

(9) imagePRESS C7000 における高速、高画質化技術

太田光弘

キヤノン株式会社 取手事業所

映像事務機デバイス開発センター

映像事務機デバイス76設計室長

1 はじめに

これまで、POD 市場には、電子写真方式の強みを生かし、様々なプリントシステムが提供されている。しかしながら、電子写真とオフセット印刷では、材料と画像形成プロセスが異なるため、画像品質を同一にすることは困難であった。その差を縮めるべく、キヤノンは POD 市場向けプリントシステム：imagePRESS C7000VP を、2007 年 5 月に発売し、従来の電子写真技術では達成困難だった技術的課題を克服することを可能にした。ここでは、電子写真とオフセット印刷の間で、質感で顕著な差があった画像性(特に光沢特性)及び、生産性にスポットを当て、imagePRESS C7000VP の対応技術を紹介する。なお本 imagePRESS C7000VP は、第 50 回 2007 年十大新製品賞の増田賞を受賞した。(日刊工業新聞)

2 imagePRESS C7000VP のコンセプト

2.1 概要

2.1.1 主要性能

Table.1 に製品の主な仕様を示す。

Table.1 specifications of imagePRESS C7000VP

Item	specification
Type	Console type
Technology	Laser Electrostatic Transfer system
Resolution	1200dpi × 1200dpi
Halftones	256steps
Photo receptor	OPC(Organic Photo Conductor)
Development	Two component development system
Intermediate transfer body	Elastic belt
Fuser	Heat roller & heat belt system
Print speed	70ppm (A4 64 ~ 300g/cm ²)
Paper size	A5 ~ 330.2 × 487.7mm (13 × 19.2inch)
Maximum print area	323 × 482.7mm
Paper thickness	64 ~ 300g/m ²
Dimensions (W × D × H)	2,586 × 1,135 × 1,475mm(engine part)

2.1.1 エンジン概観

Fig.1 に imagePRESS C7000VP の概観を示す。



Fig.1 imagePRESS C7000VP

2.2 コンセプト

imagePRESS C7000VP のコンセプトは、POD 市場への本格参入 CLC5000 シリーズの市場後継を達成するために、従来の電子写真方式の弱みを克服し、強みを強化・維持するシステムを開発することである。

一般的に言われる、オフセット印刷に対する電子写真方式の弱み、強みの例を Table.2 に示す。

ここでは、これらの電子写真方式の弱みを克服する搭載技術を紹介する。

Table.2 examples of weakness and strength at the conventional EP.

Weaknesses	Strengths
Image quality	On demand printing
Reliability	Variable data printing
Productivity	
Media handling	

3 高画質・高安定

3.1 エンジン断面

Fig.2 に示す。E ドラム (Excellent Drum) を中心に、帯電装置、現像装置、クリーニング装置等を配置している。

帯電装置：コロナ帯電

現像装置：ツインスリーブ縦攪拌、大容量化

クリーニング装置：ゴムブレード・クリーニング方

式

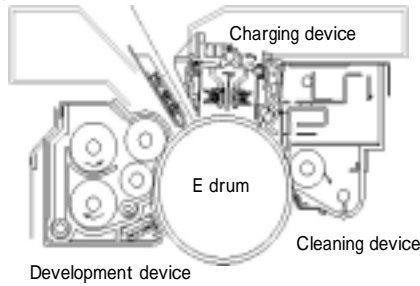


Fig.2 Section of full color C7000VP marking engine.

3.2 Eドラム (Excellent Drum)

Fig.3に、本カラ - 複写機に使用した、Eドラムを示す。このEドラムは、従来のOPCドラム表面に新開発のコート層を設けている。これにより、表面が硬く磨耗しにくくなり、大幅に寿命を伸ばすことが可能になった。



Fig.3 Excellent drum

3.3 Vトナー (Vivid color toner)

平均粒径 $5.5\mu\text{m}$ で、ワックスを微細に分散した粉碎トナー [Vトナー] を採用し、オフセット印刷に迫る高い文字再現、色再現及び多様なメディアに応じた最適な光沢感とを実現した。

