Ni-Alloy IN718			As Built	292HV10	1037±20	942±15	665±29	606±8	
Ni-Alloy IN718			Heat Treated	458HV10	1467±22	1369±20	1248±24	1206±12	

※1 第四章 3Dプリンタ機械的特性データ出典参照

※2 水平方向と垂直方向の平均値

※3 水平方向

※4 垂直方向

※5 換算値（有効数字2桁）

伸び (%)	ヤング率 (GPa)	相対密度 (%)	密度 (g/cm ³)	造形速度 (cm ³ /h)	備考	出典 ^{※1}	Data No.
22.0±5	-	-	-	-		⑯	1
15.0±2	-	-	-	-		⑯	2
26 ^{※2}	-	-	min 8.15	15.2	水平方向と垂直方向の 平均値	⑱	3
15 ^{※2}	-	-	min 8.15	15.2	水平方向と垂直方向の 平均値	⑱	4

伸び (%)		ヤング率 (GPa)		相対密度 (%)	密度 (g/cm ³)	造形速度 (cm ³ /h)	備考	出典 ^{※1}	Data No.
水平方向	垂直方向	水平方向	垂直方向						
6.6±2.1	8.5±0.7	-	-	-	-	-		⑰	5
12	17	-	-	-	min 8.15	15 ^{※5}	Layer thickness 40 μm	⑱	6
25	32	-	-	-	min 8.15	15 ^{※5}	Layer thickness 40 μm	⑱	7
15	16	-	-	-	min 8.15	4×15.1	Layer thickness 40 μm	⑱	8
29.0	33.0	190	150	qq.q ^{※3} qq.q ^{※4}	-	18.6	Balanced Parameter 131	⑭	9
15.0	17.5	195	175	qq.q ^{※3} qq.q ^{※4}	-	18.6	Balanced Parameter 131	⑭	10
29.5	30.5	185	180	qq.q ^{※3} qq.q ^{※4}	-	14.7	Balanced Parameter 152	⑭	11
16.5	16.5	195	195	qq.q ^{※3} qq.q ^{※4}	-	14.7	Balanced Parameter 152	⑭	12
24.5	24.0	205	200	-	-	14.7	Balanced Parameter 152	⑭	13
17.0	17.0	170	175	-	-	14.7	Balanced Parameter 152 650℃における測定値	⑭	14
25.5	30.0	170	135	qq.q ^{※3} qq.q ^{※4}	-	8.2	Surface Parameter 158	⑭	15
15.0	18.0	183	173	qq.q ^{※3} qq.q ^{※4}	-	8.2	Surface Parameter 158	⑭	16
27.0	32.5	176	163	qq.q ^{※3} qq.q ^{※3}	-	8.4(8~20)	Hybrid Parameter 159	⑭	17
15.5	17.0	205	195	-	-	8.4(8~20)	Hybrid Parameter 159	⑭	18
22.6	-	-	-	-	-	-		⑲	19
27±5	29±5	183±24	168±10	>99.5	-	16.85	Layer thickness 30 μm	⑳	20
9±5	11±5	230±33	186±15	>99.5	-	16.85	Layer thickness 30 μm	⑳	21
38±5	31±5	172±48	154±13	>99.5	-	25.92	Layer thickness 60 μm	⑳	22
13±5	15±5	182±10	194±7	>99.5	-	25.92	Layer thickness 60 μm	⑳	23



図 3.14.1 インコネル 718 引張強さ (引張試験片の採取方向記載なし)

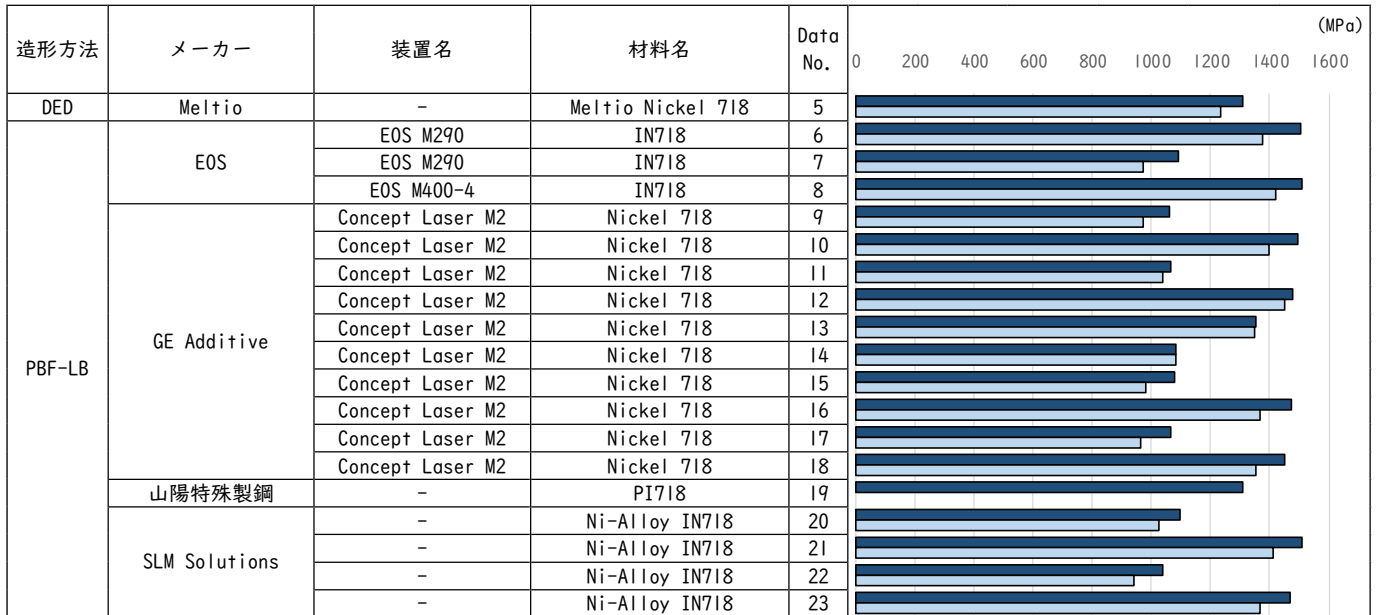


図 3.14.2 インコネル 718 引張強さ (引張試験片の採取方向記載あり) ■ 水平方向 □ 垂直方向



図 3.14.3 インコネル 718 耐力または降伏応力 (引張試験片の採取方向記載なし)

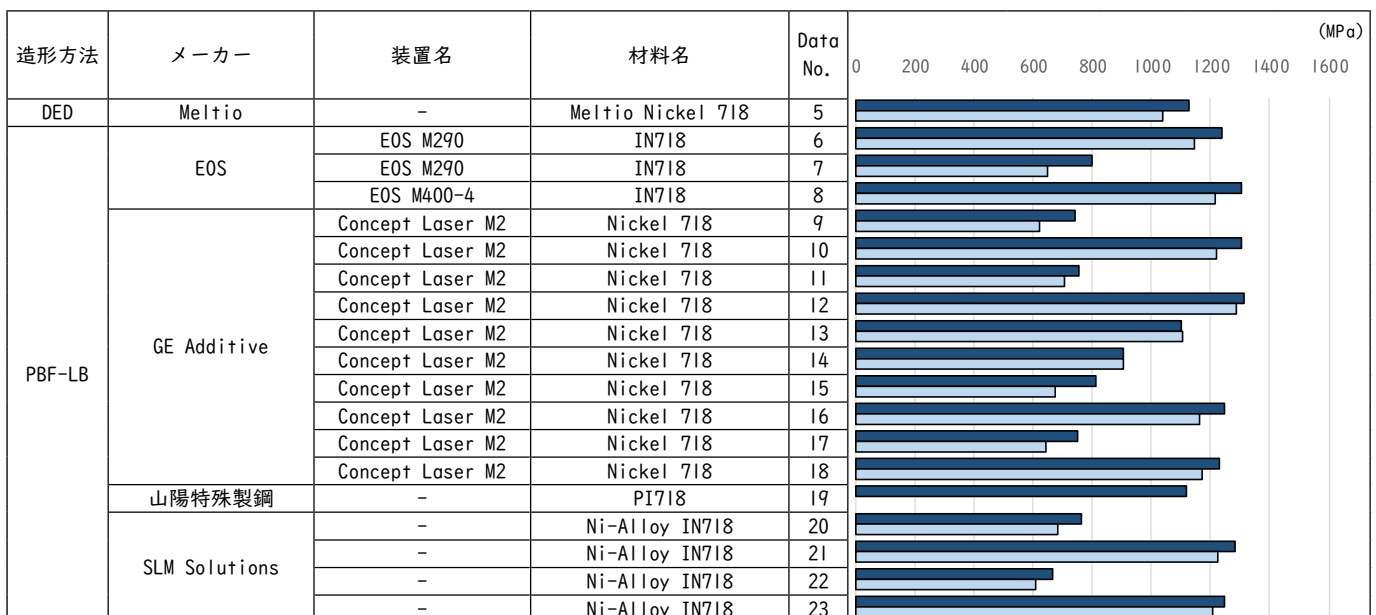


図 3.14.4 インコネル 718 耐力または降伏応力 (引張試験片の採取方向記載あり) ■ 水平方向 □ 垂直方向

造形方法	メーカー	装置名	材料名	Data No.	(%)								
					0	5	10	15	20	25	30	35	40
PBF-LB	松浦機械製作所	-	マツウラニッケルアロイ718	1	[Bar chart showing elongation values]								
		-	マツウラニッケルアロイ718	2	[Bar chart showing elongation values]								
	EOS	EOS M400	IN718	3	[Bar chart showing elongation values]								
		EOS M400	IN718	4	[Bar chart showing elongation values]								

図 3.14.5 インコネル718 伸び (引張試験片の採取方向記載なし)

造形方法	メーカー	装置名	材料名	Data No.	(%)								
					0	5	10	15	20	25	30	35	40
DED	Meltio	-	Meltio Nickel 718	5	[Bar chart showing elongation values]								
PBF-LB	EOS	EOS M290	IN718	6	[Bar chart showing elongation values]								
		EOS M290	IN718	7	[Bar chart showing elongation values]								
		EOS M400-4	IN718	8	[Bar chart showing elongation values]								
		Concept Laser M2	Nickel 718	9	[Bar chart showing elongation values]								
	GE Additive	Concept Laser M2	Nickel 718	10	[Bar chart showing elongation values]								
		Concept Laser M2	Nickel 718	11	[Bar chart showing elongation values]								
		Concept Laser M2	Nickel 718	12	[Bar chart showing elongation values]								
		Concept Laser M2	Nickel 718	13	[Bar chart showing elongation values]								
		Concept Laser M2	Nickel 718	14	[Bar chart showing elongation values]								
		Concept Laser M2	Nickel 718	15	[Bar chart showing elongation values]								
		Concept Laser M2	Nickel 718	16	[Bar chart showing elongation values]								
		Concept Laser M2	Nickel 718	17	[Bar chart showing elongation values]								
		Concept Laser M2	Nickel 718	18	[Bar chart showing elongation values]								
		山陽特殊製鋼	-	PI718	19	[Bar chart showing elongation values]							
SLM Solutions	-	Ni-Alloy IN718	20	[Bar chart showing elongation values]									
	-	Ni-Alloy IN718	21	[Bar chart showing elongation values]									
	-	Ni-Alloy IN718	22	[Bar chart showing elongation values]									
	-	Ni-Alloy IN718	23	[Bar chart showing elongation values]									

図 3.14.6 インコネル718 伸び (引張試験片の採取方向記載あり) ■ 水平方向 □ 垂直方向

造形方法	メーカー	装置名	材料名	Data No.	(GPa)						
					0	40	80	120	160	200	240
PBF-LB	松浦機械製作所	-	マツウラニッケルアロイ718	1	N/A						
		-	マツウラニッケルアロイ718	2	N/A						
	EOS	EOS M400	IN718	3	N/A						
		EOS M400	IN718	4	N/A						

図 3.14.7 インコネル718 ヤング率 (引張試験片の採取方向記載なし)

