

石油コンビナート等の

安全問題について（92・4・13）

鵜戸口 英善（昭11・理甲）

三高12日会のお歴々を前にして、今日こうしてお話しをさせて頂くことは、大変光栄であり、かつ聊かおこがましい感じがして、緊張しております。おこがまし序でに、最初少し自己紹介をさせて頂きます。

私は大学は機械の出身で、本当は材料力学が専門であり、プラント施設の保安問題が専門ではありません。長い間大学で材料力学の分野の教育と研究に携わり、機械の設計や材料強度、破壊といった問題を主にやって参りました。

では何故、石油産業やその保安といった、畑違いとも言える仕事に係わるようになったかという因縁話になりますが、昭和15年の頃、現在の通産省の前身である商工省、それに文部省や陸海軍の関係からの強い要望もあって、東京大学の工学部に石油工学科というのが新設されることになったのです。ところが、そこでの石油採掘機械装置や製油装置を扱う講座の教授の席は、何

とかその方面の学識経験豊かなエンジニアを企業から引き抜いて来て埋まったのですが、この教授を助け得る若い助教授及び助手の適任者がなかなか得られず困っていた時、その方から「こちらに来れば、早く教授になれるよ」との甘言が私に参りました。私は機械科の材料力学講座に所属していたのですが、若気の至り、ふとその気になって、誘いに乗り、この石油工学科における高温高压化学機械装置の設計と製図のお手伝いをする事を引き受けたのです。これが私と石油工学との付き合いの端緒となりました。

しかし、盲蛇に怖じずと申しますが、当時まだ大変な若僧であつた私は、この領域において学生を教えられるなどというような深い知識も経験も何も持っていなかった訳で、よくもぬけぬけと引き受けたものだと思います。それで、いよいよという時になって、これは大変なことになったということが判り、慌ててこの方面の内外の文献や現場の勉強に没頭し始めました。そのため、本務の材料力学の方の基礎研究が聊か疎かになって、材料力学講座の担当教授から、何を脇見しているかと、大目玉を喰らいました。

このようにして、私は高温高压化学装置、特に压力容器関係の設計と強度問題に深く興味を抱くようになったのですが、でも矢張り、本来の専門である材料力学からの窓を通して、この世界を覗いていたように思います。ここには応力集中の問題もあれば、シエル理論の問題もあり、疲労や高温クリープに関する問題など、未解決の事柄が一杯にある。そういう魅力溢れる問題の宝庫

に眩惑されて、これこそ材料力学の真価を発揮できる場であり、産学協同の実を挙げ得る道ではないかと、大いにハッスルして、プラント施設の設備機器に関する強度安全性の領域にのめり込んで行ったという訳です。

もう少し続けてプライベートなことを申し上げ、申し訳ありませんが、私、昭和52年の春、東大を定年退職するに当たり、東京都内の二、三の有名私立大学から、こちらに来ないかとの丁寧なお招きを頂いたのですが、一つには私立大学の経営問題や管理業務に携わり、それに煩わされるのが、私の性格なり才能に不向きであると思い、余り気が進まなかったことと、丁度その頃文部省の大学設置審議会の常任幹事をやらされていて、千葉大学の大学院拡充、博士課程設置の問題に深く関わり、結局私自身がその虜になり、私立大学の方は全部ご辞退して、千葉大学の教授に移りました。そしてここに五年間在籍後、再び定年退職となりましたので、前にお誘いを受けた東京都内の私立大学に勤め口を当てて見たのですが、その時は私もよわい既に六十五歳となっており、向う様も前に断られたという面子もあるのでしょう、なかなか色よい返事が得られないのです。たまたま、新潟県長岡市にできた技術科学大学と、青森県八戸市にできたての八戸工業大学から来ないかという話が参りました。まだ悠々自適の生活に入るには聊かエネルギーが余っていたものですから、どちらかに行こうという気になり、どちらが良いと思うか、ちよつと家内にも意見を聞いて見ました。ところが、家内は「それはあなたの好きなようになされば良いの

