

6回連続の蒸気発生器細管損傷事故の安易な幕引きは許されない 細管損傷のスケール原因説は根拠薄弱

高浜原発4号の10月下旬の運転再開反対 高浜3・4号のSG取替え、40年超え寿命延長反対

2022.10.2 美浜の会

高浜原発3・4号で6回連続となる蒸気発生器（SG）細管（伝熱管）の減肉損傷事故が起きている。6回目（今回）が4号の事故だが、関電は、予定通り10月下旬頃に運転再開しようとしている。

関西電力は8月23日、今回の事故について、原因と対策を取りまとめたとする事故報告書（以下「報告書」）※1を原子力規制委員会に提出した。規制委は今回も、関電の事故報告書に対する自らの評価を行わないまま、運転再開を黙認する方針をとっている。

関電は、今回も摩耗減肉による損傷とし、その原因物質をスケール※2としているが、その根拠は薄弱だ。これまでと同様、まともな原因究明はなされていない。

関電がスケール原因説を出してきた背景には、元々、原因は「異物」と言ってきたにもかかわらず、その「異物」が見つからないことがある。関電は3回目の事故を受け、「異物」が海に排出されないようにした。ところが、4回目の事故でも「異物」は見つからなかった。このため、スケール原因説に豹変した。（末尾補足1参照）

しかし、スケールを原因とする根拠は薄弱だ。高浜4号の10月下旬の運転再開は許されない。さらに、高浜3・4号のSG取替えと40年超え運転に反対し、廃炉を求めている。

表1 この間の6回連続の高浜3・4号SG細管損傷事故

事故回数	発表日	号機	定検回数	外面減肉箇所数	見つかった筋状痕の有る異物、スケールの数	
					異物	スケール
1	2018.9.12	3	23	1	0	0
2	2019.10.17	4	22	5	0	0
3	2020.2.18	3	24	3	1	0
4	2020.11.20	4	23	4	0	4
5	2022.3.30	3	25	3	0	0
6	2022.7.8	4	24	12	0	2

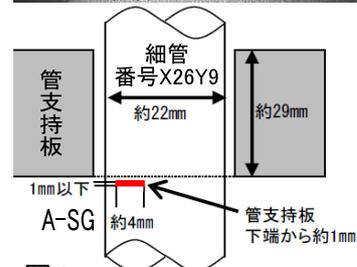
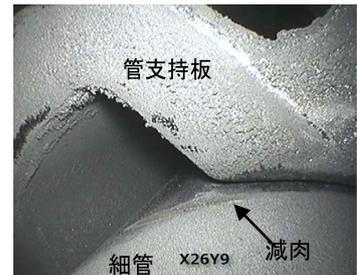


図1 6回目の事故における12箇所の減肉箇所の1つ（「報告書」、2022.8.23関電報道発表より）

※1 高浜発電所4号機 蒸気発生器伝熱管の損傷について
2022.8.23 関電

https://www.nra.go.jp/activity/bousai/trouble/houkoku_new/220000074.html

※2 2次系配管等に含まれる鉄の微粒子等が細管表面に付着したもの。また、それが板状に剥離したもの。主成分は酸化鉄

1. スケール原因説の根拠は薄弱：関電の原因究明の問題点の概要

関電の原因究明の問題点の概要は以下の通り。

(1) 全ての減肉箇所の原因物質を特定すべき

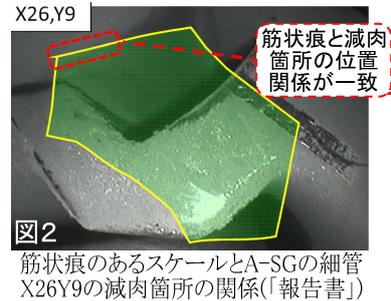
今回の事故でも、減肉12箇所中10箇所は原因物質らしきものも見つかっていない。摩耗減肉

