

環境 T F 議事録

内閣府規制改革推進室

環境TF 議事次第

日 時：平成 21 年 8 月 7 日（金） 13:57～15:52

場 所：永田町合同庁舎 2 階 A 会議室

1．開 会

2．議 題

屋外タンクの開放検査周期延長について

3．閉 会

○安念委員 それでは、今日は関根先生に「屋外タンクの開放検査周期の延長とその課題」ということでお話をいただきます。どうぞよろしくお願いいたします。

○関根教授 それでは、お話しさせていただきたいと思います。

○安念委員 どうぞ、おかけになってください。

○関根教授 パワーポイントで説明させていただきますが、お配りした資料、それ以外にパワーポイントの資料と「屋外石油タンクの構造」に関するものがあります。石油タンクの構造についてですが、これは大型のタンクで、その他いろんなタンク、大小入り交じっていろんな構造のものがありますけれども、これを参考にさせていただければと思っております。

開放検査ということで、基本的には下の方、底部と言っていますが、底部はこの「構造」の方を見ていただいて、これは非常に大型の、御存じかと思いますが、国の備蓄タンクなどはこういう大きな10万k1クラスのもので、その底部の方はアニュラ板という鋼板と、それから底板とに分かれています。

アニュラ板は側板の近傍に厚目の板で作られたもので、小さいタンクはそういうアニュラがないものがありますけれども、そういうものをアニュラ板といいます。それ以外のところを底板といいます。アニュラ板と底板を一緒にして底部と呼ばれます。一応、ここでそういう言葉を使わせていただきますので、御理解をしていただければと思っております。

構造に関わることで何か言葉が出てきたら、この図を参考にさせていただきたいと思えます。

もう一つの資料は、私の方で調べさせていただいたものですが、屋外石油タンクの開放周期と、維持管理に関する法令、それから省令告示、そういったものを全部ではありませんけれども、ポイントになるようなものはこんなところかな、ということで、一覧表にしたものです。これについてはもう説明しません。こういうものがあるということで、御承知おきください。

あと、私が書きました『石油タンクの保全管理技術の現状と課題』という解説です。これは10年ぐらい前に日本高圧力技術協会の学会誌に書いたもので、日本高圧力技術協会とは学協会、学会の1つなのですが、石油タンクの技術を扱っている学協会です。多分、石油タンクを専門にしているところはそこだけで、ほかもやられている個人の先生はおりますけれども、学会としてまとめてやっているのは日本高圧力技術協会です。High Pressure Institute of Japanということで、H P Iといいます。私の話の中でH P Iという言葉が出てくるかと思えます。

ちょっと長くなりましたけれども、ここではタンクの安全管理と開放検査周期に関することにつき、私の考えていることとお話しさせていただいて、御参考になればと思っております。

事務局の方から事前にこんなような内容でお話しを、といわれておりましたが、それに合った話にしたいとは思っておりますけれども、若干外れるかもしれません。その点は御

容赦していただければと思っております。

屋外タンクということで、陸上設置のタンクにいろいろありますけれども、陸上設置のタンクの開放検査周期は法規で決められていて、その延長、いわゆる開放周期のエクステンションありきということではなくて、もし、そのために技術的なことでできるならこんな課題があって、それはどういう形でクリアできるか、ということをもっと簡単になるかと思いますが、お話しさせていただきたいと思っております。

それでは、次をお願いいたします。

(P P)

それで、前段なのですが、「日本における石油タンクの維持管理の現状」ということです。大体、今、日本には大小併せて8万基弱ぐらいのタンクがあるのではないかと思います。大きいタンクはもうほとんど新設されません。ここに書いてありますけれども、そのうちの内容物が、危険物になるわけですが、1,000k1以上のものを“特定屋外タンク”と法律的には呼んでいます。

それ以下のものを非特定タンクといますが、このうち、500k1以上で1,000k1未満のものを準特定タンクと言っています。これは若干やらなければならないことが、それより小さいタンク、いわゆる非特定屋外タンクとちょっと違うので、法律上は区別をしているようです。

勿論、7万基ということで圧倒的に準特・非特定タンクの方が多いです。それで大きいタンク、大きいのは日本では最大13万k1で、鹿島にあります。それから鹿児島の喜入というところに13万k1ぐらいのものがあります。そこら辺は直径が100m近くになります。

○安念委員 やはり、備蓄ですか。

○関根教授 国家備蓄基地ではありません。喜入は日石ですし、鹿島は鹿島石油でしたが、今はJOMO、ジャパンエナジーになりました。あと大きいのは10万k1クラスで、これは国家備蓄です。200基弱ぐらい大きなタンクがありますが、それを含めて民間でもあります。

一応、1,000k1以上のタンクが、この数値がちょっと正確ではないので申し訳ないと思いますが、8,300基ぐらいです。それで、このいわゆる“特定タンク”がここに書かれているように、開放検査が義務付けられております。

条件によって、一応、5年から15年ですが、1万k1以上の大きいタンク、今回の閣議決定の規制改革の対象になった具体的な課題については容量1万k1以上というのが出ていますが、それはマキシマム13年です。もうちょっと小さいのは15年までオーケーだということになっています。

それでは、何のためにタンクを開放するのかということですが、維持管理の目的は基本的に、危険物である内容物を漏らさないということです。漏らせば当然、爆発、火災が生じて災害事故ということになります。それから、環境汚染があります。土壌、河川を汚すということで、その防止のためにまず漏れないようにするというのです。

日本の場合にはどちらかというと火災・爆発関係で、アメリカなどは環境汚染。両方、大切ですが、アメリカなどは土地がたくさんありますから、環境汚染に非常に敏感になっています。私はそんなに詳しく調べているわけではありませんが、法律などもそういうところから規制が出ていると聞いております。

それで結局、どういうことをするのか。開けなければならないことで、漏れないようにするためにはどうしたらいいか、ということの1つは、強度信頼性を担保することです。石油タンクは鋼の構造物です。ずっと前は「バカタンク」と言われていたように単純な構造物です。

そうはいっても、それなりに設備が付いていますが、構造健全性をきちんと維持・担保しなければならない。特に日本の場合には耐震性が強く要求されます。これらは構造上の課題です。

それから、もう一つは経年劣化対策です。経年劣化では基本的には腐食です。腐食が怖いので、腐食によって穴が開いて漏洩することを防止しなければいけません。

そのほかにも維持管理にはいろいろなものがありますけれども、メインはこの2つだと思います。

そのためには開放しなければならないというのはどういうことかということ、1つは下に書いてありますように、底部、いわゆる底板とアニュラ板ですが、これの厚さ測定をして、底部の腐食をチェックする必要があるということです。それが1つです。

底板の厚さを測ることによって残存肉厚を計測し腐食の程度を評価して、どうしようかということなのです。

次に、構造の方の維持管理ということになると、溶接構造物ですから溶接部の健全性が要求されます。勿論、建設時、要するに完成時の検査はきちんとするわけですがけれども、その後、開けて、特に溶接部の損傷、「割れ状の欠陥、亀裂」といいますけれども、そういうものが新たに発生したり進展したりするか、どうかということをチェックするために、非破壊検査をします。いろいろな非破壊検査がありますが、基本的にはそこに書いてあるようにMT検査、磁粉探傷をやります。

開放検査は主にMT検査と板厚測定による腐食管理です。腐食管理ですが、腐食は内外面あります。油だから内面は腐食しないだろうと思いますが、実は油の下には水、水だけではなくてスラッジとか水分を含んだ電解質がたまるから内面もやられるのです。

○安念委員 なるほど。

○関根教授 側板は油が直接接触していますから、下の方を除いては側板の内面は通常ではやられることはありません。

それで、本来は内外面の腐食をちゃんと管理しなければいけないということですが、日本の場合には特に原油を中心として内面の腐食が怖いので、コーティングをするようになってきています。今回の規制改革のテーマもコーティングの話ですが、コーティングをして内面腐食を防止するという防止策が取られるようになってきているタンクが多くなってきて

います。

勿論、物によっては内面コーティングをしないものもあります。製品油のタンクなどで全く腐食しない、あるいは下に水などの不純物がないというものはコーティングしなくてもいいので、そういうタンクもあります。大体、小さいタンクです。原油のようなものは必ず下に水とスラッジという砂のようなもの、汚土がいっぱいたまっていますから、それが腐食を促進するわけです。

ということはどういうことかということ、底部の腐食と内面コーティング、その耐久性が問題になってくるというわけです。

○安念委員 原油に水が含まれているのですか。

○関根教授 下の方にたまります。原油は水だけではなくて、いろんなものが混ざっています。

○安念委員 地下から汲み上げたときに。

○関根教授 地下から汲み上げたとき、油だけだったら良いのですが。又、雨水なども混じります。

○安念委員 そうですか。

○関根教授 腐食させるのは水分のような電解質ですが、それにスラッジと称するようなワックス分を含んだ汚土、砂のようなものがたくさん。大きいタンクでは下にメートル単位でたまっています。

○安念委員 そうですか。

○関根教授 だから、それを開放するには、それをかき出さねばならず、大変な騒ぎです。それは後でお話しします。

いずれにしても、腐食管理のための板厚計測と強度の確保ということで溶接線の MT 検査。これはどうしても開けなければ出来ないので、これをやるために開ける。開けるためには何年置きに開けたらいいのか、ということになるわけです。

次をお願いいたします。

(P P)

一応、法規上、開けなさいと決められているのは特定タンクで、1万 k1 以上と1万 k1 未満とで分けられます。このことはもう調べられておられると思います。

ところが、先ほど申し上げましたように、水島事故以前のものとは水島事故以後のものとはあって、水島事故以後につくられたものを、それは勿論、法令改正をしてこうつくりなさいと安全の度合いを上げたつくり方を法令で指定したわけですが、「新法タンク」といいます。

それ以前のことを「旧法タンク」と呼びますが、実は、それ以前でもちゃんとつくられているものがある、新法に近いようなものもあります。それを第1段階基準でつくられたタンクといい、さらにもうちょっと安全に配慮がされていない、というものを第2段階、全く旧法の基準でつくられたというものを「旧法タンク」と言って、細かく分けています。

それぞれ建設時の安全性を担保するその度合いが違うもので、それぞれに対して開放周期が設定されています。

この図で「基本開放周期」と書いてあるのがベースになります。8年、8年、7年とそれぞれの第1段階、第2段階、それから新法。一応、旧法は今でも5年ごとに開放して内部検査を下さい、ということになっています。

基本開放周期は8年です。この8年という数値も勿論、いろんな議論をされて新法タンクはそうなのだろうと思いますが、基本的に8年というのが何で8年なのかという技術的根拠はないと、理解していいと思います。とはいうものの、決めなければならなかったと理解しています。

基本的には8年ですが、一応、安全性に配慮をして、その後、いろんな処置をしたものについては、その処置をしたタンクを個別に開放周期を延長してよいということで、「個別延長制度」が設定されています。