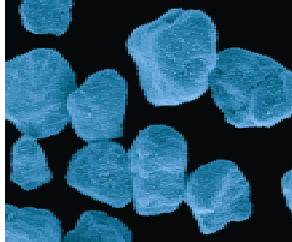


Fig.4 photograph of toners

Fig.5 にVトナーを用いた紙上文字画像を示す。平均粒径 $7.2\mu\text{m}$ のトナーを用いた従来の自社機に比較して文字再現性が向上し、オフセット印刷に迫るレベルまで達していることがわかる。

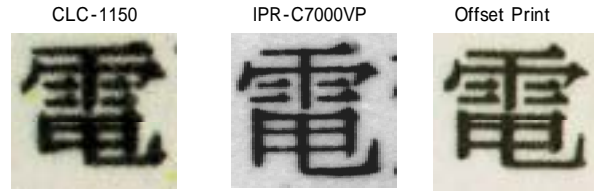


Fig.5 Comparison of character image quality.(5P-character)

3.4 Tキャリア (Tough carrier)

キャリアは平均粒径 $35\mu\text{m}$ の磁性粒子分散型の樹脂キャリア [Tキャリア] を採用した (Fig.6)。キャリアの磁化量を従来比約 $3/4$ (対フェライトキャリア) にすることにより、現像時に現像スリーブ上の磁気穂により発生する画像ノイズが低減し、がさつき (粒状感) が軽減される。

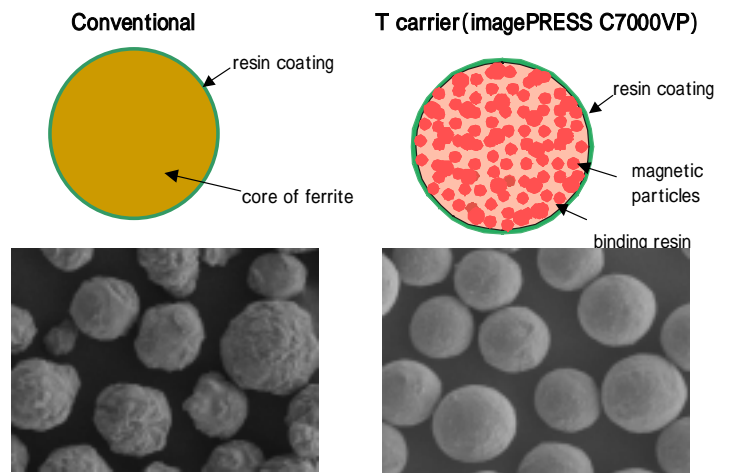


Fig.6 Illustrations and SEM photographs of carriers.

3.5 現像システム <ツインスリーブ縦攪拌現像>

従来のCLC系の自社機に対して imagePRESS C7000VP の現像システムの特徴は、以下の5点である (断面構成は Fig.7 に示す)。

V トナーと T キャリアからなる二成分現像剤
ツインスリーブ現像（現像スリーブを 2 本使用）
縦攪拌（攪拌搬送スクリーを垂直配置）
現像剤容量大

ACR（Auto Carrier Refresh = 補給剤にキャリア
を入れ、現像容器内の現像剤量が一定以上に増加
した場合に容器内の現像剤を排出する構成）

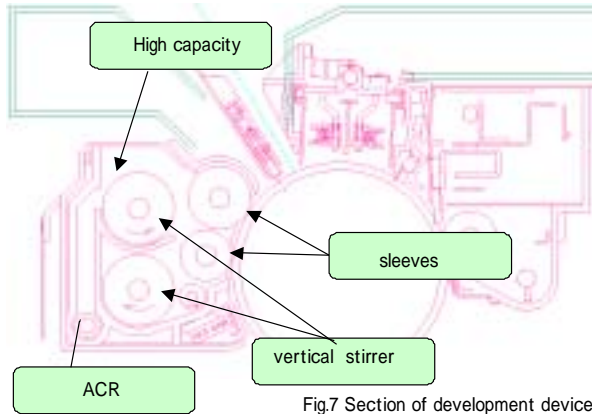


Fig.7 Section of development device

上記 ~ は、何れも POD 市場で求められる『高画
質・高安定』に対応すべく搭載された技術である。

トナーの小粒径化によりミクロな画像領域のドット
再現性（文字再現性）が向上し、低磁化キャリアに
より、がさつきが軽減される。以上の現像剤を用い、
現像スリーブを 2 本配置することにより面内均一性が
向上し、結果として白抜けを含むエッジ強調が改善さ
れる。また、現像スリーブへの現像剤供給する現像室
と現像後の現像剤を現像容器内に回収する攪拌室を
別にする事で、現像剤の画像履歴を皆無にすること
が可能となる。