造形方法	メーカー	装置名	材料名	Data No.	(GPa)						
					0	40	80	120	160	200	240
DED	Meltio	-	Meltio Nickel 718	5	N/A						
PBF-LB	EOS	EOS M290	IN718	6	N/A						
		EOS M290	IN718	7	N/A						
		EOS M400-4	IN718	8	N/A						
		Concept Laser M2	Nickel 718	9	[Bar chart showing Young's modulus values]						
	GE Additive	Concept Laser M2	Nickel 718	10	[Bar chart showing Young's modulus values]						
		Concept Laser M2	Nickel 718	11	[Bar chart showing Young's modulus values]						
		Concept Laser M2	Nickel 718	12	[Bar chart showing Young's modulus values]						
		Concept Laser M2	Nickel 718	13	[Bar chart showing Young's modulus values]						
		Concept Laser M2	Nickel 718	14	[Bar chart showing Young's modulus values]						
		Concept Laser M2	Nickel 718	15	[Bar chart showing Young's modulus values]						
		Concept Laser M2	Nickel 718	16	[Bar chart showing Young's modulus values]						
		Concept Laser M2	Nickel 718	17	[Bar chart showing Young's modulus values]						
		Concept Laser M2	Nickel 718	18	[Bar chart showing Young's modulus values]						
		山陽特殊製鋼	-	PI718	19	N/A					
SLM Solutions	-	Ni-Alloy IN718	20	[Bar chart showing Young's modulus values]							
	-	Ni-Alloy IN718	21	[Bar chart showing Young's modulus values]							
	-	Ni-Alloy IN718	22	[Bar chart showing Young's modulus values]							
	-	Ni-Alloy IN718	23	[Bar chart showing Young's modulus values]							

図 3.14.8 インコネル718 ヤング率 (引張試験片の採取方向記載あり) ■ 水平方向 □ 垂直方向

15. ニッケル系 その他

(1)引張試験片の採取方向記載あり

造形方法	メーカー	装置名	材料名	後処理	硬さ	引張強さ (MPa)		耐力または降伏応力 (MPa)	
						水平方向	垂直方向	水平方向	垂直方向
PBF-LB	EOS	EOS M290	NickelAlloy HX	As Built	-	820±50	675±50	630±50	545±50
		EOS M400-4	NickelAlloy HX	As Built	-	770 ^{※5}		610 ^{※5}	
			NickelAlloy HX	Heat Treated	-	710 ^{※5}		345 ^{※5}	
		EOS M290	IN939	Heat Treated	48HRC	1520	1500	1130	1100
			IN939	Manufactured	33HRC	1160	1090	880	740
		GE Additive	Concept Laser M2 Series 5	Nickel X	As Built	242HV10	840	755	615
	Nickel X			SOLN	-	765	715	385	385
	Nickel X			As Built	241HV10	855	780	625	560
	Nickel X			SOLN	-	765	730	380	380

※1 第四章 3Dプリンタ機械的特性データ出典参照

※2 換算値 (有効数字2桁)

※3 水平方向

※4 垂直方向

※5 水平方向と垂直方向の平均値

伸び (%)		ヤング率 (GPa)		相対密度 (%)	密度 (g/cm ³)	造形速度 (cm ³ /h)	備考	出典 ^{※1}	Data No.
水平方向	垂直方向	水平方向	垂直方向	水平方向					
27±8	39±8	195±20	175±20	approx. 100	min 8.2	15.2	Ni-Cr-Fe-Mo alloy	⑱	1
31 ^{※5}		-	-	-	min 8.2	60.8	Ni-Cr-Fe-Mo alloy Layer thickness 40μm	⑱	2
45 ^{※5}		-	-	-	min 8.2	60.8	Ni-Cr-Fe-Mo alloy Layer thickness 40μm	⑱	3
11	13	-	-	-	min 8.15	13 ^{※2}	Layer thickness 40μm	⑱	4
24	28	-	-	-	min 8.15	13 ^{※2}	Layer thickness 40μm	⑱	5
33.5	40.0	183	166	99.9 ^{※3} 99.9 ^{※4}	-	19.8	Ni-Cr-Fe-Mo Balanced Parameter 224	⑭	6
46.5	50.0	191	184	-	-	19.8	Ni-Cr-Fe-Mo Balanced Parameter 224	⑭	7
34.5	40.0	188	170	99.9 ^{※3} 99.9 ^{※4}	-	20.2	Ni-Cr-Fe-Mo Balanced Parameter 226	⑭	8
47.5	49.0	189	191	-	-	20.2	Ni-Cr-Fe-Mo Balanced Parameter 226	⑭	9

16. コバルト系

(1) 引張試験片の採取方向記載なし

造形方法	メーカー	装置名	材料名	後処理	硬さ	引張強さ (MPa)	耐力または降伏応力 (MPa)
PBF-LB	松浦機械製作所	-	マツウラコバルトクロム (T7402)	造形のみ	36±1HRC	1170~1200	870~900

(2) 引張試験片の採取方向記載あり

造形方法	メーカー	装置名	材料名	後処理	硬さ	引張強さ (MPa)		耐力または降伏応力 (MPa)	
						水平方向	垂直方向	水平方向	垂直方向
BJT	DesktopMetal	Shop System	CoCrMo	As Sintered	17.9±2.2HRC	600±13	-	424±11	-
			CoCrMo	Sintered And HIP	22.5±0.9HRC	672±21	-	445±9	-
PBF-LB	EOS	EOS M100	CobaltChrome MPI	As Manufactured	-	1040	830	1340	1200
	GE Additive	Concept Laser M2 Series 5	Cobalt Chrome Balanced+	As Built	408HV10	-	1290	-	795
			Cobalt Chrome Balanced+	VSR+HIP+SOLN	-	1320	1300	695	685
			Cobalt Chrome Balanced+	VSR+HIP+SOLN	-	1200	1185	375	365
			remanium star CL	As Built	368HV10	1235	1150	915	775
			remanium star CL	SRI + SIM-FIR	349HV10	1055	1050	635	625
			remanium star CL	As Built	384HV10	1310	1070	980	800
			remanium star CL	SRI + SIM-FIR	355HV10	1070	1015	655	630
	SLM Solutions	-	Co-Alloy CoCr28Mo6	As Built	385±6HV10	1269±13	1177±32	824±31	639±28
			Co-Alloy CoCr28Mo6	As Built	377±5HV10	1247±9	1155±25	851±19	667±13
	ソディック	OPM250 OPM350	CT PowderRange CCM F	None	33HRC	722	-	570	-
	3D Systems	DMP Flex 100 ProX DMP 200	LaserForm CoCr (B)	As Built	32±5HRC	1150±80	1090±40	840±80	630±40
			LaserForm CoCr (B)	After Solution Anneal	26±5HRC	1050±50	1040±50	590±40	570±40
		ProX DMP 320	LaserForm CoCrF75 (A)	After Anneal	25±5HRC	1030±70	1000±30	540±30	520±30
LaserForm CoCrF75 (A)			After HIP	39±3HRC	1020±70	950±40	510±30	475±20	

※1 第四章 3Dプリンタ機械的特性データ出典参照

※2 水平方向

※3 垂直方向

※4 換算値 (有効数字2桁)

※5 水平方向と垂直方向の平均値

伸び (%)	ヤング率 (GPa)	相対密度 (%)	密度 (g/cm ³)	造形速度 (cm ³ /h)	備考	出典 ^{※1}	Data No.
15±2	-	-	-	-		⑯	1

伸び (%)		ヤング率 (GPa)		相対密度 (%)	密度 (g/cm ³)	造形速度 (cm ³ /h)	備考	出典 ^{※1}	Data No.
水平方向	垂直方向	水平方向	垂直方向						
6.0±2.0	-	231±7	-	-	8.0±0.1	-		⑫	2
8.5±1.9	-	231±7	-	-	8.28±0.02	-		⑫	3
11	13	-	-	-	-	5.4 ^{※4}	Layer thickness 30μm	⑱	4
-	16.0	-	185	99.9 ^{※2} 99.9 ^{※3}	-	16.2	Balanced+ Parameter 86	⑭	5
45.0	46.0	230	225	-	-	16.2	Balanced+ Parameter 86	⑭	6
50.0	51.0	180	175	-	-	16.2	Balanced+ Parameter 86 538°Cでの測定値	⑭	7
15.0	24.0	214	186	99.9 ^{※2} 99.9 ^{※3}	-	17.1	CoCrW alloy Productivity Parameter 172	⑭	8
9.5	12.5	248	241	99.9 ^{※2} 99.9 ^{※3}	-	17.1	CoCrW alloy Productivity Parameter 172	⑭	9
13.5	29.5	236	181	99.9 ^{※2} 99.9 ^{※3}	-	7.2	CoCrW alloy Surface Parameter 173	⑭	10
9.5	9.0	245	241	99.9 ^{※2} 99.9 ^{※3}	-	7.2	CoCrW alloy Surface Parameter 173	⑭	11
13±2	23±4	205±49	190±16	≧99.5	8.47	11.0	Layer thickness 30μm	⑳	12
18±1	27±4	217±33	199±8	≧99.5	-	11.0	Layer thickness 60μm	⑳	13
10.5	-	137	-	-	-	10.9	C00074	㉑	14
6±2	15±4	220±40	170±40	-	>99	8.30		㉒	15
33±6	35±6	240±40	220±40	-	>99	8.30		㉒	16
29±6	29±4	225±5 ^{※5}		>99.9	8.35	-		㉒	17
29±6	23±3	225±5 ^{※5}		≒100	8.35	-		㉒	18

第四章

樹脂及び金属 3D プリント造形物 機械的特性データ 出典

(1) 樹脂材料

材料	番号	出典元	URL
樹脂	①	アスペクト	アスペクトより提供 問い合わせHP https://aspect.jpn.com/contact/
	②	シーメット	https://www.cmet.co.jp/wp210830/wp-content/uploads/2022/05/220520_HP_%E6%A8%B9%E8%84%82%E7%89%A9%E6%80%A7%E4%B8%80%E8%A6%A7_851.pdf
	③	DWS	https://digitalwax.asia/rezin/pg7702.html
	④	ディーメック	https://www.d-mec.co.jp/images/pdf/scr739_786.pdf
	⑤	フュージョンテクノロジー (Polymaker)	フュージョンテクノロジーより提供 問い合わせHP https://fusiontechnology.co.jp/contact/
	⑥	RAISE3D (BASF、JSR、Polymaker)	https://raise3d.jp/download#download05
	⑦	RICOH(EnvisionTEC、HP、 RICOH、Stratasys、3DSystems)	https://www.ricoh.co.jp/-/Media/Ricoh/Sites/co_jp/3dp/what/material2/pdf/list.pdf
	⑧	Stratasys	https://www.stratasys.co.jp/materials/materials-catalog
	⑨	3D Systems	https://ja.3dsystems.com/materials/plastic
	⑩	XYZプリンティング	https://pro.xyzprinting.com/ja-JP/materials

