

論説

原発の経年劣化—中性子照射脆化を中心に—(後編)

井野 博満

圧力容器鋼材の照射脆化が進んでいる原発は玄海1号だけではない。1970年代運転開始の古い原発はいずれも程度の差があっても照射脆化が進んでいる。図18は、高経年化意見聴取会に保安院が提出した資料²⁸⁾のなかの図で、照射脆化の進んだいくつかの原発について脆性遷移温度の上昇量を示したものである。高経年化意見聴取会で取りあげられた原発は玄海1号のほかは、40年に達しての審査を受けた美浜2号と30年に達した伊方2号

だけであるが、日本最古の原発である美浜1号(1970年運転開始)や高浜1号、大飯2号も著しく照射脆化が進んでいる。

現時点でワーストセブンの原発を列記すれば表2のようになる。1位から5位までは加圧水型軽水炉(PWR)でこのうち玄海1号を除く4基はいずれも若狭湾にある関西電力の古い原発である。6位と7位は沸騰水型軽水炉(BWR)である。構造上PWRより圧力容器照射量の少ないBWRである敦賀1号や

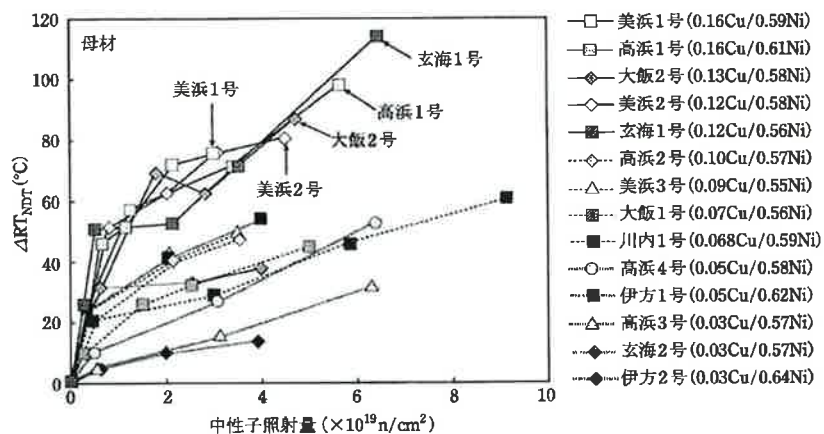


図18
文字が小さく
読めていない
丸くした。

図18 中性子照射量に対する脆性遷移温度の上昇量を示す脆化が著しいのは銅含有量の多い鋼が使われた時期の原発である²⁸⁾。

表2 原子炉圧力容器脆性遷移温度(ワースト7)

順位	ユニット名	型式	運転開始	分類	脆性遷移温度	中性子照射量	試験(取り出し)時期
1	玄海1号	PWR	1975.10.15	母材	98°C	7.0×10^{19} n/cm ²	2009年4月
2	高浜1号	PWR	1974.11.19	母材	95°C	5.6×10^{19} n/cm ²	2009年
3	美浜2号	PWR	1972.7.25	母材	86°C	4.4×10^{19} n/cm ²	2003年9月
4	美浜1号	PWR	1970.11.28	母材	74°C	3.0×10^{19} n/cm ²	2001年5月
				溶接金属	81°C	3.0×10^{19} n/cm ²	2001年5月
5	大飯2号	PWR	1979.12.5	母材	70°C	4.7×10^{19} n/cm ²	2000年3月
6	敦賀1号	BWR	1970.3.14	母材	51°C	0.094×10^{19} n/cm ²	2003年6月
				溶接金属	43°C		
7	福島第一1号	BWR	1971.3.26	母材	50°C	0.09×10^{19} n/cm ²	1999年8月

(出典：原子力資料情報室上澤千尋作成の「原子炉圧力容器鋼材の監視試験結果一覧」ほか)

* 図番号, 参考文献番号, 脚注番号は前号からの続き

福島第一1号(それぞれ、1970年、71年運転開始)が、なぜ予想を超える照射脆化を起こしたのか、その理由については筆者らの文献²⁹⁾をご覧ください。福島第一1号は、まさに爆発した原発で、照射脆化は事故の発生・進展に関係しなかったと思われるが、機器・配管の老朽化は関係なかったのか、疑われている。