一方 POD 市場で特に求められる安定性に対しては、
ACR 機構を組み込むことにより現像剤の長期物性変動
を抑制し、現像剤容量を大きくすることで短期的な色
味変動を抑制している。

4.生産性（メディア等速）、PODメディア対応

4.1 新規定着システム<デュアル定着システム>

imagePRESS C7000VP の基本コンセプトである「メデ
ィア等速」「グロスユニフォーミティ」を実現するた
め第一定着器、第二定着器から成るデュアル定着シス

テムを開発した。

主要構成と性能を従来機と比較して Fig.8 にまとめ
た。

Fig.8

	CLC5100	imagePRESS C7000VP	
		1st Fuser	2nd Fuser
Fuser method	Twin roller	Roller & Belt	Twin roller
NIP width	8mm	26mm	10mm
Release Agent	Silicone Oil	Wax	Wax
Surface	Silicone rubber	PFA tube	PFA tube
Rubber thickness	2.4mm	1.5mm	1.5mm
Productivity	50/30/22PPM *	70PPM	70PPM
Plain paper	64 ~ 256g/m ²	64 ~ 300g/m ²	151g ~ 300g/m ²
Coated paper	150g ~ 256g/m ²	80 ~ 300g/m ²	80 ~ 300g/m ²

* 106 ~ 164 g 30ppm/165 ~ 256 g 22ppm

大きな特徴は、厚紙の定着速度を落とさないための
軽圧ワイドニップである Roller & Belt の第一定着器
である。軽圧ワイドニップ定着器は、コート紙で発生
しやすかったプリスターという定着トナーの火ぶく
れ現象を抑えるため「高温で短時間の定着」から「中
高温である程度時間をかけた定着」へ設計思想を転換
している。

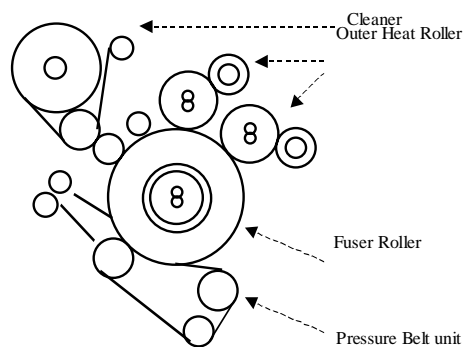


Fig.9 Section of Roller&Belt fuser

第二定着器は、厚紙の定着性向上およびコート紙
の「グロスコントロール」のために従来タイプのツ
インローラによる定着構成となっている。150g/m²
以下の普通紙は第一定着のみで十分な定着性を実現
しているため、第二定着を通過せず別経路で下流側

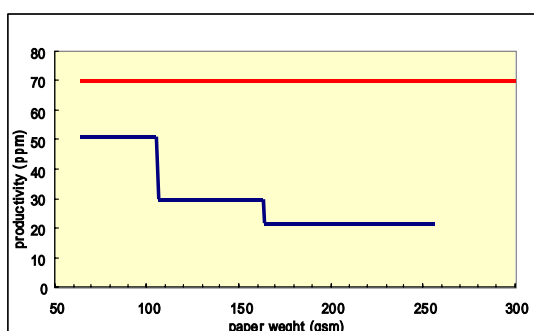
へ搬送される。150g/m²以上の普通紙は定着性を上げるために第二定着器にて更に定着される。また、コート紙は、「グロスコントロール」のために第二定着器を用いる。

従来の定着システムでは、Fig.11の様に厚紙では、定着性を確保するために、生産性を落とさねばならなかった。しかしながら、<デュアル定着システム>を採用し、搬送経路を用紙種類によって自動的に変えることで、64~300g/m²の全坪量領域において70枚/分(A4ヨコ)のプリント速度を維持する「メディア等速」を実現した。

