

70MPa圧縮水素自動車燃料装置用容器の技術基準に関する意見聴取会（第2回）

【日時】平成25年1月30日（水）10:00～12:00

【場所】経済産業省別館5階 513共用会議室

【議事】

1. 前回意見聴取会における各委員からの意見の整理等
2. その他

【議事内容】

○川原 高压ガス保安室長　それでは、定刻となりましたので、ただいまから第2回「70MPa圧縮水素自動車燃料装置用容器の技術基準に関する意見聴取会」を開催させていただきます。

本日は、ご多忙の中、委員の先生方にはご出席を賜りまして、まことにありがとうございます。今日は、前回に引き続き高压ガス保安協会、日本自動車工業会、それから、本日、水素の透過、技術的な説明のために、一般財団法人日本自動車研究所の三枝様、三石様にもご出席を頂いております。

本日は、前回の意見聴取会第1回で頂きましたご質問に対するご回答、それから、大変短時間で申しわけなかったのですけれども、その後、委員の先生方には追加のご質問ということでお願いをしております、そのときに頂いたものもございますので、それもあわせてご回答を申し上げたいと思っておりますのでございます。

それでは、以降の進行につきましては辻先生にお願いいたします。

○辻委員　それでは、ただいまより、第2回の「70MPa圧縮水素自動車燃料装置用容器の技術基準に関する意見聴取会」を開催いたします。

議事に入る前に、事務局から配付資料の確認をお願いいたします。

○立松 専門職　配付資料の確認をさせていただきます。

まず、座席表がございます。次に、本日の議事次第です。その次に配付資料の一覧をつけさせていただきます。資料1が委員名簿でございます。資料2が「前回の指摘及び回答について」という資料でございます。資料3が、「意見聴取会以後に追加で頂いたご意見への回答」という資料でございます。資料4が「水素ガス透過試験」、これは日本自動車研究所様のお名前をつけさせていただいている資料でございます。資料5、「容器の充填時の温度分布及び熱応力」で、これも日本自動車研究所様のお名前をつけさせていただいている

資料でございます。続きまして参考1、前回の議事要旨でございます。参考2が、前回の資料6の訂正についてということで配付させていただいております。

不足ある方は、ご連絡いただきますようお願いいたします。なお、委員の方には、前日も配付させていただきました「KHKS」も配付させていただいております。

以上でございます。

○辻委員 資料のほうはよろしいでしょうか。

それでは、進めさせていただきます。

本題に入ります前に、参考2について説明させていただきます。

これは、前回配付させていただきました資料6「70MPa圧縮水素自動車燃料装置用容器に係る技術基準の策定について」に対する竹花委員からの修正のコメントに基づき修正させていただいたものです。これにつきまして、先に事務局のほうから説明していただきたいと思っております。お願いします。

○名倉係長 それでは、お手元の資料の一番後ろにつけさせていただいております参考資料2についてご説明申し上げます。

この資料は、前回の意見聴取会で用いた資料6という資料なのですが、委員の方から2点ご指摘を頂いております。1点目は、参考2の2ページ目の(2)の上の辺に、前回の資料であればプラスチックライナー、容器の概要図を付けていたのですが、こちらは例として付けていたのですが、保護層としてグラスファイバーが付けられていたような図でございまして、こちらが必ず付けなきゃいけないような誤解を招くのではないかというご指摘が1点ございましたので、こちらにつきましては図のほうを削除させていただいております。

2点目のご指摘ですけれども、この資料の一番後ろの6ページでございます。こちらの上の段の「方向性(案)」のところでございますけれども、容器再検査において耐圧試験を不要とするという理由についてのご指摘でございました。そのご指摘を受けまして、アンダーラインの部分を追加させていただいております。アンダーラインの部分といたしましては、読み上げさせていただきますけれども、「また」以下です。「また、燃料として用いられる水素は、高純度であることと、使用材料を水素による脆化を起こさない材料に限定していることから、腐食による減肉等の容器内面に生じる可能性はない。さらに、熱影響等については、前述のとおり、車両の内部に組み込まれた状態で当該容器は使用されることから、通常の使用状態で大きな影響を受ける可能性はなく、火災等により熱影響があった場合には、外観検

査によりその判断が可能である。」ということで、耐圧試験を不要とする理由について追加させていただきます。

以上でございます。

○辻委員　ありがとうございます。

修正箇所、ご確認いただけましたでしょうか。よろしいでしょうか。

ありがとうございました。

それでは、本題に入りたいと思います。

前回、日本自動車工業会及び事務局から、70MPa圧縮水素自動車燃料装置用容器の安全対策及び技術基準等について説明がありまして、これに対して、委員からご質問等がございました。その際、次回——つまり今回ですけれども、回答させていただくとした項目は2つございました。

1つ目は、委員からプラスチックライナーの劣化及び透過のデータは取得しているかとの質問があり、事務局から整理して回答することになっています。

2つ目は、委員から、プレクールされた水素が車両の容器に充填された際、容器内に生じた温度分布により熱応力が発生することについての影響は考慮しているかとの質問があり、これも事務局から、整理して次回回答したいとのことでした。

また、堀口委員から後日、追加のコメントを事務局のほうに送付いただいております。

これらにつきましてご説明するという形で本日は進めさせていただきたいと思います。この進め方につきまして、ご異存ございませんでしょうか。よろしいでしょうか。

それでは、最初に、前回、委員からご質問のありました「プラスチックライナーの劣化及び透過のデータ」、それから「水素が車両の容器に充填された際、容器内に生じた温度分布による熱応力」につきまして、資料2に基づき、事務局から説明をお願いいたします。

○小田課長補佐　それでは、資料2に基づきご説明いたします。前回、委員から頂きましたご指摘と当方の回答についてご説明させていただきます。

まず、資料2の指摘1、プラスチックライナーの使用材料と劣化等についてということで、KHKS0128については、プラスチックライナーの使用材料については特に規定がないが、規定する必要はないか、という点。それから、プラスチックライナーの劣化及びそれに伴う透過量の変化についてのデータはあるか、という点でございます。

これにつきまして回答としましては、容器保安規則の製造の方法の基準として、容器は、充てんする高圧ガスの種類、充てん圧力、使用温度及び使用される環境に応じた適切な材料

を使用して製造することと定められております。

こうした中で、金属については、これまでNEDO事業における実験や実証等で、水素の影響がある材料が現時点で判明しており、こうしたことから明示的な使用材料を規定しています。他方、プラスチックライナーについては、例示基準の別添9（圧縮天然ガス自動車燃料装置用容器の技術基準の解釈）及びJARI S001（圧縮水素自動車燃料装置用容器の技術基準）等においても同様の材料規定となっておりますが、これまでプラスチックライナーの劣化等の不具合等は報告されておられません。

また、容器検査（容器製造時の検査）では、ガス透過試験等により、合格基準を満たさないものは排除されます。あと、容器検査後、車検のタイミングなのですけれども、4年後と2年・2年の容器再検査の漏えい試験では、水素濃度0.03%が検知できる高感度のガス検知器の使用の義務づけを予定しており、当該検知器を使用すれば、劣化に伴い水素の透過量が増加した場合は把握が可能と考えます。

それから、KHKにおいても不具合等の報告は受けてございません。

あと、NEDO事業において、水素透過試験に係る検討を行ってございます。

これは資料4で、追って自動車研究所の方からご紹介していただければと考えております。

指摘事項の2番目につきましては、プラスチックライナーを使用した容器の急速充てん時の容器の安全性について。これはプレクールによる -40°C とか、そういう温度の配慮についてでございます。

1点目、急速充てん時、容器の中は均一の温度とはならない。容器の中で大きな温度差があると、それによって生じる熱応力によって、しわやクラックが発生するといった懸念がある。これらの影響は考慮されているか。

これにつきまして回答としましては、プラスチックライナーの急速充てん時の影響については、NEDO事業や各社ベースの実験の中で評価されており、その結果が各社の容器の設計に活かされています。こうした中、これまでの実験や実証等において、容器に関し問題が発生したという報告はございません。

NEDO事業における容器の充てん時の温度分布及び熱応力に係る検討を行っておりますということで、これにつきましても、日本自動車研究所のほうから資料5でご紹介していただければと考えております。

以上でございます。

○辻委員　ありがとうございました。

なお、ご質問等につきましては、次の資料3から資料5の説明の後にまとめてお願いしたいと思っております。

資料3につきましては、堀口委員から追加でいただいたコメントにつき、事務局が考え方をまとめたものです。

それでは、資料3について、事務局から説明をお願いいたします。

○小田課長補佐　それでは、資料3に基づき説明いたします。資料3につきましては、6つご意見をいただいております。

まず、四角で囲った部分でございます。1番の検討項目(3)の透過試験について。透過率基準を5 mL/hr・m³としていますが、実際の透過は容器の表面積に関係することなので、容器の表面積当たりで表示したほうが合理的と思っております、というご指摘でございます。

これについて回答としましては、国際規格及び国内例示基準(別添9(圧縮天然ガス自動車燃料装置用容器の技術基準の解釈)及びJARI S001(圧縮水素自動車燃料装置用容器の技術基準)等)においても、これらの単位(5 mL/hr/L)が一般的に使われてございます。また、容器には内容積が刻印等で明示されているため、当該容器からガスの透過量を把握する上では、mL/h/Lがより実用的であると考えております。