さて、私は意見聴取会で、少なくとも照射脆化の進んでいる古い原発については、監視試験結果を開示すべきであると主張したが、保安院は、それらのデータがなくても審議に支障はないとして応じなかった。日本全国の各原発の脆性遷移温度の一覧表は、各事業者の報告書などをもとに、原子力資料情報室の上澤千尋氏が作成したものが唯一公表されている³⁰⁾。原子力安全・保安院(当時)がそういうデータベースを作成していなかったことは、玄海1号機の異常照射脆化が問題になった2010年暮れ、筆者が直接面会して確認したことである。彼らがいかに受け身の姿勢で事業者まかせの監視行政をやっていたかを如実に示すものである。生まれ変わったはずの原子力規制委員会・規制庁はただちにくわしいデータベースを作成すべきである。すぐできるはずのことだ。脆性遷移温度のみならず、破壊靱性試験、引張試験を含めて、監視試験結果の生データを集め、公表し、研究者・市民の便宜に供すべきである。

美浜1号炉の照射脆化

意見聴取会で公表されなかった美浜1号炉についての監視試験結果は、志賀県住民が原告になり提訴した原発再稼働禁止訴訟において、被告の関西電力から公表された。筆者はその開示資料の分析を原告弁護団から依頼され、意見書を提出した³¹⁾。以下、その意見書をもとに、その後の考察も含めて、美浜1号の照射脆化の問題点を述べる。

その1: 脆性遷移温度について

美浜1号炉の脆性遷移温度は、関西電力が40年を超える寿命延長を申請した「美浜1号炉 高経年

化技術評価書(40年目)」³²⁾に記載されている。まず、その結果について、問題点を指摘しよう。

a) 母材脆性遷移温度(関連温度)がチャージ番号によって大きく違うのはなぜか

上記評価書(原子炉容器、表2.3-5)によれば、チャージ番号B3702-1(以下、試料1と呼ぶ)の脆性遷移温度(関連温度)は、他の2つの試料(チャージ番号B3702-2、チャージ番号B3702-3、以下、試料2、試料3と呼ぶ)の脆性遷移温度にくらべて、監視試験の各回とも20ないし40℃も低く、しかも回を追ってその差が広がる傾向を示している。これらの測定データをプロットすると図19のようになる。

試料1のみ、このように低くなる理由は何か? 熱影響部も同様に低い傾向を示すが、これは溶接時の熱履歴の影響がよるものという説明が可能である。しかし、母材ではそういうことは考えられない。採取位置(チャージ番号)によって脆性遷移温度の値が大きく変化する原因として、母材の材質が不均質であること、すなわち、採取位置によって不純物含有量や材料組織(結晶粒度など)が異なることが考えられる。このような材質の違いがあったらよいものか?

上記評価書³²⁾記載の化学成分表(原子炉容器、表2.1-2)をみると、銅の含有量が試料1では0.11%、試料2では0.16%、試料3では0.14%とばらついている。とくに、試料1では著しく低く、分析誤差の範囲を超えていると考えられる。シリコンや

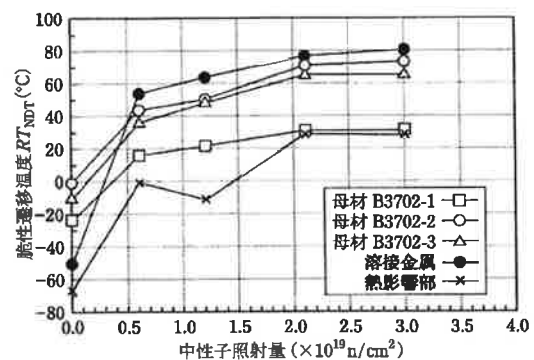


図19 美浜1号炉監視試験片の脆性遷移温度の上昇³¹⁾

炭素の含有量も試料1では他の2つの試料と差がある。このようなばらつきがなぜ生じたのか、製造工程などにさかのぼって、各工程での分析値を調査するなどし、原因を解明すべきである。