が原因と言うのであれば、全ての箇所の原因物質を特定すべきである。

(2) 強いスケールでも細管より強いものはほとんどない

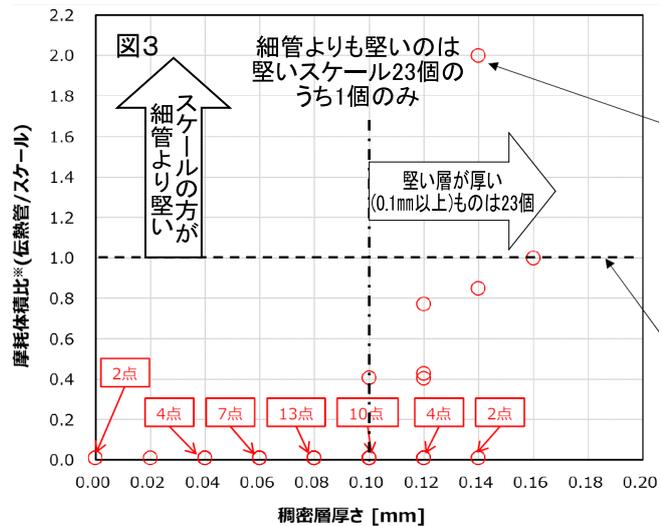
見つかった筋状痕のある2個のスケールも、原因物質かどうかの調査が不十分だ。

関電が原因物質であるとする根拠は次の4つである。①その2個に筋状痕があること。②そこに細管の成分であるCrとNiが付着していること。③強い層が主体であること。④スケールの形状と筋状痕の位置が減肉箇所の位置と一致すること(図2)。



しかし、これらスケールが細管を減肉させるほど堅かったのかを確認するための摩耗試験をしていない。

たとえ堅くても、細管を減肉させるほど強いものは非常に少ない。5、6回目の事故の調査の際、関電はそれぞれSGから回収した50個のスケールを使って、細管との摩耗試験を行っている。50個のうち、それぞれ25、23個は、強い層の厚い(0.1mm以上)ものを使用している。それでも、細管の方がスケールより減肉量が大きくなったのはそれぞれ1個のみだった(図3)。従って、今回見つかった筋状痕のある2個のスケールが原因物質であるという根拠は薄い。スケールは非常に脆(もろ)いことがむしろ実証された。



6回目の事故の調査で行ったスケールと細管の摩耗試験の結果(「報告書」より)

(3) スケールによる減肉は国内外で事例なし

関電は、「国内外で報告されている外面減肉事象を調査した結果、国内、海外共にスケールが原因とされた事例は認められなかった」(「報告書」19頁)としている。それにもかかわらず、高浜3・4号の減肉の原因がスケールと言える根拠を示していない。

関電は、自社の原発において、高浜3・4号のみでスケールによる減肉が起こるのは、両基特有の状況があるためだとし、次の3点を推定している。

①これまでにSG内に給水の際に持ち込まれた鉄の微粒子等の量が多く、細管に付着したスケールが厚くなっていたこと。②その上で、福島原発事故後の長期停止中における水質管理(ヒドラジン水による保管)の影響でスケールの剥離が促進されたこと。③大飯3・4号と異なり薬品洗浄を行っていないこと。

しかし、剥離した強いスケールが他プラントと比較して多くても、それが細管を減肉させうることを示さなければ、強いスケールが原因だとする根拠としては不十分だ。

国内他社と国外の原発については、高浜3・4号特有の条件として挙げている鉄持込み量や長期停止の有無がどうなのか等の詳細な調査は行っていない。国内外で事例がないことについて、規制庁は「高浜3・4号は・・・長期停止していた期間というのがあるわけですね。かつ、それをヒドラジン保管していた・・・そういうところは、やっぱり特異なところだ」(2022.5.23事故トラブル事象への対応に関する公開会合)と述べた。鉄持込み量や長期停止の有無について、他社

や海外のプラントでどうなのか調べもせず特異だと決めつけている。

(4) 薬品洗浄後、減肉箇所が3倍も増大した原因を究明していない

関電は高浜4号について、4回目の事故後、堅いスケールを脆（もろ）くするためとし、SG内を薬品洗浄した。ところが今回、減肉箇所が4箇所から12箇所と3倍に増えたが、この原因を全く究明していない。

今回の事故後にSG内から取り出し、摩耗試験を行った23個の堅いスケールのうち、細管よりも堅かったのは1個（4%）だった。薬品洗浄する前は26個中7個（27%）であり、薬品洗浄後、細管より堅いスケールの割合は減ったことになる。

堅いものが減ったにもかかわらず、損傷箇所が大幅に増えた原因を明らかにしていない。

2. 今のSGのまま高浜4の10月運転再開は許されない

高浜3・4号のSG取替え・40年超え運転反対。直ちに廃炉を決定せよ

関電は、SG細管損傷事故が頻発しているため、高浜3・4号の40年超え運転に合わせ、SGの取替えの検討を進めると発表した。高浜3・4号は2025年1、6月にそれぞれ40年の寿命を迎える。関電は寿命延長をもくろみ、9月22日、そのための「特別点検」の実施を決定した。40年超え運転に合わせ、SG取替えの検討を進めるとする一方で、それまでは今のSGのまま運転し続けようとしている。断じて許されない。

今のまま運転し続ければ、今後も細管損傷事故が頻発する可能性が高い。損傷が貫通すれば、1次系の冷却水が2次系に噴出することにより、原子炉容器の核燃料が露出し、炉心溶融の危険がある。核燃料の露出を防ぐため、緊急炉心冷却装置で注水した際に、寿命の近づく37年超えの両基の原子炉容器が壊れずに耐えられるかも問題となる。