個別延長制度は、その要件がここに書かれていますが、その要件を担保したものについては2年延長、更にこちらで腐食量に係る管理等の状況、腐食率、そういったものの条件を満たしたものについては2年、更に3年ということで、1万k1以上のタンクについてはマキシマム13年ということになっています。閣議決定された課題にある13年という数値はそこから出てきている訳です。

これを見ていただいて、後で私がお話しするところのバックグラウンドになるのですが、基本的に何が満たされると開放周期の個別延長になっているかということ、「腐食対策」です。

これを見ていただいてもわかるとおり、実は2年の延長のところは腐食等の状況、例えばガラスフレック、FRPはちょっと高いコーティング材料のことで、いいコーティング、高耐久性と呼ばれているかなり厚い、そういったものが使用されているか、「or」ですが、貯蔵管理等の状況が良好、どちらかを満足する場合は2年です。

更に、これは腐食率ですが、余り腐食していないことが何か立証できれば、更に3年ということになります。

ということはどういうことか。これを見ているとおわかりになるとおり、いろんな要件があります。この要件が非常に細かく決められています。構造分野のものについても要件が入っていますが、基本的に何が必要かといえ、ば、「腐食対策」なのです。

そういうことは言っていないませんが、技術的に見た場合に、開放周期の延長の主要因は何かといったら、腐食と理解していいと思います。構造もあります。勿論、やらなければいけないけれども、ここで話ししたいことは、まず1つはそこです。そこが前段です。

次をお願いいたします。

(P P)

1万k1未満については基本点検周期が13年、12年になっています。これは当然ながら大きいタンクの方が漏洩をした場合にはたくさんの漏洩量が出る。それから、当然、大きいですからダメージを受ける確率は、同じ条件であれば大きい方が面積が広いですから高

い。リスクが高い、リスクーだということで、1万kl未満の方が周期が長くなっているというのはリーズナブルなことです。

次をお願いいたします。

(P P)

最初の要件、構造上の担保、いわゆる溶接部の非破壊検査ですが、磁粉探傷が行われます。磁粉探傷はMagnetic Particle Testingといいまして、我々は通常、現場で「MT」と言っています。これからはMTの話です。

磁粉探傷は非常に検出感度のいい、簡便な非破壊検査手法です。ただし、表面欠陥しか調べられません。表面に開口しているか、あるいは表面に近くにあるところのものしか調べられません。しかし、ファインなクラックまで見つけられます。定量的な評価、どのくらいの深さがあるかは出きませんが、非常に感度がいい検査技術です。

ただし、残念ながら自動化がなかなか難しく、人間が、インディケーションという傷の模様が出てくるのを見て評価をしていくというのがこの方法です。

目的は、どういうことでやるのかというと、開放検査ですから、供用中に発生又は進展したクラックの検出です。完成時の検査はします。しかし、供用中に割れ状のきずができたり、発生したりするか、又は、それが進展しなければそれはいいのですが、それによって開口、あるいは破損して内容物が漏れないように、それを防止するためにMT検査を行います。内部の溶接部の検査ですからタンクを開放しなければできません。

作業は全線をやります。“やりなさい。”ということになっています。アニュラ部と底板部があって、実は底板は新法ですとこういう「突合わせ溶接部」が多いのですが、旧法ですと「重ね溶接部」が多くなっています。

大体、この溶接部の止端部、ここが応力集中部なのですが、ここに傷ができ易く、また、こういうところにした傷、そういう傷が危ないのです。そこをMTで検査をしますが、大抵の場合には内面にはコーティングが施工されているので、コーティングがなければいいのですが、コーティングをされていると実はMTはちょっと薄皮が被っているというだけで、100 μ m ぐらいの薄膜が何か乗っているだけで検出性能ががたんと落ちて、ほとんど傷の検出ができないのです。

だから、コーティングをしているところを剥ぎます。せっかくコーティングをしているのに剥いで、コーティングが生きているにもかかわらず、生きていないものもありますけれども、剥いでMT検査を実施して、再稼働するときにはもう一回、そこを塗り直すということをします。

ある意味で経済的な負担が非常に大きいのです。御覧になっている大型のタンクの絵がありますが、底板の部分、鋼板がいっぱい並んでいるその溶接部全線をやるのです。

○安念委員　すごいことですね。

○関根教授　直径が国備クラスだと80mですから、溶接部全線というと、キロメートルの単位で全部。それが義務付けられているわけです。

一番大事なのはここです。“隅角部”、といいます。これは側板とアニュラとの接合部です。ここがアニュラなのでちょっと厚い板を使いますが、小さいタンクはアニュラという概念はありませんが、ここで何かあったときに保有水平耐力ということで、ある程度、このアニュラで強度を持たせることになっています。

この隅角部が力学的に一番厳しいのです。危ないのです。例えば地震があったときに、ロッキングと称して、こんなのは大げさな図ですが、こののところに一番力が生じることはこの絵を見てもおわかりになるのではと思います。ここ底板部は力学的に厳しくないのですけれど、今は全部、ここも剥いで、全線検査をしなさい、ということになっています。

検査をした場合、実はその評価基準は「No flaw, no damage」なのです。ということは、日本では経済産業省関係の高圧ガス関係は、原子力も含めて、ようやく「傷はあってもいい。ただし、進展しない有害な傷を見つけて何とかしなさい」という概念になってきていますが、まだ消防法は「No flaw, no damage」なのです。

要はどういうことかと言ったら、つくったときの健全性をそのまま維持しなさいということです。あり得ないことを担保しなさいといっているのです。ただし、「No flaw, no damage」は、勿論、MTで検査をして出てきたもの、ということです。だから、MT検査は非常にファイン・クラックなものができますので、有害傷の概念がないということになっています。

もともと、実はこういう底板部は極論すると鋼ではなくてビニールシートでもいいというぐらいの人がいます。力学的にはほとんど問題にならないということです。後でお話しますが、外国では開放時のMT検査はしていません。

というのは、底板部は強度メンバーではないという概念です。だから、全部調べたわけではありませんが、外国では、少なくとも欧米諸国では開放時のMT検査はやりません。それで、腐食の方をやっています。

次をお願いいたします。

(P P)

供用中の割れ。結局はそういった先ほどの底板部、アニュラ部、隅角部、それがどうなっているかということ調べますが、割れがどんな大きさと、どういう力学的条件があつて、どういう材料で、どういうふうになれば、その割れが進展して、破損や開口に至るのか。そういう構造力学的な、破壊力学的な研究はかなり以前からやられています。

特に、最近の数値解析法が非常に発達していますので、いろんな条件をモデル化して設定し、どういう条件なら傷がどう進展して、繰返し加重が危ないのですが、どのくらいの繰返し数ならばどの程度まで進むのか、あるいは進まないのか、ということの研究がかなり精緻なところまで計算もできるようになってきて、多くの研究がやられています。

石油連盟を初め、日本高圧力技術協会、それ以外にも、いろいろな所で研究が行われています。勿論、実機とは違ってモデル化しなければいけない。“実機と違う”と言われるとそれまでですが、数値計算はかなりできるようになって、力学的な解析としてそれなりの

ことができ、その成果が、いろんなどころに、学会誌などにも出ているものもありますし、こういう報告書として出ているものもあります。

いろんなどころでいろんなことがやられています。大ざっぱにそれらの結果をまとめると、ここに書かれているようになります。この画面に、不等沈下とありますが、不等沈下がどういうことかは御存じだと思いますけれども、基礎が不整で、このようになってしまうことです。

力学的検討結果をまとめると、不等沈下等の特別な状況がない限り、底板部、いわゆるアニュラ部、隅角部を除くところでは、構造上考慮するような大きな応力は発生しない。大きな応力が発生しないということ、はどのようなことかということ、溶接部の割れの発生、進展はほとんどないと考えていい、というのが結論です。

それから、隅角部、隅肉部、そこはやはり相対的に見た場合、底板部よりは高い応力を受けますが、地震荷重、これはどの程度の地震荷重、地震を想定するかによって、結果は大きく変わりますが、馬鹿でかいものではあつという間に壊れてしまうわけですが、最近では例えば阪神淡路大地震の地震の波形などがもうとられていますから、そういう波形を使って解析的に隅角部にどんな力が働くのか、勿論、それも基礎がどうなっているかというモデル化をしなければいけません、そういうことがもうできるようになっています。

そういう地震荷重を考慮しても、割れが進展していつて貫通したり、脆性破壊に至るようなことは、通常、きちっと溶接がされていればその可能性は低いということです。

通常の繰返し荷重は受け払い時なのです。油を出したりすると、そこで繰返し荷重を受けます。それでは、破壊や開口の可能性はほとんどありません。大きなものが地震荷重です。

それで地震荷重をどう設定するかですが、地震荷重は阪神淡路大震災ぐらいでも、勿論、物によって違うわけですが、余り破壊・貫通には至らないだろうということが研究結果として出ております。

だから、開放周期との関連はどのようなことかと言ったら、例えば大きな地震ほど50年に1回、100年に1回ということになりますね。勿論、地震だから明日来てもいいけれど、それはそんなことを考えたら構造物などつくれません。

だから、もし50年に1回来るような程度の地震、100年のはもっと大きいわけですが、それを想定すれば今の開放周期13年はどうなのでしょう、という議論になります。

○安念委員 当然ですね。

○関根教授 そういうふうに考えています。もう一つは、底板部と隅角部で力学的な条件が全然違う。にもかかわらず、同じような検査対象としているのは非常に合理的ではない。単に無駄だと言っているのではなくて、例えば、MT検査のためコーティングを剥ぐとどうなるかということ、この剥いだ粉がいっぱい、物すごい量が出ます。環境を汚すのです。それを処理するのは今はもう大変です。

そういうことも含めて、私は「合理的ではない」という表現を好んで使わせていただい

ています。

次をお願いいたします。

(P P)

M T 検査、溶接部の健全性の担保については今のお話で一応おしまいにして、次に腐食管理の話に移ります。

アニュラ板と底板、先ほどから何度も底部と申し上げておりましたが、1 つには腐食をして、特にアニュラ板ですが、それが薄くなる。余りそんなことはないのですが、薄くなると当然ながら強度低下になるわけです、それを防止するのが1 つの目的です。

それよりももっと大事なものはやはり腐食によって貫通して内液が漏れるということです。これの防止のために腐食管理をしていくわけです。底部の腐食管理ということになります。

底部は内面の腐食と、それから外面、裏面側ですが、その腐食です。内面の腐食対策は勿論コーティングで、それをきちんとやれば、そのままほっておいていいのです。外国では最近が増えてきていると聞いていますが、余りしません。

それで漏洩防止ですから、外国のアメリカなどは二重底にしたりします。この場合底板も構造上危ないのです。剛のものをつくるというのは構造上危ない。日本のようではなく、地震がないところだったいいのですが、大きな地震もあるということで、怖いので、大体、日本の場合には、二重底にはしないで、大きいタンクは底部に内面コーティングをします。