関西電力がよこした反論³³⁾によれば、「美浜発電所1号機の原子炉容器の炉心領域は3枚の鋼板を溶接して製作しているため、それぞれの鋼板を比べれば、若干の化学成分の差異は生じるものである。そして、3つの監視試験片(試料)も3枚の鋼板それぞれから採取されているため、それぞれの関連温度が異なっているだけであり、母材の材質が不均質であるためではない。」(p17)とある。だが、銅含有量0.11%と0.16%は「若干の差異」と言えるものだろうか? 当時の未熟な製造プロセスでこのような差異が当然のこととして認められていたとすれば、照射脆化の監視は、より注意深くなければならない。なぜなら、溶接で接合した炉心部鋼板は3枚だけではないはずだし、ひとつの鋼板の内部に組成の違い・材料組織の違いがないという保証もないからである。圧力容器鋼材にそのような違いがあれば、欠陥圧力容器と言わざるを得ない^{注6)}。

b) 溶接金属における異常な脆性遷移温度上昇

第4回監視試験での溶接金属の脆性遷移温度は81℃と測定され、母材よりも高い。加えて、照射前の初期値が-50℃と低いことから、その差である脆性遷移温度の上昇量は131℃に達し、異常に高い値である。このように高い上昇量を示す原発は、日本では他にない。

「美浜1号炉 高経年化技術評価書(40年目)」³²⁾(原子炉容器、表2.1-2)によれば、溶接金属の銅含有量は0.19%、ニッケル含有量は1.08%である。注6)圧力容器鋼材が均質であることは、玄海1号機について九州電力が、自らの解析結果をもとに強く高経年化意見聴取会で主張したことである(本稿前編を参照)。しかし、玄海1号より少し前に製作された美浜1号でこのような組成の違いがあるならば、同じく鋼板を張り合わせて製作した玄海1号炉圧力容器の組成均質性も疑われて当然である。玄海1号炉には、母材監視試験片は1シリーズ分しか入っていない。

これは母材の0.16%Cu以下、0.68%Ni以下に比べてもいちじるしく高い。銅、ニッケルとも脆性遷移温度を上昇させる金属元素として知られており、とくに銅の影響が顕著である。このような高い銅含有量の溶接金属は日本には他にないと考えられ、大変悪い溶接金属が美浜1号機では使われたと言わざるを得ない。溶接作業中に銅が混入したことは、関西電力も認めている。すなわち、「溶接金属部の銅等の含有量が母材に比べて高くなっているのは、溶接時に用いる溶接ワイヤーに銅が含まれているためであり、何ら不思議なことではない。」³³⁾。しかし、そうだとすると、溶接部位ごとに銅含有量も違っており、場所によってはさらに高い脆化を示す可能性が示唆される。「何ら不思議なことではない」として済ませる安全管理の神経が理解できない。溶接金属の複数個所での銅含有量の分析や製造・溶接工程についての調査を今からでもすべきである。

その2: 破壊靱性評価の問題点

a) 母材の破壊靱性評価について

図20は、開示されたデータに基づき、筆者らが作成した美浜1号機圧力容器母材の破壊靱性遷移曲線(K_{Ic} 曲線)を示したものである。この図は、チャージ番号の異なる3つの試料のうち、銅含有量が最も高く、最も高い脆性遷移温度を示した試料2についての結果である。この図には、JEAC4206-2007附属書Cの方式(本稿中編を参照)に従って、破壊靱性測定値を脆性遷移温度の移行分だけ横軸に平行にデータ点をシフトさせてプロットした破壊靱性遷移曲線(K_{Ic} 曲線)が描かれている。また、この図には、上記評価書³²⁾(原子炉容器:図2.3-4)に描かれているPTS状態遷移曲線(K_I 曲線)をあわせて示してある。

この図から分かることは、データ点が少ないこと(K_I 曲線とのデッドクロスが懸念される50~100℃付近の温度における監視試験のデータが特に少ない)、遷移温度域の試験が少なくデータのばらつきが小さいこと、データ点の下限包絡曲線である(C8)式が、最後の第4回監視試験データ(図中の

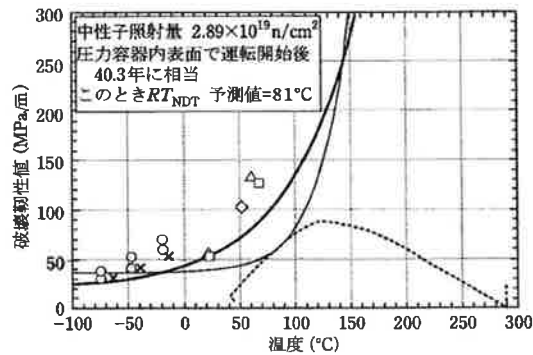
□印)によって決まっていること、などである。試料1, 3については、スペースの関係で図を示さないが、この特徴は共通である³¹⁾。

