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)

疋田武士*,佐藤幸志郎*,兵頭敬一郎*,佐藤寿喜*,谷口秀樹**, *製品開発支援担当,**工業化学担当,

Comparative Strength Test of 3D Printer Output Using 3D Technology (1st Report)

Takeshi HIKIDA*, Koushirou SATOU*, Keiichiro HYODO*, Hisaki SATOU*, Hideki Taniguchi **

*Product Design and Development Section, **Industrial Chemistry Section,

要 旨

当センターで行っている三次元技術に関する支援の更なる向上,3Dプリンタの最終製品への応用を目指すため、本研究に取り組んだ、本年度は 3Dプリンタ造形物と射出成型物の比較評価、表面粗さによる強度への影響、インフィル構造による強度への影響について確認した

1. はじめに

三次元積層造形装置は、一般に AM 装置、3D プリンタと 呼ばれ、本来は工業用として製品の部品サンプルを試作 するために活用されてきた機器である.近年、3D プリン タ、周辺三次元ソフト(3DCAD, CAE)の低価格化が進行す るにつれ急速に 3D プリンタの普及が広がってい る.3DCAD, CAE を活用することで従来の用途である試作 を迅速化するラピッドプロトタイピングに加えて、型や 治具を作成するラピッドツーリング、最終製品として利 用するラピッドマニュファクチャリングが広がってい る.大分県では 3D プリンタの機器貸付、3DCAD 研修など 三次元技術に関する支援を継続的に行っている.

3D プリンタ造形物は一般的に異方性があり同形状の 射出成型物と比較して強度に差異があるとされる.CAE 解析では射出成型品のような積層を考慮しない解析を 行うため 3D プリンタ造形物に対する CAE 解析の改良の 余地は多い.我々はこれまでセンターで保有する 3D プリ ンタにて JISK7139 のダンベル形状を作成し CAE 測定と の差異の確認を目的とし評価を行った.3DCAD 試験片デ ータの CAE 解析と比較した結果,実態試験の結果は CAE 解析結果と比較して最大引張強さが小さくなること,加 えて積層方向による強度の差異を確認した.本研究はそ の続きとして 3D プリンタ造形物と射出成型物の比較評 価,表面粗さによる強度への影響,インフィル構造によ る強度への影響について調査したので,以下に報告する.

2. 試験片作成と実験方法

2.1 試験片(引張試験)

引張試験での試験片作成にあたり,当センターで保有

する FORTUS360mcs(Fig. 1)と(一社)大分県工業連合会が 保有する L-DEVO(Fig. 2),県内プラスチック加工会社が 保有する射出成型機の三機を利用して作成を行った.



Fig.1 FORTUS360mcs

Fig. 2 L-DEVO

使用する樹脂は 3D プリンタはそれぞれメーカー専用 のものを使用,射出成型では比較のため FORTUS 専用フィ ラメント ABS-M30 をペレット化し成型に用いた.

試験片形状は FORTUS360mcs での予備試験にて JISk 7161 ダンベル形状では造形する際に各層でウォールラ インの開始点が揃えられるため,引張試験で開始点の継 ぎ目から千切れてしまうことが確認されたため,試験片 を直方体にすることでウォールラインの開始点を角に 移動させ,引張試験への影響を排除した.



加えて射出成型した板をレーザー加工機にて直方体 に打ち抜くことで、できるだけ多くの試験片サンプルの 結果を得ることを考慮した.FORTUS360mcs は専用スライ スソフト Insight11.5 によって、L-DEV0 は発明プリンタ 用のオープンソースの CURA によって条件を設定し出力 を行った.

FORTUS360mcs	0.127	0.1778	0.254
プレーン	30	30	30
レーザー加工	30	30	30
強アルカリ洗浄	15	15	15
アセトン処理	15	15	15
0度			10
10度			10
30度			10
45度			10
60度			10
90度			10
ウォールライン幅			
0.4564			10
0.5564			10
0.6564			10
インフィルライン幅			
0.4564			10
0.5564			10
0.6564			10
ライン幅			
0.4564			10
0.5564			10
0.6564			10
L-DEVO			
ブレーン	10	10	10
アセトン処理	10	10	10
射出成型	ABS樹脂	ABSM-30	
レーザー加工	30	30	

Table.1	条件毎に作成	した試験	片サ	ンプ	[。] ル数
---------	--------	------	----	----	-----------------

FORTUS360mcs では造形の際のサポート材料を除去す るための強アルカリ液の強度への影響を確認するため5 時間の強アルカリ超音波洗浄を実施した試験片を作成 した.

