

持続可能な代替航空燃料（SAF）の取扱要領 第2版

MANUAL FOR PROPER HANDLING OF SUSTAINABLE AVIATION FUEL (SAF)
ISSUE 2

2024年5月

石 油 連 盟

航空燃料専門委員会

持続可能な代替航空燃料（SAF）の取扱要領 第2版

第1章 総 則

- 1. 1 目 的
- 1. 2 範 囲
- 1. 3 適 用

第2章 燃料規格

- 2. 1 ASTM D7566およびASTM D1655
- 2. 2 DEF STAN 91-091
- 2. 3 石連規格（AFQRJOS準拠）
- 2. 4 燃料規格の適用

第3章 SBCの製造

- 3. 1 SBCの概要
- 3. 2 SBCの製造
- 3. 3 SBCの出荷（タンカー）
- 3. 4 SBCの出荷（ローリー）
- 3. 5 SBCの出荷（ISOタンクコンテナ）
- 3. 6 SBCの受入

第4章 半合成ジェット燃料製造(SBCと従来のジェット燃料とのブレンド)

- 4. 1 バッチ確立および認証の一般的要求事項
- 4. 2 ブレンドプロセスの種類

第5章 半合成ジェット燃料の出荷

第6章 半合成ジェット燃料の受入

第7章 空港給油施設での受入・貯蔵・払出および給油

- 7. 1 空港給油施設での受入・貯蔵・払出
- 7. 2 給油

第1章 総 則

1. 1 目 的

本取扱要領（第2版）は航空分野におけるCO₂削減の取組みの一つである持続可能な代替航空燃料（以下「SAF」という）に関する燃料規格、品質管理および取扱いについての基本的な情報を提供するとともに、製造^{*1}、貯蔵^{*2}、運搬、受入、払出（給油）および輸入における正しい品質管理および取扱いについて取りまとめ、SAFを取扱う関係者に対し、周知し、正しい理解を得ることを目的としている。

本取扱要領（初版）発行後にEI 1533が2022年11月にEI/JIG 1530の増補版として発行され、使用する用語が変更され、運用についても詳細に記された。このことを踏まえ、石連指針の出荷基地・二次基地篇の第11章も内容が大きく変更され、差し替え版が石連指針購入者に近日中に配布される。

なお、本取扱要領は、石油連盟がSAFを取扱う関係者に対して SAFに関する取扱い方法を強制するものではない。

さらに、本取扱要領の利用者（法人および個人を問わない）が、本取扱要領に従って行動したことまたは行動しなかったことによりもたらされた全ての結果において、いかなる人に対しても、石油連盟航空燃料専門委員会は、全ての法的責任を負うことはない。

本取扱要領の作成にあたっては、国際的に認められているASTM等のジェット燃料の取扱いおよび品質に係る規格類、日本国関係法令等を参考とした。これらの規格類等が変更になる場合、本取扱要領についても必要に応じ改訂を行うものとする。

^{*1} SBC: Synthetic Blending Component（ニート燃料）、混合するジェット燃料および半合成ジェット燃料について概要のみ示す。SBCの製造の詳細については、ここでは記載しない。

^{*2} SBC、混合するジェット燃料および半合成ジェット燃料の貯蔵については、石連指針第1篇を参照するものとし、ここでは詳細について記載しない。

1. 2 範 囲

本取扱要領では、ジェット燃料（航空ガソリン、Jet A、Jet Bを除く）、SBC、SBCと混合するジェット燃料、半合成ジェット燃料、出荷および運搬、受入、給油における品質管理、取扱い全般について説明する。

なお、一旦半合成ジェット燃料として確立した後は、通常のジェット燃料と同一に取扱うことができるため、基本的な品質管理や取扱いは現行の石連指針を参照のこと。

本取扱要領では、半合成ジェット燃料と通常のジェット燃料の取扱い上の差異に焦点を当てて説明を行う。また、国内製造のSBCはまだ商業製造段階に至っていないが、幅広く供給する方向性が広く伝えられている。そのため、今後はオイルタンカーでのSBCや半合成ジェット燃料の輸入を含め、海上輸送や製造所からのローリー輸送に供給経路が多様化することが想定される。さまざまな製造所により少量のSBCニート燃料

[SAF 取扱要領]

(SBC) の製造や半合成ジェット燃料ブレンドSAFの製造も考えられる。ニート燃料の製造量が限られ、結果としてその運搬や一時的貯蔵においてドラム、IBC（中間バルクコンテナ）、ISOタンクコンテナを用いることが引き続き想定されるため、石連指針第1篇[出荷基地／二次基地]の該当箇所を示す。

1. 3 適 用

本取扱要領は SBC の製造、出荷、受入、半合成ジェット燃料の製造、出荷、受入、SBC および半合成ジェット燃料取扱機器の仕様、書類管理、添加剤、空港での半合成ジェット燃料の管理、半合成ジェット燃料および/または SBC のコープロセッシング（混合改質）に適用する。