次に imagePRESS C7000VP の基本コンセプトである「グロスユニフォーミティ」について説明する。



Fig.10 <Dual Fuser System>



— imagePRESS C7000VP
— conventional

Fig.11 Productivity comparison

4.2 グロス・ユニフォーミティ

4.2.1 従来の電子写真のグロスの課題

電子写真は「他の画像形成手段に比べて色材層が厚く印字面の起伏が非常に大きい」という特徴がある。これは、紙表面を色材層(トナー層)が数μmオーダーで厚く覆うためである。電子写真の用紙上の表面形状は、非常に複雑な立体構造を持っていることが見てとれ、実際、用紙の種類、ハーフトーンスクリーン構造と、トナーの載り量に依存して複雑に変化していく。

実際の特性事例として、アートコート系の用紙を使い、画像濃度と光沢度(60度法)の特性をFig.12に示す。オフセット印刷では、コート紙上のインキ膜厚はサブミクロンであり、コート紙の表面性にならって、インキ表面層も形成されており、また、インキ自体の光沢度とのマッチングもよく、どの濃度域においても違和感のない光沢感が得られている。

一方、従来の電子写真方式では、画像濃度の中濃度領域でトナーの付着しているところとコート紙が直接見えるところが混在し、トナーの立体構造の起伏がはげしいので、光がいたるところで散乱を起こし、光沢度は一度大きく低下している。

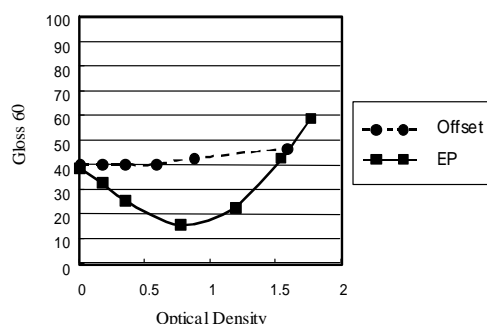


Fig.12 Gloss Profiles

4.2.2 新規対応技術

トナーのアプローチ

トナーは大きくはバインダー樹脂と離型剤と色材から成り立つが、カラートナーとしては、熱/圧定着システムで、十分溶融して、各色のトナー同士が溶融して発色することが求められる。

新開発のVトナーは混練粉碎タイプであり、溶融特性とトナー溶融界面の特性を考慮し、樹脂と離型剤の選択をおこなった。従来のトナーと比較すると、低温領域から樹脂の溶融粘度が低く、かつ、高温領域

でも粘性低下が少ないという特徴を持っている。粘弾性の制御により、広い温度域での定着を可能としている。この溶融特性が定着条件の自由度を広げ、グロスコントロールを可能としている。

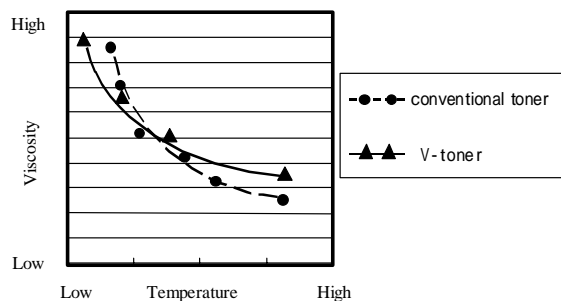


Fig.13 Toner Melting characteristics

定着器のアプローチ

従来のカラー定着システムにおいては、定着部に離型剤を供給することで、定着部材とトナー間の離型性を十分に達成することができた。imagePRESS C7000VPにおいては、前述のワックスを微細に分散したVトナーを採用することで、定着部材設計の自由度が高まった。

定着ローラの表層にPFAチューブを採用し、表層硬度を従来より固めにできたので、定着後のトナー形状を制御することが可能となった。

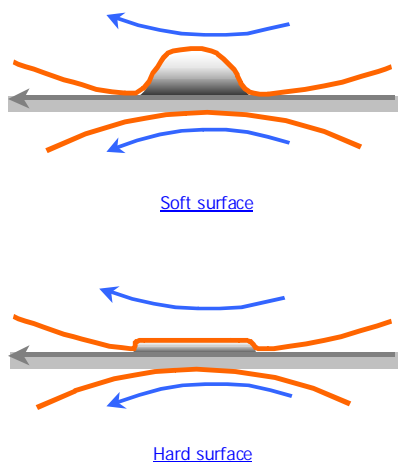


Fig.14 Schematic diagram of fusing nip area

Fig. 15 に定着後のトナー写真を示す。従来の用紙上のトナー表面形状は、立体構造の起伏がはげしいので、

光がいたるところで散乱し、光沢の均一性を損ねていた。しかしながら、imagePRESS C7000VPでは、トナー表面形状を、従来に対してより平滑にすることができた。その結果、オフセット印刷と同様に、どの濃度域においても違和感のない光沢感を得るフラットグロスを実現している。