3D プリンタ最終製品ではアセトンを利用した積層痕 を消す仕上げを行うことがある.加えて予備試験により 表面粗さによる強度の差異が確認されていたためアセ トンによる表面処理を施した試験片を作成した.試験片 とアセトンを密閉できる容器の中に入れ,ファンで気流 を発生させることでアセトンを拡散させた容器内で1時 間の表面処理を実施後,表面処理後密閉されていない空 間で二日間のアセトン抜きを実施した.



Fig.4 表面処理容器

表面粗さを測定するためレイヤー高さ 0.1270mm の辺 20mmの立方体に対し試験片と同様の条件にてアセト ン処理を実施後,JISB0633の表面粗さ測定を実施した.

2.2 CAE 測定

引張試験で使用する試験片形状を用いて,ABS-M30の物理的特性であると仮定したときの最大引張強度を求める.

2.3 引張試験

31 パターンの条件設定を行ったサンプル 540 本の試験片を卓上万 能試験機オートグラフ (Fig. 5) にて,試験片の最大点試験力 (N),最 大点変位 (mm),最大点応力 (MPa) について, JISK7161 の引張試験を 実施した.



Fig.5 卓上万能試験機オートグラフ

2.4 試験片(圧縮試験)

インフィルのパターンによって強度の差異を確認するため,圧縮試 験の試験片作成にあたり、(一社)大分県工業連合会の L-DEVO, 汎用的な 3D プリンタ ENDER3 (**Fig. 6**)を利用して作成を行った



Fig. 6 ENDER3

使用する樹脂は L-DEVO 専用フィラメントを使用した.予備試験に

より ABS 樹脂を使用した場合,熱収縮による反り,割れ等を確認した ため、より形状としての強度を測定するため安定した出力が可能であ る PLA 樹脂を成型に用いた.

試験片形状はインフィルのパターンによる異方性から XYZ 方向の強 度に差異があると考えられるため、各方向から圧縮試験を実施するた め JIS7181 を参考に辺 20mmの立方体を作成した.



Fig.7 インフィルパターンイメージ

	L-DEVO	ENDER3		
レイヤー高さ	0. 31	mm		
初期レイヤー高さ	0. 21	mm		
ライン幅	0.4mm			
インフィル密度	15%			
壁の厚さ	0.8mm			
マテリアル	PLA (灰)	PLA (黒)		
印刷温度	197 度			
ビルドプレート温度	60 度			
印刷速度	60mm/ s			
移動速度	120mm/ s			

2.5 圧縮試験

12パターンのインフィルに設定を行ったサンプル216

個の試験片卓上万能試験機オートグラフにて引張試験を実 施XYZ 方向より圧縮試験にかけるため、それぞれの面に U (up), F(front), L(left)の文字を刻印し、それぞれ3 個ずつのサンプルを用いて JISK7181の圧縮試験を実施しした



Fig.8 12 パターンのインフィル設定を行ったサンプル

3. 実験結果および考察

3.1 表面処理

表面粗さの試験結果よりアセトンを利用した表面処理 は積層の凹凸が平準化されたことを示唆された.見た目 も表面処理を5分したものと60分したものを比較し積 層痕が大幅に減っていることが確認された.



Fig.9 表面処理無



Fig. 10 表面処理有



Fig.11 アセトン処理表面の5分(左)60分(右)

3.2 CAE 解析

CAE 解析より物理的特性による最大引張強度を確認した.3D プリンタで出力した実体試験片結果と比較した結果,試験力は近似しているが応力が小さいことが確認された.



Fig. 11 CAE 解析結果 試験力 750 N 応力 36 Mpa

インフィル構造によるパターンの違いがXYZ 方面の圧縮強度に大き く影響することが確認された、インフィル構造を G-code から STL に 変換することで CAE 解析により詳細の強度を確認することができる 可能性が示唆された

3.3 引張識

引張試験結果より射出成型物の引張強度は ABS-M30 の 物理特性と近似している結果を確認した.

アセトンによる表面処理をした試験片は積層の表面凹 凸が平準化されることで強度が上がることが期待され たが,今回の試験では表面処理を行っていない結果と近 似もしくは引張強度が小さくなることが確認された.ア セトンが ABS 樹脂より抜け切れていないため強度が小さ くなった可能性がある.