一方、細管損傷の原因が不明なままである以上、取替えれば済むということにはならない。連続する細管損傷事故は、関電のずさんな安全管理により引き起こされている。関電に原発を動かす資格はない。40年超え運転などもっての外だ。

また、国は、60年超えの運転期間延長を検討し、審査や工事等で停止している期間は劣化が進まないとして運転期間から除外する考えも示している。しかし、停止期間中にスケール剥離が促進されたことは、原発の停止中にも機器の損傷が進む可能性を示唆している。停止期間の除外による寿命延長は許されない。

規制委は、とりわけ新しいタイプの事故ではないとして、今回6回目の事故も軽く（対応方針Bとして）扱っている。スケールが原因と決めつけ、自らの評価をしないまま、運転再開を黙認している。規制ではなく運転最優先のお墨付きを与えることに専念している。

高浜4号の10月下旬の運転再開に反対しよう。高浜3号の運転を停止せよ。高浜3・4号のSG取替と40年超え運転に反対し、廃炉を求めていこう。

【補足1】「異物」原因説に立てなくなったため、スケール原因説に豹変

関電は、3回目の事故までは「異物」が原因とし、それらが見つからないのは、海に排出されたためとした。3回目の事故を受け、「異物」を排出しうる全ての経路にストレーナ（こし器）を設置した。ところが、4回目の事故でも「異物」が見つからず、「異物」原因説には立てなくなった。この事故で、4箇所の減肉のうち1箇所に筋状痕のあるスケールが付着していたということもあるが、スケール原因説に豹変したのはこのような背景がある。ところが、3回目の事故までは、スケールは脆（もろ）い、国外でスケールによる細管の減肉の事例はないとし、スケール

は原因ではないとしてきた。それまでと全く整合性のない、異なる見解に変えたにもかかわらず、関電と規制委はこのことについてこれまで釈明していない。スケールが原因であるかの調査もいまい加減にしか行っていない。

【補足2】ステンレスと石膏を使った減肉形状の再現試験は荒唐無稽

スケールにより細管が減肉するとしても、細管を厚みの60%（約0.8mm）程度の深さまで減肉させられるのか、これまで生じたものと同様の形状の減肉が試験で再現できるかが問題となる。それは、スケールと細管（ニッケル合金）の実物同士を減肉試験してできる減肉形状と、事故で減肉した細管をSGから抜管して詳細に調査した減肉形状が一致するかで確認する必要がある。

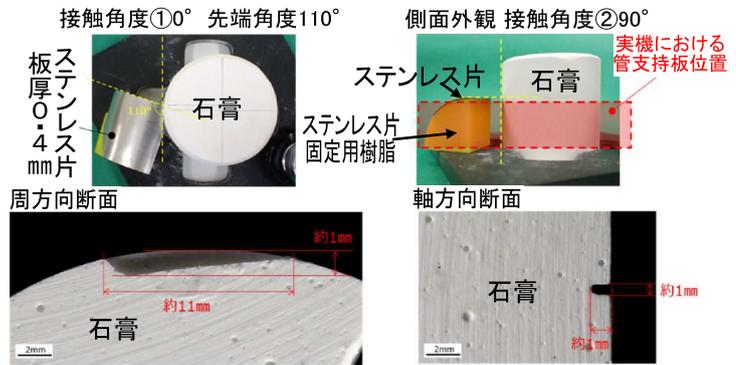


図4（「報告書」より） 減肉試験で取得した減肉形状（A-SG：X26，Y9）

ところが関電は、スケール、細管の代わりにそれぞれステンレス片、石膏を用いて減肉試験を行った（図4）。スケールにより細管が減肉する場合、細管と同時にスケール自身も摩耗する。ところが、ステンレスと石膏では、石膏が一方向的に摩耗するため、スケール自身の摩耗が考慮されない試験になってしまう。このような試験に意味はない。関電自身が「スケールは微細な粒子で構成されるため、伝熱管との摺動で、自身が磨滅」「伝熱管と接触しなくなるまで自身の磨滅が進むと、その時点で伝熱管の摩耗減肉の進展は停止」（「報告書」180頁）と書いている。関電は、石膏を用いたのは「減肉の発生・・・を容易にするため」（「報告書」16頁）としているが、時間がかかっても実物同士で試験する必要がある。

また、細管に生じている減肉形状については、渦流探傷検査（ECT）で検出した信号を見ているだけで、細管を抜管して調べていない。以前（1996年）には健全性確認のため、細管の抜管調査を行い、スケール付着状態を確認している。これだけ連続して事故が起きているにもかかわらず、1本も抜管調査しないのはあまりにも手抜きだ。