です。どうせ私の言うことなど聞きっこないのですから。でも私はそんな行つたこともない、雪の深い寒い土地に今から移るのは嫌です。行きたかったら、どうぞ独りでいらっしゃい」と、まことにつれないことを言うのです。そこで、私ももう一度考え直して見ました。65歳を過ぎてから、遠い寒い土地に単身赴任して、独り淋しく暮らし、自炊やら洗濯など身の周りの雑事も全部自分でやるような生活に入つて、早逝した人が実は私の周囲に何人もいるのです。

昭和15年に三高の理甲を卒業された鷺津久一郎君がその実例の一人です。皆様の中に彼をよくご存知の方がいらつしやると思いますが、生きてあれば、この三高12日会にも顔を見せ、彼一流のひらめきに満ちた話を聞かせてくれたと思います。と申しますのは、彼は物凄い秀才で、三高での学業成績は、大して勉強もしないのに、一年から三年までずっとトップ。東大は工学部航空学科を卒業して、その助教、教授と進み、その間、鷺津の解析法とか、鷺津の公式といった独創に満ちた大きな学術上の業績を挙げつつ、昭和56年に東大を定年退職し、請われて大阪大学工学部の教授に移つて行きました。ところがどういう訳か、東京から大阪に単身で赴任したのです。私は、鷺津君が大阪大学に移つてからも、元気に活躍しているものとはかり思つていましたところ、大阪大学に転じて一年半ばかり経つた或る夜中、大阪の彼から電話が掛つて来て、「どうも家を離れての独り暮らしは、精神的にも肉体的にも辛い。ここらで大阪大学を辞めて東京に帰りたいと思うので、ひとつ東京での勤め口を探して貰えないか」との依頼なのです。「よ

し来た」という訳で、今度は自分のことではなく、親愛なる後輩の大俊才の頼みですから、心臓強く諸所に掛け合い、有望になりかかっておる最中、電話を貰ってから一か月も経たないうちに、ポツクリ逝ってしまいました。私はもうびっくりするとともに、耳に残る彼の電話の声を思い起こし、鷺津君は大阪での独り暮らしが余程辛かったんだろうなと推量して思わず落涙致しました。

実は、これに類する話しは他にも私の周りにいろいろあるのです。私はまだ死ぬのは嫌だものですから、両大学からのお誘いを丁重に断り、たまたま高圧ガス保安協会という通産省の外郭の特殊法人から、保安技術担当の理事として来ないかという話が舞い込んで参りましたのを、渡りに舟と引き受け、過去四十数年間入り浸っていました大学教師としての生活にピリオッドを打って、高圧ガス保安行政のお手伝いをするという別世界に飛び込んでしまったという次第です。

肝心な主題の話しをそっちのけにして、とんだ身の上話みたいな前置きに思わず駄弁を弄し、大変ご無礼を致しました。では早速本題の話しに入りたいと思います。

最初に、化学工業などのプラントエンジニアリング関係で、事故に関係した思い出話しを紹介致しますと、昭和25年の頃、川崎市にあった硫酸製造の化学工場で大爆発が起き、大きな工場が壊滅したことがあります。私は当時世田谷に住んでいました、川崎と世田谷では相当離れている筈ですが、この爆発の瞬間、腹わたが突如突き上げられたような物凄い衝撃を受けました。太平洋戦争中一トン爆弾が近くに落ちた時のような衝撃でした。この事故において、私は光栄にも、

プラントエンジニアリングの構造強度屋の一人と見做されて、事故調査委員会の一員に加えられる目を覆う惨憺たる現場に踏み込んで調べ廻りました。

調査の結果、この事故は高圧水素配管からの水素噴出による爆発であり、高圧配管に用いられていたねじ込みフランジ継手の破損が事故の直接の発端であることを突きとめました。当時この工場の運転管理、設備管理、保安管理の状況や、管理に必要な日常点検、定期検査、保安検査などをどうやっていたのか、或いは工場の保安防災体制、すなわち防災組織や緊急時の実動体制等がどうなっていたのか、今では確かな記憶がなくなっているのですが、コンピュータ制御や運転中検査技術の進んだ今日に比べると、それは矢張り幼稚であったと思います。