なお、SBC タンクの SBC の切り替え時に適用される 1 %と半合成ジェット燃料等を貯蔵するタンクに適用される容積 3 %の対象が、総量なのか SBC の含有量に応じたものなのかで大きく状況が異なるため、JIG に問い合わせ中である。現状、JIG から検討中として明確な返答を得ていないため、安全サイドである総量に対するものとして対応する。今後、JIG からの返答に基づき、必要に応じて変更するものとする。

なお、英文の根拠規定（ASTM等）と解釈に齟齬が発生した場合は、国内法令等に抵触する場合（箇所）を除き、根拠規定（ASTM等）を優先する。

第2章 燃料規格

2. 1 ASTM D7566およびASTM D1655

ASTMインターナショナル（旧米国材料試験協会）が定める燃料規格であるASTM D7566 およびASTM D1655（混合する従来のジェット燃料として）が、SBCおよび半合成ジェット燃料に対し最も重要な燃料規格である。

ASTM D7566 は DEF STAN 91-091 ととも SBC および半合成ジェット燃料に対する燃料規格である。

また、ASTM D4054 に定められた認証システムに従い、様々な SBC の製造システムが評価され、エンジンメーカーや航空機メーカー等からなる専門家による様々な試験を経て、委員の承認（賛成の投票）を経て、新しい ANNEX として ASTM D7566 に含まれる。2023 年現在、Annex1～8 まで承認されている（表 - 1）。

ASTM D1655 は Jet A-1 および米国で主に使用されている Jet A の燃料規格である。なお、ASTM D1655 と ASTM D7566 (Table-1) はほぼ同じであるが、Part 2 において差異が認められる。半合成ジェット燃料の燃料規格として、ASTM D7566 (Table-1) および ASTM D1655 規格適合品を用いなければならない。なお、後述する Def Stan 91-091 規格適合の SBC および半合成ジェット燃料も認められており、この点が初版時点と大きく変更されている。

表 - 1 ASTM D7566 規格の Annex

Annex	精製方法	混合率
Annex 1	Fischer-Tropsch 法により精製される合成パラフィンケロシン (FT-SPK)	最大 50%
Annex 2	植物油等の水素処理により精製される合成パラフィンケロシン (Bio-SPK 又は HEFA)	最大 50%
Annex 3	発酵水素化処理糖類由来のイソパラフィン (SIP)	最大 10%
Annex 4	非化石資源由来の芳香族をアルキル化した合成ケロシン (SPK/A)	最大 50%
Annex 5	アルコール・ジェット由来の合成パラフィンケロシン (ATJ/SPK)	最大 50%
Annex 6	脂肪酸エステル・脂肪酸の熱変換により精製される合成ケロシン (CHJ)	最大 50%
Annex 7	炭化水素・エステル・脂肪酸の水素化処理により精製される合成パラフィンケロシン (HC-HEFA SPK)	最大 10%
Annex 8	アルコール・ジェット由来のアロマ分を含む合成ケロシン (ATJ-SKA)	最大 50%

2. 2 DEF STAN 91-091

英国国防省が定める燃料規格であり、ASTM規格と同様にSBCや半合成ジェット燃料の規格を定めている。DEF STAN 91-091は主に英国や欧州で使用されているが、欧州のその他の地域や国ではASTM D7566やASTM D1655規格が広く用いられている。

SAFでは、ASTM D7566規格の評価作業においては世界各国の専門家が集まり、検討を加えているが、DEF STAN 91-091はその制定や改定に携わる専門家は限られ、事実上ASTM D7566の後追いの状況にあると考えられ、航空機やエンジンメーカーの基準も含め一般的にはASTM D7566およびASTM D1655が用いられていた。

しかし、脱炭素の動きの加速もあり、Def Stan 91-091も対応を加速しているため、本取扱要領（初版）において、SAFの燃料規格としてASTM D7566 (Table-1) およびASTM D1655のみとしていたが、ASTM D7566およびASTM D1655ならびにDef Stan 91-091とする。

また、DEF STAN 91-091とASTM D7566およびASTM D1655はそれぞれ独立した燃料規格であり、必ずしもすべての規格値が同じではないことに留意する必要がある。更に、SBCの混合率の記載について、ASTM D1655とは要求事項が異なることにも注意が必要である。

2. 3 石連規格 (AFQRJOS準拠)

共同利用貯油施設向け統一規格（以下「石連規格」という）は石油連盟航空燃料専門委員会が国際的に認められている“Aviation Fuel Quality Requirements for Jointly Operated Systems (AFQRJOS) Jointly Fuelling System Check List (Joint Check List) for Jet A-1”に準拠し、日本の国内空港の共同利用貯油施設におけるJet A-1の品質管理について定めている。この石連規格は、以下の2つの品質規格を概ね満たすものである。