続きまして、2つ目のご指摘の検討項目(3)ガス透過試験についてということで、JARIの試験は新品について行われたものであり、容器の使用とともに経時変化する状況は明らかではありません。劣化(ガス透過)の推定をするためにも、各種材料について経時変化に関するデータを収集しておく必要があると思われま、というご指摘でございます。

これにつきまして回答としましては、容器メーカーとしても経時変化に関するデータを収集しつつ容器を開発していると伺っております。

なお、70MPa圧縮水素自動車燃料装置用容器の容器再検査においては、35MPaのものに比べて、安全性の確保の観点から、厳しい漏えい試験を実施することとしてございます。

続きまして、3つ目のご指摘でございます。検討項目(6)⑤各引用規格の最新版化。容器則細目告示31条4項4号に、ブルドン管圧力計のJIS規格は、「JIS B7505-1:2007アネロイド型圧縮圧力計-第1部:ブルドン管握力計」が最新です。(同告示中の他の条項も同じです)

これは、ご指摘ありがとうございます。大変申しわけありませんでした。回答としましては、平成24年3月28日付省令第48号により改正済みでしたので、訂正させていただきます。大変失礼いたしました。

その裏のページで、4つ目のご指摘でございます。その他として、KHKS0128の7ページ、4.4規定材料a)では、ライナー材料として熱可塑性プラスチックで軟化温度と熔融温度が定めてありますが、熱可塑性プラスチックではガラス転移温度も重要な性質と思われます。使用温度範囲内にこれがあると、密度変化などが生じて特性が変化する可能性がありますので、ガラス転移温度についても考慮する必要があると思われます。

これにつきましてご回答としましては、KHKS0128では箇条17の設計確認試験における使用環境負荷試験において、常温、高温（85℃）及び低温（-40℃）環境下でサイクル試験を実施し、圧縮水素自動車燃料装置用容器の想定使用温度範囲である-40℃～80℃において、プラスチックライナーを含めた容器の性能に問題が生じないことを確認しております。また、KHKS0128と同様の規定により、例示基準の別添9（圧縮天然ガス自動車燃料装置用容器の技術基準の解釈）及びJARI S001（圧縮水素自動車燃料装置用容器の技術基準）等においてもプラスチックライナーが使用されておりますが、これまでガラス転移温度に関する不具合等は報告されておられません。

続きまして、5番目のご指摘のその他でございます。KHKS0128の5ページ、3用語の定義、g)型式では、材料に関して規定しておりますが、プラスチックは、厳密に言えば、重合バッチごとに異なります（分子量、分子量分布等。場合により重合触媒、反応温度圧力、反応添加物等）。4.4項で定める内容だけでなく、上記の内容も同一のものとする必要があると思います。樹脂、繊維に関しても同様です。金属のミルシートに相当する書類を残す必要があると思います。成形加工時の熱処理温度等の内容についても記録は残しておくことが必要です、のご指摘につきましては、容器製造業者のプラスチック材料の仕様に関するデータ（例えば伸び、密度、融点、軟化温度等）や、これら以外の分子量等のデータについては、容器製造業者や材料製造業者が独自に管理すべきものと考えてございます。

最後の6のその他でございます。ご指摘につきましては、KHKS0128の22ページ、25組試験における気密試験の合格基準の「透過したガス以外のガスが検知されない」との表現は疑問です。ヘリウムリークディテクタであれば、空気等は検出しても標示されませんが、他の検出器であれば、ヘリウム以外の検出ガスでも、空気でも標示されます。「漏れ」による検出ガスが検出されないこと、が趣旨であるので、そのように表現するのがよいと思います。

このご指摘に対しましては、別添9等他の例示基準においても同様の表現となっており、ご指摘については今後の検討の際の課題とさせていただきます。

以上でございます。

○辻委員　　ありがとうございました。

それでは、次の資料4及び資料5につきましては、NEDO事業で取得されたデータの説明ということで、前回の指摘事項の1と2に対応するものです。資料4及び資料5につきましては、日本自動車研究所の三石様からご説明をお願いいたします。それでは、よろしくお願ひします。

○三枝氏　　日本自動車研究所の三枝でございます。今回、こういう場を頂きましてありがとうございます。

ご案内のように、私ども、容器も含めた燃料電池自動車の安全性に関してNEDO様から委託等頂きまして、これまでもやらせていただきました。今回ご下問ありましたガスの透過について、それから充てん時の温度分布あるいは熱応力も、そういう中でこれまでデータを蓄積したところがございます。今日は、それをご報告させていただきたいと思ひます。

内容については、実務を直接担当しております三石の方から報告させていただきます。よろしくお願ひいたします。

○三石氏　　自動車研究所の三石です。

それでは、まず資料4の「水素ガス透過試験」のほうからご説明させていただきます。

このデータなのですけれども、容器開発段階のもので、まだ各社機密性が高い中で機密保持契約等も結びながら、その都度、データも委員会に出すたびにご確認いただひて出させていただひているところがあつて、今日の次第に関係ないといひますか、そこから外れるところも載せてございます。一応合わせて簡単に紹介させていただきながら、本来のところを説明させていただきます。

まず、2ページ目なのですけれども、ガス透過試験については、容器については2つぐらひやっております。高密度ポリエチレンタイプのもの、また別の種類のものということで2種類ぐらひやっております。圧力による影響を見たり、温度による影響を見たりしながらテストをしてございます。その中で、指摘事項の方にありましたように、基本的には新品の容器を扱うというのがベースでデータを取っておりますが、一部ガスの充てん・放出試験をやつた後に取つたもの、それから水圧試験で耐久試験後のガス透過試験をやつて透過量を取つたものというものがありますので、そこら辺のデータをおつけしてございます。温度とか内圧の影響は、またご興味がありましたら後でご確認いただければと思ひますので、よろしくお願ひします。

では、3ページ目を見ていただきたいと思います。3ページ目の下、「試験結果（PA・70MPa）」と書いてありますものですが、新品容器が左側です。通常は15℃とか20℃とかそういったような温度でデータを取りますので、透過量としては、横軸が時間、縦軸が透過量をとっておりますが、◆もしくは■のものがその温度に該当するものです。

それに対して、数は少ないのですが、ガスの急速充てんと、放出試験はゆっくり放出しておりますが、その試験をやった後の+15℃のものがちょうど左と比較できるものになるかと思いますが、そのデータが右側にございます。残念ながら、これは容器が全く同じ個体かということ、型式は同じ、製造ロットも同じなのですが、試験の意図が違っていたものから、個体としては違っています。ただし、透過量としてはほとんど変わりありません。

これはまだ非常に少ないガスの充てん・放出サイクルですので、今後どうなるかという問題をご指摘されるかもしれませんが、ガスでやった結果として今持っているのはここまでです。

続きまして、今度は水圧試験で耐久試験をやったものが付けてございまして、7ページを見ていただきたいと思います。これも自動車用の容器、40リットルほどの容器なのですが、水圧のサイクルをかけております。図の中に、真ん中辺のところに「水圧サイクル」と書いたのがございますが、ここで125%ぐらいの圧力、70MPaですから87.5MPaまで上の圧力を上げて、それから1MPa以下ぐらいまで圧力を下げるという連続サイクルをずっとやりまして、新品のときから5,000サイクルぐらいやった後、1万サイクルぐらい圧力サイクルを実施した後、その後の透過量はどのくらいだったかというのが、次の8ページ目、最後のページに書いてございます。

経過時間を横軸にとりまして、縦軸に水素の透過率。済みません、透過量と書いてあったり透過率と書いてあったり色々していますが、単位は全く同じものを表示してございます。これで見てくださいと、◆が全く新品の容器です。5,000サイクルぐらい圧力サイクルをかけて負荷をかけたもの、これが■。△が1万回です。通常の容器、1万1,250回というような耐久性であればそこになります。これで見ますと、下にまとめましたように、水圧試験によって疲労状態を与えた容器のガス透過量というのは、今回使用した容器、試験した範囲内では、特に疲労を与えた後で透過量が増えていくというような傾向は見られませんでした。これが試験結果でございます。

まずはここまででよろしいですか。その後も全部ご説明した方がいいですか。

では、続きまして資料5の方で、「容器の充填時の温度分布及び熱応力」といったものに

ついてご説明いたします。

これも以前の委員会等で使用したデータを使っておりますので、3ページ目のほうに、どんな試験をやったかというのを一覧表で全部載せてございます。その中で今回該当するものとして、まず熱応力によるライナーの応力がどう変わっていくかというのは9ページに書いてございまして、グラフになっております。容器の試験をしている温度なのですが、 -40°C 、それから常温と $+85^{\circ}\text{C}$ という領域がありまして、これはVH3容器、アルミライナーの容器の熱応力だけかけた、ライナーに発生している応力です。VH3容器の場合は自緊処理というのを行って、耐久性を延ばすために残留圧縮応力をかけております。それが高温側にいったとき、低温側にいったときで、アルミライナーとCFRPの熱膨張率の違いによって、この容器、非常に高い圧力で自緊処理を行っておりますので、その自緊が少し緩むというようなことが出てきております。それが耐久性にどのような影響が出てくるかということについては、JARI S001あるいは別添9ですと環境試験というのがございます。それからKHKS0128については、使用環境負荷試験という中で評価されて、この現象が発生しても、使用過程で問題が出ないということをちゃんと性能で評価しているということがございます。

