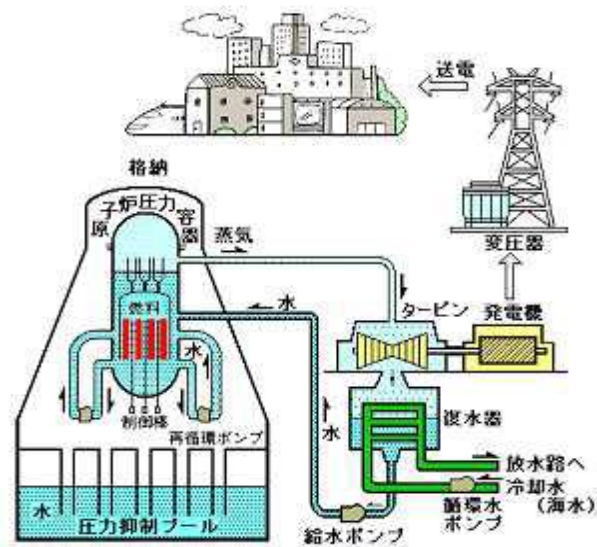


## 外観検査及び目視検査の重要性

### 1. はじめに

Engineer としての失敗談の一つです、若干他社の人の失敗も含めてしまうことになりますが、しかし、45年以上昔の話なので、ここに其の話を披瀝してもお赦し頂けるものと思います。

其の当時私はGE Japan からその子会社のGETSCO(General Electric Technical Services Company)と言う会社に出向させられていて、日本が導入し始めた沸騰水型原子力発電所の建設に従事していました。新技術を売り物にしていたGE系の会社の仕事はとても魅力的でしたが、私の担当していた仕事は一般に皆さん方に非常に嫌われるQC即ち検査の仕事で、主としてメーカーの工場に出向いて色々な製品の検査に立会う毎日でした。



沸騰水型原子炉(BWR)原子力発電のしくみ  
 【出典】電気事業連合会(編)原子力図面集-1997年版-、p98

### 2. 苦い経験

ある時、某孫請けメーカーの中型ポンプの完成外観検査〔同時に出荷前検査を兼ねていた〕にいつものように立会検査に行きました。出来あがっているポンプの姿は、本体の他にそのポンプのベアリング用潤滑油冷却装置一式がコンパクトの上にコンパクトに組立てられているタイプのもので、塗装も完了していて、後は梱包するばかりの状態にきれいに仕上がっていました。一点の非の打所も無い姿に見えましたが私はもっともらしく、他にすることも無いので、廻りをくると何回か廻っている内に、何故かポンプ本体ではなく、その付属設備である潤滑油及び冷却水の配管の溶接部ばかりが無闇と目に着くような気がしました。

その配管は外径約50mm位の低圧配管で、パイプ自身の長さは、長いものでも1メートル、短いものは100mm程度で、それらをエルボーやティーにソケット溶接して、まるで玩具のジャングルジムのように組立ててありました。一般の化学プラントでもよく見かけるようなこじんまりした物です。皆さんも良くご存知の通りこのような小径配管に使われるフィッティング類は通常可成高圧でも使用できる厚肉のものが多く、従ってソケットの隅肉溶接面が十分に広いので、念を入れて丁寧に溶接したのでしょうか、配管全体の中で溶接部だけが何か特に目立つようになったのかも知れません。

私は華奢なパイピングに対して、過肉と思える溶接とバルブやフィッティング類の重量が過大に思われることが気になり、トラック輸送の際の振動などで配管が耐え切れない怖れがあるのではないかとコメントして、サポートを追加するなどの何らかの対処を求めました。しかし一方では建設現場の工程上の強い要求もあったらしく、なかなか話合いが着かず、ついに元請けのQA部長が電話で建設現地に問い合わせされたく、私にお電話で「現状で欠陥と断定出来ないのだから、このままで出荷したい。責任は元請けが持ちます。」とご依頼され、

私も同意せざるを得ず承して其の日の夜行便で出荷してもらいました。

ところが翌日会社に出勤すると、工事サイトからファックスが入っていたらしく、私は早速上司であるGETSCOのQA Manager に呼びつけられ、前日の検査の詳細な報告を求められました。