アルカリ超音波洗浄処理を実施した試験片は強度に差 異はないと予想していたが引張強度が小さくなる傾向 にあることが確認された.アルカリによる影響ではなく 超音波による積層面の剥離の可能性がある.

射出成型物と 3D プリンタ出力物の断面形状を揃える ためレーザー加工にて同様の条件で直方体に打ち抜い た試験片は想定の通りウォールラインが無くなってし まうため大幅に引張強度が小さくなることが確認され た.

通常レイヤー高さが 0.1270mmの造形物は引得強度が大きくなる のが一般的であるが、アルカリ超音波洗浄、アセトン表面処理等を施 していないプレーンの状態の試験片の引得起度が小さいことを確認 キャリブレーション不足であった可能性がある.

積層高さ、ライン幅のツールパスを調整することで引提強度にも影響があることが確認された.

Table.3 引張試驗結果

	最大点_試験力	最大点_変位	最大点_応力
射出成型 ABS-M30	962.665	2.95213	37.0256
射出成型 ABS	1 031 .53	3.40278	39.6744
FO0.1270 - 30	753.972	3.42856	28.9989
FO0.1270S - 15	853.61	2.72423	32.8312
FO0.1270A - 15	722.803	2.89969	27.8001
F00.1270L - 30	799.575	3.8028	30.7529
FO0.1778 - 30	774.5	3.12691	29.7885
FO0.1778S - 15	729.453	3.43903	28.0559
FO0.1778A - 15	634.183	3.22689	24.3917
FO0.1778L - 30	664.482	3.84759	25.557
FO0.2540 - 30	828.387	2.57813	31.861
FO0.2540S - 15	771.74	5.84458	29.6823
FO0.2540A - 15	717.26	2.79699	27.5869
FO0.2540L - 30	704.137	4.12504	27.0822
FO0.2540angle0 - 10	745.215	2.40457	28.6621
FO0.2540angle15 - 10	763.105	2.26908	29.3502
FO0.2540angle30 - 10	847.945	2.22997	32.6133
FO0.2540angle45 - 10	830.145	2.327	31.9286
FO0.2540angle60 - 10	883.185	2.16367	33.9687
FO0.2540angle90 - 10	868.645	2.04185	33.4094
FO0.2540IWO0.4564 - 10	857.045	2.40465	32.9633
FO0.2540IW0.5564 - 10	853.585	2.46347	32.8302
FO0.2540IW0.6564 - 10	859.59	2.45415	33.0611
F00.2540W0W0.4564 - 10	833.38	2.6281	32.0531
FO0.2540IWW0.5564 - 10	835.95	2.49477	32.1519
FO0.2540IWW0.6564 - 10	839.17	2.53468	32.2758
FO0.2540WW0.4564 - 10	836.625	2.51473	32.1779
FO0.2540WW0.5564 - 10	800.065	2.4037	30.7717
FO0.2540WW0.6564 - 10	798.845	2.37557	30.7248
L0.1270 - 10	1010.36	2.80547	38.8598
L0.1270A - 10	796.92	3.30973	30.6508
L0.1778 - 10	981.66	2.94553	37.7561
L0.1778A - 10	866.82	3.46525	33.3392
L0.2540 - 10	818.765	2.5702	31.491
L0.2540A - 10	819.4	3.5129	31.5154



Fig.12 引張試験結果(最大点試験力の比較)

3.4 圧縮試験

試験結果より L-DEVO, ENDER3 の両機器にてインフィル構造パター ンにおいて近似した圧縮暗度の順序になっていることが確認された. 中でもトライヘキサゴンが平均して一番圧縮強度があることを確認 ほぼすべてのパターンがUPの面の圧縮強度が強いがキュービックは すべての面が近似しており FRONT, LEFT の圧縮強度は一番であること を確認した.すべての平均では特質して高い強度があるわけではない が荷重方向が不明な場合、または均一に荷重がかかる可能性がある場 合は最も破断しにくい可能性がある.

L-DEVOと比較しENDER3の強度が全体的に小さいのは機器の特性か PLA 樹脂の色による違いが影響している可能性がある.