ただ、その後お話を伺いましたところ、どうもプラスチックライナーの問題であると。この熱応力によってプラスチックライナーが、バックリングといいますか、何か異常現象が起きないかというようなことについてのご指摘だったという風に伺いましたので、VH3のアルミライナーのケースではこういうことが現実的に起こって、ちゃんと試験で評価していますということをご説明させていただいた上で、プラスチックライナーのものについてどうかと言いますと、ご指摘に対するご回答の方にありましたように、過去からずっと使ってきた試験の中でそういった問題が出てないということを見ていると同時に、実績でも問題が出てないという中にありながら、さらにKHKS0128ではガスサイクル試験を行っております。こちらは1時間に1回以上のガスの充てん・放出を行っております。それを1,000回実施して、容器を切断して、中のライナー等に異常がないことをちゃんと検査することになっておりますので、それはきちんと試験として残っておりますので、実績として問題はないのですけれども、このガスサイクル試験でさらにまだ念のための確認がされているというのが、ガスサイクル試験の位置づけもあるのですけれども、急速充てんと放出を繰り返す中で、このVH4容器、プラスチックライナーに問題が出ないこともきちんと確認されております。

ここが、まず熱応力的なお話でして、さらに追加として容器内、急速充てんをしたときの温度、プレクールガスによる温度分布がどうなっていますかというご質問に対しては、18

ページ目を見ていただきたいと思います。18ページのほうに、このような場所に温度の計測点、ひずみの計測点を設定して、ガスの急速充電試験であるとか放出試験などを行ったようなデータがございます。

今回お付けしているデータは、残念ながらプレカールのガスのデータではないのですが、次の19ページ目の方に、ライナーの内面の歪みであったり、CFRPの外面のひずみ状態、容器の中のガス温、ライナーの内面の温度、外面の温度というようなデータもお付けしてございます。このように急速充電、あるいは使用過程においては、中のガス温が充電時には上がっていきます、放出時には下がっていきますという過程の中で、このような温度分布が出ております。その中できちんと安全に使うというところで、KHKS0128の方にはちゃんとした規定が盛り込まれているという風に理解しております。

一応これだけのデータについて、当然プレカールのデータも今は既に揃っております。今回はちょっとそこまでは、資料の整理、準備が追いつきませんでしたので常温の充電試験のデータをお付けしておりますが、このようなデータをきちんと整理した上で、当然基準の審議にご活用いただいているとともに、自動車メーカーさんあるいは容器メーカーさんにも委員会の活動に参加していただいて、こういったデータをもとに技術開発が進められているという状況でございます。

以上でございます。

○辻委員　ありがとうございます。

それでは、資料2から資料5のご説明につきまして、ご質問等あればお願いしたいと思います。ただ、ちょっと項目が多いので、まず資料2の前回の指摘1と指摘2、これにかかわる部分からお願いいたします。

○鶴田委員　資料2の指摘1と2に対してそれぞれご回答というのを頂いているのですが、指摘1の回答の2項目の一番最後に「これまでプラスチックライナーの劣化等の不具合等は報告されておられません。」という記載がございます。あと、指摘2の2つ目の回答の中にも、「これまでの実験や実証等において、容器に関し問題が発生したという報告はありません。」という言葉があります。この言葉は、今から2年ほど前に事業仕分けで、私がリチウムイオン電池で蓮舂さんに呼び出されて、そのときジーエス・ユアサの社長さんがいらっしゃったので、本当にないんですね、ちゃんと不具合を報告していますか、何らかの不具合が起きていると私は思いますよ、と申し上げたのですが、公開の面でそれがあるといことは出なかった。

しかし、今になってどうなっているかという、アメリカで1機、日本で1機。結果として、日本の産業界全体に対する信頼を揺らがす状態になっています。ですから、役所として企業を信用しないということは絶対に言えないのですが、今のこの状況をよく反省した上で、だからといって安全というわけではない。確認は当然アクセスしてはいるけれども、だからこれに全面依存するわけではなくて、今回アメリカはNTSBを送ってきて、既にアメリカのケースに関しては、CT・X線検査も含め、詳細図面も含め、調査開始から多分2週間以内にきちとしたパワーポイントが出ていますけれども、日本がそういう体制にあるかという、はるかに情報開示は遅れていますので、そういう体制を実施できるような国の体制、それがきちとした上でこれを書くのは非常にいいのですが、それが担保できないでこれを書いても、国際的な名誉ある地位を得ることは難しいので、それは配慮されて、業界にも、国がやらなくても自主的にやっておられるということがわかるように努力していただきたいと思います。

以上です。

○辻委員　ありがとうございます。

大変重要なお指摘かと思えますけれども、情報開示もしくは情報をどうやって集めていくかと、そういうシステムの話かと思えますが、いかがでしょうか。どなたかコメント等ございますでしょうか。

○川原高压ガス保安室長　今、先生からお指摘あったところは、1つは、メーカー側もメーカー側でそういうものを評価すべきというのが1つと、それから、国の中で何かあったときには、それはメーカーから恐らくその情報を取ることしかないと思うのだけれども、もし何かあったときには、それをきちんと分析なり調査する能力をもつようにということでございます。わかりました、そこはしっかり体制として組んでいきたいと思っております。やり方については考えます。

○辻委員　この件に関しまして、他にございますでしょうか。よろしいでしょうか。

それでは、他にご意見ございますでしょうか。ご質問、お願いします。

○竹花委員　それでは、指摘2のところ、急速充てんによって温度差が現れるというお話が出ていますのですけれども、たしかJARIさんの方では実験とFEM解析をやりまして、急速充てんときの容器内の温度分布というのを計られたんじゃないかと思うんですね。それが確か最初のころは、結構温度分布が出るものに対して、ノズルの形状をちょっと工夫することによってほとんど出なくなったという話を聞いたことがあるのですけど、そこはいか

がでしょうか。

○三石氏 J A R I の方からご説明させていただきます。

容器内のガス温の温度分布のことについては、今、竹花委員仰ったとおりでして、最初始めたころには、中のガスの温度分布がどうなっているのか、ガスの流動がどうなっているかわからないところをございまして、実際にガスを充てんするときの流速が低いと、容器内のガスの攪拌が悪くなりまして温度分布がついてくるということが実験データとして出ております。その後、ガスの充てん口の内径を結果的に絞ることによって、流速を高めることによって容器内の攪拌が進んで、容器内の温度がほぼ均一になると。

したがいまして、容器内の温度を実際に計ろうとすると、バルブ近傍で計ることになるのですが、そこが容器内のガス温度を代表できるようなレベルにあるということはわかる、できるということまでは確認し、そういった情報も既に自動車メーカー、容器メーカーのほうに委員会を通して入っておりますので、今は温度分布がつかない充てんということができるようになってございます。

当然これは実測データとして、先ほどご紹介した図にあるような場所の温度をもうちょっと多めに取ったりもしましたし、あと、容器内の温度も取りましたし、ライナーの温度も取ったりなどしまして、温度状態がどうなっているのかということも調べながらやる中で、ガス温度がほぼ均一にできるということまで確認は取れております。

○辻委員 ありがとうございます。

いかがでしょうか、竹花委員。よろしいでしょうか。

○竹花委員 結構です。

○辻委員 はい。

○鶴田委員 J A R I さんの資料5の9ページなのですが、これはアルミニウムなので、ちょっと材料が違うので直接比較はできないのですが、定性的に見たとき、この中の図1.1-8、この周方向と軸方向で歪みの傾向が違うということは、こういう一定の半径のところであればさほど問題はないのですが、曲率に変化していくところに関しては、応力がかかり変わっていくだろうというのはわかる話でして、多分何か異常が起こるとすれば、そこらのところが一番ストレスを受けやすくなるだろうということなんです、そういう空間的に、部位的にどこら辺が危ないかというような評価というのは、シミュレーション等で何かわかってないでしょうか。

○辻委員 いかがでしょうか。

○三石氏 JARIのほうでも、実験的にも、あと、ある程度の解析も通しておおよそのことはわかっておるのですが、これはむしろ竹花委員の方がご専門なので、私の方からお答えするのは、正確なことをお答えできるかわかりません。間違っていることがあれば、済みません、訂正と追加をお願いしたいのですが、基本的に容器の真っ直ぐ、「直胴部」と書いてある胴体部分、ここを軽量化するために、ライナーを薄くしたりカーボンの使用を下げたりして、一方で曲率に変化しているところは、まさに鶴田委員仰るように、非常に応力が変化していきます。そこは逆にライナーも厚くなってきますし、カーボンの巻き方も非常に強くしていくような形をとって、逆に応力が一番高いのがそこに来ないように、そういう基本的な設計がされておりますので、試験をするときも大体、破裂試験なんかをやりましても、耐久試験をやりましても、直胴部分で壊れる、破裂する、亀裂が貫通する、そんな設計の仕方が基本的にはされているという風な状態でございます。済みません、竹花委員のほうでもっとご専門的な話をさせていただくとありがたいのですが、よろしく願いいたします。

