

圧縮水素充填技術基準

(MFツインノズル充填方式)

JPEC-S 0003-3 (2025)

一般財団法人カーボンニュートラル燃料技術センター

2026年3月31日

まえがき

この技術基準は、国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構（NEDO）の委託により、一般財団法人カーボンニュートラル燃料技術センター（JPEC）が、「競争的な水素サプライチェーン構築に向けた技術開発事業／水素ステーションの低コスト化・高度化に係る技術開発／HDV用水素充填プロトコルの研究開発」において、有識者等で構成された委員会での審議を経て作成した技術基準（案）をもとに、一般社団法人水素供給利用技術協会（HySUT）の助成を受けて実施したJPEC「水素インフラに係る自主基準の制定・維持管理事業」において、2026年3月31日に当センターの技術基準として制定されたものである。

免責条項

一般財団法人カーボンニュートラル燃料技術センターは、本文書に関する第三者の知的財産権にかかわる確認について責任を負いません。本文書に関連した活動の結果発生する第三者の知的財産権の侵害に対し補償する責任は使用者にあることを認識し、本文書を使用しなければなりません。

一般財団法人カーボンニュートラル燃料技術センターは、本文書にかかわる個別の設計、製品等の承認、評価又は保証に関する質問に対しては、説明する責任を負いません。

この文書に関する質問について

この文書の内容に関する質問がある場合は、以下の要領で一般財団法人カーボンニュートラル燃料技術センターに問い合わせください。

1. 質問状について

質問の内容に応じて、以下の項目を記した質問状を作成してください。

(1) 規定の解釈に関して不明な点がある場合

- 質問の対象となっている文書の名称、発行年、該当箇所を明示してください。
- 質問の内容の正しい理解に必要な背景情報を記載してください。
- 解釈に関する不明点の内容をわかりやすく説明してください。

(2) 規定について不都合があり、改正又は追加が必要と考えられる場合

- 質問の対象となっている文書の名称、発行年、該当箇所を明示してください。
- 質問の内容の正しい理解に必要な背景情報を記載してください。
- 改正又は追加の提案内容と必要性を説明してください。
- 提案の根拠となる技術的なデータ等の情報を提供してください。

2. 質問状の提出先について

質問状には、質問者の氏名、所属先名称、住所、電話番号、電子メールアドレスを明記し、下記宛に電子メールにより送付してください。

提出先：一般財団法人カーボンニュートラル燃料技術センター 水素スタンド自主基準担当
jpecstandard@pecj.or.jp

なお、提出された情報（個人情報も含む）は、一般財団法人カーボンニュートラル燃料技術センター及びその担当委員会等における必要な作業を行うために利用され、原則的に一般に公開する担当委員会等において公表されることがあります。また、一般財団法人カーボンニュートラル燃料技術センター及びその担当委員会等から質問の内容について確認のための問い合わせを行う場合があります。

3. 質問状への回答について

提出された質問状については、一般財団法人カーボンニュートラル燃料技術センターが必要に応じて担当委員会等に諮った上で、書面にて回答いたします。

目次

1. 目的及び本資料の位置づけ	1
2. 適用範囲	1
2.1 本充填基準の基本的内容	2
2.2 本充填基準の概要	2
3. 用語の定義	3
4. 充填手順の概要	12
5. 外気温度、供給燃料温度及び供給燃料圧力の計測並びにそれらに係る制約要件	12
5.1 外気温度計測及び制約要件	12
5.2 供給燃料温度計測及び制約要件	12
5.3 供給燃料圧力計測及び制約要件	13
6. 燃料装置用容器初期圧力測定及びそれに係る制約要件並びに燃料装置用容器容量の決定	13
6.1 燃料装置用容器初期圧力測定及び制約要件	13
6.2 燃料装置用容器容量の決定	13
7. ALUT-G 限定要件	13
7.1 参照表の選択	13
7.1.1 参照表の選択に関わる項目	13
7.1.2 充填パターン	14
7.1.3 参照表選択フローチャート	16
7.2 車両要件	16
7.2.1 車両タイプ	16
7.2.2 レセプタクルの種類	16
7.2.3 配管等	16
7.3 スタンド要件	16
7.3.1 ディスペンサー要件	16
7.3.1.1 配管等	16
7.3.1.2 充填管理	16
7.3.2 プレクール	16
7.3.3 フロー制御システム	17
7.3.3.1 デュアルストレージ／デュアルフロー制御システム	17
7.3.3.2 シングルストレージ／シングルフロー制御システム	17
7.4 プロセス要件	17
7.4.1 目標圧力及び目標圧力上昇率の設定	17
7.4.1.1 目標圧力の設定	17
7.4.1.2 目標圧力上昇率の設定	17
7.4.1.3 燃料装置用容器容量区分が確定できない場合等の対応	18

7.4.2	供給燃料温度区分及び供給燃料温度管理	18
7.4.2.1	供給燃料温度区分に基づく供給燃料温度制御	18
7.4.2.2	供給燃料温度管理	18
7.4.3	目標圧力上昇率に応じた供給燃料圧力管理	20
7.4.3.1	あらかじめ定めた圧力許容範囲及び供給燃料圧力管理	20
7.4.3.1.1	あらかじめ定めた圧力許容範囲	20
7.4.3.1.2	通信充填の場合における供給燃料圧力許容範囲の下限值逸脱許容	20
7.4.3.1.3	供給燃料圧力許容範囲に関する適用措置	20
7.4.3.2	供給燃料圧力管理	21
7.4.3.3	供給燃料圧力による充填終了	22
7.4.4	充填量及び充填量管理	22
7.4.4.1	充填量	22
7.4.4.2	最大流量	22
7.4.4.3	最小流量	22
7.4.5	フォールバック充填	22
7.4.5.1	フォールバック充填時の目標圧力及び目標圧力上昇率	22
7.4.5.2	フォールバック充填に対する制約	23
7.5	通信要件	23
7.6	参照表の概要	24
7.6.1	主要条件	24
7.6.2	APRR の算出方法	24
7.6.3	目標圧力 (P_{target}) の算出方法	25
7.6.4	制限圧力 (P_{limit}) の算出方法	25
8.	充填量及び充填流量管理	25
8.1	充填前の燃料装置用容器への充填量	25
8.2	充填中の充填流量管理	25
9.	車両との通信に対する対応	25
10.	通信状態の確認及び保持並びに非通信充填への移行	26
11.	サイクリックな充填の禁止	26
	参考文献	26
付録A	参照表選択フローチャート	27
付録B	表方式充填技術基準参照表	36

1. 目的及び本資料の位置づけ

本資料は、一般高圧ガス保安規則（以下「一般則」という。）第7条の3及び同コンビナート等保安規則（以下「コンビ則」という。）第7条の3に規定されツイン充填を可能とする『70MPa』級圧縮水素スタンドにおいて、Heavy Duty Vehicle（以下「HDV」という。）へ安全かつ効率的な充填を実施するための具体的かつ包括的な基準を提示するものである。本資料の一部の規定は、充填における安全性を担保するため、以下に示す規則関係条項及び例示基準において、適宜引用されている。

【本資料の規定に関連する規則関係条項及び例示基準】

(1) 一般則関係

- ・第7条の3第1項第5号・第11号・第2項第8号・第28号、例示基準55の2
- ・第7条の3第3項第4号、例示基準59の4
- ・第7条の4（第7条の3の準用に係る部分）

(2) コンビ則関係

- ・第7条の3第1項第5号・第11号・第2項第8号・第28号、例示基準62の2
- ・第7条の3第3項第4号、例示基準66の4

したがって、圧縮水素スタンドの機器の製造及び設置並びに車両への充填を行う場合には、上記の規則関係条項、例示基準及び本資料の規定を遵守する必要がある。

【参考規格】

- ・SAE J2601
- ・SAE J2601/5
- ・SAE J2799

2. 適用範囲

『圧縮水素充填技術基準（MF ツインノズル充填方式）JPEC-S 0003-3（2025）』は、容器保安規則（以下「容器則」という。）に基づいた圧縮水素を燃料とする自動車（以下「車両」という。）に搭載された国際圧縮水素自動車燃料装置用容器又は国際相互承認に係る容器保安規則に基づいた容器（以下これらを「燃料装置用容器」という。）への圧縮水素の充填に適用する基準である。

具体的には、ツイン充填を可能とする『70MPa』級圧縮水素スタンドにおいて、充填前に圧縮水素を冷却した上で、1つ又は2つのノズルを用いて、最大流量60、90、及び180g/sにてHDVへ充填を行うことを想定している。並びに、通信充填も想定した基準としている。そして、248.6～5,000Lの燃料装置用容器容量を有するHDVに対し、燃料を供給した場合の表方式充填技術基準を定義するものである。なお、燃料装置用容器容量49.7L～248.6Lを有するLight Duty Vehicle（以下「LDV」という。）においても適用可能としている。ただし、下記の車両は充填対象から除くものとしている。

- ・一つのMedium Flow（以下「MF」という。）レセプタクルと、一つのNormal Flow（以下「NF」という。）レセプタクルを有するマニホールドタイプのHDV（以下「マニホールドHDV」という。）

- ・二つの NF レセプタクルを有するマニホールド HDV
- ・レセプタクルを二つ有する LDV
- ・『35MPa』級燃料装置用容器を搭載した車両

また、圧縮水素スタンドの構造・システムとして、デュアルストレージ／デュアルフロー制御システムを基本と設定している。シングルストレージ／シングルフロー制御システム等その他の構造・システムは充填方法に制限が生じるため推奨はしないが、これらの採用を否定するものではない。

2.1 本充填基準の基本的内容

表 1 本充填基準の基本的内容一覧

充填圧力区分	H70		
充填方式区分	FM60S (通信 & 非通信)	FM90S (通信 & 非通信)	FM180T (通信 & 非通信)
最大流量 (g/s)	60	90	180
V _{VFS} 範囲 (L)	49.7 to 5000	248.6 to 5000	
V _{VFS} 範囲 (kg)	2 to 200	10 to 200	
燃料装置用容器の 容量範囲 (L)	49.7 to 800		
供給燃料温度区分	T40D (−40 to −33℃)		
	T30D (−40 to −26℃)		
	T20D (−40 to −17.5℃)		

注記：・FM120T (通信 & 非通信) は対象外

- ・FM90S と FM180T の非通信参照表は、通信喪失（通信充填の途中で通信が途絶えた）時にのみ適用する。

2.2 本充填基準の概要

表 1 は、本書における表方式充填技術基準「ALUT-G H70」の基本的内容を示す。「ALUT-G H70」は『70MPa』級圧力クラス (H70) に適用可能な表方式充填技術基準であり、「FM60S」、「FM90S」、「FM180T」の 3 方式が存在する。「ALUT-G」は「Advanced Look Up Table General」の略称であり、「FM○○」は最大流量クラス、「○○」は最大流量 (g/s) を示す。なお、FM90 及び 180、FM60 は、それぞれ 2 に記述された MF と NF に相当する。さらに、「S」と「T」はそれぞれシングル充填、ツイン充填であることを示す。

これらの充填方式は、通信充填及び非通信充填に対応し、圧力上昇率及び充填終了時の目標圧力値を提供する。また、これらの充填方式は、最大流量、圧力上昇率、充填終了圧力等の制御パラメータに関して多数のプロセス制限を設ける。制御パラメータ及び関連するプロセス制限は、外気温度、燃料供給温度、車両の燃料装置用容器における初期圧力等の影響を受ける。水素燃料供給の性能において重要な要素は、圧縮水素スタンドのディスペンサーにおけるプレクール能力と、プレクール後の燃料供給温度である。燃料供給は、−40℃～−17.5℃の範囲で行われるが、「T40D」、「T30D」、「T20D」の

3つの区分で管理される。燃料装置用容器の容量範囲下限値である「49.7L」は規格作成での前提とした数値である。過昇温リスクに対しては OEM 責任で管理できていることを前提に下限を限定しない。

3. 用語の定義

(1) 参照表

ディスペンサー側で計測可能である外気温度と燃料装置用容器初期圧力に応じた適正な圧力上昇率の算出に必要な数表と目標圧力が記された表。

(2) 表方式充填技術基準

参照表に基づいて算出された一定昇圧率及び目標圧力による圧縮水素の充填技術基準。

(3) 充填モード

充填様式を指し、ツイン充填及びシングル充填の二種が存在する。

(4) ツイン充填

二つのレセプタクルと、マニホールドを有する車両において同一の燃料装置用容器へ充填を行う様式を指す。

(5) シングル充填

ツイン充填以外の充填様式をいう。

例：セパレートタイプの HDV（以下「セパレート HDV」という。）、一つのレセプタクルのみ有する車両、二台の車両への充填等

(6) 通信充填

SAE J2799 に準拠して、車両の燃料圧力や温度等の諸情報が車両から圧縮水素スタンドへ通信され、かつそれらが活用されながら行われる充填。

(7) 非通信充填

前項で記した通信が機能していない状態での充填をいう。これには、通信充填の途中で通信が機能しなくなった場合が含まれる。

(8) オプションデータブロック

オプションデータフィールド内の、ヘッダーとデータを含むデータセット。

(9) オプションデータ

オプションデータブロックに含まれるデータ。

(10) オプションのデータブロックヘッダー

オプションデータブロックの先頭に付加される記号で、オプションデータブロックに含まれるデータを示すために使用される。

(11) フォールバック充填

通信充填の場合にあって、供給燃料温度が、充填当初に設定された供給燃料温度区分の高温側で隣接する供給燃料温度区分に対応した供給燃料温度許容範囲に移行した場合に、新たな目標圧力及び新たな目標圧力上昇率を設定した上で、継続して実施される充填をいう。

(12) 充填終了信号

車両が通信機能を有する場合に、車両から圧縮水素スタンドに送信される信号であり、圧縮水素スタンドに充填終了を指示するための信号。

(13) ディスペンサー

圧縮水素スタンドにおける、燃料電池自動車の燃料装置用容器に燃料として水素ガスを供給する装置をいう。筐体、流量計、バルブ、充填ホース、緊急離脱カップリング、充填ノズル等で構成される。

(14) HMI (Human Machine Interface)

人間と機械が情報をやり取りするための手段や仕組みの総称をいう。

(15) 供給燃料

圧縮水素スタンドで車両に充填される圧縮水素。以下、特に明記しない場合には「供給燃料」という。

(16) プレクール

燃料装置用容器がその耐熱性の範囲内にあるよう安全を担保するために、充填前に圧縮水素を所要の温度まで冷却すること、又は冷却した上で、充填を行うことをいう。

(17) デュアルストレージ

ノズルを二つ以上有するディスペンサーに対し、その上流の配管ライン及びストレージが独立して設置されている構造をいう。なお、図 1 に示すストレージを複数のバンク構造にしても良い。

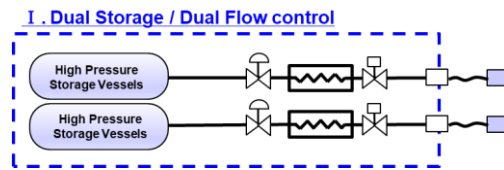


図1 デュアルストレージ/デュアルスフロー制御システム概念図

(18) デュアルフロー制御システム

ノズルを二つ以上有するディスペンサーにおいて、流量調節弁が各ノズルで独立して設置されているシステムをいう（図1）。

(19) シングルストレージ

ノズルを二つ以上有するディスペンサーに対し、その上流の配管ライン及びストレージが共通する構造をいう。なお、図2に示すストレージを複数のバンク構造にしても良い。

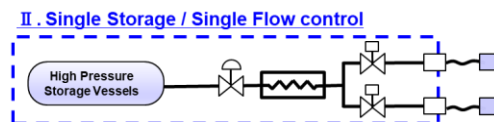


図2 シングルストレージ/シングルフロー制御システム概念図

(20) シングルフロー制御システム

ノズルを二つ以上有するディスペンサーにおいて、1つの流量調節弁で制御されるシステムをいう（図2）。

(21) V_{VFS} (Volume of Vehicle Fueling System)

車両に搭載された単数或いは複数の燃料装置用容器の総容量を示し、車両内のすべての燃料装置用容器の総水量（L）又は公称使用圧力で 15℃における、車両内のすべての燃料装置用容器に貯蔵されている水素の総質量（kg）で表す。なお、SAE J2799 データフィールドでは「TV」（Total Volume）という名称を用いて、IrDA 通信により伝達される。

(22) 最大燃料装置用容器容量：Tank Volume Large (TVL)

車両内で最大である燃料装置用容器の総水量（L）又は公称使用圧力で 15℃における、車両内のすべての燃料装置用容器に貯蔵されている水素の総質量（kg）をいう。

(23) 燃料装置用容器容量区分

LDV において規定される、燃料装置用容器の容量範囲（表2）。他の条件が同じ場合に、同一の参照表が適用される。

表 2 燃料装置用容器容量区分

V_{VFS} (kg)	V_{VFS} (L)	燃料装置用容器 容量区分記号
2.0～4.0	49.7～99.4	A
4.0～7.0	99.4～174.0	B
7.0～10.0	174.0～248.6	C

(24) HDV

燃料装置用容器容量の総量が、248.6～5,000L の範囲にある車両を HDV という。

(25) LDV

燃料装置用容器容量の総量が、49.7～248.6L の範囲にある車両を LDV という。

(26) 車両タイプ

マニホールドタイプ及びセパレートタイプの二つがある。

(27) マニホールドタイプ

車両の内部で、図 3 のように、レセプタクルと燃料装置用容器の間の配管系においてマニホールドが存在し、かつ 2 つのレセプタクルを備えた構造をいう。なお、各レセプタクルからの通信信号が同一であり、この構造は LDV では想定しない。

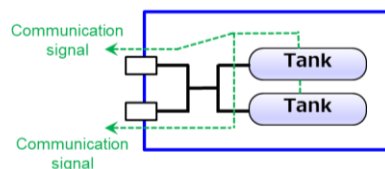


図 3 マニホールドタイプの車両模式図

(28) セパレートタイプ

2 つのレセプタクルを備えているものの、図 4 のように、レセプタクルごとに独立した燃料装置用容器・配管系統が存在する構造をいう。なお、各レセプタクルからの通信信号はそれぞれ独立しており、この構造は LDV では想定しない。