Fig.13 圧縮試験結果(ENDER3最大点試験力比較)

(A) COM ŋ'''' ENA XYT

-AAT-MW

-*:)*^{ή×ĵή}

*2-2-201

*"F"

mr)

*2-2-2-37

n¢7-

30701

-E-MANTAN

3 65542

3.53978

3.82426 4 63606

3.78706

クォーターゴ クォーターゴ トライへ キサ トライアング

ジグザグ

L-DEVO



Fig.14 圧縮試験結果(L-DEVO最大点試験力比較)

Table.4 インフィル構造パターン毎の圧縮試験平均値

UP FRONT LEFT ALL Cross 7.586585 Cubic 4.576 Cubic 4.27 TRIHEXA 4.63003 TRIHEXA 6.41575 Cubicsub 4.0525 Cubicsub 3.66433 GRID 4.4401 TRIANGLE 6.39792 TRIHEXA 3.99675 TRIHEXA 3.53035 TRIANGLE 4.38077 GRID 6.360415 TRIANGLE 3.371475 ZIGZAG 3.46175 Cubic 4.340195 ZIGZAG 4.575333 3DCross 3.36657 GRID 3.36181 Cross 3.801535 LINE 4.320335 GRID 3.31481 3DCross 3.36667 Cubicsub 3.80555 Cubic 4.268335 OCTET 3.302 TRIANGLE 3.29768 ZIGZAG 3.706445 3DCross 4.10833 LINE 3.23016 GYLOID 3.2173 JLNE 3.28567 Cubicsub 3.87915 ZIGZAG 3.23016 GYLOID 3.21135 GYLOID 3.4175								
Cross 7.586585 Cubic 4.576 Cubic 4.27 TRIHEXA 4.63003 TRIHEXA 6.41575 Cubicsub 4.0525 Cubicsub 3.66433 GRID 4.4401 TRIANGLE 6.39792 TRIHEXA 9.99675 TRIHEXA 3.50335 TRIANGLE 4.300135 GRID 6.360415 TRIANGLE 3.39675 TRIHEXA 3.50335 TRIANGLE 4.300195 ZIGZAG 4.575335 3DCross 3.366575 GRID 3.36181 Cross 4.114475 LINE 4.263335 OCTET 3.30 TRIANGLE 3.2776445 3.207055 3.26567 Cubicsub 3.80153 Cubic 4.268335 OCTET 3.30 TRIANGLE 3.2776445 3.207055 3.02626 3.776445 SDCross 4.10833 LINE 3.23046 GYLOID 3.21135 GYLOID 3.4153 Gorubic 3.2776445 3.220 Gorubic 3.211835 GYLOID 3.41521 GyLOID <td< td=""><td>UP</td><td></td><td>FRONT</td><td></td><td>LEFT</td><td></td><td>ALL</td><td></td></td<>	UP		FRONT		LEFT		ALL	
TRIHEXA 641575 Cubicsub 40525 Cubicsub 366433 GRID 44401 TRIANGLE 6.39792 TRIHEXA 399675 TRIHEXA 3530335 TRIANGLE 4.380175 GRID 6.360415 TRIANGLE 339675 TRIHEXA 3530335 TRIANGLE 4.380175 ZIGZAG 4.575335 3DCross 3.366575 GRID 3.36181 Cross 4.114475 LINE 4.320335 GRID 3.31481 3DCross 3.36667 Cubicsub 3.80153 Cubic 4.268335 OCTET 3.902 FRIANGLE 3.22965 ZIGZAG 3.776445 3DCross 4.10633 LINE 3.23983 LINE 3.2455 3DCross 3.635395 Cubicsub 3.87915 ZIGZAG 3.239061 GYLOID 3.2113 LINE 3.28478 Gcubic 3.57945 ZIGZAG 3.2221 Coubic 3.21135 SIN120 3.41521 Grubic 3.52942 Gcubic 3.21130 <td>Cross</td> <td>7.586585</td> <td>Cubic</td> <td>4.576</td> <td>Cubic</td> <td>4.27</td> <td>TRIHEXA</td> <td>4.63003</td>	Cross	7.586585	Cubic	4.576	Cubic	4.27	TRIHEXA	4.63003