○辻委員 もしコメントがあればお願いします。

○竹花委員 今の鶴田委員のご指摘の方の、周方向と軸方向でずれているというお話は、基本的には金属製の容器であれば、胴部の部分は周方向2に対して軸方向1の応力になってしまいますので、ずれるのが当然でありまして、もっと大きくずれてもいいのですが、その巻き方によって近づいてくるというものがあります。

それから、今、三石様の方がご指摘になりましたように、形状が変化するところに対して、やはりそれぞれ曲率半径でもってそれぞれ見ているのですけれども、実際にはFEM解析をやりながら、それぞれの応力の状況を見ながら最大の応力が出るところというのを適切に判断しているようです。

ですので、応力状態としては、全ての容器の中でどこが一番厳しいかということが解析によってわかるというような形になっております。

○辻委員 では、お願いします。

○鶴田委員 今、丁寧に説明いただいたので、その上で、9ページの下のほうに、「1回目の加熱では、温度-歪み線図はヒステリシスを描くが、2回目以降は直線となった。」というような表記がありまして、一応これは実験なのでたくさんはできないのですが、ヒステリシス現象というのがもう出ている。これは金属で出ているので、プラスチックになるとやってみなければわからないところもあるので、今後検討ということもあるので、結局材質のもっている特性。今、メタルで話があったのですが、メタルはある程度、先ほど竹花さんか

ら話があったように、比較的素直なところがあるのですが、樹脂になった場合は、ちょっとここらのところは慎重に。未知のところがある。要するに、ある程度わかってはいるのだけど、想定が本当にちゃんとカバーしてない可能性ですよ、悪いことが起きるんじゃないかと、全部見えてない可能性があるということは、使われるときに記憶された方がいいと思います。

以上です。

○辻委員　ありがとうございます。

お願いします。

○堀口委員　指摘1に関してなんですけれども、先ほど鶴田委員の方からも、今のところ問題ないからいいんじゃないかということに関するコメントがありましたけれども、例えば透過量の変化、劣化に伴って透過量が増えると。それも容器再検査は2年間ですから、その2年間もち続けるかどうかというその予測も、現状では立てられないわけですよ。例えば金属ライナーの場合ですと、過去のデータなんかから、その時点で問題なければ、2年間はそんなに変わらないということなのですが、プラスチックライナーになりますと、そういう予測ができない以上は、ちょっと現状では使えないんじゃないかなという。多分メーカーさんでは色々データを取っておられますから、その辺がオープンにしていただけなのであれば、それを参考に考えることができるのですけれども、その辺がないとちょっと現状では、先ほどのリチウムイオン電池の話じゃないですけれども、ちょっと問題あるかなと思っております。

プラスチックライナーの、過去に――あれはプラスチックライナーじゃなかったですね、前回の事故例で1件ありました、水素を充てん中にガス、水素が漏れたという、それは容器をつくる段階での何か問題があったという……

○辻委員　何か型の部分に亀裂が入ったと。

○堀口委員　ありましたけれども、そういう事故例といいますか、事故にならない製造上の問題点なんかも出していただければ、対応がすぐ取れるわけですから、その辺も、上手く情報を集めるということも考えていただければと思います。

以上です。

○川原高压ガス保安室長　1点、情報を集めるということについては、先ほど劣化等の不具合は報告されてないというのは、確かに我々として、何か問題があればすぐ報告が来るといふ思いで書いておりますが、そういったところの体制やどういう風にして情報を集めるかというところについては、しっかりした体制をもう少しよく考えていきたいと思っております。

ころでございます。

例えば、容器検査上段階で何か問題があったということであれば、我々のところに上げてきていただくということも一つ考えられると思いますし、容器検査というのは、再検査期間というのは基本的に2年ですから、その間に何かあったときに、どういう形で情報を集めるかということについては、これは当然我々だけではできませんので、関係者の皆様等も含めて体制を築いていくということ。それから、あったときにどういった対応をしていくかということについても、真剣に考えてみたいと思っているところでございます。

体制のところは、情報収集については以上でございます。

○三石氏 J A R I の三石、改めましてもう一度ご説明させていただきたいのですけれども、透過の問題につきましては、高分子化合物がどういう劣化モードを示すのか、水素による劣化があるのか、それとも応力による劣化が発生するのかということを考えなきゃいけない中で、先ほどご説明した資料については、応力に対する劣化としては、透過量が増えるということがないということをご説明させていただきました。

一方で、水素と応力を合わせた状態でどうかということについては、冒頭ご説明ありましたように、まずは実績という話があって、その中で体制とか人がございますが、それを踏まえてなお、KHKS0128のほうにはガスサイクル試験が入っています。ガスサイクル試験は、1時間に1回以上の回数の水素ガスの充てん・放出を繰り返します。そのときに、温度と水素と合わせ全部行います。1,000サイクルですから、本来の容器要求寿命はもうちょっと長いとはいえ、そこで中を完全に検査します。異常があれば、そこではじかれるという部分をまだ残してありますので、そういった点では、VH4容器のプラスチックライナーの部分が、耐久後の状態がどうなるかということについて、今すぐに危ないというところは少なくともなくて、ちゃんと試験の中で、ガスサイクル試験を通してその劣化は見られているという風な、そういう試験は残ってございますし、J A R I でも以前やっております、合格する容器については、容器の内面に何も発生しないということも見てございます。

以上でございます。

○辻委員 ありがとうございます。

ちょっと質問があるのですが、回数につきましてはサイクル試験でわかるのですが、時間的な効果、そういう加速試験的な要素というのは、何か盛り込まれているのでしょうか。

○三石氏 短期間で評価を終えるという点と加速という方法についていうと、まだ何が加速かというあたりは、私もうまい回答を持ってないという言い方がいいかどうかわかりませ

んけれども、少なくともガスサイクル試験は、1時間に1回、ガスの充てん・放出をします。自動車の場合、もうちょっと長いサイクルで充てんした後走っていますので、非常に短い時間でガスを詰めて、温度と圧力を一気に上げています。それから、短い時間で圧力を抜くと同時に、温度を一気に下げているということを繰り返していますので、そういった点では、通常の使用よりもはるかに厳しい温度変化も与え、ストレスも与えという状態が入っているという風に、ガスサイクル試験では考えております。

○辻委員 温度勾配による熱応力、そういう面では厳しいと。

○三石氏 非常に厳しくなっている試験で、VH4容器のガスサイクル試験は評価をしていると思います。そういった点で実績が今後ずっと積まれると思うので、長期的な安定性は見られると思うのですが、今この時点でまだガスサイクル試験は残っていますので、そういった点では、今はそういう点はちゃんと評価できているんじゃないかと思っています。

○辻委員 わかりました。

ちょっと割り込んでしまいましたが、堀口委員、いかがでしょうか。

○堀口委員 例としていいのかわかりませんが、例えば爆発限界というデータがありまして、水素ですと4%ですから、それを基準にして水素の透過量とか漏れい検知器なんかは設定しているわけですね。つまり、どこまで行けば危ないかというのがわかっているから、安全率をかけて維持管理することができるので、プラスチックライナーの劣化がどういう状態になれば危ないのかという、そういうデータというのはまだみたことがないので、それは時間も手間もかかるかもしれませんが、そういったデータがあれば、それに対して安全率がこれぐらいだから普通に使っている分には大丈夫だろうというふうな判断ができると思うので、その辺も、もしできればデータを出していただきたいのですけど。

○辻委員 そちら辺は、出せるものがあれば出していくということになるのでしょうか。

○堀口委員 現状、トラブルが今までないからというのでそのままやるんじゃないかと、どこまでやれば危ないのかということですね。

○川原高圧ガス保安室長 今言われたのは、1,000回のガスサイクル試験で容器の内面もきちんと見て、事前に安全性を確かめている。ということで安全性は担保されている。

○堀口委員 例えば温度でも、既に85℃という上限が決まっていますが、多分それを超えれば、100℃ぐらいになれば、やっぱり問題が出てくるためにそういう風になっているというのは過去のデータから言っているわけですね。ですから、例えばライナー自身の劣化の挙動に関しても、そういう風なベースになるような、ここまでやれば危ないんだ

という風なものです。

○辻委員　　お願いいたします。

○三石氏　　自動車研究所の過去の実験例の中で、ちょうど今、堀口委員のご質問の内容がガス透過から劣化に移行しております、JARIでご紹介できるとするならば、耐久性の問題はある程度データがございまして、圧力サイクル試験、これは水圧になるのですけれども、圧力振幅をかけたデータがございまして、当然のことながら、VH4容器のプラスチックライナーの疲労寿命というのは非常に長いので、自緊処理なんか当然されてないのですけれども、例えばデータの的には、通常の使用の圧力で耐久試験をずっと繰り返していきますと、10万回ぐらいはもってしまいます。最終的には、ライナーの亀裂発生部位を探すのはなかなか大変なのですけれども、何らかのほうで亀裂の貫通、もしくはリップスが出て寿命を終えるというのがVH4容器の壊れかたです。