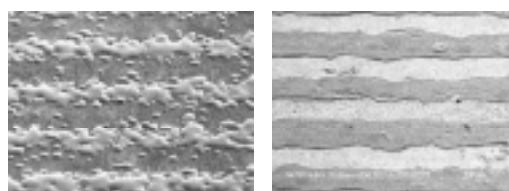


Fig.15 Toner Profile (After fusing)

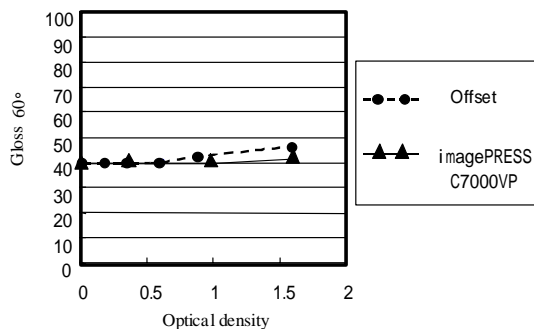


Fig.16 Gloss profiles

4.3 色再現性

光沢特性と、ベタの発色特性は相関がある。オフセット印刷の標準である JapanColor2001 との Lab 空間の ab 投影座標で色域比較を Fig.17 に示す。

比較対象：Japan Color 2001 type3 (コート紙)

メディア：コート紙 (4CCArt170g 紙)

測定機：スペクトロリノ (GretagMachbeth 社)

D50

表記：ソリッド = JapanColor

塗りつぶされている方が JapanColor2001 の色域で、フレームワークの方がコート紙 (StoraEnso 社 4CC Gloss) に合わせて光沢均一性を向上させた電子写真の色域である。JapanColor2001 の Cyan, Magenta, Yellow の基本色の色相も合わせた上で、色域全体をカバーしている。従って、カラーマッピン

グに関しては、印刷業界で標準となっている ICC カラープロファイルで対応することで、十分対応可能である。

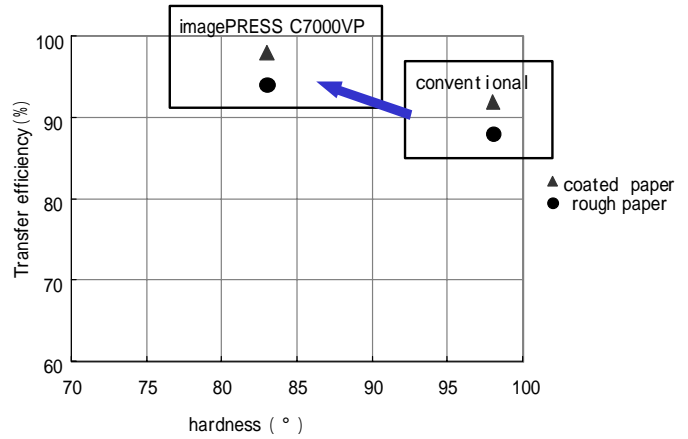
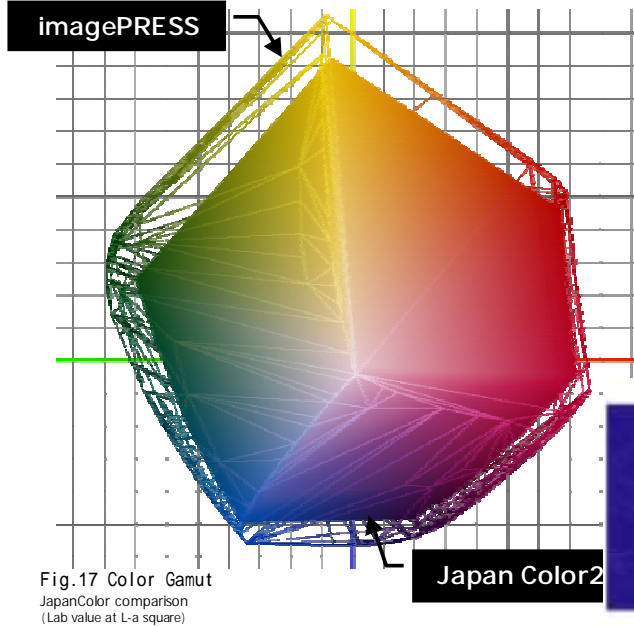