TRIANGLE 6.39792 TRIHEXA 3.99675 TRIHEXA 3.530335 TRIANGLE 4.38077 GRID 6.360415 TRIANGLE 3.371475 ZIGZAG 3.46175 Cubic 4.340195 ZIGZAG 4.575335 3DCross 3.366575 GRID 3.36181 Cross 4.114475 LINE 4.320335 GRID 3.31481 3DCross 3.36667 Cubicsub 3.80175 Cubic 4.260335 OCTET 3.302 TRIANGLE 3.27956 ZIGZAG 3.776445 3DCross 4.10833 LINE 3.23983 LINE 3.2485 3DCross 3.65595 Cubicsub 3.877915 ZIGZAG 3.23016 GYLOID 3.2173 LINE 3.58476 Gcubic 3.52942 Gcubic 3.211835 GYLOID 3.41512 GruDID 3.52942 Gcubic 3.211355 GYLOID 3.41521 GYLOID 3.5096 GYLOID 3.2173 OCTET 3.187415 Gucubic 3.35936	TRIHEXA	6.41575	Cubicsub	4.0525	Cubicsub	3.66433	GRID	4.4401
GRID 6.360415 TRIANGLE 3.371475 ZIGZAG 3.46175 Cubic 4.340195 ZIGZAG 4.575335 3DCross 3.366575 GRID 3.36181 Cross 4.114475 LINE 4.320355 GRID 3.31481 3DCross 3.36667 Cubicsub 3.801535 Cubic 4.268335 OCTET 3.302 TRIANGLE 3.27956 ZIGZAG 3.776445 3DCross 4.10833 LINE 3.23983 LINE 3.2455 3DCross 3.685765 Cubicsub 3.87915 ZIGZAG 3.23016 GYLOID 3.2173 ILNE 3.2455 3DCross 3.68478 Gucubic 3.52942 Qcubic 3.211385 GYLOID 3.41512 GYLOID 3.41512 GYLOID 3.509 GYLOID 3.2173 OCTET 3.187415 Qucubic 3.335836 OCTET 3.176 Cross 2.64666 Cross 2.263275 OCTET 3.335516 OCHIN 1.067270	TRIANGLE	6.39792	TRIHEXA	3.99675	TRIHEXA	3.530335	TRIANGLE	4.38077
ZIGZAG 4575335 3DCross 3366575 GRID 336181 Cross 4.114475 LINE 4.32035 GRID 331481 3DCross 3.36667 Cubicsub 3.80153 Cubic 4.26335 OCTET 3.302 TRIANGLE 3.202766 ZIGZAG 3.776445 3DCross 4.10633 LINE 3.23983 LINE 3.2455 3DCross 3.635595 Cubicsub 3.87915 ZIGZAG 3.20166 G/LOID 3.2173 LINE 3.58478 Gcubic 3.52942 Gcubic 3.222 Goubic 3.211835 GYLOID 3.41521 GYLOID 3.5094 Grubic 3.187415 Gcubic 3.35936 OCTET 3.176 Cross 2.6466 Cross 2.263275 OCTET 3.35937 OCHET 3.176 Cross 2.64966 Cross 2.263275 OCTET 3.35936 OCHET 3.2176 OCHEN 1.067275 DCOHIN 1.6749420 OCTET <td>GRID</td> <td>6.360415</td> <td>TRIANGLE</td> <td>3.371475</td> <td>ZIGZAG</td> <td>3.46175</td> <td>Cubic</td> <td>4.340195</td>	GRID	6.360415	TRIANGLE	3.371475	ZIGZAG	3.46175	Cubic	4.340195
LINE 4.320335 GRID 3.31481 3DCross 3.35667 Cubicsub 3.80153 Cubic 4.268335 OCTET 3.302 TRIANGLE 3.27956 ZIGZAG 3.776445 3DCross 4.10833 LINE 3.23983 LINE 3.24953 3.076345 Cubicsub 3.87915 ZIGZAG 3.23016 GYLOID 3.2173 LINE 3.58947 Qcubic 3.52942 Qcubic 3.222 Qcubic 3.211835 GYLOID 3.41521 GYLOID 3.509 GYLOID 3.2173 OCTET 3.187415 Qcubic 3.35936 OCTET 3.176 Cross 2.6466 Cross 2.662275 OCTET 3.35935 OCTET 3.176 Cross 2.662275 OCTET 3.35936	ZIGZAG	4.575335	3DCross	3.366575	GRID	3.36181	Cross	4.114475