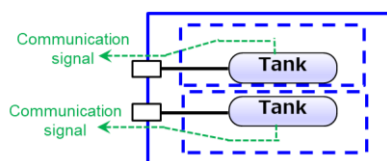


図 4 セパレートタイプの車両模式図

(29) MF レセプタクル

ISO 17268-1 で定義されている内径 4mm の H70 レセプタクルをいう。

(30) NF レセプタクル

ISO 17268 で定義されている内径 3mm の H70 レセプタクルをいう。

(31) 圧力上昇率 : Pressure Ramp Rate (PRR)

充填中の単位時間当たりの供給燃料圧力の上昇率。

(32) 目標圧力上昇率 : Average Pressure Ramp Rate (APRR)

一般則例示基準 59 の 4 第 1 項及びコンビ則例示基準 66 の 4 第 1 項におけるあらかじめ定めた圧力上昇率であり、充填中一定に保たれる、充填を行う際に目安とする圧力上昇率。

(33) 供給燃料圧力許容範囲

目標圧力上昇率で充填された場合に想定される、任意の時点での供給燃料圧力に対して、上限側圧力許容幅及び下限側圧力許容幅を加減して算出される上下限圧力で規定される圧力範囲であって、充填中の供給燃料圧力に許容される圧力範囲。

(34) 圧力上限値

供給燃料圧力許容範囲の高圧側の限界値。

(35) 圧力下限値

供給燃料圧力許容範囲の低圧側の限界値。

(36) 満充填状態

15℃、70MPa において燃料装置用容器に充填可能な最大量の圧縮水素が充填されている状態をいう。

(37) 流量

ディスペンサーによって測定される質量流量。一般的に、単位は『g/s』である。

(38) 最大流量

各充填技術基準が許容する最大流量であり、最大流量クラスの値。

(39) 最大流量クラス

最大流量クラスは、文字「FM」の後に最大流量値を続けて記述する。

例：「FM90」は、「最大流量 90g/s クラス」を示す。

(40) C_v

流体の流れやすさを示す容量係数の一つ。バルブ全開の状態において圧力差が 1psi の時、1 分間にバルブを流れる 60Fの水の量（単位：US gallon）として表す。

(41) 目標充填量

圧縮水素スタンドにおいて、ユーザーの要望に応じて事前に定められた充填量を充填する場合における充填量の目標値。

(42) プロセス制限

充填技術基準によって測定・制御及び監視される様々なパラメータに対して設定される制限値又は境界値。これらのパラメータには、供給燃料圧力、外気温度、燃料供給温度、質量流量、及び車両の燃料温度等がある。

(43) H2FillS

米国国立再生可能エネルギー研究所（NREL）が開発した水素充填シミュレーションソフトウェア。熱力学モデルにより、燃料電池自動車への水素充填時の車両の燃料温度、車両の燃料圧力、質量流量、充填率等の経時変化を解析することができる。

(44) 総充填時間

ノズルとレセプタクルが結合されてから、それらが切り離されるまでの時間（図 5）。

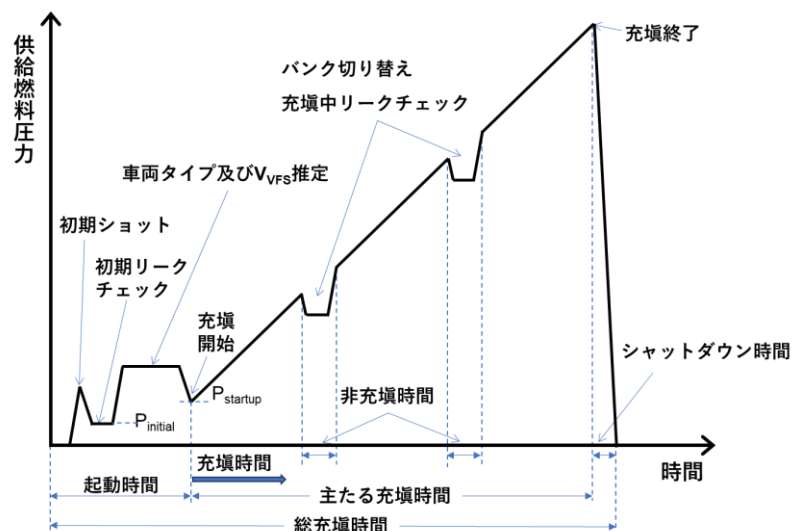


図 5 充填過程模式図

(45) 非充填時間

総充填時間のうち、規定された圧力上昇率により充填されていない時間又はそれらの総和をいう。

非充填時間には、起動時間とシャットダウン時間に加え、主たる充填時間中に発生する中断（図 5）も含まれる。一方、安全上の問題、性能不足などによる燃料供給の停止又は一時停止は含まれない。

(46) 初期ショット

ノズル接続後、逆止弁を開くのに必要な最小限の水素を車両に供給することをいう。これによって静的条件下で供給燃料圧力と燃料装置用容器圧力が等しくなることで、燃料装置用容器の初期圧力を測定することができる。

(47) 初期リークチェック

リークチェックは、ディスペンサーから車両の燃料装置用容器までの充填経路に漏洩箇所が存在するかどうかを確認する工程であり、初期リークチェックは、ノズル接続後、主たる充填開始前に充填経路に圧力を加え、圧力低下の有無を検知することで実施可能である（図 5）。

(48) 充填中リークチェック

充填を一時停止し、圧力低下の有無を検知することで実施可能なリークチェックをいう（図 5）。

(49) バンク切り替え

圧縮水素スタンドが、供給源のあるバンクから別のバンクに切り替えることを言う。

注記：バンク切り替え中は、質量流量、圧力、温度が変動したり、充填が一時的に停止したりすることがある。

(50) インテグリティチェック

通信情報による数値と、ディスペンサーにて実測・導出される数値とを比較することで行われる整合性確認をいう。

(51) 起動時間

ノズルとレセプタクルが結合された時点から主たる充填が始まるまでの時間（図 5）。

注記：起動時間には、初期ショットと初期圧力測定が含まれ、車両タイプや燃料装置用容器容量の推定、初期リークチェックも含まれる場合がある。

(52) 充填開始

ディスペンサーが実質的な圧縮水素の充填を開始した時点进行をいう（図 5）。なお、ここでいう実質的な充填とは、参照表を下に規定された圧力上昇率による充填を指す。

(53) 充填時間

充填開始から任意時点までの実質的な充填が行われた時間（図 5）。ただし、非充填時間は除くもの

とする。

(54) 充填終了

ディスペンサーが、目標とする条件で充填を停止した時点进行 (図 5)。

(55) 主たる充填時間

総充填時間のうち、非充填時間を除いた充填開始から充填終了までの時間をいう (図 5)。

(56) シャットダウン時間

充填終了時 (主たる充填時間後) からノズルを取り外せるようになった時点までの時間をいう (図 5)。

(57) 強制終了

充填終了前に、ディスペンサー又は車両がプロセス制限を超えたことを検出して充填が停止された場合、車両から充填終了信号が送信されて充填が停止された場合、又はユーザーが自ら充填を停止した場合等をいう。

(58) 車両の燃料圧力

燃料装置用容器の圧力測定値。燃料装置用容器内の供給燃料圧力値として、車両が通信機能を有する場合に、車両から圧縮水素スタンドに送信される圧力をいう。

(59) 供給燃料圧力

一般則例示基準 55 の 2 第 1 項及びコンビ則例示基準 62 の 2 第 1 項における充填中の圧力であって、圧縮水素スタンドのディスペンサーの管体と充填ホースの接続部近傍で計測される供給燃料の圧力。

(60) 燃料装置用容器初期圧力 (P_{initial})

初期ショットによって圧縮水素スタンドにより測定される燃料装置用容器の圧力。次章以降では、「初期圧力」という (図 5)。

(61) 起動圧力 (P_{startup})

起動時間終了時、流量がない状態でディスペンサーによって測定される燃料装置用容器内の圧力 (図 5)。

(62) 目標圧力

一般則例示基準 55 の 2 第 1 項及びコンビ則例示基準 62 の 2 第 1 項におけるあらかじめ定める圧力であり、充填を行う際の供給燃料圧力の目標値。供給燃料圧力が当該圧力に達した場合には、

充填を終了しなければならない。

(63) 公称使用圧力：Nominal Working Pressure (NWP)

システムの典型的な動作を特徴付けるゲージ圧力を指す。本基準では、国際圧縮水素自動車燃料装置用容器及び国際相互承認に係る容器保安規則に基づいた容器において 70MPa とされる。

(64) 充填圧力区分

国際圧縮水素自動車燃料装置用容器及び国際相互承認に係る容器保安規則に基づいた容器の公称使用圧力に従う充填圧力区分であって、『70MPa』級及び『35MPa』級の二つの圧力区分が設定されている。本基準では、『70MPa』級のみを対象としている。充填圧力区分は、文字「H」に続いてメガパスカル単位の公称使用圧力を付記して示す。すなわち、H70 は、公称使用圧力が 70MPa の充填技術基準の充填圧力区分であることを示す。

(65) 外気温度

圧縮水素スタンドのディスペンサーにおいて、直射日光やその他の放射・環境の影響を受けない箇所にて測定された大気温度。

(66) 車両の燃料温度

燃料装置用容器内の燃料温度を代表する値として、車両が通信機能を有する場合に、車両から圧縮水素スタンドに送信される温度をいう。

(67) 供給燃料温度

一般則例示基準 55 の 2 第 1 項及びコンビ則例示基準 62 の 2 第 1 項における圧縮水素ガスの温度であって、圧縮水素スタンドのディスペンサーの筐体と充填ホースの接続部近傍で計測される圧縮水素ガスの温度であり、供給燃料温度管理に適用する温度指標の一つである。

(68) 供給燃料温度区分

プレクールにより、冷却された供給燃料温度の設定区分。本基準では、表 1 に示された三つの供給燃料温度区分が設定されている。

(69) 供給燃料温度許容範囲

供給燃料温度区分に応じて設定された供給燃料温度の許容範囲であり、供給燃料温度は、この範囲にしたがって制御される。

(70) 質量平均供給燃料温度

充填開始から 30 秒以降の、供給燃料の質量平均温度であり、供給燃料温度管理に適用する温度指標の一つである。

(71) 移動質量平均供給燃料温度

充填開始から 30 秒以降の、30 秒間の質量平均供給燃料温度の移動平均温度であり、供給燃料温度管理に適用する温度指標の一つである。

4. 充填手順の概要

本基準に従った圧縮水素の充填を行う機能を有した圧縮水素スタンド（以下「スタンド」という。）における燃料装置用容器への圧縮水素の充填は、本基準での種々の制約要件を満足しつつ、一般則例示基準 55 の 2 第 1 項及びコンビ則例示基準 62 の 2 第 1 項におけるあらかじめ定める圧力（以下「目標圧力」という。）に達するまで、一般則例示基準 59 の 4 第 1 項及びコンビ則例示基準 66 の 4 第 1 項におけるあらかじめ定めた圧力上昇率（以下、「目標圧力上昇率」という）で充填を行うものである。その際、目標圧力及び目標圧力上昇率は、通信充填の実施の有無、充填圧力区分、供給燃料温度区分及び燃料装置用容器容量区分に基づいて、本基準の付録 B に掲載された参照表から、適切な参照表を選定し、なおかつ目標圧力上昇率にあつては、選定された参照表の値を基に、本基準で定められた計算方法に従って決定される。なお、参照表中で、充填不可と記載された領域においては、充填を行ってはならない。

5. 外気温度、供給燃料温度及び供給燃料圧力の計測並びにそれらに係る制約要件

5.1 外気温度計測及び制約要件

一般則例示基準 55 の 2 第 2 項及びコンビ則例示基準 62 の 2 第 2 項における外気温度を計測するための外気温度センサーはディスペンサーに設ける。

また、当該外気温度センサーとは別の温度センサーによる外気温度測定値と、当該外気温度センサーによる外気温度測定値との比較・検証ができ、その結果に基づいて、外気温度センサーの精度等を踏まえて、当該外気温度センサーを含め、外気温度計測において不具合発生が想定される場合には、充填を行ってはならない。

なお、ここで言う「別の温度センサーによる外気温度測定値との比較・検証」については必ずしも「外気温度」を測定する外気温度センサーの二重化やダブルエレメント化を義務付けるものでなく、本質的に当該外気温度センサーの信頼性を何等かの方法によって確保することについて言及したものである。また、次項の供給燃料圧力センサーに関する記述についても同様とする。

外気温度が -40°C を下回る場合、又は 50°C を超える場合には、燃料装置用容器への供給燃料の充填は行ってはならない。

5.2 供給燃料温度計測及び制約要件

一般則例示基準 55 の 2 第 3 項及びコンビ則例示基準 62 の 2 第 3 項における、燃料装置用容器に充填する圧縮水素ガスの温度（以下「供給燃料温度」という。）を計測するための供給燃料温度センサーは当該例示基準の規定に従い、充填ホースとディスペンサーの筐体との接続部近傍に設けなければならない。

5.3 供給燃料圧力計測及び制約要件

一般則例示基準 55 の 2 第 1 項及びコンビ則例示基準 62 の 2 第 1 項における充填中の圧力（以下「供給燃料圧力」という。）を計測するための供給燃料圧力センサーは充填ホースとディスペンサーの筐体との接続部近傍に設けなければならない。

また、当該供給燃料圧力センサーとは別の圧力センサーによる供給燃料圧力測定値と当該供給燃料圧力センサーによる供給燃料圧力測定値との比較・検証ができ、その結果に基づいて、供給燃料圧力センサーの精度等を踏まえて、当該供給燃料圧力センサーを含め、圧力計測において不具合発生が想定される場合には、5 秒以内に充填を終了しなければならない。

スタンド側と容器側の圧力間の圧力損失を測定し、補正する方法を導入している場合には、容器の圧力が目標圧力を超えないようにする適切な手段を講じること。

6. 燃料装置用容器初期圧力測定及びそれに係る制約要件並びに燃料装置用容器容量の決定

6.1 燃料装置用容器初期圧力測定及び制約要件

スタンドは、充填開始に先立って初期圧力の測定を行う。その結果、初期圧力が 0.5MPa を下回る場合、又は燃料装置用容器の公称使用圧力を超える場合には、充填を行ってはならない。

6.2 燃料装置用容器容量の決定

スタンドは、7.4.1 又は 7.4.2 に従った参照表の選定において、適切な参照表の選定が可能となるように、燃料装置用容器容量を計測する場合には、当該容量を±15%の精度で決定しなければならない。なお、±15%の精度外で充填を行う場合、7.3.1.3 に示す充填の安全性を確保すること。

通信充填の場合においては、車両から送信される燃料装置用容器容量信号に基づいて、燃料装置用容器容量を決定することができる。

7.4.1.3 に規定された場合を除いて、上記により決定された燃料装置用容器容量に基づいて、燃料装置用容器容量区分が決定される。

また、7.4.1.3 に規定された場合を除いて、上記により決定された燃料装置用容器容量が、2kg を下回る場合には充填してはならない。

7. ALUT-G 限定要件

7.1 参照表の選択

7.1.1 参照表の選択に関わる項目

本充填技術基準の使用に際しては、以下の条件・状況を考慮して適切な参照表を選択しなければならない。

(1) 充填方式

- FM60S
- FM90S
- FM180T

(2) 通信状態

- ・通信充填
- ・非通信充填

(3) 車両及び車両タイプ

- ・HDV（マニホールドタイプ、セパレートタイプ又はレセプタクルと組み合わせ）
- ・LDV（MF もしくは NF レセプタクル）

(4) 燃料装置用容器の総容量（ V_{VFS} ）

- ・HDV：248.6～5,000L
- ・LDV：49.7～248.6L

(5) 車両内で最大である燃料装置用容器の容量（TVL）

- ・HDV：248.6～800L
- ・LDV：49.7～248.6L

(6) 充填パターン

ディスペンサーの制御システムと充填対象車両の組み合わせ（7.1.2 参照）

7.1.2 充填パターン

ディスペンサーの制御システムと充填対象車両において想定される組み合わせを図6に、また、これらの組み合わせに応じた充填パターンの概要を表3に示す。充填パターンは、対応する充填モードに応じて分類（1, 2, 3A, 3B, 3C）している。なお、充填パターンにおける留意点は下記の通りである。

- ・本プロトコルは両ノズルを同時に使用した充填を推奨している。しかし、フロー制御システムによって片方ずつ充填する場合においては、充填時間を要するが許容とする。（表3※参照）
- ・2に規定された充填除外車両を考慮する。

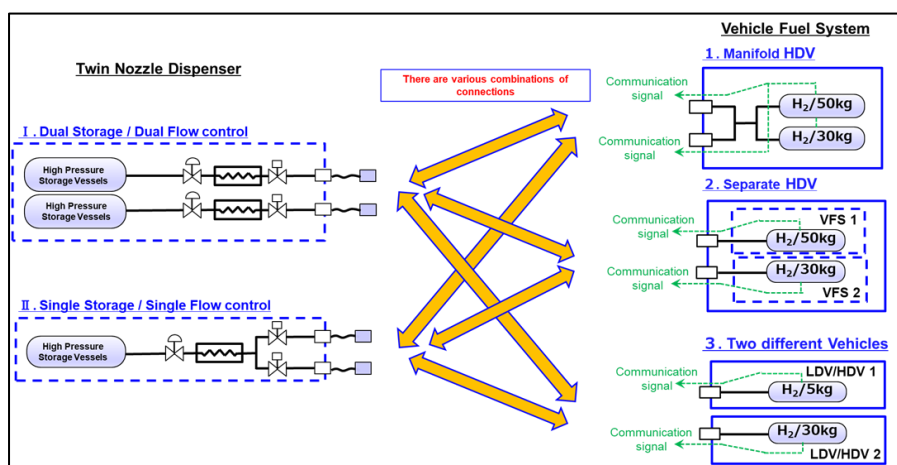
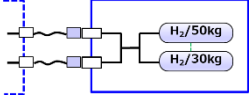
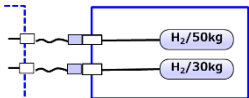
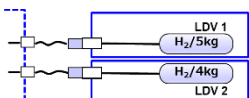
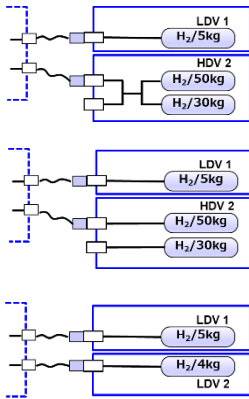
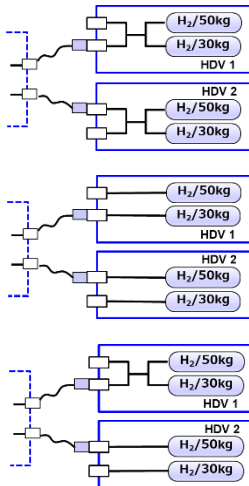
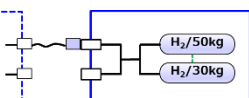