- (1) ケロシタイプ航空タービン燃料Jet A-1、NATO Code:F-35、JSD:AVTURに対する英国国防省規格 (DEF STAN 91-091)
- (2) 航空タービン燃料 “Jet A-1” に対するASTM規格 D1655
石連規格は上位燃料規格の改定後、AFQRJOSとしてJIG (Joint Inspection Group) から発行されたJIG公報に基づき、国内法令に抵触する添加剤等が含まれていないか、国内で使用できるものか等を確認し、発行するため以下の差異がある。
 - ・ 言語が日本語であること
 - ・ 改定時期にタイムラグが発生することが多いこと
 - ・ 使用可能な試験法として、JIS試験法を認めていること
 - ・ 化審法(化学物質の審査及び製造等の規制に関する法律)により、ASTM D1655で使用が認められている添加剤の一部が国内使用禁止のため、削除していること

注) 国内においてニート燃料に対し酸化防止剤を使用する場合には、石連規格備考(25)に記載されている以下の酸化防止剤は化審法により使用を承認出来ないのに留意する必要がある。なお、輸入燃料油（ガソリン及びジェット燃料油等）については、2000年（平成12年）11月15日パブリックコメント募集時、通産省（当

時)の公表資料において、当該化学物質の濃度の低さや燃焼されるという使用形態等を鑑み輸入規制製品としての指定は行わないことが示されている。

75 percent min, 2,6-ditertiary-butyl-phenol

25 percent max, tertiary and tritertiary-butyl-phenols (RDE/A/609)

2. 4 燃料規格の適用

国内空港において、石連規格適合のジェット燃料が空港給油施設に納入、給油され、航空機燃料として使用されてきたが、ASTM D1655規格およびDEF STAN 91-091規格は燃料規格として国際的に認められた上位規格であり、これらの規格に適合したジェット燃料を国内で使用することを制限するものではない。

つまり、ASTM D1655およびDEF STAN 91-091適合のジェット燃料は国内空港で使用可能とする。また、ASTM D7566により認証された製造法で製造されたSBCとASTM D1655規格適合のジェット燃料と認められた混合率以下で混合されASTM D7566(Table-1)およびASTM D1655適合であることが試験成績書に記載された半合成ジェット燃料も国内空港で使用可能である。併せて、Def Stan 91-091に適合した半合成ジェット燃料も使用可能である。

なお、国内製造のSBCとASTM D1655やDEF STAN 91-091で承認したジェット燃料を混合して製造された国産半合成ジェット燃料と輸入半合成ジェット燃料について、一旦半合成ジェット燃料として確立した燃料は通常のジェット燃料と同一の取扱いを行うものとする。

SBCの新しいAnnexについては、ジョイントチェックリストに基づく燃料規格では国際的に認められていないため、今後もASTM D7566の改定を待つものとする。

なお、ASTM D7566 Table-1で認められた半合成ジェット燃料については、国内で禁止された物質が国内で使用される等の法令に抵触しない場合にはタイムラグなしに使用可能となる。

第3章 SBC

3. 1 SBCの概要

ASTM D7566-23a では、SBC の製法として Annex 1～8 が認証されている。それぞれ従来型ジェット燃料との混合率上限が決められており、Annex 3 と 7 が 10%、それ以外が 50%である。SBC は ASTM D7566-23a のアネックスに従う製造法で製造されたものだけが、航空機に利用可能である。ASTM D7566 は、SBC の製造場所に制限を設けていないため、以下の場所で行われることがある。

- ・ 製油所
- ・ 化学品製造施設
- ・ SBC 専用製造所

ASTM D7566 に記載されている製造プロセスは、化学反応装置の条件ではなく、一般に必要とされるプロセスのタイプを示している。例えば、HEFA プロセスは、水素化分解、水素異性化、異性化、分留、またはそれらの組み合わせを必要とする場合があり、その他従来の精製プロセスを含むこともあるが、化学反応装置の条件または分留の程度を指定していない。

酸化防止剤 (AO) は、全ての SBC に必須であり、製品が空気に触れる移送または運用の前に、適切に混合できる方法で添加することが ASTM D7566 により要求されている。これは、過酸化、ガム形成および製造後の酸性度の増加を防止するために、水素化处理または分留後、可能な限り早く実施することが必要である。

SBC の規格性状は、微量成分の許容限界値を含めて、ASTM D7566 に定められている。各 SBC には、製造プロセスを適切に管理するために、特定のアネックスおよび関連する表がある。各アネックスの Table 1 に詳細なバッチ要求事項、Table 2 に追加の特定要求事項を定めている。ASTM D7566 は、規格のブレンド制限に従って、SBC が従来のジェット燃料またはジェット燃料成分とのブレンド前に、関連する ASTM D7566 アネックスに基づいてバッチ認証されることを要求している。