(2) 金属材料

材料	番号	出典元	URL
金属	⑪	大同特殊鋼	大同特殊鋼より提供 問い合わせHP https://www.daido.co.jp/ask/products.html?type=powder
	⑫	DesktopMetal	https://www.desktopmetal.com/materials
	⑬	GEアディティブ (ARCAM)	https://www.ge.com/additive/additive-manufacturing/machines/ebm-machines
	⑭	GEアディティブ (Concept Laser)	https://www.ge.com/additive/additive-manufacturing/machines/m2series5
	⑮	Markforged	https://markforged.com/jp/materials
	⑯	松浦機械製作所	カタログ LUMEX Sample work Archive
	⑰	Meltio	https://meltio3d.com/materials/
	⑱	NTTデータザムテクノロジーズ (EOS)	https://www.nttdata-xam.com/solution/application/material_eos/
	⑲	山陽特殊製鋼	https://www.sanyo-steel.co.jp/product/metallc_powder/images/pdf/metallc_powder2201.pdf
	⑳	SLMソリューションズ	https://www.slm-solutions.com/products-and-solutions/powders/
	㉑	ソディック	ソディックより提供 問い合わせHP https://www.sodick.co.jp/contact/contact.php
	㉒	3D Systems	https://www.3dsystems.com/materials/metal
	㉓	東洋アルミニウム	東洋アルミニウムより提供(参考文献 木村貴広 他:レーザ積層造形法により作製した工業用純アルミニウム造形体の熱的および機械的性質. 軽金属, 66巻(4号), 167-173(2016).)
	㉔	東洋アルミニウム	東洋アルミニウムより提供(参考文献 木村貴広 他:レーザ積層造形法を用いて作製したAC4CHアルミニウム合金の組織と機械的性質. 大阪府立産業技術総合研究所報告, No. 30, 55-60(2016).)
	㉕	東洋アルミニウム	東洋アルミニウムより提供 (参考文献 平山明宏 他:金属粉末レーザ積層造形法により作製したAC8Aアルミニウム合金の特性評価. 日本機械学会関西支部定時総会講演会講演論文集 94回, ROMBUNNO. 301, (2019).)
	㉖	東洋アルミニウム	東洋アルミニウムより提供 (参考文献 Yuki Otani 他:Microstructure and Mechanical Properties of A7075 Alloy with Additional Si Objects Fabricated by Selective Laser Melting. Materials Transactions, Vol. 60 issue10, 2143-2150.)
	㉗	東洋アルミニウム	東洋アルミニウムより提供(参考文献 Takahiro Kimura 他:Effect of silicon content on densification, mechanical and thermal properties of Al-xSi binary alloys fabricated using selective laser melting. Materials Science and Engineering, A Vol. 682, 593-602(2017).)
	㉘	東洋アルミニウム	東洋アルミニウムより提供 (参考文献 加藤千佳 他:金属レーザ積層造形法の高出力・高速造形条件によるAl-10Si-0.4Mg合金の造形特性に及ぼす粉末形状の影響. 軽金属, 70巻(10号), 475-482(2020).)
	㉙	東洋アルミニウム	東洋アルミニウムより提供 SPHERALLOY TCFE1Z リーフレット (日軽金・東洋アルミニウム)
	㉚	東洋アルミニウム	東洋アルミニウムより提供(参考文献 Xing Qi 他:Managing both high strength and thermal conductivity of a laser powder bed fused Al-2.5Fe binary alloy: Effect of annealing on microstructure. Materials Science and Engineering, A Vol. 805 140591(2021).)
	㉛	東洋アルミニウム	東洋アルミニウムより提供 (参考文献 木村貴広 他:レーザ積層造形法により作製したAl-Mg-Sc合金の組織と時効特性. 軽金属, 70巻(10号), 467-474(2020).)

第五章

公設試の 3D プリンタ所有情報

No	都道府県	材料				造形方法	メーカー	装置名	造形エリアサイズ(mm)	所有機関
		樹脂	金属	石膏	砂					
1	北海道	✓				MEX	3D Systems	Cube X 3D Trio Printer	185×265×240	北海道立総合研究機構 産業技術環境本部工業試験場 札幌市北区北19条西11丁目
2	北海道			✓		BJT	3D Systems	ProJet 660Pro	254×381×203	北海道立総合研究機構 産業技術環境本部工業試験場 札幌市北区北19条西11丁目
3	北海道	✓				MEX	Raise 3D	Raise 3D PR02 Plus	305×305×605	北海道立総合研究機構 産業技術環境本部工業試験場 札幌市北区北19条西11丁目
4	北海道	✓				VPP	シーメット	RM-3000	300×300×205	北海道立総合研究機構 産業技術環境本部工業試験場 札幌市北区北19条西11丁目
5	北海道		✓			PBF-LB	松浦機械製作所	LUMEX Avance-25	250×250×180	北海道立総合研究機構 産業技術環境本部工業試験場 札幌市北区北19条西11丁目
6	青森県	✓				MEX	Stratasys	uPrint SE plus	203×203×152	青森県産業技術センター 弘前工業研究所 弘前市扇町1-1-8
7	青森県	✓				MJT	キーエンス	AGILISTA-3200	297×210×200	青森県産業技術センター 工業総合研究所 青森市大字野木字山口221-10
8	岩手県	✓				MEX	Stratasys	Fortus 450mc	406×355×406	岩手県工業技術センター 盛岡市北飯岡2-4-25
9	岩手県		✓			PBF-EB	GE Additive	ARCAM EBM A2X	200×200×380	岩手県工業技術センター 盛岡市北飯岡2-4-25
10	岩手県	✓				VPP	シーメット	NRM-6000	610×610×500	岩手県工業技術センター 盛岡市北飯岡2-4-25
11	宮城県	✓				VPP	3D Systems	iPro8000	750×650×550	宮城県産業技術総合センター 仙台市泉区明通2-2
12	宮城県	✓				MEX	フュージョン テクノロジー	L-DEVO M3145	310×310×450	宮城県産業技術総合センター 仙台市泉区明通2-2
13	宮城県	✓				MEX	INTAMSYS	FUNMAT HT	260×260×260	宮城県産業技術総合センター 仙台市泉区明通2-2
14	秋田県	✓				MEX	Stratasys	Fortus 250mc	254×254×305	秋田県産業技術センター 秋田市新屋町砂奴寄4-11
15	秋田県	✓				MJT	Stratasys	J750	490×390×200	秋田県産業技術センター 秋田市新屋町砂奴寄4-11
16	秋田県				✓	BJT	シーメット	SCM-10	800×400×400	秋田県産業技術センター 秋田市新屋町砂奴寄4-11
17	山形県	✓				MEX	FLASH FORGE	Creator3	300×250×200	山形県工業技術センター 山形市松栄2-2-1
18	山形県	✓				VPP	FLASH FORGE	Hunter	120×67.5×150	山形県工業技術センター 山形市松栄2-2-1
19	山形県	✓				MJT	Stratasys	Objet260 Connex	255×252×200	山形県工業技術センター 山形市松栄2-2-1
20	福島県	✓				MEX	フュージョン テクノロジー	L-DEVO F300TP	310×310×450	福島県ハイテクプラザ 南相馬技術支援センター 南相馬市原町区萱浜字新赤沼83

No	都道府県	材料				造形方法	メーカー	装置名	造形エリアサイズ(mm)	所有機関
		樹脂	金属	石膏	砂					
21	福島県	✓				MEX	Stratasys	F170	254×254×254	福島県ハイテクプラザ 南相馬技術支援センター 南相馬市原町区萱浜字新赤沼83
22	福島県	✓				MEX	MarkerBot	Replicator2X	246×152×155	福島県ハイテクプラザ 郡山市待池台1-12
23	福島県	✓				MJT	Stratasys	EDEN 260V	255×252×200	福島県ハイテクプラザ 郡山市待池台1-12
24	福島県		✓			PBF	ヤマザキ マザック	VARIAXIS j-600/5X AM	850×550×510	福島県ハイテクプラザ 福島ロボットテストフィールド 郡山市待池台1-12
25	福島県		✓			DED	ニコン	lasermister 101A	φ150×150	福島県ハイテクプラザ 福島ロボットテストフィールド 郡山市待池台1-12
26	茨城県	✓				MEX	Markforged	Mark Two	320×132×154	茨城県産業技術イノベーションセンター 東茨城郡茨城町長岡3781-1
27	茨城県	✓				MEX	Zortrax	M200	200×200×185	茨城県産業技術イノベーションセンター 東茨城郡茨城町長岡3781-1
28	茨城県	✓				MJT	Stratasys	Objet30 Pro	294×192×148	茨城県産業技術イノベーションセンター 東茨城郡茨城町長岡3781-1
29	栃木県	✓				VPP	Formlabs	Form3L	335×200×300	栃木県産業技術センター 宇都宮市ゆいの杜1-5-20
30	栃木県	✓				MEX	INTAMSYS	FUNMA HT Enhanced	260×260×260	栃木県産業技術センター 宇都宮市ゆいの杜1-5-20
31	栃木県		✓			PBF-LB	ソディック	OPM250L	250×250×250	栃木県産業技術センター 宇都宮市ゆいの杜1-5-20
32	群馬県	✓				MJT	キーエンス	AGILISTA-3100	297×210×200	群馬県立産業技術センター 前橋市亀里町884-1
33	埼玉県		✓			MEX	Markforged	MetalX	造形サイズ 300×220×180 焼結後最大造形サイズ 235×68×65	埼玉県産業技術総合センター 川口市上青木3-12-18
34	埼玉県	✓				MJT	OBJET	EDEN250	250×250×200	埼玉県産業技術総合センター 川口市上青木3-12-18
35	埼玉県	✓				MJT	Stratasys	Objet260 Connex3	255×252×200	埼玉県産業技術総合センター 川口市上青木3-12-18
36	千葉県		✓			MEX	Markforged	MetalX	235×68×65	千葉県産業支援技術研究所 天台庁舎 千葉市稲毛区天台6-13-1
37	千葉県	✓				MJT	Stratasys	Objet260 Connex1	255×252×200	千葉県産業支援技術研究所 天台庁舎 千葉市稲毛区天台6-13-2
38	東京都	✓				PBF	アスペクト	RaFaE1550C		東京都立産業技術研究センター 江東区青海2-4-10
39	東京都	✓				PBF	アスペクト	RaFaE1300F		東京都立産業技術研究センター 江東区青海2-4-10
40	東京都			✓		BJT	3D Systems	Zprinter 650	254×381×203	東京都立産業技術研究センター 城東支所 葛飾区青戸7-2-5

No	都道府県	材料				造形方法	メーカー	装置名	造形エリアサイズ(mm)	所有機関
		樹脂	金属	石膏	砂					
41	東京都		✓			PBF-LB	3D Systems	ProX300	250×250×300	東京都立産業技術研究センター 江東区青梅2-4-10
42	神奈川県	✓				MJT	3D Systems	ProJet MJP 5500X	518×381×295	神奈川県立産業技術総合研究所 海老名市下今泉705-1
43	神奈川県	✓				MJT	キーエンス	AGILISTA-3100	297×210×200	神奈川県立産業技術総合研究所 海老名市下今泉705-1
44	神奈川県	✓				VPP	Mits	M3DS-SA5/4KHi	150×85×180	神奈川県立産業技術総合研究所 海老名市下今泉705-1
45	富山県		✓			PBF-LB	EOS GmbH	EOSINT M280	250×250×325	富山県産業技術研究開発センター ものづくり研究開発センター 高岡市二上町150
46	富山県	✓				PBF-LB	EOS GmbH	Formiga P100	200×250×330	富山県産業技術研究開発センター ものづくり研究開発センター 高岡市二上町150
47	石川県			✓		BJT	3D Systems	Projet 660Pro	254×381×203	石川県工業試験場 3Dものづくりラボ 金沢市鞍月2-1
48	石川県	✓				MEX	Stratasys	FORTUS 360mc-L	406×355×406	石川県工業試験場 3Dものづくりラボ 金沢市鞍月2-1
49	石川県		✓			PBF-LB	ソディック	OPM250L	250×250×250	石川県工業試験場 3Dものづくりラボ 金沢市鞍月2-1
50	石川県		✓			DED	村谷機械製作所	ALPION Type Blue		石川県工業試験場 3Dものづくりラボ 金沢市鞍月2-1
51	石川県		✓			DED	村谷機械製作所	ALPION		石川県工業試験場 3Dものづくりラボ 金沢市鞍月2-1
52	福井県	✓				VPP	DWS	028J	65×65×90	福井県工業技術センター 福井市川合鷺塚町61字北稲田10
53	福井県	✓				MEX	Leapfrog	Creatr Dual	230×270×200	福井県工業技術センター 福井市川合鷺塚町61字北稲田10
54	福井県		✓			PBF-LB	松浦機械製作所	LUMEX Avance-25	250×250×185 (ベースプレート高さ含む)	福井県工業技術センター 福井市川合鷺塚町61字北稲田10
55	福井県	✓				PBF-LB	アスペクト	SEMplice300	290×290×370	福井県工業技術センター 福井市川合鷺塚町61字北稲田10
56	福井県	✓				MEX	ホット プロシード	Blade-1	100×200×100	福井県工業技術センター 福井市川合鷺塚町61字北稲田10
57	福井県			✓		BJT	3D Systems	Projet 360T	203×254×203	福井県工業技術センター デザインセンターふくい 越前市瓜生町5-1-1
58	山梨県	✓				MJT	OBJET	CONNEX500	490×390×200	山梨県産業技術センター 甲府市大津町2094
59	山梨県	✓				VPP	Phrozen	Shuffle 4K	120×68×200	山梨県産業技術センター 甲府市大津町2094
60	山梨県		✓			PBF-LB	松浦機械製作所	LUMEX Avance-25	250×250×185 (ベースプレート高さ含む)	山梨県産業技術センター 甲府市大津町2094