図6 ディスペンサーの制御システムと充填対象車両の組み合わせ

表 3 充填パターンの概要

充填 パターン	充填 モード	車両及び車両タイプ		フロー制御 システム	
				I	II
1	ツイン	マニホールド HDV		○	○
2	シングル×2	セパレート HDV NF レセクタブル HDV		○	○ (※)
3A	シングル×2	LDV & LDV		○	○ (※)
3B	シングル×2	LDV & マニホールド HDV セパレート HDV NF レセクタブル HDV		○	○ (※)
3C	シングル×2	HDV 各種 マニホールド HDV セパレート HDV NF レセクタブル HDV 組合せ		○	○ (※)
片方のみ 充填	シングル	全ての車両		○	○

7.1.3 参照表選択フローチャート

適切な参照表選択のため、フローチャートを作成した（付録 A）。フローチャートの使用に当たっては、付録 A の留意点を配慮すること。

7.2 車両要件

7.2.1 車両タイプ

充填対象とする車両は、ISO 17268-1 に規定され、同規格で定められた試験に合格した H70 レセプタクル（NF あるいは MF）を装備した LDV または HDV とする。

7.2.2 レセプタクルの種類

レセプタクルの種類は H70 とし、内径は NF レセプタクルの場合は 3mm、MF レセプタクルの場合は 4mm とする。

7.2.3 配管等

二つのレセプタクルからマニホールドおよび燃料装置用容器容量に向かうそれぞれの配管等の Cv 値および圧力損失は、同等であることが推奨される。マニホールド HDV は配管内における逆流防止に留意すること。

7.3 スタンド要件

7.3.1 ディスペンサー要件

7.3.1.1 配管等

ツイン充填では、二つのノズルのそれぞれの配管等の Cv 値および圧力損失は、同等であることが推奨される。

2 つの燃料供給ラインの Cv 値が異なる場合、両者の流量に差異が生じる。一方が規定の流量を超えた場合にはシステムは安全に停止するが、顧客に不便を及ぼす可能性がある。

7.3.1.2 充填管理

充填時の誤操作を回避するため、充填状況など重要情報を表示する HMI を提供すること。

充填の安全性を検出するために「プロセスチェック」及び「インテグリティチェック」の導入を推奨する。導入及び検出フローはディスペンサーメーカーにて決定する。付録 A に示す図 A4 及び図 A5 は参考例である。

なお、上記推奨事例を使用しない場合において、充填の安全性を確保するための対策を講じること。

7.3.2 プレクール

各燃料供給ラインのプレクール区分は同一とする。

7.3.3 フロー制御システム

フロー制御システムには7.3.3.1及び7.3.3.2の2種類がある。全パターンの充填において、7.3.3.1「デュアルストレージ／デュアルフロー制御システム」を選択することが望ましい。バス会社などの民間STでは、HDV側の仕様が固定されている場合、7.3.3.2のシステムを使用してもよい。また、指定の燃料供給能力を確保できる場合、7.3.3.1及び7.3.3.2以外のフロー制御システムを採用してもよい。

7.3.3.1 デュアルストレージ／デュアルフロー制御システム

このシステムは、デュアルフロー制御とデュアルストレージシステムを組み合わせたものである。

図6のIに構造図を示す。

各ストレージにおいて90g/sの燃料供給能力を確保すること。

7.3.3.2 シングルストレージ／シングルフロー制御システム

このシステムは、シングルフロー制御とシングルストレージシステムを組み合わせたもので、図6のIIに構造図を示す。ストレージからは180g/sの供給量を確保する必要がある。

このシステムがストレージから各燃料供給ラインで90g/sの燃料供給を確保できる場合は、すべての充填パターンで燃料供給が可能である。しかし、充填パターン2や3A～3Cにおいては、同時充填ができず、順次シングル充填しなければならないためこのシステムは推奨されない。

7.4 プロセス要件

7.4.1 目標圧力及び目標圧力上昇率の設定

7.4.1.1 目標圧力の設定

目標圧力は、7.4.1.3に規定される場合を除いて通信充填実施の有無、充填圧力区分、供給燃料温度区分及び燃料装置用容器容量区分、車両タイプ、充填モード等に基づいて、一連の参照表の中から適切な参照表を選択し、5.1及び6.1にしたがって得られた外気温度及び初期圧力から決定される。

外気温度及び初期圧力から、目標圧力を決定する場合において、当該外気温度が選定された参照表中の外気温度に一致しない場合、又は当該初期圧力が選定された参照表の初期圧力の値に一致しない場合においては、当該外気温度及び当該初期圧力の、直近の外気温度及び初期圧力に対応した目標圧力の値に基づいて、内挿による二重線形一次補間法によって、実際の目標圧力を決定しなければならない。

なお、上記の二重線形一次補間を行う場合において、外挿による補間が必要になる場合には、参照表における充填不可領域にあるものとみなし、充填を行ってはならない。

7.4.1.2 目標圧力上昇率の設定

目標圧力上昇率は、7.4.1.3に規定される場合を除いて通信充填実施の有無、充填圧力区分、供給燃料温度区分及び燃料装置用容器容量区分、車両タイプ、充填モード等に基づいて、一連の参照表の中から適切な参照表を選択し、5.1にしたがって得られた外気温度から決定される値を基に、7.6で定

められた計算方法に従って計算される。

スタンドは、主たる充填時間中は目標圧力上昇率で充填を行う。

外気温度から目標圧力上昇率を決定する場合において、当該外気温度が選定された参照表中の外気温度に一致しない場合、当該外気温度の、直近の当該参照表中の外気温度に対応した目標圧力上昇率の値に基づいて、内挿による線形一次補間法によって、実際の目標圧力上昇率を決定しなければならない。

なお、上記の線形一次補間を行う場合において、外挿による補間が必要になる場合には、参照表における充填不可領域にあるものとみなし、充填を行ってはならない。

7.4.1.3 燃料装置用容器容量区分が確定できない場合等の対応

燃料装置用容器容量の決定において、6.2 に示された精度で決定できない場合、当該充填圧力区分及び供給燃料温度区分に対応した参照表のうち、安全な圧力上昇率と目標圧力を選定して、充填を行わなければならない。

なお、燃料装置用容器容量が非通信等により測定不能の場合、当該充填圧力区分及び供給燃料温度区分に対応した参照表のうち、最も安全な圧力上昇率と目標圧力を選定して、充填を行わなければならない。

7.4.2 供給燃料温度区分及び供給燃料温度管理

7.4.2.1 供給燃料温度区分に基づく供給燃料温度制御

供給燃料温度は、常に、 -40°C 以上でなければならない。なお、ここでの供給燃料温度は、7.4.2.2 における質量平均供給燃料温度又は移動質量平均供給燃料温度を示すものではない。

供給燃料温度は、表 1 に示した 3 種類の供給燃料温度区分に従い、充填開始後、30 秒以内に当該燃料温度許容範囲内に到達し、かつ 7.4.2.2 にしたがって、同許容範囲内に維持されなければならない。30 秒以内に当該供給燃料温度許容範囲内に到達できない場合には、(a) 7.4.5 に定めるフォールバック充填のプロセスに移行するか、(b) 少なくとも 60 秒間の一時中断を設け、充填時間をゼロにリセットしてスタンド側の直近の圧力に戻して充填を再開するか、(c) 5 秒以内に充填を終了しなければならない。

7.4.2.2 供給燃料温度管理

供給燃料温度管理に係る温度指標は、供給燃料温度、質量平均供給燃料温度及び移動質量平均供給燃料温度の 3 種類の温度指標が規定され、充填開始 30 秒経過後には、上記の 3 種類の温度指標について、以下の①から③までのうち、いずれかの条件を満足しなければならない。

① 充填開始 30 秒以降であって、非充填時間及びそれに続く 10 秒間を除いて、供給燃料温度は、当該供給燃料温度許容範囲内にななければならない。

② 充填開始から 30 秒後以降において、10 秒以上の間、供給燃料の質量流量が最大流量の 1% を超えている場合には、次式で定義される質量平均供給燃料温度は、当該供給燃料温度許容

範囲内になければならない。それに加えて、10 秒以上の間、供給燃料の質量流量が最大流量の 1%を超えている場合には、質量平均供給燃料温度と供給燃料温度の差が 10℃未満でなければならない。

この場合、 $i > 30$ 秒の場合において

$$T_{fuel-ave(i)} = \frac{\sum_{30}^i [(m_{(i)} - m_{(i-1)}) \times 0.5 (T_{fuel(i)} + T_{fuel(i-1)})]}{\sum_{30}^i (m_{(i)} - m_{(i-1)})}$$

ここで、上式の各項目は以下のとおり。

i : 充填開始からの経過時間 (s)

$T_{fuel-ave}$: 質量平均供給燃料温度 (℃)

T_{fuel} : 供給燃料温度 (℃)

m : 質量流量 (g/s)

- ③ 充填開始から 30 秒後以降において、10 秒以上の間、供給燃料の質量流量が最大流量の 1%を超えている場合には、次式で定義される移動質量平均供給燃料温度は、当該供給燃料温度許容範囲内になければならない。それに加えて、10 秒以上の間、供給燃料の質量流量が最大流量の 1%を超えている場合には、移動質量平均供給燃料温度と供給燃料温度の差が 10℃未満でなければならない。

この場合、 $30 \text{ 秒} < i < 60 \text{ 秒}$ であって質量流量が最大流量の 1%を上回る場合においては

$$T_{fuel-ave-roll(i)} = \frac{\sum_{30}^i [(m_{(i)} - m_{(i-1)}) \times 0.5 (T_{fuel(i)} + T_{fuel(i-1)})]}{\sum_{30}^i (m_{(i)} - m_{(i-1)})}$$

また、 $i > 60$ 秒であって質量流量が最大流量の 1%を上回る場合においては

$$T_{fuel-ave-roll(i)} = \frac{\sum_{i-30}^i [(m_{(i)} - m_{(i-1)}) \times 0.5 (T_{fuel(i)} + T_{fuel(i-1)})]}{\sum_{i-30}^i (m_{(i)} - m_{(i-1)})}$$

ここで、上式の各項目は以下のとおり。

i : 充填開始からの経過時間 (s)

$T_{fuel-ave-roll}$: 移動質量平均供給燃料温度 (℃)

T_{fuel} : 供給燃料温度 (℃)

m : 質量流量 (g/s)

上記の 3 条件のうちのいずれの条件も満足されない場合、非通信充填の場合においては異常と判定し、通信充填の場合においては、異常と判定するか、又は 7.4.7 に規定されるフォールバック充填に

移行して、充填を継続しなければならない。

7.4.3 目標圧力上昇率に応じた供給燃料圧力管理

7.4.3.1 あらかじめ定めた圧力許容範囲及び供給燃料圧力管理

7.4.3.1.1 あらかじめ定めた圧力許容範囲

一般則例示基準 59 の 4 第 1 項及びコンビ則例示基準 66 の 4 第 1 項におけるあらかじめ定めた圧力許容範囲(以下「供給燃料圧力許容範囲」という。)は、目標圧力上昇率で、非充填時間を除いて、充填開始から連続して充填された場合に想定される充填中の任意時点での供給燃料圧力に対して、上限圧力許容値 7.0MPa を加算した供給燃料圧力許容範囲上限値(以下「圧力上限値」という。)及び下限圧力許容値 2.5MPa を減算した供給燃料圧力許容範囲下限値(以下「圧力下限値」という。)に挟まれた領域をいう。ただし、7.4.3.1.2 が適用される場合は、その限りではない。

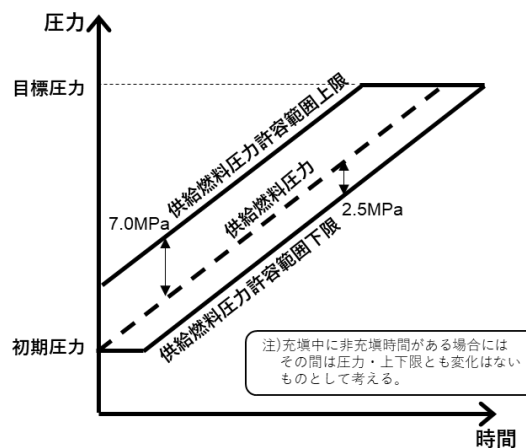


図 7 燃料供給圧力許容範囲の概念図

7.4.3.1.2 通信充填の場合における供給燃料圧力許容範囲の下限値逸脱許容

通信充填の場合においては、参照表並びに所定の計算方法で得られる目標圧力上昇率で、目標圧力まで充填する場合に加えて、スタンドがユーザーの要望する充填量に応じて充填を行うなど、参照表により規定される目標圧力に相当する充填量とは異なる充填量を目標とした充填を行う場合等において、圧力下限値の逸脱を許容するものとする。

7.4.3.1.3 供給燃料圧力許容範囲に関する適用措置

7.4.3.1.2 に示される充填を HDV に対して行う場合においては、スタンドは圧力下限値に対して、以下に示された圧力下限値適正化処置を適用することができる。

圧力下限値の緩和による適正化措置においては、充填中に目標圧力、目標充填量ないしは目標充填率のいずれかの指標が少なくとも 40%になるまでは、前項で規定される圧力下限値を含めた供給燃料圧力許容範囲が設定され、当該指標が 40%を超える範囲においては、最小圧力上昇率（1MPa/min）に基づいた供給燃料圧力許容範囲下限を下回らないこととする。（図 8）

なお、本適正化措置を実施する場合においては、スタンドは、前記の三つの指標のうちのいずれかを選択できるものとする。ここで、目標充填量は、他の二つの指標と異なり、充填する供給燃料量を示すものであって、充填後における燃料装置用容器内の充填量を示すものではない。

ただし、目標圧力上昇率に達しない場合においては、スタンド能力に適した最適昇圧率を計算し、充填することができる。また、最適昇圧率による充填において、7.4.3は適用とする。(図9)
最適昇圧率にて TVL が 250L 以下ならびに V_{VFS} が 2000L 以下の燃料装置用容器に充填する時、3MPa/min 以上を確保すること。

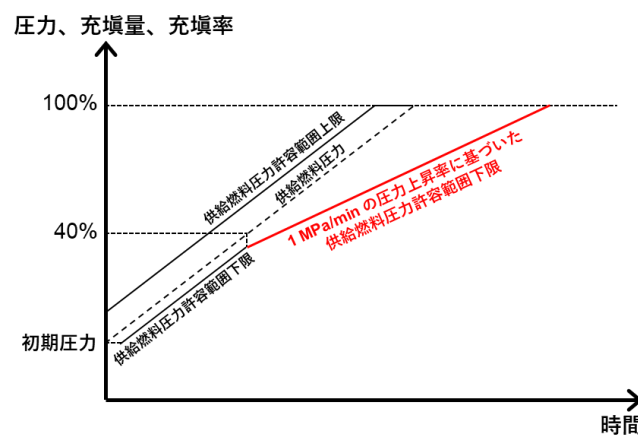


図8 HDV への充填における圧力下限値の緩和による適正化措置 (模式図)

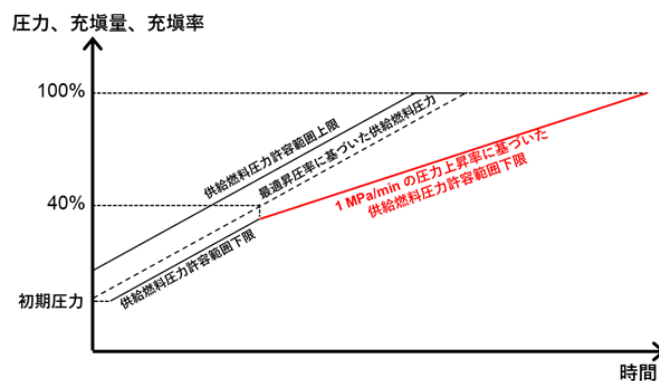


図9 HDV への充填における最適昇圧率の適用 (模式図)

7.4.3.2 供給燃料圧力管理

充填開始直後の 15 秒間を除いて、主たる充填時間中の供給燃料圧力は LDV では 7.4.3.1.1、HDV では 7.4.3.1.1 又は 7.4.3.1.3 で規定される供給燃料圧力許容範囲内になければならない。

主たる充填時間中に、供給燃料圧力が圧力上限値を超えた場合には、その超過圧力が 5MPa 以内であれば 5 秒以内に復帰すれば充填を継続できるが、それ以上の圧力超過があったら 5 秒以内に充填を終了しなければならない。通信充填下での圧力下限値に対する適正化措置における圧力下限値を下回った場合には、バンク切り替え等の非充填時間を除き、15 秒以内に復帰すれば充填を継続できるが、それ以外は 15 秒以内に充填を終了しなければならない。

7.4.3.3 供給燃料圧力による充填終了

一般則例示基準 55 の 2 第 1 項及びコンビ則例示基準 62 の 2 第 1 項の規定を踏まえて、供給燃料圧力は燃料装置用容器の最高充填圧力以下、又は一般則第 7 条の 3 及びコンビ則第 7 条の 3 を踏まえて、スタンドの常用圧力以下であって、かつスタンドにおける充填可能な上限圧力以下でなければならないが、その場合であっても、供給燃料圧力が目標圧力に達した場合には、5 秒以内に充填を終了しなければならない。