データのばらつきが小さいことは、よいデータであるように思えるがそうではない。破壊靱性測定値は本来ばらつきが大きいものなので(とくに遷移温度域において)、さらに測定を重ねれば、より小さい値を示すデータが得られると予想される。それゆえ、現在得られているデータから決めた K_{Ic} 曲線が下限を示すと考えるのは疑問である。また、第4回監視試験データ(図中の□印)によって下限包絡曲線が決まり、それ以前に観測されたデータ点はその曲線よりも上方にあるという傾向は、玄海1号機などの結果と同様である。このことは、JEAC 4206-2007 附属書Cの方式による温度シフトが不足であることを強く示唆しており、同規程による監視方法に疑問を呈さざるを得ない。その本質的な問題点は、本稿中編で述べたように、破壊靱性値の温度シフト $\Delta T_{K_{Ic}}$ が脆性遷移温度 ΔT_{NDT} に等し

いという仮定が正しくないのではないかということである。

破壊靱性の測定データがないときは、附属書Cに記載された方法によるのではなく、附属書Aに記載された方法によって脆性遷移温度から破壊靱性曲線を求めることになっている(本稿中編参照)。これがASME K_{Ic} 曲線と呼ばれている(A7)式で、図20に合わせて描き入れた。その結果を見ると、この曲線は、 K_I 曲線にほぼ接する。 $K_{Ic} > K_I$ の条件は満たされていない。

なお、美浜1号炉圧力容器の形状は、内径3.33メートルで玄海1号炉(3.35メートル)とほとんど変わらないが、厚さ228ミリで玄海1号の168ミリにくらべてかなり厚い。その結果、おなじPTS条件でも応力拡大係数は大きくなり、PTS状態遷移曲線は玄海1号より大きく求められている。熱衝撃には弱い炉ということになる。次に述べる美浜2号は、内径3.33メートル、厚さ165ミリで玄海1号に近い。

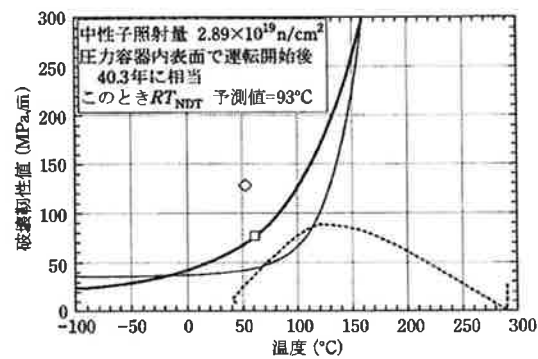


美浜1号炉母材B3702-2

RT_{NDT} (実測値)	ΔT_{NDT}
[°C]	[°C]
照射前 -1	82 ○
第1回 45	36 ×
第2回 51	30 ◇
第3回 71	10 △
第4回 74	7 □

JEAC4206
 C(8) $T_P = 108^\circ\text{C}$ —
 A(7) $RT_{NDT} = 81^\circ\text{C}$ —
 関西電力が示した K_I

図20 美浜1号炉圧力容器母材(試料2)のPTS評価. 文献³¹⁾をもとにした筆者らの解析.



美浜1号炉溶接金属

RT_{NDT} (実測値)	ΔT_{NDT}
[°C]	[°C]
第2回 64	29 ◇
第4回 81	12 □

JEAC4206
 C(8) $T_P = 114^\circ\text{C}$ —
 A(7) $RT_{NDT} = 93^\circ\text{C}$ —
 関西電力が示した K_I

図21 美浜1号炉圧力容器溶接金属のPTS評価. 文献³¹⁾をもとにした筆者らの解析.

b) 溶接金属の破壊靱性評価について

今回開示された溶接金属についての監視試験結果は、信頼性が低い。なぜなら、データが2点しかなく、たった2つのデータ点から下限包絡曲線を引き、溶接金属の破壊靱性値を示すことは無理と言わざるを得ない。図21は、仮にこの2点を用いて下限包絡線を描いてみたものである。当然ながら、データ点が増えれば、さらに下方の破壊靱性測定値が観測されることが予測される。しかも、この2点から求めた下限包絡曲線は、図21に見られるように、応力拡大係数 K_I を示すPTS遷移曲線(K_I 曲線)に接近している。さらにデータ点が増えれば、両曲線が重なるというデッドクロスを生じることが予測される。信頼性が低だけでなく、安全性に疑問を感じさせる結果である。