No	都道府県	材料				造形方法	メーカー	装置名	造形エリアサイズ(mm)	所有機関
		樹脂	金属	石膏	砂					
61	長野県	✓				MEX	3D Systems	Cube X 3D Trio Printer	185×265×240	長野県工業技術総合センター 環境・情報技術部門 松本市野溝西1-7-7
62	長野県	✓				MJT	Stratasys	EDEN250	250×250×200	長野県工業技術総合センター 環境・情報技術部門 松本市野溝西1-7-7
63	長野県	✓				PBF-LB	アスペクト	RaFaEl II puls 150-HT	150×150×200	長野県工業技術総合センター 環境・情報技術部門 松本市野溝西1-7-7
64	長野県		✓			PBF-LB	トルンプ	TruPrint1000	φ100×100	長野県工業技術総合センター 材料技術部門 長野市若里1-18-1
65	長野県	✓				MEX	Stratasys	uPrint SE Plus	203×203×152	長野県工業技術総合センター 環境・情報技術部門 松本市野溝西1-7-7
66	岐阜県	✓				MEX	Stratasys	Fortus 360mc-L	406×355×406	岐阜県産業技術総合センター 関市小瀬1288
67	岐阜県	✓				MEX	Markforged	Mark Two	320×132×154	岐阜県産業技術総合センター 関市小瀬1288
68	岐阜県	✓				BJT	HP	HP Jet Fusion 540	332×190×248	岐阜県産業技術総合センター 関市小瀬1288
69	静岡県	✓				MEX	日本 3Dプリンター	Raise 3D Pro2	305×305×300	静岡県工業技術研究所 静岡市葵区牧ヶ谷2078
70	静岡県		✓			PBF-LB	SLM Solutions	SLM280	280×280×365	静岡県工業技術研究所 浜松工業技術支援センター 浜松市北区新都田1-3-3
71	静岡県	✓				MEX	Stratasys	Fortus 400mc-L	406×355×406	静岡県工業技術研究所 浜松工業技術支援センター 浜松市北区新都田1-3-3
72	愛知県	✓				PBF-LB	3D Systems	sPro 60HD-HS	310×290×400	あいち産業科学技術総合センター 豊田市八草町秋合1267-1
73	愛知県	✓				MJT	Stratasys	Objet30 Pro	270×180×140	あいち産業科学技術総合センター 豊田市八草町秋合1267-1
74	名古屋市	✓				VPP	Formlabs	Form2	145×145×175	名古屋市工業研究所 名古屋市熱田区六番三丁目4番41号
75	名古屋市	✓				VPP	Formlabs	Form3	145×145×185	名古屋市工業研究所 名古屋市熱田区六番三丁目4番41号
76	名古屋市	✓				MEX	Ultimaker	S5	330×240×300	名古屋市工業研究所 名古屋市熱田区六番三丁目4番41号
77	名古屋市	✓				MEX	Markforged	Desktop Series Mark Two	320×132×154	名古屋市工業研究所 名古屋市熱田区六番三丁目4番41号
78	三重県				✓	BJT	シーメット	SCM-10	800×400×400	三重県工業研究所 金属研究室 桑名市大字志知字西山208
79	三重県	✓				MEX	Stratasys	Dimension Elite	203×203×305	三重県工業研究所 津市高茶屋5-5-45
80	滋賀県	✓				MEX	Stratasys	Fortus 450mc	406×355×406	滋賀県工業技術総合センター 栗東市上砥山232

No	都道府県	材料				造形方法	メーカー	装置名	造形エリアサイズ(mm)	所有機関
		樹脂	金属	石膏	砂					
81	滋賀県		✓			DED	三菱重工 工作機械	LAMDA200	200×200×200	滋賀県工業技術総合センター 粟東市上砥山232
82	滋賀県	✓				MJT	Objet	Connex500	490×390×200	滋賀県工業技術総合センター 粟東市上砥山232
83	京都府	✓				MEX	Stratasys	Dimension Elite	203×203×305	京都府中小企業技術センター 中丹技術支援室 綾部市青野町西馬場下33-1
84	京都府	✓				MJT	キーエンス	AGILISTA-3200	297×210×200	京都府中小企業技術センター 中丹技術支援室 綾部市青野町西馬場下33-1
85	京都府	✓				PBF-LB	アスペクト	RaFaEi 300F	実造形サイズ 290×290×370	京都府中小企業技術センター 京都市下京区中堂寺南町134
86	京都市	✓				MEX	Stratasys	Fortus 360mc-L		京都市産業技術研究所 京都市下京区中堂寺粟田町91 京都リサーチパーク9号館南棟
87	大阪府		✓			PBF-LB	EOS	EOSINT M280	250×250×300	大阪府産業技術研究所 和泉センター 和泉市あゆみ野2-7-1
88	大阪府		✓			PBF-LB	3D Systems	ProX DMP 200	140×140×100	大阪府産業技術研究所 和泉センター 和泉市あゆみ野2-7-1
89	大阪府		✓			PBF-EB	三菱電機 (国プロTRAFAM)	EZ300	300×300×380 ベースプレートサイズ 250×250	大阪府産業技術研究所 和泉センター 和泉市あゆみ野2-7-1
90	大阪府		✓			DED	三菱重工 工作機械	LAMDA500	φ150×150	大阪府産業技術研究所 和泉センター 和泉市あゆみ野2-7-1
91	大阪府	✓				MJT	キーエンス	AGILISTA-3100	297×210×200	大阪府産業技術研究所 和泉センター 和泉市あゆみ野2-7-1
92	兵庫県		✓			PBF-LB	3D Systems	ProX DMP 200	140×140×100	兵庫県立工業技術センター 神戸市須磨区行平町3-1-12
93	兵庫県	✓				MJT	Stratasys	CONNEX500	490×390×200	兵庫県立工業技術センター 神戸市須磨区行平町3-1-12
94	兵庫県				✓	BJT	シーメット	SCM-10H	800×400×400	兵庫県立工業技術センター 神戸市須磨区行平町3-1-12
95	奈良県	✓				VPP	Zortrax	Inkspire	74×132×175	奈良県産業振興総合センター 奈良市柏木町129-1
96	奈良県		✓			MEX	Airwolf3D	EVO	305×305×280	奈良県産業振興総合センター 奈良市柏木町129-1
97	和歌山県	✓				MJT	Stratasys	Objet260 Connex	255×252×200	和歌山県工業技術センター 和歌山市小倉60
98	和歌山県	✓				PBF-LB	SINTERIT	LISA	90×110×130	和歌山県工業技術センター 和歌山市小倉60
99	鳥取県	✓				MJT	3D Systems	ProJet 5500X	518×381×295	鳥取県産業技術センター 機械素材研究所(米小施設) 米子市日下1247
100	鳥取県	✓				MJT	キーエンス	AGILISTA-3200	297×210×200	鳥取県産業技術センター 機械素材研究所(米小施設) 米子市日下1247

No	都道府県	材料				造形方法	メーカー	装置名	造形エリアサイズ(mm)	所有機関
		樹脂	金属	石膏	砂					
101	鳥取県	✓				VPP	Formlabs	Form2	145×145×175	鳥取県産業技術センター 機械素材研究所（米小施設） 米子市日下1247
102	広島県	✓				MJT	Stratasys	Objet30 Prime	294×192×148.6	広島県立総合技術研究所 東部工業技術センター 福山市東深津町3-2-39
103	山口県		✓			PBF-LB	Concept Laser	M2 cusing	245×245×230	山口県産業技術センター 宇部市あすとぴあ4-1-1
104	山口県	✓				MEX	Stratasys	Fortus 400mc-L	355×406×406	山口県産業技術センター 宇部市あすとぴあ4-1-1
105	山口県	✓				MJT	Stratasys	Objet30 Pro	294×192×148	山口県産業技術センター 宇部市あすとぴあ4-1-1
106	山口県	✓				PBF-LB	アスペクト	RaFaEi 2plus300C-HT	280×280×370	山口県産業技術センター 宇部市あすとぴあ4-1-1
107	徳島県	✓				MEX	Stratasys	Fortus 400mc-S		徳島県立工業技術センター 徳島市雑賀町西開11-2
108	徳島県	✓				VPP	Formlabs	Form2	145×145×175	徳島県立工業技術センター 徳島市雑賀町西開11-2
109	香川県	✓				MJT	Stratasys	Objet260 Connex1	255×252×200	香川県産業技術センター 高松市郷東町587-1
110	愛媛県				✓	BJT	3D Systems	ProJet 660Pro	254×381×203	愛媛県産業技術研究所 松山市久米窪田町487-2
111	愛媛県	✓				MEX	Stratasys	uPrint SE	203×152×152	愛媛県産業技術研究所 松山市久米窪田町487-2
112	高知県	✓				MJT	キーエンス	AGILISTA-3200	297×210×200	高知県工業技術センター 高知市布師田3992-3
113	福岡県	✓				MEX	Stratasys	FORTUS400mc	406×355×406	福岡県工業技術センター 機械電子研究所 北九州市八幡西区則松3-6-1
114	福岡県	✓				MEX	Stratasys	uPrint	203×152×152	福岡県工業技術センター 機械電子研究所 北九州市八幡西区則松3-6-1
115	福岡県	✓				MJT	3D Systems	3510 HD Plus	298×185×203	福岡県工業技術センター 機械電子研究所 北九州市八幡西区則松3-6-1
116	福岡県		✓			DED	ニコン	lasermeister 100A	297×210×200	福岡県工業技術センター 機械電子研究所 北九州市八幡西区則松3-6-1
117	佐賀県	✓				MJT	Stratasys	Objet350 Connex1	340×340×200	佐賀県工業技術センター 佐賀市鍋島町八戸溝114
118	長崎県	✓				MJT	Stratasys	J826 Prime	255×252×200	長崎県工業技術センター 大村市池田2-1303-8
119	熊本県	✓				VPP	DWS	029X、028J	150×150×200	熊本県産業技術センター 熊本市東区東町3-11-38
120	熊本県	✓				PBF-LB	アスペクト	SEMplice300	300×300×400	熊本県産業技術センター 熊本市東区東町3-11-38

No	都道府県	材料				造形方法	メーカー	装置名	造形エリアサイズ(mm)	所有機関
		樹脂	金属	石膏	砂					
121	熊本県	✓				MEX	ムトー エンジニアリング	MF-2200D	300×300×300	熊本県産業技術センター 熊本市東区東町3-11-38
122	大分県	✓				MEX	Stratasys	Fortus 360mc-S	355×254×254	大分県産業科学技術センター 大分市高江西1-4361-10
123	鹿児島県	✓				MJT	Stratasys	Objet260 Connex3	255×252×200	鹿児島県工業技術センター 霧島市隼人町小田1445-1
124	沖縄県	✓				BJT	HP	Jet Fusion 540	332×190×248	沖縄県工業技術センター うるま市州崎12-2
125	沖縄県		✓			PBF-LB	EOS	EOSINT M270	250×250×215	沖縄県工業技術センター うるま市州崎12-2
126	沖縄県	✓				VPP	Formlabs	Form2	145×145×175	沖縄県工業技術センター うるま市州崎12-2
127	沖縄県	✓				MEX	Stratsys	DimensionElite	203×203×305	沖縄県工業技術センター うるま市州崎12-2