なお 7.4.5 で規定されるフォールバック充填の場合にあつては、前記目標圧力はフォールバック充填時の目標圧力に代えるものとする。

7.4.4 充填量及び充填量管理

7.4.4.1 充填量

通信充填の場合において、燃料装置用容器が満充填状態に達した場合には、5 秒以内に充填を終了するものとする。

7.4.4.2 最大流量

充填中の充填流量は表 1 に従い、最大流量を超えないこと。充填開始以降に充填流量が最大流量を超えた場合には、5 秒以内に充填を終了しなければならない。

7.4.4.3 最小流量

非充填時間を除き、ディスペンサーによって測定された質量流量が表 4 の値を 10 秒以上下回った場合、5 秒以内に充填を終了しなければならない。

表 4 最小流量値

V _{VFS} (L)	最小流量 (g/s)
非検知	1.25
250	1.25
500	2.5
750	3.75
1000	5.0
1500	7.5
≥2000	10.0

7.4.5 フォールバック充填

フォールバック充填は、非通信充填に適用してはならない。

7.4.5.1 フォールバック充填時の目標圧力及び目標圧力上昇率

フォールバック充填に移行する場合には、移行前の当該供給燃料温度区分に隣接する高温側の供給

燃料温度区分に対応した参照表を選定し、充填開始前に計測された外気温度及び初期圧力から、7.4.1.1 及び 7.4.1.2 により、新たな目標圧力と新たな目標圧力上昇率を決定する。この新たな目標圧力をフォールバック充填時の目標圧力とするとともに、フォールバック充填への移行前の当初の目標圧力及び前記の新たな供給燃料温度区分に対応し、7.4.2 により決定された新たな目標圧力上昇率に基づいて、次式によりフォールバック充填時の目標圧力上昇率を計算し、それに基づいて充填を継続しなければならない。

$$FPRR_{FB} = (P_{\text{target}} - P_1) / [(P_{\text{target}} - P_0) / APRR_{\text{final}} - t_{FB}]$$

ここで、上式中の各項目は以下のとおりとする。

$FPRR_{FB}$ ：フォールバック時の目標圧力上昇率 (MPa/min)

$APRR_{\text{final}}$ ：当該燃料装置の燃料装置用容器容量区分並びに外気温度における、フォールバック充填移行後の供給燃料温度区分での圧力上昇率（新たな目標圧力上昇率）(MPa/min)

P_0 ：初期圧力 (MPa)

P_1 ：フォールバック充填移行時の圧力 (MPa)

P_{target} ：目標圧力 (MPa)

t_{FB} ：フォールバック移行時点での充填時間 (min)

7.4.5.2 フォールバック充填に対する制約

フォールバック充填に移行する場合、移行前の目標圧力上昇率より高い目標圧力上昇率を、フォールバック充填時の目標圧力上昇率として設定してはならない。

フォールバック充填に移行した後、供給燃料温度がフォールバック充填への移行前の供給燃料温度区分に対応した供給燃料温度許容範囲内に復帰した場合でも、フォールバック充填への移行前の目標圧力上昇率に戻してはならない。

フォールバック充填への移行は、総充填時間内においては、1 回しか行ってはならず、また、フォールバック充填中に供給燃料温度が、フォールバック移行後の新たな供給燃料温度区分に隣接した高温側の供給燃料温度区分に対応した供給燃料温度許容範囲に移行した場合、もしくは通信障害が発生した場合には、5 秒以内に充填を終了しなければならない。

フォールバック充填を行う場合においても、7.4.3 と同様に決定される供給燃料圧力許容範囲が規定され、フォールバック充填中を含めた充填中に供給燃料圧力が当該供給燃料圧力許容範囲の圧力上限値を超えるか、又は圧力下限値を下回った場合には、5 秒以内に充填を終了しなければならない。

7.5 通信要件

本基準にしたがって、通信機能を活用した充填を行うことを企図する場合には、SAE J2799 に準拠した通信システムを採用すること。通信情報としては、オプションデータ (OD データ) を使用すること。ただし、赤外線信号のバージョンナンバーは VN01.00 ならびに VN01.10 を採用すること。

赤外線信号におけるオプションデータ (OD データ) の構成例を下記に示す。

[OD=COMMON, VTRC=M, FM=090, TVL=0360, TTI=4]

7.6 参照表の概要

7.6.1 主要条件

本基準の対象とする3充填方式「FM60S」、「FM90S」、「FM180T」に対応する主要な条件、及び関連する参照表の記載箇所を表5にまとめる。

表5 各充填方式における主要条件一覧

充填方式	通信状況	参照表（付録）				車両タイプ	総容量 範囲 (L)	充填パターン				
		APRRTC	ε	P_{target}	P_{limit}			1	2	3A	3B	3C
FM60S	非通信 (TVL コンサバ)	B-1-1, B-1-2	B-1-3	B-1-4		全 HDV, LDV	49.7~5000		○	○	○	○
	通信				B-1-5	NF レセプタクルHDV, LDV	49.7~5000		○	○	○	○
FM90S	非通信 (通信喪失)	B-2-1, B-2-2	B-2-3	B-2-4		—	49.7~5000	※				
	通信				B-2-5	セパレート HDV マニホールド HDV	49.7~5000		○		○	○
FM180T	非通信 (通信喪失)	B-3-1, B-3-2	B-3-3	B-3-4		マニホールド HDV	248.6~5000	※				
	通信				B-3-5	マニホールド HDV	248.6~5000	○				

- ・FM90S と FM180T の非通信の参照表は、通信喪失（通信充填の途中で通信が途絶えた）時にのみ適用する。（表5※参照）
- ・非通信の場合は TVL の情報がないので、最も大きい TVL を選択する。
- ・APRR、目標圧力及び制限圧力はそれぞれ、7.6.2、7.6.3 及び 7.6.4 に記載の方法に従って算出する。

7.6.2 目標圧力上昇率 APRR の算出方法

JPEC-S 0003 (2023) では充填に用いる目標圧力上昇率 APRR を初期圧力及び外気温度などに応じて参照表に記載の値から選択していたが、本基準では以下の方法で APRR を算出する。

ステップ1：APRR_{TC} を計算する

- 充填方式（FM60S、FM90S、FM180T）、TVL 値（TVL 値が通信で得られない場合 TVL=800）及び T カテゴリー（T40、T30、T20）を基に、相応しい APRR_{TC} 表を付録 B から選択する。
- 実際の V_{TVL} 値、T_{amb} 値と同じ値が表にない場合は、それぞれの前後の値を用いて線形補間法により APRR_{TC} 値を求める。

ステップ2：APRR_{FC} を計算する

以下の式に初期圧力（P_{initail}）を入れて APRR_{FC} を計算する。

$$P_{factor} = \text{MINIMUM}(P_{initial}, 30)$$

$$APRR_{FC} = \left(0.000014164 \times P_{factor}^3 - 0.0010809 \times P_{factor}^2 + 0.03699 \times P_{factor} + 0.98 \right) \times \left(\frac{FM}{60} \right) \times 17.32 \times \left(\frac{248.6}{V_{VFS}} \right)$$

$$\text{THEN } APRR_{FC} = 32.5$$

ステップ 3 : ε 値を付録 B から選択する。

充填方式 (FM60S、FM90S、FM180T) に対応した ε 値表から初期圧力 ($P_{initail}$) に対応する ε 値を選択する。

ステップ 4 : $APRR_{target}$ を計算する

下記の式を用いて、 $APRR_{target}$ を計算する。

$$APRR_{target} = \text{MINIMUM} \left(\frac{APRR_{TC}}{\varepsilon}, APRR_{FC} \right)$$

この値を APRR (目標圧力上昇率) として充填する。

7.6.3 目標圧力 (P_{target}) の算出方法

非通信充填の場合の P_{target} の表は、充填方式 (FM60S、FM90S、FM180T) に対応した表を用いることとする。

実際の $P_{initail}$ 値、 T_{amb} 値と同じ値が表にない場合は、それぞれの前後の値を用いて線形補間法により P_{target} 値を求める。

7.6.4 制限圧力 (P_{limit}) の算出方法

通信充填の場合の P_{limit} の表は、充填方式 (FM60S、FM90S、FM180T) に対応した表を用いることとする。

実際の $P_{initail}$ 値、 T_{amb} 値と同じ値が表にない場合は、それぞれの前後の値を用いて線形補間法により P_{limit} 値を求める。

8. 充填量及び充填流量管理

8.1 充填前の燃料装置用容器への充填量

充填開始前に燃料装置用容器に流入・充填される圧縮水素は 200g を越えないこと。

8.2 充填中の充填流量管理

充填中の充填流量は表 1 に従い、最大流量を超えないこと。充填開始以降に充填流量が最大流量を超えた場合には、5 秒以内に充填を終了しなければならない。

9. 車両との通信に対する対応

車両との通信機能を有するスタンドにあっては、ノズル・レセプタクルの結合後に、車両との適正な通信を行うことができることが確認された場合に、スタンドは車両から速やかに、燃料装置用容器容量、車両の燃料温度及び車両の燃料圧力を、「L」、「K」及び「MPa」単位で受信しようとしなければならない。

車両との通信機能を有するスタンドにあっては、車両が通信機能を有する場合には、通信が不全の

場合、又は 10 の規定に従い非通信充填に移行した場合のいずれの場合においても、スタンドが車両から充填終了信号を受信した場合、車両から充填中断信号を受信した場合、車両からの燃料温度が 358.15K (85℃) に達した場合、又は車両からの燃料圧力が燃料装置用容器の最高充填圧力に達した場合のいずれかが発生した場合には、5 秒以内に充填を終了しなければならない。又、スタンドが車両から充填再開信号を受信した場合でも、充填を再開してはならない。

10. 通信状態の確認及び保持並びに非通信充填への移行

車両との通信機能を有するスタンドにあっては、ノズルとレセプタクルが結合された後、速やかに車両からの通信状態を評価し、車両の通信機能の有無を確認する。次に、スタンドは通信状態が適正であるかを確認する。この結果、車両の通信機能が確認でき、かつ通信状態が適正な場合には、通信充填の場合に適用することが明記されている要件を含めて、本基準の要件に準拠して充填を行うものとする。さらに、充填が終了するまでは、スタンドは車両からの通信を受信しなければならない。

一方、車両からの通信機能が確認できない場合、又は通信状態が適正でない場合には、本基準の各要件において、通信充填の場合に適用することを明記している要件を除いた要件に準拠し、非通信充填を行わなければならない。ただし、付録 A の参照表選択フローチャートにおいて充填停止する場合は除くものとする。

なお、本基準に従うスタンドは、非通信充填を行うことができないなければならない。

11. サイクリックな充填の禁止

充填中の供給燃料の流量制御を行う場合において、オンオフ弁の開閉により、燃料の供給・閉止を繰り返す形で、継続的に流量制御することを行ってはならない。さらに、非充填時間及び主たる充填期間において燃料流量が最大流量の 1%未満となる状態が 10 回以上出現してはならない。

参考文献

- Handa, K. and Yamaguchi, S. (2018). Development of Real-time Pressure Loss Compensation Method for Hydrogen Refueling Station to Increase Refueling Amounts. *International Journal of Automotive Engineering*, 9(4), 310-315. https://doi.org/10.20485/jsaeijae.9.4_310.
- Yamaguchi, S., Fujita, Y., and Handa, K. (2018).

HDV 用水素ステーションにおける最適昇圧率のリアルタイム算出方法（投稿準備中）

付録 A 参照表選択フローチャート

以下の図 A1 から図 A8 にあるフローチャートは、車両に対して適切な参照表の選択ならびに安全な充填を実施するものである。なお、使用における留意点は下記の通りである。

- ・車両とディスペンサー間における通信の接続状態（シングル接続もしくはツイン接続）は、ノズルとレセクタプルが接続された時点ではなく、充填開始スイッチが押された際に決定されること。
- ・充填開始スイッチが押された系統のみ充填を開始すること。ただし、マニホールド HDV に対するツイン充填においては、どちらか片方の充填開始スイッチによる充填操作を可能とすること。
- ・ノズルとレセクタプルが接続されている状態において、車両との通信情報を常時確認すること。
- ・図 A4 のプロセスチェックならびに図 A5 のインテグリティチェックは充填の安全性を検出するものである。検出するためのフローはディスペンサーメーカーによる。（図 A4 ならびに図 A5 は参考例とする。）