SBC が炭化水素主体の組成で、微量成分を最低限とするために、製造プロセスおよび原料は、ASTM D7566 によって規格化されている。微量成分を制御する必要性が生じるのは、新しい原料からのジェット燃料成分の製造が、石油由来の燃料において、これまで見られなかった異常な金属またはその他汚染物質を持ち込む可能性があるからである。

3. 2 SBCの製造

SBCを国内で製造する場合、各アネックスの製造施設として、その施設は必要な認証（例：CEF認証等）を受けておくことが必須である。SBC製造装置は、プロセスを適正に管理して、規格内のSBCの製造を可能にする適切な管理（機器材、検査、品質保

証／製品品質プロセス) とともに運用されなければならない。

プロセス条件とSBC品質との関連性を維持するために、包括的な記録が保管されなければならない。監査プロセスをサポートするための記録が保管されることが推奨される。

SBC製造装置のランダウンは、SBCバッチ認証用タンクに導かれなければならない。タンクは明確な区分け管理が実施されなければならない。ASTM D7566の関連するアネックスの要求事項に対するバッチ認証のために代表試料が採取されなければならない。航空燃料の油種および成分を取扱うタンクは、独自に識別されることが推奨される。この情報は、COQに記録されなければならない。

2つの異なるASTM D7566 アネックスタイプのSBC原料を、同時に同じ製造設備で処理してはならない。また、異なるアネックスのSBCを同一タンクで貯蔵してはならない。

COQは製造時点で作成され、SBCのバッチの品質を記載するオリジナル文書である。SBC製造会社の試験室（またはSBC製造会社の代理で業務する試験室）によって行われた、ASTM D7566によって要求されているすべての性状の測定結果およびその他必須情報を含めなければならない。COQには、ASTM D7566の関連するアネックスへの適合宣言が含まれ、権限を持つ署名（捺印）者によって署名（捺印）されなければならない。COQを発行している認定試験室によって実施されず、第三者に委託された試験は、試験成績書にて明確に識別されなければならない。

ASTM D7566の各アネックスには、そのプロセスのための特定の試験要求事項が詳述されている。これには、オリジナルのCOQのための従来のジェット燃料製造では一般的ではない追加の性状の試験（例えば、金属評価）が含まれる。一部の試験は、各バッチで必ずしも行う必要がない場合があり、要求されている一部の分析頻度は、各アネックスの「other detailed requirement」セクションに記載されている。ASTM D7566のSBCのすべてのアネックスにおいて、これらの試験は、初期プロセスの開始時またはSBC製造プロセスの著しい変更後に実施されることが要求されている。詳細は、ASTM D7566の最新版を参照のこと。

SBCに対するCOQが作成された後にのみ、そのSBCは半合成ジェット燃料を製造するためにジェット燃料／ジェット燃料成分とブレンドされてもよい。

3. 3 SBCの出荷（タンカー）

SBC輸送のための船舶選定および適合性評価において、積荷の品質を確保する必要がある。非専用タンカーが使用される場合、揚地側での品質再確認試験でコンタミの有無を確認しなければならない。品質管理上、20,000DWTを超える外航タンカーはその複雑なハッチや配管の配置のためいかなる環境下でも専用船と考える必要はない。

SBCは、従来のジェット燃料と比較して、より小さいバッチサイズで製造される可能性がある。従って、複数ハッチの複数油種タンカー（よく「ケミカルタンカー」と呼ばれる）が選定されることもあり、これはタンカー適合性において、より複雑になる場合がある。

ケミカルタンカーが、SBCまたは半合成ジェット燃料の輸送に使用される場合、SBCまたは半合成ジェット燃料の使用を目的としたタンクのリスク評価は、船全体のタン

ク履歴ではなく、タンク毎に行われなければならない。亜鉛を多量に含むコーティングは、ケミカルタンカーではより一般的であり、これらが存在する場合、そのタンカーはSBCまたは半合成ジェット燃料に使用されてはならない。加熱コイルがタンク内に存在する場合、接触部の材質に対して航空燃料との適合性を確認しなければならない。

外航タンカーの場合、直近の3航海の積荷を詳述した個々のタンク履歴は、積込前に提出、レビューされ、SBC／半合成ジェット燃料の輸送のための各タンクの適合性に関して正式なリスク評価を実施しなければならない。この評価は、使用されるタンク／ポンプ／配管とマニホールドの接続、タンク塗装材質およびポンプや加熱コイルの材質等の詳細の検討も含む。

3. 4 SBCの出荷（ローリー）

SBCを輸送するために使用されるローリーは、製品品質を維持するためにSBC専用であることが推奨される。

ローリーが非専用の場合、許容される直近の前荷は、主に無鉛ガソリン、ジェット燃料／灯油、軽油、および含酸素バイオ成分を含まないことを確認したHVOに制限されなければならない。