第六章

公設試 積層造形技術に関する研究報告

樹脂材料

(1) PP、PPライク

No	タイトル	著者名	キーワード			
			造形方法	報告書名	ページ	都道府県
1	3Dプリンタを用いた高機能部品作製に関する研究	滝沢 龍一		3Dプリンタ、複雑形状部品、可動部、最小隙間寸法		
			PBF	長野県工業技術総合センター 研究報告 No.16	M32-M35	長野県
2	三次元デジタル製造に関する要素技術の確立と実部品への応用	小笠原 耕太郎				
		他 2 名	MJT	令和元年度 長崎県工業技術センター研究報告 No.49	14-17	長崎県
3	三次元デジタル製造に関する要素技術の確立と実部品への応用	小笠原 耕太郎				
		他 2 名	MJT	平成30年度 長崎県工業技術センター研究報告 No.48	18-21	長崎県
4	セルロースナノファイバーを複合化した3Dプリンター用高性能樹脂フィラメントの開発	水野 渡				
		他 5 名	MEX	富山県工業技術センター研究報告 No.31	19	富山県
5	三次元積層造形によるオーダーメイドデザイン支援システムの開発	北野 哲彦		3Dプリンタ、構造解析、FEM、最適化		
		他 2 名	MJT	長野県工業技術総合センター 研究報告 No.12	E1-E5	長野県
6	インクジェット式3Dプリンタ用樹脂の耐候性評価	堀 剛		3Dプリンタ用樹脂、耐候性、キセノンフェードメータ、メタリングウェザーメータ		
		他 1 名	MJT	長野県工業技術総合センター 研究報告 No.12	P12-P15	長野県

(2) ABS、ABSライク

No	タイトル	著者名	キーワード			
			造形方法	報告書名	ページ	都道府県
1	型板を用いた陶磁器装飾模様作成の手法検討デジタル技術応用による伝統産業に適したデザイン開発手法の研究開発と普及事業 第3報(その1)	比嘉 明子				
		他 2 名	MEX	京都市産業技術研究所 研究報告 No.11	53-56	京都市
2	3Dものづくりに関する調査研究	須貝 裕之				
		他 4 名	MEX	工業技術研究報告書 No.50	117-120	新潟県
3	樹脂系3Dプリンタ造形品の平滑化処理	安田 星季		3Dプリンタ、表面粗さ、塗料付着性		
		他 1 名	BJT、MJT、MEX、VPP	北海道立総合研究機構工業試験場報告 No.318	31-36	北海道
4	3Dプリンタによる立体器物の寸法補正に関する考察	和合 健		樹脂3Dプリンタ、金属3Dプリンタ、3D器物、寸法補正、寸法誤差		
		他 3 名	VPP、MEX、PBF	岩手県工業技術センター研究報告 第22号	14-21	岩手県
5	3Dプリンタ活用に関する調査研究	三村 和弘				
		他 4 名	MEX	工業技術研究報告書 No.49	80-83	新潟県
6	3Dプリンタの活用方法の調査	山下 誠児				
			MJT、MEX	滋賀県工業技術総合センター業務報告 第34号	101-103	滋賀県
7	3Dプリンタを用いたCFRP内圧成形技術の開発	小川 仁				
		他 1 名	MEX	徳島県立工業技術センター 研究報告 Vol.28 2019	9-15	徳島県

注：新しい報告順に記載

(2) ABS、ABSライク

No	タイトル	著者名	キーワード			
			造形方法	報告書名	ページ	都道府県
8	熱溶解積層型3Dプリンタ造形物の機械特性	吉田 昌充		3Dプリンタ、熱溶解積層、機械特性、プラスチック		
		他 4 名	MEX	北海道立総合研究機構工業試験場報告 No.317	77-81	北海道
9	樹脂製積層造形器物を対象とした非接触三次元測定機の精度評価	柳原 亘		樹脂製積層造形器物、非接触三次元測定機、幾何交差、寸法、測定精度		
			MEX	静岡県工業技術研究所研究報告 第11号	20-25	静岡県
10	三次元デジタル製造に関する要素技術の確立と実部品への応用	小笠原 耕太郎				
		他 2 名	MJT	平成30年度 長崎県工業技術センター研究報告 No.48	18-21	長崎県
11	3Dプリンタにより作製した樹脂部品の強度に関する研究	尾形 正岐				
		他 5 名	MEX	平成29年度 山梨県産業技術センター研究報告 No.01		山梨県
12	3Dスキャナと3Dプリンタの連携によるクローズドループエンジニアリングの実証	木村 勝典				
		他 3 名	MJT	鳥取県産業技術センター研究報告書 No.20	39-44	鳥取県
13	3D3プロジェクトへの取組	陰山 翼				
		他 3 名	MEX	平成29年度・No.62 宮崎県工業技術センター・宮崎県食品開発センター研究報告	29-33	宮崎県
14	県内の3Dプリンター活用に関する調査	照屋 駿				
			MEX	沖縄県工業技術センター研究報告 第20号 平成29年度	47-49	沖縄県
15	熱溶解積層型3Dプリンタ造形物の特性評価	吉田 昌充		熱溶解積層、3Dプリンタ、機械特性、プラスチック、圧縮成形		
		他 3 名	MEX	北海道立総合研究機構工業試験場報告 No.315	123-127	北海道
16	3Dスキャナと3Dプリンタの連携によるクローズドループエンジニアリングに関する考察	和合 健		クローズドループエンジニアリング、3Dスキャナ、3Dプリンタ、レーザプローブ式座標測定機、マイクロフォーカス線CT		
		他 2 名	VPP、MEX	岩手県工業技術センター研究報告 第19号	25-34	岩手県
17	3D3プロジェクトへの取り組み	久富 茂樹		3Dスキャナ、3Dプリンタ		
			MEX	岐阜県情報技術研究所研究報告 第18号	58-61	岐阜県
18	ケミカルウッドFDM方式3Dプリンターの開発に関する調査研究	森本 巖				
			MEX	徳島県立工業技術センター 研究報告 Vol.25 2016	41-42	徳島県
19	顔の3D形状に基づいた呼吸ケア用マスク部品に関する研究	後藤 和弘				
		他 1 名	MEX	大分県産業科学技術センター 研究報告書 平成28年度		大分県
20	顔の3D形状に基づいたマスク開発に関する研究	後藤 和弘				
		他 1 名	MEX	大分県産業科学技術センター 研究報告書 平成27年度		大分県
21	3Dプリンタを用いた製造支援技術に関する研究 (第2報)	阿部 顕一		3Dプリンタ、高速造形機、引張試験、DLCコーティング		
		他 2 名	MEX、MJT	神奈川県産業技術センター研究報告 No.20	52-54	神奈川県
22	3Dプリンタを用いた製造支援技術に関する研究	阿部 顕一		3Dプリンタ、RP、高速造形機		
		他 10 名	MEX、MJT	神奈川県産業技術センター研究報告 No.19	53-55	神奈川県

注：新しい報告順に記載

(3) PA

No	タイトル	著者名	キーワード			
			造形方法	報告書名	ページ	都道府県
1	樹脂3Dプリンタによる消失模型鋳型の作製と金属鋳造に関する研究	氷見 清和		3Dプリンター、積層造形、消失模型、鋳造		
		他 3 名	PBF	富山県産業技術研究開発センター研究報告 No. 34	15-16	富山県
2	トポロジー・形状最適化による軽量構造の設計手法の開発	奥村 克博				
		他 5 名	MEX	福岡県工業技術センター研究報告 No. 30(2020)	53-56	福岡県
3	樹脂3Dプリンタによる消失模型鋳型の作製と金属鋳造に関する研究	氷見 清和		3Dプリンター、積層造形、消失模型、鋳造		
		他 3 名	PBF	富山県産業技術研究開発センター研究報告 No. 33	36-37	富山県
4	3Dモデリングによる茶器づくり支援	宮田 昌俊				
			MEX、VPP、PBF	あいち産業科学技術総合センター研究報告 2019	32-33	愛知県
5	3Dプリンタと3Dスキャナの精度検証に関する取り組み	村井 満				
			PBF	熊本県産業技術センター研究報告 第55号 令和元年度	27-30	熊本県
6	伝統産業支援のための3Dプリンティングの多角的活用	住岡 淳司		3Dプリンティング、伝統産業、鋳造、漆器、五箇山和紙、悠久紙、楮たくり		
		他 2 名	PBF	富山県産業技術研究開発センター研究報告 No. 32	32-33	富山県
7	複合化樹脂粉末を応用した表面装飾	高松 周一		複合化、レーザー焼結、積層造形、樹脂粉末		
		他 2 名	PBF	富山県産業技術研究開発センター研究報告 No. 32	34-35	富山県
8	3Dスキャナと3Dプリンタの連携による造形精度の検証及び高精度化	水野 優				
		他 2 名	PBF	あいち産業科学技術総合センター研究報告 2018	22-25	愛知県
9	樹脂粉末床溶融結合法による複合材料造形技術の構築	宮内 宏哉				
		他 2 名	PBF	京都府中小企業技術センター技報 No. 46	1-7	京都府
10	高機能樹脂粉末材料の開発Ⅱ	高松 周一		積層造形、樹脂粉末、複合化		
		他 3 名	PBF	富山県工業技術センター研究報告 No. 31	30-31	富山県
11	伝統産業支援のための3Dプリンティングの多角的活用	住岡 淳司		3Dプリンティング、伝統産業、鋳造、漆器、五箇山和紙、悠久紙、楮たくり		
		他 2 名	PBF	富山県工業技術センター研究報告 No. 31	34-35	富山県
12	3Dスキャナと3Dプリンタの連携による造形精度の検証	島津 達哉				
		他 2 名	PBF、BJT	あいち産業科学技術総合センター研究報告 2017	26-27	愛知県
13	粉末焼結型AM技術における3Dデータ補正による寸法精度向上	小林 隆一		3Dプリンター、付加製造、粉末焼結、データ補正、フィードバック、有限要素法		
		他 2 名	PBF	東京都立産業技術研究センター研究報告 第11号 (2016)	44-47	東京都
14	粉末焼結型AMによる造形品の機械的性質と異方性材料モデルについて	木暮 尊志		付加製造、レーザー焼結、破壊強度則、異方性		
		他 2 名	PBF	東京都立産業技術研究センター研究報告 第11号 (2016)	124-125	東京都
15	高機能樹脂粉末材料の開発	高松 周一		積層造形、樹脂粉末、複合化		
		他 3 名	PBF	富山県工業技術センター研究報告 No. 30	38-39	富山県

注：新しい報告順に記載

(3) PA

No	タイトル	著者名	キーワード			都道府県
			造形方法	報告書名	ページ	
16	3Dプリンティングを活用した伝統産業支援のための新商品デザイン開発	住岡 淳司		3Dプリンティング、伝統産業、鋳造、漆器		
		他 2 名	PBF	富山県工業技術センター研究報告 No. 30	34-35	富山県
17	樹脂粉末積層造形の成形品物性制御に関する調査研究 (II)	宮内 宏哉				
		他 2 名	PBF	京都府中小企業技術センター技報 No. 44		京都府
18	3Dプリンタを利用した簡易的なブロー成形樹脂型の製作に関する研究	鍋澤 浩文				
		他 8 名	PBF	富山県工業技術センター研究報告 No. 29	120	富山県
19	PA粉末積層造形体の熱変形特性に関する研究	山本 貴文		積層造形、ポリアミド12、熱変形特性		
		他 3 名	PBF	富山県工業技術センター研究報告 No. 29	53-54	富山県
20	積層造形用樹脂粉末材料の開発	高松 周一		積層造形、樹脂粉末、凍結粉碎、球形化		
		他 1 名		富山県工業技術センター研究報告 No. 29	37-38	富山県
21	3Dプリンティングを活用した伝統産業支援のための新商品デザイン開発	住岡 淳司		3Dプリンティング、伝統産業、鋳造、漆器		
		他 3 名	PBF	富山県工業技術センター研究報告 No. 29	35-36	富山県
22	樹脂粉末積層造形の成形品物性制御に関する調査研究	宮内 宏哉				
		他 2 名	PBF	京都府中小企業技術センター技報 No. 43	1-5	京都府
23	PA粉末積層造形体の諸特性に及ぼす金属アルミニウム粉末添加量の影響	山本 貴文		積層造形、アルミ入りポリアミド、機械的特性、表面性状		
		他 2 名	PBF	富山県工業技術センター研究報告 No. 28	47-48	富山県
24	粉末焼結型造形による造形物の機械的性質に対する造形方向の影響	木暮 尊志		粉末焼結型積層造形、異方性、機械的性質、造形方向		
		他 3 名	PBF	東京都立産業技術研究センター研究報告 第8号 (2013)	72-75	東京都
25	塗装による粉末焼結型RP造形品のカラーモデルの作製	小野澤 明良		ラピットプロトタイプング、塗装		
		他 4 名	PBF	東京都立産業技術研究センター研究報告 第8号 (2013)	120-121	東京都
26	積層造形技術の新製品開発への応用	林 千歳		積層造形、配置、収縮、CT画像		
		他 1 名	PBF	富山産業技術研究開発センター研究報告 No. 27	5-6	富山県
27	ナイロンRPによる造形物の異方性について	阿保 友二郎		ラピットプロトタイプング、RP、SLS、異方性、デザインセンター		
		他 1 名	PBF	東京都立産業技術研究センター研究報告 第3号	62-63	東京都