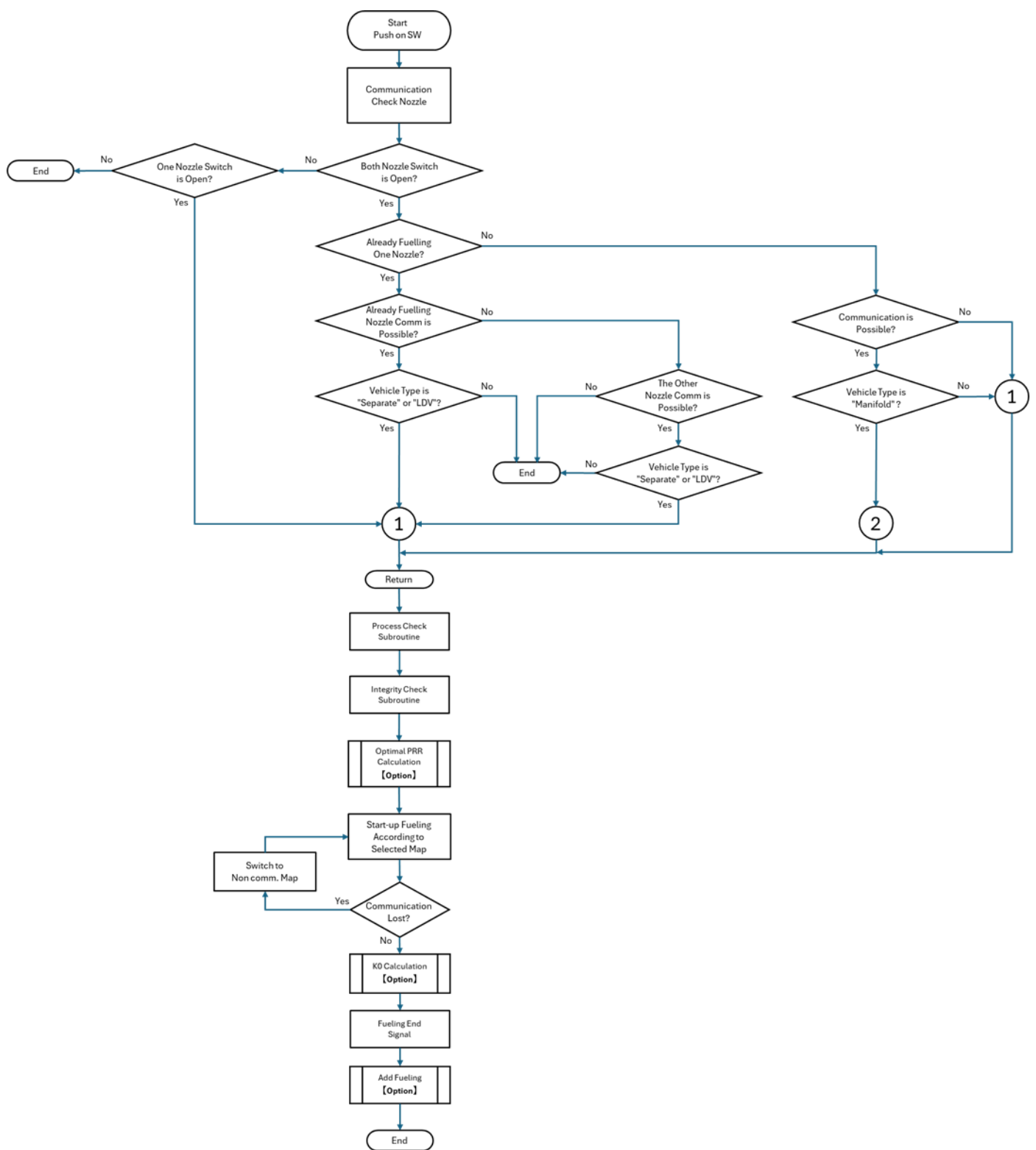


図 A1 参照表選択メインフローチャート

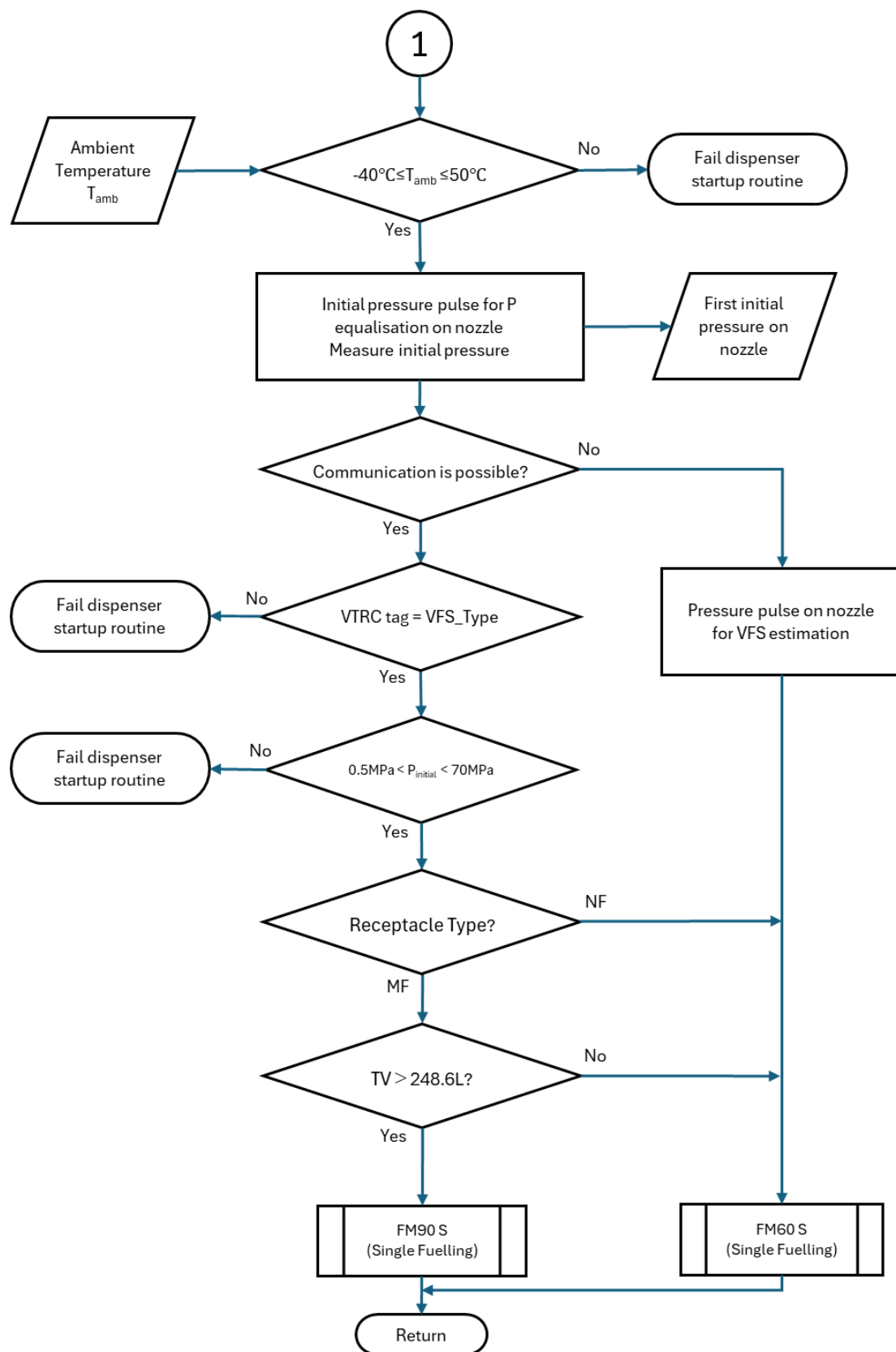


図 A2 シングル充填フローチャート

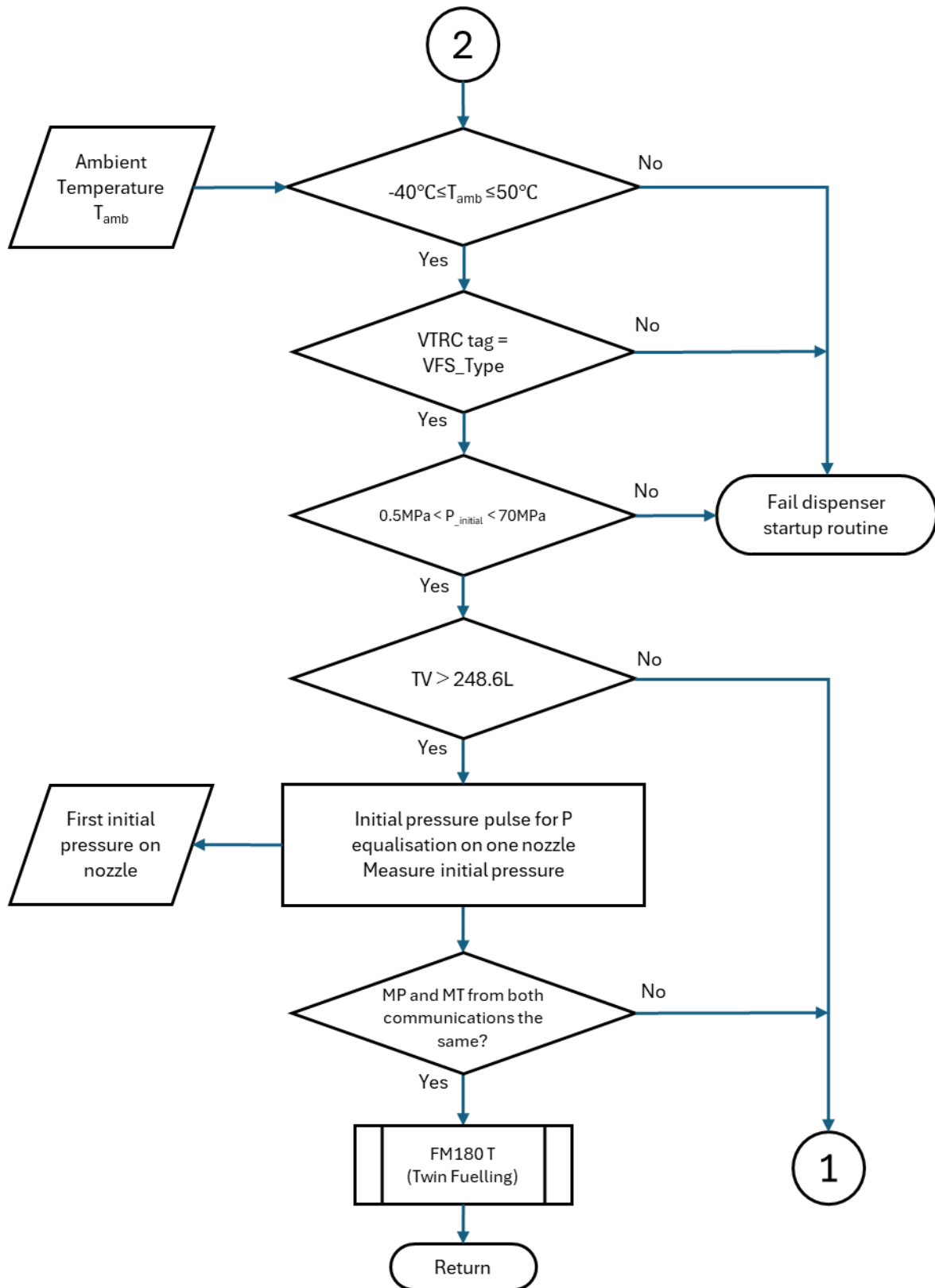


図 A3 ツイン充填フローチャート

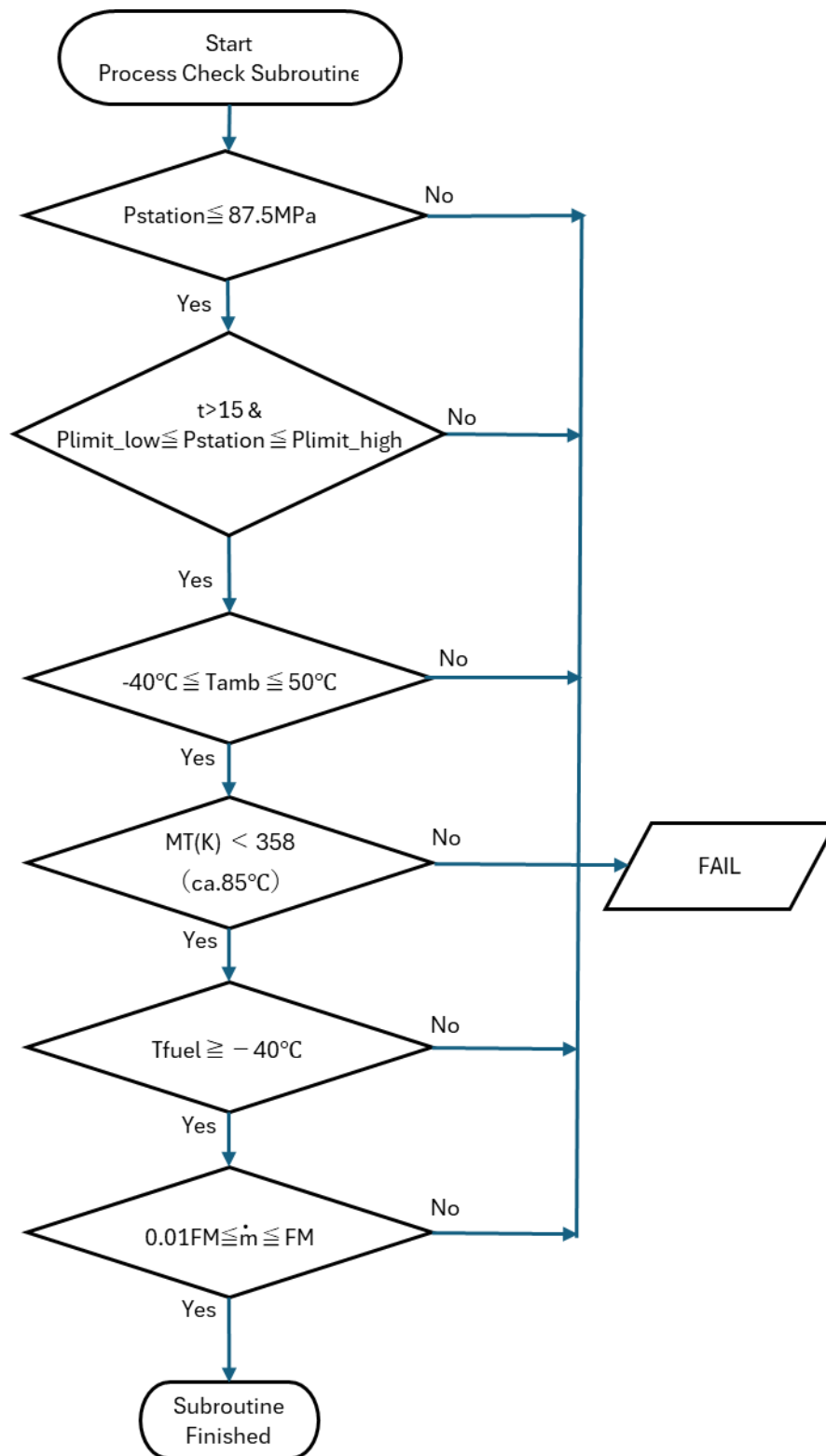


図 A4 プロセスチェックフローチャート【オプション】

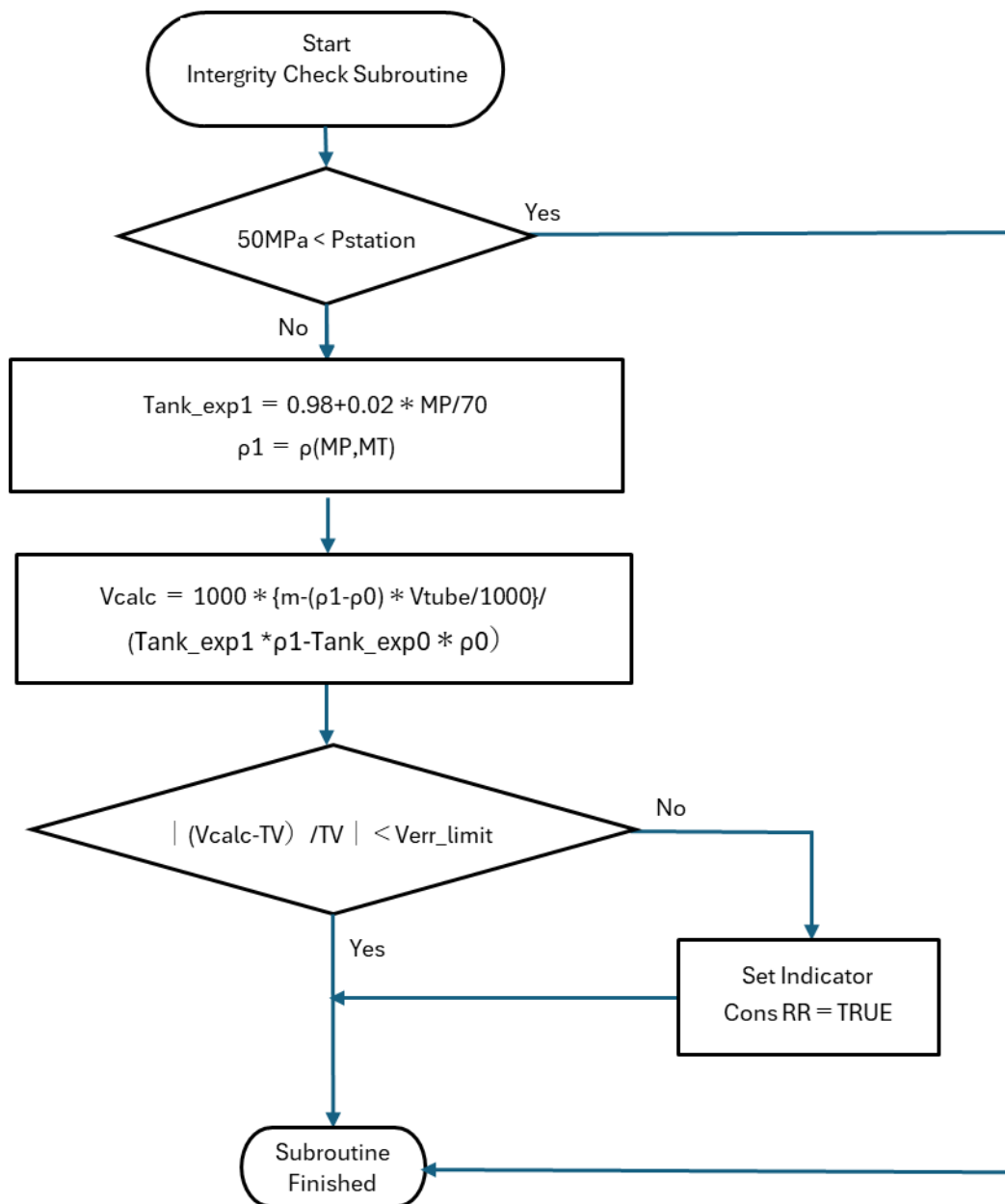


図 A5 インテグリティチェックフローチャート【オプション】

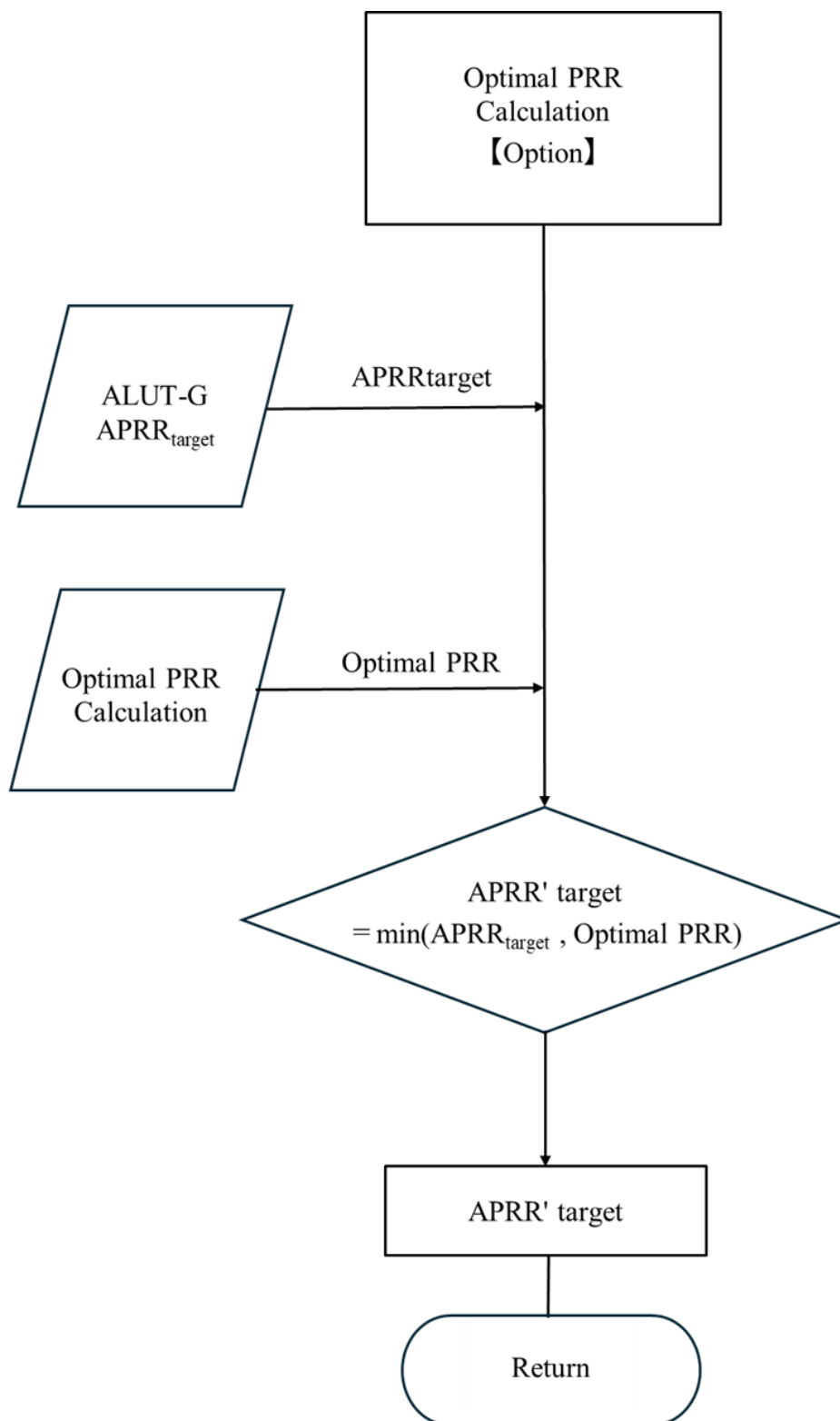


図 A6 最適昇圧率算出フローチャート【オプション】

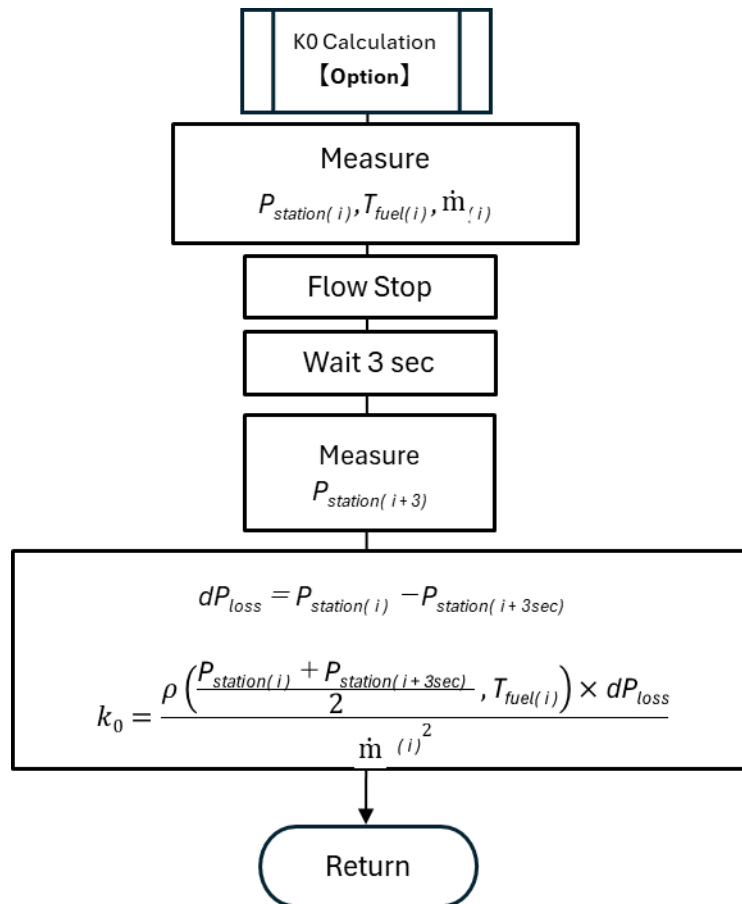


図 A7 K0 算出フローチャート【オプション】

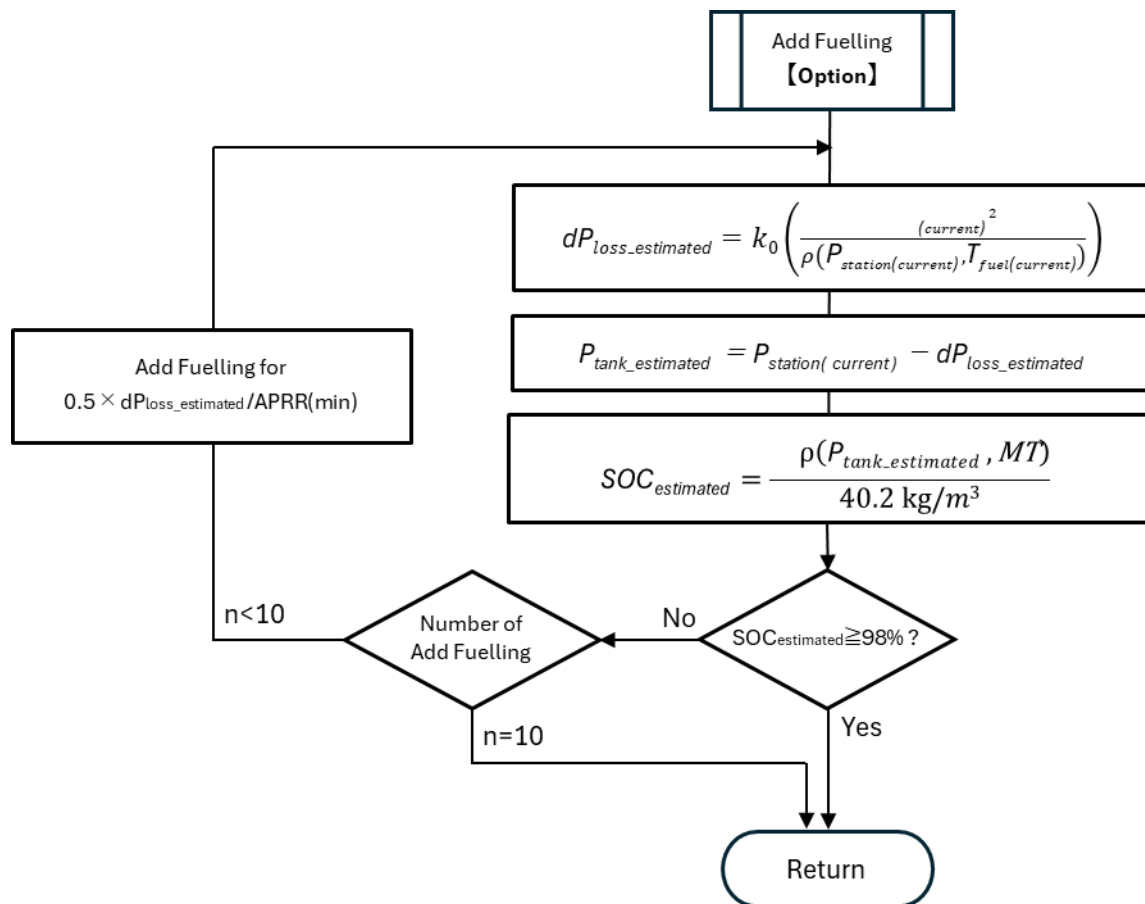


図 A8 追い充填フローチャート【オプション】

付録 B 表方式充填技術基準参照表

B-1 FM60S の場合に用いる表

表 B-1-1 APRR_{TC} (FM60S) TVL ≤ 250 T40D、T30D、T20D

T40D	APRR _{TC} (MPa/min)										
TVL ≤ 250	V _{VFS} (L)										
T _{amb} (°C)	49.7	99.4	174	248.6	500	1000	1500	2000	2500	3000	5000
50	4.25	7.36	8.62	8.10	6.85	4.74	3.62	3.10	2.69	2.41	1.51
45	7.45	11.35	12.07	10.65	8.34	5.60	4.29	3.66	3.03	2.52	1.51
40	11.41	15.70	15.38	13.00	9.77	6.47	4.98	3.78	3.03	2.52	1.51
35	12.75	16.80	16.02	13.38	9.94	6.54	5.04	3.78	3.03	2.52	1.51
30	16.61	20.21	18.37	15.01	10.86	7.15	5.04	3.78	3.03	2.52	1.51
25	20.84	23.63	20.69	16.64	11.81	7.57	5.04	3.78	3.03	2.52	1.51
20	25.28	27.06	23.03	18.31	12.78	7.57	5.04	3.78	3.03	2.52	1.51
15	29.23	30.00	25.01	19.69	13.55	7.57	5.04	3.78	3.03	2.52	1.51
10	32.50	32.50	27.06	21.13	14.34	7.57	5.04	3.78	3.03	2.52	1.51
5	32.50	32.50	30.55	23.64	15.13	7.57	5.04	3.78	3.03	2.52	1.51
0	32.50	32.50	32.50	26.28	15.13	7.57	5.04	3.78	3.03	2.52	1.51
-10	32.50	32.50	32.50	27.30	15.13	7.57	5.04	3.78	3.03	2.52	1.51
-20	32.50	32.50	32.50	28.37	15.13	7.57	5.04	3.78	3.03	2.52	1.51
-30	32.50	32.50	32.50	29.48	15.13	7.57	5.04	3.78	3.03	2.52	1.51
-40	32.50	32.50	32.50	30.44	15.13	7.57	5.04	3.78	3.03	2.52	1.51

T30D	APRR _{TC} (MPa/min)										
TVL ≤ 250	V _{VFS} (L)										
T _{amb} (°C)	49.7	99.4	174	248.6	500	1000	1500	2000	2500	3000	5000
50	2.21	3.16	3.09	2.77	3.15	2.72	2.25	2.06	1.82	1.66	1.26
45	4.41	5.33	5.12	4.60	4.51	3.55	2.86	2.51	2.23	2.03	1.51
40	6.85	7.87	7.37	6.47	5.79	4.28	3.41	2.98	2.65	2.42	1.51
35	7.58	8.45	7.77	6.75	5.94	4.34	3.47	3.03	2.70	2.47	1.51
30	9.96	10.70	9.56	8.13	6.80	4.82	3.86	3.37	3.01	2.52	1.51
25	12.75	13.18	11.43	9.50	7.60	5.32	4.27	3.71	3.03	2.52	1.51
20	15.94	15.84	13.35	10.88	8.35	5.84	4.69	3.78	3.03	2.52	1.51
15	18.95	18.18	14.94	11.98	8.95	6.25	5.03	3.78	3.03	2.52	1.51
10	22.19	20.61	16.56	13.09	9.57	6.68	5.04	3.78	3.03	2.52	1.51
5	27.33	24.58	19.29	15.01	10.74	7.49	5.04	3.78	3.03	2.52	1.51
0	32.50	28.68	22.11	17.02	11.99	7.57	5.04	3.78	3.03	2.52	1.51
-10	32.50	31.15	23.36	17.73	12.23	7.57	5.04	3.78	3.03	2.52	1.51
-20	32.50	32.50	24.70	18.47	12.48	7.57	5.04	3.78	3.03	2.52	1.51
-30	32.50	32.50	26.12	19.25	12.73	7.57	5.04	3.78	3.03	2.52	1.51
-40	32.50	32.50	27.64	20.06	12.99	7.57	5.04	3.78	3.03	2.52	1.51

T20D	APRR _{TC} (MPa/min)										
TVL ≤ 250	V _{VFS} (L)										
T _{amb} (°C)	49.7	99.4	174	248.6	500	1000	1500	2000	2500	3000	5000
50	1.01	1.24	1.02	0.74	1.12	1.19	1.11	1.16	1.09	1.03	0.83
45	2.56	2.56	2.11	1.75	1.99	1.90	1.70	1.62	1.47	1.36	1.07
40	4.16	3.94	3.26	2.75	2.87	2.56	2.20	1.98	1.79	1.65	1.32
35	4.61	4.24	3.47	2.92	3.00	2.64	2.26	2.02	1.83	1.70	1.37
30	6.01	5.41	4.41	3.70	3.64	3.06	2.55	2.27	2.06	1.92	1.51
25	7.65	6.75	5.44	4.54	4.29	3.43	2.84	2.53	2.31	2.14	1.51
20	9.56	8.25	6.58	5.44	4.94	3.79	3.15	2.80	2.56	2.38	1.51
15	11.41	9.63	7.57	6.20	5.45	4.09	3.40	3.03	2.76	2.52	1.51
10	13.49	11.14	8.62	6.98	5.91	4.39	3.66	3.26	2.98	2.52	1.51
5	17.14	13.87	10.56	8.42	6.75	4.98	4.17	3.69	3.03	2.52	1.51
0	21.20	16.87	12.62	9.91	7.62	5.62	4.70	3.78	3.03	2.52	1.51
-10	24.16	18.44	13.43	10.38	7.78	5.72	4.80	3.78	3.03	2.52	1.51
-20	27.45	20.15	14.27	10.86	7.94	5.83	4.89	3.78	3.03	2.52	1.51
-30	31.07	21.99	15.14	11.36	8.11	5.94	4.98	3.78	3.03	2.52	1.51
-40	32.50	23.98	16.06	11.86	8.28	6.05	5.04	3.78	3.03	2.52	1.51

表 B-1-2 APRR_{TC} (FM60S) 250 < TVL ≤ 800 T40D、T30D、T20D

T40D	APRR _{TC} (MPa/min)										
250 < TVL ≤ 800	V _{VFS} (L)										
T _{amb} (°C)	49.7	99.4	174	248.6	500	1000	1500	2000	2500	3000	5000
50	4.25	7.36	8.62	8.10	5.87	4.15	3.34	2.80	2.43	2.15	1.51
45	7.45	11.35	12.07	10.65	7.32	4.98	3.90	3.27	2.83	2.50	1.51
40	11.41	15.70	15.38	13.00	8.66	5.73	4.45	3.74	3.03	2.52	1.51
35	12.75	16.80	16.02	13.38	8.84	5.78	4.48	3.77	3.03	2.52	1.51