(油種変更プロセスは石連指針第1篇 表-13を参照のこと。)

直近の前荷が、含酸素バイオ成分を15%まで含有する軽油、またはHVOの場合、専門家に相談して、用途変更時のクリーニングとその後の検査結果を確認しなければならない。

3. 5 SBCの出荷（ISOタンクコンテナ）

容量20～50m³のISO IMOタイプ1タンク容器は、船舶、鉄道またはトラックによる輸送のため、および一時的な貯蔵のために使用される場合がある。

3. 6 SBCの受入

SBCの受入前に、COQが、関連するASTM D7566アネックスの要求事項に適合していることを確認しなければならない。

ジェット燃料と同様に、輸送中に汚染が発生していないことを確認するため、荷揚前にSBCが評価されなければならない。専用輸送の場合、輸送の健全性を確認するため、コントロールチェックをすればよい。

非専用輸送の場合、汚染の可能性を確認するために、タンクに受け入れる前に品質再確認試験が実施されなければならない。

SBCは、以下のいずれかにて受け入れられなければならない。

- ・専用のSBC受入タンク
- ・SBCが専用輸送される場合、半合成ジェット燃料のブレンドタンクに直接
- ・SBCが専用輸送される場合、ASTM D7566に従いブレンドおよび試験されるため、従来のジェット燃料または従来のブレンド成分を含んでいるタンクに直接

[SAF 取扱要領]

1つ以上の新たなバッチが、タンクヒールのある既存タンクに受け入れられた状況下では、タンク内の各バッチの数量比に従い線形計算した期待値と、比較しなければならない。SBCタンクに4つ以上のバッチが受け入れられた場合、COA試験が実施されなければならない。この場合、COA試験は、関連するASTM D7566各アネックスのTable Ax. 1の全ての試験が含まれなければならない。ASTM D7566各アネックスTable

Ax. 2の試験はSBC製造時点で完了しているため、このCOA試験の一環としてASTM D7566アネックスTable Ax. 2の試験を実施する必要はない（同じASTM D7566アネックスに対して認証されたSBCのみが混合されてもよいことに留意すること）。

※Axのxにはアネックスの番号である1～8の数字が入る。

SBCは、ジェット燃料／SBC専用配管を通して貯蔵タンクに受け入れられることが推奨される。SBCの受入れが非専用配管のみを使用して行われる場合、境界面を管理（端切りを行うなど）し、かつSBC専用貯蔵タンクに受け入れる場合はコンタミの有無を確認するために受入後にSBCを試験する手順書を策定し、実施しなければならない。

最終のバッチ量に関して配管滞油／タンクヒールを考慮する場合、受入場所では、受け入れるSBCのバッチ量だけでなく、配管内および受入タンクヒールの油種および量を考慮しなければならない。

SBCタンクは、同時にASTM D7566の1つのアネックスのSBCのみ貯蔵されなければならない。

第4章 半合成ジェット燃料製造(SBCと従来のジェット燃料とのブレンド)

4. 1 バッチ確立および認証の一般的要求事項

ASTM D7566 Table 1は2つのパートで構成されている。

ASTM D7566 Table 1パート1の意図は、ASTM D1655 Table 1で定義している要求事項を反映させることである。

パート2の意図は、半合成ジェット燃料が従来のジェット燃料と十分に類似していることを保証し、ASTM D1655への適合を確認することである。ジェット燃料規格を適用するには、一般的にはASTM D7566に従うが、適用する燃料規格を満たす必要がある。Def Stan 91-091は、ASTM D1655とは詳細な部分で相違が見られる。いずれかの規格要求事項に対して、半合成ジェット燃料の試験を必要とする。

バッチ確立の場所（製造場所）において、ASTM D7566/D1655およびDef Stan 91-091では、従来のジェット燃料のブレンド成分は、認証済みのジェット燃料である必要はないとしているが、燃料規格によって許容されるジェット燃料成分でなければならない。

ブレンド比が決定されると、SBCおよび従来のジェット燃料のブレンド成分/ジェット燃料はブレンドすることができる。著しく異なる密度を持つ場合があるため、ブレンドの均質性を確保するために、複数のブレンド手順が必要とされる場合がある。

バッチ確立の時点で、半合成ジェット燃料は、ジェット燃料規格に対して試験され、認証されなければならない。

半合成ジェット燃料が認証された場合、下流での取扱いは、追加の要求事項が無く、従来のジェット燃料と同等である。

半合成ジェット燃料の新しいバッチは、以前にサプライチェーンの上流の地点で半合成ジェット燃料として認定されたジェット燃料成分とブレンドしてもよいことに留意が必要である。このような場合、以下のSBCに関する制限が適用される。