関西電力は、溶接金属についての K_{Ic} 曲線は求めている。関西電力の釈明³³⁾によれば、「(「高経年化技術評価書」記載の) K_{Ic} 下限包絡線は、…母材及び溶接金属の破壊靱性試験結果を用いて作成されたもの」だという。だが、母材と溶接金属は、材料組織も含まれる銅含有量も異なり、それぞれ別

個に解析すべきものである。母材のデータのなかに溶接金属のデータを忍び込ませて、溶接金属の結果も使っていると主張したところで何の意味もない。

破壊靱性の測定データがないとき、あるいは、今回のようにそのデータが2点しかなく、附属書Cに記載された方法によるのでは信頼性がない場合は、前述の(A7)式で評価すべきである。(A7)式にもとづく破壊靱性曲線を図21に描き入れた。その結果を見ると、 $K_{Ic} < K_I$ となるようなデッドクロスを起こしている。このことは、圧力容器が特に溶接部から破壊される危険性が高いことを表している。美浜1号機圧力容器は、はなはだ危険な状態にあると言わざるを得ない。

これらの図は、中性子照射量 $2.89 \times 10^{19} \text{n/cm}^2$ に対応する圧力容器破壊靱性遷移曲線(K_{Ic} 曲線)を描いたものである。この照射量は関西電力が評価書³²⁾で運転開始60年時点と図示した値である。しかしながら、この中性子照射量は、PTS評価においては40.3年時点の K_{Ic} 曲線と読み替えるべきものである^{注7)}。したがって、注目すべきことは、この

注7)「美浜1号炉 高経年化技術評価書(40年目)」³²⁾(原子炉容器、表2.3-7)には、第23回定期検査時点(2001年5月)および運転開始後60年時点の中性子照射量として、 $1.45 \times 10^{19} \text{n/cm}^2$ および $2.89 \times 10^{19} \text{n/cm}^2$ が記されているが、これは容器内表面から板厚 t の $1/4t$ 深さでの値である。PTS評価では内表面のき裂先端での応力解析をおこなうので、対応する破壊靱性値の推定も内表面での照射量を用いて行われている。内表面から $1/4t$ 深さまでの減衰比は0.672($t=168\text{mm}$ として計算)なので、内表面での照射量は上記数値を0.672で割った値($4.3 \times 10^{19} \text{n/cm}^2$)となる。

図に、監視試験片位置での照射量、圧力容器内表面での照射量、深さ $1/4$ での照射量の関係を示す。ただし、照射量は、時間変動は無視して、経過時間に比例して増えると仮定した。この図から分かるように、内表面での照射量が $2.89 \times 10^{19} \text{n/cm}^2$ に達するのは、運転開始後60年時点ではなく、それに0.672を掛けた40.3年後である。また、監視試験片は、圧力容器より内側に置かれており、圧力容器の照射脆化を先読みできるとされているが、第4回監視試験片の照射量($3.0 \times 10^{19} \text{n/cm}^2$)に、内表面が達するのは41.8年となり、2012年半ばである。先読みと言ってもこの程度である。第4回の監視試験を実施した

2001年5月からは12年経っていて、玄海1号機のように、脆性遷移温度の予想外の上昇が生じている可能性も考えられるので、次の監視試験を早急を実施する必要がある。

関西電力がおこなっている運転開始60年後の評価というのは、監視試験データの無い照射量 $4.3 \times 10^{19} \text{n/cm}^2$ まで予測を外挿した場合の評価で不確かなものである。しかも、本文に述べたように、破壊靱性値の下限曲線の作りかたに問題がある。

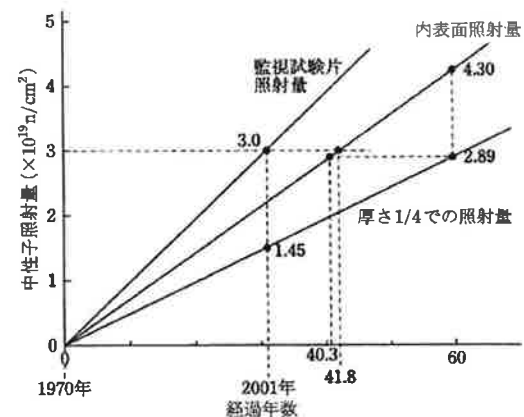


図20および図21に示した解析の元になる中性子照射量は、運転開始後60年時点という将来の状態ではなく、1970年11月から40.3年経過した状態、すなわち、すでに到達した2011年初めの状態に対応したものであるということである。現在がすでに危険な状態になっている。