30	16.61	20.21	18.37	15.01	9.76	6.28	4.86	3.78	3.03	2.52	1.51
25	20.84	23.63	20.69	16.64	10.62	6.79	5.04	3.78	3.03	2.52	1.51
20	25.28	27.06	23.03	18.31	11.49	7.31	5.04	3.78	3.03	2.52	1.51
15	29.23	30.00	25.01	19.69	12.19	7.57	5.04	3.78	3.03	2.52	1.51
10	32.50	32.50	27.06	21.13	12.90	7.57	5.04	3.78	3.03	2.52	1.51
5	32.50	32.50	30.55	23.64	14.23	7.57	5.04	3.78	3.03	2.52	1.51
0	32.50	32.50	32.50	26.28	15.13	7.57	5.04	3.78	3.03	2.52	1.51
-10	32.50	32.50	32.50	27.30	15.13	7.57	5.04	3.78	3.03	2.52	1.51
-20	32.50	32.50	32.50	28.37	15.13	7.57	5.04	3.78	3.03	2.52	1.51
-30	32.50	32.50	32.50	29.48	15.13	7.57	5.04	3.78	3.03	2.52	1.51
-40	32.50	32.50	32.50	30.44	15.13	7.57	5.04	3.78	3.03	2.52	1.51

T30D	APRR _{TC} (MPa/min)										
250 < TVL ≤ 800	V _{VFS} (L)										
T _{amb} (°C)	49.7	99.4	174	248.6	500	1000	1500	2000	2500	3000	5000
50	2.21	3.16	3.09	2.77	2.23	2.12	1.94	1.80	1.60	1.45	1.11
45	4.41	5.33	5.12	4.60	3.47	2.92	2.48	2.17	1.92	1.75	1.33
40	6.85	7.87	7.37	6.47	4.67	3.63	2.96	2.55	2.25	2.04	1.51
35	7.58	8.45	7.77	6.75	4.82	3.68	2.99	2.57	2.28	2.07	1.51
30	9.96	10.70	9.56	8.13	5.64	4.07	3.30	2.84	2.52	2.28	1.51
25	12.75	13.18	11.43	9.50	6.45	4.48	3.61	3.12	2.76	2.50	1.51
20	15.94	15.84	13.35	10.88	7.22	4.89	3.94	3.40	3.01	2.52	1.51
15	18.95	18.18	14.94	11.98	7.75	5.22	4.19	3.62	3.03	2.52	1.51
10	22.19	20.61	16.56	13.09	8.30	5.56	4.46	3.78	3.03	2.52	1.51
5	27.33	24.58	19.29	15.01	9.34	6.21	4.97	3.78	3.03	2.52	1.51
0	32.50	28.68	22.11	17.02	10.43	6.90	5.04	3.78	3.03	2.52	1.51
-10	32.50	31.15	23.36	17.73	10.65	6.99	5.04	3.78	3.03	2.52	1.51
-20	32.50	32.50	24.70	18.47	10.88	7.08	5.04	3.78	3.03	2.52	1.51
-30	32.50	32.50	26.12	19.25	11.11	7.18	5.04	3.78	3.03	2.52	1.51
-40	32.50	32.50	27.64	20.06	11.35	7.27	5.04	3.78	3.03	2.52	1.51

T20D	APRR _{TC} (MPa/min)										
250 < TVL ≤ 800	V _{VFS} (L)										
T _{amb} (°C)	49.7	99.4	174	248.6	500	1000	1500	2000	2500	3000	5000
50	1.01	1.24	1.02	0.74	0.62	0.77	0.86	0.93	0.89	0.87	0.73
45	2.56	2.56	2.11	1.75	1.34	1.38	1.33	1.31	1.22	1.14	0.90
40	4.16	3.94	3.26	2.75	2.06	1.93	1.75	1.63	1.47	1.36	1.08
35	4.61	4.24	3.47	2.92	2.17	2.00	1.81	1.66	1.50	1.39	1.11
30	6.01	5.41	4.41	3.70	2.70	2.36	2.09	1.85	1.67	1.55	1.24
25	7.65	6.75	5.44	4.54	3.26	2.73	2.32	2.05	1.85	1.72	1.38
20	9.56	8.25	6.58	5.44	3.84	3.04	2.55	2.25	2.04	1.89	1.51
15	11.41	9.63	7.57	6.20	4.31	3.28	2.74	2.42	2.19	2.03	1.51
10	13.49	11.14	8.62	6.98	4.79	3.52	2.93	2.59	2.35	2.17	1.51
5	17.14	13.87	10.56	8.42	5.59	3.98	3.30	2.93	2.65	2.45	1.51
0	21.20	16.87	12.62	9.91	6.37	4.46	3.71	3.29	2.98	2.52	1.51
-10	24.16	18.44	13.43	10.38	6.52	4.53	3.76	3.33	3.02	2.52	1.51
-20	27.45	20.15	14.27	10.86	6.67	4.60	3.80	3.38	3.03	2.52	1.51
-30	31.07	21.99	15.14	11.36	6.82	4.67	3.85	3.42	3.03	2.52	1.51
-40	32.50	23.98	16.06	11.86	6.98	4.74	3.90	3.47	3.03	2.52	1.51

表 B-1-3 ε 值 (FM60S)

T_{amb}	$P_{initial}$ (MPa)														
	0.5	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	> 14
50	1.27	1.17	1.11	1.05	1.00	0.96	0.93	0.89	0.86	0.83	0.80	0.77	0.74	0.72	0.70
45	1.27	1.17	1.11	1.05	1.00	0.96	0.92	0.89	0.85	0.82	0.79	0.76	0.74	0.72	0.72
40	1.26	1.16	1.10	1.05	1.00	0.96	0.92	0.89	0.85	0.82	0.79	0.76	0.74	0.74	0.74
35	1.26	1.16	1.10	1.05	1.00	0.96	0.92	0.89	0.85	0.82	0.79	0.76	0.75	0.75	0.75
30	1.26	1.16	1.11	1.05	1.00	0.96	0.92	0.88	0.85	0.82	0.79	0.76	0.76	0.76	0.76
25	1.27	1.17	1.11	1.05	1.00	0.96	0.92	0.88	0.85	0.81	0.78	0.77	0.77	0.77	0.77
20	1.29	1.18	1.11	1.05	1.00	0.96	0.92	0.88	0.84	0.81	0.78	0.78	0.78	0.78	0.78
15	1.31	1.19	1.12	1.06	1.00	0.95	0.91	0.87	0.83	0.80	0.78	0.78	0.78	0.78	0.78
10	1.34	1.21	1.13	1.06	1.00	0.95	0.91	0.87	0.83	0.79	0.79	0.79	0.79	0.79	0.79
5	1.36	1.22	1.14	1.07	1.00	0.95	0.90	0.86	0.82	0.79	0.79	0.79	0.79	0.79	0.79
0	1.38	1.23	1.14	1.07	1.00	0.95	0.90	0.86	0.82	0.79	0.79	0.79	0.79	0.79	0.79
-10	1.41	1.25	1.15	1.07	1.00	0.95	0.90	0.85	0.81	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80
-20	1.41	1.25	1.15	1.07	1.00	0.95	0.90	0.86	0.81	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80
-30	1.40	1.24	1.15	1.07	1.00	0.95	0.91	0.86	0.82	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80
-40	1.42	1.25	1.16	1.07	1.00	0.95	0.90	0.86	0.82	0.81	0.81	0.81	0.81	0.81	0.81

表 B-1-4 目標压力 (P_{target}) (FM60S)