そうすると、このコーティングがもつかという問題が提起されます。これが1 つ。

コーティングについて、次をお願いいたします。

(P P)

防食処置としてコーティングが施工されますから、そうすると内面コーティングの耐久性が問題になります。今回の閣議決定、ガラスフレーク・コーティングが20年というのがあります。これは一応、法令、消防危第74号であったかと思いますが、これに関する省令告示は錯綜していて、お調べになったらいいと思いますが、多分、整理できる人はいないのではないかと思うぐらいに複雑で系統立っていないのです。私はそういうところも問題だと思っています。

消防危第74号だったと思いますが、これにはガラスフレークは割と高耐久性で耐久性がすごく高い、あるいはFRPというのも割と高耐久性があるということで、一応、限界を20年にしましょう、となっています。

それから、エポキシ、タールエポキシなどは民間のタンクでよく使われているスタンダードなコーティング材料ですが、16年。若干、ガラスフレーク、FRPより、その耐久性が落ちるということで16年と決められています。

決めたというか、何をもとに決めたのか。いろんな実績、データをベースに決めたと思いますが、基本的には技術的根拠はない、と私は理解しております。なぜ決めたかという、青天井だと困りますよね、ということではないかと理解しています。多分、そうだと思

います。青天井では困る。だから、今回の20年というのは技術的な根拠はありません。だから、今回、多分、検討が始まっているのだらうと思います。

ところが、おもしろいことに、そのときに20年といっても、耐久性の限界は何をもってということが大事なのですが、明確ではありません。実は本当は、純技術的に言えば、理屈上は防食性能が落ちて、それが喪失して鋼が腐食し始めるとき、本当はもっと言えば貫通するとき、と言ってもいいけれど、鋼が腐食するときが耐食性能の限界と本当はしたいのです。ところが、なかなかその辺、技術的な解決ができないのです。

運用面ではどうしているかという、不具合の発生をもって、限界としています。不具合とは「ふくれ」をさします。

次を出してください。

(P P)

このとおり、「ふくれ」はこういうものです。これはコーティングの「ふくれ」です。先生、見えますか？

○安念委員　そこで言う「ふくれ」というのは、鋼のふくれではなくて、塗装の方のふくれを言っているわけですね。

○関根教授　塗装の方です。こういうふうに素地鋼板と塗装の間で、これは塗装と言っても、一様にペンキが塗られているわけではなくて。

○安念委員　それはわかります。

○関根教授　これがそうですが、この中間で膨れるのもありますけれども、こういう“ふくれ”をもって、ただし、どの程度のふくれかという問題がありますが、ふくれの発生をもって耐久限度とするというのが、運用面でやっていることです。

ということはどういうことかという、ふくれや剥離の発生ということで、かなり安全側の設定をもってコーティングの耐久限度としているということです。それで20年について議論をしましょうということで、今、議論されています。

行政的に言えば、勿論、1個あったらこれはだめなのかということではなくて、全体の20%ぐらいになると塗り直しなさい、ということになっています。

問題はこの不具合の発生以後です。本来は耐久限界は技術的には鋼の損傷発生だけれども、それまでの期間がどのくらいで、メカニズムがどのよう、ということは私どももやりたいとは思っていますが、まだはつきりしていません。

これがわからないから、結局は安全サイドを見て、不具合発生をもってコーティングの耐久性と限界と決めましょう、ということで、現在は運用しています。だから、技術的な検討が必要というのはそういうことです。

それでコーティングの場合、20年、16年と決めた数値、これらは全寿命なのです。実は、こういう大型溶接構造物のコーティング、塗膜では、例えば塗膜のガラスフレーク・コーティング、FRPならFRPである程度、その塗膜の材料が決まっても、どの程度で劣化していくかというのは決まりません。

それよりも、どういうタンクでどう使って、どう施工したか。要するに使い方、同じコーティング材料でも個々のタンクによって劣化の度合いが違うのが普通なのです。それを考えなければいけないのです。

それを表したのがこの絵です。

次をお願いいたします。

(P P)

今、ふくれを耐久限界にしていますが、横軸は使っていく供用時間です。縦軸がコーティングの健全度としています。最初、初期値はいいですね。それから、使っていけばどんどんどんどん、劣化していくわけで、時間は log スケールでリニアになるとは限らないのですが。

同じ塗装で同じようにやったとしても、ここに書かれているようにタンクの履歴とか温度、応力、油種やスラッジがどうなっているか、というようなことで、どの劣化曲線をたどるか違ってきます。だから、それぞれのタンクのコーティングはそれぞれのタンクでその劣化について“個性がある”ということをきちっと考えないと合理的な管理ができないというのが技術的な見解です。

“全寿命”として決めるときには、使う環境とかスタンダードなものを想定しておいて、それがあって、そうであればこんなふうになりますというのを想定して、では一律 20 年ですと決めているわけです。

あるいは、その塗料の耐久性仕様と称して、データベースとか促進実験のようなものを作って、こういう曲線を見て、これから 20 年です、あるいは 16 年です、ということなのです。しかし、実はこれがこの図に示す劣化曲線範囲の真ん中ならいいけれど、大体、この辺のところになっているわけです。

大半のタンクのコーティングの劣化曲線はこちら側にかなり寄ってきている。そういうことも考慮してやらないと合理的な管理にならないのです。

要は、塗装材の種類や厚さが同じでも、その劣化曲線はこれを通るのもあるし、こう通るのもあるし、こう通るのもある。だから、どこかで状態をモニタリングをして、その情報から以後、この程度劣化していく、ということを推定するのが大事です。これが余寿命評価です。

余寿命をきちんと、それができればいいけれど、なかなかその技術はできあがってはいませんが、最近、例えば。

次をお願いいたします。

(P P)

これは私どもの宣伝になってしまいますが、例えばこういう方法。特に塗膜の電気化学的な特性、インピーダンス法といいます。インピーダンスは要するに塗膜の抵抗です。塗膜がダメになるというのは要するに抵抗が落ちてくるからです。ということは、水が入っていくから。入らなければ抵抗が高い。水が入っていくから塗膜が劣化して、不具合や

鋼の腐食が起こるわけです。

したがって、そういう電気化学的な情報を定量的に調べるのが肝要だと思います。ただし、タンクの底部は広大ですから、全部、そんなことをやることはできないので、例えば赤外線サーモグラフィのようなものでこういうふうに全体をばっと調べて、潜在ふくれがありそうなところを探し出し、そういうところについてこういう電気化学的な計測をして、そのデータ群を処理して、大体、このタンクだったら一番悪いところのコーティングがあとどのくらいもつか、という定量的な評価をする。こういう診断手法は、実機の段階、実機でもやれるような形にはなっており、実機ベースで進めなければならないと思っています。やはり、塗膜は全寿命ではなくて“余寿命管理”が必須だと思います。

今度の20年という閣議決定に対応するには、どういう形で議論されるか、私にはわかりませんが、多分、全寿命で“お茶を濁す”というようなことがなければいいなと思っています。できる、できないも含めてきちっと、ちゃんとした物の考え方で議論すべきです。先ほど言ったように、コーティング耐久性も20年から26年になれば、13年の個別延長をフルに使えるわけですが、単にそうすればいいですよ、という問題ではないと思います。

先ほどの絵をもう一回見てください。これだけあるわけです。だから、それぞれのタンクについて、個性を考えて、劣化を考えていく。これは腐食も同じです。

時間がないので、次をお願いします。

(P P)

腐食では裏面側の腐食が一番ポイントなのです。今、どういうことをやっているかというと、開けて超音波板厚計測をします。それで板厚計測についてはようやくコーティングの上から測れる技術が開発され、それでやりなさい、それでいいですよ、ということになりました。前はコーティングを剥いでいたのです。

ですが、広いタンクの離散的な定点、ポイント計測です。アニュラの部分は若干危ないので、例えば細かく密にやりなさい、ということになってはいますが、通常一番広い底板の部分はメートル間隔だと思って下さい。1 m区切り。

センサーは大体、10ミリメートルの径です。だから、そのポイントの板厚しか測っていない。そのポイントのところの減肉量しか評価していないということです。

日本では板厚管理です。外国で板厚管理をやっているところはありません。いうなれば、全減肉量で管理をしているということです。外国ではありません。外国では半定量的なやり方でしかやりません。板厚管理、全減肉量管理は日本の特徴なのです。

この板厚管理は水島事故以来、導入されたものですが、私はこの管理方法はタンクの安全性を非常に上げたと思っています。そのもの自体にはいろいろ問題があるけれども、当時としてはこの方法は非常に石油タンクの安全性を、特に腐食劣化に対する安全性を格段に上げたとは思っています。

板厚をポイント計測して、定点データ群の板厚の一番小さい部分のところの値をもとに、

次期開放までの必要厚さをどうやって管理するのか、がこの管理です。この次期開放までの必要板厚、厚さは省令でいろいろあり、お調べになったかもしれませんが、3.2mmを超えないで設計板厚の2割を減じたら何とかしなさいとか、あるいは Corrosion Rate を推定して、それが次期開放までに 4.5mm を割らないようにしなさいとか、基準が錯綜しています。

このように法令基準に整合性がないということになっているのです。私はかなりこの仕事にかかわってきていますが、多分、こういうことの専門家である消防庁の人たちでさえもなかなか整理がつかないでないかと思っています。私は、そういうところも1つの規制改革の課題だと思っています。やはりちゃんと整理する必要があります。そうなった理由はわかるのです。先生も御専門家ですから御理解いただけるとは思いますが、いろいろな事故やトラブルが起こる毎に法令を出してきましたから。

○安念委員 そうですね。

○関根教授 その典型が安衛法です。安衛法がわかる人はいないと言われているけれども、先生は御専門で申し訳ありませんが、私は安全屋なので、だからその理由はわかるのです。でも、それをそのまま放置していいのか、というのは大きな問題だと思います。

もう一つの問題は、1 m おきに板厚計測していて真の最小板厚を計測しているのか、ということです。ほとんどしていない。私の方でこういう研究をしました。

次をお願いします。

(P P)

このグラフは連続板厚計測データを使い整理したものです。あとで、説明しますが、連続板厚計測とは5 mm ピッチぐらいで膨大な板厚データを取り込みます。これも新技術です。というのは、測る技術自体は超音波の計測技術で、新技術ではありません。板厚データをたくさん、わっと計測していくのはやはり I T の技術開発でできることで、その膨大な板厚情報をちゃんと処理して、ちゃんとやれるというのができるようになってきて、連続板厚計測が可能となったのです。又実際それをやるようになってきました。