(a) 合成成分の割合の報告を必要とするDef Stan 91-091への適合を証明する場合、ジェット燃料中のSBCの総量は、各アネックスについてASTM D7566に詳述される。そのSBCの割合が規定されており、それを超えることは許容されない。

(b) 合成成分の割合の報告を必要とするDef Stan 91-091への適合を証明する場合、異なるアネックスのSBCのブレンドは許容されない。

(c) ASTM D1655への適合を証明する場合、バッチの確立時点後に、SBCの内容物の報告要求事項が無い場合、原則として制限されている項目は無い。現在のブレンド設備で受入れられているジェット燃料中のSBCの割合、およびアネックスに関する上流のサプライチェーンの情報をガイドとして使用することが推奨される。

バッチ確立点は、ジェット燃料製造と品質保証において重要な管理ポイントである。バッチ確立点での半合成ジェット燃料の認証は、使用される全ての燃料成分および添加剤の組成上の保証(例えば、Def Stan 91-091第4項およびASTM D1655セクション6.1.1参照)を含み、燃料規格の全ての要求事項に対する製品燃料の適合性を実証する報告書の作成が必要である。

4. 2 ブレンドプロセスの種類

半合成ジェット燃料を製造するためのプロセスは、製油所における従来のジェット燃料のブレンドに類似している。2つの基本的なブレンドプロセスは以下の通りである。

- ・インラインブレンド、並びに
- ・シークエンシャル（段階的）ブレンド

ブレンドプロセスにおいて、半合成ジェット燃料は、バッチ確立の時点で均質でなければならない。層になっているタンクにおいて、バッチ確立の時点の認証および出荷は許可されない。ブレンド作業の前に、タンク底部からドレンし、分離水および微粒夾雑物を除去しなければならない。

インラインブレンド装置は、ジェット燃料が生産される製油所で一般的に設置される場合がある。貯蔵施設は、インラインブレンドのための装置および制御プロセスが整備されていない場合があるため、“シークエンシャルブレンド”をより一般的に適用する場合がある。

SBCと従来のジェット燃料成分とのシークエンシャルブレンドは、常に均質であることが要求されるため、半合成ジェット燃料タンクに、ブレンダーおよび/またはタンク内で再循環し混合できる装置が必要となる場合がある。SBCおよび従来のジェット燃料成分を半合成ジェット燃料タンクへ移送する際の流量に単純に依存するだけでは、必要な成分の均質なブレンドとなる可能性は低い。連続するブレンドにおいて、半合成ジェット燃料が均質となるように、まずタンクに密度の高い成分を受入れ、次に密度の低い成分を受入れることが推奨される。

インラインブレンドは、異なるバッチ成分および添加剤を混合する場合、効果的である。これはシークエンシャルブレンドよりも好ましい。ただし、インラインブレンドであっても、以下の場合には均質なバッチとはならない場合がある。

- ・ブレンド成分の密度が、ブレンドプロセス中に著しく変化する場合
- ・前のタンクヒール量が大きく、タンクに入るインラインブレンド成分の密度と比較し、著しく異なる場合

SBCを従来のジェット燃料/ジェット燃料成分と混合する場所は、均質性の要求事項を満たすため、ブレンド手順が適切でなければならない。

タンク内の半合成ジェット燃料の均質性を得ることは、SBCと従来のジェット燃料との間の密度差のために、従来のジェット燃料同士の受入よりも、難しい。従って、従来の上部、中部および下部のサンプルに加えて、ボトムおよびトップのサンプルを採取して、均質性を確認することが適切である。インラインブレンドによって製造された半合成ジェット燃料の混合時間を短縮させるため、タンクサイドから注入しブレンドをする事、および/または、タンク内を再循環させる事で達成可能となる。均質化は以下の何れかによって達成される場合もある。

- ・著しく異なる密度を有する成分を混合するのに十分な能力を持ったタンクへのラインブレンド。
- ・攪拌機を用いて、順次タンク内を混合すること。
- ・ラインブレンドまたはシークエンシャルブレンドの後、タンク間の移送もしくはタンク

ク内での循環。

- ・循環もしくは混合時間は、既存の設備を用いる経験則によって決定されてもよい。
- ・循環させる場合、吸込と吐出の距離が最大になると混合効率が向上する。吐出ラインに内部ノズルを使用すると混合効率も向上する。

実際のブレンド速度は、各バッチで使用されるSBCおよび従来のブレンド成分/ジェット燃料の性状に依存する。規格値および他の要求事項を満たすため、ブレンドを実施する前に、試験室用ハンドブレンドを使用し試験することが推奨される。

バッチ未確立の従来型ジェット燃料のSBCタンクへの流入は、品質問題のリスクを増加させる。例えば、バッチ未確立のジェット燃料は、規格外の半合成ジェット燃料のバッチとなる可能性がある。半合成ジェット燃料の製造において、このアプローチが採用される場合、製造前にリスクアセスメントの実施が推奨される。