外氣溫度 (°C)	目標压力 (MPa)											
	初期压力 (MPa)											
	0.5	2	5	10	15	20	30	40	50	60	70	>70
>50	充填不可	充填不可	充填不可	充填不可	充填不可	充填不可	充填不可	充填不可	充填不可	充填不可	充填不可	充填不可
50	73.6	72.6	72.6	72.2	71.9	71.9	71.5	71.2	71.0	71.2	71.9	充填不可
45	73.1	72.2	72.6	71.8	71.6	71.5	71.2	71.0	70.9	71.1	71.9	充填不可
40	71.3	71.8	72.2	71.4	71.2	71.2	70.9	70.8	70.8	71.1	71.9	充填不可
35	71.4	71.3	71.3	71.1	70.9	70.8	70.6	70.6	70.7	71.0	71.9	充填不可
30	70.5	71.0	71.0	70.2	70.0	69.9	69.6	69.5	69.6	69.9	70.8	充填不可
25	68.6	69.7	69.6	69.3	69.0	68.9	68.6	68.4	68.5	68.8	充填不可	充填不可
20	67.1	68.9	68.8	68.4	68.1	67.9	67.5	67.4	67.4	67.7	充填不可	充填不可
10	64.7	67.8	67.3	66.3	65.9	65.6	65.1	64.7	64.5	64.6	充填不可	充填不可
0	60.4	67.3	66.8	65.9	64.9	64.0	63.4	63.0	62.9	63.2	充填不可	充填不可
-10	60.4	66.8	66.3	65.4	64.5	63.5	61.5	60.8	60.6	60.9	充填不可	充填不可
-20	60.0	66.3	65.8	65.0	64.1	63.0	61.2	59.4	57.5	充填不可	充填不可	充填不可
-30	60.2	65.8	65.3	64.5	63.7	62.7	61.0	59.3	57.5	充填不可	充填不可	充填不可
-40	60.2	65.3	64.8	64.1	63.3	62.4	60.7	59.1	57.5	充填不可	充填不可	充填不可
<-40	充填不可	充填不可	充填不可	充填不可	充填不可	充填不可	充填不可	充填不可	充填不可	充填不可	充填不可	充填不可

表 B-1-5 制限压力 (P_{limit}) (FM60S)

外気温度 (°C)	制限压力 (MPa)									
	初期压力 (MPa)									
	≤5	10	15	20	30	40	50	60	70	>70
>50	充填不可	充填不可	充填不可	充填不可	充填不可	充填不可	充填不可	充填不可	充填不可	充填不可
50	81.2			86.2	85.4	84.5	83.4	82.2	80.9	充填不可
45				86.2	85.2	84.1	82.8	81.4	79.6	充填不可
40				85.9	84.6	83.3	81.8	80.2	78.1	充填不可
35				85.9	84.6	83.2	81.7	80.1	78.1	充填不可
30				85.6	84.2	82.6	81.0	79.2	77.1	充填不可
25				85.3	83.7	82.0	80.2	78.3	76.0	充填不可
20				84.7	83.0	81.2	79.3	77.4	75.0	充填不可
10				83.9	82.0	80.0	78.0	75.9	73.4	充填不可
0				82.3	80.0	77.7	75.4	72.9	充填不可	充填不可
-10				82.1	79.8	77.5	75.2	72.8	充填不可	充填不可
-20				81.9	79.6	77.3	75.0	72.6	充填不可	充填不可
-30				81.7	79.4	77.1	74.8	72.4	充填不可	充填不可
-40				81.4	79.2	76.9	74.6	72.3	充填不可	充填不可
<-40	充填不可	充填不可	充填不可	充填不可	充填不可	充填不可	充填不可	充填不可	充填不可	充填不可

B-2 FM90S の場合に用いる表

表 B-2-1 APRR_{TC} (FM90S) TVL ≤ 250 T40D、T30D、T20D

T40D	APRR _{TC} (MPa/min)										
TVL ≤ 250	V _{VFS} (L)										
T _{amb} (°C)	49.7	99.4	174	248.6	500	1000	1500	2000	2500	3000	5000
50	4.25	7.32	8.85	8.87	8.12	5.88	4.54	3.83	3.40	3.04	2.22
45	7.43	11.35	12.73	12.08	10.05	7.02	5.43	4.53	3.99	3.58	2.27
40	11.36	15.81	16.59	15.09	11.86	8.16	6.27	5.24	4.54	3.78	2.27
35	12.68	16.98	17.39	15.61	12.11	8.25	6.34	5.30	4.54	3.78	2.27
30	16.54	20.56	20.20	17.72	13.40	9.01	6.93	5.68	4.54	3.78	2.27
25	20.81	24.19	22.99	19.79	14.72	9.79	7.54	5.68	4.54	3.78	2.27
20	25.33	27.85	25.77	21.88	16.04	10.57	7.57	5.68	4.54	3.78	2.27
15	29.38	30.98	28.11	23.63	17.02	11.19	7.57	5.68	4.54	3.78	2.27
10	32.50	32.50	30.53	25.43	18.02	11.35	7.57	5.68	4.54	3.78	2.27
5	32.50	32.50	32.50	28.54	19.87	11.35	7.57	5.68	4.54	3.78	2.27
0	32.50	32.50	32.50	31.82	21.79	11.35	7.57	5.68	4.54	3.78	2.27
-10	32.50	32.50	32.50	32.50	22.23	11.35	7.57	5.68	4.54	3.78	2.27
-20	32.50	32.50	32.50	32.50	22.68	11.35	7.57	5.68	4.54	3.78	2.27
-30	32.50	32.50	32.50	32.50	22.70	11.35	7.57	5.68	4.54	3.78	2.27
-40	32.50	32.50	32.50	32.50	22.70	11.35	7.57	5.68	4.54	3.78	2.27

T30D	APRR _{TC} (MPa/min)										
TVL ≤ 250	V _{VFS} (L)										
T _{amb} (°C)	49.7	99.4	174	248.6	500	1000	1500	2000	2500	3000	5000
50	2.21	3.14	3.08	2.79	3.32	3.09	2.64	2.45	2.22	2.03	1.55
45	4.41	5.31	5.15	4.72	4.95	4.16	3.44	3.00	2.72	2.48	1.90
40	6.84	7.87	7.52	6.83	6.54	5.14	4.16	3.57	3.22	2.93	2.26
35	7.57	8.47	7.96	7.17	6.74	5.24	4.22	3.62	3.26	2.98	2.27
30	9.94	10.75	9.93	8.80	7.84	5.87	4.70	4.03	3.62	3.30	2.27
25	12.74	13.30	12.03	10.49	8.92	6.48	5.18	4.45	3.98	3.64	2.27
20	15.95	16.07	14.25	12.22	9.99	7.10	5.69	4.89	4.35	3.78	2.27
15	19.00	18.53	16.14	13.63	10.84	7.60	6.09	5.23	4.54	3.78	2.27
10	22.30	21.12	18.07	15.07	11.62	8.12	6.50	5.59	4.54	3.78	2.27
5	27.58	25.35	21.35	17.53	13.07	9.12	7.29	5.68	4.54	3.78	2.27
0	32.50	29.74	24.69	20.04	14.59	10.16	7.57	5.68	4.54	3.78	2.27
-10	32.50	32.46	26.31	21.02	14.92	10.33	7.57	5.68	4.54	3.78	2.27
-20	32.50	32.50	28.04	22.05	15.25	10.51	7.57	5.68	4.54	3.78	2.27
-30	32.50	32.50	29.91	23.14	15.60	10.69	7.57	5.68	4.54	3.78	2.27
-40	32.50	32.50	31.94	24.29	15.95	10.87	7.57	5.68	4.54	3.78	2.27

T20D	APRR _{TC} (MPa/min)										
TVL ≤ 250	V _{VFS} (L)										
T _{amb} (°C)	49.7	99.4	174	248.6	500	1000	1500	2000	2500	3000	5000
50	1.02	1.23	1.01	0.74	1.12	1.22	1.18	1.27	1.22	1.18	1.00
45	2.56	2.56	2.11	1.75	2.03	2.03	1.87	1.84	1.71	1.61	1.28
40	4.16	3.94	3.27	2.77	2.98	2.80	2.50	2.30	2.11	1.95	1.56
35	4.61	4.23	3.48	2.95	3.12	2.90	2.58	2.35	2.16	1.99	1.60
30	6.01	5.41	4.44	3.76	3.84	3.43	2.99	2.65	2.42	2.24	1.81
25	7.65	6.76	5.51	4.66	4.60	3.96	3.35	2.95	2.69	2.49	2.03
20	9.56	8.29	6.70	5.65	5.39	4.45	3.71	3.26	2.97	2.76	2.25
15	11.42	9.70	7.77	6.50	6.03	4.81	3.99	3.52	3.20	2.97	2.27
10	13.53	11.25	8.92	7.40	6.68	5.17	4.29	3.78	3.44	3.20	2.27
5	17.23	14.08	11.06	9.09	7.84	5.86	4.87	4.30	3.90	3.62	2.27
0	21.38	17.23	13.42	10.90	8.94	6.60	5.49	4.85	4.38	3.78	2.27
-10	24.47	18.94	14.39	11.52	9.15	6.73	5.59	4.94	4.45	3.78	2.27
-20	27.92	20.82	15.44	12.16	9.37	6.85	5.70	5.03	4.53	3.78	2.27
-30	31.74	22.86	16.55	12.83	9.59	6.98	5.80	5.12	4.54	3.78	2.27
-40	32.50	25.09	17.74	13.52	9.81	7.11	5.91	5.17	4.54	3.78	2.27

表 B-2-2 APRR_{TC} (FM90S) 250 < TVL ≤ 800 T40D、T30D、T20D

T40D	APRR _{TC} (MPa/min)										
250 < TVL ≤ 800	V _{VFS} (L)										
T _{amb} (°C)	49.7	99.4	174	248.6	500	1000	1500	2000	2500	3000	5000
50	4.25	7.32	8.85	8.87	6.86	5.12	4.18	3.56	3.08	2.76	1.98
45	7.43	11.35	12.73	12.08	8.75	6.17	4.90	4.11	3.57	3.20	2.27
40	11.36	15.81	16.59	15.09	10.49	7.20	5.59	4.67	4.07	3.65	2.27
35	12.68	16.98	17.39	15.61	10.73	7.31	5.63	4.70	4.09	3.67	2.27
30	16.54	20.56	20.20	17.72	11.94	7.94	6.11	5.09	4.44	3.78	2.27
25	20.81	24.19	22.99	19.79	13.16	8.58	6.60	5.49	4.54	3.78	2.27
20	25.33	27.85	25.77	21.88	14.40	9.23	7.10	5.68	4.54	3.78	2.27
15	29.38	30.98	28.11	23.63	15.40	9.75	7.49	5.68	4.54	3.78	2.27
10	32.50	32.50	30.53	25.43	16.32	10.27	7.57	5.68	4.54	3.78	2.27
5	32.50	32.50	32.50	28.54	18.03	11.28	7.57	5.68	4.54	3.78	2.27
0	32.50	32.50	32.50	31.82	19.80	11.35	7.57	5.68	4.54	3.78	2.27
-10	32.50	32.50	32.50	32.50	20.23	11.35	7.57	5.68	4.54	3.78	2.27
-20	32.50	32.50	32.50	32.50	20.67	11.35	7.57	5.68	4.54	3.78	2.27
-30	32.50	32.50	32.50	32.50	21.12	11.35	7.57	5.68	4.54	3.78	2.27
-40	32.50	32.50	32.50	32.50	21.59	11.35	7.57	5.68	4.54	3.78	2.27

T30D	APRR _{TC} (MPa/min)										
250 < TVL ≤ 800	V _{VFS} (L)										
T _{amb} (°C)	49.7	99.4	174	248.6	500	1000	1500	2000	2500	3000	5000
50	2.21	3.14	3.08	2.79	2.30	2.34	2.24	2.15	1.94	1.79	1.36
45	4.41	5.31	5.15	4.72	3.71	3.34	2.93	2.65	2.35	2.14	1.63
40	6.84	7.87	7.52	6.83	5.15	4.26	3.56	3.10	2.75	2.50	1.91
35	7.57	8.47	7.96	7.17	5.34	4.36	3.61	3.12	2.77	2.53	1.94
30	9.94	10.75	9.93	8.80	6.37	4.95	3.99	3.44	3.06	2.79	2.13
25	12.74	13.30	12.03	10.49	7.40	5.45	4.38	3.76	3.35	3.05	2.27
20	15.95	16.07	14.25	12.22	8.42	5.96	4.78	4.09	3.64	3.32	2.27
15	19.00	18.53	16.14	13.63	9.23	6.36	5.09	4.36	3.88	3.54	2.27
10	22.30	21.12	18.07	15.07	10.04	6.78	5.41	4.62	4.12	3.75	2.27
5	27.58	25.35	21.35	17.53	11.40	7.58	6.05	5.15	4.54	3.78	2.27
0	32.50	29.74	24.69	20.04	12.77	8.42	6.70	5.68	4.54	3.78	2.27
-10	32.50	32.46	26.31	21.02	13.07	8.54	6.78	5.68	4.54	3.78	2.27
-20	32.50	32.50	28.04	22.05	13.39	8.66	6.86	5.68	4.54	3.78	2.27
-30	32.50	32.50	29.91	23.14	13.71	8.78	6.94	5.68	4.54	3.78	2.27
-40	32.50	32.50	31.94	24.29	14.04	8.90	7.02	5.68	4.54	3.78	2.27

T20D	APRR _{TC} (MPa/min)										
250 < TVL ≤ 800	V _{VFS} (L)										
T _{amb} (°C)	49.7	99.4	174	248.6	500	1000	1500	2000	2500	3000	5000
50	1.02	1.23	1.01	0.74	0.62	0.78	0.89	0.99	0.97	0.97	0.87
45	2.56	2.56	2.11	1.75	1.35	1.44	1.42	1.45	1.39	1.33	1.08
40	4.16	3.94	3.27	2.77	2.10	2.06	1.94	1.87	1.73	1.61	1.28
35	4.61	4.23	3.48	2.95	2.22	2.14	2.00	1.92	1.76	1.64	1.31
30	6.01	5.41	4.44	3.76	2.80	2.57	2.35	2.17	1.97	1.82	1.46
25	7.65	6.76	5.51	4.66	3.42	3.02	2.69	2.40	2.18	2.02	1.62
20	9.56	8.29	6.70	5.65	4.08	3.46	2.99	2.64	2.39	2.22	1.78
15	11.42	9.70	7.77	6.50	4.64	3.80	3.22	2.83	2.57	2.38	1.92
10	13.53	11.25	8.92	7.40	5.21	4.11	3.45	3.02	2.74	2.54	2.05
5	17.23	14.08	11.06	9.09	6.27	4.68	3.89	3.41	3.09	2.87	2.27
0	21.38	17.23	13.42	10.90	7.37	5.27	4.36	3.81	3.47	3.22	2.27
-10	24.47	18.94	14.39	11.52	7.57	5.35	4.42	3.86	3.51	3.26	2.27
-20	27.92	20.82	15.44	12.16	7.78	5.43	4.48	3.91	3.55	3.30	2.27
-30	31.74	22.86	16.55	12.83	7.98	5.51	4.54	3.95	3.60	3.34	2.27
-40	32.50	25.09	17.74	13.52	8.20	5.59	4.60	4.00	3.64	3.38	2.27

表 B-2-3 ε 值 (FM90S)

T_{amb}	$P_{initial}$ (MPa)														
	0.5	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	≥ 15
50	1.28	1.18	1.11	1.05	1.00	0.96	0.93	0.89	0.86	0.83	0.80	0.77	0.74	0.72	0.69
45	1.28	1.17	1.11	1.05	1.00	0.96	0.92	0.89	0.86	0.82	0.79	0.76	0.74	0.71	0.71
40	1.28	1.17	1.11	1.05	1.00	0.96	0.92	0.89	0.85	0.82	0.79	0.76	0.74	0.73	0.73
35	1.28	1.17	1.11	1.05	1.00	0.96	0.92	0.89	0.85	0.82	0.79	0.76	0.74	0.74	0.74
30	1.28	1.17	1.11	1.05	1.00	0.96	0.92	0.88	0.85	0.82	0.79	0.76	0.76	0.76	0.76
25	1.29	1.18	1.11	1.05	1.00	0.96	0.92	0.88	0.85	0.81	0.78	0.77	0.77	0.77	0.77
20	1.31	1.19	1.12	1.06	1.00	0.96	0.91	0.88	0.84	0.81	0.77	0.77	0.77	0.77	0.77
15	1.33	1.20	1.13	1.06	1.00	0.95	0.91	0.87	0.83	0.80	0.78	0.78	0.78	0.78	0.78
10	1.35	1.21	1.13	1.06	1.00	0.95	0.91	0.86	0.82	0.79	0.78	0.78	0.78	0.78	0.78
5	1.38	1.23	1.14	1.07	1.00	0.95	0.90	0.86	0.82	0.79	0.79	0.79	0.79	0.79	0.79
0	1.40	1.24	1.15	1.07	1.00	0.95	0.90	0.85	0.81	0.79	0.79	0.79	0.79	0.79	0.79
-10	1.43	1.25	1.16	1.07	1.00	0.95	0.90	0.85	0.81	0.79	0.79	0.79	0.79	0.79	0.79
-20	1.43	1.25	1.16	1.07	1.00	0.95	0.90	0.85	0.81	0.79	0.79	0.79	0.79	0.79	0.79
-30	1.41	1.25	1.15	1.07	1.00	0.95	0.91	0.86	0.82	0.79	0.79	0.79	0.79	0.79	0.79
-40	1.43	1.26	1.16	1.07	1.00	0.95	0.90	0.86	0.82	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80

表 B-2-4 目標压力 (P_{target}) (FM90S)