そのデータを使って、それから飛び飛びにデータを引き抜いていくでしょう。そうすると消防法準拠のやり方でやったデータが取れるわけです。その最小値と真の板厚最小値が出てきます。連続板厚計測をやれば、本当の最小板厚がわかります。この図は、消防法データの最小値と真のそれとの比を取ったものです。そのやり方によっては、当て方、その取り方によってはたまたま一番小さいところに当たるかもしれない。

だから、それを何回もやる。そうすると平均として出るわけです。そうして整理したのがこの図です。そうすると、メートルおきの消防法準拠の方法だと大体3分の1しかあってません。これは確率統計的なものです。確率統計的でいいのです。1 m おきにやってみたら当たれば、それは1になるけれども、そうでなければ、当然、おわかりになると思いますけれども、逆に言えば5分の1のところしか、本当は5 mm も腐食しているのに最大の腐食は2 mm と出てきてしまうこともあるわけです。

今の消防法準拠の測定方法はそういう問題点を持っている、ということを入れておいていただきたいと思います。それでもいいのですが、ですから今の方法でも決定的なものではなく、確率的な要素を含んだ板厚管理、腐食管理なのです。

だから、できれば全面の情報を得ることが大切です。

○安念委員 そうですね。

○関根教授 次をお願いします。

(P P)

全面の情報を得る新技術として考えられるのは、先ほど言った連続板厚計測です。これはお金がかかります。この方法の装置機械は“特認”という形でオフィシャルに認定されています。型式認定を受けていないと使えないのです。

御存じだと思いますが、KHGK、危険物保安技術協会の飯の種にもなっていると思います。

○安念委員 それはそうだろうと思います。

○関根教授 悪いことばかりではありません。ただし、それだと全面の情報が出る。先ほど言った確率的に3分の1しか発見できないものに比べて、全面の正真正銘、一番減肉しているところが出てくるからです。

にもかかわらず、今のところ、これを運用してもそのインセンティブがないのです。だから、タンクユーザーが自主的に運用しているのです。お金がかかります。連続板厚計測は国備クラスのをやると1,000万円程度と聞いています。

○安念委員 しかし、それは底面の面積によるものではありませんか。

○関根教授 その通りです。国備クラスの80mぐらいのものであれば、1,000万円ぐらいかかりますが、小さいものであればもっと安いです。これは非常にいい技術ですが、タンクを開けなければできません。

そこで、もう一つ、今日、できればお話ししてくださいという御要望があったのでお話ししますが、供用中に開けないで、底部の腐食状態をモニタリングするというAEグローバル診断技術というものがあります。後ほど、詳しくお話しします。

○安念委員 AEとは何でしょうか。

○関根教授 Acoustic Emission ということで、聴診器でもって腐食に伴う音（弾性波）を聞くというものです。聞くのは超音波です。これは欧米での実績をベースに、「日本に合ったもの」として開発したもので消防法準拠の現在の肉厚管理と同等の結果を供用中に得ることができるという技術です。要するに同等な安全性を担保できる技術として、もう実用化されています。ただし、これはまだ公式に認められていません。

我が国の実績はかなりありますが、自主検査として業界がやっています。後で実績を示します。

その前に連続板厚計測技術を紹介します。

次をお願いします。

(P P)

いろいろな方法があると思いますが、図のように、こうやっていくつかのセンサーを一度に5mm～20mmピッチで移動させ、板厚を計測します。これで全面に近い計測ができることは一目瞭然です。これは5mmピッチでも10mmピッチでもいいのですが、現在使われているものは最小のものは5mmピッチです。

そうすると、こうやって板厚のマップもできるわけです。だから、正真正銘、完全に腐食のデータが出てくるわけです。これが非常にいいわけです。現在、これは現状のレベルよりはるかに高い安全性を担保できる技術です。

連続板厚計測技術は日本でも開発されており、何社か現実にやられています。ただし、これは認定を受けなければなりません。通常の板厚計測でもちゃんとあるところに行って講習会を受けないと、やってはいけないということになっています。それ以外の人でも普通に測れるような資格があるのですが。それは、日本非破壊検査協会が認定しているUTの板厚計測の技術資格です。これはJISに則った公的な資格なのです。それを持っていれば測れるのですが、タンクの場合、それではなくて、“KHGK”の講習会を受けた者でなければ認めないのです。

○安念委員 測る人間が。

○関根教授 そうです。機械でもあるし、人間でもあります。

○安念委員 それはちょっと調べてみなければいけない。人間まであるとは知りませんでした。

○関根教授 講習会を受けて認定され、それを受けた人のみがやりなさいということです。次をお願いします。

(P P)

これも特認を取らないとその機械は使ってはいけませんという例です。特認を取らない場合、自主的にやる分にはいいけれど、地元消防に持って行って、これでやりました、といっても認められない、ということです。

次はいいです。

(P P)

ちょっと時間が少なくなってきましたので、もう少し急ぎます。

○安念委員 どうぞ。

○関根教授 次はいいです。それでは、AEによるグローバル診断技術を紹介しましょう。

(P P)

AE法については、1995年過ぎ位から私どもがやり始めたものです。それ以前にも既に欧米で実績がありました。我が国とはやり方はちょっと違いますが。我が国でもいろんなところで研究をして、「日本に合った形」にしなければならぬ、とのことで進められました。外国では使われていて実績はかなりあるけれども、外国では、いわゆるスクリーニング技術なのです。

外国では、もともと板厚管理ではないので、それに対応するようなことをやる必要はないのです。腐食 AE 波が出た、出ない、でもって開けていいか、だめなのか、ということ を判定する技術として使っているわけです。

実は現在、日本高圧力技術協会（HPI）で規格として、こうやって測定して、こう評価をすれば開放していいかどうかを判定できますよ、というものをつくっています。そういうものも含めていろいろ研究をしています。

次をお願いします。

（ P P ）

この画面は AE グローバル診断技術に関し、H P I、日本高圧力技術協会、での開発の推移を書いたものです。これは後で見ただければ結構か、と思います。

次をお願いします。

（ P P ）

さて、AE グローバル診断技術はどういうものかなんですが、まず、石油タンクを静かにしておくわけです。それで、原理的には内面でもいいのですが、基本的には裏面を対象とします。腐食をすると腐食 AE 波というものが出てきます。弾性波である AE 波は、固体中ではすぐ減衰してしまうのですが、液体中は減衰はしますが、わりと減衰は少なく遠くまで行き届きます。

そこで、側板に AE センサーを付けておきますと、この腐食により出てくる腐食 AE 波をセンサーがキャッチすることになります。これは全面から出てくるものですから、全面の腐食をモニタリングすることができるわけです。この原理はこの絵を見てわかるといいます。

その腐食 AE 波はいろんな形で出てきて、それを我々は計測して、その AE 波が持っている各種の AE パラメータ、特に腐食に連動するような AE パラメータを使って、一番腐食している部分は大体どの辺で、どの程度の腐食速度になっているかということ供用中に推定するというのが AE 法です。私どもは底部全体をモニターするというので、「AE “グローバル”診断技術」と呼んでいます。

AE 波計測ではいろんなものが取れるわけです。

次をお願いします。

（ P P ）

私どもは非破壊検査で生業を立てているということもありまして、最初はそんなことができるはずがない。外国でやられていても、出来るはずがないと思っていました。大体、腐食して AE が出てくるなら、すべて勝負できると。そんなことはできるわけがないと思っていたわけです。

でも、外国でやっているのだから聞いてみようか、ということで、外国の人を呼んでどういふことなのか、と聞く機会を持ちました。それでも納得がいかなかったのです。日本では大体そうです。

どうして腐食 A E 波が出てくるのか。日本でそういう技術を定着させるためには、やはり現場の技術者がきっちり理屈を理解しない限り使ってくれないのです。そこはどうも西洋社会とは違って、西洋社会では、出来ればいいのではないかと。経験主義なのです。やってみて、A E 波を計測してみて、腐食と対応させて、どうも対応しているようならそれで利用できる。それなら、それを使っていいのではないかと。そうなんです。

でも、我々はなぜ A E 波が出てくるのか、そのメカニズムをちゃんと押さえないと何となく不安で使えないのです。日本ではそういう事を明確にしないと使ってくれません。そこでタンク底部の腐食でなんで A E 波が出てくるのか、これを明らかにするため基礎実験もしました。

この図は模式図ですが、石油タンクの底板裏面の腐食は乾湿を繰り返す独特の現象が生じます。必ず乾湿を繰り返しますから、Corrosion products、腐食生成物が出ます。さらに腐食が進み、メタルロスが生じると、既成の腐食生成物に“力”を与え、生成物がずれ、破壊することによって、弾性波が出ます。

メタルロスによるそんな弾性波は微小ですが、今の A E 計測技術は物すごく上がっていて、一見そんなもの、絶対、測れるわけがないと思われるようなものでも測れるのです。

なぜか。これはこういう腐食をすると必ず Corrosion products、要するに“さび”ができる。更に腐食が進むと、さびはメタルロスのボリュームを 1 とすると、10 倍とか 30 倍というボリュームに膨れ上がるわけです。当然、このメタルロスが膨れ上がった分、Corrosion products に対し負荷を与えるので、そこに既にできていた“さび”に何か力学的な作用を及ぼします。

そうすると、このエネルギーによって、さびが“ずれ”たり“割れ”たりします。それによる弾性波はそこそこ大きいエネルギーを持つことになります。勿論、全体としては小さいけれども、そこそこの大きさの弾性波エネルギーを出します。これが出てくるのです。それを、底板を通して油中を飛んでくるのを側板に設置したセンサでとらえることができるのです。

だから、何をとらえているかということ、活性腐食の進行に伴う、さびの割れによる弾性エネルギーです。実は腐食がとまってしまっていて、“さび”だけできている状態ではもう A E 波は出てきません。それから腐食していないのは、勿論、さびがないから出てきません。さびがあつて常に腐食が後から後から、要するに腐食の進行度として A E 波をとらえるわけです。

つまり、Corrosion Rate に対応するものが A E 波、A E 信号なのです。すなわち、この計測は、比較的タイトな腐食生成物を伴う領域での活性腐食による弾性波を取っているということです。これがこの技術の“みそ”です。要するにこれが理屈なのです。

腐食速度に対応したものとして、この A E 波を計測しますが、でも信号は、弱いのです。弱いのですが、そこが今の技術なのです。今では、そういう A E 波をとらえる、非常に微弱なものまで計測できるようなハードができ上がってきたから、こういうことができるよ

うになってきたのです。

次をお願い致します。

(P P)

実際に、これは私どもがやった実験結果です。同様な実験は他のところでもやられています。私どもが本当にそんなことがあるのだろうか、腐食速度に対応した AE 波が出てくるのだろうか？と思いラボ実験をしました。これは、そういうメカニズムで AE 波が出てくることを確認した結果です。

これでは横軸に腐食速度に対応したもの、縦軸に AE 信号が取られています。AE 信号と腐食速度との相関が取れるということは腐食速度に対応した AE 活動を計測すれば、腐食状況を把握できるということです。