ですから、VH3よりもはるかに長い寿命をもっているというのがこの容器でして、さらに一方で、壊れるときの壊れモードも、圧力を上限圧力の2倍ぐらいまでかけて、寿命はどうなっていくのかというのを調べたものがございまして、設計応力を超えて極めて高い圧力振幅を加えていきますと、ライナーは壊れないんです。当然伸びが非常に長い、切れずに延びてくれる材料ですから。ただし、CFRPの層が加圧・減圧で変形を繰り返すことによって、そのモーメントによって、これはKHKの竹花委員に解析していただいたのですけれども、層間剥離が発生してきて壊れていくというモードが発生しますが、これも設計応力をはるかに超える、2倍とかそんな応力で発生する現象になってきまして、そこら辺を設計段階できちんと見ておりますというのがVH4容器でございまして、耐久性については非常に長いものがございまして。

○堀口委員　　それはプラスチックライナーに関する話ですね。

○三石氏　　そうです。

○堀口委員　　前回もちょっとお話ししたのですが、ポリマーというのは非常に千差万別で、触媒も違うしモノマーも違うし、重合のプロセスも違うし、あとは成形加工する処理の仕方も違うというので千差万別なので、そういう色々な処理の条件がぶれたときに、運転条件がぶれたときに危険なものが——危険といいますか、従来と違う性質のポリマーができて、その結果、何かトラブルになるんじゃないかという風なデータのことは私はちょっとお話ししているんですよ。

たしか天然ガスの容器のときには、あれはPPSですかね、フェニレンスルフィドでした

かね、そういう材質もかなり検討されたのですが、水素に関しては、今のところポリエチレンとポリアミドということであるのですが、将来どういう材料が上がってくるかもわからないのですが、そういう材料の製造プロセスとか成形のプロセスでの影響というのも調べられないかなということが気になっているのですけど。

○辻委員　そこら辺は、何かデータをお持ちでしょうか。

○三石氏　1つだけちょっと確認をさせていただきたいのですが、今、堀口委員が仰ったことは、今後の研究課題といたしますか、そういった中でのことを仰っていらっしゃるのか、それとも、世に出ていく容器に対して基準上の扱いのことを仰っているのか、まずそこを確認させていただきたいのですけれども。

○堀口委員　金属ライナーのほうは材質がきちんとJ I Sで決まっているのですが、プラスチックのほうは決まってないので、その辺が、ただ軟化温度とかその辺だけで決めちゃっていいのかなということがある。

○辻委員　いかがでしょうか。

○三石氏　基準上の話とすると、KHK様のほうでプラスチックライナーの申請を受けるときの材料データ、実際どの程度のものを受け取っていらっしゃるかというのをご説明いただいたほうがいいかと思いますが、一方でこの容器、今のところ200本が1ロットとして組試験が規定されておりますので、200本の中で1回、必ず破裂試験と耐久試験をやらなければいけないという中で検査はできているものだという風には理解しております。済みません、よろしく願いいたします。

○草野氏　まず、プラスチックライナーに関する材料のデータシートに関しましては、例示基準の中で、今回KHKS0128になりますが、そちらで要求している軟化点、融点、こちらのみを検査の要求事項としては要求していますので、我々が要求できる事項はその2点のみになります。ただ、各社メーカーさん、容器メーカーさんの方で、その材料を購入する際に、いろいろと独自に必要なスペックを要求して購入していますので、そういったデータも附属して書類の中には記載されております。その辺については色々と公表できない内容もありますので、この程度の回答しかできません。

プラスチックライナーにつきましては、金属ライナーは、繊維と違いまして耐圧部材という考え方になっておりませんので、基本的にはシール性の担保というのが一番の重要なプラスチックライナーの位置づけになっていると考えております。その中で、先ほどJ A R Iさんのほうからもいろいろご説明いただいたのですが、基本的にはテストの中で当該材料につ

いて確認しまして、ガスサイクル等で確認して、そういった不具合といいますか、劣化といいますのは、そのサイクルの中において問題が生じないことを試験において確認するというのが基準の考え方になっておりまして、それ以降は社内での検知器、再検査での定期的なチェックという形で今は担保しているという形になっております。

○鶴田委員　今のご回答の中で、シール材として見ているということがあったのですが、この資料3の4の一番最後の回答で、「これまでガラス転移温度に関する不具合等は報告されていません。」と書いてあるのですが、一番厄介なことは何かというと、ガラス転移点といったときに、こういう材料で明確に計れるかどうか。

もう1つは、不具合といったときに、想定上、設計上こうなるだろうというシナリオのもとで試験をして、こうなったから異常と。アメリカのNRCなんかの場合、配管の減肉に関しては、事業者がもっている管理基準を逸脱してしまったら、ワーストケースをカバーできなかったら、危険なので、その試験データは全部出せと。行政がチェックして、使っているバウンダリーチェックの試験と照らし合わせて——美浜3号の前にNRCが出したのは、業界が使っている基準は30年間の経験に基づいていることはわかっている、ただしNRCがみたところ、あなた方の使っているワーストケースよりも悪いデータがありますよと。ということは、結論として死者が出ますから、そのときはちゃんと自分らで責任取ってくださいねと。NRCが警告したということだけ覚えていてくれれば、このレターに対して回答は要らない、と書いてあるんですね。

だから、そういうことをやってほしいのであって、単なる異常じゃないんですよ。要求しているのは、国としてルールをちゃんと守っているかどうか、社内ルールをちゃんと守っているかどうか、そのバックデータをちゃんと行政に必要な時間内に出しているかどうか。事故が起きてから、不具合が実はあったんです、なんてだめなんですよ。だから、それを担保なしに書いても余り意味がないので、ちょっとそこら辺のところは、そういう回答をされるのであれば、お任せですではなくて、少なくともルールメイキングとして、こういう風なできることはチェックしていますと。NRCは手法も含めてホームページで開示していますから、ご覧になったほうが良いと思います。

以上です。

○辻委員　ただいまのご発言に対しまして、何かコメント等ございますか。どうでしょうか、何かルールづくりということで非常に……。

○鶴田委員　やっぱり重要なことは、想定と違った状態になったのがいつか、それをいつ

報告したかが重要であって、重度によって違う。NRCなんかの場合は、事前に決められた領域を逸脱したら、多分5分、10分オーダーで、まず第一報をやろうと。だから、それがちゃんとしてなければ、やはりだめだと思います。時間のところをフリーにしてしまったらわからない。あと、基準をフリーにしたらわかりませんから、社内基準で予測した範囲を逸脱する。何%まで逸脱したら、シグマとか、そこはどっちでもいいんですけど、安全側をとるのであれば、設計したバウンダリーを突破したらいい、あるいはそれに接近してしまったらだめとか、あるいは計画値に対して何%以上シフトしたら報告しろとか、それを公表するからじゃなくして、行政としてやっぱり把握しておくということは絶対必要だと思います。

○辻委員 どうでしょうか、ちょっと技術的な内容から……

○川原高压ガス保安室長 私ども少し勉強して、何か起こったときの報告義務をどうするか、時間をどうするかというところは非常に重要だということでございまして、我々としてまた考えていきたいと思っているところでございます。

○鶴田委員 軟化温度の話があったのですが、これだけ圧力をかけて、針金を曲げても温度が上がるわけですね。金属であれば疲労蓄積して割れていくと。そういう経験に基づいて、イギリスがコメットという旅客機を作ったときに、疲労破壊でたくさん亡くなられて、その後、どうやってそういう現象を予測するかという手法を開発された。ただし、その手法ができたときには、空を飛んでいるのはイギリスの飛行機じゃなくてアメリカ製のやつだと。

今回、これまで金属材料が複合材料ベース、しかも電池というような化学素材。しかも、これは従来の金属に対する安全担保手法とかなり違うと。だから、納品して1カ月もしないうちに火を噴いちゃうと。アメリカのは火ですね、国内のは一応発煙ですけど、火災ではないということになっていますけれども、そういうことになっている。ですから、それはコメットのときと同じように、従来の試験法は金属という、よく解析された経験に乗るものに対して開発された手法であって、法制度も、あとメーカーの品質管理もそれを前提にしていると。外れるとき何が起こるかという、羽田空港に行くといつも話になるのは、数機見られてすばらしい光景と見るか、投資家にとっては物すごい損失になる。だから、そういうリスクを一方で負いながら技術開発をしなきゃいけないと。

だから、バラ色の花園に突っ込んでいくわけじゃなくて、地雷も時々入っていると。そのとき、責任は誰が取るかをよく考えた上で民間規格の活用をする。ただし、行政としてリスクを野放しにはしてないという、そのバランスでちょっと難しいと思いますが、よろしくをお願いします。

それに関連して5なのですが、その他のところで、これは多分化学反応で、素材に関して細かい記録を取れということは、これはもっともだと思います。もっともなのですが、日本触媒のプラント、製造メーカー、ああいう塗料とかそういうものの原材料をつくっているメーカーさんが、自分のところのタンクにあるのに、何が起きているか把握できなかったという報告書を2～3日前に出したわけですね。日本の工業製品というのは、プラントの中にあっても、製造業者であっても把握できない。製品を作って組み立てたときに、そういうこともある。でも行政は、業としてそれをやる以上は、だめとは言えないと。そういう製品であっても、一定の安全担保は可能なように枠組みを考えざるを得ないと。もちろん、これもできる限りは把握してもらうのだけれども、それができてない可能性は高いだろうという推定のもとで、特に検査機関は情報収集をやっていただきたいと思います。これは要望です。