外氣溫度 (°C)	目標压力 (MPa)											
	初期压力 (MPa)											
	0.5	2	5	10	15	20	30	40	50	60	70	>70
>50	充填不可	充填不可	充填不可	充填不可	充填不可	充填不可	充填不可	充填不可	充填不可	充填不可	充填不可	充填不可
50	73.6	72.6	72.6	72.2	71.9	71.9	71.5	71.2	71.0	71.2	71.9	充填不可
45	73.1	72.2	72.6	71.8	71.6	71.5	71.2	71.0	70.9	71.1	71.9	充填不可
40	71.3	71.8	72.2	71.4	71.2	71.2	70.9	70.8	70.8	71.1	71.9	充填不可
35	71.4	71.3	71.3	71.1	70.9	70.8	70.6	70.6	70.7	71.0	71.9	充填不可
30	70.5	71.0	71.0	70.2	70.0	69.9	69.6	69.5	69.6	69.9	70.8	充填不可
25	68.6	69.7	69.6	69.3	69.0	68.9	68.6	68.4	68.5	68.8	充填不可	充填不可
20	67.1	68.9	68.8	68.4	68.1	67.9	67.5	67.4	67.4	67.7	充填不可	充填不可
10	64.7	67.8	67.3	66.3	65.9	65.6	65.1	64.7	64.5	64.6	充填不可	充填不可
0	60.4	67.3	66.8	65.9	64.9	64.0	63.4	63.0	62.9	63.2	充填不可	充填不可
-10	60.4	66.8	66.3	65.4	64.5	63.5	61.5	60.8	60.6	60.9	充填不可	充填不可
-20	60.0	66.3	65.8	65.0	64.1	63.0	61.2	59.4	57.5	充填不可	充填不可	充填不可
-30	60.2	65.8	65.3	64.5	63.7	62.7	61.0	59.3	57.5	充填不可	充填不可	充填不可
-40	60.2	65.3	64.8	64.1	63.3	62.4	60.7	59.1	57.5	充填不可	充填不可	充填不可
<-40	充填不可	充填不可	充填不可	充填不可	充填不可	充填不可	充填不可	充填不可	充填不可	充填不可	充填不可	充填不可

表 B-2-5 制限压力 (P_{limit}) (FM90S)

外気温度 (°C)	制限压力 (MPa)									
	初期压力 (MPa)									
	≤5	10	15	20	30	40	50	60	70	>70
>50	充填不可	充填不可	充填不可	充填不可	充填不可	充填不可	充填不可	充填不可	充填不可	充填不可
50	81.2			86.2	85.4	84.5	83.4	82.2	80.9	充填不可
45				86.2	85.2	84.1	82.8	81.4	79.6	充填不可
40				85.9	84.6	83.3	81.8	80.2	78.1	充填不可
35				85.9	84.6	83.2	81.7	80.1	78.1	充填不可
30				85.6	84.2	82.6	81.0	79.2	77.1	充填不可
25				85.3	83.7	82.0	80.2	78.3	76.0	充填不可
20				84.7	83.0	81.2	79.3	77.4	75.0	充填不可
10				83.9	82.0	80.0	78.0	75.9	73.4	充填不可
0				82.3	80.0	77.7	75.4	72.9	充填不可	充填不可
-10				82.1	79.8	77.5	75.2	72.8	充填不可	充填不可
-20				81.9	79.6	77.3	75.0	72.6	充填不可	充填不可
-30				81.7	79.4	77.1	74.8	72.4	充填不可	充填不可
-40				81.4	79.2	76.9	74.6	72.3	充填不可	充填不可
<-40	充填不可	充填不可	充填不可	充填不可	充填不可	充填不可	充填不可	充填不可	充填不可	充填不可

B-3 FM180T の場合に用いる表

表 B-3-1 APRR_{TC} (FM180T) TVL ≤ 250 T40D、T30D、T20D

T40D	APRR _{TC} (MPa/min)							
TVL ≤ 250	V _{VFS} (L)							
T _{amb} (°C)	248.6	500	1000	1500	2000	2500	3000	5000
50	6.58	9.10	8.48	6.86	5.84	5.08	4.57	3.40
45	10.73	12.45	10.25	8.15	6.91	6.01	5.40	4.00
40	15.07	15.59	11.94	9.44	8.00	6.95	6.25	4.54
35	16.03	16.13	12.14	9.57	8.10	7.04	6.32	4.54
30	19.25	18.32	13.35	10.49	8.88	7.71	6.92	4.54
25	22.41	20.48	14.58	11.44	9.68	8.40	7.54	4.54
20	25.54	22.64	15.83	12.40	10.49	9.08	7.57	4.54
15	28.13	24.44	16.86	13.18	11.14	9.08	7.57	4.54
10	30.77	26.31	17.90	13.97	11.35	9.08	7.57	4.54
5	32.50	29.52	19.81	15.13	11.35	9.08	7.57	4.54
0	32.50	32.50	21.80	15.13	11.35	9.08	7.57	4.54
-10	32.50	32.50	22.31	15.13	11.35	9.08	7.57	4.54
-20	32.50	32.50	22.70	15.13	11.35	9.08	7.57	4.54
-30	32.50	32.50	22.70	15.13	11.35	9.08	7.57	4.54
-40	32.50	32.50	22.70	15.13	11.35	9.08	7.57	4.54

T30D	APRR _{TC} (MPa/min)							
TVL ≤ 250	V _{VFS} (L)							
T _{amb} (°C)	248.6	500	1000	1500	2000	2500	3000	5000
50	1.87	2.93	3.66	3.45	3.23	2.98	2.79	2.24
45	3.65	4.81	5.24	4.67	4.20	3.79	3.48	2.72
40	5.75	6.94	6.76	5.78	5.09	4.53	4.15	3.22
35	6.19	7.28	6.92	5.89	5.17	4.60	4.21	3.27
30	8.06	8.97	7.95	6.63	5.77	5.13	4.68	3.63
25	10.16	10.71	8.95	7.36	6.39	5.67	5.17	4.00
20	12.46	12.51	9.93	8.11	7.03	6.23	5.68	4.38
15	14.46	13.98	10.72	8.71	7.54	6.68	6.09	4.54
10	16.57	15.46	11.51	9.33	8.07	7.15	6.51	4.54
5	20.14	18.01	12.99	10.50	9.08	8.03	7.31	4.54
0	23.80	20.61	14.56	11.74	10.15	8.96	7.57	4.54
-10	25.64	21.62	14.94	12.00	10.35	9.08	7.57	4.54
-20	27.59	22.68	15.33	12.26	10.56	9.08	7.57	4.54
-30	29.68	23.81	15.73	12.53	10.77	9.08	7.57	4.54
-40	31.93	25.00	16.14	12.80	10.98	9.08	7.57	4.54

T20D	APRR _{TC} (MPa/min)							
TVL ≤ 250	V _{VFS} (L)							
T _{amb} (°C)	248.6	500	1000	1500	2000	2500	3000	5000
50	0.44	0.93	1.27	1.32	1.37	1.37	1.38	1.33
45	1.40	1.85	2.18	2.16	2.13	2.06	2.00	1.74
40	2.36	2.84	3.13	3.01	2.87	2.70	2.56	2.12
35	2.56	3.01	3.25	3.11	2.95	2.77	2.62	2.16
30	3.37	3.81	3.97	3.70	3.44	3.19	2.99	2.42
25	4.28	4.71	4.70	4.29	3.93	3.60	3.35	2.69
20	5.32	5.71	5.46	4.87	4.41	4.01	3.71	2.98
15	6.27	6.57	6.06	5.33	4.78	4.33	4.00	3.21
10	7.33	7.49	6.67	5.79	5.15	4.65	4.30	3.45
5	9.33	9.23	7.79	6.62	5.85	5.28	4.88	3.92
0	11.62	11.08	8.91	7.47	6.60	5.95	5.50	4.41
-10	12.64	11.71	9.16	7.65	6.74	6.08	5.61	4.49
-20	13.73	12.37	9.42	7.83	6.89	6.20	5.73	4.54
-30	14.91	13.06	9.68	8.00	7.04	6.33	5.84	4.54
-40	16.19	13.77	9.94	8.19	7.19	6.46	5.95	4.54

表 B-3-2 APRR_{TC} (FM180T) 250 < TVL ≤ 800 T40D、T30D、T20D

T40D	APRR _{TC} (MPa/min)							
250 < TVL ≤ 800	V _{VFS} (L)							
T _{amb} (°C)	248.6	500	1000	1500	2000	2500	3000	5000
50	6.58	7.04	7.08	6.19	5.35	4.67	4.22	3.13
45	10.73	10.22	8.76	7.37	6.25	5.45	4.91	3.62
40	15.07	13.29	10.33	8.48	7.15	6.23	5.60	4.12
35	16.03	13.85	10.53	8.57	7.22	6.28	5.65	4.14
30	19.25	16.02	11.62	9.34	7.86	6.83	6.13	4.49
25	22.41	18.13	12.72	10.13	8.51	7.38	6.61	4.54
20	25.54	20.23	13.85	10.93	9.16	7.94	7.09	4.54
15	28.13	21.96	14.77	11.56	9.68	8.39	7.47	4.54
10	30.77	23.72	15.71	12.21	10.21	8.84	7.57	4.54
5	32.50	26.73	17.43	13.42	11.22	9.08	7.57	4.54
0	32.50	29.89	19.21	14.68	11.35	9.08	7.57	4.54
-10	32.50	31.40	19.73	14.91	11.35	9.08	7.57	4.54
-20	32.50	32.50	20.26	15.13	11.35	9.08	7.57	4.54
-30	32.50	32.50	20.79	15.13	11.35	9.08	7.57	4.54
-40	32.50	32.50	21.35	15.13	11.35	9.08	7.57	4.54

T30D	APRR _{TC} (MPa/min)							
250 < TVL ≤ 800	V _{VFS} (L)							
T _{amb} (°C)	248.6	500	1000	1500	2000	2500	3000	5000
50	1.87	1.89	2.53	2.79	2.72	2.55	2.43	2.00
45	3.65	3.38	3.83	3.87	3.55	3.26	3.03	2.39
40	5.75	5.10	5.16	4.85	4.33	3.90	3.59	2.78
35	6.19	5.39	5.31	4.93	4.39	3.95	3.62	2.81
30	8.06	6.83	6.25	5.58	4.90	4.38	4.01	3.09
25	10.16	8.38	7.18	6.21	5.41	4.82	4.40	3.38
20	12.46	10.02	8.10	6.84	5.93	5.26	4.80	3.68
15	14.46	11.40	8.83	7.33	6.34	5.62	5.12	3.91
10	16.57	12.82	9.55	7.83	6.76	5.98	5.44	4.15
5	20.14	15.28	10.87	8.79	7.56	6.69	6.06	4.54
0	23.80	17.77	12.23	9.79	8.41	7.42	6.71	4.54
-10	25.64	18.78	12.58	9.97	8.54	7.53	6.78	4.54
-20	27.59	19.83	12.95	10.15	8.68	7.63	6.86	4.54
-30	29.68	20.93	13.33	10.33	8.81	7.74	6.93	4.54
-40	31.93	22.08	13.72	10.52	8.95	7.85	7.01	4.54

T20D	APRR _{TC} (MPa/min)							
250 < TVL ≤ 800	V _{VFS} (L)							
T _{amb} (°C)	248.6	500	1000	1500	2000	2500	3000	5000
50	0.44	0.45	0.77	0.96	1.05	1.06	1.10	1.10
45	1.40	1.19	1.42	1.60	1.62	1.59	1.58	1.44
40	2.36	1.94	2.11	2.24	2.19	2.11	2.04	1.76
35	2.56	2.08	2.20	2.31	2.25	2.16	2.09	1.79
30	3.37	2.69	2.74	2.78	2.65	2.52	2.40	2.00
25	4.28	3.37	3.31	3.25	3.06	2.87	2.70	2.20
20	5.32	4.14	3.92	3.74	3.46	3.21	3.00	2.42
15	6.27	4.83	4.42	4.13	3.78	3.48	3.24	2.59
10	7.33	5.57	4.94	4.51	4.09	3.74	3.47	2.76
5	9.33	7.00	5.91	5.23	4.68	4.24	3.92	3.11
0	11.62	8.60	6.92	5.96	5.27	4.76	4.40	3.49
-10	12.64	9.17	7.16	6.08	5.36	4.84	4.45	3.53
-20	13.73	9.77	7.40	6.20	5.46	4.92	4.51	3.57
-30	14.91	10.41	7.64	6.32	5.55	4.99	4.57	3.61
-40	16.19	11.08	7.89	6.44	5.64	5.07	4.63	3.65

表 B-3-3 ε 值 (FM180T)

T_{amb}	$P_{initial}$ (MPa)														
	0.5	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	≥ 15
50	1.30	1.19	1.12	1.06	1.00	0.96	0.92	0.88	0.85	0.81	0.78	0.75	0.72	0.70	0.67
45	1.32	1.20	1.12	1.06	1.00	0.96	0.92	0.88	0.84	0.81	0.78	0.75	0.72	0.69	0.68
40	1.34	1.21	1.13	1.06	1.00	0.96	0.92	0.88	0.84	0.81	0.78	0.75	0.72	0.70	0.70
35	1.36	1.22	1.14	1.07	1.00	0.96	0.92	0.88	0.84	0.81	0.78	0.75	0.72	0.72	0.72
30	1.38	1.23	1.14	1.07	1.00	0.96	0.92	0.88	0.84	0.81	0.78	0.75	0.73	0.73	0.73
25	1.40	1.24	1.15	1.07	1.00	0.96	0.91	0.88	0.84	0.80	0.77	0.75	0.75	0.75	0.75
20	1.42	1.25	1.16	1.07	1.00	0.95	0.91	0.87	0.83	0.80	0.77	0.76	0.76	0.76	0.76
15	1.44	1.26	1.16	1.08	1.00	0.95	0.91	0.87	0.83	0.79	0.77	0.77	0.77	0.77	0.77
10	1.46	1.27	1.17	1.08	1.00	0.95	0.90	0.86	0.82	0.78	0.77	0.77	0.77	0.77	0.77
5	1.48	1.28	1.17	1.08	1.00	0.95	0.90	0.86	0.81	0.78	0.78	0.78	0.78	0.78	0.78
0	1.49	1.29	1.18	1.08	1.00	0.95	0.90	0.85	0.81	0.79	0.79	0.79	0.79	0.79	0.79
-10	1.51	1.30	1.18	1.08	1.00	0.94	0.89	0.85	0.80	0.79	0.79	0.79	0.79	0.79	0.79
-20	1.50	1.29	1.18	1.08	1.00	0.95	0.90	0.85	0.81	0.79	0.79	0.79	0.79	0.79	0.79
-30	1.50	1.29	1.18	1.08	1.00	0.95	0.90	0.86	0.82	0.79	0.79	0.79	0.79	0.79	0.79
-40	1.50	1.29	1.18	1.08	1.00	0.95	0.90	0.86	0.82	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80

表 B-3-4 目標压力 (P_{target}) (FM180T)

外氣溫度 (°C)	目標压力 (MPa)											
	初期压力 (MPa)											
	0.5	2	5	10	15	20	30	40	50	60	70	>70
>50	充填不可	充填不可	充填不可	充填不可	充填不可	充填不可	充填不可	充填不可	充填不可	充填不可	充填不可	充填不可
50	73.6	72.6	72.6	72.2	71.9	71.9	71.5	71.2	71.0	71.2	71.9	充填不可
45	73.1	72.2	72.6	71.8	71.6	71.5	71.2	71.0	70.9	71.1	71.9	充填不可
40	71.3	71.8	72.2	71.4	71.2	71.2	70.9	70.8	70.8	71.1	71.9	充填不可
35	71.4	71.3	71.3	71.1	70.9	70.8	70.6	70.6	70.7	71.0	71.9	充填不可
30	70.5	71.0	71.0	70.2	70.0	69.9	69.6	69.5	69.6	69.9	70.8	充填不可
25	68.6	69.7	69.6	69.3	69.0	68.9	68.6	68.4	68.5	68.8	充填不可	充填不可
20	67.1	68.9	68.8	68.4	68.1	67.9	67.5	67.4	67.4	67.7	充填不可	充填不可
10	64.7	67.8	67.3	66.3	65.9	65.6	65.1	64.7	64.5	64.6	充填不可	充填不可
0	60.4	67.3	66.8	65.9	64.9	64.0	63.4	63.0	62.9	63.2	充填不可	充填不可
-10	60.4	66.8	66.3	65.4	64.5	63.5	61.5	60.8	60.6	60.9	充填不可	充填不可
-20	60.0	66.3	65.8	65.0	64.1	63.0	61.2	59.4	57.5	57.5	充填不可	充填不可
-30	60.2	65.8	65.3	64.5	63.7	62.7	61.0	59.3	57.5	57.5	充填不可	充填不可
-40	60.2	65.3	64.8	64.1	63.3	62.4	60.7	59.1	57.5	57.5	充填不可	充填不可
<-40	充填不可	充填不可	充填不可	充填不可	充填不可	充填不可	充填不可	充填不可	充填不可	充填不可	充填不可	充填不可

表 B-3-5 制限压力 (P_{limit}) (FM180T)

外気温度 (°C)	制限压力 (MPa)									
	初期压力 (MPa)									
	≤5	10	15	20	30	40	50	60	70	>70
>50	充填不可	充填不可	充填不可	充填不可	充填不可	充填不可	充填不可	充填不可	充填不可	充填不可
50	81.2			86.2	85.4	84.5	83.4	82.2	80.9	充填不可
45				86.2	85.2	84.1	82.8	81.4	79.6	充填不可
40				85.9	84.6	83.3	81.8	80.2	78.1	充填不可
35				85.9	84.6	83.2	81.7	80.1	78.1	充填不可
30				85.6	84.2	82.6	81.0	79.2	77.1	充填不可
25				85.3	83.7	82.0	80.2	78.3	76.0	充填不可
20				84.7	83.0	81.2	79.3	77.4	75.0	充填不可
10				83.9	82.0	80.0	78.0	75.9	73.4	充填不可
0				82.3	80.0	77.7	75.4	72.9	充填不可	充填不可
-10				82.1	79.8	77.5	75.2	72.8	充填不可	充填不可
-20				81.9	79.6	77.3	75.0	72.6	充填不可	充填不可
-30				81.7	79.4	77.1	74.8	72.4	充填不可	充填不可
-40				81.4	79.2	76.9	74.6	72.3	充填不可	充填不可
<-40	充填不可	充填不可	充填不可	充填不可	充填不可	充填不可	充填不可	充填不可	充填不可	充填不可

JPEC-S 0003-3 (2025) 圧縮水素充填技術基準 (MF ツインノズル充填方式)
2026 年 3 月 31 日 発行

発行 一般財団法人カーボンニュートラル燃料技術センター (JPEC)
<http://www.pecj.or.jp>

※ 無断転載禁止