美浜2号炉の照射脆化

1972年7月運転開始の美浜2号炉は、2012年7月で40年を経過するので、事業者は運転延長を求めて、「美浜2号炉 高経年化技術評価書(40年目)」³⁴⁾を保安院に提出した。高経年化意見聴取会でその審議が行われたことは本稿前編で紹介した。その評価書には、得られた脆性遷移温度や破壊靱性評価の結果についての記載はある^{注8)}が、元になる測定データは示されておらず、筆者はその公開を求めた。

図22は、関西電力が公開した破壊靱性曲線の作成プロセスを示した図である³⁵⁾。この図をみると、下限包絡曲線を決めているのは、玄海1号炉と同様、照射量の最も多い第4回の監視データであり、本稿中編で述べたように $\Delta T_{K_{Ic}} = \Delta RT_{NDT}$ という前提が崩れているのではないかと推察される。

そこで筆者らは、玄海1号と同様に、破壊靱性測定値の中央値に着目した解析を試みた。マスターカーブ法の参照温度シフト(ΔT_0)と脆性遷移温度測定値のシフト(ΔT_{NDT})との関係を調べた結果を表3に示す。この結果をみると、チャージ番号の異なる2つの試料とも、脆性遷移温度のシフト量は破壊靱性値参照温度のシフト量に比べてはるかに大きい。このことは、JEAC4206の解析法が前提としている $\Delta T_{NDT} = \Delta T_0$ が成り立っていないことを意味する。

この事実から、筆者らは各回の破壊靱性測定値を ΔT_{NDT} でなく ΔT_0 でシフトさせた図を作成した。それらを図23、図24に示す。これらの曲線は、

注8) 関西電力のウェブサイトには、2003年の第4回監視試験で得られた脆性遷移温度の値として78℃と記載されているが、データは2チャージあり、78℃と86℃である。なぜ、低い方の値のみ公開されているのか理解に苦しむ。

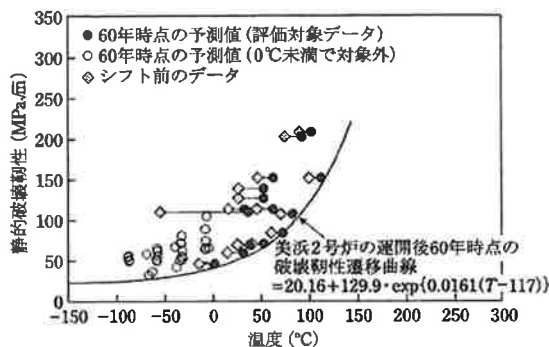


図22 運転開始後60年時点の破壊靱性遷移曲線(関西電力による²⁸⁾)

表3 美浜2号炉母材の脆性遷移温度シフト ΔT_{NDT} と破壊靱性参照温度シフト ΔT_0 との関係(第4回測定値基準)

4K71-1-1	照射前	第1回	第2回	第3回	第4回
T_{NDT} (°C)	-3	49	59	72	78
ΔT_{NDT} (°C)	81	29	19	6	0
T_0 (°C)	-98.4	-41.0	8.7	21.2	50.1
ΔT_0 (°C)	148.5	91.1	41.1	28.9	0.0
4K1616-2-1	照射前	第1回	第2回	第3回	第4回
T_{NDT} (°C)	-3	42	53	72	86
ΔT_{NDT} (°C)	89	44	33	14	0
T_0 (°C)	-95.7	7.1	14.4	34.4	74.1
ΔT_0 (°C)	169.8	67.0	59.7	39.7	0.0