以上です。

○辻委員 コメントということでよろしいでしょうか。ありがとうございます。

○草野氏 一応ガスサイクル試験については、プラスチックライナー製の容器だけに要求することになっておりまして、過去に色々とガスの影響によってプラスチックに不具合が出るといったことがありましたので、そういった要求がされております。

あと、基準に関しましては、我々KHK Sに関しましては、5年ごとに見直して新たな知見をその時点でどんどん投入していくという考えで、常に基準は見直しておりますので、その点については今後定期的に見直して、最新の知見を導入していきたいと考えております。

○辻委員 ありがとうございます。

その他、いかがでしょうか。

資料3の前回以降の分につきましても、ご質問、ご意見お願いしたいと思います。

お願いいたします。

○鶴田委員 先ほどちょっと申し上げたのですが、やはりプラスチックというのは結晶構造を持ってないという特徴がありますので、皆さんご存じのようにプラスチック製品というのは、圧力をかけて超音波なんかで加圧するとくっついちゃうわけですね。要するに力がかかると軟化したり、あるいはクラックが入ったりする。それは材質の状況による。しかも、どれぐらいの圧力でクラックが入るのか、あるいは融着するのか。平らな面だったらまだしもですけど、ファイバーで巻いていますので、しかもそのファイバーも動きます。そうすると、そここのところの温度が、先ほどのようにプレクールまでやって、圧縮までやってちゃっていますし、先ほどのJARIさんの試験データで、測点によって温度勾配が違って

くると。そうすると、フィールドでは多分様々なパターンがあると。

もう1つは、さっきJARIさんのデータで35MPaのほうかな、リーク率のデータか何かがあったような気がするのですが、高い圧力のほうがリークレートは高く出るかという保証があるかというような視点で見たときに、必ずしもそうでないとなると、従来我々が考えていた、高い圧で試験したほうがワーストになりますよというのが本当に合うのかどうか。そうじゃなかった例というのは、もんじゅのナトリウム漏えいですね。大量漏えいしたほうがひどいと思って評価したら、少量漏えいで金属がやられちゃったと。

だから経験のないものというのは、一応ワーストケースというのだけど、それが多量なのがワーストになるのか、途中でワーストがないのかというチェックをしましたかという問題があるんですね。我々は、あくまでも金属ベースの要求に関する知見でやっているのであって、プラスチックに関しては、竹花さんは別かもしれないけど、私もあまり実用上の経験があるわけではないので、金属と同じように扱う可能性があって、そのときに何がいけないか。似ているけど実は違うのだと。全く新しいものを使うのとは違いますので、設計者は使える領域を広げたいというので頑張られるのはいいのですが、もう既に金属性の容器、あるいはそれを前提としたシステムの中に入れたときに大丈夫かと。

この前の飛行機の場合も、これまでのガスタービンジェネレーターとかそういうものを想定した安全対策はしてあっても、そこに入って、いきなり火を噴いちゃったときにどうなるかということ、やっぱり大ごとになっちゃいますので、想定範囲内で本当におさまるのですかと。飛行機ほど厳密ではなくてもいいというのであったとしても、やっぱり挙動に関しては、製品としての品質管理では要らないのだけれども、挙動をちゃんと調べておく。そういうことをされた方が、大量の投資をするのであれば、投資家の保護の意味からそれは重要だと思えます。

以上です。

○辻委員 幾つか項目がありましたが、例えば、まず高圧が一番の最悪ケースなのかと、そういうご質問がありましたが、それに関しまして自動車研究所のほうで、何かそういうデータとかございますでしょうか。

○三石氏 では、ちょっとデータでお示したほうがいいのかと思うのですが、資料4の2ページ目を多分鶴田委員はご覧になってだと思えるのですがけれども、私どもも試験をするときに、温度の影響もありますし、内圧の影響もどうなのかなというのを含めてデータ、特性をとっていったというのがこの透過試験の状態でございます、圧力が倍になると透過量が倍

になるのかなというような、そういう比例関係にあるのかなというのもあって取って見ていると。35MPaと70MPaの比較をすると、倍にはならないケースもあったりとか、必ずしもそこは比例関係で、圧力が倍になっただけ上がっていくという関係ではないよと。それは形状の影響なのか、あるいはまさに高分子の鎖の高さが変わるとか、色んなことが要因になるかもしれないのですけれども、あるいは、透過量はライナーだけで防いではいなくて、透過はライナーとCFRPで下げているので、双方の関係が非常に複雑に絡んでこうなっています。ただし、圧力が高くなっただけで透過量は増えていきます。これは、同じ容器で当たればそうです。ただし、容器の形が違っていろんな設計がされますと、圧力が高いほうが増えるのですけれども、その量は、その容器ごとに、設計ごとに違います。ただし、圧力が高いほうが量は多くなりますと、これは間違いなく事実でございます。

以上です。

○辻委員　いかがでしょうか。

○鶴田委員　これはデータを取っていただいていますので、データがあればそういうデータをもとに言えるのですが、ないデータではわからないので、やはりバックデータをどこかで取っておく。全部やれとは言わないですけど、やっぱり何かで取っておいて、設計で仮定している前提が、先ほども水圧と空気はやられたわけですから、同じようにそういう漏れがないように。というのは、もし大量生産のフェーズで出せばとんでもない被害が出ますので、やはり初期段階での丁寧な確認をしたほうがいいのではないかと思います。

以上です。

○辻委員　そういうことで、それは努力していただくしかないかなと思いますので、それはお願いしていききたいと思います。

ほかに。

○川原高压ガス保安室長　先ほど堀口委員からのご指摘で、プラスチックというのは本当に大丈夫かということで、検査の方法としてKHKSのガスサイクル試験をやっていて、1,000回の試験をやっているという話がありました。プラスチックライナーの水素透過性に関するデータあるいは考え方ということで、JAR Iの方で今やられていること、あるいはデータとして、出ているというのはございますでしょうか。

○三石氏　ガス透過試験のデータそのものは、お出ししているのが全てかというのと、全てのデータは確かにない面もありますけれども、基本的にはこのデータ、資料4を作ったときに大体まとめて一生懸命やりましたので、KHKS0128に対しては、これで温度の影響、圧力の

影響、容器の影響、ライナーの影響というようなところは大体見たという状態でございます。

○川原高压ガス保安室長　堀口先生が仰ったのは、色々な製造条件や添加物とか、そういったものということを仰ったということですね。

○堀口委員　はっきり言ってしまうと、ポリマーのロットごとにできるものは違うわけですから、触媒量がこれぐらい変われば製品としてどうなるとか、そういうデータがあればある程度は考えられるのですけれども、触媒量が違うとか分子量が違うとか、それがこの範囲だったら全然問題ないと、そういったデータがあればいいということじゃないかと思います。

○辻委員　そういうデータをお持ちであれば、ちょっと紹介。

○三石氏　今のところ、ロットごとの、同じ材料であっても製造でちょっとばらついてきたときにどうかということに対する知見は、残念ながら持ち合わせておりません。

○辻委員　堀口委員から、プラスチックのライナーに対してご質問というかご心配を頂いているのですけれども、35MPaではかなり長い、長期間の実績があるということで、今回考えなければいけないのは、おそらく35MPaを70MPaにするということと、もう1つは、急速充てんに対応するプレクール、それに対してどういう影響があるかと。その2点かなと思います。35MPaで長期の劣化を含めた耐久性というのは、初期にいろいろトラブルがあって対応ができていたということで確保できているのかなと思いますので、それに加えた70MPaのところでの問題点があるかないか、その確認と、あとプレクールも同様ですけれども、そこにポイントはなってくるのかなと思います。

○鶴田委員　色んな議論があって、私もちょっと申し上げたのですが、やはり金属と違って品質保証、素材の段階でかなりばらつくことを前提にして、従来のちゃんとした素材のものを使った上で、ちゃんとした加工法で作って、検査をして使うというのではちょっとおさまらないところをどうするかということになると思いますので、そうなると、ご回答いただいた資料3の1とか2とか、あと6の項目になるかと思うんですね。

リーク試験というのは、大きなものになれば、全体を一定の温度にするとかそういうことが難しくなりますので、リークレートを計ったとしても、これは非常に難しいと。そうすると、6にあるとおり、ガスでリークを検出すると。これも、どちらかという、漏れがないことというよりは、リーク率が計れるようにしておいてモニタリングするような方がいいのではないかと。リークして、そのリーク率が想定した範囲内におさまっているか。あるいはリークがないというのは、検出器が故障している可能性がある。ゼロというのか故障しているのかというのがわからないところがありますので、本来であれば、漏れがどれぐらいかとい

うモニタリングをきちっとしておいて、そのデータを蓄積していくと。

先ほど言ったように、どうやってフィールドのばらつきを考えるかというときは、小規模生産から大量に移っていく段階で、自由にサンプリングの頻度を減らしていくというか、サンプリングする数は一定にしておいて、抜き取りのあれを減らすような格好で、当初はかなり密に見て行って、異常があったら、そういう異常なところをもうちょっとサンプリングを増やして把握しながらやっていくというような対応をとることで、もちろん細かな材料の把握もやっていただいたほうがいいのですが、ポリマーという特性上、ばらつく可能性がある。製造時に確認した後、中間時に確認すると。もし問題があれば、もう一回製造工程に戻ってやっていただく。これは民間さんはやっておられると思いますので、多分行政機関としてどの程度の情報を頂くかというところを整理していただければ。