それよりも、私は自分の専門である設備機器の設計と強度安全性という面から、この事故を調査し、原因の究明に努めたのでありまして、その結果から、圧力容器や高圧配管に用いられるねじ構造の強度設計は、大学の講義のノートや参考書などにあるボルト・ナット継手のねじの強度評価法だけに頼っているのは危いことを痛感したのです。そこで、高圧ガス保安協会に高圧設備のねじ構造調査研究委員会なるものを作って貰って、「高圧設備におけるねじ構造の強度設計指針」という自主基準をでっち上げました。高圧ガス取締法関係では、現在もこれに準拠して設計、設置及び保安検査をやっていますが、幸いその後このようなねじ構造の破損事故は起っていません。話が跳びますが、私はかつて原子力委員会や原子力安全委員会の専門委員を長いことやらされ

まして、我が国のいろいろな原子力発電所の安全審査や、原子力発電設備の耐震設計基準の作成などに関与して来たものですから、昭和61年4月、旧ソ連ウクライナ共和国のキエフ北方に在るチェルノブイリ原子力発電所で発生した爆発事故の報は大変ショックでした。この事故については、私は自分で出かけて実際に調べたりした訳ではなく、いろいろな調査報告書や報道を通じての知識しかありませんし、又この事故については、実は一昨日（平成4年4月11日）の新聞にも新しい情報がかなり詳しく載っていましたが、これまで新聞等に沢山の報道が行われていますので、皆様はもう聞き飽きていらっしやるかと思いますが、ことが保安と安全対策の核心に触れる問題を含んでいますので、ここでちょっと触れて見たいと思います。

この事故は、危険限界に近いある特殊な条件下で、実験的な低負荷運転を行っていた時に起きたものということですが、このような場合に、運転員が守るべき安全操作に重大なミスがあったと聞いていました。ところが、その後段々と明らかになった情報によると、その問題よりも、チェルノブイリ型原子炉には、炉心設計における核反応特性に安全性能上の欠陥と言うか、設計ミスがあったということなのです。もっと具体的に言うと、この炉には低出力状態で炉の出力の異常上昇があると、暴走し易いという炉の基本特性があり、炉の出力を落とすための制御棒が、作動当初に一時的に出力上昇を招く性質があるということです。これは炉心特性として大変危険な性質をもつ設計を行ったものと言えます。

兎に角、そのような原因が引き金となって、低負荷運転中にも拘わらず、炉心の一部に過熱現象を生じ、それを抑止するための制御装置が効かず、安全限界を超えて暴走し、燃料集合体を容れたジルコニウム製の圧力管とそれを取り囲む減速材の黒鉛層を過熱し、それらが冷却材の水と反応して、発生した水素と水蒸気が爆発を起こしたという訳です。

もう一つ注目すべき点として挙げなければならないのは、我が国の原子力発電所では必ず格納容器というものがあって、原子炉に万一重大事故が発生した場合、それから発生するであろう放射性物質を、この格納容器の中に封じ込め、外には全く出ないようにしているのですが、旧ソ連のチェルノブイリ型炉の発電所では、この封じ込めの役をする格納容器が設けられていなかったと知って、実は私も啞然としました。チェルノブイリの原子力発電所の原子炉は、プレハブのようないかなげな造りの普通のコンクリート製の建物の中に納められ、放射性物質の漏洩防止対策として、一応フィルターは設置されていましたが、これだけでは気密性や耐圧性など厳格な基準によって建造されている我が国の格納容器とは比較になりません。そのため、爆発によって原子炉建屋が簡単に破壊してしまい、強い放射能を持った物質がそのまま外部に飛散して、附近に重大な放射線傷害を惹き起こすとともに、ソ連に隣接する欧州諸国を中心として、全地球的規模の放射能汚染をもたらしたという、恐るべき二次災害を発生する結果になった訳です。