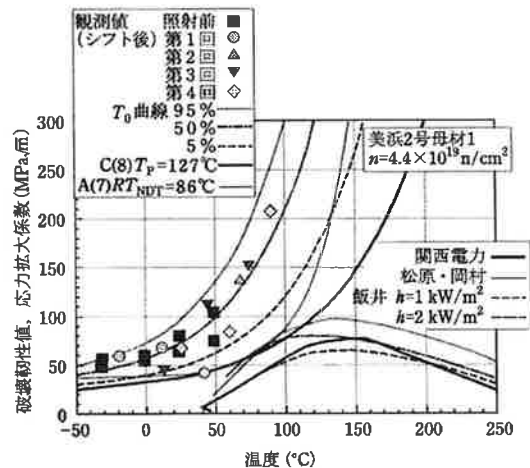


図23 美浜2号炉1の破壊靱性遷移曲線とさまざまなPTS評価曲線

第4回監視試験片の照射量($4.4 \times 10^{19} \text{ n/cm}^2$)での破壊靱性値を求めている(表2参照)。これらの曲

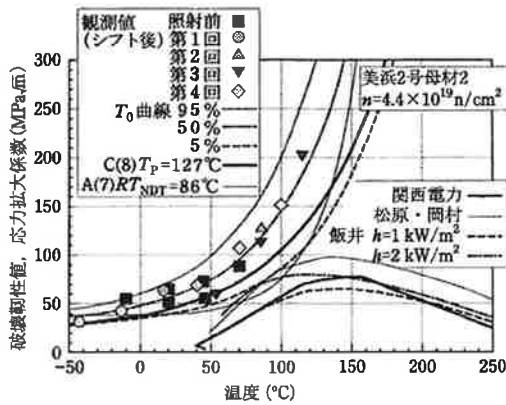


図24 破壊靱性値の中央シフト(参照温度T0のシフト)をもとにした美浜2号炉母材2の破壊靱性遷移曲線とさまざまなPTS評価曲線

線は、図22のようにマージンをとっていないにもかかわらず、図22の K_{Ic} 曲線に比べて高温側に位置している。図中には、比較のためPTS状態遷移曲線(K_I 曲線)をいくつか描き入れた。これらの K_I 曲線は、玄海1号について求めたものと同じである。美浜2号炉の圧力容器の径や厚さがほぼ等しいので、当てはめて考察することは適切であろう。図23の下限包絡曲線は、関西電力が求めた K_I 曲線とはクロスしないが、それ以外の K_I 曲線とはクロスする。図24でもほぼ接している。美浜2号炉の圧力容器もまた、危険域に達していると考えねばならないであろう。

高浜1号炉, 大飯2号炉の照射脆化

去年、高浜1号炉について2009年取り出しの監視試験結果が公表され、95°Cという高い脆性遷移温度に達していることが分かった。大飯2号炉は2000年時点で70°Cに達しており(表2参照)、その後の温度上昇が気になる。古い原発を多数抱える関西電力は、全原発の監視試験の生データおよびPTS遷移曲線(K_I 曲線)の計算を開示すべきである。

40年廃炉問題

福島原発事故後の国民世論を受けて、民主党政

権は原則40年廃炉を決めたが、原子力規制委員会は40年時点での審査によって60年までの寿命延長を認めることを正式に決めた(2013年2月)。一律40年で廃炉にするのはおかしいという意見が以前からあり、一般論としては一理あるとも言える。しかし、経年劣化した原発の問題点をすべてチェックすることが実際問題として可能だろうか。見落としがあれば取り返しのつかない大事故につながる危険があるというのが原子力発電という技術の特殊性である。安全性の観点から妥当な判断だろうか。

現時点で、運転開始40年を迎えつつあるのは、1970年代の原発である。これら初期の原発は、圧力容器や格納容器の設計、製造法、材料など、いずれをとっても問題を多く含む欠陥原子炉と言っても過言ではない。その意味でも40年廃炉というのは技術的に適切な選択であると考えられる。ドイツのメルケル首相が、現存の17基の原発のうち、1970年代運転開始の8基(と故障で止まっていた1基)を即時廃炉と決め、残りの8基は2022年までに廃炉としたのは、技術的にも賢明な判断ではなかったかと思う。日本で40年廃炉ルールを決めるということは、ほぼそれと同じ判断に立つことになる。

筆者がもっとも懸念するのは、仮に、審査によって40年を超えての運転の可否を決めるとしたとき、その審査が公正で客観的中立的なものになりうるかという点である。それなくして原発の安全性は担保されないし、国民の信頼も得られない。だが、筆者が保安院の高経年化意見聴取会に参加しての経験からすれば、現状を根本から変えない限り、とてもそういう審査にはなりえないと断言できる。現状の審査体制では、事業者から提出された報告書は(多少の議論や注文がついた後で)今までと同じくほとんどそのまま認められるであろう。