これをベースにして、日本としての新しい AE グローバル診断技術を開発しようと思った訳です。

次をお願い致します。

(P P)

これは実際に AE 計測をやっているところです。タンクをずっと静かにしておいて計測します。だから、風が一番問題です。ちょっとした風でも、もういけません。静かにして腐食の状態を計測します。大体、計測時間は 1 時間です。2 時間やっても、3 時間やってもいいのですが、有効計測時間は 1 時間で良いことが判っています。

大きいタンクでは側板の下から 1 m ぐらいのところにセンサーを設置します。もっと下でもいいのですが、実は原油などではスラッジなどがたまっているの、その上にセンサーを付けます。これを側板の外側に付けます。国備クラスの径 80m ぐらいあるものでは、21 個位のセンサーを付けます。

センサーの数は基本的に、3 の倍数です。なぜ 3 の倍数かというと、3 個あればどこに音源があるかを知ることができるからです。地震の地震源を得るのと同じで、音波の時間差から位置評定ができるのです。だから 3 の倍数でローケーションをやることができます。

3 の倍数のセンサーを付けて、静かにして計測する。御覧いただければ一番わかりますが、カラスがぼんと足踏みをしただけで、ぼんと出てきます。そのくらい感度がいいわけです。そのかわり雑音との闘いになります。

○安念委員 そうですね。

○関根教授 そうです。だから、静かにしなければいけない。だから、それが制約条件になります。

○安念委員 雨が降ったり、風が吹いたらだめですね。

○関根教授 その通りです。風は大体、風速 2 m/s から 3 m/s ぐらいまで。雨は勿論だめです。この図のタンクは浮き屋根という方式ですが、固定屋根というものがあり、固定屋根だとベイパーが上がって“ぽとぽと”と液滴が落ちるのです。それも雑音として観測されます。

その場合には上下2連のセンサーを付けます。そうすると、その計測時間差を利用して上から落ちて来たものをカットするという技術ができ上がっています。

ということで静かにして計測するわけです。風が一番の難敵です。この技術は何度も申し上げますが、雑音、ノイズとの闘いです。

国備などは油は塩漬けですからいいのですが、勿論、若干、受け払いの練習はしますけれども、民間のタンク、サービスタンは年中油の受払いが行われていますから、やはりそのような状況で計測するのは大変です。でも、静かにしておいてもらわなければ困る訳です。

計測を1時間かけるのにも例えば全部、その配管などを切っただけというわけにはいきません。だから、やはり半日ぐらいはかかってしまいますが、実際にこれをやらないといけないのです。

次をお願いします。

(P P)

これは AE グローバル診断結果の具体例です。タンク底部のどこに腐食が出ているかを示した結果です。これが超音波の連続板厚計測で調べた板厚の減少のマップです。対応しているかどうか見てください。対象タンクはある程度、腐食してCグレードです。

○安念委員 それは最終的にはその肉厚の減少の絶対値が出てくるのですか。

○関根教授 これからお話しします。

○安念委員 済みません。

○関根教授 AE 診断結果は肉厚減少の絶対値ではありません。これは腐食しているところを示す図です。なぜかといえば、AE は Corrosion Rate を評価するものですから。そのとき、どのくらい腐食が進行しているか。腐食率というか、腐食速度なんです。通常は何 mm / year ということで表現します。minute でもいいのですが、値が小さくなりすぎます。

○安念委員 小さい話ではしょうがないですね。

○関根教授 そうです。0.3mm/year、0.5mm/year、0.何mm/year と表します。0.数 mm / year が大体腐食しているタンクだと推定できます。

○安念委員 そうでしょうね。

○関根教授 10年かければさびになりますから。

○安念委員 さびになる。

○関根教授 だから、10年もたつて全板厚の2割を超えて腐食しているとかかなりの腐食生成物(さび)が出来ます。AE で十分キャッチできるのです。

次をお願いします。

(P P)

それで、この技術を“日本の UT 板厚管理技術に対する代替技術”として確立したいという話になるわけです。そのためにはどうしたらいいか。我々は考えました。

消防法準拠によって肉厚データが出てきます。もとの初期板厚から差っ引けば減肉量デ

ータ群が取れます。

これら減肉量データは、測った時までの積分値です。積分値として出てくる。仮に A E 計測をやって腐食 AE 波のデータ群が出てくる。このようなデータが出てくるわけです。

こちらは何かといったら、1 時間、静かに計測して、A E 活性度を測ります。A E 活性度は何に対応しているかといえ、先ほど言ったように Corrosion Rate です。A E 計測値は Corrosion Rate に対応したものです。したがって、微分値です。

消防法準拠のデータはトータルの減肉量、AE データはそのときの時間当たりの減肉量。こちらは微分値でこちらは積分値。これとこれとをとにかく相関を取り、“相関あり”となれば、こちらをやっても、あちらをやっても、相関があるとわかれば結局は同じことです。

でも、何らかの処理をして、単にこれらのデータと突き合わせただけで、とにかく何か相関がありそうですと言っても説得できるとは思われません。多分、欧米人ならできたのだからいいだろう、というかも知れませんが、日本ではそうはいきません。

これが微分値で、そっちが積分値だったら、同じ性質のものに直してやらなければ相関の意味がないというのが我々、普通の人考えで、また技術者の考え方です。なぜなら、性質の違うものを単に形式的に相関を取って、ありましたと言って、それでいいのでしょうか。これでは説得できません。

そうでしょう。なぜなら、両者は性質が違うのですから。そうであれば、一方が Corrosion Rate に対する微分値だったら、他の方を微分値に合わせたものにして相関を取らねばならない。

○安念委員 相関はそういうものでしょう。

○関根教授 相関はそういうものです。

○安念委員 全然違うものの関係ですよ。

○関根教授 違うもの、意味がないものを相関とっても、説得力はない。

○安念委員 それとしては、たばこと肺がんとはまったく別物ですよ。

○関根教授 そうです。わかるでしょう。例えばそんなものを取っても相関を取ることはならないのです。形式的には取れますよ。

○安念委員 相関を取るというのは、もともとそういうものですよ。

○関根教授 そうです。おっしゃるとおりです。だから、これとそれとは質の違うものを比較しても意味がないわけです。そこで、両者を同じ性質のものにする。その詳しいことの説明は略して、後で資料がもし必要ならお送りしますが、こちらは微分量なので Corrosion Rate です。Rate というのは mm/year。

こちらは積分量で単位は mm。だから、ここに書いてありますが、こちらのデータ群（すなわち、UT 板厚データ）を何らかの処理をして、Corrosion Rate に対応するような微分量としてのパラメータになるような、ある種の統計的な処理をします。

それで、C R P、Corrosion Risk Parameter といいます、これそのものは腐食速度ではありませんが、腐食速度と同じ次元を持ったものにします。そうしたら、これは相関を

取っていいだろうということになります。

こういうやり方を取りました。そうしたら、消防法準拠の肉厚データと AE 計測データとが相関があれば、こちらの計測をやろうと、こちらの計測をやろうと同じことになる訳です。しかも、AE データは何ととっても、いい悪いは別にして、底部全面の情報を持っています。

次、お願いいたします。

(P P)

そうやって、実機についてデータベースをつくっていく。今ではデータベースとなる実機データはもっとありますが、実際の段取りについて先ほどの AE を測定して、逆でもいいのですが、AE を測定して開けます。そうしたら、消防法に準拠して板厚計測をしてもらう。本当は全面、連続面計測のデータがあるのが一番いいけれど、法定のデータは必ずやらなければなりませんので、その法定のデータがあれば、法定のデータからこの CRP を出すことができます。

それから、AE 活性度ですが、AE を測定した 1 時間当たりのヒット数という形で採用しています。

たくさんの実機タンクに対して、こういうデータベースを積み上げておくのです。それで AE と CRP との相関を取ってみました。

次をお願いします。

(P P)

これは相関を取った一例です。横軸に消防法準拠によるデータから求められた CRP、勿論、これは煮たり焼いたり料理はしていますが、基本は消防法準拠のやり方から出てくるもの。縦軸は AE 計測データです。この図が“正確な相関”があるのか、ないのか。議論のあるところですが、その判断はお任せしますが、基本的には相関があると誰もが言うと思います。

相関が直線的かどうかはわかりませんが、AE 計測値から推定される CRP 値に 12 を掛けると、その値が連続板厚計測をすることによって得られる最大腐食速度になることが判っています。従ってこれに 12 かける、だから一桁上がったものが実際の一番腐食しているところの Corrosion Rate だと考えてください。例えば、この図のこの値なら 12 かけますから 0.3mm/year ぐらいです。

それも研究でわかってきたことですが、そうすると、AE を計測すれば、例えば 300 と出ます。そうすると大体、0.2mm。大体、一番腐食が進んでいるところで 0.2mm/year ぐらいの腐食速度になっていますということを推定します。

ただし、これは統計的な処理をしていますので、この評価にも“確率的概念”が入っていると理解しなければなりません。

実は検量線のこの辺の、すなわち、多く腐食しているところの実機タンクのデータが欲しいのですが、日本の場合には管理がいいので腐食しているタンクのデータがありません。

○安念委員 そうでしょうね。だから大きい方の数値がありませんね。

○関根教授 管理がいいのです。余りありません。この辺は国備のタンクなどは物すごくよくて、健全です。ほとんど、こちらです。なぜかという、実は J O G M E C (独立行政法人 石油天然ガス・金属鉱物資源機構)から研究資金をもらってこれをやりましたので、この検量線のデータは国備タンクのものが多いのです。

実はこれで本当に大事なのは、検量線の上にほとんどの丸が付いているでしょう。検量線の下にはデータが全くないでしょう。検量線が直線になるという理論的な根拠はありませんが、その直線で示される検量線の下側にはデータは全くありません。

これはどういうことか？直線の上側にあるということはどういうことか？A Eが出ました、でも、開けてみたら腐食が少ない。安全サイドの評価なのです。

○安念委員 そうです。安全サイドですね。

○関根教授 直線の下側は困る。下側ではどうか？A Eが少なかった。でも実は開けてみたら腐食していました、ということです。この図は、そういうことが無いということを示しています。だから、外国でスクリーニング技術となっているということで、日本でもこれでもう完全にスクリーニング技術として十分使えます。

ただ、我々が既に板厚管理をやっていて、単に開けなくていいですか、ではなかなか納得して使ってくれません。できれば Corrosion Rate の形。Corrosion Rate で出てくれば、それを使えば、あと何年使ったらどのくらいまで腐食するのかということで、いわゆる余寿命予想ができるわけです。

ただし、その時点での Corrosion Rate だから、今まで同じような Corrosion Rate で行ったとすれば、という仮定が入りますが、そうせざるを得ないのですが、それは違うと言うなら、それはもうしょうがない話です。