ずっと前回からも、厄介なプラスチックをどう捉えるか、シール材として見るのか、あるいは構造耐圧部材と見るのか、そこらの仕分けも出来ていれば、議論が少しはされる。そうじゃないと、全て把握するとなると非常に高コストになりますので、であれば金属の方がいいであろうということになりますので、そこはちょっと、実際の実現上とか確認の技術的な可能性も含めて検討いただいたほうがいいと思います。

以上です。

○辻委員　プラスチック特有の問題としてそういうばらつきということで、それをどうやって、情報でしょうか、管理していくと。そういうことかなと思いますので、それは管理する側でそういうシステムを整えていくということになるかと思いますが、そういう体制づくり、それを検討いただくということで、そういう体制作りに向けて実際検討いただくということでもよろしいでしょうか。

お願いいたします。

○竹花委員　今の気密試験のお話なのですが、実際には透過とかそういうものを見ているわけではなくて、接合部分からガスが漏れてくるかということだけを見ている試験だと思うんですね。これは別添9の中にも、天然ガスの中にも入っておりますし、例えば天然ガスだと、透過してくるまでに500時間以上かかるというようなことがありますので、実質的には溶接、融着部分、その部分と、それから金属とプラスチックの結合部分、そこから漏れがあるかどうかということだけを見ているのであって、実際には透過は見えないという試験じゃないかと思うんですね。

ですので、色々問題はあるかと思いますが、試験の趣旨が違うのかなという気がし

ます。

○辻委員 たしか前回も、透過とその後の気密試験でのガスの検出は、桁も違いますし目的も違いますというお話がありました。

お願いいたします。

○三石氏 今の竹花委員のご説明のところが、私もよく考えましたら抜け落ちていまして、VH4の容器については、気密コンテナの中に入れて、気密検査が全量検査になっています。ですから、当然容器1本1本個別に管理されてないわけではなくて、全量検査で新品時に既に検査が入るということを——多分、竹花委員は今それを仰ったんですね。全量検査が入っています、ということだけちょっと補足させていただきます。

○辻委員 他にいかがでしょうか。

お願いします。

○鶴田委員 炭素繊維で巻いてあるということを考えてときに何かというと、炭素の表面というのは、活性炭と同じようによくガスを吸着する特性があるだろうと。色んなリークのモードを考えたときに、中でリークがあったとしても、炭素繊維層を透過してくるのかどうか。そういう知見をちゃんと持った上で試験法を考えているのかどうか。そういうところも、一応どこまで把握しているかということを知った上で検査を考えてということは、やっぱりどこかで説明しておいた方がいいかと思います。

○辻委員 もし何かありましたら。では、お願いします。

○三石氏 そうしましたら、今のご指摘に対しましては資料4の3ページを見ていただきたいのですが、ガス透過試験を何時間やるかということは、色々な基準、外国のも含めて色々ございまして、昔、500時間までとか色々ありまして、時間的な変化状況を見たものを並べてございます。今までの傾向を見ますと、大体100時間ぐらいすると安定傾向に入るというのが一般的なものでございましたが、基準上も、たしか安定するまで計りなさいというような話になっていましたっけ。そうですね。ということで、カーボンファイバー層を抜けてある程度平衡状態に透過量が安定するところまでずっと見ていますので、そういった点で、ちゃんと吸着も放出も含めてチェックをされています。

1点だけ、これは85℃のデータもつけてございまして、時間が経つに伴って透過量が落ちてきているように見られがちなのですが、透過して容器の外に水素が出てきますと内圧が少し下がってくる、そういう影響も入ってこんな風になるのですが、容器ごとに違うのですが、ある程度の時間数が経つと透過量は大体安定して、一定に近い状態で推移していくとい

うようなことがデータとしてお示しできるようになっております。

以上でございます。

○辻委員　よろしいでしょうか。

今のは、透過率でもすぐ安定するというお話で、その後の気密試験でもし欠陥があった場合は、かなりの量があるので検出は十分できるだろうということだと思います。

ここで、資料3で前回以降頂いた質問につきましては、項目順に見ていきますと、1項目は表記の問題で、体積の方がよろしいということでもよろしいですね。

それから、2項目につきましてはいかがでしょうか。

○川原高压ガス保安室長　そういうところは民間ベースで把握すべきものかというのを書いてございますけど、その劣化だとかというところが、何か問題があったときの対応ということもございますので、先ほど申し上げましたように、そのところをどうするかというのは検討させていただきます。

○辻委員　そのような対応でよろしいでしょうか。

続きまして3項目は、そのまま最新版にするという対応でよろしいかと思えます。

4項目につきましては、ガラス転移温度ということで頂いていますが、この下の回答のとおりでよろしいでしょうか。

○堀口委員　一番最後に「ガラス転移温度に関する不具合等は報告されていません。」と書かれていますので、それをどの程度調べたのか知りませんが、そういう報告であれば、それ以上は……。私は、学問的にはガラス転移温度というのはやっぱり関係すると思うのですが、それが容器になったときにどの程度関係するのかわからないので、報告どおりそれを受け取るしかないです。

○辻委員　容器の使用想定温度との兼ね合いかとは思いますが。

○鶴田委員　これは本来 J A R I の方から言ってもらったほうがいいと思うのですが、先ほどの資料4の3ページ、85℃で最初から透過量が、例えば▲の40℃に比べて5倍になっているんですね。5倍になっているんですよ。同じタイプで5倍。つまり何が起きているかということ、いわゆる軟化なのか、シール材としての機能なのか、そこはわからないのですが、そこら辺の説明を少し補足したほうがいいかもしれないですね。

○辻委員　これは研究的な話になるでしょうか。

○三石氏　では、J A R I の方からそこをご説明させて——たくさんデータをつけ過ぎてしまいましたこともありまして……。85℃はまだ軟化点より下なので、軟化ではなくて、

これは使用できる温度範囲が85℃までという話の中で85℃も一応見ておきますと。それがちゃんと何らかの関係式に乗るかどうかというのは、4ページ目を見ていただきたいのですが、ちゃんと乗りますということを見ています。ただ、85℃を超えていくと、JISの試験法で、軟化試験をやった後で軟化が始まるという状態に、ここは確かに鶴田先生が仰るように入っているかと思えますけれども、一応関係式に乗ります。ですから、基本的には、高分子化合物の中を水素が透過していつている状態を取っているという風には考えておりません。

以上です。

○鶴田委員　もう1つは、例えば油なんかを高圧で加圧したときに、凝固温度が変わる現象もあるわけですね。プラスチックも高圧下で——軟化試験というのは、ガラス転移温度というのは何度で計ったのというのも実はあって、ガラス転移温度と言うけど、使用条件のガラス転移温度というのは、これまた非常に恐ろしい話なのだけど、議論しているのは、圧力がかかっているガラス転移温度は同じなんですかという、先ほど色々堀口委員が心配されているところも含めて、そういう基礎的なデータをある程度お示ししないと、多分なかなかご納得いただけない側面があるので、そこら辺をどういう風にするかですね。これは、多分事業者さんのほうが開示できれば開示をやる。できなければ、どこかがお金を頂いてやるしかないということだと思います。

以上です。

○三枝氏　今ご指摘のところは、我々まだそこまでは、材料そのものの特性というところに関しては、JAR Iとしての試験は十分できてないというところで、今後必要があるかどうかというところは何とも言えませんけれども、現状では……。

○川原高压ガス保安室長　今後やっていただけるというのは、そこを含めてということでしょうか。

○三枝氏　済みません、今この場でやる、やらないというのはあれなので。国内でも材料特性をやられているところがありますので、今後そういうところは課題としてあるかどうか、そこは考えます。

○辻委員　ちなみに35MPaの容器の最高使用温度は何度に設定、上限は何度に設定されていますか。

○三石氏　一緒です、85℃です。

○辻委員　そういう意味からすると、純粹に温度だけ考えると同等な条件ですので、あと

は容器全体の構造がやや違うのと、内圧が高圧水素ということ。

○三枝氏 先ほど先生が仰っていた、高圧下での物性みたいなのがどう違うのか、挙動がどう違うのかというところは多少ございます。そのところは、我々 J A R I としてはなかなか手の出しにくいところで、国内で連携するとかそういう形になるかと思います。仮にそこが非常に重要だということになれば。

○辻委員 ありがとうございます。

そうしますと、4項のところにつきましてはそのぐらいの議論でよろしいでしょうか。

続きまして5項目に関しては、これは先ほどKHKの方でも記録を提出してもらっているというお話もありましたので、そのような内容で、出せるものと出せないものもあるということのようですけれども、ある程度基本的なところは押さえているというところよろしいでしょうか。

○鶴田委員 記録を残していくという意味は2つあって、成形の設定条件、あと実測された成形条件、出てきた製品を検査したときに目標に入っていたかどうか。それがきちっと管理されて、出せといった瞬間に出るかどうか。出ないような業者さんはやっぱり問題外だろうと思いますので、そういう管理体制ですね。情報を開示しろというのではなくて、異常があったときに、例えば工場が出荷するまでに止められる体制じゃなかったら、やっぱりそれはやってもあまり有効じゃないでしょうから、多分それはちゃんとやっていると思いますけど、それは品質保証なり生産管理できちっと認証しているはずですから、その認証をちゃんと確認して、パスするかどうかは、業者としてはやった方がいいと思います。