ごたごた細いことにまで言及しましたが、要するに、この大事故は運転管理上のミスもさるこ

とながら、安全設計と防災対策上に重大な欠陥があったことに起因するものである、というのが私の見解です。

もう一つ、私が間接的に関係を持つことになった最近の事故について附言しますと、少し前に、関西のある製鉄所で、高炉ガス貯蔵用の有水ガスホールダが、それまで何の予兆もなかったのに、突如下部水槽が破裂して、中に保有していた大量の水が一挙に噴出し、まるで津波のように押し出したという事故がありました。水だけなら大した災害には至らなかった筈ですが、この津波が偶々傍を走っていたトローピードと呼ばれる、高炉からの溶銑を運ぶ貨車に衝突して、これを脱線転覆させたため、水が千何百度という高温の溶銑に直接ぶつかり、水蒸気爆発を起こして、大きな災害を生ずる結果になったのです。

私はこの事故のことは新聞紙上で初めて知ったのですが、有水ガスホールダは低圧で、私の担当する高圧ガス設備の問題ではないので、他所ごとのように思っていましたところ、不意にある大新聞の記者さんから、しかも夜中に関西から電話が掛って来て、有水ガスホールダは今でも町中の人家の近くにいろいろあるが、これは大変危険なことではないかと意見を求められました。私は、この事故の詳しいことはまだ聞いていないし、第一これは私の関与するべき領分の問題でもないで答えるにしないと、最初は暗に取材をお断りしたのです。ところがこの記者さんは、私がかつてガス事業法の有水ガスホールダに関する技術基準の原案作成委員会の委員長であったこと

も調べ上げておりまして、そうは言わさんという訳です。

仕方がないので、私は例を挙げて、あれはそんなに危いものではないことを説明しました。例えば、大正12年の関東大震災の時、当時東京の深川辺りにあった有水ガスホールダは、あの大地震を受けても大丈夫で、辺り一面の大火災を避けて、タンクの水槽に張りついていた人は助かったが、ガスタンクは危険だと、そこから離れて逃げた人は、途中で火焰に巻き込まれて焼け死んだとか、太平洋戦争中、焼夷弾を受けてタンクのガス槽に穴が明いた有水ガスホールダが全国に幾つもあったが、そこから噴出したガスは焰を上げて燃えたけれども、火がタンクの中に入って爆発を起こしたなどというものは一つもなかった、というような話を致しました。なお、十年ほど前の宮城県沖地震の際に、仙台ガス局の大きな有水ガスホールダが一基破壊して、火災を起こした事故があったが、事故調査の結果、あれは上部のガス槽を支える長い支柱が、地震による横力を受けて途中で折損し、支えを失ったガス槽が転倒落下して、そこから抜け出したガスに着火し火災となったもので、原因は柱の折損にあり、長い柱の中間継手の設計のまずさと、継手ボルトの腐食等に対する補修保全の手抜きが、柱の地震による折損のもとであると結論された。しかし、この時も爆発などは起こらず、溜めていたガスが燃え尽きて、穏やかに鎮火した模様の話しも記者さんに致しました。

ところがその記者さんは、さらに執拗に食いがり、有水ガスホールダを支える基礎地盤が不

当沈下したらどうなるかと聞くので、私は、もし基盤の不当沈下が大きく起これば、その上に乗っかっている水槽の平底板とそれに直角に結合する円筒形側板との継手の隅角部近傍に、理論上大きなひずみの集中を生じ、そこから水槽が裂けて、中の貯水が一挙に噴出することになる可能性は否定できないが、有水ガスホルダの工作基準では、不等沈下が生じないように地盤と基盤の工作をしなければならぬことになっているのであって、そのような不等沈下によるガスタンクの破壊の例は、私は寡聞にして知らないと答えました。ところが、翌々日の新聞紙上にはでかかと、有水ガスホルダは基礎地盤の不等沈下によって水槽が裂ける危険な設備であると図入りで説明し、それを保証するかの如き私の談話と称するものが載せられましたので、私は日本ガス協会の専務理事さん始め、関係各方面から抗議に近い問い合せを受け、陳弁これ努めざるを得ない破目になりました。