注：新しい報告順に記載

(4) PLA

No	タイトル	著者名	キーワード			
			造形方法	報告書名	ページ	都道府県
1	構造最適化を用いた傾斜機能ラティス構造体の開発に関する研究	中村 陽文		CAE、最適化、積層造形、ラティス構造		
		他 1 名	MEX	富山県産業技術研究開発センター研究報告 No.35	76-77	富山県
2	3Dモデリングによる茶器づくり支援	宮田 昌俊				
			MEX、VPP、PBF	あいち産業科学技術総合センター研究報告 2019	32-33	愛知県
3	熱溶解積層型3Dプリンタ造形物の機械特性	吉田 昌充		3Dプリンタ、熱溶解積層、機械特性、プラスチック		
		他 4 名	MEX	北海道立総合研究機構工業試験場報告 No.317	77-81	北海道
4	熱溶解積層型3Dプリンタ造形物の特性評価	吉田 昌充		熱溶解積層、3Dプリンタ、機械特性、プラスチック、圧縮成形		
		他 3 名	MEX	北海道立総合研究機構工業試験場報告 No.315	123-127	北海道

(5) エポキシ系樹脂

No	タイトル	著者名	キーワード			
			造形方法	報告書名	ページ	都道府県
1	樹脂系3Dプリンタ造形品の平滑化処理	安田 星季		3Dプリンタ、表面粗さ、塗料付着性		
		他 1 名	MEX、VPP、MJT、BJT	北海道立総合研究機構工業試験場報告 No.318	31-36	北海道
2	3Dスキャナと3Dプリンタの連携によるクローズドループエンジニアリングに関する考察	和合 健		クローズドループエンジニアリング、3Dスキャナ、3Dプリンタ、レーザプローブ式座標測定機、マイクロフォーカス線CT		
		他 2 名	VPP	岩手県工業技術センター研究報告 第19号	25-34	岩手県
3	光硬化性エポキシ樹脂AMの塗装によるカラーモデル作製	小野澤 明良		積層造形、3Dプリンター、塗装		
		他 4 名	MJT	東京都立産業技術研究センター研究報告 第11号 (2016)	142-143	東京都

(6) アクリル系樹脂

No	タイトル	著者名	キーワード			
			造形方法	報告書名	ページ	都道府県
1	光造形方式3Dプリンターの精度に関する報告	佐々 知栄子				
		他 1 名	VPP	KISTEC研究報告 2021	33-34	神奈川県
2	長野県における3D3プロジェクトへの取組	菅沼 幸男		クローズドループエンジニアリング、3D3プロジェクト、3Dプリンタ、3Dスキャナ		
			MJT	長野県工業技術総合センター 研究報告 No.14	M78-M81	長野県
3	3Dモデリングによる茶器づくり支援	宮田 昌俊				
			MEX、VPP、PBF	あいち産業科学技術総合センター研究報告 2019	32-33	愛知県
4	3Dプリンタの活用方法の調査	山下 誠児				
			MJT、MEX	滋賀県工業技術総合センター業務報告 第34号	101-103	滋賀県

注：新しい報告順に記載

(6) アクリル系樹脂

No	タイトル	著者名	キーワード			
			造形方法	報告書名	ページ	都道府県
5	三次元デジタル製造に関する要素技術の確立と実部品への応用	小笠原 耕太郎				
		他 2 名	MJT	令和元年度 長崎県工業技術センター研究報告 No.49	14-17	長崎県
6	3Dプリンタを用いた高周波用ジグ作成の検討	足立 幹雄				
		他 3 名	MJT	千葉県産業支援技術研究所研究報告 No.16	15-17	千葉県
7	3Dプリンタによる造形支援及び造形上の問題点について	佐々 知栄子				
		他 2 名	MJT	KISTEC研究報告 2018	27-29	神奈川県
8	3Dプリンタによって形成される微細凸形状の特徴	相澤 淳平		インクジェット式3Dプリンタ、造形解像度、微細形状、設計、寸法測定		
		他 1 名	MJT	長野県工業技術総合センター 研究報告 No.13	M51-M55	長野県
9	三次元デジタル製造に関する要素技術の確立と実部品への応用	小笠原 耕太郎				
		他 2 名	MJT	平成30年度 長崎県工業技術センター研究報告 No.48	14-17	長崎県
10	三次元積層造形によるオーダーメイドデザイン支援システムの開発 -3次元構造による弾性制御に関する研究-	北野 哲彦		3Dプリンタ、構造解析、FEM、最適化		
		他 2 名	MJT	長野県工業技術総合センター 研究報告 No.12	E1-E5	長野県
11	インクジェット式3Dプリンタ用樹脂の耐候性評価	堀 剛		3Dプリンタ用樹脂、耐候性、キセノンフェードメータ、 メタリングウェザーメータ		
		他 1 名	MJT	長野県工業技術総合センター 研究報告 No.12	P12-P15	長野県
12	3Dスキャナと3Dプリンタの連携によるクローズドループエンジニアリングの実証	木村 勝典				
		他 3 名	MJT	鳥取県産業技術センター研究報告 No.20	39-44	鳥取県

(7) その他

No	タイトル	著者名	キーワード			
			造形方法	報告書名	ページ	都道府県
1	光造形方式3Dプリンタの精度に関する報告	佐々 知栄子				
		他 1 名	VPP	KISTEC研究報告 2021	33-34	神奈川県
2	積層造形物に対するめっき処理の検討	上杉 卓矢		3Dプリンタ、サポート樹脂、水酸化ナトリウム、無電解めっき		
		他 2 名	MJT	埼玉県産業技術総合センター研究報告 第19巻	28-32	埼玉県
3	粉末床溶融結合方式3Dプリンタの形状誤差特性	滝沢 龍一		3Dプリンタ、形状誤差、粉末床溶融結合方式、誤差特性		
		他 1 名	PBF	長野県工業技術総合センター 研究報告 No.15	E10-E14	長野県
4	高速度撮影と応力可視化による積層造形体の破壊挙動観察	加藤 正樹				
			PBF	あいち産業科学技術総合センター 研究報告 2020	18-19	愛知県
5	2D/3D技術応用による伝統産業に適したデザイン開発手法の研究開発と普及事業 第2報 (その2) デジタルクリンナップ手法による伝統工芸品製作プロセスの改善検討	竹浪 祐介				
			MEX	京都市産業技術研究所研究報告 No.10 (2020)	59-63	京都市

注：新しい報告順に記載

(7) その他

No	タイトル	著者名	キーワード			
			造形方法	報告書名	ページ	都道府県
6	3次元技術を利用した3Dプリンタ出力物の比較強度試験(第1報)	足田 武士				
		他 4 名	MEX	大分県産業科学技術センター研究報告書 令和2年度		大分県
7	3Dプリンタによる立体器物の寸法補正に関する考察	和合 健		樹脂3Dプリンタ、金属3Dプリンタ、3D器物、寸法補正、寸法誤差		
		他 3 名	PBF、MEX、VPP	岩手県工業技術センター研究報告 第22号	14-21	岩手県
8	樹脂3Dプリンタによる加工物の2D面寸法補正に関する考察	和合 健		樹脂3Dプリンタ、寸法補正、位置誤差、ホールプレート、2D加工物		
		他 3 名	VPP、MEX	岩手県工業技術センター研究報告 第21号	11-15	岩手県
9	積層造形物の樹脂特性情報の整備	田中 拓也		インクジェット式3Dプリンタ、異方性、機械的特性、熱的特性、粘弾性		
		他 4 名	MJT	埼玉県産業技術総合センター研究報告 第18巻	40-45	埼玉県
10	デザイン思考によるニッチ市場創出のための研究開発	石橋 伸介				
		他 5 名	MEX、VPP	熊本県産業技術センター研究報告 第55号 令和元年度	1-6	熊本県
11	マイクロ流体機械に適應できる新しい AM 技術の開発-下面照射型光造形における金属インサートの適用-	甲斐 彰				
			VPP	熊本県産業技術センター研究報告 第55号 令和元年度	37-38	熊本県
12	デジタルものづくり設計技術者養成事業	加藤 勝		3次元CAD/CAM/CAE、3Dプリンタ、3D鋳型積層造形機、AM		
		他 8 名		秋田県産業技術センター業務年報 2018年	48-49	秋田県
13	3Dプリンタで造形したネイルチップへの漆塗装技術の開発	矢内 誠人		3Dプリンタ、漆、塗装		
		他 3 名	VPP	平成30年度 福島県ハイテクプラザ試験研究報告	5-7	福島県
14	樹脂3Dプリンタ造形器物の経年変化	和合 健		樹脂3Dプリンタ、レーザプローブ式座標測定機、経年変化		
		他 4 名	VPP、MEX	岩手県工業技術センター研究報告 第20号		岩手県
15	3D3プロジェクトへの取り組み	太田 晋一		クローズドループエンジニアリング、3Dプリンタ、3Dデジタイザ		
		他 6 名	VPP	宮城県産業技術総合センター研究報告 No.15	93-95	宮城県
16	3Dプリンタ造形物の寸法精度向上に関する研究	宮崎 智詞		3Dプリンタ、CADデータ、三次元測定機		
		他 3 名	MJT	埼玉県産業技術総合センター研究報告 第16巻	41-44	埼玉県
17	インクジェット3Dプリンター造形物の造形精度と強度の報告	阿部 顕一		AM、3Dプリンター、造形精度、造形強度		
			MJT	神奈川県立産業技術総合研究所 研究報告 No.23	13-15	神奈川県
18	構造最適化と付加製造による機械部品設計・製作プロセスの構築	宮内 宏哉				
		他 2 名	PBF	京都府中小企業技術センター技報 No.45	15-21	京都府
19	高齢者のQOL向上のための、京焼・清水焼による美的感性価値の高い機能性介護食器の開発	竹浪 祐介				
			MEX	京都市産業技術研究所研究報告 No.7 (2017)	75-78	京都市
20	商品開発におけるデザイン試作・評価システムの構築	石橋 伸介				
		他 4 名	MEX	熊本県産業技術センター研究報告 第54号 平成29年度	1-5	熊本県