これを使えば、一応、余寿命予測ができる形で管理できることになります。しかも全面的の情報を取っているのがこの A E グローバル診断技術なのです。また、現在の肉厚の絶対値も推定できます。

次をお願いします。

(P P)

使用中の A E 診断を行うためには、このようなデータベースをつくっておかなければだめです。データベースの横軸は消防法準拠のデータから出てくるもの。ただし、煮たり焼いたりしていますが、縦軸は A E パラメータです。消防法準拠のデータから出てくる CRP と A E パラメータとが相関があることが判ります。だから、私は現状の離散的板厚計測で保証される評価と等価な評価結果が担保されるシステムと考えてよいのではないかと思っています。

新技術が使える、使えない、というのはあくまで現状の安全性のレベルに対してどうなのかということ、で評価をしていかない限りは決められません。絶対的な安全性の担保、絶対値ではありません。現状の管理と同等となれば、こういうシステムでもできますよね

と。この検量図から推定された腐食リスクパラメータに 12 をかけ、さらに、安全係数を掛ければ、“管理上の想定腐食速度”が出ますので、あと何年もちますね、ということがわかります。

こういうことで、ある程度、数値として定量的に評価ができるのが A E グローバル診断システムなのです。

次をお願いします。

(P P)

この画面の中で H P I S と書いてありますが、これは日本高圧力技術協会、すなわち H P I の規格という意味です。そういう形にしなければ、公式に使ってもらえません。これはスタンダードでこうやって使いなさいという意味です。こういう技術指針として、既に 2005 年に出版しています。

実機にいつでもこれを使ってもらえば良いと思っています。ただし、やるかやらないかは、今はタンクユーザーの自主判断となっています。行政上はまだ認知されていません。

そうはいうものの、単にあなた方のものでしょうと言われてしまいますので、この内容について国際的にもある程度評価をしてもらいたいということで、Materials Evaluation という学術誌に発表いたしました。

『Materials Evaluation』は世界的に権威のある非破壊検査の雑誌です。アメリカの A S N T、The American Society for Nondestructive Testing という非破壊検査学会の機関誌です。でも、世界的にサーキュレーションがあつて、国際誌です。日本で開発した新しい診断システムの内容と評価の仕方について論文投稿して、掲載されました。私どもはこの技術は国際的にも認知されていると思っています。

次をお願いします。

(P P)

海外の実態はどうかということですが、海外ではここに書いたように計測手順は日本の場合と同じです。本当は、逆で、海外でやられているハード、あるいは計測手順を日本に導入しました。ただ、今、言ったように、評価の考え方と方法を日本のタンク管理の実情に合った形にしたということです。

だから、残念ながら、この A E 技術は完全な日本のオリジナルなものではありません。従って、導入前に外国の実績があります。

外国、特に欧米では、スクリーニング技術として使っています。スクリーニングと言っても単に開ける、開けない、ということを決めるというのではなく、例えば結果を A から E までグレード分けをして、「ほとんど損傷はしていない」「80%の確率で腐食損傷は存在しない」といった具合に別け、海外はずっと使ってきています。

次をお願いします。

(P P)

その評価結果の例です。この図の説明はちょっと面倒くさいのですが、これはイギリ

ス、オランダの例です。BPはBritish Petroleumです。そしてShell。だから、要するにメジャーを中心に行われているのです。この技術開発はもともとShellを中心にしてなされました。

毎年、300件以上、実績があります。ただし、スクリーニング技術として使われ、日本のように定量的な余寿命予測に使うという形になっていません。

次をお願いします。

(P P)

ドイツやフランスなどもこの絵にあるような実績があります。

次をお願いします。

(P P)

アメリカでは、漏洩の早期発見を目的に使っていますが、その理由は環境汚染防止です。アメリカは環境汚染に非常に神経質です。特にカリフォルニアはそうと聞いております。アメリカのタンクの規制は州によってかなり違うというのは御存じでしょうか。州によって違うのです。開放の制度もあるようですが、州によって違います。

特にカリフォルニアは河川、土壌の環境汚染に神経質です。

○安念委員 穴が開くかどうかということですね。

○関根教授 そういうことです。

○安念委員 減肉そのものよりも。

○関根教授 そうです。むしろそちらの方を。

○安念委員 結果は穴が開くわけですが。

○関根教授 漏洩の早期発見。AE法はこれに対する方がかなり有効に使えますが、日本の場合には漏らしてはいけないので、早期発見ではまかりならんということなのです。そこが違うところです。

それでかなり使われているということで、多分、アメリカではこれからもっと使われていくのではないかと思います。ただ、州とか地域によって、若干、レギュレーションが違う、法規制が若干違うという、ところもあるようです。

次をお願いします。

(P P)

まとめです。結局、基本的には先ほど申し上げましたように、開放周期を決めるメインのリスクファクターは“腐食”と私は理解しています。技術的に見てもそうです。だから、特別な状況、不等沈下や大規模地震などが無い限りは、技術的に見て、まず、それでもって基本的な開放周期を議論すべきではないかというのが私の考え方です。

そのときに現行のUT計測が行われていて、それで担保される安全性と同等のものが得られるというのが私共が開発したAEグローバル診断だと考えております。それ以上の安全性を担保するものは“連続面計測”だと思います。これはもう説明でおわかりになったかと思います。

だから、それをどう活用するか。周期延長もいいかもしれませんが、初めに延長ありきではなくて、どう使えばあり得るのかなんです。問題は現状の安全レベルに対して同等かどうかです。それ以上であれば、もっとそれは大いに助かる訳です。あとは経済性等の問題ということになるかと思います。

連続面計測は開けなければなりません。だから開けて連続面計測をすれば確実な情報が出るから、結局は今の必要板厚を緩めるか、あるいは開放周期を延長するか、どちらかです。AE計測は同じレベルを担保するものだけでも、供用中にできるので、だから開放はしないで供用中に調べて良ければ、あと何年使いましょうか、という技術に私は使うべきだと思います。

それにはどういうふうにするか。それはユーザーがうまく使えるような形にするのが理想ですが、なかなかそうはいくかどうか。

それから、先ほど申しましたように内面コーティングの耐久性評価についてはコーティングが同じ仕様であったとしても、施工されたそれぞれのコーティングによって、それぞれのタンクによって劣化の様相は違うわけですから、やはり全寿命ということではなくて、“余寿命評価”という形で考えていくべきであると思います。

もう一つは、これはやはり外国でやられていないのですが、隅肉部について、そんなに割れて開口することはないという破壊力学的、構造力学的な研究結果が出ていますが、私は百歩譲って、開放時のMT検査はをやるなら、せめて隅角部だけにする、ということを提案したいと思っています。

隅角部以外の部分、いわゆる底板部についてはもうほとんどその可能性がないので、MT検査は全く必要ない。やめてしまえというのではなく、これをやることは全く合理的ではないということです。もっと合理的なことを考えるべきではないかと思います。底板部も全線ですから、そちらの方が何キロ単位で圧倒的に多いので、ものすごい経済メリットがあります。

開けてMT検査をやると必ず新しいインディケーションが出る、ということと言われる技術者の方もいます。それは私もよく知っています。何のために開放時にMTをやるのか。完成時はやっていますが、開放時のMTは供用中に発生したか、進展したものをチェックするためにやります。

実はやるたびに傷が出てくるというのは、供用中に発生・進展したものと思われがちですが、これはMTという検査技術の特徴でもあります。開口傷でもちょっと一皮被ったもの、あと、コーティングではなく鋼の表面下にちょっと入ったものはほとんど検出できない。それをリフトオフ効果といいます。

例えば、コーティングを剥いでMT検査をします。剥いでそのままMT検査はしません。MT検査をするためにはもう一回、ショットを打つ、ブラストを打つ、などの表面を処理しなければいけない。表面がわずかですが削られるのです。そうすると元あった小さい傷が出る。それはしょうがないことなので、そういう特性があります。要するに供用中に発

生・進展した傷は本当はないのです。そういうこともきちんと議論をする必要がある。そこで私は底板部の MT 検査は全く合理的ではないという書き方をしました。

これで終わりです。最後に 1 つだけ。

(P P)

これは A E 診断技術の日本での運用状況です。ハードは外国から輸入したものでやっています。A 社が請け負った A E 試験の実績です。2005 年をピークにガタンと落ちています。

何を言いたいかという、これはいろんな見方があると思いますが、実はこの辺 (2004 ~ 2006 年) でかなり期待されたのです。ところが、AE 試験をやってもカウントされない、オフィシャルなものとして認められない。勿論、景気の動向もありますが、当たり前でしょう。自主的な余分の検査で、それを別にやってもやらなくてもいい。自主的にやるものですし、1,000 円や 2,000 円のできるものではありません。大きいタンクでは少なくとも 100 万円単位ですから、苦しいときにそんなものを余分にやる会社がどこにあるのでしょうか。ましてやオイル・リファイナリー、あるいは石油化学工業はそんな余裕がありません。

それでも、これをやる時には何とか実績をつくりたいというので、各社、協力してやりましたが、公式に認められないものを長く続ける訳には行きません。新技術を活用するというのはある程度、スピードが必要なのです。事業者に対応をしろと言っているわけではないけれど、こうなってしまうてからは遅いのです。AE 診断技術はデータベースを使う技術なのです。

実機でやっていけばやっていくほど、データベースがブラッシュアップされて信頼性が上がっていくのです。それが必要なのです。だから、外国は何千基とやってデータベースを積み重ねているからこそ、確度がだんだん高くなる。

もう一つ、こういうことがあります。やってみたらたまたま当たらなかったと。それは勿論あります。この技術は 100 基やったら 95 基当てる技術です。それがだめだというなら、要するに 100% を保証するものでなければいけないということです。外国でもそうですが、この技術は“確率的なもの、”ということで、100% 当てるものではないのです。

だから、1 基がだめだから、自分が管理している基地でそういうタンクがあったら困る、と現場の技術者は言うかもしれないけれども、そういうことではだめなのです。それをちゃんとわかって議論をしていただきたいのです。

なぜならば、現在やっている離散的 UT 計測技術、あれが確率的に当たらなかったらどうしますか。やはり確率的な性格を持っているものです。AE 技術も持っている。とすれば、似たようなものだろうと思うのが当然です。

○安念委員 それはそうですね。

○関根教授 余りいいことばかりではないかもしれませんが、やはりこういう新技術を使うというのは、ある程度、この辺の議論から始めないといけない。これは参考資料ですが、今は“連続面計測”が採用され、かなりやられるようになってきています。何か採用のインセンティブがないと、多分、AE のように実績が下がってきます。というのも、カ

ウントしてくれず、インセンティブのないものをいつまで待ってもしょうがないと思うからです。

済みません。ちょっと時間がかなり過ぎて申し訳ありません。

○安念委員 どうもありがとうございました。このA Eグローバルの方法は当然、消防庁の技術者も知っているわけですよね。

○関根教授 知っています。

○安念委員 少なくとも、今、先生が私どもに御説明いただいたようなことは、当然、技術者は知っているわけで、その相関を取って見たらこうなるというのも多分知っているはずですよ。