そういう次第で、結局私はこの有水ガスホルダの破裂事故に直接関係せざるを得なくなり、事故調査に参加することになりました。詳しい調査の結果、この事故はガスホルダの建設時に、水槽の側板下部に設けた工事用の穴を、最後に蓋して閉じた嵌め込み溶接部からの、き裂の発生と伝播による脆性破壊であって、使用鋼材の靱性不足と溶接施工法の不良、施工後の溶接検査の不備による重畳効果に起因するものであること、しかもこの製鉄所では有水ガスホルダは全く安全なものとして安心し切っていたものか、建設後長年にわたり、殆んど保守点検も行っていない

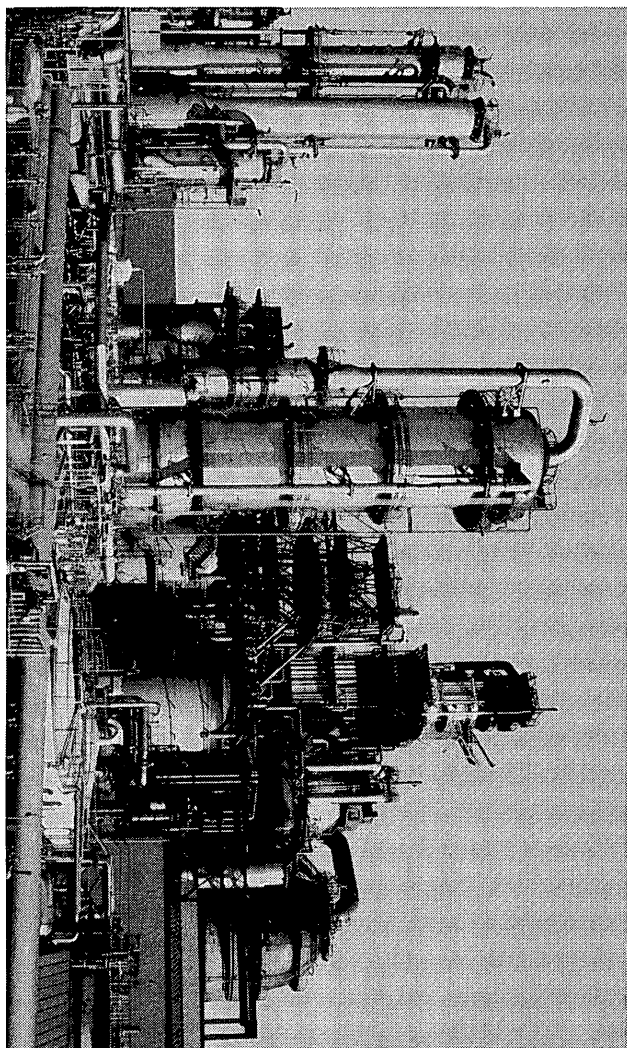
かったことが、このように大きな災害の発生に至った重大な原因であるという結論になりました。製造時検査及び使用時の日常点検、定期検査など保守保全による設備管理がいかに大切であるかを痛感させられた事故の例であります。

さて、このような危い事故の話ばかりしていると、産業施設とはそんなに頼りない危いものか、といった不信感を煽ることになったかと思いますが、ご安心下さい、当事者はこんなに手を尽くして事故対策に腐心し、安全の保持に万全を期していますという方の話に移りたいと思います。石油コンビナート等、プラント施設の安全を確保する上で大切なことは、先ずプラントの設備機器の設計、製作、設置の段階で、最善を尽すというか、最高の技術を駆使して、後々にトラブルを生じることがないように万全を期することです。このことは保安遂行の前提であり、又それが保安達成上非常に有効な方策であると思います。設計、製作、設置の段階で最前を尽すとは、設備に対する要求機能に應じて、最も適切な使用材料の選択を行い、考えられるあらゆる条件を想定して十分な安全な設計を行い、適切な工作と信頼性のある溶接施工、厳密な検査による品質保証などを行うことを意味します。

しかし、設計、製作の段階で、要求の条件に従い最善を尽したとしても、それでもなおカバーできないものがあって、できた設備機器には不信頼性というか、破損の確率が、非常に低い値かも知れないが、残っているものです。例えば、材料品質の不均一性、破損や破壊現象のもつ本質