注：新しい報告順に記載

(7) その他

No	タイトル	著者名	キーワード			
			造形方法	報告書名	ページ	都道府県
21	3Dプリンタ活用によるデザイン開発支援に関する一考察	佐々 知栄子	3Dプリンタ、デザイン開発、試作支援、生活支援ロボット、製品化			
		他 2 名	MJT	神奈川県産業技術センター研究報告 No.22	22-24	神奈川県
22	基準データを用いた3Dプリンタの造形誤差評価	児野 武郎	3Dプリンタ、プロトタイプング、形状再現性、非接触形状測定機			
		他 1 名	MJT	長野県工業技術総合センター 研究報告 No.11	P5-P9	長野県
23	3Dプリンタによる造形品質の向上 (第2報)	船田 昌				
			MEX	大分県産業科学技術センター研究報告書 平成28年度	4-7	大分県
24	三次元プリンタによる造形物のコーティングによる性能向上の検証	大谷 大輔				
			MJT	千葉県産業支援技術研究所研究報告 No.13	16-18	千葉県
25	動吸振器の3Dプリンタを用いた設計	岩田 雄介	動吸振器、アディティブマニュファクチャリング、3Dプリンタ、振動低減			
		他 2 名	MJT	東京都立産業技術研究センター研究報告 第10号 (2015)	50-53	東京都
26	3次元造形品の評価に関する研究	木村 勝典				
		他 1 名	MJT	鳥取県産業技術センター研究報告 No.18	27-29	鳥取県
27	3Dプリンタによる造形品質の向上 (第1報)	佐藤 幸志郎				
			MEX	大分県産業科学技術センター 研究報告書 平成27年度	1-8	大分県
28	3次元デジタル技術を活用した産業用型治具の高度化研究 (第2報)	兵頭 敬一郎				
		他 1 名	MEX、MJT	大分県産業科学技術センター 研究報告書 平成27年度	11-12	大分県
29	積層造形物の表面処理による高付加価値化	佐藤 宏惟	3Dプリンタ、サポート樹脂、水酸化ナトリウム、塗装、研磨、無電解めっき			
		他 5 名	MJT	埼玉県産業技術総合センター研究報告 第13巻		埼玉県
30	3Dプリンタ活用における造形技術等の研究 (第2報)	佐藤 幸志郎				
			MEX	大分県産業科学技術センター 研究報告書 平成26年度	1-5	大分県
31	3Dプリンタ活用における造形技術等の研究	佐藤 幸志郎				
			MEX	大分県産業科学技術センター 研究報告書 平成25年度		大分県
32	インクジェット式三次元造形機を用いた二色成形による材料・製品設計	西川 康博	インクジェット、造型機、引張特性、複合材料、製品設計			
		他 1 名	MJT	東京都立産業技術研究センター研究報告 第6号	38-41	東京都
33	インクジェット式三次元造形機を用いた製品製作とその精度評価	小船 諭史	インクジェット式三次元造形機、RP、ラピッドプロトタイプング			
		他 2 名	MJT	東京都立産業技術研究センター研究報告 第6号	144-145	東京都

注：新しい報告順に記載

金属材料

(1) 鉄鋼

No	タイトル	著者名	キーワード			
			造形方法	報告書名	ページ	都道府県
1	金属積層造形品の表面粗さに及ぼすレーザー照射条件の影響	戸羽 篤也	金属3D造形、マルエージング網、表面粗さ、レーザー照射条件、輪郭走査経路			
		他 2 名	PBF	北海道立総合研究機構工業試験場報告 No.320	83-90	北海道
2	レーザー照射によるレーザー粉体肉盛層の組織制御	福山 遼				
		他 2 名	DED	KISTEC研究報告 2021	40-43	神奈川県
3	3D積層造形法による金属複合材の製作	戸羽 篤也	金属3D造形、付加加工、複合粉末、脆性金属、結合金属			
		他 2 名	PBF	北海道立総合研究機構工業試験場報告 No.319	29-38	北海道
4	レーザー照射によるLMD肉盛層の特性改善	福山 遼				
		他 2 名	DED	KISTEC研究報告 2020	53-54	神奈川県
5	3Dプリンタによる新しい金型製造技術の開発	平石 誠				
		他 2 名	DED	工業技術研究報告書 No.50	9-12	新潟県
6	トポロジー最適化と金属積層造形による防振工具の開発	相澤 淳平	ボーリングバー、びびり振動、トポロジー最適化、金属積層造形、固有振動数			
		他 5 名	PBF	長野県工業技術総合センター 研究報告 No.15	M29-M34	長野県
7	大面積電子ビーム照射による金属AM造形物の表面仕上げ	山口 篤				
			PBF	兵庫県立工業技術センター研究報告 第29号	14	兵庫県
8	トポロジー最適化を用いた三木金物（手工具）に対する軽量化設計の可能性調査	吉岡 淳也				
		他 2 名		兵庫県立工業技術センター研究報告 第29号	21-23	兵庫県
9	マルエージング鋼による水冷管を内蔵した金属3D造形金型の製作	戸羽 篤也	金属3D造形、マルエージング網、内水冷式金型、樹脂射出成形			
		他 5 名	PBF	北海道立総合研究機構工業試験場報告 No.318	45-51	北海道
10	金属粉末積層造形法におけるマルエージング鋼造形物の寸法精度向上	鈴木 逸人	アディティブマニュファクチャリング、粉末床溶融結合方式、マルエージング網、クローズドループエンジニアリング、精度向上			
		他 1 名	PBF	北海道立総合研究機構工業試験場報告 No.318	37-44	北海道
11	残留応力の低減を目的とした金属3Dプリンタ造形条件の検討	内藤 恭平	3Dプリンタ、金型積層造形、Additive Manufacturing、残留応力、角度分布			
		他 2 名	PBF	栃木県産業技術センター研究報告 No.17	31-35	栃木県
12	3Dプリンタに用いられる鉄鋼材料の主要成分分析法の検討(1)	城田 はまな				
				KISTEC研究報告 2019	56-57	神奈川県
13	金属粉末積層造形金型の寿命評価および表面処理の適用について(第2報)	深澤 郷平				
		他 5 名	PBF	令和元年度 山梨県産業技術センター研究報告 No.03		山梨県
14	金属3Dプリンタを用いた積層造形技術および材料開発に関する研究 -DED方式を用いた材料開発-	斧 督人				
		他 1 名	DED	滋賀県工業技術総合センター業務報告 第34号	80-84	滋賀県
15	大面積電子ビーム照射による金属AM造形体表面平滑化の可能性検討	山口 篤				
			PBF	兵庫県立工業技術センター研究報告 第28号	15-16	兵庫県

注：新しい報告順に記載

(1) 鉄鋼

No	タイトル	著者名	キーワード			
			造形方法	報告書名	ページ	都道府県
16	3Dプリンタを用いたポーラス金属作製技術の開発	高岩 徳寿	3Dプリンタ、金属積層造形、Additive Manufacturing、ポーラス金属、金型、軽量化			
		他 1 名	PBF	栃木県産業技術センター研究報告 No.16	53-57	栃木県
17	マルチビーム式レーザー粉体肉盛技術の開発	船田 義則	レーザー粉体肉盛、マルチビーム、積層造形、打抜き型刃			
		他 1 名	DED	石川県工業試験場研究報告 No.68		石川県
18	金属粉末積層造形金型の寿命評価および表面処理の適用について	佐野 正明				
		他 3 名	PBF	平成30年度 山梨県産業技術センター研究報告 No.02		山梨県
19	3D積層造形法で製作したマルエージング鋼材の金属組織	戸羽 篤也	金属粉末積層造形、マルエージング鋼、レーザー照射条件			
		他 5 名	PBF	北海道立総合研究機構工業試験場報告 No.316	69-76	北海道
20	3Dプリンタによる金型製造技術の高度化	高岩 徳寿	3Dプリンタ、金属積層造形、金型、3D冷却配管、射出成形			
		他 2 名	PBF	栃木県産業技術センター研究報告 第15号	1-6	栃木県
21	金属粉末積層造形品の機械的性質に関する研究 (第 2 報)	深澤 郷平				
		他 5 名	PBF	平成29年度 山梨県産業技術センター研究報告 No.01		山梨県
22	金属積層造形技術による高性能金型の開発	山本 貴文	金属積層造形、マルエージング鋼、金型、三次元形状データ			
		他 3 名	PBF	富山県工業技術センター研究報告 No.30	36-37	富山県
23	金属3Dプリンタ造形物の鋳造接合技術の研究	谷内 大世	3Dプリンタ、金属積層造形物、表面形状、鋳造、接合			
		他 3 名	PBF	石川県工業試験場研究報告 No.66	5-8	石川県
24	金属粉末積層造形品の機械的性質に関する研究	深澤 郷平				
		他 3 名	PBF	平成28年度 山梨県工業技術センター研究報告 No.31		山梨県
25	金属粉末積層造形による内水冷式金型の製作	戸羽 篤也	金属粉末積層造形、三次元プリント、内水冷式金型			
		他 3 名	PBF	北海道立総合研究機構工業試験場報告 No.314	67-76	北海道
26	金属積層造形技術による高機能金型の開発	山本 貴文	金属積層造形、シミュレーション、三次元形状データ、金型			
		他 2 名		富山県工業技術センター研究報告 No.29	39-40	富山県
27	金属積層造形を用いた高耐久・高機能金型の開発-金属積層造形の利活用拡大に向けて-	高野 昌宏	金属積層造形、疲労強度、射出成形			
		他 4 名	PBF	石川県工業試験場研究報告 No.65	13-18	石川県

注：新しい報告順に記載

(2) ステンレス

No	タイトル	著者名	キーワード			
			造形方法	報告書名	ページ	都道府県
1	3Dプリンタ造形物への切削加工性能	清水 孝晃				
		他 2 名	PBF	富山県産業技術研究開発センター研究報告 No. 35	90-91	富山県
2	金属積層造形材の小径ドリル加工における被削性評価	多田 圭吾		金属積層造形材、ステンレス鋼、小径ドリル加工、被削性、切削抵抗		
		他 1 名	PBF	長野県工業技術総合センター 研究報告 No. 16	P65-P68	長野県
3	3Dものづくり事業 次世代3D造形技術の 県内企業展開[5]	内田 富士夫		3次元CAD/CAM/CAE、3Dプリンタ、3D鋳型積層造形機、金属プリンタ、AM		
		他 2 名	DED	秋田県産業技術センター業務報告 2020年(令和2年度)	48-49	秋田県
4	SUS系複合材料を用いた金属造形技術の構築	山本 貴文				
		他 4 名	PBF	富山県産業技術研究開発センター研究報告 No. 34	40	富山県
5	デジタル技術を用いた金属積層造形プロセスの 高度化-深層学習とプロセスシミュレーションに よる金属3Dプリンタの課題改善-	高野 昌宏		金属積層造形、粉末床溶融結合法、深層学習、シミュレーション		
		他 2 名	PBF	石川県工業試験場研究報告 No. 70		石川県
6	熱交換性能の高いラティス構造に関する研究 -金属AMの特徴を活かした金型の冷却性能向上-	高野 昌宏		付加製造、3Dプリンタ、ラティス構造、圧力損失、熱交換		
		他 2 名	PBF	石川県工業試験場研究報告 No. 69		石川県
7	金属3Dプリンタ造形物の高品質化に関する研究 (第3報)	寺澤 章裕				
		他 10 名	DED	令和元年度 山梨県産業技術センター研究報告 No. 03		山梨県
8	金属3Dプリンタを用いた積層造形技術および 材料開発に関する研究 -DED方式を用いた材料開発-	斧 督人				
		他 1 名	DED	滋賀県工業技術総合センター業務報告 第34号	80-84	滋賀県
9	金属3Dプリンタを用いた積層造形技術および 材料開発に関する研究 -DED方式を用いた積層造形技術(第1報)-	柳澤 研太				
		他 1 名	DED	滋賀県工業技術総合センター業務報告 第34号	85-88	滋賀県
10	レーザ粉体肉盛材SUS420J1のエンドミル切削	横田 知宏				
		他 2 名	DED	KISTEC研究報告 2018	34-35	神奈川県
11	金属3Dプリンタ造形物の高品質化に関する研究 (第2報)	寺澤 章裕				
		他 10 名	PBF	平成30年度 山梨県産業技術センター研究報告 No. 02		山梨県
12	金属溶融3Dプリンタ製品の特性評価法に関する 研究-マイクロ組織的特徴と機械的特性の関連性の 調査-	光井 啓		金属溶融3Dプリンタ、エピタキシャル凝固、異種金属接合		
		他 3 名	DED	平成28年度 福島県ハイテクプラザ試験研究報告	6-10	福島県
13	金属3Dプリンタ造形物の高品質化に関する研究	寺澤 章裕				
		他 7 名	PBF	平成29年度 山梨県産業技術センター研究報告 No. 01		山梨県
14	金属粉末積層造形法により作製した汎用合金の 特性評価	黒須 信吾		金属粉末積層造形、アルミニウム合金 (AlSi10Mg)、ステンレス鋼 (17-4PH)、 金属組織、機械的特性		
		他 2 名	PBF	岩手県工業技術センター研究報告 第19号	35-42	岩手県
15	金属積層造形製品の品質向上技術の開発 -性能評価におけるマイクロ組織的着眼点-	光井 啓		金属積層造形法、凝固偏析、3次元残留応力分布、残留オーステナイト		
		他 2 名	PBF	平成27年度 福島県ハイテクプラザ試験研究報告	14-18	福島県