では、規制のやり方をどうするかですが、確かに実際に測るというやり方もあるでしょうけど、このA E法もあるといった方向になぜ行かないのでしょうか。

○関根教授 そう聞かれても困りますが。

○安念委員 技術の問題だから、技術的に同等、あるいは優れているのはそちらの方を取るのが当然であって、それに関して別に政治的な問題ではないはずで、純粋にテクニカルな問題だと思うのです。

仮に技術的に equivalent だとしましょう。そうすれば、equivalent なのだから、どの方法を取るかは事業者が選んでください、という方向にレギュレーションをもって行くのが私は合理的だと思うのです。

○関根教授 私もそう思います。これについては、多分、先ほど申し上げたとおり、この技術は確率的な側面を持っているということです。UTの板厚計測も同じことでしょう。

○安念委員 そうです。

○関根教授 だから、その本当の意味をなかなか理解できないのが現状だと私は思っています。1個当たらないものが出たら、これはだめだと。

○安念委員 でも、今まで離散的に計測しているわけでしょう。

○関根教授 でも、それはわからないではありませんか。そういう議論をしているわけではなくて、今、私が説明したから離散的にやっているのも確率的な側面を持っていますということがわかっていますけど、“出てくる数値”そのものは確率的な数値ではありませんから。

○安念委員 実測だからということですか。

○関根教授 そうです。

○安念委員 それはそうです。しかし、その実測値が持っている意味は確率的なものではありませんか。

○関根教授 そうです。だから、それを理解してもらいたいのです。

○安念委員 それは私でさえ理解できるのですから、技術者が理解できないわけがありません。

○関根教授 それを理解してくれればよいと思います。少なくとも、私はそう思っていま

す。

○安念委員 さっき、A E法を日本の実情に合わせるという御説明をいただきましたが、日本に何か特殊な気象条件とか、そういうこととは違うのですね。むしろ技術者が持っているメンタリティーのことなのですね。

○関根教授 メンタリティーではなく、物の考え方です。もともと日本は板厚管理でやってきています。もともとやってきた板厚管理を“ちゃら”にするような技術は幾らどんなにいいものであっても、私はあり得ないと思っています。

今までやってきた技術と等価な代替技術ということですから、どちらをやってもいいということですか。それに合った形の、それとの相関ということで、それが「日本に合った」という意味です。

○安念委員 その意味がよくわかりました。日本に地震が多いとか、そういう意味での「日本に合った」ということではありませんね。

確かに、何も私どもは一律、8年を10年にすべきだとか、そんなことを考えているわけではなくて、ひょっとするともっと短くしなければいけない場合もあるかもしれない。それはどちらでもいいのですが、要するに同じ結果をもたらすならより合理的で、同じ精度があるならより費用の安い方にやればいいのは当たり前の話であって、聞く限りではそういうことの検討が全然なされていない。何か不思議な話だなと思ったものですから、それで素人ながらこういうことの勉強を始めた次第です。

○関根教授 私の言っていることが全部真実かどうかはわかりませんが、少なくとも現状は今話したようなことです。ただし、開放周期を延ばすことが最終目的ではありません。きちんとしたセイフティを担保するということです。

○安念委員 そうです。

○関根教授 ただし、それが合理的になされるかどうかです。だから、余分なお金を払ってまで、なぜそれをやらなければならないのか、という話です。

○安念委員 そうです。技術的な根拠のある開放周期を示してくださいと言われると、それはだれもできないわけです。だから、ある意味で現状は強いのです。

○関根教授 だからこそ、今あるセイフティのレベルが基準なのです。

○安念委員 そうです。

○関根教授 それと対等か、それ以上のもの、ということで議論をしない限りは話は始まりませんね、ということです。

○安念委員 全くそのとおりです。例えば8年なら8年の開放周期で担保できる安全性を別の、値段の意味も含めた上でのよりリーズナブルな代替技術に代えることは可能かどうか、そういう話ですね。

○関根教授 そうです。

○安念委員 例えば8年に1回、油を全部抜きますね。抜いて1 mごとに測る。ガラスのコーティングを全部剥がして、MT法は要するに手仕事でしょう。

○関根教授 手仕事ですね。

○安念委員 それを全線にわたって、何百m、何千mとあるものをやるわけでしょう。

○関根教授 そうです。

○安念委員 そういう方式しかないとユニークに決まるのは、やはり何かちょっと不思議な感じがしたのです。

○関根教授 検出感度が一番いいからです。今日はお話ししませんでしたけれども、剥がないで溶接部の傷を検出する技術もあります。実は、省令告示でそういうものも、こういう技術があって、そういう原理を使えばやっていいですよ、というところまで行っていますが、現実に出てこないのです。

○安念委員 それはなぜですか。

○関根教授 事情は2つあります。1つは、それを認知をするのになかなか時間がかかるでしょうね、ということです。もう一つは、消防行政には有害欠陥という概念がないことです。当然ながら、どのくらいの大きさ以上のものを見つけなさいということがない限りは、「No flaw」ではだめなのです。

実はこの有害欠陥について一部省令告示で出ています。コーティング上からのクラックの検出技術について、これ以上のものを、検出すればよいと。それができれば一応、コーティング上からのクラック検出技術として認めましょう、というのが出ているのです。しかし、ここでは余り言いたくはないのですが、実は省令告示は出ているけれども、その上位の法律では、“MTでノー・クラック”ということ、になっています。

ノー・クラックという法律がある以上は、ある一定以上の傷を見つけるものはちょっと法律違反ではないか。これは行政屋さんの解釈です。

我々もそういうものを開発しようと思って、今もやっています。けれども、基本はMTでノー・クラックなのだから、それと“同等の安全性”と言われると困るのです。要するに極めて微小なクラックまでコーティング上から見つけるものは、原理上、ないのです。

それは100年もたてば出てくるかもしれませんが、少なくとも、向こう30年は多分出ないと私は思います。

○安念委員 そうした法令は何なのか、ちょっと調べてみる必要がありますね。

○関根教授 そこは何かいろいろ、勿論、先生の御専門なので、私にはそういう法令上のことはわからないのですが、技術的には、“ノー・クラック”だということになると不可能です。コーティング上からの非破壊検査は“これ以上の傷を見つけなさい”というものでないと、開発しようがないのです。

○安念委員 有害傷ではないものを仮に無害傷と名付けるとすれば、どうしてそれをdistinguishするという発想がないのですか。

○関根教授 もともと逆です。ダメージがないことが基本的な考え方で、原子力もそうでした。ようやく最近になって、当然、使っていけば損傷を受けるのが当たり前で、損傷を受けても悪さをしないものは認めていきましょう、という形になってきつつあるのです。

要は設計規格と維持規格とは違う基準でやっていかなければいけない。設計はいいのです。つくったときに検査をするわけですから、完成検査時にはあつてはいけませんと。けれども、当然、使っていけば割れでなくても、ほかの腐食といった損傷が起こるわけです。それを全く認めないということはどういうことかといったら、設計時のそのままを続けなさいということになるのです。

○安念委員 でも、それは不可能ではありませんか。

○関根教授 不可能なのにやりなさいというのが、日本の保安四法の基本的な物の考え方ではありませんか。ずっとそうでした。それが少なくとも経済産業省関連の原子力压力容器、高圧ガス関係の方においては、FFS とか、供用適正評価とかで、ダメージがあっても認めましようとなりつつあるのです。ちゃんと評価をして、それが悪さをしないのであればそのままがいいという概念がようやく日本でも出てきました。外国ではもう 10 年も前からそれをやっています。

消防法が一番遅れています。こんなことをここで言ってもしょうがないのですが、基本的にそうでした。日本の考え方、日本の安全論議はそうでした。外国ではもう既に損傷を許容しているのだから、そんなことをやっていたら外国と太刀打ちできないでしょう。

傷はないに越したことはありませんが、悪さをしなければいいでしょう。ほっておけばいいのだから。逆に下手に補修などをすると、そこに残留応力等が発生し、悪くなってしまうのです。

人間と同じです。下手に手術をしたらだめになってしまうのと全く同じです。でも、日本では物の維持管理の基本概念はそうでした。

○事務局 無害傷をしっかりと識別できる技術があるのであれば、きちんと識別した上で放っておくという決定をしないと、かえって安全管理の観点からおかしなことになるというのが正論のはずです。

○関根教授 そうです。だから、“隠す”ということが出てくるわけです。原子力もそうでした。それが現実です。

○安念委員 技術者はみんな、これは無害傷だということが直観でわかっているわけでしょう。

○関根教授 そうです。それが現実です。それが現実なのだから、ここで言ってもしょうがありません。理屈はおっしゃる通りです。でも、日本の安全の法体系は、そうになっていないのです。私は安念先生の意見を伺いたいとも思います。

○安念委員 そうだと思います。今、伺って。

○関根教授 安全管理に関するものですから。

○安念委員 だから、要するにリスク管理という考え方ではなかったわけですね。

○関根教授 そうです。要するにリスクベースト・インスペクション、あるいはリスクベースト・メンテナンス、RBI、RBMは今ようやく日本で私どもが勉強して、広げようと思っています。このAEもリスクベースト・インスペクションそのものでしょう。典型

的なものです。

○安念委員 そうでしょうね。それは全くそう思います。

○関根教授 その概念がなかなか浸透しない。だからこそ、先生がおっしゃるとおり、さっき言ったように具体的に1個あったらだめだということで、これは使えないということになれば、それはだめですね。消防庁でA Eの検討会もやられたのですけれど。

要するにリスクベース・インスペクション、リスクベース・メンテナンスとしての考え方が今必要なのです。

○安念委員 A E法の研究会、知っていましたか。

○事務局 知りませんでした。

○関根教授 研究会ではなくて、検討会です。

○事務局 いつぐらいでしょうか。

○関根教授 最近。

○安念委員 もしその議事録のようなものがあるなら、取り寄せないとね。

○関根教授 それでその検討会では時期尚早という結論になったのです。

○安念委員 時期尚早。それはよく役所で出すものですね。

○関根教授 勿論、それはそうです。

○安念委員 責任回避にはそれが一番いいですね。

○関根教授 時期尚早。いつもそれです。だから、こうなるのです。

○安念委員 そうですね。

○関根教授 だめならだめで、示してくればそれはそれでいいのです。ただ、ある程度できる、外国でも実績がある、ということはそれなりのものだと思います。だから、本当はそれはユーザーの責任でやるのが本質です。