的なばらつき性、その他腐食、磨耗、経年劣化、環境効果などの要因に対する不確実性です。当事者はこれらに対しても、設計、製作の段階で可能な限りの対策を立て、十分な安全余裕を見込んだ安全設計を行なおうとしますが、なお不確実な要素が残り、絶対に安全ということにはならないのです。それに、運転誤操作などの人的ミスの発生確率もあり、異常事象、天災など、想定する設計時の条件を超える事象発生の確率もあって、技術者の立場というか、良心から言うところ、作ったものが絶対に安全だなどということは有り得ないことなのです。

そこで、施設の各設備機器は使用に当たり、元来そのような故障や破損発生の可能性を秘めているものとして、使用中の保守保全の技術を尽して、その信頼性の確率を補い、安全の保持に万全を期すべきものであるというのが、私の持論です。供用中の保守保全とは、いわゆるメンテナンスのことで、プラント施設の各設備機器に対する日常のきめ細かな保守点検、適切な周期の綿密な定期検査、プラントを停止して行う開放検査などを基に、必要な運転の調整、設備の補修整備、修理、改善等を行い、それによって異常の兆候や発生を早期に捕捉し、適切な手段を講じて、事故や災害の発生を未然に防ごうとすることです。そのため、今日石油コンビナート等の事業所では、最新の保守保全技術を駆使して、綿密で厳格な運転管理、設備管理、保安管理を実施しています。又それらが有効確実に実施され得るために、従事者に対する教育訓練を熱心に行っています。勿論その基本である、安全問題に対してもつべき事業所経営陣の理念と取り組み方、



石油精製プラント

それを行うための組織と運営と責任体制が要求されています。

このような保守保全が安全確保の上で必要欠くべからざるものであることは、新幹線や航空機などの場合でも全く同じです。これら交通機関の安全運行のために、当事者は陰で血の出るような努力を行っているのです。新幹線は東海道線で営業運転を始めてからもう三十年近くになりますが、車軸折損、脱線転覆などという心胆を寒からしめるような致命的な事故は皆無で来ました。今日では、新幹線は正常に動いているのが当たり前で、乗車に当たり、不安とか危険性を感じるといふ人は皆無という、殆んど完全な一般の信頼を得ていますが、実はその陰で、安全確保のため当事者がいかに苦勞して、車両、架線、軌道、その他運行諸施設の整備と保守保全に尽しているかに思いを致す人がどの位いるでしょうか。

石油産業や化学工業のプラント施設には、各種の複雑な高圧高温の高圧ガス製造設備が林立し、原油、LPG、LNGなどの大きなタンクが列んでいます。これらには勿論のこと、石油やLPGを基地から使用先に配送するシステム、タンクローリー、ポンプ、使用先のガス器具などにも皆、故障や事故発生の可能性が潜在しています。その危険の顕在化をいかにしても阻止し、安全を確保して、新幹線の場合のような一般の信頼を得ようとするのが、この業界の目指すところであり、苦心しているところです。

石油精製プラントや石油化学、その他の化学工業プラントの安定した長期連続運転に、支障を

生じる可能性のある阻害要因としては、腐食、磨耗、磨食（エロージョン）、スケール付着による汚れ（ファウリング）と詰まりの問題、設備機器の使用材料の水素脆化、アルカリ脆化、熱履歴脆化、クリープ損傷、その他材料の経年劣化、疲労問題等が挙げられます。これらの阻害要因に対して、これをいかに克服し、安定した安全運転を維持し得るようにするかの方策が、供用中の保守保全、いわゆるメンテナンス技術の目指すところです。

石油コンビナート等における高圧ガス製造設備の多くは高温高圧、かつ腐食環境で長期間稼働しなければならぬという過酷な条件下にありますので、先程阻害要因の第一に挙げた腐食などはどうしても逃れられない問題であり、その対策がこの種の設備における最大の問題の一つであると言えます。この腐食問題に対しては、運転中の設備の肉厚検査、プローブによる腐食進行率の測定、最近開発された腐食モニタリングの方法などで、運転中の腐食進行率を求め、次期間放検査までにどのくらいの腐食深さになるかを予測し、十分な安全余裕があることを確認した上で、運転を継続するという、傾向管理方式による設備管理と運転管理を行っているのが現状です。