Cubic 4 268335 OCTET 3.302 TRIANGLE 3.27956 ZIGZAG 3.776445 3DCross 4.10833 LINE 3.23983 LINE 3.2455 3DCross 3.65595 Cubicsub 3.877915 ZIGZAG 3.23016 GYLOID 3.2173 LINE 3.58476 Gcubic 3.52942 Gcubic 3.222 Gcubic 3.211335 GYLOID 3.41521 GYLOID 3.509 GYLOID 3.2173 OCTET 3.187415 Gcubic 3.35936 OCTET 3.176 Cross 2.6466 Cross 2.263275 OCTET 3.359316 OCTET 3.176 Cross 2.66466 Cross 2.263275 OCTET 3.359515 OCHEN 1.06725 DOCHIN 1.076726 OCHIN 1.67726	LINE	4.320335	GRID	3.31481	3DCross	3.35667	Cubicsub	3.80153
3DCross 410833 LINE 323983 LINE 32455 3DCross 3635955 Cubicsub 387915 ZIGZAG 323063 GVLOID 32173 LINE 3635955 Goubic 352942 Goubic 32211385 GVLOID 341521 GYLOID 3509 GVLOID 32173 OCTET 3187415 Goubic 335936 OCTET 3176 Cross 2.6466 Cross 2.263275 OCTET 3359515 OCHIN 4.24426 DOCHIN 1.076275 DOCHIN 4.14942 DOCHIN 4.676205	Cubic	4.268335	OCTET	3.302	TRIANGLE	3.27956	ZIGZAG	3.776445
Cubicsub 3.877915 ZIGZAG 3.23016 GYLOID 3.2173 LINE 3.58478 Qcubic 3.52942 Qcubic 3.222 Qcubic 3.211835 GYLOID 3.41521 GYLOID 3.509 GYLOID 3.2173 OCTET 3.187415 Qcubic 3.29936 QCTET 3.176 Cross 2.06466 Cross 2.263275 OCTET 3.239515 DCREIN 2.41425 DCREIN 1.41942 DCREIN 1.61940 DCREIN 1.61940	3DCross	4.10833	LINE	3.23983	LINE	3.2455	3DCross	3.635595
Qcubic 352942 Qcubic 3222 Qcubic 3211835 GYLOID 3.41521 GYLOID 3.509 GYLOID 3.2173 OCTET 3.187415 Qcubic 3.35936 OCTET 3.176 Cross 2.6466 Cross 2.263275 OCTET 3.29515 DCREIN 2.44425 DCREIN 4.4942 DCREIN 4.1942 <t< td=""><td>Cubicsub</td><td>3.877915</td><td>ZIGZAG</td><td>3.23016</td><td>GYLOID</td><td>3.2173</td><td>LINE</td><td>3.58478</td></t<>	Cubicsub	3.877915	ZIGZAG	3.23016	GYLOID	3.2173	LINE	3.58478
GYLOID 3509 GYLOID 32173 OCTET 3187415 Qcubic 335936 OCTET 3.176 Cross 2.6466 Cross 2.263275 OCTET 3.329515 DOCHIN 4.24425 DOCHIN 4.04924 DOCHIN 4.14942 DOCHIN 4.16942	Qcubic	3.52942	Qcubic	3.222	Qoubic	3.211835	GYLOID	3.41521
OCTET 31.76 Cross 2.6466 Cross 2.263275 OCTET 3.239515	GYLOID	3.509	GYLOID	3.2173	OCTET	3.187415	Qoubic	3.35936
DOSHIN 241425 DOSHIN 1208725 DOSHIN 141842 DOSHIN 1676705	OCTET	3.176	Cross	2.6466	Cross	2.263275	OCTET	3.239515
Doshuk 2.41425 Doshuk 1.200725 Doshuk 1.41542 Doshuk 1.070705	DOSHIN	2.41 425	DOSHIN	1.208725	DOSHIN	1.41942	DOSHIN	1.676705

4.まとめ

・射出成型物の引張試験の結果は、メーカー公表値の 物理的特性に近似していることが確認された.また,3D

プリンタ造形物は射出成型物と比較し引張強度が小さ くなる機械的特性があることが確認された.

・アセトンによる表面処理によって引張強度が小さく なることが確認された.

・インフィル構造によるパターンの違いが XYZ 方面の圧縮的度に 大きく影響することが確認されたまた XYZ 各方向, 平均の圧縮的度 に優位性のあるインフィルパターンを確認された。

参考文献

1) 髙橋 智 ・児玉 和也 3D プリンタ造形物の強度評価 と充填構造の設計 Strength Evaluation and Infill Structure Design of Objects by 3D Printing p10~16

2) Jayanth N. P. Senthil C. Prakash Effect of chemical treatment on tensile strength and surface roughness of 3D-printed ABS using the FDM process $p1\sim9$

3) 田中 徹 ほか CAE 解析を利用した樹脂部品の設計検討に関する 研究 p19~20