私の検査した時点では何ら問題は見当たらない状態でしたが、工事現地では配管数カ所に肉眼でも確認できるクラックが発見されたとのことでした。そのファックスを示しながら上司は「経緯の如何を問わず電力会社に対してはGETSCO の責任である。直ちにサイトおよびメーカーと善後策を協議して電力本店建設部に謝罪に行け。」と指示されました。私は直ちにそのメーカーに作業員の出張を依頼し、その人達と直ちに現地に赴いて対処する方針を決め、電力会社本店に経過報告と対策の説明を行い、現地へ飛びました。

クラックの原因は、当該溶接部を鋸で切り取りGE に送って後日調査した結果、断面係数の小さい配管(ステンレス鋼管)の上に過大な質量のバルブやフィッティング類を支えさせた為と、溶接部からの過大な入熱、特に溶接のビードエンドの重なる天場付近の熱履歴過多の部分が劣化し、クラックが発生したものと判明しました。それは数週間後の話で、其の時点では現場で取りあえず、クラックの発生した部分を切り取り、復旧工事とし、ソケット溶接の隅肉ノド厚を原因不明ではあるが、小さくする方針で対処しました。勿論反対意見が無いわけでもなかったのですが、当時私はかなり大きな態度で振舞っていたようで、それらの意見を無視して方針を変えず修理を強行しました。

幸いにもそのポンプはその後45年余り無事に毎日運転されているようで、現在まで何らの事故報告も伝えられていません。もしも故障が発生すれば、発電所全体の運転を止めることになる重要なシステムの一部に使われているポンプですので、定年退職後の今でも、新聞・テレビなどの報道で、必ず情報が得られる筈ですので、ほぼ間違いは無いと思われます。

### 3. 目視検査の重要性

この件以外にも似たような経験を私はいくつもしてきています、特に官能検査の一つと言われる目視検査および外観検査では一般に検査員の主観が大きく検査結果を左右するため、検査員は嫌われることが多く、私の一番嫌いな仕事の一つです。

私が強引に手直しをお願いして、嫌々ながら手直しをされたメーカーの方々の記憶や、私が逆に折伏されたケースなど、沢山思い出されますが、夫々個々の問題は原因究明もなされず、大した記録も残らない小さい事件・・・煩い検査員の戯言として消え去ったかも知れません。私は其れをなんとか集積して後に残せないものかと思っています。

若い頃は16年間機械設計をやらされていましたが、その殆どが新製品の開発だったので、其の当時、自分が設計したものを自ら旋盤などを使って部品を削り、ヤスリ掛けなどの組立作業を手伝って検査も自分で実施し、現地試運転や使用開始後のメンテナンスもお手伝いさせられていましたので、私は現地での苦い経験から、工場での検査の非常に大切なことを良く理解していたつもりです。其の中でも常に全体のバランスを見る外観検査を重要視して、幾つもの不具合や改良点を見つけ出してきました。

### 4. 工業検査のあり方

一般に工業検査は設計技術や製作技術とはまた別の特殊技術や観察力の要求される一つのエンジニアリング部門と考えるべきではないでしょうか。例えば、日本刀を作る場合、刀鍛冶が刀身を作り、研師が砥ぎ、鑢師の作った鑢をつかい柄師が組付け、鞘師の鞘に収めた刀の検査、即ち試し切りは、夫々の工程に関わっ

た人ではなく、全く別の剣を使う技術を持った人、即ち侍がしなければ出来なかった様に検査にも其れなりの工学的裏付けのある検査技術があって然るべきでは無いでしょうか。（私が見学させて頂いた日本製鋼所の室蘭で日本刀を作って居られた方は、ご自分で据物切りをなさり、最終検査まで総てをご自身でしておられました）そこで私の提案として、検査員が偏見と独断に陥らないための基礎となる検査工学が大学の工学部で取り上げられる日が一日も早く来ることを期待して止みません。