高圧ガス施設において、設備の損傷、或いは運転誤操作などにより、内容物が外部に漏れるとそれは有毒な場合もあるし、火災或いは爆発の原因にもなります。ですから、漏れは絶対に防ぎたい。絶対と言うのは技術者の使う言葉としては慎まなければなりません。漏らさないことが、保全における至上の要求なのです。そのため、日常点検、運転中検査、モニタリング、サーベイ

ランス、異常診断などを徹底しつつ運転を行い、かつ適当な周期毎に運転を停止して、綿密な定期検査、さらに開放検査を実施し、予防保全と呼ばれる方式の安全管理を行っている訳です。

しかし、運転中不幸にして万一内容物が外部に漏れた場合の対策も講じておかねければなりません。そのため、万一漏洩事故が起きた場合、要所要所に設置した漏洩ガス検知器により、漏洩が微量なうちにいち早くこれを検知して、運転制御室に緊急警報を出し、運転制御室では緊急遮断弁による系の緊急遮断と、運転停止などの非常措置をとります。このようにして、事故を可及的小規模に抑え、災害の発生又は拡大を阻止するのが、いわゆる防災対策であって、事業所では平素からいざという場合の防災体制、防災組織を準備しており、防災のための設備や資機材も整備し、従業員の防災訓練も頻繁に行っています。

ところが、以上のような予防的な検査体制に基づく予防保全方式の安全管理が、完全には実施しにくい、難しいケースもいろいろあります。例えば、かつて新型原子炉である高速増殖炉の開発中の安全審査において、構造上溶接継手全線の供用中検査ができない部分があつて、そのような構造は原子炉では許されないものであるとして、この高速増殖炉の開発がストップになりかけたことがあります。その時は、供用中そのような検査のできない部分に万一き裂損傷が生じたとしても、そこから生じるかも知れぬ放射能を帯びた冷却材の溶融ナトリウムの漏洩が、極めて微量なうちにそれを確実に把握して、緊急遮断と安全停止を行い得る安全機構が完備しておる。そ

して、そのようないわゆる事後保全方式の検査体制と安全管理の方法は、欧米の開発試験中の高速増殖炉でも採用されているという実情を、態々欧米の現場に行つて実地に調べて来て、辛うじて開発の続行を許されたという経験があります。ただし、現在敦賀に建設中の高速炉の原型炉「もんじゅ」では、ロボットを使つてどこでも供用中検査ができるようにしていると聞いています。

LNG貯槽でも、こういった問題があります。現在東京湾沿岸に在る計十二個所の火力発電所で使っている燃料エネルギー源の六〇％はLNG及びLPGであり、東京で炊飯や暖房に私達が毎日使っている都市ガスも、現在大部分がLNGであつて、私達は大変にLNGの恩恵に浴しているわけですが、東京湾岸のLNG基地に設置されているLNG貯槽は、建造してから既に一〇年以上経っているものもあります。このLNG貯槽には胴体側板や底板に沢山の溶接継手があり、又LNGを受入れ、払出するための配管と貯槽との溶接継手部もあり、特に側板と底板との溶接継手部は高い応力集中を生じる部分であつて、それらの部分に異常が生じてはいないか、本当は定期的にタンクを空けてみて内部を調べたい訳です。

ところが、このタンクの開放検査を行うためには、一ぺん貯蔵していたLNGを全部払い出して空っぽにしてから、先ず窒素でタンク内部に充滿している燃料ガスを追い出し、次にこのタンク内の窒素を空気で置換した上で、大型地下貯槽などでは深さが五〇メートルもありますから、