以上です。

○辻委員 ありがとうございます。

今回の70MPaの容器の技術基準の中には含まれないけれども、おのずとメーカーであればそういう対応をしているだろうということでしょうか。

○鶴田委員 「だろう」で済むかどうかというのは、色々ありますので、そこは「だろう」で済まされるかどうかという、その「だろう」のレベルは少し慎重に考えたほうがいいと思います。

○辻委員 では、そこら辺をきちんと指導いただくということをお願いします。

そうしますと、5項目はよろしいでしょうか。

あとは6項目ですが、これについては文言を直さないといいますが、そのままいくということですが、よろしいでしょうか。

○堀口委員　これはKHKS0128の気密試験のところでの基準になっていますから、あくまでも透過のガスは問題じゃなくて、口金のところ、溶着している部分とか、他のいわゆる漏れ、漏えいを調べているわけですから、それと透過したガスというのが本当に区別できるのというものもありますけれども、表現としても、やはり「透過したガス以外のガスが検知されない」というのは表現としてまずいかなということです。

○草野氏　言葉の表現につきましては、先ほども言いましたが、5年ごとに見直しておりますので、適宜、適切な表現に見直していきたいと考えております。

○辻委員　そういう対応でいかがでしょうか。

そうしますと、前回頂いたご意見、ご質問、それから聴取会以降のご意見に対しては、一応対応できたという、宿題はもちろんありますけれども、対応いただけたかなというところだと思います。

それ以外に、全般でご質問、ご意見等ございますでしょうか。

お願いします。

○鶴田委員　高圧ガスは、CNG以降ずっと使ってきた安全の実績がある、それは事実だと思います。しかもエネルギーの多様化という意味でも、様々なエネルギーを使っていくというための技術開発は、特に先進国の日本がやるのは間違いないと思います。その中で一番求められるのは、もちろん経済性もなんですが、安全性も重要です。さらに重要なことは、業としてこういう水素自動車なりCN自動車を作られるのであれば、その事業が一定の収益性を確保できる。一番収益性を阻害するのは、投資して、生産して、物ができた直後に大量の不良と見なされる事態が起きることが致命的ですので、開発段階、何をまごまごしているとお叱りは受けるのですが、それはバランスのところがあると思います。細かなところまでやろうと思うと物すごいコストがかかる。かといって、それが十分有効でなければ、後で投資家、国家としても大きな経済的損失を引き起こすと。

今グローバル化してしまって、企業の株というのは世界中で取引されていますので、国際的なリスク管理ということを考えれば、事業者の方にはそういう国際化した市場の中での活動というのは、ちょっとした検査ミスあるいは検討漏れ、あるいはこれぐらいでいいだろうと思った結果が重大な影響を与えるということになりますので、今日の意見では厳しい意見が多かったと思います。ただし、今日本の置かれた立場を考えたときに、やはり日本というのは信頼に足る国だという評判を、取り戻すという言い方は変ですけど、それをきちっと示すということが重要かと思っておりますので、規制緩和の時代に非常にきついことをと思うかもし

れませんが、やはり信頼されるためには一定の投資が必要です。

それは、お金だけではなくて、民間企業の方々のご努力も必要になりますので、規制当局と民間の間というのは、経済産業省さんがずっと長い間悩まれてきている案件ではありますが、誰かがこれをちゃんとやらないと、経済発展と一定の安全性というのは実現が難しいです。そのところを経済関係の方、あと技術者の方にもご理解いただいて、何故こういう細かなことを申し上げているかというのを是非ともご理解いただいて、わからないことがあったときは、やはり行政等に情報が適切な時期までにきちっと伝わるように努力をお願いしたいと思います。

以上でございます。

○辻委員 ありがとうございます。

厳しい注文、前向きのご意見ですけれども、頂きました。

ほかに、お願いします。

○堀口委員 先ほどのガスの透過のことに関してですけれども、前回頂いた資料で、自動車工業会さんから頂いた資料の中に、水素の容器を車に積んだときに、それをコンテナとあったのですけれども……

○河津氏 コンテナに入れるのではなくて、荷室、居室、スペースですね、そこに容器を入れないでくださいという意味で仕切りをつけているだけです。

それから、これはたまたま格納容器に入れた場合の図を示してしまして、格納容器に入れる場合と格納容器に入れない場合がありますので、たまたまそういう格納容器に入れたときにこういう位置に水素センサーがつくということだとお考えください。

○堀口委員 じゃあ、特に密閉度の高いコンテナに似たようなものを使うというわけではないんですね。

○河津氏 荷室や居室のほうに、居室ときちんと仕切られてない場合には格納容器に収納するということが道路運送車両法側で定められています。

○堀口委員 この水素センサーは、レベルはどのぐらいなのですか。

○河津氏 レベルと仰っておられるのは……

○堀口委員 水素の検知。

○河津氏 別添100では、4%の水素を検知した場合には、運転者に警報を発するとともに、容器の主止弁を電磁弁で遮断しなさいということがルールになっています。もちろんそれに対して、各社さんともその余裕度を見て設定をされて運用されていると思います。

○堀口委員　　4%ではかなりレベルとしては高いから、透過のことを――結局、車に積んだ場合に、劣化して水素が透過した場合に、その状況を調べるということではできないわけですね、この水素センサーでは。あくまでも大量というか、管理範囲に入るぐらいの危険性をあらかじめ検知するというためだけで、透過に関しては、これは全然使えないということですね。

○河津氏　　全然という言い方がいいかどうかは別なのですが、一応4%の水素漏えいを見るためにということで、この水素検知器及び水素計の遮断システムが搭載されているということでございます。

○堀口委員　　わかりました。どうもありがとうございます。

○辻委員　　よろしいでしょうか。

そのほかございますでしょうか。よろしいでしょうか。

そろそろ意見も出尽くしたところかと思えます。前回、それから今回の意見聴取会では、様々な貴重なご意見を頂きました。議事録につきましては、事務局で作成いただきたいと思います。

今後のこと等につきまして、事務局からお願いいたします。

○川原高压ガス保安室長　　2回にわたって、意見聴取会で大変貴重なご意見をありがとうございました。最近の飛行機の問題ということではないのですけれども、燃料電池自動車ということで、一方で非常に期待をされているところでございます。他方、安全性というのは十分注意していかなくてはいけないということで、これは我が国のまさに製造業の信頼にもかかわる問題ということでご指摘も頂きましたし、ご意見も頂いたところでございます。

今日は、色々な不具合とかあったときの情報収集体制とか、そういうところもご意見を頂きました。それから、プラスチック特有の問題に対してどのように考えていくかというようなところも、私ども、少し急ぎながら考えていかなくてはいけないことだと思っております。

今後、技術基準については、今回の意見も参考にして策定させていただきたいと思っておりますけれども、先ほどあったような情報収集の体制等につきましては、また委員の先生方にご知見も頂きながら、我々としても体制を考えていきたいと思っておりますので、今後とも、引き続きよろしくをお願いいたします。意見聴取会についてはどうもありがとうございました。

○中村産業保安担当審議官　　貴重なご意見をありがとうございます。

今日議論、ご意見を頂いて、これからの課題というものと今回の基準についてのご意見を

頂いたと思っています。それについては、それぞれ事業者側のほうでやるべきこと、それからKHKの方、あるいは経済産業省の方でやるべきことというのが指摘されております。

今後のやるべきこと、今後の課題ということについても、きちっと整理をする必要がありますし、とりわけこの基準については、なお確認すべき事項というのが指摘されたかと思えます。特にプラスチックの透過性の問題については非常に重要な問題でもあるので、それについての考え方であるとか、今までどういうことを確認してきたのかということについて、やはり口頭だけではなく、できるものについてはきちんと紙の形で、先生方、委員の皆さん方にご確認を取っていただくということも必要だと思えますし、それを前提とした上での検査のあり方というものについて、それが果たしていいのかどうかということも、もう一度レビューをする必要があるのではないかと考えています。

どういう形でそれを行うかどうかということについては、恐縮でございますけど事務局のほうに任せていただいて、もう一回さらに集まっていたらご意見を頂くというやり方が適切であればそうしますし、また、そこまでの必要はないということで、先生方に個別にお伺いさせていただいてご確認をさせていただくという形を取らせていただくかは、そこは課題に一番ふさわしいような形でやらせていただければと考えております。よろしければ、そういう形にさせていただきたいと考えております。

いずれにしても、この2回にわたるご議論につきまして、委員の先生方、とりわけ辻先生については、全体のご司会を務めていただきましてありがとうございます。それから、関係業界の方々、自動車工業会、自動車研究所のほうからは、お忙しい中ご出席を頂きまして、貴重なこれまでの考え方、これまでの結果についてお時間を割いてご説明していただき、また色々ご質問についてお答えを頂いたことについて感謝を申し上げます。また、KHKの方につきましても、ありがとうございます。

私からは以上でございます。ありがとうございます。

○辻委員　それでは、本日はご議論いただきまして、まことにありがとうございます。以上をもちまして「70MPa圧縮水素自動車燃料装置用容器の技術基準に関する意見聴取会」を終了いたします。

—了—