今後審査に当たる規制当局の役人や審議委員会に参加する学者たちは、自分たちは予断を持たずに科学的、技術的に判断すると主張するであろう。今まで彼らがそう主張してきたように。注意すべきは、「科学的」という言葉が専門家の隠れ蓑に使われてきたということである。一般的には、「科学

← 記事を「科学的」にした

的」というと、客観的に確立された正しい事実、という受け取り方がされる。だが、白か黒か、安全か危険か、どちらとも断定できない場合がある。その際、ある立場(多くの場合、事業者の立場)に沿うように判断を下すということが良く起こる。これは、科学者や技術者が社会的におかれた立場の反映にはかならない。

国会事故調が指摘した「規制当局が事業者の虜になっていた」ということはなぜ起きたのか。これは、規制当局や審議会の学者の専門知識レベルがメーカの技術者より低かったということの指摘であろうが、それ以前に、規制当局や学者の立場が事業者と一体化していて、現状を批判的に見るという姿勢がなかったことも大きいと考える。

意見聴取会の議論でも、脆化予測式の元論文のマイクロ反応速度式に瑕疵があるという筆者の指摘は、その論文執筆者でもある委員のごまかし回答とそれに追従する多数意見によって押し流され、学協会の審議に委ねるとして議論が棚上げされた。また、現状の破壊靱性評価法について下限包絡曲線の求め方に疑問を呈し新しい解析法を提示したにもかかわらず、解析データがマスターカーブ法の条件を満たしていないなどの揚げ足取りで、保安院の最終結論³⁶⁾には盛り込まれなかった。保安院の対応が事業者寄りだったというだけでなく、委員として参加した学者の多くが、現状の規程を防衛しようという頑な態度だった。学者としての良心にもとる対応であった。

この惨状を多くの心ある人たちが知り、それに対する批判の声を上げることが現状を変え得る力となろう。筆者の3回にわたる連載レポートが、そのことに多少なりとも役立つことを願っている。

私は、放射性廃棄物処理の困難さなどのさまざまな理由で、原子力発電は技術とは言えない技術であって放棄すべき技術体系であると考えている。しかし、そういう考えは別として、当面しばらく原子力発電を維持するという立場に立つとしても、

危険性のきわめて高い原子炉とそれほどではない原発とを科学的知見(老朽化の度合い、設計の悪さ、地震・津波の危険性の大きさ、防災の困難さ、など)に基づいてランク付けし、運転再開の是非を個別に社会に問いかけることが必要だと思われる。だが、その際に、審査はまともに行われると期待できるだろうか。意見聴取会の経験ではそれがとても難しいと思うのだが、まさに、新しく発足した規制委員会の姿勢と決意が問われている。

本稿連載を執筆するに当たり、古くからの友人である小岩昌宏氏(京大名誉教授)から適切なご助言と心温まる激励をいただいた。青野雄太氏(九大工学部)には、破壊靱性評価の計算をしていただいた。氏の協力なしには、本稿を書くことはできなかったであろう。両氏に厚く御礼申し上げる。

参考文献

- 28) 原子力安全・保安院:第5回高経年化意見聴取会資料2, 2012年1月23日
- 29) 井野博満, 上澤千尋, 伊東良徳:日本金属学会誌, 72 No.4 (2008), 261-267
- 30) 原子力資料情報室ホームページ, ライブラリーに掲載されている
- 31) 井野博満, 青野雄太:2012年10月13日提出
- 32) 関西電力:美浜1号炉 高経年化技術評価書, 2010年
- 33) 関西電力から大津地方裁判所に提出された主張書面(2013年1月23日)
- 34) 関西電力:美浜2号炉 高経年化技術評価書(40年目), 2011年7月
- 35) 関西電力:第13回高経年化意見聴取会資料2, 2012年4月13日
- 36) 原子力安全・保安院:第18回高経年化意見聴取会資料7, 2012年7月27日, および, 最終報告書「原子炉圧力容器の中性子照射脆化について」, 2012年8月(文献(18)に同じ)

いの・ひろみつ INO Hiromitsu

1965 東京大学大学院数物系研究科応用物理学専攻博士課程修了, 大阪大学基礎工学部, 東京大学生産技術研究所, 同大工学部を経て, 法政大学工学部教授, 2006 退職。東京大学名誉教授。高知工科大学客員教授, 工学博士。専門:金属材料学(金属物性, 材料の環境負荷評価・安全性など)