内部に沢山の足場用のやぐらを組み立て、人がタンクの中に降りて行って、溶接継手全線を調べなければならぬ。それは大変な時間と労力と費用を要し、かつ危険性を伴う作業なのです。その間貯槽は二、三か月も使用休止となる。しかもそれまでマイナス一六二位に冷えていた内槽は検査のため常温迄戻るので、タンク自身が直径六〇メートル位で一〇センチメートルから二〇センチメートルも膨脹する。そうすると、構造物としていろんな所に無理が生じます。そういうことから、現在はLNG貯槽は、地上式も地下式も、開放による内部検査は見送られています。その代り、内槽に万一き裂損傷が発生した場合、そこから漏れるであろう貯蔵中のLNGの漏洩量が極めて微量なうちに、速やかにこれを捕捉する漏洩検知器と緊急安全操作設備、消火散水冷却設備等が設置されています。つまり、事後保全方式による安全管理を行っている訳です。なお最近ではロボットとテレビによる運転中の内部監視の方法が開発されて参りました。

又例えば、現在J.Rで開発中のリニアモーターカーなどに必要な、超電導装置に用いられる液化ヘリウムの製造設備や精製設備、液化ヘリウム貯槽などの超低温設備も、矢張り供用中の内部検査が困難か、又は不可能なものが多いのです。そしてそれらの設備は検査のために運転を停止すると、設備の温度がマイナス二七〇度近辺から常温迄上って来るので、真空断熱構造に損傷を生じたり、機能の劣化と火災や爆発の危険性を生む恐れが出てくるということで、法規に規定されている、開放を伴う保安検査の適用が困難であり、安全管理の方法が問題になっています。と

りあえず現在は、開放検査に代わる十分な容量の安全弁、その他の安全装置の設置と、不燃性断熱材の使用等による安全構造を義務づけて、開発を進めようとしていますけれども、これからリニアモーターカーが日本中を走るようになった場合に、開発中の現在採っているような事後保全方式の安全管理で、果たして大丈夫かということは、今後慎重に検討する必要がある問題と考えています。

私は最近、石油コンビナート事業所の長期連続運転のための保安技術を調査するため、事業所現場を訪ねることがよくあります。そして、事業所の運転管理、設備管理等において、それぞれの事業所の特性や要求に見合った異常診断システムとか、人工頭脳を活用するエキスパートシステムなど、コンピューター制御技術を開発し、導入し、活用して、生産の効率化、合理化と、安全性の向上に非常に努力している現場の状況を観察し、保守保全技術の進歩に眼を見張る思いをしています。

しかし、これ等のコンピュータ活用の制御システムは、概ね過去の経験やデータベースを基にして成立っているように思われるのです。もとより、それはそれで結構ですが、余りそればかりに頼り過ぎ、それに甘んじていることは、新境地の開拓とか、創造力の向上発展に必ずしも繋がらないのではないかと、批判的に考えることがあります。又このようなコンピュータシステムを機械的に使用し、それに頼り過ぎて、物事の本質を理解し、体得して自分の血肉とする基本の努

力を怠ると、欠落する面が出て来はしないかという懸念もあります。

例えて言うと、車という大変便利なものに頼り過ぎていると、いつしか脚力が衰えるのです。足が弱ると内臓も弱り、頭脳の働きまで弱くなります。便利なワープロを使えばかりいると、いざも言うとき、よく知っている筈の漢字が書けなくなるのは私も経験済みです。最近の子供はナイフで鉛筆が削れなくなったとか、最近は図面を画いたり、理解する学生の能力が低下して来たとなどという声も耳にします。

つまり、進んだ面に頼り過ぎていると、いつしか退化する面が生ずるものであることを絶えず反省し、基礎の力の向上と保持に努力する必要があると考えます。いかに進んだコンピューター技術ができて来て、実物を扱わなくても、それを模擬するシュミレーション装置で便利に済みますことができるようになって、これは飽く迄我々の血肉となつてゐる実力を効率よく発揮するための道具であつて、これを使うご本人の基礎がしっかりしていないと、妙な誤用や欠落を生ずる心配があります。私は、基本である本質の勉強、体得を常に怠らず、コンピュータやシュミレータが無くても、保安が十分に行えるだけの実力を涵養しておくことを、事ある毎に若い人々に望んでいる現在であります。

取留めもない、我田引水のな冗漫な話しを長時間ご静聴頂き、まことに有難うございました。

(東京大学名誉教授・高圧ガス保安協会理事)