○安念委員 私もそう思います。

○関根教授 法律が縛るものではありません。

○安念委員 完成時とずっと同じ形態を保てというのは、そうすれば100%安全が担保できると思ってしまおうのでしょうか。

○関根教授 逆です。

○安念委員 逆でしょう。

○関根教授 逆です。でも、そういうふうにしてきたのです。だから、データ隠しとか損傷隠し、それがいいとは言いませんが、そういう不祥事が生じてきた。でも、ようやく原子力とか高圧ガスの分野では考え方が変わってきています。全体に危険物関係は、そうではないけれども、そういう意味では非常に遅れている分野と私は思っています。非常にコンサバティブなのです。

でも、それはそれでいいのです。なぜかといえば、そこの人たちはやはり国民の安全は我々が守っている、という気概があるので、それはいいのですが。

ところが、実はタンク開放をしますでしょう、開放をして検査をして点検をして、今度、

再稼働をします、といったときにオーケーを出すのは、先生はどこだと思われませんか。表向きにはいわゆる基礎自治体と称するところなのです。消防は基礎自治体が基本ですから。

○安念委員 そうですね。

○関根教授 地方の市町村庁の消防の人たちがやっている。ところが、市町村庁の消防署は、勿論、そういう実力と技術と知識を持っているところはないわけではないのですが、ほとんどはそんなものはないのです。

そのためにKHGK、危険物保安技術協会がその技術指導をするわけです。そこへ行って、そのための要員がいて、それでオーケーです。ただ、それはKHGKがサービスをしているわけではないのです。

やはり、それでKHGK自身が飯を食っているわけです。本来、技術援助をするためにKHGKはできているのですから、それはそれでいいのです。だから私はKHGKがあったからこそ、日本の危険物関連の安全性は飛躍的に高くなったとも思っています。

そこまではいいのですが、実は開放検査で食べているKHGKが開放周期、あるいは安全性を担保するための維持管理のレギュレーションの実質的な検討母体になってしまっているわけです。事務局は全部そこでやります。

○安念委員 そうですね。

○関根教授 そのシステムは全く悪いとは言いません。高圧ガス関係も、かつてはそうだったわけです。それに対応しているものは高圧ガス保安協会です。それもKHGKといいません。

かつてはKHGKはKHGKと同じ立場でしたが、今はそんなシステムは成熟した国がやることではないということで、経産省保安課がちゃんと責任を持ってやっています。

そういう意味で、KHGKが悪いと言っているわけではありませんが、やはり日本のシステムは少なくとも危険物に関してはなかなか動かないというのは、それも一因だと思います。

もう一つは、危険物の領域はこと細かく指導しています。仕様規定ですね。だから業界としても新しい技術を取り入れるというよりも、それに沿ってやっていけば無難だという物の考え方があり、石連にしても石化協にしても、それが強いのです。

○安念委員 それは感じますね。

○関根教授 先生にそう言っていただくとうれしいです。

○安念委員 というのは、仕様を決めてもらった方が現場の技術者は楽なのです。そこから先を考えなくていいから。

○関根教授 楽です。そうです。でも、それでは力もつかないし、基本的に安全は担保できない。自分たちの安全は自分たち自己判断でやる。それがない限りは技術の進歩もへったくれもありません。

○安念委員 そうです。仕様規定は要するに「柱は三寸角であればいい」と言っているのと同じことですからね。そんなのは関係ない。

○関根教授 もつかもたないかは別問題で、考えなくていいわけです。計算もしなくていい。そういう状態に陥っているのではないかという気がします。

○安念委員 そうなのではありませんか。

○関根教授 日本の業界が、日本だけでやれるなら、私はそれはそれでいいと思います。しかし、少なくとも危険物、石油の分野は世界との競合を横目でにらまなければならないような分野でしょう。そうなったときに、やはりある程度のことをしておかないと困るんじゃないでしょうか。

○安念委員 そうですね。

○関根教授 これ以上は、もうこれで。

○安念委員 私どもはやはり基本的にはそういう問題だと思っています。これはほかの分野でも通じることです。

○関根教授 そうです。

○安念委員 つまり、結局のところ、新しい技術ができて、安全思想が変わらなければ使うということにならないのです。しかもその安全思想は、確率論的に考えるわけですが、100のうち99.5まではカバーできますという言い方は、なかなか政治的に受け入れにくいところがあるのは確かです。

○関根教授 そうです。特に日本の土壌ではね。

○安念委員 日本の土壌では。実はこの性能規定は100%の安全など全然保証しないのですが、何となく気持ちとしてはその仕様で決められた方が100%の安全を担保しているような気がするのではないのでしょうか。

○関根教授 それと100%というのは理念なのです。どこの会社もゼロ災害を目標としますと言うけれど、あれは理念なのです。そうでなければ、現実にはやっていけません。だから、私は日本には日本並みのリスク概念があってしかるべきだし、何も外国から直接輸入する必要は全くないものと思っています。ただ、絶対安全は無いのです。今は大分変わってきたとはいえ、まだまだだと思っています。

○安念委員 絶対安全をリスクの掛け目に転換するというのが、やはり1つのジャンプですね。リスクの掛け目は別に技術自体から決まることではないでしょう。ある意味では思想の問題です。

それを厳しくしていけばいくほど、100%にほぼ近いけれども、そうはいつでも、そこに質的な違いがあって、掛け目の問題で満足するところまで行けるかどうかはやはりかなり大きな違いです。

○関根教授 おっしゃるとおりだと思いますが、世の中全体のことを動かすのは大変かもしれないけれども、私どもはあくまで研究者、技術者としての観点でしかお話しはできないし、最後の方の話はたわごとだと思って聞いていただければ結構です。

ただ、私が話の最後に幾つかのまとめと提言として出したことについては、やはり日本全体として努力をしないと、最終的には外国との太刀打ちができなくなってしまうと思っ

ています。

○安念委員 そう思います。それは私も全く同感です。

○安念委員 何でもかんでもやっていますね。消防はやたら間口が広いでしょう。極端な言い方をすれば消火器からこれまでですからね。

○関根教授 ただ、本当に悪口になってしまうけれども、私の理解は危険物の行政の基本的な物の考え方は、多分、日本の場合には、危険物は国民は基本的に使ってはいけないものだ。特別に許可された者、きちんとできる者だけが許されますよと。

私は外国のことは詳しくは知りませんが、それに対して外国は、基本的には使っていい。でも、きちっとセイフティを担保することができる人が使っていいですよ。うわべだけを見れば言ってることは同じだと思われそうですが、私は、出てくるアウトプットは全然違ってくるのではないかと思います。

○安念委員 そうですか。非常に具体的な技術体系まで教えていただいて、率直なところ、大変勇気づけられました。

○事務局 ちなみにこのA E試験は、例えば普通の国家備蓄並みで実用化されると幾らぐらいかかるのですか。

○関根教授 数百万円と思えばいいでしょう。

○事務局 そうですか。

○安念委員 大したことはないですね。

○関根教授 当然ながら、これはだんだん使われてくればもっと安くなります。例えば1基地1基だけやれば、当然、お金は張りますが、一回行って、1基地について3つやればそれだけ安くなるということで、通常、だから数百万円が今のオーダーと考えていいと思います。

○安念委員 それはだんだん出張旅費もまとめて面倒を見ればいい。

○関根教授 だから、安いですよ。なぜなら国備クラスのものが開けて次に使うまで半年ぐらいかかるのです。全コストは1億円です。1,000万円ではありません。

○安念委員 大きいタンクだと1億円といますよね。

○関根教授 1億円です。

○安念委員 しかも民間の場合は稼働できないのだから、その間の機会費用があります。

○関根教授 そうですね。稼働できないから。

○安念委員 国備の場合は商売をしているわけではないからいいけれども、民間企業の倍には1億円プラスその機会費用でしょう。今は余り景気がよくないから空いているタンクも多いらしいけど、それにしても費用は嵩む。それに比べれば、そんなに大して普及もしていないのに百万のオーダーでやれるとすれば、開放検査と全く equivalent ではないかもしれないけど、それにしてもやはりまず第一に安いですよね。

○事務局 それは年に1回ぐらいやっていれば大丈夫ですか。

○関根教授 そんなことはないと思います。そんな頻度でやる必要はないでしょう。

○事務局 そんなにやる必要はない。

○関根教授 なぜなら、そんなに腐食が進んでいない。基本的には例えば10年で、基本開放周期の8年なら8年でやって大丈夫だったら、次の8年、どうですかと。でも、あるところで決めなければならない。私は日本の開放周期は個別延長を考えればそんなに“極端に短い”とも思っていない。

外国でも20年とかそんなものだと思います。だから、そんなに極端に短いものではないと思います。でも、きちんとした技術があれば、十分延長可能です。無駄に開放していたら結局は私たちが油代として払うことになるのです。

○安念委員 勿論です。開放の周期。だから周期が問題ではありませんね。結局、開放検査と equivalent な技術体系があるかということですよ。開放検査によって得られる情報と equivalent な情報が得られればいいわけですよ。

○関根教授 そうです。そういうことで議論をすべきだと思います。なぜなら、開放はやむを得ずやることですから。

○安念委員 やむを得ずやる。だから、周期はその後で決まる話でしょう。

○関根教授 でも、具体的な課題はたくさんあって、それも1つがクリアできれば開放周期がどうのこうのということではないのが、このタンクの開放周期の問題です。ほかもそうだけれども、厄介な問題であることは間違いないけれども、やはりもう少し合理化ができるのではないかと思います。

○安念委員 そうですね。

○関根教授 開放周期は今の状況下でも個別延長で“15年も”やれる場合もありますからね。それともう少し整理をした安全行政(法令)の体制作りは、絶対必要です。これは我々、技術屋、研究者が関与することではないけれども。

○安念委員 それは違います。これは技術が決めるべきなのであって、法律があつて技術がその後にあるのではなく、法令はあくまでも技術を法の言葉に翻訳したものでなければなりません。だから、先行するのは絶対に技術です。それは当たり前のことだと私は思います。そうでなければ、危険です。

しかも、今までのやり方、8年とか10年に議論が仮に集中しているのだとすれば、そんなプリミティブなことをいつまでもやっているべきではない。

○関根教授 そうだと思います。

○安念委員 おかしい。こんなこと。

○関根教授 そうではなくて、漏らしたらペナルティーが物すごいわけですから、下手をすると会社も潰れますから、だから事業者はそんなにめちゃくちゃなことはやりません。基本的に自分たちの責任のもとに、例えば3年延ばすのならいいですよ。ただし、ちゃんとAEでも連続面計測でも、コーティング上からの非破壊検査でも使ってやりなさいという形になってさえいれば。

○安念委員 そうです。事業者がリスクで最適だと思う技術体系を選べていればいいので

す。あと、本当に漏らしたら、目の玉が飛び出るようなとんでもない請求書が来ます。それは当たり前の話です。

○関根教授 だから、手とり足とりの仕様規定になるから、結局はもうそのとおりにやっていった方がいい。それは我々もそうです。そのとおりにやっていたし、楽でした。

○安念委員 楽です。当たり前です。それはみんなそうです。どうもありがとうございました。