Fig.19 Transfer efficiency vs. hardness

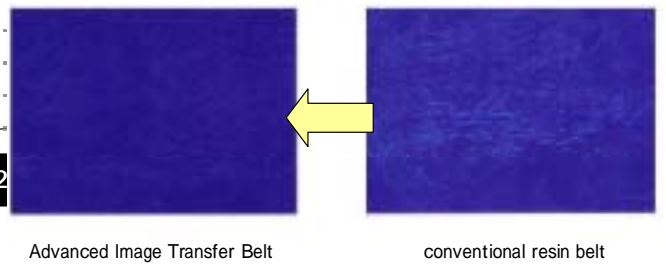


Fig.20 comparison of image quality on paper

4.4 弾性中間転写システム

弾性層をもつ中間転写ベルトシステム Fig.18 を採用し、トナー担持面を柔らかくすることで、紙の微細な凹凸に沿って転写できるようになった。これにより、表面が平滑なメディアから凹凸のあるメディアまでトナーの転写性を高めることができた。

Fig.19 に MD-1 硬度と転写性の関係を示す。中間転写ベルトのトナー担持面側に柔らかいゴム層をもたせることで、従来の樹脂ベルトと比較し表面硬度を約 15° 下げた。これによりトナーの転写性が向上した (Fig.18,19,20)。表面硬度測定には、高分子計器株式会社マイクロゴム硬度計 MD-1-C を使用した。

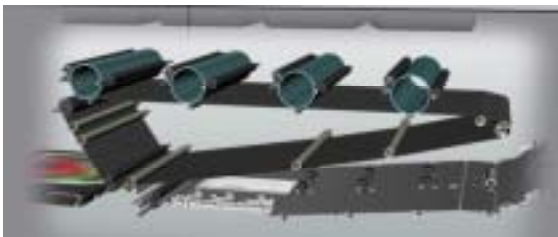


Fig.18 intermediate elastic belt system

5 まとめ

電子写真とオフセット印刷では、材料と画像形成プロセスが異なるため、画像品質を同一にすることは困難であった。しかし、POD 市場向けプリントシステム：imagePRESS C7000VP において、従来の電子写真技術では達成困難だった技術的課題を服することを可能にした。

[参考文献]

- 1) 笹沼ほか：2006年(社)日本印刷学会 第17回 秋期研究発表会 A-07 電子写真プリンタによる印刷画質の追及

太田 光弘

1993 年電気通信大学大学院電子物性工学専攻修了。同年キヤノン株式会社入社。複写機、プリンターの転写プロセス開発設計に従事。現在、映像事務機デバイス開発センターに所属。

富澤 岳志

1995 年慶応義塾大学大学院理工学研究科（物理学専攻）修士課程修了。同年キヤノン株式会社入社。複写機、プリンターの転写プロセス開発設計に従事。現在、映像事務機デバイス開発センターに所属。

日比野 勝

1990 年早稲田大学大学院 理工学研究科 物理及び応用物理学専攻修了。同年キヤノン株式会社入社。複写機、プリンターの転写プロセス開発設計に従事。現在、映像事務機デバイス開発センターに所属。

板倉 隆行

京都大学大学院工学研究科(化学工学専攻)を博士修了。博士(工学)。1998 年キヤノン株式会社に中途入社。トナーの開発に従事。現在、材料プロセス開発センターに所属。1993 年粉体工学会研究奨励賞を「粉体の接触電位差の測定に関する研究」で受賞。

中山 雄二

1988 年早稲田大学理工学部応用物理学科卒業。同年キヤノン株式会社入社。複写機、プリンターのプロセス開発設計に従事。現在、映像事務機デバイス開発センターに所属。

禁無断転載

2007 年度

ビジネス機器関連技術調査報告書(“ 3 ” 部)

発行 社団法人 ビジネス機械・情報システム産業協会
技術委員会 技術調査小委員会

〒105-0003 東京都港区西新橋 3-25-33

NP 御成門ビル 4F

電話 03-5472-1101

FAX 03-5472-2511