注：新しい報告順に記載

(2) ステンレス

No	タイトル	著者名	キーワード		
			造形方法	報告書名	ページ
16	金属粉末積層造形におけるモデル形状に対する条件データベースの構築	藤巻 研吾	付加製造、金属3Dプリンター、粉末床溶融結合、ステンレス鋼、造形品質		
		他 4 名	PBF	東京都立産業技術研究センター研究報告 第11号 (2016)	48-51
17	SUS420粉末を用いた軟鋼板上へのレーザー肉盛溶接	薩田 寿隆	粉体肉盛、レーザー、マルテンサイト系ステンレス鋼、軟鋼、硬化層		
		他 3 名	PBF	神奈川県産業技術センター研究報告 No.21	19-20

(3) 銅

No	タイトル	著者名	キーワード		
			造形方法	報告書名	ページ
1	青銅AM造形における空隙率と機械的性質	鈴木 逸人	付加製造、レーザー粉末床溶融結合、青銅、空隙率、機械的性質		
		他 1 名	PBF	北海道立総合研究機構工業試験場報告 No.320	77-82
2	地場銅器産業の新商品開発を支援する銅合金材料の3D造形技術の開発	山本 貴文	Additive Manufacturing、銅スズ合金（青銅、ブロンズ）、熱処理、伝統工業、デザイン		
		他 7 名	PBF	富山県産業技術研究開発センター研究報告 No.32	24-25
3	金属溶融3Dプリンタ製品の特性評価法に関する研究	光井 啓	金属溶融3Dプリンタ、エピタキシャル凝固、異種金属接合		
		他 3 名	DED	平成28年度 福島県ハイテクプラザ試験研究報告	6-10
4	地場銅器産業の新商品開発を支援する銅合金材料の3D造形技術の開発	山本 貴文	Additive Manufacturing、銅スズ合金（青銅、ブロンズ）、熱処理、伝統工業、デザイン		
		他 7 名	PBF	富山県工業技術センター研究報告 No.31	26-27

(4) アルミニウム

No	タイトル	著者名	キーワード		
			造形方法	報告書名	ページ
1	金属積層造形で形成された多孔質構造の損失係数	相澤 淳平	金属積層造形、振動減衰、内部損失、多孔質構造、ラティス構造		
		他 5 名	PBF	長野県工業技術総合センター 研究報告 No.16	M6-M9
2	複雑形状加工時の切削加工と金属積層造形のコスト比較	安齋 弘樹	金属積層造形、ワイヤアーク、ハイブリッド複合加工機		
		他 3 名	PBF	令和2年度 福島県ハイテクプラザ試験研究報告	1-4
3	金属粉末レーザー積層造形法により作製したAC8Aアルミニウム合金の造形品質改善	平山 明宏	金属積層造形、ワイヤアーク、ハイブリッド複合加工機		
		他 3 名	PBF	兵庫県立工業技術センター研究報告書 第29号	24
4	金属粉末レーザー積層造形法によって作製したAC8Aアルミニウム合金の機械的性質に関する研究	平山 明宏	金属積層造形、ワイヤアーク、ハイブリッド複合加工機		
		他 1 名	PBF	兵庫県立工業技術センター研究報告書 第28号	20-22
5	金属積層造形システムにおけるアルミニウム合金の造形に関する研究	氷見 清和	金属3Dプリンター、金属組織		
		他 3 名	PBF	富山県産業技術研究開発センター研究報告 No.32	11-12

注：新しい報告順に記載

(4) アルミニウム

No	タイトル	著者名	キーワード			
			造形方法	報告書名	ページ	都道府県
6	3D積層造形を用いたヒートパイプ内蔵型蓄熱容器の造形技術および熱特性に関する研究	山本 貴文				
		他 12 名	PBF	富山県産業技術研究開発センター研究報告 No.32	50	富山県
7	金属積層造形システムにおけるアルミニウム合金の造形に関する研究	氷見 清和		金属3Dプリンター、金属組織		
		他 3 名	PBF	富山県工業技術センター研究報告 No.31	8-9	富山県
8	金属積層造形の基礎と造形物の評価に関する研究	氷見 清和				
		他 5 名	PBF	富山県工業技術センター研究報告 No.31	20	富山県
9	3D積層造形を用いたアルミ合金製伝熱フィン-体蓄熱材容器の造形技術および構造強度・熱特性に関する研究	山本 貴文				
		他 6 名	PBF	富山県工業技術センター研究報告 No.31	61	富山県
10	金属粉末積層造形法により作製した汎用合金の特性評価	黒須 信吾		金属粉末積層造形、アルミニウム合金 (ALSi10Mg)、ステンレス鋼 (17-4PH)、金属組織、機械的特性		
		他 2 名	PBF	岩手県工業技術センター研究報告 第19号	35-42	岩手県
11	レーザ積層造形法を用いて作製したAC4CHアルミニウム合金の組織と機械的性質	木村 貴広		3D printing、additive manufacturing、aluminum alloy、microstructure、mechanical property		
		他 1 名	PBF	大阪府立産業技術総合研究所報告 No.30	55-60	大阪府
12	高機能部品を実現する形状最適化技術の開発	泉川 達哉				
		他 1 名		沖縄県工業技術センター研究報告書 第18号 平成28年度	1-7	沖縄県

(5) チタン

No	タイトル	著者名	キーワード			
			造形方法	報告書名	ページ	都道府県
1	3Dプリンタによる立体器物の寸法補正に関する考察	和合 健		樹脂3Dプリンタ、金属3Dプリンタ、3D器物、寸法補正、寸法誤差		
		他 3 名	VPP、MEX、PBF	岩手県工業技術センター研究報告 第22号	14-21	岩手県
2	電子ビーム積層造形で作製したTi-6Al-4V造形体の造形品質に及ぼすオーバーハング角度の影響	黒須 信吾		電子ビーム積層造形、Ti-6Al-4V合金、オーバーハング角度、平均表面粗さ (Ra)、サポート		
			PBF	岩手県工業技術センター研究報告 第22号	29-33	岩手県
3	金属3Dプリンタにより造形したTi-6Al-4V合金の疲労強度	殿塚 易行				
		他 3 名	PBF	KISTEC研究報告 2020	11-12	神奈川県
4	金属製インプラントの低弾性率化を目指したチタン系粉末のレーザ積層造形法による多孔体の作製	中本 貴之		selective laser melting(SLM)、implant、bone、biomaterial、titanium、powder、porous structure、Young's modulus、anisotropy		
		他 2 名	PBF	大阪府立産業技術総合研究所報告 No.30	73-79	大阪府

注：新しい報告順に記載

(6) タングステン

No	タイトル	著者名	キーワード			
			造形方法	報告書名	ページ	都道府県
1	3Dプリンタを用いた核融合炉ダイバータ用タン グステン系材料の開発	山本 貴文	PBF	富山県産業技術研究開発センター研究報告 No.35	3	富山県
2	異方機能性を制御するためのW系材料を用いた金 属3Dプリント技術の構築	山本 貴文 他 1 名	PBF	富山県産業技術研究開発センター研究報告 No.34	19-20	富山県
3	高融点・難加工材料を用いた金属積層造形技術 の開発	山本 貴文 他 1 名	PBF	Additive Manufacturing、Selective Laser Melting、 難加工材料、純タングステン 富山県産業技術研究開発センター研究報告 No.32	30-31	富山県
4	高融点・難加工材料を用いた金属積層造形技術 の開発	山本 貴文 他 2 名	PBF	Additive Manufacturing、Selective Laser Melting、 難加工材料、純タングステン 富山県工業技術センター研究報告 No.31	32-33	富山県

(7) その他

No	タイトル	著者名	キーワード			
			造形方法	報告書名	ページ	都道府県
1	クロム系材料を用いた3D積層造形技術の開発	山本 貴文 他 6 名		富山県産業技術研究開発センター研究報告 No.35	42	富山県
2	3D積層造形法による金属複合材の製作	戸羽 篤也 他 2 名	PBF	金属3D造形、付加加工、複合粉末、脆性金属、結合金属 北海道立総合研究機構工業試験場報告 No.319	29-38	北海道
3	金属堆積造形の積層技術に関する調査研究	平石 誠 他 4 名	DED	工業技術研究報告書 No.50	99-104	新潟県
4	積層造形技術により創製されるラティス構造体 の機械的性質に関する基礎研究	平山 明宏		兵庫県立工業技術センター研究報告書 第27号	64	兵庫県
5	レーザー粉体肉盛法を用いた超硬合金の層形成 技術開発	山下 順広 他 3 名	DED	レーザー粉体肉盛法、超硬合金、Ni基自溶性合金、空隙、亀裂 石川県工業試験場研究報告 No.67	5-8	石川県
6	レーザー粉体肉盛法による微細造形技術の開発	山下 順広 他 6 名	DED	レーザー粉体肉盛法、レーザー肉盛り、面直方向、Ni基自溶性合金粉末、SKD11粉末 石川県工業試験場研究報告 No.65	5-8	石川県
7	金属粉末積層造形装置を用いた新規熱交換構造 に関する実験的検討	平野 繁樹 他 3 名	PBF	3Dプリンタ、熱交換器 北海道立総合研究機構工業試験場報告 No.315	103-106	北海道

注：新しい報告順に記載





第七章

浜松工業技術支援センター導入機器

(1)機能と仕様

浜松工業技術支援センターは、令和4年度金属3Dプリンタ及び関連装置を導入しました。データ作成、造形、後加工など一連の作業が可能となり、様々な部品を金属3Dプリンタで試作できます。

【R4年度 金属3Dプリンタ導入機器】

	機器名	機能	仕様等
①	金属3Dプリンタ 	<ul style="list-style-type: none"> ・高効率な熱交換器、生産能力の高い水管入り金型など、幅広く造形ができ次世代自動車用の部品開発に活用できる ・データ作成、簡易シミュレーションで設計の支援が可能 	パウダーベッド方式 メーカー：SLMソリューションズ 機種：SLM280(700Wファイバーレーザ) 造形領域：280×280×365mm (小領域造形：100×100×365mm) 予熱プレート：200℃ 最大造形速度：88ml/h 対応金属：アルミ、ステンレス、銅、チタン他
②	ワイヤークット放電加工機 	<ul style="list-style-type: none"> ・金属3Dプリンタ造形物を造形プレートから切り離す ・往復式モリブデンワイヤ電極の採用により、低コストとなる 	メーカー：株式会社スピーディーターゲットグループ 機種：DK7725(5面板金カバーモデル) テーブルサイズ：340×520mm テーブルストローク：250×320mm 加工精度：0.03mm 最大加工厚さ：400mm
③	ブラスト装置 	<ul style="list-style-type: none"> ・金属表面にアルミナなどの研磨剤を圧縮空気で吹き付け、表面性状を滑らかにする 	メーカー：株式会社不二製作所 機種：SGF-3(B)(重力式) 加工テーブルサイズ：φ600mm 開口寸法：640×680mm 研磨剤：アルミナ、ガラス他
④	ミリング加工機 	<ul style="list-style-type: none"> ・金属3Dプリンタの造形プレートの穴あけ・表面加工や、造形物の寸法精度を調整することができる ・データ作成ソフト3DCAD、CAMソフト 	メーカー：ファナック株式会社 機種：ROBODRILL α-DI4MiB Plus ゆりかごユニット付き テーブル移動量：500×400mm 主軸回転速度：12000回転/分

(2)工程の概要

CADソフト「Solidworks 2022 premium」を用いて作成した3D CADデータを用いて、金属3Dプリンタを使用して金属粉末から部品等を造形します。その後、必要に応じてミリング加工機やブラスト装置により切削加工や仕上げの表面加工を行い、ワイヤーカット放電加工機により造形物をベースプレートから切り離します。

当所の金属3Dプリンタはパウダーベッド方式（Powder bed Fusion：PBF方式）であり、複雑形状部品や水管入り金型など、様々な形状を造形できます。



図 7.1 PBF 方式による金属 3D プリンタの工程例

令和5年1月23日(2023年)

編集・発行 静岡県工業技術研究所
浜松工業技術支援センター 材料科
〒431-2103
静岡県浜松市北区新都田1-3-3
電話 053-428-4156
FAX 053-428-4160
email hk-zairyo@pref.shizuoka.lg.jp