従来のジェット燃料成分を別々のジェット燃料タンクへのランダウン、事前評価および半合成ジェット燃料のブレンド割合を検証するための試験室でのハンドブレンドは、ブレンドのプロセスが複雑になる可能性があるが、ブレンドにおける製品品質に係るリスクを低減させる。ブレンド前に従来のジェット燃料成分を認証する必要はない。半合成ジェット燃料の品質の確保のためには、密度、粘度、芳香族含有量および蒸留などの主要な品質基準で必要、十分である。

半合成ジェット燃料を製造する混合施設は、半合成ジェット燃料のバッチが規格外となる場合に備えて、緊急時対応計画を持たなければならない。ブレンド計画には、規格外のブレンドを調整するために、必要に応じてより多くのSBCまたはより多くの従来型ジェット燃料を加え、再ブレンドするための十分なアレージ(空間)をブレンドタンクに残すことが推奨される。この修正プロセスは、再循環、タンク間移送またはミキサーの使用によって、均質性を確保しなければならない。

ブレンドプロセスは、バッチ認証のための貯蔵タンク内でのブレンドを指す。SBCと従来のジェット燃料/ジェット燃料ブレンド成分とのブレンドにおいて、均質性を達成するための代替アプローチは、EI 1533に含めるかどうか検討中である。これらのオプションは、認証された半合成ジェット燃料のバッチのみが空港へ出荷されることを確実にするために、重要なリスク軽減策およびMOCを必要とする。

第5章 半合成ジェット燃料の出荷

空港に直接搬入する場合、払出施設においてフィルターセパレーターを設置することが必要である。

現状のジェット燃料規格 (ASTM D1655、Def Stan 91-091) は規格によって、半合成ジェット燃料に対する要求事項が異なる。ASTMでは、ブレンドプロセスがASTM D7566の要求事項に適合する限りにおいて、半合成ジェット燃料に含まれるSBCの比率を試験成績書に記載する必要はないが、その他の書類等で報告する必要がある。しかし、Def Stan 91-091により認定された燃料は、半合成ジェット燃料バッチに含まれるSBCの量を、COQもしくはCOAに記載する必要がある。

報告に関する要求事項におけるこれらの差異は、その後の配送において燃料を再認証する際に、文書化/共有化しなければならない情報に影響を与える。

バッチが確立したタンクからの半合成ジェット燃料の出荷は、バッチが均質でなければならない。

一旦半合成ジェット燃料が、ジェット燃料として国際規格の一つに認証されると、ドロップイン燃料として、すべての取扱い面においてジェット燃料と同一であるとみなされる。しかしながら、Def Stan 91-091に認証されている燃料に対しては、半合成ジェット燃料バッチに含まれるSBCのトレーサビリティを維持する様、追加の要求事項がある。

第6章 半合成ジェット燃料の受入

半合成ジェット燃料のバッチを受入する場合、試験成績書を添付しなければならない。受入場所では、受領した試験成績書に記載された品質を、ジェット燃料規格と比較し検証しなければならない。(試験報告書は、COQ、COA、品質再確認試験成績書がある)。

バッチ確立地点の下流では、その後のすべての認証/再認証は、ジェット燃料規格(例えば、ASTM D1655、Def Stan 91-091、石連規格)に対して実施しなければならない。

ASTM D7566/D1655は、半合成ジェット燃料中のSBCの比率についての詳細を求めているが、Def Stan 91-091は、半合成ジェット燃料の供給過程において、この情報を記載し続けることを要求している。

Def Stan 91-091に基づいて再認証する場合、受入タンク中のSBCを適切に把握することが求められている。この情報は、新たな半合成ジェット燃料バッチ中のSBCの割合を計算するために必要である。

この主要規格間における差異は、一部の設備および区域において、半合成ジェット燃料の受入に対するいくつかの主要なロジスティクス上の障壁が存在することを示している。ASTM D1655に適合するジェット燃料について、ブレンド成分として使用するための規格がDef Stan 91-091である施設への受入は許可されているが、SBCの内容物の報告に関する要求事項はASTM D1655には存在しない。

従って、ASTM D7566/D1655で認証された半合成ジェット燃料を、SBCの比率の詳細情報が無い状態で、規格がDef Stan 91-091である施設に受入することは、その後のジェット燃料の認証/再認証または新しい半合成ジェット燃料のブレンドにおいて、Def Stan 91-091に適合できないことに留意する必要がある。利用可能な場合、受入れた半合成ジェット燃料のバッチに使用されるSBCのCOQは、その認証と関連しているASTM D7566アネックス(x)に対してレビューされることが推奨される。