そこで是非取り上げて貰いたいのは、**抜取り検査手法を中心とした量産品の品質管理・化学製品の不純物チェックなど従来の検査屋のしてきた範囲に止まらず、極端な少量生産例えば黒四水カダムの建設や大型原子炉の製作、はたまた明石大橋などのように一つか、或いは年に二つ三つ程度しか作らない物の検査などにも適用できる検査工学一般**です。さらに具体的に言えば、最近非常に影が薄くなった計測工学をさらに延長させて「観測工学」とでも言うべきジャンルを確立して貰いたいと思っています。気象学で計測技術や数値計算以外に観測技術を大変重要視していることなどを参考にした新しい工学ジャンルの出現を期待しています。世に出版されている図書の中には例えば非破壊検査工学の図書はありますが、検査工学全般を纏めて体系化し、理論的裏付けをした本にはお目に掛かった思い出がありません。勿論夫々の各部品の着実な検査も重要ですが、全体を見誤らない理論的総合検査の手法は無いものでしょうか。そのためにも、エンジニアリング実務に基づいた「検査工学」を、大学の教科に加える必要性を感じます。

## 5. 外観検査の将来に期待する

気象学や医学などの新しい分野を扱っている雑誌類を読んでいると、この観測或いは観察が相当重要な働きをしているように思われます。勿論いま論じている外観検査のみでなく精度の高い計測に基づいた検査が重要であることは疑う余地のないことですが、夫々の工学分野で目視検査についての成果を集積し科学的に取りまとめて将来に備えることを是非考えて頂きたいと思っています。

**目視検査を科学的に取り上げる際に忘れてはならない事の一つに、人間自身に基づく問題として、例えば認知心理学において大変良く研究されている錯視現象なども充分に取り入れて検討しなければならないのではないか**と思います。目視は目に入ってきた信号を脳に伝え、脳の判断即ち其の人の知識・記憶等を総合した結果が各人の判断に繋がるものであること、つまり検査結果にも影響することを十分に理解しなければなりません。これは目視検査のみならず、聴音検査や触診検査などでも考えなければならないと思います。

最初の方で説明した小配管のクラックの件では、折に触れ事に当たって何人かの大学の工学部の先生や、先輩エンジニアに話しをして、ご意見を伺ったり、御指導を仰いだりしましたが、よくチャレンジャー号の燃料タンクが打揚げ直後爆発して、搭乗の宇宙飛行士全員が死亡した事件を引き合いに出されて、其の箇所にはなんらの異常は見られなかったが、それまでの開発・研究の段階でのトラブルを良く知っているモートン サイオコール社のボジョレーとNASA の関係者との間で問題を充分に取り上げて討議されなかったEngineering Ethicsの話と比較され、私の最初の見識の不足が最大の原因だと言われたことが非常に多く、深く反省させられています。しかしながら、私はボジョレーの件も含めて工学一般の中の検査工学、其の中でも観察技術の理解と普及が科学技術一般の中で特に遅れていることがその一因と考えても良いのではないかと思います。現状では超知見とか不可抗力または管理上の問題などと倫理に近付けて申し訳をしているような気がしてなりません。倫理はもっと本質的なことを論議する手法で活躍する考え方を取り上げるのが本来の使命で、このような一工学或いはエンジニアリングを何とか改善しようと言った問題で出てくるような軽い話ではないと思いますが、如何でしょうか。昔からよく、「出来栄えのいい物は其の姿も美しい」と言われてきたことを思い出しつつ、話が外観

検査から検査工学に至ってしまいました。外観検査は検査工学の第一歩であり、実生産では総ての工程での一つ一つの締めくりです。学識・無経験者（大学教授）に任せきりにしないで、我々エンジニア一人一人が自覚して検査と言う工程を大事にし、後輩を育てて行きたいものです。特に、昨今の原子力プラントや、大型石油プラントは、其の設計から建設完了まで、3年以上もかかることが常識となっており、若い人が現地で経験を積むことが難しくなっていることもあり、経験不足のエンジニアでも安全なプラントをしあげるために、この分野の改革・前進の必要性を強く感じます。

以上