第7章 空港給油施設での受入・貯蔵・払出および給油

7. 1 空港給油施設での受入・貯蔵・払出

石連指針は、認証された航空燃料（SBCを除く）のみを空港に供給する原則を主張している。これを維持するため、半合成ジェット燃料の製造は空港上流の設備でのみ実施されることが推奨され、空港はいかなるSBCもしくは認証前の半合成ジェット燃料ではなく、認証された半合成ジェット燃料のみを受入れることが推奨される。

注：Def Stan 91-091では、空港貯蔵施設での半合成ジェット燃料の製造が禁止されている。

ASTM D1655の要求事項を満たすジェット燃料のみを運用している空港で、半合成ジェット燃料を製造しようとする場合、専用の半合成ジェット燃料製造設備を持たなければならない。

半合成ジェット燃料の製造を目的とするSBCの受入に関する要求事項および責任について上述している。これらの活動（製造、受入）が空港で行われる場合、燃料規格の要求事項を完全に遵守することができる適格な者により実施されなければならない。

また、航空会社がDef Stan 91-091の運用を要求する場合、そのような空港での半合成ジェット燃料の製造を認めないことも想定しておく必要がある。

なお、“ドロップイン”燃料として、半合成ジェット燃料は、空港における燃料取扱い設備の変更を必要としない。

空港で受入れた半合成ジェット燃料の書類には、適用するジェット燃料の規格ASTM D1655もしくはDef Stan 91-091を満たしていることを確認するために必要な試験結果を含めなければならない。適用するジェット燃料規格に応じて、この書類は燃料中のニート燃料（SBC）の比率を必要とする場合がある。

半合成ジェット燃料の水分の管理は製品回収システムにより一般的に行われ、その燃料は、いかなる水分からも分離され、貯蔵タンクに戻される。

バッチ確立地点が空港であるか、もしくは供給が非専用輸送を介すことで、空港タンク内での認証が必要とされる場合、少量の半合成ジェット燃料（タンクの

3.0容積%未満）をタンクドレンおよび配管から戻し入れすることが許容される。そして、このような容積は無視できると考えられている（Def Stan 91-091を含む）。半合成ジェット燃料がASTM D1655で認証されている場合、このような容積制限はない。

7. 2 給油

半合成ジェット燃料は空港給油施設で通常のジェット燃料と混合蔵置され、かつ配管、フィルター等を経由して供給されるのが一般的であり、通常のジェット燃料と同一に取扱う。半合成ジェット燃料としての特別の対応は不要である。つまり、SAF給油後にフラッシング、フィルターエレメントの交換は必要ない。通常のジェット燃料で行う品質管理、運用等については石連指針第3篇 [給油] を参照のこと。

半合成ジェット燃料の受入量が少なく、特別な運用を行う場合には給油会社と協議の上進めることとなる。

[SAF 取扱要領]

ドラムから給油車両を介さず、直接給油する場合には払出前にフィルターを通油する必要があり、かつドラムの底部の燃料は水分が溜まっているリスクがあるため、供給されないように注意を払う必要がある。

参 考 文 献

- ・ IATA, *IATA Guidance Material for Sustainable Aviation Fuel Management 2nd Edition*, 2015
- ・ IATA, *Turbine Fuels Specifications Publication 9th Edition Specification*
- ・ ASTM International: *D1655-23a Standard Specification for Aviation Turbine Fuels*, 2023
- ・ ASTM International: *D7566-23a Standard Specification for Aviation Turbine Fuel Containing Synthesized Hydrocarbons*, 2023
- ・ Energy Institute and Joint Inspection Group, *EI/JIG STANDARD 1530 Quality assurance requirements for the manufacture, storage and distribution of aviation fuels to airport 2nd Edition*, 2019
- ・ Joint Inspection Group, *JIG 1 Aviation Fuel Quality Control & Operating Standards for into-plane fuelling services*, 2016
- ・ Joint Inspection Group, *JIG 2 Aviation Fuel Quality Control & Operating Standards for Airport Depots*, 2016
- ・ British MoD, *DEF STAN 91-091, October 10, 2023 - Turbine Fuel, Kerosene Type, Jet A-1 ; NATO Code : F-35; Joint Service Designation; AVTUR*
- ・ JIG, “*Aviation Fuel Quality Requirements for Jointly Operated Systems*”
AFQRJOS ISSUE 33 – Check List Jet A-1, April 06 2022
- ・ EI 1533 *Quality assurance requirements for semi-synthetic jet fuel and synthetic blending components(CBC) A supplement to EI/JIG 1530* November 2022
- ・ 石油連盟 ジェット燃料取扱基準に関する指針 第13版 (2023年)
- ・ 石油連盟 共同利用貯油施設向け統一規格 第33版 (2022年)
- ・ 国土交通省サーキュラー「航空機に搭載する代替ジェット燃料 (ASTM D 7566規格) の取扱いについて」
平成27年12月10日制定 (国空機第982号)、平成28年9月29日一部改正 (国空機第5105号)、令和2年2月3日一部改正 (国空機第1718号)